



หนังสือรวมบทความฉบับสมบูรณ์

การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 14
THE 14TH RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY NATIONAL CONFERENCE

นวัตกรรมเพื่อสังคม : 9 ราชมงคล ขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน
9 RMUT: DRIVING SOCIAL INNOVATION TOWARDS SUSTAINABLE DEVELOPMENT
22 - 24 กรกฎาคม 2568



หนังสือรวมบทความฉบับสมบูรณ์

การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 14

Copyright © 2025

เผยแพร่โดย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การอ้างอิงห้องสมุด

หนังสือรวมบทความฉบับสมบูรณ์ การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 14
937 หน้า

1. นวัตกรรมสังคม 2. การพัฒนาสู่ความยั่งยืน

บทความฉบับสมบูรณ์



การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 14
นวัตกรรมเพื่อสังคม : 9 ราชมงคล ขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน

22 – 24 กรกฎาคม 2568
ณ โรงแรมอควิน แกรนด์ คอนเวนชั่น
กรุงเทพมหานคร

จัดโดย

- สมาคมนวัตกรรมและเทคโนโลยีสร้างสรรค์
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

เผยแพร่โดย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

หนังสือรวมบทความฉบับสมบูรณ์

การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 14

นวัตกรรมเพื่อสังคม : 9 ราชมงคล ขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน

ที่ปรึกษากองบรรณาธิการ

ดร.ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล

ผศ.ดร.ปริญญ์ บุญกนิษฐ

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บรรณาธิการ

ดร.ชลากร อุดมรักษาสกุล

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มทร.พระนคร

ผู้ทรงคุณวุฒิประจำกองบรรณาธิการ

1. รศ.ดร.เกียรติศักดิ์ แสงประดิษฐ์
2. รศ.ดร.ศักดิ์ระวี ระวีกุล
3. ผศ.ดร.สุธรรม ศิวารุช
4. ผศ.ดร.บวรกิตติ เนคมานุรักษ์
5. ผศ.ดร.วารุณี ศรีสงคราม
6. ผศ.ดร.ดวงสิริ สยมภาค
7. ผศ.ประกาศศรี ศรีชัย
8. ดร.รัตนพล พนมวัน ณ อยุธยา

- ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มทร.ธัญบุรี
- ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มทร.อีสาน
- ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มทร.กรุงเทพ
- ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มทร.รัตนโกสินทร์
- ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มทร.สุวรรณภูมิ
- ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มทร.ตะวันออก
- ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มทร.ศรีวิชัย
- รักษาการแทนผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มทร.ล้านนา

ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

1. รศ.ดร.วันวิสา ศิริวรรณ
2. รศ.ดร.โอฬาริก สุรินทร์
3. รศ.ดร.พินิตา กังซุ่น
4. รศ.ดร.นฤมล มงคลชนวัน
5. รศ.ดร.ยิ่งยง รุ่งฟ้า
6. รศ.ดร.สุธัญญา พรหมสมบูรณ์
7. รศ.ดร.พิมลพรรณ เพชรสมบัติ
8. รศ.ดร.อัศรัตน์ พูลกระจำ
9. รศ.ดร.กฤษดา เสือเอี่ยม
10. รศ.ดร.กิตติศักดิ์ อริยะเครือ
11. รศ.ดร.ไพบูลย์ กวินเลิศวัฒนา
12. รศ.ชิตี ศรีตันทิพย์
13. รศ.ดร.อัจฉรา ดลวิยาคุณ
14. รศ.ดร.ณรงค์ชัย วิวัฒนาช่าง
15. รศ.ดร.ลัดดาวัลย์ สำราญ

สังกัด

- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- มหาวิทยาลัยทักษิณ
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

สังกัด

- [illegible]

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

52. ผศ.ดร.ไชยณรงค์ กิตติญาณปัญญา
53. ผศ.ดร.ธีระพงษ์ บุญรักษา
54. ผศ.ดร.นพศักดิ์ ตันติสัถยานนท์
55. ผศ.ดร.ปวีณา ชัยวนารมย์
56. ผศ.ดร.พรพิมล ศักดา
57. ผศ.ดร.หงษ์ศิริ ภัยโยติลงชัย
58. ผศ.ดร.ไพโรจน์ ธนเลิศโสภิต
59. ผศ.ดร.จิตาภา เร่งมีศรีสุข
60. ผศ.ดร.ณัฐพงษ์ วงษ์ดำเนิน
61. ผศ.ดร.วรัญ ญ สงขลา
62. ผศ.ดร.สุนทรา เพ็ญพัง
63. ผศ.ดร.ฉัตรชัย อินทสังข์
64. ผศ.ดร.จกมล จันทร์เรือง
65. ผศ.ดร.เฉลิมชัย หล่อวงศ์ตระกูล
66. ผศ.ดร.พร้อมพร ภูวดิน
67. ผศ.ดร.นฤมล ชูเมือง
68. ผศ.ทวีชัย กาฬสินธุ์
69. ผศ.ธวัชชัย อุ้นใจจุม
70. ผศ.น.สพ.ดร.สุทธิดิล ปิยะเดชสุนทร
71. ผศ.น้ามนต์ โชติวิศรุต
72. ผศ.นิกร แสงงาม
73. ผศ.พาขวัญ ทองรักษ์
74. ผศ.ว่าที่ร้อยตรี ดร.ชัยยศ ดำรงกิจโกศล
75. ผศ.ว่าที่ร้อยตรี ดร.ทรงวุฒิ มงคลเลิศมณี
76. ผศ.ว่าที่ร้อยตรีทนงศักดิ์ สัสดีแพง
77. ผศ.วีรกุล มีกลางแสน
78. ดร.ณัฐพงษ์ วงศ์บับพา
79. ดร.วรวิทย์ ยิ้มแย้ม
80. ดร.ธีระวัฒน์ อาจปฐ
81. ดร.ภาณุวัฒน์ จันทร์มาก
82. ดร.ปณิธิ อมาตยกุล
83. ดร.ตะวัน วาทกิจ
84. ดร.ณัฐพล จิตประไพ
85. ดร.ภูมิพัฒน์ ทองคำ
86. ดร.ธิตี ธาธาสุข
87. ดร.ณทพร จินดาประเสริฐ
88. ดร.อภิสิทธิ์ ภักดีแก้ว
89. ดร.สุภารัตน์ บุตรไชย

สังกัด

- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

90. ดร.วิฑูรย์ เพ็ญภู
91. ดร.ณัฐกา สนวนวงษ์
92. ดร.ทรงวุฒิ บุญส่ง
93. อาจารย์ สุชนมา สุขรักษาวงศ์
94. อาจารย์ สุปัญญา สิงห์กรณ์

สังกัด

- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

คณะกรรมการจัดทำรูปแบบ

- ดร.ชลกร อุดมรักษาสกุล
ผศ.ดร.ฉันทนา ปาปัดถา
นางสาวพัชรนันท์ ยั่งวรวิเชียร
นางสาวณัชชา ดับโหม
นางสาวเกษสุตา ชูแสง
นางสาววัลลภา พักประไพ
นางสาวชาวิณี บินกาซีเมน
นางสาวศศิพร คชรักษ์
นางกัณหา โฉมศรี
นายภาณุภูมิ ฌ บุญวงศ์
นางสาวอังสนา อนุชานันท์
นางสาวทิพวรรณ คุ้มจันทร์
นางสาวดุสิตา อิศรภักดี
นายกิตติพงษ์ มายา
นางสาวนภาพร ภูเพ็ชร
นางสาวธนิดา ถวิลวิสาร

- สถาบันวิจัยและพัฒนา มทร.พระนคร
สถาบันวิจัยและพัฒนา มทร.พระนคร
สถาบันวิจัยและพัฒนา มทร.พระนคร
สถาบันวิจัยและพัฒนา มทร.พระนคร
สถาบันวิจัยและพัฒนา มทร.พระนคร
สถาบันวิจัยและพัฒนา มทร.พระนคร
สถาบันวิจัยและพัฒนา มทร.พระนคร
คณะบริหารธุรกิจ มทร.พระนคร
คณะบริหารธุรกิจ มทร.พระนคร
คณะบริหารธุรกิจ มทร.พระนคร
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร
คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มทร.พระนคร
คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มทร.พระนคร

คำนำ

สมาคมนวัตกรรมและเทคโนโลยีสร้างสรรค์ร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ได้รับมอบหมายให้เป็นเจ้าภาพจัดการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 14 (14th RMUTNC) และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13 (13th RMUTIC) พร้อมทั้งการประกวดสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมราชมงคล ครั้งที่ 6 (The 6th RMUT Innovation Awards 2025) ระหว่างวันที่ 22-24 กรกฎาคม พ.ศ. 2568 ณ โรงแรมอัสวิน แกรนด์ คอนเวนชั่น เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร

การประชุมวิชาการในครั้งนี้จัดขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเวทีในการเผยแพร่ผลงานวิจัย สิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรมของคณาจารย์ นักวิจัย นักศึกษา และบุคลากรในสังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลทั้ง 9 แห่ง รวมถึงนักวิจัยจากสถาบันการศึกษาและหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ตลอดจนเพื่อเปิดโอกาสให้เกิดการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ ประสบการณ์ และข้อคิดเห็นเชิงวิชาการระหว่างนักวิจัย นักวิชาการ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในวงวิชาการอย่างกว้างขวาง อันจะนำไปสู่การพัฒนาองค์ความรู้ เทคโนโลยี และนวัตกรรมที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศอย่างยั่งยืน

ในการนี้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในฐานะเจ้าภาพ ขอขอบคุณคณะผู้บริหาร คณะกรรมการจัดงาน ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ร่วมให้การสนับสนุนการจัดประชุมวิชาการในครั้งนี้เป็นอย่างดี ตลอดจนผู้เข้าร่วมนำเสนอผลงานทุกท่านที่มีส่วนสำคัญในการแสดงศักยภาพและเสริมสร้างเครือข่ายทางวิชาการร่วมกัน

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าการประชุมวิชาการในครั้งนี้จะเป็นเวทีแห่งโอกาสในการต่อยอดองค์ความรู้ สร้างแรงบันดาลใจ และจุดประกายแนวคิดใหม่ ๆ ที่สามารถนำไปสู่การวิจัยพัฒนาและการประยุกต์ใช้เพื่อประโยชน์สูงสุดต่อประเทศชาติต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

กรกฎาคม 2568

สารจาก นางสาวสุดาวรรณ หวังศุภกิจโกศล รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) มุ่งส่งเสริม สนับสนุน กำกับดูแลการอุดมศึกษาให้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของโลก กำกับดูแลการวิจัยและการสร้างสรรค์นวัตกรรมของสถาบันอุดมศึกษา และส่งเสริมความร่วมมือในด้านการวิจัยและการสร้างสรรค์นวัตกรรมกับหน่วยงานทุกภาคส่วน ทั้งในระดับชาติและนานาชาติ กระทรวง อว. จึงได้ให้ความสำคัญกับ “งานวิจัยและนวัตกรรม” ที่สามารถตอบโจทย์ความต้องการของชุมชนและสังคม เพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาที่ยั่งยืนตามเป้าหมายของประเทศ



ดังนั้น การจัดงานการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 14 การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13 และการประกวดสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมราชมงคล ครั้งที่ 6 ด้วยแนวคิด “นวัตกรรมเพื่อสังคม : 9 ราชมงคล ขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน” นี้ จึงถือเป็นก้าวสำคัญในการนำเสนอผลงานวิจัย นวัตกรรม และองค์ความรู้ใหม่ ๆ อันเกิดจากการศึกษาค้นคว้าของนักวิจัย นักวิชาการ นิสิตและนักศึกษา ที่ช่วยขับเคลื่อนสังคมด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ตลอดจนการสร้างเครือข่ายวิชาการและความร่วมมือระดับชาติและนานาชาติ ตามภารกิจของกระทรวง อว.

ในนามของกระทรวง อว. ข้าพเจ้าขอแสดงความชื่นชมยินดีกับสมาคมนวัตกรรมและเทคโนโลยี เครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ทั้ง 9 แห่ง และผู้สนับสนุนทุกหน่วยงาน ที่ได้ร่วมกันจัดงานครั้งนี้ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงบทบาทของสถาบันอุดมศึกษากับการพัฒนางานวิจัยและนวัตกรรมที่มีความเชื่อมโยงกับชุมชนและสังคมอย่างต่อเนื่อง ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานประชุมวิชาการ RMUTCON 2025 จะประสบความสำเร็จด้วยดี และเกิดผลเป็นรูปธรรมในการต่อยอดองค์ความรู้ด้านการวิจัยสู่การพัฒนา นวัตกรรมที่มีคุณค่าต่อชุมชน สังคม และประเทศชาติต่อไป

(ลายเซ็น)

(นางสาวสุดาวรรณ หวังศุภกิจโกศล)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

สารจาก ศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย ปทุมนากุล
ปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) มุ่งมั่นในการพัฒนาทุนมนุษย์ของประเทศให้มีศักยภาพและมีความพร้อมในการดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 เพื่อเป็นพลังสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศให้มีความมั่นคงมั่งคั่งอย่างยั่งยืน โดยการนำวิทยาศาสตร์ การวิจัย และนวัตกรรม มาใช้ในการขับเคลื่อนประเทศ ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา กระทรวง อว. ได้มุ่งมั่นในการสนับสนุนให้สถาบันอุดมศึกษา โดยเฉพาะมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ซึ่งเป็นสถาบันอุดมศึกษาเชิงยุทธศาสตร์ในกลุ่ม 2 ได้มุ่งเน้นการพัฒนาเทคโนโลยีและส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม นำความเชี่ยวชาญด้านวิชาชีพและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี มาสร้างสรรค์นวัตกรรมที่ตอบโจทย์ความต้องการของสังคมไทยในทุกระดับ ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และความมั่นคง เพื่อการพัฒนาประเทศที่สมดุลและยั่งยืนตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs)



จากแนวคิดการจัดงาน “นวัตกรรมเพื่อสังคม : 9 ราชชมกล ขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน” ยิ่งสะท้อนให้เห็นถึงบทบาทที่ชัดเจนของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลในการเป็นกลไกสำคัญของการพัฒนาเชิงพื้นที่ การยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน และการส่งเสริมเศรษฐกิจฐานราก โดยอาศัยองค์ความรู้ด้านวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และนวัตกรรม อย่างมีเป้าหมายและยั่งยืน

ในนามของกระทรวง อว. ข้าพเจ้าขอแสดงความชื่นชมและยินดีกับสมาคมนวัตกรรมและเทคโนโลยีสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลทั้ง 9 แห่ง และผู้สนับสนุนทุกหน่วยงาน ที่ได้ร่วมกันจัดการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 14 การประชุมวิชาการระดับนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13 และการประกวดสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมราชชมกล ครั้งที่ 6 หรือ RMUTCON 2025 ขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งนับเป็นเวทีสำคัญที่เปิดโอกาสให้นักวิจัย นักวิชาการ นิสิต นักศึกษา และภาคส่วนต่าง ๆ ได้แลกเปลี่ยนองค์ความรู้ ผลงานวิจัย สิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศ และขอขอบคุณทุกภาคส่วนที่มีส่วนร่วมในการจัดการประชุมในครั้งนี้ ขอให้งานประชุมวิชาการ RMUTCON 2025 ประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย เป็นแรงบันดาลใจ และจุดประกายการขับเคลื่อนนวัตกรรมเพื่อสังคมให้เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรมต่อไป



(ศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย ปทุมนากุล)

ปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

สารประธานคณะกรรมการอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

รองศาสตราจารย์ ดร.อุดมวิทย์ ไชยสกุลเกียรติ

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

ประธานคณะกรรมการอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

ในนามของคณะกรรมการอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคล ขอแสดงความชื่นชมอย่างยิ่งต่อการจัดการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 14 การประชุมวิชาการระดับนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13 และการประกวดสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมราชมงคล ครั้งที่ 6 ภายใต้แนวคิด “นวัตกรรมเพื่อสังคม : 9 ราชมงคล ขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน” ซึ่งสะท้อนถึงบทบาทสำคัญของเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลทั้ง 9 แห่ง ในการร่วมกันขับเคลื่อนงานวิจัย เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อเสริมสร้างศักยภาพของประเทศบนพื้นฐานของความรู้และความยั่งยืน



ในการนี้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ได้รับเกียรติเป็นเจ้าภาพหลัก ร่วมกับเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลทั้ง 8 แห่ง และสมาคมนวัตกรรมและเทคโนโลยีสร้างสรรค์ โดยมีกิจกรรมสำคัญที่หลากหลาย อาทิ การบรรยายพิเศษโดยวิทยากรรับเชิญ การประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ การประกวดสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม การนำเสนอผลงาน RMUT Startup การจัดแสดงนิทรรศการ RMUT IP Fair การเจรจาจับคู่ธุรกิจ (Business Matching) ตลอดจนการแสดงผลงานวิชาการจากสถาบันการศึกษาและหน่วยงานทั้งภายในและภายนอกเครือข่าย เวทีการประชุมในครั้งนี้จึงนับเป็นกลไกสำคัญในการส่งเสริมความร่วมมือทางวิชาการ และเป็นพื้นที่แห่งการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ระหว่างนักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษา ตลอดจนผู้แทนจากภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาสังคม ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งจะนำไปสู่การบูรณาการองค์ความรู้และต่อยอดสู่การพัฒนาเทคโนโลยี นวัตกรรม และงานวิจัยที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเป็นรูปธรรมและยั่งยืน

ขอขอบคุณทุกภาคส่วนที่มีส่วนร่วมในการจัดงานในครั้งนี้ และขอเน้นย้ำถึงความมุ่งมั่นของเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ที่ร่วมกันผลักดันองค์ความรู้และนวัตกรรมเพื่อสังคมอย่างต่อเนื่อง และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการประชุมวิชาการในครั้งนี้จะเป็นพลังขับเคลื่อนสำคัญในการยกระดับคุณภาพของงานวิจัยและนวัตกรรมของประเทศ สู่การสร้างคุณภาพที่ยั่งยืนต่อสังคม ประเทศชาติ และประชาคมโลก



(รองศาสตราจารย์ ดร.อุดมวิทย์ ไชยสกุลเกียรติ)

ประธานคณะกรรมการอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

สารประธานคณะกรรมการเครือข่ายสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บวรกิตต์ เนคมานุรักษ์****ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์****ประธานเครือข่ายสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล**

เครือข่ายสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ทั้ง 9 แห่ง ได้ร่วมกันส่งเสริม สนับสนุน และพัฒนาการบริหารจัดการงานวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อยกระดับคุณภาพของผลงานวิจัย สิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรม ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงในระดับชุมชน และระดับประเทศ ทั้งในเชิงสังคมศาสตร์และอุตสาหกรรม โดยอาศัยความร่วมมือจากหลากหลายภาคส่วนในการบูรณาการความรู้ให้เกิดผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรม

การประชุมวิชาการครั้งนี้ นับเป็นเวทีสำคัญที่เปิดโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ทางวิชาการ และแสดงศักยภาพของงานวิจัยและนวัตกรรมจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลทั้ง 9 แห่ง ตลอดจนเป็นพื้นที่ แห่งการพบปะ ระดมความคิด ของอาจารย์ นักวิจัย นิสิต นักศึกษา ทั้งในระดับชาติและนานาชาติ ซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนางานวิจัย สิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรมรูปแบบใหม่ที่สามารถตอบโจทย์การพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศได้อย่างแท้จริง

ในนามของประธานคณะกรรมการเครือข่ายสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครในฐานะเจ้าภาพหลัก รวมถึงทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง ในการจัดงานครั้งนี้อย่างเข้มแข็ง และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการประชุมในครั้งนี้จะเป็นอีกหนึ่งพลังสำคัญที่ช่วยผลักดันงานวิจัย สิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรม ให้ก้าวไกล เป็นที่ยอมรับ และนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงในเชิงบวกต่อสังคมและประเทศชาติอย่างยั่งยืน



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บวรกิตต์ เนคมานุรักษ์)

ประธานคณะกรรมการเครือข่ายสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

สารจาก ดร.ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

เครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลทั้ง 9 แห่ง ได้ร่วมกันจัดงานประชุมวิชาการมาอย่างต่อเนื่อง โดยในปีนี้มีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ได้รับเกียรติให้เป็นเจ้าภาพหลักร่วมกับสมาคมวิศวกรรมและเทคโนโลยีสร้างสรรค์ จัดงานประชุมวิชาการระดับชาตินามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 14 การประชุมวิชาการระดับนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13 และการประกวดสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมราชมงคล ครั้งที่ 6 หรือ RMUTCON 2025 ภายใต้แนวคิด "นวัตกรรมเพื่อสังคม: 9 ราชมงคล ขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน" ซึ่งสะท้อนถึงบทบาทของสถาบันอุดมศึกษาในยุคปัจจุบันที่ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการเรียนการสอน แต่ยังรวมถึงการใช้องค์ความรู้ไปพัฒนางานวิจัยและสร้างนวัตกรรมที่สามารถแก้ไขปัญหาของสังคม ตอบสนองความต้องการของชุมชน และเป็นพลังสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศไปสู่การพัฒนาอย่างมั่นคงและยั่งยืน



การประชุมวิชาการในครั้งนี้ นอกจากจะเป็นเวทีในการนำเสนอผลงานวิจัยของคณาจารย์ นักวิจัย และนักศึกษาแล้ว ยังเป็นโอกาสอันดีในการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้และประสบการณ์กับนักวิชาการทั้งในและต่างประเทศ เพื่อสร้างเครือข่ายความร่วมมือทางวิชาการในระดับสากล

ในนามของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ขอขอบคุณทุกภาคส่วนที่มีส่วนในการผลักดันให้การประชุมในครั้งนี้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ อันจะนำไปสู่การต่อยอดองค์ความรู้และนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาสังคมอย่างแท้จริง และขอให้การประชุมวิชาการในครั้งนี้เป็นอีกก้าวสำคัญของความร่วมมือทางวิชาการและเป็นแรงบันดาลใจให้แก่ผู้ร่วมงานทุกท่านในการสร้างสรรค์ผลงานที่มีคุณค่าต่อไป



(ดร.ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 14

The 14th Rajamangala University of Technology National Conference

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13

The 13th Rajamangala University of Technology International Conference

การประกวดสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมราชมงคล ครั้งที่ 6

The 6th RMUT Innovation Awards 2025

22-24 กรกฎาคม 2568

โรงแรมอควิน แกรนด์ คอนเวนชัน กรุงเทพมหานคร

หลักการและเหตุผล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เป็นสถาบันการศึกษาที่มุ่งมั่นในการสร้างบัณฑิตนักปฏิบัติที่มีความรู้และความเชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยกำหนด วิสัยทัศน์ พันธกิจ ประเด็นยุทธศาสตร์และเป้าประสงค์ที่เป็นรูปธรรมให้สอดคล้องกับกลุ่มสถาบันอุดมศึกษาเชิงยุทธศาสตร์ในกลุ่ม 2 การพัฒนาเทคโนโลยีและส่งเสริมการสร้างนวัตกรรม มุ่งเน้นการพัฒนาการเรียน การสอน วิจัยและพัฒนานวัตกรรม เพื่อขับเคลื่อนอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศ รวมถึงการจัดการศึกษา พัฒนาการวิจัยและสร้างนวัตกรรม และบริหารจัดการองค์ความรู้ที่มีประสิทธิภาพ

ทั้งนี้ เพื่อเป็นเวทีเผยแพร่ผลงานวิจัยและนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ของบุคลากรมหาวิทยาลัย เป็นช่องทางประชาสัมพันธ์ผลงานของมหาวิทยาลัยสู่สาธารณชน นอกจากนี้ยังเป็นเวทีสำหรับอาจารย์ และนักวิจัยของมหาวิทยาลัย ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สร้างเครือข่ายความร่วมมือในด้านการวิจัยและบริการวิชาการ อีกทั้งเป็นการสร้างบรรยากาศเพื่อนำไปสู่ความเข้มแข็งด้านการวิจัยและบริการวิชาการให้เกิดขึ้น อันจะส่งผลให้งานวิจัยเกิดประสิทธิผล รวมถึงการสร้างองค์ความรู้และเทคโนโลยีให้มีความก้าวหน้าและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาสังคมและประเทศชาติ ซึ่งเป็นภารกิจหลักของสถาบันวิจัยและพัฒนา จึงดำเนินการจัดโครงการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ทั้ง 9 แห่ง สำหรับเจ้าภาพการจัดประชุมวิชาการในครั้งที่ผ่านมามีดังนี้

1. การจัดประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10 ภายใต้แนวคิด “ราชมงคลขับเคลื่อนนวัตกรรมก้าวไกลสู่ Thailand 4.0” ระหว่างวันที่ 1 – 3 สิงหาคม 2561 ณ โรงแรมเรือรัษฎา อำเภอเมือง จังหวัดตรัง โดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยเป็นเจ้าภาพ

2. การจัดประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 11 ภายใต้แนวคิด “วิถีสานักขับเคลื่อนนวัตกรรมเพื่อสร้างสรรค์เศรษฐกิจและสังคม” ระหว่างวันที่ 24 – 26 กรกฎาคม 2562 ณ ศูนย์ประชุมและแสดงสินค้านานาชาติ เฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาเป็นเจ้าภาพ

3. การจัดประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 12 ภายใต้แนวคิด “9 ราชมงคลขับเคลื่อนนวัตกรรมนำเศรษฐกิจ ปลุกแนวคิดเทคโนโลยีสีเขียวเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน” ระหว่างวันที่ 18 – 20 พฤษภาคม 2565 ณ โรงแรมรอยัล คลิฟ แกรนด์ โฮเทล จังหวัดชลบุรี โดยมีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีเป็นเจ้าภาพ

4. การจัดประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13 ภายใต้แนวคิด “9 ราชมงคล เสริมพลัง ผลักดันนวัตกรรมยั่งยืน และขับเคลื่อนวิถีชีวิตยุคต่อไปด้วยต้นแบบ BCG” ระหว่างวันที่ 30 สิงหาคม – 1 กันยายน 2566 ณ ศูนย์ประชุม นงนุชเทรดดิชั่น เซ็นเตอร์ฮอลล์ (Nongnooch Tradition Center Hall) สวนนงนุชพัทยา ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี จัดโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกเป็นเจ้าภาพ

ในปี พ.ศ. 2568 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ร่วมกับเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล 8 แห่ง และสมาคมนวัตกรรมและเทคโนโลยีสร้างสรรค์ รับผิดชอบเป็นเจ้าภาพจัดการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 14 การประชุมวิชาการระดับนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13 และการประกวดสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมราชมงคล ครั้งที่ 6 ภายใต้แนวคิด

“นวัตกรรมเพื่อสังคม: 9 ราชมงคล ขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน”

(9 RMUT: Driving Social Innovation Towards Sustainable Development)

ประกอบด้วยกิจกรรมที่สำคัญคือ การบรรยายพิเศษ (Guest Speakers / Keynote Speakers) การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ การประกวดแข่งขันสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม การประกวดผลงาน RMUT Startup นิทรรศการ RMUT IP Fair / Business Matching และการจัดแสดงนิทรรศการผลงานทางวิชาการทั้ง 9 มทร. และสถาบันการศึกษาจากหน่วยงานภายนอกที่ได้เข้าร่วมจัดงานในการประชุมวิชาการ ดังนั้น การจัดประชุมวิชาการดังกล่าว จะก่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้และประสบการณ์ ด้านการวิจัยทั้งระหว่างนักวิจัย ตลอดจนหน่วยงานภาครัฐและเอกชน อีกทั้งยังเป็นการเผยแพร่และถ่ายทอดเทคโนโลยี นวัตกรรมและขยายองค์ความรู้จากงานวิจัยสู่การปฏิบัติให้กว้างขวาง อันจะนำไปสู่การสร้างงานวิจัยที่มีคุณภาพต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นเวทีเผยแพร่และนำเสนอผลงานวิจัย สิ่งประดิษฐ์ และผลงานนวัตกรรมสร้างสรรค์ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ในระดับชาติและระดับนานาชาติจากอาจารย์ นักวิจัย นักศึกษา และบุคลากรทั้งภายใน และภายนอกมหาวิทยาลัย
2. เพื่อสร้างความร่วมมือทางวิชาการ การแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ ระหว่างนักวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ทั้ง 9 แห่ง และสถาบันการศึกษาจากหน่วยงานภายนอก

กิจกรรมภายในงาน

1. การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ
 - การนำเสนอในภาคบรรยาย (Oral presentation)
 - การนำเสนอในภาคโปสเตอร์ (Poster presentation)
2. การประกวดแข่งขันสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม
3. การประกวดผลงาน RMUT Startup
4. นิทรรศการ RMUT IP Fair / Business Matching
5. นิทรรศการผลงานทางวิชาการ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลแต่ละแห่ง และหน่วยงานภาคี)

หัวข้อกลุ่มการนำเสนอผลงานภาคบรรยาย (Oral Presentation) และโปสเตอร์ (Poster Presentation)

ระดับชาติ โดยแบ่งออกเป็น 7 session ดังนี้

- Session 1 มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
- Session 2 เทคโนโลยีเกษตรและนวัตกรรมอาหาร
- Session 3 วิศวกรรมศาสตร์
- Session 4 นวัตกรรมวิทยาศาสตร์และไอที
- Session 5 สถาปัตยกรรมศาสตร์ ศิลปกรรม และงานสร้างสรรค์
- Session 6 บริหารธุรกิจและเศรษฐศาสตร์
- Session 7 งานประจำสู่งานวิจัย

ระดับนานาชาติ โดยแบ่งออกเป็น 5 session ดังนี้

- Session 1 Humanities and Social Sciences
- Session 2 Agricultural and Food Innovation
- Session 3 Science and Engineering Technology
- Session 4 Architecture and Creative Works
- Session 5 Business and Economics
- Session 6 Resource Management

หัวข้อการประกวดสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมราชมงคล และผลงาน RMUT Startup

ประเภทผลงาน อาจารย์ นักศึกษา และบุคคลทั่วไป

- กลุ่ม A ด้านเทคโนโลยีเกษตรและนวัตกรรมอาหาร
- กลุ่ม B ด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
- กลุ่ม C ด้านนวัตกรรมวิทยาศาสตร์และไอที
- กลุ่ม D ด้านสถาปัตยกรรมศาสตร์ ศิลปกรรมและการออกแบบ
- กลุ่ม E ด้านการพัฒนาคุณภาพชีวิตและเศรษฐกิจสร้างสรรค์

รางวัลการนำเสนอผลงานในรูปแบบ Poster Presentation และ Oral Presentation

1. รางวัลระดับดีเด่น (Gold Award) ได้รับเหรียญทอง พร้อมเกียรติบัตร ได้แก่
ระดับชาติ จำนวน 7 รางวัล และระดับนานาชาติ จำนวน 5 รางวัล
2. รางวัลระดับดีมาก (Silver Award) ได้รับเหรียญเงิน พร้อมเกียรติบัตร ได้แก่
ระดับชาติ จำนวน 7 รางวัล และระดับนานาชาติ จำนวน 5 รางวัล
3. รางวัลระดับดี (Bronze Award) ได้รับเหรียญทองแดง พร้อมเกียรติบัตร ได้แก่
ระดับชาติ จำนวน 7 รางวัล และระดับนานาชาติ จำนวน 5 รางวัล

รางวัลประกวดผลงานสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม

ประเภทอาจารย์และบุคคลทั่วไป

1. รางวัลระดับดีเด่น (Gold Award) ได้รับโล่ และเหรียญทอง พร้อมเงินรางวัล 8,000 บาท จำนวน 5 รางวัล
2. รางวัลระดับดีมาก (Silver Award) ได้รับเหรียญเงิน พร้อมเงินรางวัล 4,000 บาท จำนวน 5 รางวัล
3. รางวัลระดับดี (Bronze Award) ได้รับเหรียญทองแดง พร้อมเงินรางวัล 2,000 บาท จำนวน 5 รางวัล

ประเภทนักศึกษา

1. รางวัลระดับดีเด่น (Gold Award) ได้รับโล่ และเหรียญทอง พร้อมเงินรางวัล 5,000 บาท จำนวน 5 รางวัล
2. รางวัลระดับดีมาก (Silver Award) ได้รับเหรียญเงิน พร้อมเงินรางวัล 2,500 บาท จำนวน 5 รางวัล
3. รางวัลระดับดี (Bronze Award) ได้รับเหรียญทองแดง พร้อมเงินรางวัล 1,500 บาท จำนวน 5 รางวัล

รางวัลการประกวด RMUTP Startup

ประเภทนักศึกษา

1. รางวัลระดับดีเด่น (Gold Award) ได้รับโล่ และ เหรียญทอง พร้อมเงินรางวัล 5,000 บาท จำนวน 1 รางวัล
2. รางวัลระดับดีมาก (Silver Award) ได้รับเหรียญเงิน พร้อมเงินรางวัล 2,500 บาท จำนวน 1 รางวัล
3. รางวัลระดับดี (Bronze Award) ได้รับเหรียญทองแดง พร้อมเงินรางวัล 1,500 บาท จำนวน 1 รางวัล

หมายเหตุ : ทุกรางวัลจะได้รับเกียรติบัตร

กำหนดการสำหรับการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ (14th RMUTNC และ 13th RMUTIC)

ระยะเวลา	กิจกรรม
15 มิถุนายน 2568	แจ้งผลการพิจารณาบทความ
25 มิถุนายน 2568	หมดเขตรับบทความฉบับสมบูรณ์
25 มิถุนายน - 10 กรกฎาคม 2568	ชำระค่าลงทะเบียนนำเสนอบทความ (อัตราค่าลงทะเบียนล่วงหน้า)
10 - 20 กรกฎาคม 2568	ชำระค่าลงทะเบียนนำเสนอบทความ (อัตราค่าลงทะเบียนทั่วไป)
1 - 15 กรกฎาคม 2568	ส่งไฟล์นำเสนอภาคบรรยาย (Oral Presentation)
22 - 24 กรกฎาคม 2568	งานประชุมวิชาการ RMUTCON 2025

กำหนดการสำหรับการประกวดสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมราชมงคล ครั้งที่ 6 (6th RMUT Innovation Awards) และ RMUT Startup Award

ระยะเวลา	กิจกรรม
15 มิถุนายน 2568	ประกาศผลการพิจารณารอบคัดเลือกของสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม และ Startup
25 มิถุนายน - 10 กรกฎาคม 2568	ชำระค่าลงทะเบียน (อัตราค่าลงทะเบียนล่วงหน้า)
11 - 20 กรกฎาคม 2568	ชำระค่าลงทะเบียน (อัตราค่าลงทะเบียนทั่วไป)
21 กรกฎาคม 2568	ติดตั้งผลงานสิ่งประดิษฐ์ นวัตกรรม และ Startup
22 - 24 กรกฎาคม 2568	งานประชุมวิชาการ RMUTCON 2025

สถานที่จัดงาน

โรงแรมอัศวิน แกรนด์ คอนเวนชั่น

88 ถนนวิภาวดีรังสิต (กำแพงเพชร 6) แขวงตลาดบางเขน เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร

Website งานประชุมวิชาการ: <https://rmutcon2025.rmutp.ac.th/>

กำหนดการ

การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 14
การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 13
และการประกวดสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมราชมงคล ครั้งที่ 6 (RMUTCON 2025)

ระหว่างวันที่ 22 - 24 กรกฎาคม 2568

ณ โรงแรมอควิน แกรนด์ คอนเวนชั่น หลักสี่ กรุงเทพมหานคร

วันอังคารที่ 22 กรกฎาคม 2568		
พิธีเปิด		
เวลา	รายละเอียด	สถานที่
08.30 - 09.00 น.	แขกผู้มีเกียรติ/สื่อมวลชน ลงทะเบียนเข้าร่วมพิธีเปิด	ห้องแกรนด์ A B C ชั้น 4
09.00 - 09.10 น.	การแสดงพิธีเปิด	
09.10 - 09.30 น.	พิธีเปิด - ดร.ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กล่าวรายงาน - พลโทชัยณรงค์ กิจรุ่งโรจน์เจริญ อุปนายกสภามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ประธานในพิธีเปิด กล่าวเปิดงาน	
09.30 - 10.15 น.	การบรรยายพิเศษ หัวข้อ “การผลิตกำลังคนด้านเทคโนโลยีจากการเรียน การสอน งานวิจัย เพื่อตอบสนองความต้องการของสังคม” โดย ศาสตราจารย์ ดร.ยุทธนา ขำสุวรรณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	
10.15 - 11.00 น.	การบรรยายพิเศษ หัวข้อ “The Language of Change: How Communication Powers Sustainable Social Innovation” โดย Assoc. Prof. Dr. Jinlong Zhang, Director of Media Practice Teaching Center, Yangtze Normal University, China	
11.00 - 12.00 น.	การเยี่ยมชมนิทรรศการ ผลงานวิจัย สิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม และผลงาน Startup โดย ประธานในพิธีและคณะผู้บริหารทุกหน่วยงาน - นิทรรศการผลงานวิจัย 9 ราชมงคล - นิทรรศการผลงาน 9 RMUT x PMU - ผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์ - ผลงานสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม - ผลงาน RMUT Startup	ชั้น 3
12.00 - 13.30 น.	รับประทานอาหารกลางวัน	
การประกวดผลงานประเภทต่าง ๆ		
เวลา	รายละเอียด	สถานที่
09.00 - 17.30 น.	การประกวดผลงาน RMUT Startup	ห้องประชุม ชั้น 2
13.00 - 17.00 น.	การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย ระดับชาติ และระดับนานาชาติ	ห้องประชุม ชั้น 2
	 - การนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ ระดับชาติ และระดับนานาชาติ - การประกวดผลงานสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม - การแสดงนิทรรศการผลงานทางวิชาการ	ห้องแกรนด์ A ชั้น 4

วันพุธที่ 23 กรกฎาคม 2568		
การประกวดผลงานประเภทต่าง ๆ		
เวลา	รายละเอียด	สถานที่
08.30 - 12.00 น.	การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย ระดับชาติ และระดับนานาชาติ	ห้องประชุม ชั้น 2
	- การนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ ระดับชาติ และระดับนานาชาติ - การประกวดผลงานสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม - การแสดงผลงาน RMUT Startup - การแสดงนิทรรศการผลงานทางวิชาการ	ห้องแกรนด์ A ชั้น 4
09.00 - 12.00 น.	- การแข่งขันกีฬาอีสปอร์ต (E-Sport) Arena of Valor (ROV)	ห้องแกรนด์ B C ชั้น 4
12.00 - 13.30 น.	รับประทานอาหารกลางวัน	ชั้น 3
13.00 - 17.00 น.	การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย ระดับชาติ และระดับนานาชาติ	ห้องประชุม ชั้น 2
	- การนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ ระดับชาติ และระดับนานาชาติ - การประกวดผลงานสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม - การแสดงผลงาน RMUT Startup - การแสดงนิทรรศการผลงานทางวิชาการ	ห้องแกรนด์ A ชั้น 4
18.00 - 22.00 น.	งานเลี้ยงต้อนรับ Welcome Party	ห้องแกรนด์ B C ชั้น 4
วันพฤหัสบดีที่ 24 กรกฎาคม 2568		
พิธีปิด		
เวลา	รายละเอียด	สถานที่
08.30 - 09.00 น.	แขกผู้มีเกียรติ/ผู้เข้ารับรางวัล ลงทะเบียนเข้าร่วมพิธีปิด	ห้องแกรนด์ B C ชั้น 4
09.00 - 16.00 น.	พิธีปิด - พิธีมอบโล่ที่ระลึก มอบโล่ที่ระลึกแก่เจ้าภาพร่วม สมาคมนวัตกรรมและเทคโนโลยีสร้างสรรค์ และหน่วยงานสนับสนุนการจัดประชุมวิชาการ - พิธีมอบรางวัล “การประกวดสิ่งประดิษฐ์ และการประกวดนวัตกรรม” - พิธีมอบรางวัล “การนำเสนอผลงานภาคบรรยาย และภาคโปสเตอร์” - พิธีมอบรางวัล “RMUT Startup Awards” - พิธีปิดการประชุมวิชาการ โดย ดร.ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล อธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร - พิธีมอบธงเจ้าภาพประชุมวิชาการ RMUTCON 2026	ห้องแกรนด์ B C ชั้น 4

****หมายเหตุ**** กำหนดการอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม

- รับประทานอาหารว่างเวลา 10.30 - 10.45 น. และ 14.30 - 14.45 น.
- รับประทานอาหารกลางวัน เวลา 12.00 - 13.30 น.

สารบัญ

รหัส บทความ	หัวข้อ	ผู้แต่ง	การ นำเสนอ	หน้า
Session 1 มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์				24
ONH-01	ปัจจัยสะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียง ธนาครอาคาร สงเคราะห์ ภาคเหนือตอนบน	- พรรณปพร สุรินทร์มงคล - ภัทรวุฒิ สมยานะ	Oral	25
ONH-02	กลยุทธ์การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยี สร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน	- ภูมิภควิธจ ภูมิพงศ์คชศร	Oral	35
ONH-05	ปัจจัยการเลือกใช้บริการต่อเติมและซ่อมแซมบ้านจาก ร้านค้าปลีกสมัยใหม่กับผู้รับเหมาทั่วไป	- กัญญิกา จันทนา	Oral	48
ONH-07	ผ้าห่อคัมภีร์โบราณ : มรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมของ ชาว ไทยยวนบ้านท่าเสา อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม	- จิตกวี กระจำเมฆ - นิตานถ อิงคดาภา - คณาวุฒิ เจียมวัฒนพงศ์	Oral	58
ONH-08	การพัฒนารูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการ ขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน	- ภูมิภควิธจ ภูมิพงศ์คชศร	Oral	70
ONH-09	การหนุนเสริมกระบวนการขับเคลื่อนงานวิจัยเชิงพื้นที่เพื่อ ยกระดับเศรษฐกิจฐานรากในพื้นที่จังหวัดสงขลา	- สุดคนึง ณ ระนอง - กนกรัตน์ รัตนพันธ์ - กัตตินาฏ สกฤตสวัสดิพันธ์ - กุลธีรา ทองใหญ่ - บุญรัตน์ บุญศรีมี - วรพงศ์ บุญช่วยแทน - เตือนใจ ปิยัง	Oral	82
ONH-10	แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยเอไอ เกี่ยวกับการจัดการศึกษาเชิงกลยุทธ์ โดยใช้วิธีการเรียนรู้ แบบสถานการณ์จำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสมรรถนะการ เป็นผู้บริหารการศึกษายุคแห่งการพลิกผันทางดิจิทัล	- อาศิรา ราชเวียง - พงษ์ศักดิ์ ผกามาต	Oral	96
ONH-12	กรอบแนวคิดเบื้องต้นของทฤษฎีผลกระทบของสื่อเสมือน จริง Virtual Reality Impact Theory: VRIT	- ดลพร ศรีฟ้า	Oral	106
ONH-15	การพัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรม ด้วย การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน	- สุรศักดิ์ ใจดี - อภิรมย์ ชูเมฆา - ศุภชัย เนืองหอม - นันทิตา ปรีสิทธิ์ - เอื้ออังกูร คล้ายโต - ธิญญารัตน์ สายใหม่ - สุภารัตน์ บุตรไชย	Oral	116

สารบัญ (ต่อ)

รหัสบทความ	หัวข้อ	ผู้แต่ง	การนำเสนอ	หน้า
ONH-17	การพัฒนาเพื่อยกระดับลดตายผ้าจากที่มาจากการแกะลายผ้าห่อคัมภีร์โบราณเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ทางวัฒนธรรมชุมชน : กรณีศึกษากลุ่มทอผ้าวงเดือนผ้าจากไทรยวน บ้านท่าเสา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม	- จิตกวี กระจำนเมฆ - นิตานาถ อิงคตภา - คณาวุฒิ เจียมวัฒนพงศ์	Oral	127
PNH-04	อัตลักษณ์พัฒนารณโนรา : สู่ผลงานสร้างสรรค์จิตรกรรมร่วมสมัยด้วยกระบวนการจุด - Abstract	- โสภิต เดชนะ - วสวัตต์ รียาพันธ์	Poster	141
PNH-05	การพัฒนาชุดทำงานให้นมอัมพาต	- สุจิตรา ชนนทวารี - วิภาดา อัมพพวรรณ - นิรมล เงินมา - พรหมพร รัตนศฤงคาร - มณีนรัตน์ คำเพ็ง	Poster	146
PNH-06	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครูช่วงอุตสาหกรรม	- รุ่งอรุณ พรเจริญ - ปราโมทย์ วีรานุกูล - จริยา เอียบสกุล	Poster	153
PNH-07	อิทธิพลของการบริหารจัดการองค์กรตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 ต่อประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยงาน : กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง	- จารุวรรณ ชูประสิทธิ์ - กัญญิกา กิ่งเกาะยาว - นิรมล คงชู	Poster	162
PNH-08	การยกระดับการท่องเที่ยวโดยชุมชนต้นแบบจากทุนทรัพยากรท้องถิ่น ด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อลดความเหลื่อมล้ำและพัฒนาคุณภาพชีวิต	- ธารณี นวสนธิ - วารุณี ศรีสงคราม - กนกวลี คงสง - ธง คำเกิด - สุขุม คงดิษฐ์	Poster	174
PNH-10	ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับการปฏิบัติของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารในร้านอาหาร	- ปรัชญา แพมมงคล - อัยลดา เอี่ยมมา - ภัทราวุฒิ น้อยโอษฐ์ - นนทภัทร สายบุตร - ศศิธร ป้อมเชียงพิน - ณิกานต์ กลับดี	Poster	184
PNH-12	การศึกษาผลของการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิต่อการพัฒนาสุขภาพจิตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาวิทยาลัยเพาะช่าง	- กัลยา นามสงวน	Poster	195

สารบัญ (ต่อ)

รหัสบทความ	หัวข้อ	ผู้แต่ง	การนำเสนอ	หน้า
PNH-13	แนวทางการจัดการความเสี่ยงขององค์กรการศึกษาในยุคแห่งความพลิกผัน กรณีศึกษา: คณะบริหารธุรกิจ พื้นที่ศาลายา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์	- นิธิพนท ทองวาสนาส่ง - กนกกร เนตรชู - วิภาวรรณ จันทร์ประชุม	Poster	203
PNH-14	การมีส่วนร่วมของประชาชนต่อการจัดการแหล่งท่องเที่ยวตำบลต้นมะพร้าว อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี	- นิตินันท์ ศรีสุวรรณ - ศุภวรรณ กุศลธรรมรัตน์	Poster	213
PNH-15	การวิเคราะห์กลยุทธ์การแปลชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย	- ศุภกร สวัสดิ์เยาว์จันทร์ - ณัฐริยา สาระวงศ์ - เมธิณี ดอนทอง - เมธิกา พ่วงแสง	Poster	222
PNH-16	การรับมือกับความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานของบุคลากรสายสนับสนุน : กรณีศึกษามหาวิทยาลัยของรัฐแห่งหนึ่งในเขตภาคกลางของประเทศไทย	- พัฒน์พล แก้วยม - สมพร วงศ์ศักดิ์ - มินตรา สุวรรณรงค์ - จรณินทร์ อุไรโชติ - จรยารักษ์ บุญซ้ำ - วรัญญา ฉายาบรรณ	Poster	230
PNH-17	ผลลัพธ์ของการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษผ่านหลักสูตรเร่งรัดเพื่อการสื่อสารสำหรับประชาชนในตำบลสุขไพบูรณ์ จังหวัดนครราชสีมา	- กัญญ์วรา ตาวีโหย - เนตรมณี บุญชูงาม - มหัทธนะ ศิลเมืองพรม - เมธิกา พ่วงแสง	Poster	240
PNH-20	การพัฒนาบุคลิกภาพนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน ClassDojo	- ณัฐวุฒิ นามบุตดี - สุนารี ราชตรูจ	Poster	255
PNH-21	ปัญหาและเจตคติที่มีต่อผู้สอนช่วยฟิลิปปินส์ในชั้นเรียนสนทนาภาษาอังกฤษ ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์	- อภินันท์ ศรีไพวัลย์	Poster	263
PNH-22	การเปรียบเทียบทักษะการรู้ดิจิทัลของนักศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล	- สุชาดา เกตุดี - มนตรี บุญเรืองเศษ	Poster	270
Session 2 เทคโนโลยีเกษตรและนวัตกรรมอาหาร				279
ONA-02	การขยายพันธุ์บัวมีนูด้าลูกผสมสายพันธุ์สีเหลืองในสภาพปลอดเชื้อ	- รุ่งอรุณ ดอนจันทร์ทอง - ณ. นพชัย ชาญศิลป์ - กฤตตินกานต์ ทองมา - จินตนา มุงคุณโคตร	Oral	280

สารบัญ (ต่อ)

รหัสบทความ	หัวข้อ	ผู้แต่ง	การนำเสนอ	หน้า
ONA-03	ผลของชนิดรำข้าวต่อการเจริญของเส้นใยและผลผลิตเห็ดแคร่ง	- พรศิลป์ สีเผือก - วิลาวัลย์ สุวรรณมณี - วุฒิชัย สีเผือก - สุภาวดี มากอ้น - นันทพงษ์ พงษ์พิริยะเดชะ - รัชมนต์ ยุระพันธ์ - ทิพย์สุดา จันทร์เกื้อ - ปัญญ์ศม์ ลือขจร - สาลินี ทิพย์เพ็ง - วนิตา บุรีภักดี	Oral	289
ONA-04	ผลของน้ำส้มควันไม้ในการควบคุมวัชพืชในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ Effect of wood vinegar on weed control in animal feed corn cultivation	- อาริยา ทวีเชียร - นัจกัศ สุขสวัสดิ์ - สุภาภรณ์ เอี่ยมแข่ง - อภิสิทธิ์ ชิตวณิช	Oral	299
PNA-01	The efficacy of using biological product of Bacillus subtilis to control new leaf fall disease of the rubber tree caused by Colletotrichum siamense	- Pornsil Seephueak - Patchraporn Vanichpakorn	Poster	308
PNA-03	การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบจากพืช	- ปรีญากร ฤงจันทร์ - ธนพร อินทร - อริศรา พรจตุรงค์ - ณนันท แดงสังวาลย์ - ศุภักษร มาแสวง - ศันสนีย์ ทิมทอง	Poster	319
PNA-04	ผลของการเสริมไบโหม้นสำหรับหลังหมักต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการปลดปล่อยก๊าซในสุกรกะโดน	- ภัณฑิรา แจนพิมาย - ไกรสิทธิ์ วสุเพ็ญ - ศศิกันต์ มุ่งเอื้อมกลาง - พนิดา ใจอาสา - ศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาส - เฉลิมพล เยื้องกลาง - เบญจมาศ คนแข็ง - จิระวัลย์ โคตรศักดิ์	Poster	330

สารบัญ (ต่อ)

รหัสบทความ	หัวข้อ	ผู้แต่ง	การนำเสนอ	หน้า
PNA-07	การสกัดแอนโทไซยานินจากวัสดุเศษเหลือในข้าวเบายอดม่วงและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ	- อุไรวรรณ วัฒนกุล - นพรัตน์ มะเห - วรณิณี จันทรแก้ว - ศุภลักษณ์ สุดขาว	Poster	338
PNA-08	การประเมินความเสี่ยงจากการได้รับโลหะหนักจากการบริโภคกุ้ง อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	- รัตติยา สารดิษฐ์ - กฤตยา กาญจนะตลอด	Poster	349
PNA-11	อัตราการเจริญเติบโตของแพะที่ใช้ต้นกล้วยเป็นแหล่งอาหารหยาบ	- วุฒิชัย สีเผือก - บุญธรรม แสงแก้ว - เทอดศักดิ์ ประมวงคล - ปาริชาติ ประมวงคล - ฉัตรชัย ศรีเพิ่ม	Poster	355
PNA-12	สมรรถภาพการให้ผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงแพะในสวนยางพารา	- วุฒิชัย สีเผือก - บุญธรรม แสงแก้ว - เทอดศักดิ์ ประมวงคล - ปาริชาติ ประมวงคล - ฉัตรชัย ศรีเพิ่ม	Poster	362
PNA-14	อิทธิพลของปุ๋ยหมักผักตบชวา-ถ่านชีวภาพมูลแพะต่อกิจกรรมเอนไซม์ในดินที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและผลผลิตกระเจี๊ยบเขียว	- ชาชิต กมลมานิพย์ - สุกฤตยา ด่านณรงค์ - ศิวพร แพงคำ - ณัฐกิตติยา ไพบุลย์ - อัจฉรวาดี เครือภักดี	Poster	270
PNA-15	เครื่องสับย่อยเศษพืชใช้เพลอาำนวยกำลังรถแทรกเตอร์เป็นต้นกำลัง	- ชวกร มุกसान - เศรษฐวัฒน์ ภูมิกาญจน์ - นศพร ธรรมโชติ	Poster	381
PNA-16	เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางปลูกพืชจากปาล์มน้ำมันโดยใช้เพลอาำนวยกำลัง รถแทรกเตอร์	- ชวกร มุกसान - เศรษฐวัฒน์ ภูมิกาญจน์ - นศพร ธรรมโชติ	Poster	389
PNA-18	การศึกษาและการออกแบบแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเก่าในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น	- ไตรภพ บุญธรรม - กมลชนก - บุญพิมพ์ อัครเดช มารยาตร - นวพร ลามส่งผล	Poster	396
PNA-20	การผลิตโปรตีนผงจากจิ้งหรีด	- ธนภพ ไสตรโยม - พรนิภา จันทรภา	Poster	407

สารบัญ (ต่อ)

รหัสบทความ	หัวข้อ	ผู้แต่ง	การนำเสนอ	หน้า
PNA-22	การพัฒนาเส้นพาสต้าเสริมโปรตีนผงดักแค้	- สุธิดา กิจจาวรเสถียร - ปรียาภัทร สิงห์กาญจนโรจน์ - นันทน์ภัส ขำขันทอง	Poster	414
PNA-24	การศึกษาผลของการใช้แป้งถั่วลูกไก่ทดแทนแป้งสาลีในราวิโอสีต่อคุณค่าทางโภชนาการและการยอมรับของผู้บริโภค	- บุษยมาลี ถนนทิพย์ - พิชชาภา ยอดอึ้ง - ภูวดล โพธิ์ทอง	Poster	420
PNA-26	ผลการใช้โคโคโตซานเคลือบแผงโซลาร์เซลล์ต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บนแผงโซลาร์เซลล์ ในกระบวนการเลี้ยงจิ้งหรีด	- อรรถพล ต้นไสว - นันทยา เก่งเขตรกิจ - จุฑารัตน์ จินด้วง - ณัฐจิรา ก้าวินจันทร์	Poster	429
PNA-28	การประยุกต์ใช้ไฮโดรเจลจากไบโสปีร็ดเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของกล้าผักสลัดกรีนโอ๊ค	- อรณิชา คำยง - สุวิมล เสมพูล - พีรพันธ์ ทองเปลว - นันทยา เก่งเขตรกิจ	Poster	436
Session 3 วิศวกรรมศาสตร์				446
ONE-01	การระบุทิศทางตามแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไฟฟ้า สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัส	- นเรศ ช้างสุทธิ - นาวัน รอดเรือง - พูนศรี วรรณการ - วีรภัทร ดาวเรือง - สาคร วุฒิพัฒน์พันธุ์ - มนัส บุญเกียรติทอง - ณัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ	Oral	447
ONE-03	ค่าพารามิเตอร์ของระบบควบคุมเครื่องยนต์ 4 จังหวะในการแข่งขันรถประหัตถ์พลังงาน	- สิริชัย จีรวงศ์นุสรณ์ - ณัฐจิรา อินมนต์ - สุรศักดิ์ แก้วจันทร์ - ชานนท์ บุญมีพิพิธ	Oral	456
ONE-05	การสร้างเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกล โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	- เตชิต บัวบางดิง - ณัฐพงษ์ ทับทอง - พงษ์เพชร สีลาเมธีกุล - อิศรพงษ์ กลัทธิทองกรณ์ - เอมริญ วัยโรจนวงศ์ - สรญา เข้มเจริญ - นิลุบล วงศ์จำปา	Oral	462

สารบัญ (ต่อ)

รหัสบทความ	หัวข้อ	ผู้แต่ง	การนำเสนอ	หน้า
ONE-07	การออกแบบระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า และการประเมินสมรรถนะของรถจักรยานยนต์ดัดแปลงจากรถจักรยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เชื้อเพลิง	- กมลณิษฐ์ ภูธร - วิชชา อุปภัย	Oral	473
ONE-11	การออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง	- อติศักดิ์ ไสวอมร - ชุตติวัต เกษลักษณ์ - นิรุช คงมา - สมชาย ต้องจิตร - สุประวิทย์ เมืองเจริญ	Oral	483
ONE-12	อิทธิพลของความเร็วลมต่อการอบแห้งข้าวโพดด้วยตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	- พิณญาดา ร่วมสุข - กฤษณะ ระย้าอินทร์ - นิวัฒน์ สุขสาม - อมรเทพ ไทวรภา - วิศิษฐ์ สีสมาติกุล	Oral	495
ONE-13	การพัฒนาเครื่องกีดซีเอ็นซีขนาดเล็กเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติด้านวิศวกรรม	- ณัฐพล ที่รัก - ภาณุวัฒน์ ชาทะพันธ์ - จักรพันธ์ เปี้ยจันทิก - ชิตวร บรรเทา - ศศิธร พยัคฆ์ทอง - สมเกียรติ หมายถมกลาง	Oral	504
ONE-17	ระบบการจัดเก็บและรายงานข้อมูลสำหรับการประเมินตามเกณฑ์ QS Stars Rating	- สรสุธี บัวพูล - บุรีสร อยู่สุข	Oral	517
ONE-18	การปรับปรุงประสิทธิภาพการสร้างภาพโมเสกดิจิทัลโดยใช้การจับคู่แบบหนึ่งเลเยอร์	- ประภาศิริ ขุนนคร - ชัยพร ปานยินดี	Oral	524
ONE-19	การออกแบบเชิงแนวคิดระบบแสดงผลการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ	- อนนท์ มอมขุนทด - บวรศักดิ์ สมเคราะห์ - นิวัตร มูลปา - อัจฉรา ไชยยา - พัชร ไชยงค์	Oral	532
ONE-22	การศึกษาเปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อนผ่านผ้าเปดานที่มีการระบายอากาศแบบตัดขวางและการระบายอากาศจากภายนอก	- ไพวรรณ ศิลป์ประกอบ - จิระศักดิ์ พุกดำ	Oral	541
PNE-01	ตู้ปลูกเห็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	- ธนาธิม กุลสนาน - เพชร พูลเพิ่ม - อติศักดิ์ ไสวอมร - วิทฤทธิ์ โคตรมณี	Poster	552

สารบัญ (ต่อ)

รหัสบทความ	หัวข้อ	ผู้แต่ง	การนำเสนอ	หน้า
PNE-02	การสร้างเครื่องนับยาอัตโนมัติเพื่อช่วยเหลือการทำงานสำหรับเจ้าหน้าที่สถานคุ้มครองและพัฒนาคนพิการ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	- กัญญภัส สืบจากศรี - นุชพนิต ธรสินธุ์ - ธมนวรรณ แก้วโก - นภัสสร ปลื้มสนธิ์ - สรวิชญ์ อรุณ - นันทภรณ์ อิมสงวน - กฤตภาส พาหุมนันโต - ฌปภา วาดเขียน - วัลณพ หลักแวงมล	Poster	562
PNE-03	การดูดซับตะกั่วด้วยอนุภาคแมกนีไทด์ขนาดนาโนที่ผ่านการดัดแปลงพื้นผิว	- อุไรวรรณ ขุนจันทร์ - ปรีชา กลสิกรรมไพบูลย์	Poster	573
PNE-04	การสังเคราะห์เหล็กประจุศูนย์ขนาดนาโนด้วยวิธีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยใช้สารสกัดจากกล้วยเพื่อใช้กำจัดสีย้อมอะโซ	- อุไรวรรณ ขุนจันทร์ - ปรีชา กลสิกรรมไพบูลย์	Poster	581
PNE-05	การพัฒนาถังขยะอัจฉริยะเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบควบคุมระยะไกล	- ศิรประภา มีแก้ว - ัญญเทพ โรยนารินทร์ - มยุรฉัตร จันทวิ - ชลธิชา บุญชู - ัญญารัตน์ สายใหม่	Poster	590
Session 4 นวัตกรรมวิทยาศาสตร์และไอที				599
ONI-04	การปรับปรุงระบบควบคุมและประสิทธิภาพ การทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี รุ่น CNC ROUTER 6090 เพื่อเสริมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ	- กมลณิตย์ ภู่อสร - พีรภัทร โอวาทชัยพงศ์ - ดนัย ทองอวัช	Oral	600
ONI-05	ต้นแบบเทคโนโลยีไอโอทีและสไลม์สำหรับพัฒนาการกล่อมเนื้อมัดเล็ก โดยแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันไลน์	- บุรฉกร อยู่สุข - สรสุธิ บัวพูล	Oral	611
ONI-11	เว็บแอปพลิเคชันตอบคำถามด้วยระบบคลังคำถาม-ตอบที่พบบ่อย กรณีศึกษา งานกิจการนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. พระนคร	- ศิริวิทย์ มากดี - รัตพล ศิริพันธ์ - สุทธิพงศ์ ดำรงวิษพงศ์ - สุรเชษฐ์ เรืองประโคน - นิภาพร ปัญญา - ภัสสร สิงหธรรม - จิตาวรร คล้ายศรี	Oral	622
ONI-12	การพัฒนาระบบจองห้องออนไลน์สำหรับโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	- ปองคุณ เครือกนก - ชิดชนก ภู่อเพ็ชร	Oral	635

สารบัญ (ต่อ)

รหัสบทความ	หัวข้อ	ผู้แต่ง	การนำเสนอ	หน้า
PNI-01	การพัฒนาระบบยืม-คืนอุปกรณ์สาธิต	- กรษณ อุ่นศรี - สุรสีห์ เฉยเกิด - นิภาพร ปัญญา - ภัสสร สิงหธรรม - จิตาวรร คล้ายศรี - อุดมเดชา พลเยี่ยม - ธนาพร บุญชู - อัญญา ขัตติยะวงศ์ - ดวงฤทัย นิคมรัฐ	Poster	643
PNI-02	เกมส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดมกุฏกษัตริย์	- เจษฎากรณ์ ทองคำ - ปณิดานารถ บุณณะภักดี - คชาจุธ จันทรเชื้อ - จิรโชติ บุญมา - พศิน แก้วจินดา - สิทธิพร ภูจิตตุ	Poster	654
PNI-04	การพัฒนาเกมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภูมิศาสตร์และคำศัพท์ภาษาอังกฤษโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเอไอเสียง	- นิลุบล วงศ์จำปา - เติวิชชา วงศ์เดิม - ปัญณพงศ์ รัตนอิทธิภรณ์ - พฤกษ์ เกตุราม - ชีวัน บุญธรรม	Poster	662
PNI-06	การพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่เหลวล้างมือสมุนไพรต้านเชื้อแบคทีเรีย	- ธนาพร บุญชู - อุดมเดชา พลเยี่ยม - อัญญา ขัตติยะวงศ์ - วิไลวรรณ สีนะกุล - ชาญวิทย์ ปราบพยัคฆ์ - นิภาพร ปัญญา	Poster	671
PNI-07	การพัฒนาสีพิมพ์สกรีนจากพืชธรรมชาติที่มีผลต่อความคงทนของสีบนเนื้อผ้า	- ภูมิภัสร์ แสงภูวนาถ - อีรณีย์ ฉิมประดิษฐ์ - รัชกฤษ จำปาอ่อน - บวรทัต สายประยงค์ - จิตรลัดดา มะลียทอง	Poster	676
PNI-10	การออกแบบตัวตรวจรู้ชีวภาพความไวสูงแบบโมดกลั่นกระชับด้วยวงแหวนเส้นพ้องซิลิกาในระดับไมครอน	- ชัชวาล ศรีภักดี - วราวุฒิ พุทโธให้ - เพ็ชรรัตน์ เวฬุคามกุล	Poster	686

สารบัญ (ต่อ)

รหัสบทความ	หัวข้อ	ผู้แต่ง	การนำเสนอ	หน้า
Session 5 สถาปัตยกรรมศาสตร์ ศิลปกรรม และงานสร้างสรรค์				692
ONC-01	การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์วิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตก เพื่อเว้นระยะห่างระหว่างผู้สอนและผู้เรียน	- ภัทราวดี ศิริวรรณ - จำเนียร ฝ่ายดี	Oral	693
ONC-03	โครงการพัฒนาเก้าอี้บรรยายสำหรับผู้ถนัดมือซ้ายและขวา กรณีศึกษา นักศึกษาสาขาเทคโนโลยีเครื่องเรือนและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	- สุริยา สงค์อินทร์ - ธนวีร์ แนวพันธ์อัสว - ปานตะวัน หิริยุพิศ - สุนฤต เงินส่งเสริม - กานดา คล้ายวรรณะ - วิชัย พรมาลัยรุ่งเรือง	Oral	702
ONC-04	การออกแบบปรับปรุงภูมิทัศน์สวนด้านข้างอาคารเจ้าคุณทหารตามความต้องการของผู้ใช้งาน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	- สุดที่รัก สายปลื้มจิตต์ - ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล - สุขญา หมั่นนาค - อธิชา ผ่องแผ้ว - วันอาสาฬห์ พิทักษ์	Oral	715
ONC-05	การศึกษาเสน่ห์ของศิลปะการร้อยมาลัยไทยกับการจัดแสดงงาน แบบนิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัล	- สุนทรธรรส คงเจริญ	Oral	725
ONC-06	การสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิค 'วิลลาโรโซ'	- สุชีรา ผ่องใส - ทนงฤทธิ์ โกบุตร - กริทยธชา รักคง	Oral	739
PNC-03	การจัดการสินค้าแฟชั่นผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล	- ประพาฬภรณ์ ธีรมงคล - อัสชา หัตยานานนท์ - ไตรธิกา พิชิตเดช - สุวดี ประดับ - มัลลิกา จงจิตต์ - เกชา ลาวงษา	Poster	756
PNC-04	นิพพานโสตร์ : การสะท้อนรูปวรรณกรรมสู่ผลงานจิตรกรรมไทยประเพณีกรณีสร้างสรรค์วรรณกรรมทักษิณ	- วสวัตต์ รียาพันธ์ - วรรณวิสา พัฒนศิลป์ - ธีระวุฒิ เนียมสินธุ์	Poster	767
Session 6 บริหารธุรกิจและเศรษฐศาสตร์				781
ONB-01	ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับความพึงพอใจทางการตลาดต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในพื้นที่อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	- วิรวัลย์ ปิ่นชุมพลแสง - ศุภชัย นิธารณ - ธนภัทร สีสดใส - สมใจ ศรีเนตร - สุภาพร เพชรรัตน์กุล	Oral	782

สารบัญ (ต่อ)

รหัสบทความ	หัวข้อ	ผู้แต่ง	การนำเสนอ	หน้า
ONB-02	การศึกษาพฤติกรรมและความพึงพอใจของผู้ใช้บริการร้านสะดวกซื้ออัตโนมัติ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์	- วีรวัลย์ ปิ่นชุมพลแสง - พรนภา หุ่นงาม - พิชญ์ชนิ บัวสุน - สมใจ ศรีเนตร - กาญจนา พันธุ์เอี่ยม	Oral	795
ONB-03	ความเปราะบางทางการศึกษาหลายมิติกับความไม่เท่าเทียมด้านรายได้ในประเทศไทย: การวิเคราะห์ระหว่างและภายในกลุ่มจากข้อมูล SES66	- จิตมา พลับพลึง - วันดี หิรัญสถาพร	Oral	806
ONB-04	พฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล	- ธนภัทร มีชื่อ - กล้าหาญ ณ น่าน	Oral	824
PNB-01	การพัฒนาแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี	- ชมพูนุท โภคณิตถานนท์ - ศิริรัตน์ ชำนาญรบ	Poster	833
PNB-06	ตัวแบบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาสำหรับการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตลำไยของประเทศไทย	- กนกกร เนตรชู - นิธิพ ทองวาสนาส่ง - วิภาวรรณ จันทร์ประชุม	Poster	846
Session 7 งานประจำสู่งานวิจัย				857
ONR-02	การพัฒนาระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาวตัวชี้วัดโลเซชัน : รายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	- วิสุทธาทิพย์ มังชะชาติ	Oral	858
PNR-02	ความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารศรีพิทยาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ หลังการปรับปรุงซ่อมแซม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565	- ศิระยา กริพัฒน์ - รัชชนันท์ ดีมาก	Poster	872
PNR-06	การรับรู้เกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญาและความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	- วัชรภรณ์ ชัยวรรณ - หลิง มัทนัง	Poster	884
PNR-07	การวิเคราะห์แนวโน้มการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัยด้านการสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่งานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	- เจนจิรา บ.ป.สูงเนิน - ชุตินา ชาตะรัตน์	Poster	894



1

SESSION

มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์



ปัจจัยสะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียง ธนาคารอาคารสงเคราะห์ ภาคเหนือตอนบน

Factors Reflecting the Sufficiency Economy of the Government Housing Bank, Upper Northern Region

พรรณปพร สุรินทมงคล^{1*} และ ภัทรวุฒิ สมยานะ²

Phanpaphorn Surinmongkhon^{1*} and Phatharawuth Somyana²

¹นักศึกษาปริญญาเอก, สาขาวิชาศาสตร์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่นที่ยั่งยืน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

²อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก, คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

* E-mail: 62886004@cmru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่สะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียง ของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ภาคเหนือตอนบน เป็นการวิจัยเชิงปริมาณอย่างเป็นระบบ ใช้ข้อมูลแบบสอบถามจากประชากรทั้งหมด 178 ราย วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ด้วยค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่สะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียง มีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด ($\mu=4.71$, $\sigma=0.46$) ทั้ง 5 ด้านตามแนวทางการวิเคราะห์เศรษฐกิจพอเพียงเชิงระบบ ได้แก่ ด้านปัจจัยนำเข้าพบว่าองค์กรมีการส่งเสริมการทำงานด้วยความซื่อสัตย์สุจริต บุคลากรได้รับการพัฒนาความรู้อย่างต่อเนื่อง มีการนำหลักธรรมมาใช้ในการบริหารงาน ด้านกระบวนการ มีการปรับวิธีการทำงานให้เหมาะสมกับสถานการณ์ มีวิธีคิดและการตัดสินใจที่สมเหตุสมผล ดำเนินงานตามหลักทางสายกลาง มีกระบวนการทำงานที่เป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ด้านผลผลิต พบว่าองค์กรมีความสามารถในการแข่งขันที่ยั่งยืน มีการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม รักษาสมดุลระหว่างรายได้และค่าใช้จ่าย และมีการพัฒนาการให้บริการ ด้านผลลัพธ์ มีความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างองค์กรและผู้มีส่วนได้เสีย ผู้รับบริการมีความพึงพอใจในการบริการ ลูกค้าได้รับการบริการที่มีคุณภาพ บุคลากรมีความสุขในการทำงาน มีบรรยากาศในการทำงานที่ดี และด้านผลลัพธ์ขั้นสุดท้ายพบว่าองค์กรได้สร้างประโยชน์และรับผิดชอบต่อสังคม มีส่วนร่วมในการพัฒนาชุมชน จึงเสนอให้ธนาคารอาคารสงเคราะห์นำไปประยุกต์ใช้กับนโยบายการบริหารองค์กรเพื่อให้เกิดความยั่งยืนด้าน CSR ตามหลักเกณฑ์มาตรฐาน ISO 26000 โดยส่งเสริมให้นำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิต รวมทั้งการสร้างวินัยการทำงาน และพัฒนาระบบการให้บริการประชาชนตามนโยบายของธนาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

คำสำคัญ: ปัจจัย, เศรษฐกิจพอเพียง, ธนาคารอาคารสงเคราะห์

Abstract

This research aimed to study the factors reflecting the sufficiency economy of the Government Housing Bank, Upper Northern Region. It was systematic quantitative research was conducted using questionnaire data from a total population of 178 people. The data were analyzed using descriptive statistics with mean and standard deviation. The research results found that the factors reflecting the sufficiency economy had the highest mean ($\mu=4.71$, $\sigma=0.46$) in all 5 aspects according to the systematic sufficiency economy analysis guidelines, namely: Input factors found that the organization promoted honest work, personnel received continuous knowledge development, and applied Dharma principles in management. Processes adjusted the working methods to be appropriate for the situation, had reasonable thinking and decision-making, operated according to the middle path, and had systematic and efficient work processes. Outputs, it was found that the organization has sustainable competitiveness, adapts to environmental changes, maintains a balance between income and expenses, and develops services. In terms of results, there is a good relationship between the organization and stakeholders. Service recipients are satisfied with the services. Customers receive quality services. Personnel are happy at work and have a good working atmosphere. In terms of final results, it was found that the organization has created benefits and is responsible for society. It has participated in community development. Therefore, it was proposed that the Government Housing Bank apply it to its corporate management policy to achieve sustainability in CSR according to ISO 26000 standards by promoting the application of the Sufficiency Economy Philosophy in daily life, including creating work discipline and developing a public service system according to the bank's policy effectively and efficiently.

Keywords: Factors, Sufficiency Economy, Government Housing Bank (GH)

1. บทนำ

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพล อดุลยเดช ทรงมีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าฯ ให้ตรา “พระราชบัญญัติธนาคารอาคารสงเคราะห์ พ.ศ. 2496” และประกาศในราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2496 ให้จัดตั้งธนาคารอาคารสงเคราะห์ (ธอส.) เป็นสถาบันการเงินเฉพาะกิจ มีฐานะเป็นรัฐวิสาหกิจในสังกัดกระทรวงการคลัง เจตนารมณ์สำคัญในการจัดตั้ง “เพื่อช่วยเหลือทางการเงินให้ประชาชนได้มีที่อยู่อาศัยตามควรแก่สภาพ” (ธนาคารอาคารสงเคราะห์, 2568)

ด้วยเหตุนี้ ธนาคารอาคารสงเคราะห์ มีบทบาทและความสำคัญ เป็นกลไกหลักที่มีส่วนร่วมต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศผ่านภาคอสังหาริมทรัพย์ พร้อมกับสนับสนุนนโยบายรัฐบาลที่มุ่งลดความเหลื่อมล้ำ ด้วยการสร้างโอกาสให้ประชาชน โดยเฉพาะผู้มีรายได้น้อยและปานกลางได้มีที่อยู่อาศัยเป็นของตนเอง โดยการให้กู้ยืมเงิน พร้อมทั้งส่งเสริมและช่วยเหลือประชาชน นำเงินไปลงทุนเกี่ยวกับการสร้างอาคารและที่ดินโดยตรง ทำหน้าที่เสมือนสื่อกลางในการนำเงินไปใช้ประโยชน์ในกิจการเคหะดำเนินธุรกิจตามแนวทางปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง คือ ความพอประมาณ การมีเหตุผล การมีภูมิคุ้มกัน มีความรู้และจริยธรรม สามารถนำหลักการมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ห้วงองค์กร การวางแผนการตลาด การบริหารเงิน การบริหารบุคลากร และด้านจริยธรรม ความรับผิดชอบต่อสังคม นวัตกรรมและเทคโนโลยีมาใช้ เพื่อให้การทำงานเกิดประสิทธิภาพ ร่วมกับการทำกิจกรรมเพื่อสังคม ดูแลรับผิดชอบต่อกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกกลุ่ม

ผู้วิจัยศึกษาปัจจัยสะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียง ของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ภาคเหนือตอนบน ซึ่งเป็นสาขาใหญ่ที่สุดในภูมิภาค มีจำนวน 17 สาขา พนักงานรวมกว่า 178 คน ผลการวิจัยคาดว่าจะเป็นส่วนในการสื่อสาร เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจ ในความร่วมมือกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งภายในและภายนอกองค์กร เกิดธรรมาภิบาลที่ดีจากการนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้เกิดความยั่งยืนขององค์กรโดยเฉพาะนโยบายด้าน CSR ของ ธอส. ที่ปรับปรุงและทบทวนตามหลักเกณฑ์มาตรฐาน ISO 26000 ในนโยบายที่ 1 การพัฒนาแนวทาง การสร้างนวัตกรรม เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนความเข้มแข็งของชุมชน ให้มีการพัฒนาตนเองได้อย่างยั่งยืน รวมถึงการยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ ผู้ยากไร้ และผู้ด้อยโอกาส (CSR After Process)

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาปัจจัยสะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียง ของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ภาคเหนือตอนบน

1.2 การทบทวนวรรณกรรม

แนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงกับการบริหารองค์กร

“เศรษฐกิจพอเพียงเป็นปรัชญาชี้ถึงแนวทางการดำรงอยู่และปฏิบัติตนของประชาชนในทุกระดับ ตั้งแต่ระดับครอบครัว ระดับชุมชน จนถึงระดับภาครัฐ ทั้งในการพัฒนาและบริหารประเทศ ให้ดำเนินไปในทางสายกลาง โดยเฉพาะการพัฒนาเศรษฐกิจ เพื่อให้ก้าวทันต่อยุคโลกาภิวัตน์ความพอเพียงหมายถึง ความพอประมาณ ความมีเหตุผล รวมถึงความจำเป็นที่จะต้องมีระบบภูมิคุ้มกันในตัวที่ดีพอสมควรต่อการมีผลกระทบใด ๆ อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทั้งภายนอกและภายใน ทั้งนี้จะต้องอาศัยความรอบรู้ความรอบคอบ และระมัดระวังอย่างยิ่งในการนำวิชาการต่าง ๆ มาใช้ในการวางแผนการดำเนินการทุกขั้นตอนและขณะเดียวกันจะต้องเสริมสร้างพื้นฐานจิตใจของคนในชาติโดยเฉพาะเจ้าหน้าที่ของรัฐ นักทฤษฎีและนักธุรกิจในทุกระดับ ให้มีจิตสำนึกในคุณธรรม ความซื่อสัตย์สุจริต และให้มีความรอบรู้ที่เหมาะสม ดำเนินชีวิตอยู่ด้วย ความอดทน ความเพียร มีสติปัญญา และความรอบคอบ เพื่อให้สมดุลพร้อมต่อการรองรับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทั้งทางด้านวัตถุ สังคม สิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมจากโลกภายนอกได้เป็นอย่างดี” (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการ เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2567)

การบริหารทรัพยากรมนุษย์ด้วยปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

การพัฒนาระบบหรือการยกระดับคน หมายถึง เมื่อองค์กรดำเนินงานด้วยปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงแล้ว การปรับปรุงพัฒนาองค์กรและพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ ความสามารถและมีคุณธรรม จริยธรรมอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้พร้อมรับการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกภายนอก มีการพัฒนาบุคลากรของตนเองให้มีความรู้ ทักษะ ทักษะที่ดีเหมาะสมอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีขีดความสามารถในการปฏิบัติงานอย่างทันสมัย โดยอยู่บนพื้นฐานของการใช้ความรู้คุณธรรม องค์กรย่อมมีภูมิคุ้มกันที่ดี

พร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลง ปัจจัยที่เข้ามากระทบด้วยกระบวนการที่สำคัญประกอบด้วย การพัฒนาองค์กร และการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ดังนั้นการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง จึงเป็นเรื่องที่สำคัญ เพราะมีเงื่อนไขความรู้และคุณธรรมเข้ามากำกับ

สาเหตุที่ต้องพัฒนาทุนมนุษย์ตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง (อภิชัย พันธะเสน, 2563) กล่าวว่า ระบบเศรษฐกิจที่ตั้งอยู่บนความเข้าใจเบื้องต้นของความจำเป็นบนพื้นฐานของประโยชน์สุขมีเงื่อนไขที่จำเป็น (Necessary Condition) ประกอบด้วย ความรู้ คือ รู้ รอบคอบ และระมัดระวัง นั่นคือ การมีปัญญาที่ถูกควบคุมด้วยสติตลอดเวลา ประเด็นนี้สำคัญมากที่สุด เพราะมนุษย์ที่ไม่มีปัญญาคงไม่ต่างไปจากสัตว์จะไม่สามารถเข้าใจความหมายของคำว่า พอเพียง ประกอบด้วยเงื่อนไขที่พอเพียง (Sufficient Condition) คือ เงื่อนไขคุณธรรม การมีเงื่อนไขที่จำเป็น คือ สติและปัญญานั้น ถึงแม้จะจำเป็น แต่ยังไม่พอเพียง แต่จะช่วยให้เข้าใจความพอเพียงง่ายขึ้นถ้ามีเงื่อนไขคุณธรรมร่วมด้วย ประกอบด้วย ความซื่อสัตย์สุจริต ความอดทน ความขยันหมั่นเพียร และความเอื้อเฟื้อแบ่งปัน คุณธรรมเหล่านี้จะช่วยให้บุคคลเป็นคนดี ประกอบอาชีพหรือทำสิ่งใดด้วยความซื่อสัตย์สุจริต ไม่ค่อยเอาเปรียบผู้อื่น อีกทั้งมีความอดทนและขยันหมั่นเพียรที่จะประกอบแต่ความดีและถ้ามีมากกว่าความจำเป็นก็พร้อมที่จะเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่แบ่งปันให้กับผู้อื่นได้ตลอดเวลา เงื่อนไขทั้งสองเป็นเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอสำหรับจะทำกิจกรรมตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงต่อไป แต่เงื่อนไขนี้มักจะได้รับการเน้นหรือให้ความสนใจมากนัก แต่จะข้ามขั้นไปพูดถึง 3 “ห่วง” คือ ความมีภูมิคุ้มกัน ความพอเพียงหรือความพอประมาณ และความมีเหตุผล ถ้าไม่ผ่านเงื่อนไขทั้งสองดังกล่าว 3 “ห่วง” ที่เหลือก็ไม่มีประโยชน์อะไร ดังนั้นจึงขอให้ทุกคนกลับมาให้ความสนใจ อย่างจริงจังกับสองเงื่อนไขดังกล่าว

การใช้ชีวิตพอเพียงจะทำให้เกิดความสุข สามารถบริหารจัดการองค์ประกอบที่อยู่รอบ ๆ ตัวได้ในระดับที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม องค์กรจึงต้องดูแลพนักงานทั้งทางด้านร่างกาย และจิตใจไปพร้อม ๆ กัน คือ กระบวนการที่ประกอบด้วยวิธีการ วิธีคิด และ วิถีชีวิต ซึ่งเท่ากับเป็นการยกระดับความเป็นเศรษฐกิจพอเพียงไปพร้อมกัน ขั้นต่ำที่สุดที่เรียกว่า เข้าข่าย เป็นวิธีการ ซึ่งก็คือ การมีภูมิคุ้มกัน ระดับที่สูงขึ้นมาคือ เข้าใจ ซึ่งก็ต้องผ่าน เข้าข่ายมาแล้วหรือมีภูมิคุ้มกันแล้ว ความเข้าใจที่สำคัญที่สุดคือ เข้าใจความหมายของคำว่า พอประมาณ ในฐานะที่เป็นกฎธรรมชาติที่กำหนดจุดที่ดีที่สุดสำหรับชีวิตทุกชนิดโดยเอาชีวิตเป็นตัวตั้ง อะไรที่มากเกินไปหรือน้อยเกินไป ไม่ดีสำหรับชีวิต จุดที่ดีที่สุดสำหรับชีวิตคือ จุดที่อยู่ระหว่างทั้งสองจุดดังกล่าว ระดับที่สูงสุดของเศรษฐกิจคือ วิถีชีวิต ซึ่งจะต้องผ่านเข้าข่ายและเข้าใจมาแล้ว ซึ่งก็คือ ความมีเหตุผล ซึ่งมีได้หมายถึงการมีเหตุผลอย่างที่คุณส่วนใหญ่เข้าใจกัน เพราะการมีเหตุผลแบบนั้น การมีสติปัญญาก็ช่วยให้มีเหตุผลอยู่แล้ว แต่การมีเหตุผลในที่นี้คือ มีแต่การกระทำและปัจจัยที่ดีเพื่อให้เกิดผลดีอยู่เสมอ การกระทำเช่นนี้เป็นประจำจึงเป็น วิถีชีวิต การเพิ่ม ผลิภาพแรงงานด้วยปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงจึงเป็นคำตอบเพื่อการยกระดับแรงงานอย่างแท้จริง

ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง การบริหารทรัพยากรมนุษย์ถูกกล่าวถึงเป็นอย่างมาก เพราะหากพิจารณาในมุมมองปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ถือว่าการวางแผนทรัพยากรมนุษย์ที่ดีจะช่วยให้องค์กรสามารถมีบุคลากรได้อย่างเหมาะสม พอเพียงไม่มากเกินไป และไม่น้อยเกินไป มีจำนวนบุคลากรทั้งในเชิงปริมาณ (จำนวน) และเชิงคุณภาพ (ทักษะฝีมือ ทักษะคิด ค่านิยม) ที่เหมาะสมผลและเป็นการสร้างภูมิคุ้มกันปกป้ององค์กรระยะยาวบนพื้นฐานของการวิเคราะห์ บนฐานของข้อมูลและความรู้ ดังนั้นทรัพยากรมนุษย์จึงเป็นปัจจัยนำเข้าที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่อการดำเนินงานเป็นอย่างมาก หากองค์กรใดได้มาซึ่งทรัพยากรมนุษย์ที่มีคุณภาพ จะเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญของความสำเร็จขององค์กร (อภิชัย พันธะเสน, 2563)

การวิเคราะห์ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเชิงระบบ (System Analysis) แสดงถึงความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบดังนี้

1) ปัจจัยนำเข้า (Input) จะเป็นตัวแปรระบุถึงสถานะเพื่อให้เข้าใจว่า เราคือใคร หมายถึงการกำหนดเงื่อนไข “คุณธรรม” ที่เป็นพื้นฐานของกระบวนการตัดสินใจ และเราต้องรู้อะไร หมายถึง เงื่อนไข “ความรู้” ที่จำเป็นสำหรับการตัดสินใจ บนฐานของความรู้ที่มากเพียงพอ ทั้งสองส่วนนี้เป็นเงื่อนไขหรือปัจจัยนำเข้าที่สำคัญในการประยุกต์ใช้ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงในกระบวนการตัดสินใจ และเข้าสู่

2) กระบวนการ (Process) เชื่อมโยงกับกับหลักคิด 3 ห่วง ในการตัดสินใจ ประกอบด้วย การใช้หลักความมีเหตุมีผล ความพอประมาณ และการมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี และสะท้อนออกมายังพฤติกรรมที่แสดงออกมาจากกระบวนการตัดสินใจที่เป็นระบบนั้น ซึ่งจะทำให้เกิด

3) ผลผลิต (Measurable Outputs) คือ ความสมดุลและความยั่งยืน ในมิติของเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรม และจะนำไปสู่

4) ผลลัพธ์ (Envisaged outcomes) คือ ความสามารถในการพึ่งพาตนเอง (Self-reliance) การมีภูมิคุ้มกันที่ดีพร้อมรับมือต่อการเปลี่ยนแปลง (Immunity) และการฟื้นตัวได้เร็วเมื่อเกิดภาวะวิกฤติ (Resilience)



ภาพที่ 1 การวิเคราะห์เศรษฐกิจพอเพียงเชิงระบบ

ที่มา: จาก “ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง: กรอบคิดและทฤษฎี” โดย อภิชาติ พันธ์เสน, 2563, เอกสารประกอบการบรรยาย วันที่ 20 ธันวาคม 2563 ณ วิทยาลัยนวัตกรรมการพัฒนาระบบบริหารราชการแผ่นดิน

จากองค์ประกอบของการวิเคราะห์ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเชิงระบบที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเป็นหลักคิดในกระบวนการตัดสินใจ ที่สะท้อนให้เห็นการดำเนินการหรือพฤติกรรม ซึ่งมีการพิจารณาอย่างรอบคอบ ระมัดระวัง คำนึงถึงความเสี่ยงและผลกระทบที่จะเกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ เพื่อการบรรลุเป้าหมายความสมดุลและยั่งยืน นอกจากนี้ ฌดา จันทรสม (2562) ได้กล่าวเพิ่มเติมอีกว่า เมื่อกล่าวถึงสิ่งที่เป็นระบบหรือเป็นกลุ่มขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน เพื่อการบรรลุจุดประสงค์ตามที่กำหนดไว้ หากพิจารณาโดยละเอียดแล้วจะพบว่า ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเป็นหลักคิดเชิงระบบ ที่มีการกำหนดปัจจัยนำเข้า (Input) กระบวนการ (Process) ผลผลิต (Output) และ ผลลัพธ์ (Outcome) ที่มีความเชื่อมโยงกัน เพื่อการบรรลุเป้าหมายความสมดุลและความยั่งยืน ดังนั้น หากมีการนำหลักคิดปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไปใช้ในทุกระดับ ย่อมจะทำให้เกิดผลที่เป็นรูปธรรมอย่างชัดเจนในการพัฒนาสู่ความยั่งยืน โดยเฉพาะในระดับการบริหารนโยบายของประเทศ ซึ่งจะส่งผลต่อการแก้ไขปัญหาและการพัฒนาประเทศได้ในวงกว้าง กล่าวคือ หากผู้มีอำนาจหรือผู้บริหารเข้าใจหลักคิดปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และยึดมั่นในกระบวนการตัดสินใจอย่างเป็นระบบ ย่อมจะทำให้เกิดการบริหารกิจการบ้านเมืองอยู่บนฐานของเหตุผล มีความพอประมาณ ไม่สุดโต่งเกินความพอดี มีความรอบคอบระมัดระวัง ใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ มีการเลือกดำเนินนโยบายอย่างเหมาะสม การพัฒนาประเทศเป็นไปอย่างสมดุลครอบคลุมทุกมิติของการพัฒนา ไม่มุ่งเน้นด้านหนึ่งด้านใดมากเกินไปและนำไปสู่ความยั่งยืนของการพัฒนาได้ในที่สุด การบริหารงานโครงการหมู่บ้านจัดสรรเช่นเดียวกัน หากนำแนวทางปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาปรับใช้ในการบริหารงาน ด้วยการวิเคราะห์เชิงระบบ

ดังที่กล่าวมาเบื้องต้น และผู้บริหารหรือผู้จัดการนิติบุคคล หรือเจ้าของโครงการมีความรู้ความเข้าใจในปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงแล้ว ก็จะสามารถบริหารงานโครงการหมู่บ้านจัดสรรที่มีเหตุผล ธรรมะระวังและมีภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ส่งผลให้โครงการหมู่บ้านจัดสรรมีความมั่นคงและยั่งยืน ผู้อยู่อาศัยก็ได้รับคุณภาพชีวิตที่ดีที่มีความอยู่ดีมีสุข

รายงานแห่งความยั่งยืนตามมาตรฐาน GRI (Global Reporting Initiative) กับการบริหารงานของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ภาคเหนือตอนบน

ธนาคารอาคารสงเคราะห์ดำเนินธุรกิจโดยตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยนำมาใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานธุรกิจของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ซึ่งครอบคลุมทั้งมิติเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อสร้างคุณค่าในระยะยาวสำหรับธนาคารและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกกลุ่ม ภายใต้หลักการกำกับดูแลกิจการที่ดีและความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม จากหลักการดังกล่าว ธนาคารจึงได้ประยุกต์ใช้แนวคิด “ธนาคารเพื่อความยั่งยืน” (Sustainable Bank) ของ International Finance Corporation (IFC) ซึ่งเป็นหน่วยงานในสังกัดธนาคารโลก (World Bank) และได้ให้ความหมายธนาคารเพื่อความยั่งยืนว่า ประกอบด้วย 4 มิติ ได้แก่ (ธนาคารอาคารสงเคราะห์, 2563) 1) ความมั่นคงทางการเงินของสถาบันการเงินและลูกค้า 2) การสร้างความยั่งยืนด้านเศรษฐกิจ 3) การสร้างความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม 4) การสร้างความยั่งยืนด้านสังคม เพื่อผลักดันให้ธนาคารมีผลดำเนินงานที่ดีอย่างยั่งยืน การพัฒนาแนวทาง การสร้างนวัตกรรม เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนความเข้มแข็งของชุมชน ให้มีการพัฒนาตนเองได้อย่างยั่งยืน รวมถึงการยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ ผู้ยากไร้ และผู้ด้อยโอกาส (CSR After Process) ด้านที่ 4 คือ การขับเคลื่อนการพัฒนาชุมชนตามโครงการ “ไทยนิยม ยั่งยืน” (ประเด็น 04 วิถีไทยพอเพียง) โดยส่งเสริมให้นาหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มาใช้ในการดำเนินชีวิต รวมทั้งการสร้างวินัยการออมในทุกกลุ่มช่วงวัย (ด้วยการวิเคราะห์ตนเอง ปรับเปลี่ยนกรอบความคิดหรือ Mindset และปรับเปลี่ยนแผนการดำเนินชีวิต) ต่อไปซึ่งมี 4 แนวทางการปฏิบัติสร้างระบบนิเวศทางเศรษฐกิจที่เกื้อกูลกัน สร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า สร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชน อนุรักษ์และรักษาสิ่งแวดล้อม และสร้างความเสมอภาคและเท่าเทียมกันทางสังคม เพื่อการเติบโตของธนาคารอย่างยั่งยืนในระยะยาว

1.4 กรอบแนวคิด

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้พัฒนามาจากหลักการวิเคราะห์ปัจจัยสะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียงของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ภาคเหนือตอนบน สามารถสรุปได้ ดังนี้



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิด

ที่มา: พัฒนาจาก “ปัจจัยสะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียง” โดย วีระศักดิ์ สมยานะ, (2562)

2. ระเบียบวิธีการวิจัย

การศึกษานี้ เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ใช้แนวทางการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยใช้แบบสอบถามมีลำดับขั้นตอน คือ การพัฒนามาตรวัด การแจกแบบสอบถาม การประมวลผลทางสถิติเชิงพรรณนา และนำผลที่ได้มาอภิปรายผลสรุป ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามซึ่งมีลักษณะแบบปลายปิด เป็นการนำเสนอข้อมูลในเชิงสถิติได้ทุกประเด็นที่ศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าทบทวนวรรณกรรมและผลงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นการพัฒนา หรือสกัดมาสร้างเป็นกรอบ

แนวความคิดและแนวทางในการพัฒนาแบบสอบถาม เพื่อเก็บข้อมูลจาก ประชากร คือพนักงานของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ภาคเหนือตอนบน จำนวน 178 คน ประกอบด้วยพนักงาน 155 คน พนักงานสัญญา 23 คน ใช้วิธีการเลือกศึกษาจากประชากร ทั้งหมด ด้วยวิธีการวิจัยเชิงสำรวจ โดยใช้วิธีการเชิงปริมาณอย่างเป็นระบบ ให้ได้ข้อสรุปเป็นข้อความบรรยายเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนแบ่งเบนมมาตรฐาน วิธีการวิเคราะห์ที่ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (อภิชัย พันธเสน, 2563)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยสะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียงของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ด้านปัจจัยนำเข้า ลำดับที่ 1 คือ องค์กรมีการส่งเสริมการทำงานด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต, บุคลากรได้รับการพัฒนาความรู้อย่างต่อเนื่อง และมีการนำหลักธรรม มาใช้ในการบริหารงาน ในระดับมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากัน ($\mu=5.00$ เท่ากัน, $\sigma=0.00$) ลำดับที่ 2 คือ องค์กรสนับสนุน การเรียนรู้และพัฒนาทักษะใหม่ ๆ ในระดับมากที่สุด ($\mu=4.90$, $\sigma=0.30$) ลำดับที่ 3 คือมีการส่งเสริมและแบ่งปันความรู้ระหว่าง บุคลากร ในระดับมากที่สุด ($\mu=4.83$, $\sigma=0.54$) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปัจจัยสะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียง ของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ด้านปัจจัยนำเข้า

ด้านปัจจัยนำเข้า (Input)	ค่าเฉลี่ย (μ)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	แปลผล
1. องค์กรมีการส่งเสริมการทำงานด้วยความซื่อสัตย์สุจริต	5.00	0.00	มากที่สุด
2. บุคลากรได้รับการพัฒนาความรู้อย่างต่อเนื่อง	5.00	0.00	มากที่สุด
3. มีการนำหลักธรรมมาใช้ในการบริหารงาน	5.00	0.00	มากที่สุด
4. องค์กรสนับสนุนการเรียนรู้และพัฒนาทักษะใหม่ ๆ	4.90	0.30	มากที่สุด
5. มีการส่งเสริมและแบ่งปันความรู้ระหว่างบุคลากร	4.83	0.54	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.95	0.16	มากที่สุด

ปัจจัยสะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียงของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ด้านกระบวนการ พบว่า ลำดับที่ 1 คือ มีการปรับ วิธีการทำงานให้เหมาะสมกับสถานการณ์ มากที่สุด ($\mu=5.00$, $\sigma=0.00$) รองลงมาคือ มีวิสัยคิดและการตัดสินใจที่สมเหตุสมผล ($\mu=4.97$, $\sigma=0.18$) ลำดับที่ 3 คือ มีการดำเนินงานตามหลักทางสายกลาง และมีกระบวนการทำงานที่เป็นระบบและมี ประสิทธิภาพ ($\mu=4.93$ เท่ากัน, $\sigma=0.25$, และ 0.36 ตามลำดับ) ลำดับที่ 4 คือ มีการคำนึงถึงผลกระทบในระยะยาว ($\mu=4.83$, $\sigma=0.45$) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปัจจัยสะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียง ของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ด้านกระบวนการ

ด้านกระบวนการ (Process)	ค่าเฉลี่ย (μ)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	แปลผล
1. มีการดำเนินงานตามหลักทางสายกลาง	4.93	0.25	มากที่สุด
2. มีวิสัยคิดและการตัดสินใจที่สมเหตุสมผล	4.97	0.18	มากที่สุด
3. มีการปรับวิธีการทำงานให้เหมาะสมกับสถานการณ์	5.00	0.00	มากที่สุด
4. มีการคำนึงถึงผลกระทบในระยะยาว	4.83	0.45	มากที่สุด
5. มีกระบวนการทำงานที่เป็นระบบและมีประสิทธิภาพ	4.93	0.36	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.93	0.25	มากที่สุด

ปัจจัยสะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียงของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ด้านผลผลิต พบว่า ลำดับที่ 1 คือ องค์กรมี ความสามารถในการแข่งขันที่ยั่งยืน ($\mu=4.73$, $\sigma=0.44$) มากที่สุด รองลงมาคือมีการปรับตัวทันต่อการเปลี่ยนแปลงของ สภาพแวดล้อม ($\mu=4.63$, $\sigma=0.48$) ลำดับที่ 3 คือมีการรักษาสมดุลระหว่างรายได้และค่าใช้จ่าย, มีผลการดำเนินงานที่มี เสถียรภาพ และ มีการพัฒนานวัตกรรมในการให้บริการ ($\mu=4.60$, เท่ากัน, $\sigma=0.49$ เท่ากัน) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปัจจัยสะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียง ของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ด้านผลผลิต

ด้านผลผลิต	ค่าเฉลี่ย (μ)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	แปลผล
1. องค์กรมีความสามารถในการแข่งขันที่ยั่งยืน	4.73	0.44	มากที่สุด
2. มีการปรับตัวทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม	4.63	0.48	มากที่สุด
3. มีการรักษาสมาชิกระหว่างรายได้และค่าใช้จ่าย	4.60	0.49	มากที่สุด
4. มีผลการดำเนินงานที่มีเสถียรภาพ	4.60	0.49	มากที่สุด
5. มีการพัฒนานวัตกรรมในการให้บริการ	4.60	0.49	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.63	0.48	มากที่สุด

ปัจจัยสะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียงของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ด้านผลลัพธ์ พบว่า ลำดับที่ 1 คือ มีความสัมพันธ์ที่ตรงระหว่างองค์กรและผู้มีส่วนได้เสีย ($\mu=4.73$, $\sigma=0.57$) รองลงมาคือ ผู้รับบริการมีความพึงพอใจในการให้บริการ $\mu=4.66$, $\sigma=0.65$ ลำดับที่ 3 คือ ลูกค้าได้รับการบริการที่มีคุณภาพ ($\mu=4.60$, $\sigma=0.76$) ลำดับที่ 4 คือ บุคลากรมีความสุขในการทำงาน ($\mu=4.57$, $\sigma=0.67$) และลำดับที่ 5 คือ มีบรรยากาศในการทำงานที่ดี ($\mu=4.47$, $\sigma=0.72$) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปัจจัยที่สะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียง ของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ด้านผลลัพธ์

ด้านผลลัพธ์ (Outcome)	ค่าเฉลี่ย (μ)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	แปลผล
1. บุคลากรมีความสุขในการทำงาน	4.57	0.67	มากที่สุด
2. ผู้รับบริการมีความพึงพอใจในการให้บริการ	4.66	0.65	มากที่สุด
3. มีบรรยากาศในการทำงานที่ดี	4.47	0.72	มากที่สุด
4. ลูกค้าได้รับการบริการที่มีคุณภาพ	4.60	0.76	มากที่สุด
5. มีความสัมพันธ์ที่ตรงระหว่างองค์กรและผู้มีส่วนได้เสีย	4.73	0.57	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.61	0.68	มากที่สุด

ปัจจัยสะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียงของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ด้านผลลัพธ์ขั้นสุดท้าย พบว่า ลำดับที่ 1 คือ องค์กรสร้างประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวม ($\mu=4.49$, $\sigma=0.62$) มากที่สุด รองลงมาคือ มีการดำเนินงานที่รับผิดชอบต่อสังคม ($\mu=4.46$, $\sigma=0.62$) ลำดับที่ 3 คือ มีส่วนร่วมในการพัฒนาชุมชน ($\mu=4.39$, $\sigma=0.88$) ลำดับที่ 4 คือ สร้างคุณค่าระยะยาวในแก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ($\mu=4.33$, $\sigma=0.87$) และลำดับที่ 5 คือ เกิดการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและทรัพยากร ($\mu=4.24$, $\sigma=0.81$) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปัจจัยที่สะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียง ของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ด้านผลลัพธ์ขั้นสุดท้าย

ผลลัพธ์ขั้นสุดท้าย	ค่าเฉลี่ย (μ)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	แปลผล
1. องค์กรสร้างประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวม	4.49	0.62	มากที่สุด
2. มีการดำเนินงานที่รับผิดชอบต่อสังคม	4.46	0.62	มากที่สุด
3. มีส่วนร่วมในการพัฒนาชุมชน	4.39	0.88	มากที่สุด
4. สร้างคุณค่าระยะยาวในแก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	4.33	0.87	มากที่สุด
5. เกิดการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและทรัพยากร	4.24	0.81	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.38	0.76	มากที่สุด

ผลสรุป ปัจจัยสะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียงของธนาคารอาคารสงเคราะห์ โดยภาพรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\mu=4.71$, $\sigma=0.46$) โดยปัจจัยนำเข้า มีคะแนนเฉลี่ย มากที่สุด ($\mu=4.95$, $\sigma=0.16$) รองลงมา คือด้านกระบวนการ ($\mu=4.93$, $\sigma=0.25$) ลำดับที่ 3 คือด้านผลผลิต ($\mu=4.63$, $\sigma=0.48$) ด้านผลลัพธ์ ($\mu=4.61$, $\sigma=0.68$) และผลลัพธ์ขั้นสุดท้าย ($\mu=4.38$, $\sigma=0.76$) ตามลำดับ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สรุปปัจจัยสะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียง ของธนาคารอาคารสงเคราะห์

ปัจจัยที่สะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียง	ค่าเฉลี่ย (μ)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	แปลผล
ด้านปัจจัยนำเข้า	4.95	0.16	มากที่สุด
ด้านกระบวนการ	4.93	0.25	มากที่สุด
ด้านผลผลิต	4.63	0.48	มากที่สุด
ด้านผลลัพธ์	4.61	0.68	มากที่สุด
ด้านผลลัพธ์ขั้นสุดท้าย	4.38	0.76	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.71	0.46	มากที่สุด

ปัจจัยที่สะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียง การบริหารงานของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ภาคเหนือตอนบน จะเห็นได้ว่าปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเป็นหลักคิดในกระบวนการตัดสินใจ ที่จะสะท้อนให้เห็นว่าการดำเนินการหรือพฤติกรรมซึ่งได้มีการพิจารณาถึงความเสี่ยงและผลกระทบที่จะเกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ เพื่อการบรรลุเป้าหมายความสมดุลและยั่งยืน ประกอบด้วยปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเชิงระบบที่มีการกำหนดปัจจัยนำเข้า (Input) กระบวนการ (Process) ผลผลิต (Output) และผลลัพธ์ (Outcome) ที่มีความเชื่อมโยง ผลลัพธ์ขั้นสุดท้าย (Ultimate Outcome) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณา จันทรสม (2562) กล่าวเพิ่มเติมอีกว่า เมื่อกล่าวถึงสิ่งที่เป็นระบบหรือเป็นกลุ่มขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน หากพิจารณาโดยละเอียดจะพบว่า ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเป็นหลักคิดเชิงระบบ ที่มีการกำหนดปัจจัยนำเข้า (Input) กระบวนการ (Process) ผลผลิต (Output) และ ผลลัพธ์ (Outcome) ที่มีความเชื่อมโยงกัน เพื่อการบรรลุเป้าหมายความสมดุลและความยั่งยืน ดังนั้น หากมีการนำหลักคิดปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไปใช้ในทุกระดับ ย่อมจะทำให้เกิดผลที่เป็นรูปธรรมอย่างชัดเจนในการพัฒนาสู่ความยั่งยืน โดยเฉพาะในระดับการบริหารนโยบายของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ภาคเหนือตอนบน ซึ่งยังสอดคล้องกับปัจจัยที่ธนาคารอาคารสงเคราะห์ (2563) ใช้เพื่อนำมาพัฒนาเป็นกระบวนการที่เชื่อมโยงกัน บนพื้นฐานการวิเคราะห์ข้อมูล การใช้ข้อมูลจากความต้องการและความคาดหวัง จะทำให้ธนาคารได้ผลลัพธ์ในด้านการสร้างความพึงพอใจให้แก่กลุ่มลูกค้า โดยใช้แนวคิด SIPOC Model หรือ Value Chain Model ในการออกแบบกระบวนการปฏิบัติงาน โดยการใช้ผลการวิเคราะห์จาก 5 ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 1) ผู้จัดส่งวัตถุดิบ (Suppliers) หรือผู้จัดหาบริการ (Service Provider) นำส่งแก่ธนาคาร ถือเป็นส่วนเกี่ยวข้องภายนอกองค์กร ดำเนินการเพื่อแลกเปลี่ยนผลประโยชน์กลับคืนเป็นรายได้ 2) ปัจจัยนำเข้า (Inputs) เช่น ความต้องการของลูกค้า วัสดุหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการให้บริการ กำลังคน เงินทุน ระเบียบกฎเกณฑ์ เป็นต้น 3) กระบวนการ (Process) เป็นกิจกรรมที่เชื่อมต่อกัน เพื่อการส่งมอบผลิตภัณฑ์หรือบริการให้แก่ ลูกค้า ผู้รับบริการ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งภายในและภายนอกองค์กร 4) ผลผลิต (Outputs) เป็นสิ่งของ ข้อมูล หรือบริการที่ผ่านกระบวนการดำเนินการ หรือมูลค่าเพิ่มที่เกิดจากการพัฒนากระบวนการ เช่น อัตราเพิ่มของผู้รับบริการ อัตราเพิ่มของคุณภาพ เป็นต้น 5) ผู้รับบริการ (Customers) เป็นลูกค้า หรือผู้รับบริการ หรือกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย กลุ่มใหม่ที่ใช้ผลิตภัณฑ์หรือบริการด้านต่าง ๆ ของธนาคารผ่านช่องทางบริการ ช่องทางสื่อสารต่าง ๆ ชุมชน สังคม รวมถึงผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง กล่าวคือองค์กรมีการส่งเสริมการทำงานด้วยความซื่อสัตย์สุจริต รวมถึงบุคลากรได้รับการพัฒนาความรู้อย่างต่อเนื่อง และมีการนำหลักธรรมมาใช้ในการบริหารงาน

4. ข้อเสนอแนะ

ข้อค้นพบจากการวิจัย พบว่า ปัจจัยที่สะท้อนความเป็นเศรษฐกิจพอเพียง ของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ภาคเหนือตอนบน เช่น หลักคิด หลักปฏิบัติ ของบุคลากรในการให้บริการลูกค้าของธนาคารอาคารสงเคราะห์ จึงเสนอให้

1) ธนาคารอาคารสงเคราะห์ ควรนำเอาไปประยุกต์ใช้กับนโยบายการบริหารองค์กรเพื่อให้เกิดความยั่งยืนขององค์กร โดยเฉพาะนโยบายด้าน CSR ของธนาคารอาคารสงเคราะห์ ที่ปรับปรุงและทบทวนตามหลักเกณฑ์มาตรฐาน ISO 26000 ตามนโยบาย 1: การพัฒนาแนวทาง การสร้างนวัตกรรม เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนความเข้มแข็งของชุมชน ให้มีการพัฒนาตนเองได้อย่างยั่งยืน

2) ส่งเสริมให้นำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มาใช้ในการดำเนินชีวิต รวมทั้งการสร้างวินัยการทำงานของพนักงานธนาคารอาคารสงเคราะห์ (ด้วยการวิเคราะห์ตนเอง ปรับเปลี่ยนกรอบความคิดหรือ Mindset และปรับเปลี่ยนแผนการดำเนินชีวิต) จะช่วยให้พนักงานรู้จักและเข้าใจแนวคิดปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงตามแนวพระราชดำริ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาดำเนินงาน เพื่อพัฒนาระบบการให้บริการประชาชนตามนโยบายของ ธนาคารอาคารสงเคราะห์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

5. บรรณานุกรม

ณดา จันทรสม. (2562). เศรษฐกิจพอเพียง:หลักคิดสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน. สืบค้น 19 มีนาคม 2566, จาก

<https://www.matichon.co.th/publicize>.

ธนาคารอาคารสงเคราะห์. (2563). คู่มือการปฏิบัติงานเพื่อการพัฒนาความยั่งยืน. ส่วนนโยบายและแผนเพื่อความยั่งยืน ฝ่ายกิจกรรมเพื่อสังคม: สายงานสื่อสารและภาพลักษณ์องค์กร.

ธนาคารอาคารสงเคราะห์. (2568). รายงานการพัฒนาความยั่งยืน ปี 2566. สืบค้น 1 มีนาคม 2568, จาก

<https://www.ghbank.co.th/information>.

วีระศักดิ์ สมยานะ. (2562). การวิจัยและพัฒนาศักยภาพภาคการเกษตรของชุมชน จังหวัดเชียงใหม่ อย่างสร้างสรรค์ เพื่อการแข่งขันในประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน บนพื้นฐานปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, 8(2), 114-127.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2567). ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ 21 เซ็นจูรี.

อภิชัย พันธเสน. (2563). ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง: กรอบคิดและทฤษฎี. เอกสารประกอบการบรรยาย วันที่ 20 ธันวาคม 2563 ณ วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิต มหาวิทยาลัยรังสิต, กรุงเทพฯ.

กลยุทธ์การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน

Strategic Management of Learning Activities and Creative Technologies for the Sustainable Development of Educational Institutions

ภูมิภควิธจ ภูมิพงศ์คชสร^{1*}

Phumphakhawat Phumphonkhasorn^{1*}

¹ สาขาวิชานวัตกรรมการบริหารการศึกษา วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

¹ Educational Administration Innovation Program, College of Innovation Management,

Rajamangala University of Technology Rattanakosin

* E-mail: phumphakhawat.ps@gmail.com, Tel.0949615665

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษากรอบแนวคิดการบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน 2) เพื่อวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และภาวะคุกคามของการบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน และ 3) เพื่อพัฒนากลยุทธ์การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมวิธีพหุระยะ (Multiphase Mixed Method Research) เก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Data Collect) ร่วมกับเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data Collection) โดยศึกษาเอกสารและการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมของกรอบแนวคิด แบบสอบถามสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของกลยุทธ์การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน ที่มีความเที่ยง .819 และแบบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติเชิงบรรยาย คือ ร้อยละ ความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าดัชนีความต้องการจำเป็น (PNIModified) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1. กรอบแนวคิดการบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ 1) การวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ 2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) การนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ 4) การนิเทศ ติดตาม และประเมินผล และ 5) การใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการเรียนรู้ 2. จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และภาวะคุกคาม พบว่า การบริหารนวัตกรรมการเงิน จุดแข็งคือ การบูรณาการนวัตกรรมและเทคโนโลยีทันสมัย ส่งเสริมทักษะแห่งอนาคต สร้างภาพลักษณ์เชิงบวกของสถานศึกษา ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนตามลำดับ จุดอ่อนคือ ขาดความพร้อมทางทรัพยากรและบุคลากร ภาระงานครูที่มากเกินไป การเข้าถึงเทคโนโลยีไม่เท่าเทียม และขาดการประเมินผลที่ชัดเจนและต่อเนื่องตามข้อบังคับ โอกาสคือ นโยบายรัฐสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่หลากหลายและต้นทุนต่ำลง ความสนใจจากภาคเอกชนในการสนับสนุนสถานศึกษา และเครือข่ายการเรียนรู้ร่วมระหว่างสถานศึกษาตามลำดับ ภาวะคุกคามคือ การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่รวดเร็วเกินไป ความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาในแต่ละพื้นที่ ปัญหาด้านจริยธรรมและการใช้งานเทคโนโลยีอย่างไม่เหมาะสม และแรงต้านจากครูหรือผู้บริหารบางกลุ่มที่ไม่เปิดรับการเปลี่ยนแปลงตามลำดับ 3. กลยุทธ์การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน ประกอบด้วย 5 กลยุทธ์หลักคือ 1) กลยุทธ์เชิงนโยบาย 2) กลยุทธ์เชิงบริหารจัดการ 3) กลยุทธ์เชิงวิชาการ 4) กลยุทธ์การมีส่วนร่วม 5) กลยุทธ์การพัฒนาอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: กลยุทธ์, กิจกรรมการเรียนรู้, เทคโนโลยีสร้างสรรค์

Abstract

This study aims to: (1) examine the conceptual framework for management of learning activities and creative technologies for the sustainable development of educational institutions; (2) analyze the strengths, weaknesses, opportunities, and threats (SWOT) of management of learning activities and creative technologies for the sustainable development of educational institutions; and (3) develop strategic management of learning activities and creative technologies for the sustainable development of educational institutions. The research employs a multiphase mixed-method research design, integrating both quantitative and qualitative data collection. This phase involves reviewing relevant literature and interviewing 5 experts. Data were collected from 400 participants using simple random sampling. Research instruments include an assessment form for evaluating the appropriateness of the conceptual framework, a questionnaire on the current and desired states of management of learning activities and creative technologies for the sustainable development of educational institutions, and an assessment form for feasibility and appropriateness evaluation. Quantitative data are analyzed using descriptive statistics, including percentage, frequency, mean, standard deviation, and the modified priority needs index (PNIModified). Qualitative data are analyzed through content analysis. The research findings reveal that; 1) The conceptual framework for the management of learning activities and creative technologies for sustainable school development consists of five core components: (1) planning of learning activities, (2) organization of learning activities, (3) implementation of learning activities, (4) supervision, monitoring, and evaluation, and (5) the integration of technology and innovation in learning. 2) The analysis of strengths, weaknesses, opportunities, and threats (SWOT) regarding the management of financial innovations revealed the following Strengths include the integration of modern innovations and technologies, the promotion of future-ready skills, the enhancement of the school's positive image, and the encouragement of participation from all stakeholders in a collaborative manner. Weaknesses include a lack of resources and qualified personnel, excessive teacher workloads, unequal access to technology, and an absence of clear and continuous evaluations as mandated. Opportunities include supportive government policies for educational technology development, the advancement and affordability of diverse technologies, increased private sector interest in supporting schools, and the formation of collaborative learning networks among educational institutions. Threats include the rapid pace of technological change, educational inequality across different regions, ethical concerns and inappropriate use of technology, and resistance to change among certain groups of teachers or administrators. 3) The strategic approaches for financial innovation management to enhance competitiveness consist of five key strategies; (1) Investment and development of financial technology, (2) Establishing partnerships and collaborations, (3) The strategic approach to managing learning activities and creative technologies for sustainable school development comprises five key strategies: (1) policy strategy, (2) management strategy, (3) academic strategy, (4) participatory strategy, and (5) sustainable development strategy.

Keywords: Strategic, Management of Learning activities, Creative Technologies

1. บทนำ

ในโลกยุคปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงของบริบททางสังคม เศรษฐกิจ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมส่งผลกระทบต่อระบบการศึกษาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความจำเป็นในการพัฒนาการศึกษาให้มีความยั่งยืน (sustainable development in education) ได้กลายเป็นเป้าหมายสำคัญระดับสากล ซึ่งเชื่อมโยงโดยตรงกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ขององค์การสหประชาชาติ โดยเฉพาะเป้าหมายที่ 4 ที่เน้น “การศึกษาที่มีคุณภาพอย่างเท่าเทียมและทั่วถึง” และเป้าหมายที่ 13 เรื่อง “การจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ” ซึ่งทั้งหมดล้วนเกี่ยวข้องกับการเตรียมบุคลากรในระบบการศึกษาให้สามารถปรับตัวและเป็นส่วนหนึ่งของการแก้ไขปัญหาอย่างยั่งยืน (UNESCO, 2020)

การบริหารจัดการการเรียนรู้ในยุคใหม่จึงไม่สามารถแยกขาดจากเทคโนโลยีและนวัตกรรมได้อีกต่อไป โดยเฉพาะเทคโนโลยีสร้างสรรค์ (creative technologies) ซึ่งมีบทบาทอย่างยิ่งในการขับเคลื่อนการเรียนรู้แบบองค์รวม (holistic learning) การเรียนรู้เชิงรุก (active learning) และการเรียนรู้ตลอดชีวิต (lifelong learning) ที่เอื้อต่อการพัฒนานักเรียนให้เป็นพลเมืองโลกที่มีความรับผิดชอบ (OECD, 2019) อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการบริหารจัดการกิจกรรมการเรียนรู้จำเป็นต้องมีการออกแบบกลยุทธ์อย่างรอบด้าน ทั้งในเชิงโครงสร้าง นโยบาย และบริบทของสถานศึกษาแต่ละแห่ง ซึ่งยังขาดงานวิจัยที่ลงลึกในประเด็นนี้ โดยเฉพาะในบริบทของประเทศไทยกำลังพัฒนาอย่างประเทศไทย นอกจากนี้ การพัฒนาการศึกษาที่ยั่งยืนไม่ได้หมายถึงเพียงการมีระบบการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมถึงมิติของการสร้างวัฒนธรรมองค์กรแห่งการเรียนรู้ (learning organization) การส่งเสริมคุณภาพชีวิตของผู้เรียนและบุคลากร การบริหารจัดการทรัพยากรอย่างมีจริยธรรม และการมีส่วนร่วมของชุมชนในการขับเคลื่อนการศึกษา (Fullan, 2007) สิ่งเหล่านี้ล้วนต้องอาศัยกลยุทธ์ที่มีความยืดหยุ่นและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลกยุคดิจิทัล ในบริบทของประเทศไทย แม้ว่าจะมีความพยายามในการปฏิรูปการศึกษาในหลายระลอกที่ผ่านมา แต่ยังคงพบข้อจำกัดในเรื่องของการบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ และการเรียนรู้ร่วมกันในศตวรรษที่ 21 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2562) ประเด็นดังกล่าวสะท้อนถึงความจำเป็นที่ต้องมีการศึกษาเพื่อพัฒนากลยุทธ์ที่ชัดเจนและเป็นระบบในการบริหารจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เทคโนโลยีสร้างสรรค์เป็นเครื่องมือหลักในการเสริมสร้างศักยภาพของโรงเรียนให้สามารถพัฒนาไปสู่ความยั่งยืนได้จริง

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาและพัฒนากลยุทธ์การบริหารจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสร้างสรรค์ เพื่อสร้างแบบจำลองการพัฒนาการศึกษาที่ยั่งยืนที่สามารถปรับใช้ได้หลากหลายบริบท ทั้งในระดับปฐมวัย ประถมศึกษา และมัธยมศึกษา โดยคำนึงถึงปัจจัยภายในและภายนอกของโรงเรียนเป็นสำคัญ เช่น ภาวะผู้นำเชิงกลยุทธ์ของผู้บริหาร ความพร้อมของครูในด้านการใช้เทคโนโลยี ความร่วมมือของผู้ปกครองและชุมชน รวมถึงวัฒนธรรมองค์กรของแต่ละโรงเรียน ประเด็นสำคัญที่งานวิจัยนี้ต้องการตอบ คือ “กลยุทธ์การบริหารจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีสร้างสรรค์สามารถส่งผลต่อการพัฒนาการศึกษาที่ยั่งยืนได้อย่างไร” และ “กลยุทธ์ที่มีประสิทธิผลควรมีองค์ประกอบอะไรบ้าง” ซึ่งการหาคำตอบเหล่านี้จะช่วยให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปใช้ได้จริงทั้งในเชิงนโยบายและการบริหารจัดการในระดับปฏิบัติ

ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสร้างความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับการพัฒนาการศึกษาในยุคใหม่ที่ไม่เพียงแต่เน้นการเรียนรู้เพื่อคะแนนหรือผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ แต่ยังมุ่งเน้น “การเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลง” (transformative learning) ที่จะนำไปสู่ความยั่งยืนของสถานศึกษาและสังคมในระยะยาว ซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุดของระบบการศึกษาในศตวรรษที่ 21

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษากรอบแนวคิดการบริหารจัดการกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาการศึกษาที่ยั่งยืน
- 2) วิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และภาวะคุกคามของการบริหารจัดการกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาการศึกษาที่ยั่งยืน
- 3) พัฒนากลยุทธ์การบริหารจัดการกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาการศึกษาที่ยั่งยืน

1.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการบริหารจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ (Management of Learning activities)

การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activity Management) เป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างยิ่งในการจัดการศึกษา ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ถือเป็นหัวใจของการจัดการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ การบริหารที่ดีจะช่วยให้ กิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีความสอดคล้องกับเป้าหมายทางการศึกษา และสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนในบริบทที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในยุคดิจิทัล

โดยทั่วไป การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการวางแผน องค์กร (organizing) การอำนวยการ (leading) และการควบคุม (controlling) การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนหรือในระบบการศึกษาให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร (Bush, 2011) การบริหารนี้ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงผู้บริหารสถานศึกษา แต่รวมถึงบทบาทของครูในฐานะผู้ออกแบบ ผู้นำ และผู้ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างสรรค์และพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เช่น การคิดเชิงวิพากษ์ ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน (Partnership for 21st Century Learning, 2019) การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้จึงไม่ใช่เพียงการจัดตารางสอนหรือวางแผนเนื้อหา แต่ยังเกี่ยวข้องกับการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ การเลือกใช้เทคโนโลยีและสื่อการเรียนการสอน การประเมินผลการเรียนรู้ และการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง ยั่งยืน และมีความหมายต่อชีวิตจริง

องค์ประกอบของการบริหารกิจกรรมการเรียนรู้ จากการสังเคราะห์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่า การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพประกอบด้วยองค์ประกอบหลักที่สำคัญ ดังนี้

1) การวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ (Planning) การวางแผนเป็นขั้นตอนแรกที่มีผลต่อความสำเร็จของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยครูหรือผู้บริหารจะต้องกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้ชัดเจน วิเคราะห์ผู้เรียน วางแผนเนื้อหา และเลือกกิจกรรมให้สอดคล้องกับระดับพัฒนาการของผู้เรียน รวมถึงบูรณาการความรู้กับสถานการณ์จริง (Tyler, 1949) การวางแผนที่ดีจะทำให้ครูสามารถจัดกิจกรรมที่มีความหลากหลาย น่าสนใจ และตอบสนองต่อรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างของนักเรียนแต่ละคน

2) การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ (Organizing Learning Activities) เป็นการออกแบบรูปแบบ วิธีการ และกระบวนการเรียนรู้ เช่น การเรียนรู้แบบโครงงาน (Project-Based Learning) การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) หรือการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยี (Blended Learning) ซึ่งผู้สอนต้องสามารถจัดโครงสร้างกิจกรรมให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ เนื้อหา และผู้เรียน รวมทั้งจัดสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ ทั้งในด้านกายภาพ จิตวิทยา และเทคโนโลยี (Marzano, 2003)

3) การนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ (Implementation) การนำแผนไปปฏิบัติจริงในห้องเรียนจำเป็นต้องอาศัยทักษะการสื่อสาร การจูงใจ และการบริหารจัดการชั้นเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ ครูต้องมีความยืดหยุ่นในการปรับกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ และส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างแท้จริง ทั้งนี้การสร้างความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างครูกับผู้เรียนถือเป็นหัวใจของการดำเนินกิจกรรมที่มีคุณภาพ (Slavin, 2015)

4) การนิเทศ ติดตาม และประเมินผล (Supervision and Assessment) การบริหารกิจกรรมที่ดีจะต้องมีระบบการติดตาม และประเมินผลอย่างเป็นระบบ โดยรวมถึงการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน การสะท้อนผลการจัดกิจกรรมของครู และการนำข้อมูลมาใช้ในการพัฒนาการสอนอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้การใช้เครื่องมือประเมินที่หลากหลาย เช่น แฟ้มสะสมงาน (portfolio) การประเมินตนเอง และการประเมินโดยเพื่อนร่วมชั้น ล้วนส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริงและยั่งยืน (Black & William, 2009)

5) การใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการเรียนรู้ (Technology Integration) ในยุคดิจิทัล การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้จำเป็นต้องพิจารณาถึงบทบาทของเทคโนโลยีในการเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ เช่น การใช้ Learning Management System (LMS), สื่อมัลติมีเดีย, หรือ AI เพื่อการเรียนรู้เฉพาะบุคคล (personalized learning) การใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมสามารถเพิ่มแรงจูงใจ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างหลากหลายและไม่จำกัดเวลา (Means et al., 2014)

โดยสรุป การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้ไม่ใช่เพียงกระบวนการบริหารทั่วไป แต่เป็นศิลปะและศาสตร์ที่ต้องอาศัยความเข้าใจในพฤติกรรมมนุษย์ ความรู้ด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ เทคโนโลยีการศึกษา และทักษะด้านการเป็นผู้นำ ครูในศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องมีบทบาทเป็น “ผู้อำนวยความสะดวก” มากกว่าผู้ถ่ายทอดความรู้ และต้องสามารถจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้ส่งเสริมผู้เรียนอย่างรอบด้าน เพื่อมุ่งสู่เป้าหมายทางการศึกษาเพื่อความยั่งยืนในระดับบุคคล ชุมชน และสังคมโดยรวม

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีสร้างสรรค์ (Creative technologies)

ในยุคที่สังคมขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ เทคโนโลยีไม่ได้มีบทบาทเพียงในฐานะเครื่องมือช่วยอำนวยความสะดวกอีกต่อไป แต่ได้กลายเป็นกลไกสำคัญในการสร้างคุณค่าใหม่ทั้งในด้านการศึกษา เศรษฐกิจ และวัฒนธรรม แนวคิดเรื่อง “เทคโนโลยีสร้างสรรค์” (Creative Technologies) จึงได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในฐานะปัจจัยสำคัญในการพัฒนาองค์กร บุคลากร และสังคมอย่างยั่งยืน โดยเฉพาะในระบบการศึกษา เทคโนโลยีสร้างสรรค์เป็นทั้งสื่อกลางและตัวเร่งให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เชื่อมโยงกับบริบทจริง และส่งเสริมการพัฒนาทักษะแห่งอนาคต เทคโนโลยีสร้างสรรค์ หมายถึง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในลักษณะที่เน้นการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ กระบวนการคิดริเริ่ม และการสื่อสารความคิดในรูปแบบที่หลากหลาย โดยผสมความรู้ด้านเทคโนโลยีเข้ากับศิลปะ การออกแบบ และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Candy & Edmonds, 2018) ลักษณะเด่นของเทคโนโลยีสร้างสรรค์คือ การไม่จำกัดอยู่เพียงการใช้งานเครื่องมือหรือซอฟต์แวร์สำเร็จรูปเท่านั้น แต่เป็นการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดนอกกรอบ และมุ่งสร้าง “สิ่งใหม่ที่มีคุณค่า” ผ่านการใช้เทคโนโลยีเป็นตัวช่วย ในแวดวงการศึกษา เทคโนโลยีสร้างสรรค์ไม่ได้หมายถึงเพียงอุปกรณ์หรือแพลตฟอร์มดิจิทัล แต่หมายรวมถึงกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีบทบาทในการออกแบบ สร้าง และนำเสนอความรู้ด้วยวิธีการที่เป็นนวัตกรรม เช่น การใช้สื่อผสม (multimedia), การสร้างงานศิลปะดิจิทัล (digital arts), การเขียนโปรแกรมสร้างเกม หรือแม้แต่การใช้ AI และ IoT เพื่อสร้างชิ้นงานที่มีความหมายต่อชุมชนหรือสังคม (Loveless, 2002)

องค์ประกอบของเทคโนโลยีสร้างสรรค์ จากการวิเคราะห์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง องค์ประกอบหลักของเทคโนโลยีสร้างสรรค์สามารถจำแนกได้เป็น 5 ด้านสำคัญ ดังนี้

1) ความรู้และทักษะด้านเทคโนโลยี (Technological Literacy) องค์ประกอบพื้นฐานของเทคโนโลยีสร้างสรรค์คือความสามารถในการเข้าถึง เข้าใจ และใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ใช้จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานด้านอุปกรณ์ดิจิทัล ซอฟต์แวร์ และระบบต่าง ๆ รวมทั้งเข้าใจผลกระทบของเทคโนโลยีต่อสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม (Mishra & Koehler, 2006)

2) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity and Innovation) หัวใจสำคัญของเทคโนโลยีสร้างสรรค์คือการใช้เทคโนโลยีเพื่อสร้างสิ่งใหม่ ไม่ว่าจะเป็นไอเดีย ผลงาน หรือกระบวนการ โดยผู้ใช้ต้องมีความสามารถในการมองเห็นความเป็นไปได้ใหม่ ๆ จากสิ่งที่มีอยู่ และพัฒนาต่อยอดอย่างมีจินตนาการและเหตุผล เช่น การออกแบบแอปพลิเคชันที่ช่วยแก้ปัญหาในท้องถิ่น หรือการใช้สื่อดิจิทัลในการนำเสนอแนวคิดเชิงนวัตกรรม (Runco & Jaeger, 2012)

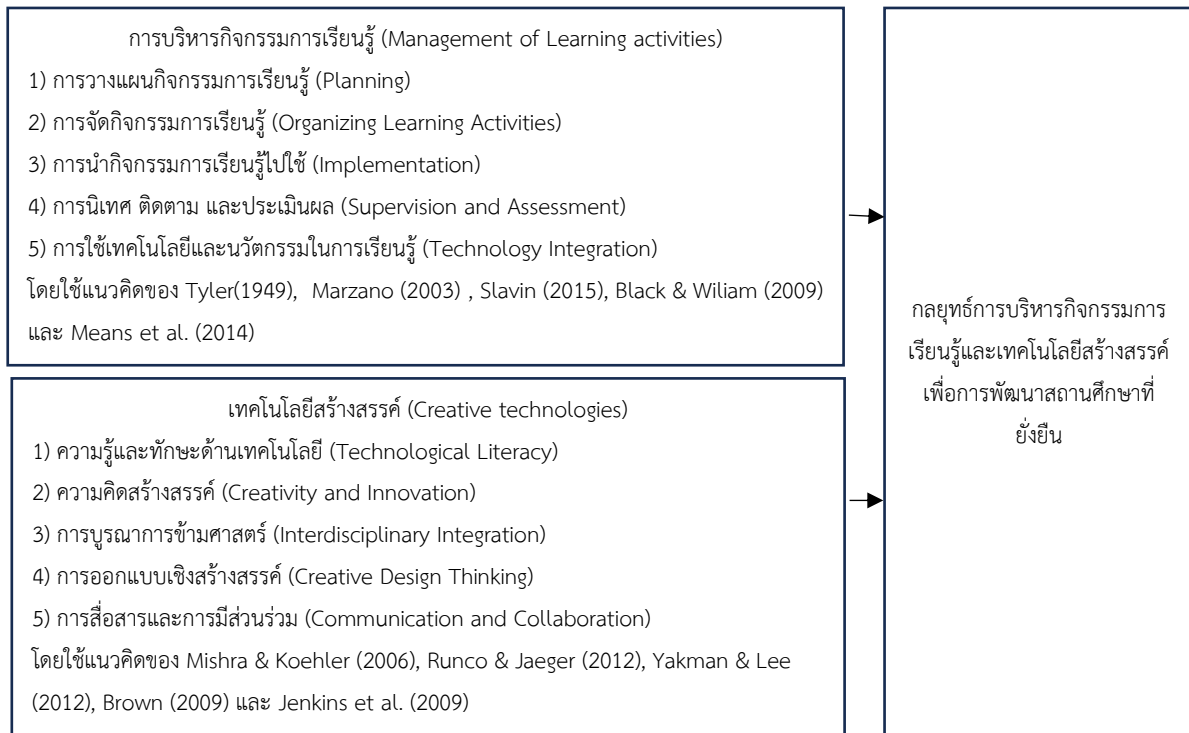
3) การบูรณาการข้ามศาสตร์ (Interdisciplinary Integration) เทคโนโลยีสร้างสรรค์มักต้องอาศัยการเชื่อมโยงความรู้จากหลายศาสตร์ เช่น ศิลปะ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม คณิตศาสตร์ และสังคมศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด STEAM Education ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะรอบด้าน ทั้งความรู้ด้านเทคนิคและมิติทางอารมณ์ ความงาม และความหมายทางวัฒนธรรม (Yakman & Lee, 2012)

4) การออกแบบเชิงสร้างสรรค์ (Creative Design Thinking) องค์ประกอบนี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ซึ่งเป็นวิธีการคิดและแก้ปัญหาโดยมุ่งเน้นความต้องการของผู้ใช้ การระดมความคิด การสร้างต้นแบบ และการทดสอบซ้ำ ผู้เรียนสามารถใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการแสดงความคิดและแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบและมีความคิดสร้างสรรค์ (Brown, 2009)

5) การสื่อสารและการมีส่วนร่วม (Communication and Collaboration) เทคโนโลยีสร้างสรรค์เอื้อต่อการทำงานร่วมกันผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแบ่งปันไอเดีย ทำงานเป็นทีม และนำเสนอผลงานต่อผู้ชมวงกว้าง ไม่ว่าจะเป็นชั้นเรียน ชุมชน หรือระดับโลก การสื่อสารเชิงสร้างสรรค์จึงเป็นทักษะสำคัญในยุคที่ข้อมูลหมุนเวียนอย่างรวดเร็ว (Jenkins et al., 2009)

สรุปว่าเทคโนโลยีสร้างสรรค์เป็นมากกว่าการใช้เครื่องมือดิจิทัลอย่างมีทักษะ แต่คือกระบวนการหลอมรวมระหว่างความรู้ด้านเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และการบูรณาการข้ามศาสตร์ เพื่อสร้างนวัตกรรมที่มีคุณค่าและส่งผลกระทบต่อสังคมอย่างยั่งยืน โดยเฉพาะในแวดวงการศึกษา เทคโนโลยีสร้างสรรค์มีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงวิธีคิด วิธีเรียน และวิธีใช้ความรู้เพื่อรับมือ

กับโลกที่ซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างสรรค์ผ่านการใช้เทคโนโลยีจึงเป็นภารกิจสำคัญของครูในศตวรรษที่ 21



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

2. ระเบียบวิธีวิจัย

ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมวิธีพหุระยะ (Multiphase Mixed Method Research) เก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Data Collect) ร่วมกับเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data Collection)

2.1 ประชากรที่ศึกษา

ประชากรที่ศึกษาในการวิจัยนี้คือ ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา รองผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา และผู้อำนวยการกลุ่ม ในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาและสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา และผู้อำนวยการสถานศึกษา รองผู้อำนวยการสถานศึกษา และครูผู้สอน โรงเรียนในระดับประถมศึกษาและในระดับมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 386,092 คน (ข้อมูลจากสำนักนโยบายและแผนการศึกษาขั้นพื้นฐาน สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2567)

กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 คน โดยใช้การสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Sampling)

2.2 ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้ระเบียบการวิจัยแบบผสานวิธี มีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษากรอบแนวคิดการบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน โดยศึกษาเอกสารและสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน เครื่องมือที่ใช้คือ แบบประเมินความเหมาะสมของกรอบแนวคิด แบบสอบถามสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของการบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน สถิติที่ใช้คือ การวิเคราะห์เนื้อหา ค่าร้อยละ ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าดัชนีความต้องการจำเป็น (PNIModified)

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และภาวะคุกคามของการบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน โดยการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน ผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key Informant) มีคุณสมบัติดังนี้

ผู้บริหารระดับสูงและระดับกลาง ของหน่วยงานทางการศึกษาและสถานศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี เพื่อสะท้อนมุมมองของผู้เรียนที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์

ขั้นตอนที่ 3 พัฒนากลยุทธ์การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน โดยการประชุมกลุ่ม (Focus group) ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน

เครื่องมือที่ใช้คือ แบบประเมินความเหมาะสมของกรอบแนวคิด แบบสอบถามสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของการกลยุทธ์การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน และแบบประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติเชิงบรรยาย คือ ร้อยละ ความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าดัชนีความต้องการจำเป็น (PNIModified) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการวิจัย

1) ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของร่างกรอบแนวคิดการบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของร่างกรอบแนวคิดการบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน

แนวคิดการบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์ เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน	ความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ (n=5)			ค่าเฉลี่ย
	เหมาะสม (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	
1. การวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ (Planning)	5	0	0	1.00
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Organizing Learning Activities)	5	0	0	1.00
3. การนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ (Implementation)	5	0	0	1.00
4. การนิเทศ ติดตาม และประเมินผล (Supervision and Assessment)	5	0	0	1.00
5. การใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการเรียนรู้ (Technology Integration)	5	0	0	1.00

ผลการประเมินกรอบแนวคิดกรอบแนวคิดการบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน ในภาพรวมทุกประเด็น/หัวข้อมีความเหมาะสมกับงานวิจัยและวัตถุประสงค์ของการวิจัย ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่

องค์ประกอบที่ 1 การวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ (Planning)

องค์ประกอบที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Organizing Learning Activities)

องค์ประกอบที่ 3 การนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ (Implementation)

องค์ประกอบที่ 4 การนิเทศ ติดตาม และประเมินผล (Supervision and Assessment)

องค์ประกอบที่ 5 การใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการเรียนรู้ (Technology Integration)

2) ผลการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และภาวะคุกคาม ของการบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน สภาพพึงประสงค์ลำดับความต้องการจำเป็น จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และภาวะคุกคาม ของการบริหาร
กิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน

การบริหารกิจกรรมการ เรียนรู้และเทคโนโลยี สร้างสรรค์เพื่อการพัฒนา สถานศึกษาที่ยั่งยืน	สภาพปัจจุบัน			สภาพพึงประสงค์			PNI (Modified)	ลำดับ	ผลการ จัดกลุ่ม	การวิเคราะห์ สภาพแวดล้อม
	($\bar{x}$)	S.D.	ระดับ	($\bar{x}$)	S.D.	ระดับ				
ส่งเสริมทักษะแห่งอนาคต (Future Skills)	3.69	0.71	มาก	4.73	0.59	มากที่สุด	0.283	3	ต่ำ	จุดแข็ง
สร้างภาพลักษณ์เชิงบวก ของสถานศึกษา	3.71	0.72	มาก	4.72	0.59	มากที่สุด	0.272	1	ต่ำ	จุดแข็ง
การบูรณาการนวัตกรรม และเทคโนโลยีทันสมัย	3.68	0.73	มาก	4.73	0.60	มากที่สุด	0.287	4	ต่ำ	จุดแข็ง
ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของ ทุกภาคส่วน	3.71	0.71	มาก	4.77	0.59	มากที่สุด	0.286	2	ต่ำ	จุดแข็ง
เฉลี่ยรวม	3.69	0.71	มาก	4.73	0.59	มากที่สุด	0.282	-	-	-
ภาระงานครูที่มากเกินไป	3.65	0.63	มาก	4.89	0.39	มากที่สุด	0.339	1	สูง	จุดอ่อน
ขาดการประเมินผลที่ ชัดเจนและต่อเนื่อง	3.64	0.64	มาก	4.88	0.37	มากที่สุด	0.341	3	สูง	จุดอ่อน
การเข้าถึงเทคโนโลยีไม่เท่า เทียม	3.64	0.63	มาก	4.89	0.41	มากที่สุด	0.345	4	สูง	จุดอ่อน
ขาดความพร้อมทาง ทรัพยากรและบุคลากร	3.65	0.63	มาก	4.88	0.38	มากที่สุด	0.340	2	สูง	จุดอ่อน
เฉลี่ยรวม	3.64	0.63	มาก	4.88	0.38	มากที่สุด	0.341	-	-	-
เครือข่ายการเรียนรู้ร่วม ระหว่างสถานศึกษา	3.51	0.71	มาก	4.80	0.55	มากที่สุด	0.368	3	ต่ำ	โอกาส
ความก้าวหน้าของ เทคโนโลยีที่หลากหลาย และต้นทุนต่ำลง	3.52	0.70	มาก	4.81	0.54	มากที่สุด	0.368	2	ต่ำ	โอกาส
นโยบายรัฐสนับสนุนการ พัฒนาเทคโนโลยีทาง การศึกษา	3.52	0.71	มาก	4.82	0.53	มากที่สุด	0.368	1	ต่ำ	โอกาส
ความสนใจจากภาคเอกชน ในการสนับสนุนสถานศึกษา	3.51	0.70	มาก	4.81	0.53	มากที่สุด	0.368	4	ต่ำ	โอกาส
เฉลี่ยรวม	3.51	0.70	มาก	4.81	0.53	มากที่สุด	0.368	-	-	-
ปัญหาด้านจริยธรรมและ การใช้งานเทคโนโลยีอย่าง ไม่เหมาะสม	3.50	0.71	มาก	4.81	0.55	มากที่สุด	0.375	2	สูง	ภาวะคุกคาม
การเปลี่ยนแปลงทาง เทคโนโลยีที่รวดเร็วเกินไป	3.49	0.69	มาก	4.81	0.53	มากที่สุด	0.379	3	สูง	ภาวะคุกคาม
ความเหลื่อมล้ำทางการ ศึกษาในแต่ละพื้นที่	3.48	0.71	มาก	4.79	0.57	มากที่สุด	0.376	4	สูง	ภาวะคุกคาม

การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยี สร้างสรรค์เพื่อการพัฒนา สถานศึกษาที่ยั่งยืน	สภาพปัจจุบัน			สภาพพึงประสงค์			PNI (Modified)	ลำดับ	ผลการ จัดกลุ่ม	การวิเคราะห์ สภาพแวดล้อม
	($\bar{x}$)	S.D.	ระดับ	($\bar{x}$)	S.D.	ระดับ				
แรงต้านจากครูหรือ ผู้บริหารบางกลุ่มที่ไม่ เปิดรับการเปลี่ยนแปลง	3.51	0.70	มาก	4.81	0.54	มากที่สุด	0.370	1	สูง	ภาวะคุกคาม
เฉลี่ยรวม	3.49	0.70	มาก	4.80	0.54	มากที่สุด	0.375	-	-	-

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน สภาพพึงประสงค์ลำดับความต้องการจำเป็น จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และ ภาวะคุกคาม ของการบริหารนวัตกรรมทางการเงินเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน พบว่า สภาพปัจจุบันการบริหาร นวัตกรรมทางการเงินเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ =3.49, S.D.=0.70) สภาพพึง ประสงค์ ($\bar{x}$ =3.80, S.D.=0.54) เมื่อพิจารณาลำดับความต้องการจำเป็น โดยเรียงตามค่าดัชนีความต้องการจำเป็นพบว่า จุดแข็ง คือ การบูรณาการนวัตกรรมและเทคโนโลยีทันสมัย ส่งเสริมทักษะแห่งอนาคต (Future Skills) สร้างภาพลักษณ์เชิงบวกของ สถานศึกษา ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนตามลำดับ จุดอ่อนคือ ขาดความพร้อมทางทรัพยากรและบุคลากร ภาระงานครู ที่มากเกินไป การเข้าถึงเทคโนโลยีไม่เท่าเทียม และขาดการประเมินผลที่ชัดเจนและต่อเนื่องตามข้อบังคับ โอกาสคือ นโยบายรัฐ สนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่หลากหลายและต้นทุนต่ำลง ความสนใจจาก ภาคเอกชนในการสนับสนุนสถานศึกษา และเครือข่ายการเรียนรู้ร่วมระหว่างสถานศึกษาตามลำดับ ภาวะคุกคามคือ การ เปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่รวดเร็วเกินไป ความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาในแต่ละพื้นที่ ปัญหาด้านจริยธรรมและการใช้งาน เทคโนโลยีอย่างไม่เหมาะสม และแรงต้านจากครูหรือผู้บริหารบางกลุ่มที่ไม่เปิดรับการเปลี่ยนแปลงตามลำดับ

3) ผลการพัฒนากลยุทธ์การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ SO/ST/WT ของการพัฒนากลยุทธ์การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนา สถานศึกษาที่ยั่งยืน

กลยุทธ์การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน	การเมืองและ นโยบายของรัฐ (P)	สภาพเศรษฐกิจ (E)	สภาพ สังคม (S)	เทคโนโลยี (T)
1. กลยุทธ์เชิงนโยบาย (Policy Strategy)	WT	WO	WO	WO
1.1 กำหนดวิสัยทัศน์และเป้าหมายร่วมของสถานศึกษา	SO	SO	SO	SO
1.2 วางนโยบายการบูรณาการเทคโนโลยีในทุกกลุ่มสาระ	SO	SO	ST	SO
1.3 จัดทำนโยบายส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต	ST	SO	SO	SO
2. กลยุทธ์เชิงบริหารจัดการ (Administrative Strategy)	ST	SO	SO	SO
2.1 สร้างระบบสนับสนุนภายใน (Internal Support System)	WT	WO	WT	WO
2.2 พัฒนาศักยภาพบุคลากร	SO	ST	ST	ST
2.3 บริหารงบประมาณอย่างยืดหยุ่น	ST	SO	SO	SO
3. กลยุทธ์เชิงวิชาการ (Academic Strategy)	ST	ST	ST	ST
3.1 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Active Learning & Project-based Learning	WT	WT	WT	WT
3.2 บูรณาการสาระวิชาเข้ากับทักษะดิจิทัล (Digital Literacy)	ST	ST	SO	ST
3.3 ประเมินผลด้วยเครื่องมือที่หลากหลายและเน้นสมรรถนะ	WT	WT	WT	WT
4. กลยุทธ์การมีส่วนร่วม (Collaborative Strategy)	ST	ST	SO	SO
4.1 เปิดพื้นที่การมีส่วนร่วมของนักเรียน ครู ผู้ปกครอง ชุมชน และภาคเอกชน	WT	WT	WO	WO
4.2 พัฒนาเครือข่ายการเรียนรู้ร่วม (Learning Community)	ST	ST	ST	SO
4.3 ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือเชื่อมโยงเครือข่ายการเรียนรู้	WT	WO	WO	WO

กลยุทธ์การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน	การเมืองและ นโยบายของรัฐ (P)	สภาพเศรษฐกิจ (E)	สภาพ สังคม (S)	เทคโนโลยี (T)
5. กลยุทธ์การพัฒนายั่งยืน (Sustainable Development Strategy)	WT	WO	WO	WO
5.1 ปลุกฝังจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม ความรับผิดชอบต่อสังคม และการใช้เทคโนโลยีอย่างมีจริยธรรม	WO	WO	WO	WO
5.2 สร้างวัฒนธรรมองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization)	ST	SO	SO	SO
5.3 เชื่อมโยงกิจกรรมกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ (SDGs)	ST	SO	SO	SO

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ TOWS Matrix จากการวิเคราะห์จุดแข็ง (S) จุดอ่อน (W) โอกาส (O) และภาวะคุกคาม (T) ของ กลยุทธ์การบริหารนวัตกรรมทางการเงินเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ประกอบด้วย 5 กลยุทธ์หลักคือ 1) กลยุทธ์เชิงนโยบาย (Policy Strategy) ประกอบด้วย 3 กลยุทธ์รอง คือ 1.1) กำหนดวิสัยทัศน์และเป้าหมายร่วมของสถานศึกษา 1.2) วางนโยบายการบูรณาการเทคโนโลยีในทุกกลุ่มสาระ 1.3) จัดทำนโยบายส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต 2) กลยุทธ์เชิงบริหารจัดการ (Administrative Strategy) ประกอบด้วย 3 กลยุทธ์รอง คือ 2.1) สร้างระบบสนับสนุนภายใน (Internal Support System) 2.2) พัฒนาศักยภาพบุคลากร 2.3) บริหารงบประมาณอย่างยืดหยุ่น 3) กลยุทธ์เชิงวิชาการ (Academic Strategy) ประกอบด้วย 3 กลยุทธ์รอง คือ 3.1) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Active Learning & Project-based Learning 3.2) บูรณาการสาระวิชาเข้ากับทักษะดิจิทัล (Digital Literacy) 3.3) ประเมินผลด้วยเครื่องมือที่หลากหลายและเน้นสมรรถนะ (Competency-based Assessment) 4) กลยุทธ์การมีส่วนร่วม (Collaborative Strategy) ประกอบด้วย 3 กลยุทธ์รอง คือ 4.1) เปิดพื้นที่การมีส่วนร่วมของนักเรียน ครู ผู้ปกครอง ชุมชน และภาคเอกชน 4.2) พัฒนาเครือข่ายการเรียนรู้ร่วม (Learning Community) 4.3) ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือเชื่อมโยงเครือข่ายการเรียนรู้ 5) กลยุทธ์การพัฒนายั่งยืน (Sustainable Development Strategy) ประกอบด้วย 3 กลยุทธ์รอง คือ 5.1) ปลุกฝังจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม ความรับผิดชอบต่อสังคม และการใช้เทคโนโลยีอย่างมีจริยธรรม 5.2) สร้างวัฒนธรรมองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization) 5.3) เชื่อมโยงกิจกรรมกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ (SDGs)

3.2 อภิปรายผล

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 1 พบว่า กรอบแนวคิดการบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ 1) การวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ (Planning) 2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Organizing Learning Activities) 3) การนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ (Implementation) 4) การนิเทศ ติดตาม และประเมินผล (Supervision and Assessment) 5) การใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการเรียนรู้ (Technology Integration) ซึ่งสอดคล้องกับ เทพศิริพันธุ์ วุฒิยางกูร (2568) ผลการศึกษา แนวทางการบริหารงานวิชาการโดยใช้เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ จำเป็นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลัก 3 ประการ ได้แก่ การใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ในด้านแรกคือ การใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงชีวิต หมายถึงการเลือกใช้เทคโนโลยีที่ปลอดภัย เหมาะสม และสามารถส่งเสริมสุขภาพที่ดีของผู้เรียน และบุคลากรในสถานศึกษา ด้านที่สองคือการใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงสังคม ซึ่งเน้นการส่งเสริมความเสมอภาคทางการศึกษา ลดความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงโอกาสการเรียนรู้ และส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีอย่างมีจริยธรรม และในด้านที่สาม คือการใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ลดผลกระทบทางลบต่อสิ่งแวดล้อม และสนับสนุนแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 2 จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และภาวะคุกคาม พบว่า การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน จุดแข็งคือ การบูรณาการนวัตกรรมและเทคโนโลยีทันสมัย ส่งเสริมทักษะแห่งอนาคต (Future Skills) สร้างภาพลักษณ์เชิงบวกของสถานศึกษา ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนตามลำดับ จุดอ่อนคือ ขาดความพร้อมทางทรัพยากรและบุคลากร ภาระงานครูที่มากเกินไป การเข้าถึงเทคโนโลยีไม่เท่าเทียม และขาดการประเมินผลที่ชัดเจนและต่อเนื่องตามข้อบังคับ โอกาสคือ นโยบายรัฐสนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่หลากหลายและต้นทุนต่ำลง ความสนใจจากภาคเอกชนในการสนับสนุนสถานศึกษา และเครือข่ายการเรียนรู้ร่วมระหว่าง

สถานศึกษาตามลำดับ ภาวะคุกคามคือ การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่รวดเร็วเกินไป ความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาในแต่ละพื้นที่ ปัญหาด้านจริยธรรมและการใช้งานเทคโนโลยีอย่างไม่เหมาะสม และแรงต้านจากครูหรือผู้บริหารบางกลุ่มที่ไม่เปิดรับการเปลี่ยนแปลงตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ อมราพร บุญให้ และทิพย์วรรณ สุขใจรุ่งวัฒนา (2564) ผลการวิจัย พบว่า 1) สภาพปัจจุบัน ประกอบด้วย สภาพแวดล้อมภายในและปัจจัยภายนอก โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก และสภาพที่พึงประสงค์ ประกอบด้วย สภาพแวดล้อมภายในและปัจจัยภายนอก โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด 2) จุดแข็ง ประกอบด้วย ด้านการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ด้านการพัฒนาบุคลากรของสถานศึกษา จุดอ่อน ประกอบด้วย ด้านการบริหารจัดการสถานศึกษา ด้านหลักสูตรและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โอกาส ประกอบด้วย ปัจจัยด้านสังคม และภาวะคุกคาม ประกอบด้วย ปัจจัยด้านการเมืองและนโยบายของรัฐ ด้านเศรษฐกิจ ด้านเทคโนโลยี 3) การประเมินของร่างกลยุทธ์ฯ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 โดยภาพรวมมีความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ อยู่ในระดับมากที่สุด และกลยุทธ์การบริหารโรงเรียนพอเพียงท้องถิ่นฯ ประกอบด้วย กลยุทธ์หลัก 4 กลยุทธ์ กลยุทธ์รอง 8 กลยุทธ์ และวิธิดำเนินการ 19 วิธิดำเนินการ

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 3 พบว่า กลยุทธ์การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน ประกอบด้วย 5 กลยุทธ์หลักคือ 1) กลยุทธ์เชิงนโยบาย (Policy Strategy) ประกอบด้วย 3 กลยุทธ์รอง คือ 1.1) กำหนดวิสัยทัศน์และเป้าหมายร่วมของสถานศึกษา 1.2) วางนโยบายการบูรณาการเทคโนโลยีในทุกกลุ่มสาระ 1.3) จัดทำนโยบายส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต 2) กลยุทธ์เชิงบริหารจัดการ (Administrative Strategy) ประกอบด้วย 3 กลยุทธ์รอง คือ 2.1) สร้างระบบสนับสนุนภายใน (Internal Support System) 2.2) พัฒนาศักยภาพบุคลากร 2.3) บริหารงบประมาณอย่างยืดหยุ่น 3) กลยุทธ์เชิงวิชาการ (Academic Strategy) ประกอบด้วย 3 กลยุทธ์รอง คือ 3.1) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Active Learning & Project-based Learning 3.2) บูรณาการสาระวิชาเข้ากับทักษะดิจิทัล (Digital Literacy) 3.3) ประเมินผลด้วยเครื่องมือที่หลากหลายและเน้นสมรรถนะ (Competency-based Assessment) 4) กลยุทธ์การมีส่วนร่วม (Collaborative Strategy) ประกอบด้วย 3 กลยุทธ์รอง คือ 4.1) เปิดพื้นที่การมีส่วนร่วมของนักเรียน ครู ผู้ปกครอง ชุมชน และภาคเอกชน 4.2) พัฒนาเครือข่ายการเรียนรู้ร่วม (Learning Community) 4.3) ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือเชื่อมโยงเครือข่ายการเรียนรู้ 5) กลยุทธ์การพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Strategy) ประกอบด้วย 3 กลยุทธ์รอง คือ 5.1) ปลูกฝังจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม ความรับผิดชอบต่อสังคม และการใช้เทคโนโลยีอย่างมีจริยธรรม 5.2) สร้างวัฒนธรรมองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization) 5.3) เชื่อมโยงกิจกรรมกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ (SDGs) สอดคล้องกับผลวิจัยของวรพล ศรีเทพ (2567) ผลการศึกษาพบว่า การบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับการจัดการโรงเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ และนำเสนอรูปแบบการบริหารสถานศึกษา 5.0 BMSC ในยุคนี้ซึ่งประกอบด้วย กระบวนการสำคัญหลายประการ ได้แก่ การกำหนดมาตรฐานการวางแผนรายละเอียด การสร้างโครงสร้างพื้นฐาน การสร้างแบรนด์ การเชื่อมต่อ การจัดสรรงบประมาณ การทำให้สมดุล และการส่งเสริมนวัตกรรมใหม่ นอกจากนี้ยังเสนอกรอบกลยุทธ์ 4M (Management, Methodology, Metrics, Money) สำหรับการบูรณาการเครื่องมือและวิธีการดิจิทัลในสถาบันการศึกษา รวมถึงการสร้างพื้นที่เรียนรู้ที่เน้นการเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลาย และสมรรถนะผู้บริหารตามกรอบแนวคิด PENTA-CORE 5C (Critical Thinking, Creativity, Collaboration, Communication, Consciousness) ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างความสามารถในการนำพาสถานศึกษาให้เติบโตและประสบความสำเร็จในยุคดิจิทัลอย่างมั่นคงและยั่งยืน

4. สรุปผล

กลยุทธ์การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน

1) กลยุทธ์เชิงนโยบาย (Policy Strategy) กำหนดวิสัยทัศน์และเป้าหมายร่วมของสถานศึกษา ที่เน้นความยั่งยืนทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม วางนโยบายการบูรณาการเทคโนโลยีในทุกกลุ่มสาระ ให้สอดคล้องกับเป้าหมายการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 จัดทำนโยบายส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต ผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลหรือกิจกรรมเรียนรู้นอกชั้นเรียน

2) กลยุทธ์เชิงบริหารจัดการ (Administrative Strategy) สร้างระบบสนับสนุนภายใน (Internal Support System) เช่น ทีมไอซ์เทคโนโลยีประจำโรงเรียน พัฒนาศักยภาพบุคลากร ผ่านการอบรมต่อเนื่อง การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (PLC) และการใช้นวัตกรรมการสอน บริหารงบประมาณอย่างยืดหยุ่น เพื่อสนับสนุนการจัดกิจกรรมสร้างสรรค์ และลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล ส่งเสริมความเป็นผู้นำของครูและนักเรียน ให้เป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลงภายในสถานศึกษา

3) กลยุทธ์เชิงวิชาการ (Academic Strategy) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Active Learning & Project-based Learning ที่เน้นความยั่งยืนและปัญหาจริงในชุมชน บูรณาการสาระวิชาเข้ากับทักษะดิจิทัล (Digital Literacy) และการใช้เทคโนโลยีสร้างสรรค์ เช่น สื่อ AR/VR, Coding, AI ประเมินผลด้วยเครื่องมือที่หลากหลายและเน้นสมรรถนะ (Competency-based Assessment) สร้างหลักสูตรท้องถิ่นหรือโครงการที่สัมพันธ์กับบริบทชุมชน

4) กลยุทธ์การมีส่วนร่วม (Collaborative Strategy) เปิดพื้นที่การมีส่วนร่วมของนักเรียน ครู ผู้ปกครอง ชุมชน และภาคเอกชน พัฒนาเครือข่ายการเรียนรู้ร่วม (Learning Community) ระหว่างโรงเรียนหรือกับองค์กรนอกโรงเรียน ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือเชื่อมโยงเครือข่ายการเรียนรู้ ผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ เช่น Google Classroom, Microsoft Teams, หรือระบบ LMS ต่างๆ

5) กลยุทธ์การพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development Strategy) ปลูกฝังจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อม ความรับผิดชอบต่อสังคม และการใช้เทคโนโลยีอย่างมีจริยธรรม สร้างวัฒนธรรมองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization) ที่ส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เชื่อมโยงกิจกรรมกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ (SDGs) เช่น SDG 4 (การศึกษาที่มีคุณภาพ), SDG 9 (นวัตกรรมและโครงสร้างพื้นฐาน), SDG 17 (ความร่วมมือเพื่อการพัฒนา)



ภาพที่ 2 กลยุทธ์การบริหารกิจกรรมการเรียนรู้และเทคโนโลยีสร้างสรรค์เพื่อการพัฒนาสถานศึกษาที่ยั่งยืน

5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

6. เอกสารอ้างอิง

- เทพศิริพันธ์ วุฒิยางกูร. (2568). การบริหารงานวิชาการโดยใช้เทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์. *วารสารระบบนิเวศการเรียนรู้และปัญญา*, 3(1), 12-24.
- วรพล ศรีเทพ. (2567). การบริหารสถานศึกษาในยุคการศึกษาดิจิทัล 5.0. *วารสารการบริหารและความเป็นผู้นำทางการศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง*, 1(2), 1-14.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2562). *รายงานการศึกษาแนวโน้มอนาคตของการศึกษาไทย*. กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานนโยบายและแผนการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2567). *รายงานข้อมูลสารสนเทศทรัพยากรบุคคล*. สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
- อมราพร บุญให้ และทิพย์วรรณ สุขใจรุ่งวัฒนา. (2564). กลยุทธ์การบริหารโรงเรียนพอเพียงท้องถิ่นที่มุ่งผลลัพธ์การเรียนรู้สู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน. *Quality of Life and Law Journal*, 17(1), 109-124.
- Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment. Evaluation and Accountability*, 21(1), 5-31.
- Brown, T. (2009). *Change by design: How design thinking creates new alternatives for business and society*. Harvard Business Press.
- Bush, T. (2011). *Theories of Educational Leadership and Management (4th ed.)*. SAGE Publications.
- Candy, L., & Edmonds, E. (2018). *The role of the artist in creative technologies*. In E. Edmonds & L. Candy (Eds.), *Interacting: Art, Research and the Creative Practitioner* (pp. 33-53). Libri Publishing.
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change (4th ed.)*. Teachers College Press.
- Jenkins, H., Purushotma, R., Weigel, M., Clinton, K., & Robison, A. J. (2009). *Confronting the challenges of participatory culture: Media education for the 21st century*. MIT Press.
- Loveless, A. M. (2002). *Literature review in creativity, new technologies and learning*. Futurelab.
- Marzano, R. J. (2003). *Classroom management that works: Research-based strategies for every teacher*. ASCD.
- Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M., & Jones, K. (2014). The effectiveness of online and blended learning: A meta-analysis of the empirical literature. *Teachers College Record*, 116(1), 1-47.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- OECD. (2019). *Trends Shaping Education 2019*. OECD Publishing. Retrieved from https://doi.org/10.1787/trends_edu-2019-en
- Partnership for 21st Century Learning. (2019). *Framework for 21st Century Learning*. Retrieved from <http://www.battelleforkids.org/networks/p21/frameworks-resources>
- Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92-96.
- Slavin, R. E. (2015). *Educational psychology: Theory and practice (11th ed.)*. Pearson.
- Tyler, R. W. (1949). *Basic principles of curriculum and instruction*. University of Chicago Press.
- UNESCO. (2020). *Education for Sustainable Development: A Roadmap*. UNESCO Publishing.

ปัจจัยการเลือกใช้บริการต่อเติมและซ่อมแซมบ้านจากร้านค้าปลีกสมัยใหม่กับผู้รับเหมาทั่วไป

The Factors in Selecting Home Repair and Renovation Service between Modern Home Improvement Retailers and General Home Contractors

กัญธิกา จันทนา^{1*}

Kantika Jantana^{1*}

¹ สาขาวิชาการจัดการงานก่อสร้างและนวัตกรรมการอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

¹ Construction Management Program, Faculty of Architecture and Design, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

* E-mail: kantika.jan@rmutr.ac.th; Tel.: 0636165639

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวโน้มในการเลือกใช้บริการต่อเติมและซ่อมแซมบ้านจากร้านค้าปลีกสมัยใหม่กับผู้รับเหมาทั่วไป ศึกษาความต้องการของผู้อยู่อาศัยในการต่อเติมซ่อมแซมบ้านและการคิดราคา และประเมินความพึงพอใจของผู้อยู่อาศัยในการต่อเติมและซ่อมแซมบ้าน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคือแบบสอบถามออนไลน์ เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างในอำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม จำนวน 400 คน ผลการศึกษพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เลือกใช้บริการร้านค้าปลีกสมัยใหม่ (ร้อยละ 59.7) มากกว่าผู้รับเหมาทั่วไป (ร้อยละ 40.3) โดยปัจจัยสำคัญในการเลือกใช้บริการคือ บุคคลในครอบครัวมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ ความเชี่ยวชาญในการทำงาน และการทำสัญญารับผิดชอบงาน ด้านความต้องการของผู้อยู่อาศัย ให้ความสำคัญกับการตรวจสอบสภาพสินค้าก่อนใช้งาน ส่วนด้านความพึงพอใจในการใช้บริการ ให้ความสำคัญกับการติดต่อแจ้งซ่อมเมื่อพบปัญหา

คำสำคัญ: การต่อเติมบ้าน, การซ่อมแซมบ้าน, ร้านค้าปลีกสมัยใหม่, ผู้รับเหมาทั่วไป

Abstract

The objective of this study was to investigate the trends in selecting home repair and renovation services between modern home improvement retailers and general contractors, study homeowners' needs for home renovation and repair pricing, and evaluate homeowners' satisfaction with home renovation and repair services. The research instrument was an online questionnaire collected from 400 respondents in Phutthamonthon District, Nakhon Pathom Province. The results showed that most respondents preferred modern home improvement retailers (59.7%) over general contractors (40.3%). Key factors influencing service selection were family involvement in decision-making, expertise in renovation work, and contract signing with work responsibility. Regarding homeowners' needs, respondents prioritized product inspection before use. For service satisfaction, respondents valued the ability to contact repair services when problems arose.

Keywords: Home Renovation, Home Repair, Modern Retailers, General Contractors

1. บทนำ

ในปัจจุบัน การขยายตัวของโครงการที่อยู่อาศัยในเขตพุทธมณฑลและพื้นที่ใกล้เคียงมีเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้อัตราการซื้อบ้านมีแนวโน้มสูงขึ้นในทุกโครงการ ซึ่งโครงการบ้านจัดสรรต่าง ๆ นั้นมีความสะดวกสบายในด้านสาธารณูปโภคและสาธารณูปการ แต่บางโครงการมีพื้นที่ใช้สอยที่จำกัด ไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้อยู่อาศัย จึงจำเป็นต้องมีการต่อเติมและซ่อมแซมเพื่อเพิ่มประโยชน์ใช้สอย นอกจากนี้ บ้านที่มีอายุการใช้งานมากขึ้นหรือหมดประกันการซ่อมแซม ผู้อยู่อาศัยมักต้องการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนวัสดุก่อสร้างบางส่วน เช่น ห้องครัว สุขภัณฑ์ เป็นต้น

แนวโน้มธุรกิจร้านค้าปลีกวัสดุก่อสร้างสมัยใหม่ (Modern Trade) ในปัจจุบันมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในช่วงหลังการระบาดของโควิด-19 ที่สิ้นสุดลง การลงทุนในภาคอสังหาริมทรัพย์และการปรับปรุงที่อยู่อาศัยกลับมาคึกคักอีกครั้ง ส่งผลให้ธุรกิจร้านค้าปลีกวัสดุก่อสร้างมีมูลค่าตลาดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มธุรกิจค้าปลีกสมัยใหม่ได้มีการขยายสาขาทั้งในเขตกรุงเทพฯ และต่างจังหวัด พร้อมทั้งเพิ่มบริการต่อเติมและซ่อมแซมบ้านแบบครบวงจร

ในขณะเดียวกัน ผู้รับเหมาทั่วไปในท้องถิ่นก็ยังคงมีบทบาทสำคัญในการให้บริการต่อเติมและซ่อมแซมบ้าน โดยมีจุดเด่นในเรื่องความคล่องตัว ความใกล้ชิดกับชุมชน และราคาที่อาจต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม การเลือกระหว่างการใช้บริการจากร้านค้าปลีกสมัยใหม่หรือผู้รับเหมาทั่วไปยังเป็นประเด็นที่น่าสนใจศึกษา เพราะมีปัจจัยหลายด้านที่ส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภค

ดังนั้น การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้บริการต่อเติมและซ่อมแซมบ้านจากร้านค้าปลีกสมัยใหม่กับผู้รับเหมาทั่วไป ในพื้นที่อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม เพื่อให้ทราบถึงแนวโน้มการเลือกใช้บริการ ความต้องการของผู้อยู่อาศัย และความพึงพอใจในการใช้บริการ อันจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการทั้งสองกลุ่มในการพัฒนาบริการให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาแนวโน้มในการเลือกใช้บริการต่อเติมและซ่อมแซมบ้านจากร้านค้าปลีกสมัยใหม่กับผู้รับเหมาทั่วไป
- 2) เพื่อศึกษาความต้องการของผู้อยู่อาศัยในการต่อเติมซ่อมแซมบ้านและการคิดราคาซ่อมจากร้านค้าปลีกสมัยใหม่กับผู้รับเหมาทั่วไป
- 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้อยู่อาศัยในการต่อเติมและซ่อมแซมบ้าน

1.2 การทบทวนวรรณกรรม

- 1) แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภค

พฤติกรรมผู้บริโภคเป็นกระบวนการตัดสินใจและการกระทำของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการซื้อและการใช้สินค้าหรือบริการ เพื่อตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจของตนเอง (Kotler & Keller, 2016) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับที่อยู่อาศัย ซึ่งมักเป็นการตัดสินใจที่ต้องใช้เงินลงทุนสูงและมีผลกระทบในระยะยาว

Kotler & Keller (2016) ได้อธิบายกระบวนการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่

- การรับรู้ปัญหา (Problem Recognition) - ผู้บริโภคตระหนักถึงความต้องการหรือปัญหาที่เกิดขึ้น
- การค้นหาข้อมูล (Information Search) - การหาข้อมูลเกี่ยวกับทางเลือกต่างๆ
- การประเมินทางเลือก (Alternative Evaluation) - การเปรียบเทียบและประเมินตัวเลือกที่มี
- การตัดสินใจซื้อ (Purchase Decision) - การเลือกผู้ให้บริการและทำการซื้อ
- พฤติกรรมหลังการซื้อ (Post-Purchase Behavior) - ความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจหลังใช้บริการ

สำหรับการต่อเติมและซ่อมแซมบ้าน กระบวนการตัดสินใจมีความซับซ้อนมากขึ้น เนื่องจากเป็นบริการที่มีความเสี่ยงสูงทั้งในด้านการเงินและคุณภาพงาน

ถนอมศักดิ์ จริยาบุรณ์ (2564) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกผู้รับเหมาสร้างบ้านของผู้บริโภค พบว่า การตัดสินใจในลักษณะนี้มักเป็นการตัดสินใจร่วมกันของสมาชิกในครอบครัว (Family Decision Making) โดยเฉพาะคู่สมรส ซึ่งมีอิทธิพลอย่างมากต่อกระบวนการตัดสินใจเลือกผู้ให้บริการ สอดคล้องกับทฤษฎีบทบาทและอิทธิพลของครอบครัวในกระบวนการ

ตัดสินใจซื้อของ Solomon (2017) ที่กล่าวว่า การตัดสินใจซื้อสินค้าที่มีมูลค่าสูงและมีความเสี่ยง สมาชิกในครอบครัวมักมีส่วนร่วมในกระบวนการตัดสินใจหลายขั้นตอน โดยเฉพาะคู่สมรส ซึ่งมีอิทธิพลอย่างมากต่อกระบวนการตัดสินใจเลือกผู้ให้บริการ

นอกจากนี้ ทฤษฎีการรับรู้ความเสี่ยง (Perceived Risk Theory) ของ Bauer (1960) อธิบายว่า ผู้บริโภคมักรับรู้ความเสี่ยงในการตัดสินใจซื้อสินค้าหรือบริการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเป็นสินค้าหรือบริการที่มีราคาสูงหรือมีความซับซ้อน ซึ่งการต่อเติมและซ่อมแซมบ้านจัดเป็นบริการที่มีทั้งความเสี่ยงด้านการเงิน (Financial Risk) และความเสี่ยงด้านการดำเนินงาน (Performance Risk) ดังนั้น ผู้บริโภคจึงมักแสวงหาข้อมูลและหลักประกันเพื่อลดความเสี่ยงเหล่านี้ เช่น การเลือกผู้ให้บริการที่มีชื่อเสียง การทำสัญญา หรือการรับประกันผลงาน

2) พัฒนาการของธุรกิจค้าปลีกวัสดุก่อสร้างในประเทศไทย

ธุรกิจค้าปลีกวัสดุก่อสร้างในประเทศไทยมีการพัฒนาจากรูปแบบดั้งเดิม (Traditional Trade) ไปสู่รูปแบบสมัยใหม่ (Modern Trade) อย่างต่อเนื่อง ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจ ธุรกิจและเศรษฐกิจฐานราก ธนาคารออมสิน (2566) รายงานว่า ตลาดวัสดุก่อสร้างในประเทศไทยมีมูลค่าประมาณ 700,000-800,000 ล้านบาทต่อปี โดยร้านค้าปลีกสมัยใหม่มีส่วนแบ่งตลาดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากเดิมที่มีส่วนแบ่งตลาดประมาณร้อยละ 30 ในปี 2560 เป็นประมาณร้อยละ 40 – 45 ในปี 2565

ชิพธรณ ลิขิตวัฒนโสภณ (2564) ศึกษากลยุทธ์การปรับตัวของธุรกิจร้านค้าวัสดุก่อสร้างแบบดั้งเดิมในยุคดิจิทัล พบว่า ร้านค้าปลีกสมัยใหม่มีข้อได้เปรียบในด้านเงินทุน การบริหารจัดการสมัยใหม่ ความหลากหลายของสินค้า และการให้บริการแบบครบวงจร ซึ่งทำให้ร้านค้าแบบดั้งเดิมต้องปรับตัวโดยเน้นความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ความใกล้ชิดกับลูกค้า และความยืดหยุ่นในการให้บริการ

นอกจากนี้ Y. Huang และ Y. Chang (2022) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลในธุรกิจค้าปลีกวัสดุก่อสร้างและตกแต่งบ้านในยุคหลังการระบาดของโควิด-19 พบว่า ธุรกิจค้าปลีกสมัยใหม่มีการปรับตัวโดยการเพิ่มช่องทางออนไลน์ การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality) และการให้บริการออกแบบและติดตั้งแบบครบวงจร เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไป

3) ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้บริการต่อเติมและซ่อมแซมบ้าน

งานวิจัยของภัทรวดี กฤตธำนิรันดร์ (2565) เรื่อง "ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการร้านวัสดุก่อสร้างสมัยใหม่ของประชาชนในภาคใต้" พบว่า ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการตัดสินใจ ได้แก่ ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์และบริการ ความหลากหลายของสินค้า ความน่าเชื่อถือของร้านค้า และการรับประกันคุณภาพสินค้า

ในขณะที่ ฉัตรแก้ว ชิมะบุตร (2564) ศึกษา "ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในการซื้อวัสดุก่อสร้างและการปรับตัวของร้านค้าวัสดุก่อสร้างในสถานการณ์โควิด-19" พบว่า คุณภาพของสินค้าเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการเลือกซื้อวัสดุก่อสร้าง รองลงมาคือราคาที่เหมาะสมและการบริการที่ดี

ธนเดช วิมูลกะ (2566) ศึกษา "ปัจจัยการตัดสินใจใช้บริการซ่อมแซม ต่อเติมบ้านในยุคหลังโควิด-19" พบว่า การบริการหลังการขาย การรับประกันคุณภาพงาน และความโปร่งใสในการคิดราคา เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการ นอกจากนี้ ยังพบว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญกับความสะดวกในการติดต่อประสานงานและการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นหลังการให้บริการ

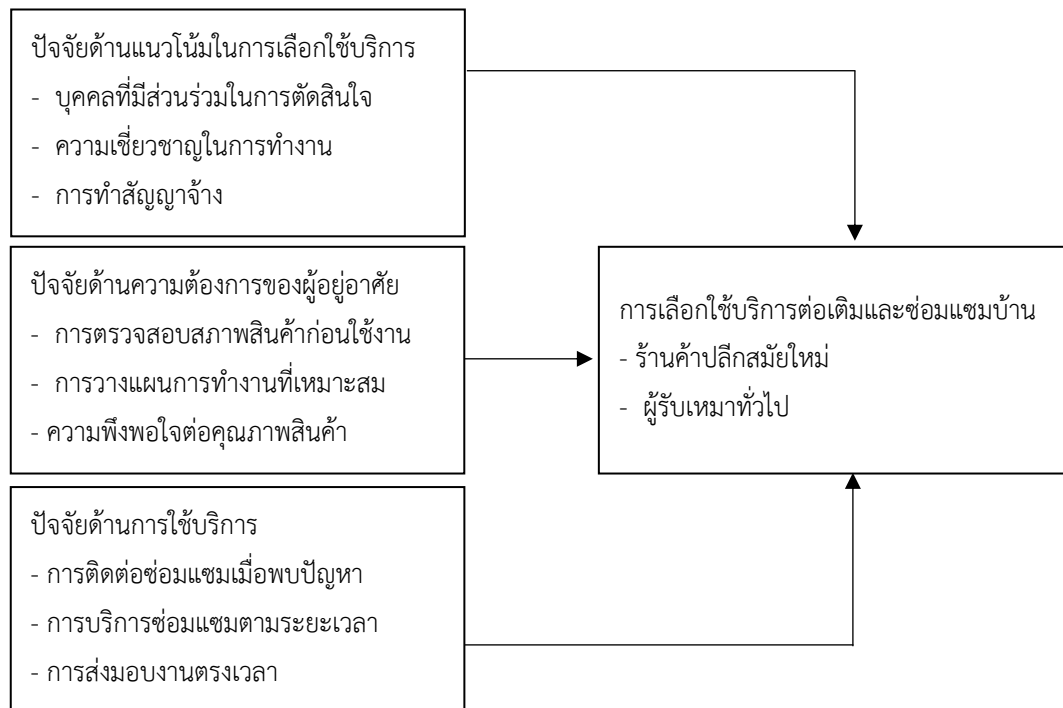
Queen K. Qian (2023) ได้ศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยที่เป็นอุปสรรคในกระบวนการตัดสินใจปรับปรุงบ้านระหว่างเจ้าของบ้านในเอเชียและยุโรป พบว่า ต้นทุนธุรกรรม (Transaction Costs) เป็นอุปสรรคสำคัญในการตัดสินใจปรับปรุงบ้าน โดยเฉพาะต้นทุนในการหาข้อมูล การเปรียบเทียบทางเลือก และการติดตามตรวจสอบการทำงาน ซึ่งร้านค้าปลีกสมัยใหม่มีแนวโน้มที่จะลดต้นทุนเหล่านี้ได้ดีกว่าผู้รับเหมาทั่วไป เนื่องจากมีกระบวนการทำงานที่เป็นมาตรฐานและมีระบบการรับประกันที่ชัดเจน

4) ทฤษฎีความพึงพอใจของลูกค้า

ความพึงพอใจของลูกค้าเป็นแนวคิดสำคัญในการศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคหลังการใช้บริการ Oliver (1997) กำหนดความพึงพอใจว่าเป็นการประเมินการตอบสนองของลูกค้าต่อสินค้าหรือบริการที่ได้รับ โดยเปรียบเทียบกับความคาดหวังที่มีอยู่ก่อนหน้านี้

5) กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้พัฒนากกรอบแนวคิดในการวิจัย โดยกำหนดให้ตัวแปรอิสระประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ ปัจจัยด้านแนวโน้มในการเลือกใช้บริการ ปัจจัยด้านความต้องการของผู้อยู่อาศัย และปัจจัยด้านการใช้บริการ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ ประชาชนทั่วไปในอำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ ผู้ที่อาศัยในบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮาส์ในเขตพุทธมณฑล ที่เคยใช้บริการต่อเติมหรือซ่อมแซมบ้าน จำนวน 400 คน คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Yamane (1973) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$ โดยใช้วิธีการสุ่มแบบบังเอิญ (Accidental Sampling)

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถามออนไลน์ (Online Questionnaire) ผ่าน Google Forms แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ระดับการศึกษา และความต้องการในการเลือกใช้บริการ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้บริการ ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ ปัจจัยด้านแนวโน้มในการเลือกใช้บริการ ปัจจัยด้านความต้องการของผู้อยู่อาศัย และปัจจัยด้านการใช้บริการ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

ส่วนที่ 3 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามไปทดสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้ค่า IOC (Index of Item-Objective Congruence) อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 และทดสอบความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างจริงจำนวน 30 คน ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการแจกแบบสอบถามออนไลน์ให้กับกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม โดยใช้การส่งข้อมูลผ่านคิวอาร์โค้ด (QR Code) และช่องทางโซเชียลมีเดียท้องถิ่น ระหว่างเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2568 จำนวน 400 ชุด

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจ ดังนี้

- 4.21 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
- 3.41 – 4.20 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก
- 2.61 – 3.40 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
- 1.81 – 2.60 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย
- 1.00 – 1.80 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	220	55.00
หญิง	180	45.00
อาชีพ		
ลูกจ้าง	156	39.00
ธุรกิจส่วนตัว	103	25.80
รับราชการ / รัฐวิสาหกิจ	85	21.20
อื่น ๆ	56	14.00
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
ต่ำกว่า 15,000 บาท	104	26.00
15,000 – 30,000 บาท	116	29.00
30,001 – 45,000 บาท	92	23.00
45,001 บาทขึ้นไป	88	22.00

ข้อมูล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่าปริญญาตรี	124	31.00
ปริญญาตรี	208	52.00
สูงกว่าปริญญาตรี	68	17.00
ความต้องการในการเลือกใช้บริการ		
ร้านค้าปลีกสมัยใหม่	239	59.7
ผู้รับเหมาทั่วไป	161	40.3

จากตารางที่ 1 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 220 คน (ร้อยละ 55) มีอาชีพเป็นลูกจ้าง จำนวน 156 คน (ร้อยละ 39) รองลงมาคือประกอบธุรกิจส่วนตัว จำนวน 103 คน (ร้อยละ 25.8) มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 15,000-30,000 บาท จำนวน 116 คน (ร้อยละ 29) รองลงมาคือรายได้ต่ำกว่า 15,000 บาท จำนวน 104 คน (ร้อยละ 26) และมีการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 208 คน (ร้อยละ 52) ตามลำดับ

3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้บริการ

1) ปัจจัยด้านแนวโน้มในการเลือกใช้บริการ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยด้านแนวโน้มในการเลือกใช้บริการ

ปัจจัยด้านแนวโน้มในการเลือกใช้บริการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความสำคัญ
1. บุคคลในครอบครัวมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ	4.03	0.68	มาก
2. ความเชี่ยวชาญในการทำงานต่อเติมและซ่อมแซม	3.99	0.72	มาก
3. การทำสัญญาและรับผิดชอบต่องาน	3.94	0.75	มาก
4. ความพร้อมในการเตรียมอุปกรณ์และคนงาน	3.83	0.81	มาก
5. ความพึงพอใจในการบริการ	3.72	0.83	มาก
รวม	3.90	0.76	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญกับปัจจัยบุคคลในครอบครัวมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเลือกใช้บริการมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.03) รองลงมาคือ ความเชี่ยวชาญในการทำงานต่อเติมและซ่อมแซม (ค่าเฉลี่ย 3.99) การทำสัญญาและรับผิดชอบต่องาน (ค่าเฉลี่ย 3.94) ความพร้อมในการเตรียมอุปกรณ์และคนงาน (ค่าเฉลี่ย 3.83) และความพึงพอใจในการบริการ (ค่าเฉลี่ย 3.72) ตามลำดับ

2) ปัจจัยด้านความต้องการของผู้อยู่อาศัย

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยด้านความต้องการของผู้อยู่อาศัย

ปัจจัยด้านความต้องการของผู้อยู่อาศัย	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความสำคัญ
1. การตรวจสอบสภาพสินค้าก่อนใช้งาน	3.94	0.75	มาก
2. การเตรียมแผนการทำงานให้เหมาะสมกับงานต่อเติมซ่อมแซม	3.89	0.79	มาก
3. ความพึงพอใจต่อคุณภาพสินค้าที่ผู้จัดทำเลือกมา	3.86	0.81	มาก
4. การเปรียบเทียบราคาและคุณภาพของวัสดุก่อสร้าง	3.77	0.83	มาก
5. การได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับการดูแลรักษาหลังการติดตั้ง	3.75	0.85	มาก
รวม	3.84	0.81	มาก

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญกับการตรวจสอบสภาพสินค้าก่อนใช้งานมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 3.94) รองลงมาคือ การเตรียมแผนการทำงานให้เหมาะสมกับงานต่อเติมซ่อมแซม (ค่าเฉลี่ย 3.89) และความพึงพอใจต่อคุณภาพสินค้าที่ผู้จัดทำเลือกมา (ค่าเฉลี่ย 3.86) ตามลำดับ

3) ปัจจัยด้านการใช้บริการ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยด้านการใช้บริการ

ปัจจัยด้านการใช้บริการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความสำคัญ
1. การติดต่อแจ้งซ่อมเมื่อพบปัญหา	4.06	0.72	มาก
2. การบริการซ่อมแซมดูแลรักษาตามระยะเวลาที่กำหนดในสัญญา	3.94	0.78	มาก
3. การส่งมอบงานตรงตามเวลาที่ตกลงกันไว้	3.92	0.79	มาก
4. ความประทับใจในบริการหลังการขาย	3.87	0.81	มาก
5. ความโปร่งใสในการคิดราคาค่าบริการ	3.85	0.83	มาก
รวม	3.93	0.79	มาก

จากตารางที่ 4 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญกับการติดต่อแจ้งซ่อมเมื่อพบปัญหามากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.06) รองลงมาคือ การบริการซ่อมแซมดูแลรักษาตามระยะเวลาที่กำหนดในสัญญา (ค่าเฉลี่ย 3.94) และการส่งมอบงานตรงตามเวลาที่ตกลงกันไว้ (ค่าเฉลี่ย 3.92) ตามลำดับ

3.3 การวิเคราะห์ความแตกต่างของการเลือกใช้บริการตามลักษณะทางประชากรศาสตร์

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบการเลือกใช้บริการตามเพศ

เพศ	ร้านค้าปลีกสมัยใหม่ (คน)	ร้อยละ	ผู้รับเหมาทั่วไป (คน)	ร้อยละ	ค่า t	p-value
ชาย	126	57.30	94	42.70	1.328	0.185
หญิง	113	62.80	67	37.20		

จากตารางที่ 5 พบว่า เพศชายและเพศหญิงเลือกใช้บริการร้านค้าปลีกสมัยใหม่และผู้รับเหมาทั่วไปไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p=0.185$) โดยทั้งเพศชายและเพศหญิงมีแนวโน้มเลือกใช้บริการร้านค้าปลีกสมัยใหม่มากกว่าผู้รับเหมาทั่วไป

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบการเลือกใช้บริการตามระดับรายได้

ระดับรายได้	ร้านค้าปลีกสมัยใหม่ (คน)	ร้อยละ	ผู้รับเหมาทั่วไป (คน)	ร้อยละ	ค่า F	p-value
ต่ำกว่า 15,000 บาท	54	51.9	50	48.1	3.962*	.008
15,000-30,000 บาท	72	62.1	44	37.9		
30,001-45,000 บาท	58	63.0	34	37.0		
45,001 บาทขึ้นไป	55	62.5	33	37.5		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 6 พบว่า ผู้ที่มีรายได้แตกต่างกันมีการเลือกใช้บริการต่อเติมและซ่อมแซมบ้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p=.008$) โดยกลุ่มที่มีรายได้ต่ำกว่า 15,000 บาทมีส่วนเลือกใช้บริการผู้รับเหมาทั่วไปสูงกว่ากลุ่มอื่น ในขณะที่กลุ่มที่มีรายได้สูงกว่ามีแนวโน้มเลือกใช้บริการร้านค้าปลีกสมัยใหม่มากกว่า

3.4 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เลือกใช้บริการต่อเติมและซ่อมแซมบ้านจากร้านค้าปลีกสมัยใหม่มากกว่าผู้รับเหมาทั่วไป (ร้อยละ 59.7 และร้อยละ 40.3 ตามลำดับ) สอดคล้องกับงานวิจัยของชิพธรณ ลิขิตวัฒน์โสภณ (2564) ที่พบว่าร้านค้าวัสดุก่อสร้างในรูปแบบเดิมเริ่มเสื่อมความนิยม เนื่องจากการขยายตัวของร้านค้าวัสดุก่อสร้างแบบใหม่ (Modern Trade) ที่มีการลงทุนเข้ามาในตลาดวัสดุก่อสร้างเพิ่มมากขึ้น

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเลือกใช้บริการร้านค้าปลีกสมัยใหม่ ได้แก่ ความหลากหลายของสินค้าและบริการ ความน่าเชื่อถือของแบรนด์ และการรับประกันคุณภาพงาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของภทวดี กฤตวิชิตนันต์ (2565) ที่พบว่า ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์และบริการ รวมถึงความน่าเชื่อถือของร้านค้า มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการร้านค้าวัสดุก่อสร้างสมัยใหม่

นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังพบว่า บุคคลในครอบครัวมีส่วนร่วมในการตัดสินใจเลือกใช้บริการมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.03) สอดคล้องกับทฤษฎีพฤติกรรมผู้บริโภคที่ว่า การตัดสินใจซื้อสินค้าหรือบริการที่มีมูลค่าสูงและเกี่ยวข้องกับที่อยู่อาศัย มักจะมีการปรึกษาหารือกันในครอบครัวก่อนตัดสินใจ (ถนอมศักดิ์ จริยาบุรณ์, 2564)

ในด้านความต้องการของผู้อยู่อาศัย การตรวจสอบสภาพสินค้าก่อนใช้งานเป็นปัจจัยสำคัญที่สุด (ค่าเฉลี่ย 3.94) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญกับคุณภาพของวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการต่อเติมและซ่อมแซมบ้าน สอดคล้องกับงานวิจัยของฉัตรแก้ว ชิมะบุตร (2564) ที่พบว่า ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับคุณภาพของสินค้าเป็นอันดับแรกในการเลือกซื้อวัสดุก่อสร้าง

สำหรับปัจจัยด้านการใช้บริการ การติดต่อแจ้งซ่อมเมื่อพบปัญหาเป็นปัจจัยสำคัญที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.06) แสดงให้เห็นว่า ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการบริการหลังการขายและการแก้ไขปัญหาเมื่อเกิดความเสียหาย สอดคล้องกับงานวิจัยของธนเดช วิมูลคะ (2566) ที่พบว่า การให้บริการหลังการขายและการรับประกันคุณภาพงานเป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจใช้บริการซ่อมแซมและต่อเติมบ้าน

เมื่อพิจารณาความแตกต่างของการเลือกใช้บริการตามปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ พบว่า ผู้ที่มีรายได้สูงมีแนวโน้มเลือกใช้บริการร้านค้าปลีกสมัยใหม่มากกว่า ในขณะที่ผู้มีรายได้ต่ำมีสัดส่วนการเลือกใช้บริการผู้รับเหมาทั่วไปสูงกว่า ซึ่งอาจเป็นเพราะปัจจัยด้านราคาและความคุ้มค่าในระยะยาว สอดคล้องกับงานวิจัยของสุวิทย์ มาประเสริฐ (2565) ที่พบว่า กลุ่มผู้มีรายได้ต่ำให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านราคามากกว่ากลุ่มผู้มีรายได้สูงในการเลือกใช้บริการซ่อมแซมและต่อเติมบ้าน

จากผลการวิจัยครั้งนี้ ยังพบว่าร้านค้าปลีกสมัยใหม่มีข้อได้เปรียบในด้านความน่าเชื่อถือ การรับประกันคุณภาพงาน และความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ ในขณะที่ผู้รับเหมาทั่วไปมีข้อได้เปรียบในด้านราคาและความยืดหยุ่นในการทำงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Y. Huang และ Y. Chang (2022) ที่พบว่า ธุรกิจค้าปลีกสมัยใหม่มีการปรับตัวโดยเพิ่มมูลค่าทางด้านบริการแบบครบวงจรเพื่อให้สามารถแข่งขันกับผู้รับเหมาท้องถิ่นได้มากขึ้น

4. สรุปผล

4.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาปัจจัยการเลือกใช้บริการต่อเติมและซ่อมแซมบ้านจากร้านค้าปลีกสมัยใหม่กับผู้รับเหมาทั่วไป พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เลือกใช้บริการจากร้านค้าปลีกสมัยใหม่ (ร้อยละ 59.7) มากกว่าผู้รับเหมาทั่วไป (ร้อยละ 40.3) โดยปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้บริการมากที่สุด คือ บุคคลในครอบครัวมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ ความเชี่ยวชาญในการทำงาน และการทำสัญญารับประกันงาน

ด้านความต้องการของผู้อยู่อาศัย ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการตรวจสอบสภาพสินค้าก่อนใช้งาน การเตรียมแผนการทำงานที่เหมาะสม และคุณภาพของสินค้า ส่วนด้านการใช้บริการ ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการติดต่อแจ้งซ่อมเมื่อพบปัญหา การบริการซ่อมแซมตามระยะเวลาในสัญญา และการส่งมอบงานตรงเวลา

นอกจากนี้ ยังพบความแตกต่างในการเลือกใช้บริการตามระดับรายได้ โดยผู้ที่มีรายได้ต่ำมีแนวโน้มเลือกใช้บริการผู้รับเหมาทั่วไปในสัดส่วนที่สูงกว่าผู้มีรายได้สูง ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของปัจจัยด้านราคาในการตัดสินใจของผู้บริโภคกลุ่มนี้

4.2 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1) สำหรับร้านค้าปลีกสมัยใหม่

- ควรรักษามาตรฐานการให้บริการและเพิ่มความหลากหลายของสินค้าและบริการ โดยเน้นคุณภาพและการรับประกันผลงาน
- พัฒนาระบบการแจ้งซ่อมและการบริการหลังการขายให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า
- พิจารณานำเสนอแพ็คเกจราคาที่หลากหลาย เพื่อดึงดูดกลุ่มลูกค้าที่มีรายได้แตกต่างกัน
- เพิ่มการอบรมพนักงานให้สามารถให้คำแนะนำเกี่ยวกับการดูแลรักษาหลังการติดตั้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) สำหรับผู้รับเหมาทั่วไป

- ควรปรับกลยุทธ์ทางการตลาด โดยเน้นจุดแข็งด้านความยืดหยุ่น ความคล่องตัว และการปรับแต่งบริการให้ตรงกับความต้องการเฉพาะของลูกค้า
- เพิ่มความน่าเชื่อถือโดยการจัดทำสัญญาที่ชัดเจนและมีการรับประกันผลงาน
- พัฒนาระบบการให้บริการให้มีมาตรฐานมากขึ้น เช่น การตรวจสอบคุณภาพสินค้าก่อนใช้งาน การส่งมอบงานตรงเวลา
- สร้างเครือข่ายพันธมิตรกับร้านค้าวัสดุก่อสร้างท้องถิ่นเพื่อเพิ่มความหลากหลายของวัสดุและความสามารถในการแข่งขันด้านราคา

3) ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

- ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพงานและต้นทุนในระยะยาวระหว่างการใช้บริการร้านค้าปลีกสมัยใหม่กับผู้รับเหมาทั่วไป เพื่อประเมินความคุ้มค่าที่แท้จริงสำหรับผู้บริโภค
- ควรศึกษาผลกระทบของเทคโนโลยีดิจิทัลต่อการให้บริการต่อเติมและซ่อมแซมบ้าน เช่น การใช้แอปพลิเคชันในการเลือกวัสดุและติดตามความคืบหน้าของงาน
- ควรขยายขอบเขตการศึกษาไปยังพื้นที่อื่นๆ ทั้งในเขตเมืองและชนบท เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้บริการในแต่ละพื้นที่
- ควรศึกษาแนวทางการพัฒนาความร่วมมือระหว่างร้านค้าปลีกสมัยใหม่กับผู้รับเหมาท้องถิ่น เพื่อสร้างโมเดลธุรกิจที่ผสมผสานข้อดีของทั้งสองฝ่าย
- ควรศึกษาแนวโน้มความยั่งยืนในการต่อเติมและซ่อมแซมบ้าน เช่น การใช้วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและการประหยัดพลังงาน

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยความรู้และการสนับสนุนจากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย และขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะอันมีค่าในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของงานวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- ชิพรรณ ลิขิตวัฒนโสภณ. (2564). กลยุทธ์การปรับตัวของธุรกิจร้านค้าวัสดุก่อสร้างแบบดั้งเดิมในยุคดิจิทัล. วารสารบริหารธุรกิจและสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 4(2), 86-98.
- ฉัตรแก้ว ชิมะบุตร. (2564). ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในการซื้อวัสดุก่อสร้างและการปรับตัวของร้านค้าวัสดุก่อสร้างในสถานการณ์โควิด-19. วารสารวิชาการบริหารธุรกิจ, 10(1), 115-128.
- ณอมศักดิ์ จริยาบุรณ. (2564). ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกผู้รับเหมาสร้างบ้านของผู้บริโภค: กรณีศึกษาเขตพื้นที่ชานเมืองกรุงเทพมหานคร. วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, 16(1), 85-96.
- ธนเดช วิมูละ. (2566). ปัจจัยการตัดสินใจใช้บริการซ่อมแซม ต่อเติมบ้านในยุคหลังโควิด-19: กรณีศึกษาผู้บริโภคในเขตปริมณฑล. วารสารบริหารธุรกิจและสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 6(1), 42-56.
- บริษัท คูโฮม จำกัด (มหาชน). (2566). รายงานประจำปี 2565: แนวโน้มธุรกิจค้าปลีกวัสดุก่อสร้างและตกแต่งบ้าน. กรุงเทพฯ: บริษัทคูโฮม จำกัด (มหาชน).
- ภัทรวดี กฤตรัชชานันต์. (2565). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการร้านค้าวัสดุก่อสร้างสมัยใหม่ของประชาชนในภาคใต้. วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, 9(1), 179-192.

- ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจ ธุรกิจและเศรษฐกิจฐานราก ธนาคารออมสิน. (2566). *แนวโน้มธุรกิจโมเดิร์นเทรดวัสดุก่อสร้าง (Construction Material Modern Trade) ปี 2566-2567*. กรุงเทพฯ: ธนาคารออมสิน.
- สุวิทย์ มาประเสริฐ. (2565). พฤติกรรมการเลือกซื้อวัสดุก่อสร้างและบริการต่อเติมบ้านของผู้บริโภคยุคดิจิทัล. *วารสารการจัดการสมัยใหม่*, 20(1), 73-84.
- Queena K. Qian. (2023). *Transaction costs as a barrier in the renovation decision-making process: A comparative study between Asian and European homeowners*. *Energy & Buildings*, 272, 112692.
- Y. Huang, & Y. Chang. (2022). *Digital transformation in retail home improvement business: Challenges and opportunities in post-pandemic era*. *Journal of Business Research*, 148, 208-220.

ผ้าห่อคัมภีร์ใบลาน: กรณีศึกษามรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมของชาวไทยยวนบ้านท่าเสา
อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

Palm-Leaf Scripture Wrap: A Case Study of Cultural Heritage of Thai Yuan,
Ban Tha Sao, Kamphaeng Saen District, Nakhon Pathom Province

จิตกวี กระจ่างเมฆ^{1*} นิสานาด อิงคดาภา¹ และ คณาวุฒิ เจียมวัฒนพงศ์¹

Jitkawee Krachangmek^{1*} Nisanad Ingadapa¹ and Knavoot Jiamwattanapong¹

¹ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

¹⁻³ Faculty of Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

* Email: jitkawee.kra@rmutr.ac.th Tel: 0887531752

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลวดลายผ้าห่อคัมภีร์ใบลานของชาวไทยยวนบ้านท่าเสา และเพื่อส่งเสริมให้มีการฟื้นฟู สืบสานการทอผ้าตามลวดลายผ้าห่อคัมภีร์ใบลานโบราณ โดยวิธีวิจัยเชิงคุณภาพเก็บข้อมูลภาคสนามแบบมีส่วนร่วมควบคู่กับการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย 15 คน นำเสนอผลการวิจัยแบบพรรณนาวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า ลวดลายในผ้าห่อคัมภีร์ใบลานของชาวไทยยวนบ้านท่าเสา มี 6 ลายคือ ลายดอกจัน ลายสะแหเสา ลายเปีย ลายขอเหลี่ยม ลายมุกเขี้ยวหมาและลายมุกไม้ลอด ที่มาของลวดลาย พบว่า จากสิ่งของเครื่องใช้ จากความศรัทธาในพระพุทธศาสนาและจากพืช รูปแบบการทอและวัสดุใช้ห่อ พบว่า มีแบบทอมือและแบบถักจากฝ้าย วัสดุใช้ห่อคัมภีร์ใบลานจากไม้ไผ่และจากผ้า ลักษณะของผ้าห่อคัมภีร์ที่ถอดลายและทอใหม่มี แบบผ้าพื้น แบบจกและแบบยกมุก ส่วนเนื้อหาในใบลานกล่าวถึงการเคลื่อนย้ายของชาวไทยยวนจากบ้านคูบัว ราชบุรี ชื่อสถานที่ในอดีต ชื่อบุคคลสำคัญ ความเชื่อทางพระพุทธศาสนา วิถีชีวิต การถวายเป็นผ้าห่อคัมภีร์ใบลานจะถวายเป็นโอกาสงานบุญประจำปี บุญกฐิน สงกรานต์และอุทิศส่วนกุศลให้ญาติที่ล่วงลับ สำหรับแนวทางการส่งเสริมฟื้นฟูและสืบสานการทอผ้าตามลวดลายที่ปรากฏในผ้าห่อคัมภีร์นั้นควรส่งเสริมให้มีหลักสูตรท้องถิ่นทอผ้าไทยแบบโบราณ ปลุกฝังให้เยาวชนรักบ้านเกิด ประเพณีสำคัญ ๆ จัดโครงการฟื้นฟู อนุรักษ์การทอผ้าตามลวดลายของผ้าทอโบราณที่มีการถอดลายโดยใช้ปราชญ์ท้องถิ่นหรือครูภูมิปัญญาเป็นผู้ถ่ายทอด

คำสำคัญ: คัมภีร์ใบลาน, ผ้าห่อคัมภีร์ใบลาน, ลวดลายผ้า

Abstract

This study aims to examine the fabric patterns used for wrapping palm-leaf manuscripts by the Tai Yuan community of Ban Tha Sao and to promote the revival and transmission of traditional weaving practices based on these ancient designs. Using qualitative research methods, data were collected through participatory observation and semi-structured interviews with 15 key informants. The results were presented through descriptive analysis. The study identified six traditional textile patterns in the manuscript-wrapping cloths: Dok Chan, Sa Hae Sao, Pia, Kho Liao, Muk Khiao Ma, and Muk Mai Lot. The origins of these patterns stem from household items, Buddhist beliefs, and local flora. Materials used for wrapping palm-leaf manuscripts include bamboo and cloth, with hand-weaving and cotton knitting as the primary techniques. The content found in the palm-leaf manuscripts reflects the migration history of the Tai Yuan people from Ban Khubua, Ratchaburi, ancient place names, notable individuals, Buddhist beliefs, and traditional ways of life. The cloths were typically offered during local merit-making events such as annual festivals, the Kathina ceremony, the Songkran festival, and ceremonies for dedicating merit to deceased relatives. The reproduced manuscript cloths can be categorized into three types: plain weave, chok (a traditional intricate weaving technique), and yok muk (raised pearl-pattern weave). To promote and sustain traditional weaving based on these patterns, the study recommends developing local textile curricula to foster cultural pride among youth and organizing revitalization projects led by local master artisans and cultural experts.

Keywords: Palm-leaf Manuscripts, Cloth-wrapped Manuscripts, Traditional Textile Patterns

1. บทนำ

วัฒนธรรมการถวายเป็นผ้าและสิ่งทอในทางพระพุทธศาสนาเกิดขึ้นจากความเชื่อและความศรัทธาของผู้ทอที่มีต่อพระพุทธศาสนาเพื่อใช้ในการประกอบพิธีกรรมทางพระพุทธศาสนา การถวายเป็นผ้าเป็นคติความเชื่อที่พบได้ในทุกกลุ่มชน ทุกภูมิภาค เป็นวัฒนธรรมที่ปฏิบัติในกลุ่มเชื้อสายไทยหลายกลุ่มที่นับถือพุทธศาสนา เช่น ไทยยวน ไทยลื้อ ไทยเขิน ไทยใหญ่ เชื่อว่าผู้ใดสร้างคัมภีร์ไบเบิลถวายถือเป็นการสร้างธรรมจะได้านิสงส์อันยิ่งใหญ่ จึงได้มีธรรมเนียมสร้างคัมภีร์ไบเบิลถวายวัดและในการถวายเป็นคัมภีร์จะมีผ้าห่อคัมภีร์ห่อหุ้มเพื่อป้องกันคัมภีร์ชำรุดเสียหายจึงเกิดเป็นธรรมเนียมการทอและถวายเป็นผ้าห่อคัมภีร์ขึ้น ผ้าห่อคัมภีร์มีการทอจากไหม ผ้าย และไม้ไผ่ การใช้ไม้ไผ่ทอสอดแทรกอยู่ในผืนผ้า เชื่อว่าเป็นเสมือนชั้นบันได เมื่อผู้ทอหรือผู้ถวายผ้าห่อคัมภีร์เสียชีวิตจะได้ไต่บันไดนั้นเพื่อขึ้นสวรรค์” ผ้าห่อคัมภีร์ ผืนผ้าแห่งศรัทธา (ออนไลน์: 2566) ผ้าจึงเป็นเครื่องบูชาอีกประการหนึ่งที่ผู้ทอบรรจุถักทอปักร้อยด้วยจิตใจที่เลื่อมใสในพุทธศาสนาด้วยลวดลายอย่างวิจิตรสวยงามลงบนผืนผ้าในเทศกาลต่าง ๆ เช่น การถวายผ้าพระเวส การถวายผ้าคลุมพระธาตุ การถวายธง การถวายผ้าพระบฏ ผ้ากราบ ปลอกหมอน ดังที่ วิถี พานิชพันธ์ (2547: 57) ได้กล่าวไว้ว่า นอกจากคนไทยจะใช้ผ้าเป็นเครื่องนุ่งห่มแล้ว ยังใช้ผ้าในพิธีความเชื่อตลอดจนพิธีกรรมทางพระพุทธศาสนาอีกด้วย คัมภีร์ไบเบิลถือเป็นของสูงและชาวบ้านเคารพนับถือว่าเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์ ดังนั้นผ้าที่นำมาห่อคัมภีร์ไบเบิลจึงต้องเป็นผ้าใหม่ สวยงาม เนื้อดีเป็นผ้าที่ทอขึ้นเอง เนื่องจากวัฒนธรรมไทยไม่อนุญาตให้ผู้หญิงจารพระธรรม ที่ถือว่าการจารอักขระแต่ละตัวมีอานิสงส์มากมายมหาศาลประหนึ่งสร้างโบสถ์วิหาร ดังนั้นฝ่ายหญิงจึงหาวัสดุมาสร้างบุญด้วยการทอผ้าห่อคัมภีร์ขึ้น มีทั้งผ้าชิ้น ผ้าลายขีด ผ้าทอยกดอกผ้าทอยกดิน ผ้าไหม และผ้าท่วน ผ้าห่อคัมภีร์นอกจากมีคุณค่าทางด้านพุทธศาสนาแล้ว ยังสะท้อนให้เห็นวิถีชีวิตความเป็นอยู่ ประวัติศาสตร์ของผู้คนในแต่ละยุคสมัยอีกด้วยถักทอด้วยฝีมือของคนในชุมชน แสดงถึงเอกลักษณ์ทางภูมิปัญญาทักษะความชำนาญที่ถ่ายทอด บันทึกลงไว้ให้คนรุ่นหลังได้เรียนรู้ของแต่ละกลุ่มชาติพันธุ์ ไทยยวน เป็นอีกกลุ่มชาติพันธุ์ที่เข้ามาอยู่ในประเทศไทยเนื่องจากผลกระทบจากสงครามที่เกิดขึ้นหัวเมืองลาวและหัวเมืองล้านนาในสมัยรัตนโกสินทร์ตอนต้น ด้วยเหตุการณ์ดังกล่าวทำให้ชาวไทยยวนเมืองเชียงแสนได้เคลื่อนย้ายเข้าสู่ประเทศไทย บริเวณตอนกลางปรากฏการตั้งถิ่นฐานที่ เมืองสระบุรี เมืองราชบุรี เมืองกาญจนบุรี เมืองนครปฐม เมืองลพบุรี บังอร ปายะพันธุ์ (2529: 56) ชาวไทยยวนเชียงแสนที่ตั้งบ้านเรือนอยู่เมืองราชบุรีมีจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น จึงได้มีการขยายบ้านเรือนออกหาแหล่งทำกินไปถึงจังหวัดนครปฐม กาญจนบุรี จึงปรากฏการตั้งถิ่นฐานของชาวไทยยวนที่บ้านท่าเสา ตำบลห้วยม่วง 3 หมู่บ้าน คือ หมู่ 3 หมู่ 7 และหมู่ 11 และยังมีการอพยพต่อไปยังพิษณุโลก และอุดรดิตถ์ตามลำดับ กลุ่มชาวไทยยวนจึงปรากฏการตั้งถิ่นฐานในประเทศไทยหลายพื้นที่โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคกลาง นราธิป ทับทันและชินศักดิ์ ตันติกุล (2560: 15) คนยวนส่วนใหญ่ นับถือศาสนาพุทธมีความเชื่อเรื่องผีบ้านผีเรือนมีภาษาพูดภาษาเขียนเป็นลายลักษณ์อักษรนิยมจารลงในสมุดข่อยหรือใบลานเรียกอักษรนี้ว่า “หนังสือยวน” ปัจจุบันเรียก “ตัวฝักขาม” หรือ “ตัวเมือง” มูลนิธิสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน (2566: ออนไลน์) เรื่องราวที่จารส่วนใหญ่เป็นเรื่องเกี่ยวกับพระพุทธศาสนาชาวไทยยวนมีฝีมือในการทอผ้าที่มีเอกลักษณ์เป็นของตนเองผ้าทอแต่ละแบบมีการใช้ต่างกรรมต่างวาระที่สำคัญที่สุดของการทอผ้าชิ้นของชาวไทยยวนคือทุกคนต้องมีเป็นของตนเองและมีผ้าชิ้นพิเศษสำหรับ “ใส่ตาย” ใส่ในวาระสุดท้ายของตนเอง ลวดลายการทอผ้าของชาวไทยยวนมีความสวยงามวิจิตรตระการตา นอกเหนือจากการทอผ้าที่ใช้เป็นเครื่องนุ่งห่มแล้วยังมีการทอผ้าที่ใช้ในพิธีกรรม เช่น ผ้าเทียงพระเจ้า คือผ้าที่ใช้ซึ่งเป็นผ้าเพดานอยู่เหนือเศียรของพระพุทธรูป ตุง 12 นักษัตร หรือ ตุง 12 ราศีซึ่งล้วนแต่เป็นผ้าทอที่ถักทอขึ้นสำหรับถวายวัดในการประกอบพิธีมงคล รวมถึงมีการทอ“ผ้าห่อคัมภีร์” ที่มีลวดลายสวยงามถวายให้วัดใช้สำหรับห่อใบลาน ทองพับ (เผ้าทอง ทองเจือ, 2563: 28-29)

ผ้าห่อคัมภีร์ไบเบิลของชาวไทยยวนบ้านท่าเสาจะเก็บไว้ที่วัดท่าเสาบรรพบุรุษได้ถักและทอถวายมาเป็นระยะเวลาอันนาน และเพิ่งจะมีการค้นพบจึงมีสภาพเก่า ผุเปื่อยและชำรุดส่วนหนึ่งยังคงมีสภาพดีเนิ่นสีแดง เหลือง เขียว ลวดลายมีทั้งจากการถักและการทอเป็นสัตว์มงคล ลายปราสาทและสิ่งของสูงส่ง เนื้อหาโดยภาพรวมจะเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับพุทธประวัติ วรรณกรรม หน้าที่สุดท้ายของใบลานจะสอดแทรกด้วยถ้อยคำในเชิงกล่าวที่เรียกว่า “การจ้อย” การจ้อยจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับนิทานชาดก คำสอน ประวัติตลอดจนการเกี่ยวพาราสักัน บางฉบับกล่าวมออุทิศให้กับญาติที่ล่วงลับไปแล้ว ปัจจุบันการทอและถักผ้าห่อคัมภีร์ได้หายไปจากชุมชน ประมาณ 80 ปี มาแล้วและไม่มีผู้ใดสามารถจาร หรืออ่านใบลานได้รวมถึงการถักผ้าห่อคัมภีร์ ประเด็นดังกล่าว

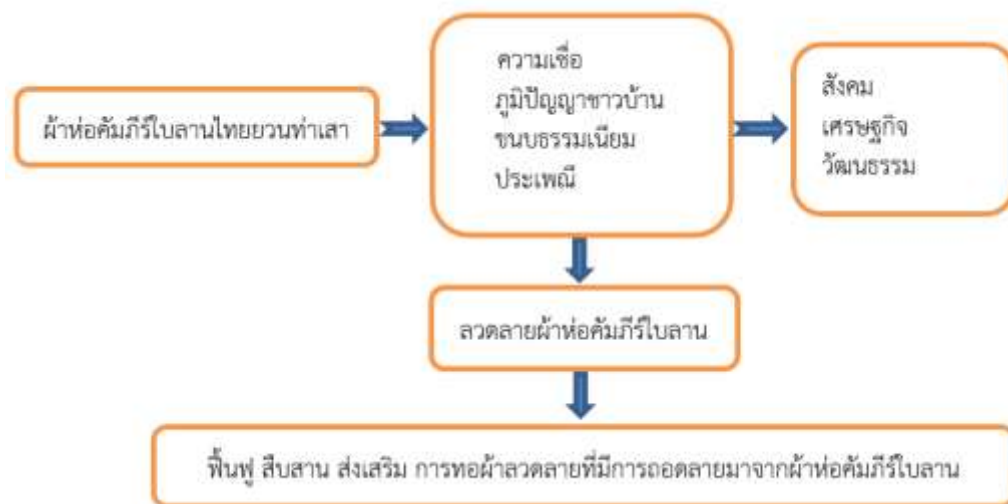
จึงเป็นปัญหาหลักหากไม่มีการฟื้นฟูและถอดลายไว้โอกาสที่ผ้าห่อคัมภีร์จะชำรุดและย่อยสลายไปกับการเวลาความเป็นไปได้สูงเพราะผ้ามีอายุหลายปี จึงควรมีการฟื้นฟูและส่งเสริมให้มีการทอขึ้นมาใหม่แล้วถ่ายทอดให้คนรุ่นใหม่ได้เรียนรู้หรือฝึกได้ ถือว่าเป็นการอนุรักษ์ต้นแบบเอกลักษณ์การทอ ถัก ลวดลายงานฝีมือทางภูมิปัญญาของบรรพบุรุษไว้ วรุณม มั่นพรม (2566: สัมภาษณ์)

จากความสำคัญดังกล่าวจึงเป็นแรงจูงใจให้ผู้วิจัยมุ่งศึกษาผ้าห่อคัมภีร์โบราณของชาวไทยวนบ้านท่าเสาด้วยการให้ช่างทอกลุ่มทอผ้าวงเดือนผ้าทอไทยวนโบราณแกะ ถอดลาย ผ้าห่อคัมภีร์ว่ามีลวดลายใดบ้าง แต่ละลายมีชื่อเรียกว่าอย่างไร มีคติความเชื่อและสะท้อนให้เห็นวัฒนธรรม ประเพณีของชาวไทยวนบ้านท่าเสาในด้านใด อันจะเป็นประโยชน์ต่อการรักษาต้นแบบลวดลายผ้าแบบโบราณและเผยแพร่ภูมิปัญญางานฝีมือถักทอผ้าของบรรพบุรุษไว้เป็นเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่นตลอดจนนำไปสร้างสรรค์ต่อยอดให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์สินค้าชุมชน เพื่อสร้างรายได้สร้างอาชีพตลอดจนช่วยดึงดูดความสนใจให้ผู้นำชุมชนส่งเสริมให้เกิดการท่องเที่ยวซื้อสินค้าทางภูมิปัญญาชุมชนต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาลวดลายผ้าห่อคัมภีร์โบราณของชาวไทยวนบ้านท่าเสา
- 2) เพื่อส่งเสริมให้มีการฟื้นฟู สืบสานการทอผ้าตามลวดลายผ้าห่อคัมภีร์โบราณของชาวไทยวนบ้านท่าเสา

1.2 กรอบการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ใช้ชุมชน 2 หมู่ คือหมู่ 7 และหมู่ 11 เนื่องจากยังคงมีการสืบสานการทอผ้าสืบต่อมาจากบรรพบุรุษจากรุ่นสู่รุ่นโดยมีการจัดตั้งเป็นกลุ่มทอผ้าที่เกิดจากการร่วมตัวของญาติพี่น้องเพื่อจำหน่าย

2. ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research)

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ หมายถึง บุคคลในชุมชนบ้านท่าเสา อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทอผ้าไทยวน ไม่ว่าจะเป็นผู้ปฏิบัติจริง ผู้ถ่ายทอดองค์ความรู้ หรือผู้สืบทอดทอผ้าในด้านต่าง ๆ ทั้งทางวัฒนธรรม สังคม และการออกแบบ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คัดเลือกโดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) พิจารณาจากความสามารถในการให้ข้อมูลที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ได้แก่ ความรู้ ความเชี่ยวชาญ ประสบการณ์ และบทบาทในชุมชน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1) ผู้ให้ข้อมูลหลัก

ผู้ให้ข้อมูลหลัก ได้แก่ สมาชิกกลุ่มทอผ้าโบราณไทยยวนบ้านท่าเสา หมู่ที่ 7 และหมู่ที่ 11 รวมจำนวน 10 คน ซึ่งล้วนเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ตรงในการทอผ้า บางรายเป็นครูภูมิปัญญาท้องถิ่น เช่น นางสมยา ดอนจิวไทย ผู้ถ่ายทอดความรู้สู่คนรุ่นใหม่ ได้แก่ นางวงเดือน มั่นพรหม และนายวรุณม มั่นพรหม ผู้นำกลุ่มทอผ้าวงเดือน ผ้าจกไท-ยวน

2) ผู้ให้ข้อมูลรอง

ผู้ให้ข้อมูลรอง ประกอบด้วยบุคคลที่เกี่ยวข้องกับบริบททางสังคมและวัฒนธรรมของชุมชน จำนวน 5 คน ได้แก่ พระสงฆ์ประจำวัด นักวิชาการด้านวัฒนธรรม ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบตัดเย็บ ผู้ใหญ่บ้าน และบุคคลทั่วไป โดยข้อมูลได้จากการสัมภาษณ์และการสนทนากลุ่ม เพื่อสะท้อนภาพรวมของการรักษาและพัฒนาองค์ความรู้ด้านการทอผ้าไทยยวนในพื้นที่

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1) แบบสัมภาษณ์ ใช้การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ โดยเตรียมคำถามล่วงหน้าในลักษณะกว้าง ๆ ใช้คำถามปลายเปิดในรูปแบบการสนทนา เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาของกลุ่มไทยยวนบ้านท่าเสา บริบทชุมชน วัฒนธรรม ประเพณี การประกอบอาชีพ การสืบทอดและอนุรักษ์การทอผ้าโบราณไทยยวน รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับผ้าห่อคัมภีร์โบราณ โดยมีกระบวนการดำเนินการ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: สร้างเครื่องมือโดยออกแบบคำถามสำหรับสัมภาษณ์ตามประเด็นที่ต้องการศึกษา

ขั้นตอนที่ 2: ดำเนินการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลตามประเด็นที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 3: วิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์

2) แบบคำถามสนทนากลุ่ม ใช้สนทนาแลกเปลี่ยนความรู้เกี่ยวกับการถอดลวดลายผ้าจากผ้าห่อคัมภีร์โบราณ รูปแบบการทอผ้า และแนวทางการพัฒนาลวดลาย โดยมีกระบวนการดำเนินการ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: สร้างประเด็นคำถามจากข้อมูลเบื้องต้นที่ได้

ขั้นตอนที่ 2: จัดกิจกรรมสนทนากลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และเทคนิคการถอดลาย

ขั้นตอนที่ 3: สังเคราะห์และจัดการองค์ความรู้เกี่ยวกับการฟื้นฟู อนุรักษ์ และต่อยอดการทอผ้าให้เป็นผลิตภัณฑ์

ชุมชน

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) การเลือกพื้นที่ศึกษา

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มวงเดือนผ้าทอไทยยวนโบราณด้วยเห็นว่าเป็นกลุ่มที่มีการสืบทอดการทอผ้ามาจากบรรพบุรุษและยังคงมีการทอผ้าอยู่ในปัจจุบัน คือหมู่ 7 และหมู่ 11 ของบ้านท่าเสา ตำบลห้วยม่วง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

2) การดำเนินการเก็บข้อมูล

- เข้าพื้นที่เก็บข้อมูลผ่านการสัมภาษณ์เชิงลึกและการสนทนากลุ่ม
- บันทึกข้อมูลการถอดลวดลายผ้า เทคนิคการทอ และองค์ความรู้ด้านการอนุรักษ์ผ้าทอโบราณ
- วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา เพื่อสังเคราะห์ประเด็นสำคัญจากข้อมูลที่ได้

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษา

- 1) ลวดลายผ้าห่อคัมภีร์ที่ปรากฏอยู่ในโบราณของชาวไทยวนบ้านท่าเสา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
ลวดลายที่ได้จากการถอดลายจากผ้าห่อคัมภีร์โบราณต้นแบบไทยวนบ้านท่าเสนานั้นพบว่า แบ่งตามลักษณะของลวดลายได้ 6 ลาย
 - 1.1) ลายดอกจัน ลักษณะลวดลายเป็นสามเหลี่ยมแยกเป็นแฉกๆ คล้ายกลีบดอกของดอกจัน มีสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัดตรงกลางคล้ายเกสรของดอก จกด้วยสีที่แตกต่างกัน วิธีการทอใช้เส้นยืนที่เป็นสีขาวเป็นพื้น โดยใช้ 2 ตะกอ ชัดกันแบบธรรมดา
 - 1.2) ลายสะแหเสา ลักษณะลวดลาย จะมีโครงสร้างลายเชื่อมการเป็นร่างแห แต่จะมีเส้นขีดกันระหว่างร่างแหนั้น ดูคล้ายเสาเลยเรียกกันว่าลายสะแหเสา การใช้สีใช้สีที่แตกต่างกัน
 - 1.3) ลายเปีย ลักษณะลายมีการสานลายเข้าหากันคล้ายกันถักเปียเลยเรียกกันว่าลายเปียการใช้สีใช้สีที่แตกต่างกัน
 - 1.4) ลายขอเหลียว ลักษณะลวดลาย เป็นลักษณะมีวนตะขอเป็นเกลียวไปคนละฝั่งของลายเหมือนการเหลียวกลับ จึงเรียกกันว่าลายขอเหลียว ใช้สีที่แตกต่างกันมาผสมในลายเดียวกัน
 - 1.5) ลายมุกเขี้ยวหมา ลักษณะลวดลาย เป็นสามเหลี่ยมแหลมเรียงต่อกันไปเรื่อย ๆ คล้ายเขี้ยวของสัตว์ การใช้สี ใช้สีเดียวกันตลอดทั้งลาย
 - 1.6) ลายมุกไม้ลอด ลักษณะลวดลาย เป็นสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัดเชื่อมกันไปเรื่อย เวลาจะเก็บไม้ลายไว้ แล้วจะยกไม้ลอดไปเรื่อย ๆ โดยไม่ต้องดึงไม้เก็บลายออกเลยเรียกว่ามุกไม้ลอด การใช้สีเดียวกันตลอดทั้งลาย
- ลวดลายผ้าห่อคัมภีร์โบราณไทยวนบ้านท่าเสา มีแบบหลักจากฝ้ายบนไม้ไผ่เก็บแต่งขอบด้วยการปักและทอลายนิยมใช้ผ้าฝ้ายสีขาวต่อชายผ้าเย็บสากกันหลุดลุ่ยส่วน ที่มาของลวดลายตามความเชื่อมี 3 ลักษณะคือ
- ลักษณะที่ 1 ลวดลายที่เกิดจากสิ่งของเครื่องใช้ ได้แก่ ลายขอ ลายเปีย การประดิษฐ์ลวดลายผ้าห่อคัมภีร์โบราณจากสิ่งของเครื่องใช้ นั้นเชื่อว่าบุญกุศลที่ได้สร้างขึ้นจะนำความร่ำรวย ไม่ขัดสน
- ลักษณะที่ 2 ลวดลายความศรัทธาในพระพุทธศาสนา ได้แก่ ลายหอปราสาทเชื่อว่าบุญกุศลที่สร้างจะส่งผลให้ตนและครอบครัวไปสู่สวรรค์ ความเชื่อเรื่องบาปบุญและการกระทำดี
- ลักษณะที่ 3 ลวดลายที่เกิดจากพืช ปรากฏในคัมภีร์โบราณบ้านท่าเสา สะท้อนให้เห็นวิถีชีวิตที่ผูกพันอยู่กับธรรมชาติ ได้แก่ ดอกจัน เชื่อว่าต้นไม้ ดอกไม้ ผลไม้ ใช้เป็นอาหาร ใช้เป็นยารักษาโรคและใช้บูชาพระพุทธศาสนา



ภาพที่ 1 ผ้าห่อคัมภีร์โบราณ

ที่มาภาพ: จิตกวี กระจำนเมฆ

จากภาพที่ 1 ผ้าห่อคัมภีร์โบราณโบราณแบบทอมือซึ่งใช้เป็นต้นแบบในการแกะและถอดลายเพื่อทอขึ้นมาใหม่



ภาพที่ 2 ผ้าห่อคัมภีร์จากการถัก

ที่มาภาพ: จิตกวี กระจ่างเมฆ

จากภาพที่ 2 ผ้าห่อคัมภีร์โบราณแบบถักจากฝ้ายลวดลายที่เกี่ยวข้องกับทางพุทธศาสนา



ภาพที่ 3 ใบลาน

ที่มาภาพ: จิตกวี กระจ่างเมฆ

จากภาพที่ 3 เป็นคัมภีร์ใบลานจารเป็นตัวอักษรฝักขามเนื้อหาส่วนใหญ่เกี่ยวกับพุทธศาสนา วิถีชีวิตความเป็นอยู่ของชาวไทยวนและสถานที่ต่าง ๆ

วัสดุที่ใช้ห่อคัมภีร์ใบลานโบราณของวัดท่าเสาพบว่า

- 1) ห่อคัมภีร์ด้วยไม้ไผ่ โดยเหลาเป็นลำเล็ก ๆ แล้วมัดด้วยด้ายถักลวดลายเป็นแพเรียงตลอดผืน
- 2) ห่อคัมภีร์โดยใช้ผ้า ผ้าที่นำมาใช้ห่อนั้นเป็นผ้าฝ้ายทอเนื้อดีและผ้าไหม นำมาเย็บขอบด้วยผ้าขาวและแดง

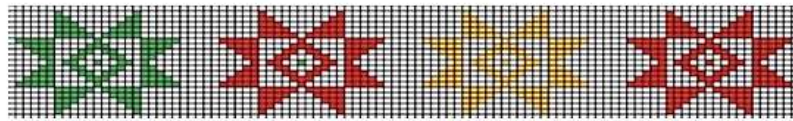
ลักษณะของผ้าห่อคัมภีร์ใบลานโบราณตามแบบลวดลายที่ถอดลายได้ ส่วนใหญ่พบว่า มี 3 ลักษณะ คือ

- 1) ผ้าพื้น เป็นการทอเส้นใยที่เป็นเส้นยืนแล้วพุ่งลายขัดกันแบบง่าย ๆ เส้นใยอาจจะเป็นสีเดียวกันหรือต่างสีสลับกันไปเป็นริ้ว หรือลวดลายตารางแบบต่าง ๆ ปรากฏการทอลวดลายเจดีย์สูงส่งที่ผู้คนเคารพศรัทธา เช่น ลายปราสาทหรือธรรมาสัน
- 2) ผ้าจก การจกที่ปรากฏในการทอของกลุ่มทอผ้าไทยวนโบราณวงเดือนบ้านท่าเสา ใช้อุปกรณ์เป็นวัตถุปลายแหลม นิยมใช้ขนเม่น ลวดลายจกที่ปรากฏในผ้าห่อคัมภีร์ใบลานไทยวนบ้านท่าเสาปรากฏ 6 ลาย คือ ลายดอกจัน ลายสะเทเสาลายเป็ย ลายขอเหลียว ลายมุกเขี้ยวหมา และลายมุกไม้ลอด

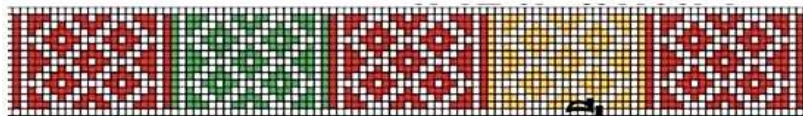
3) ฝ้ายกมุก การทอฝ้ายกมุก นิยมทอกันในภาคเหนือเพื่อทำเป็นตัวขึ้น เรียกว่า "ขึ้นมุก" ฝ้ายกมุก เป็นเทคนิคการทอโดยใช้เส้นยืนพิเศษเพิ่มบนที่ทอผ้า ลายที่ยกบนผ้าเกิดจากการใช้ตะกอลายยกด้ายยืนพิเศษ โดยด้ายยืนพิเศษจะถูกชิงไว้ตอนบนของเส้นยืนธรรมดา การพบลายยกมุกในผ้าห่อคัมภีร์ใบลานโบราณ ช่างทอเก็บลายไว้ในเครือเส้นยืนเวลาทอจะยกลายที่เก็บไว้ในเส้นยืนขึ้นแล้วพุ่งเส้นด้ายลงไปจะได้ลายตามที่ได้เก็บไว้

ด้านเนื้อหาและการถวายเป็นผ้าห่อคัมภีร์โบราณ

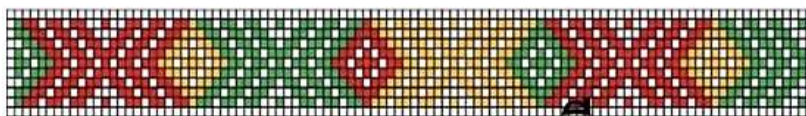
เนื้อหาการจารในใบลานนั้นพบว่า ส่วนใหญ่เป็นการจารด้วยเรื่องของพระพุทธศาสนา สถานที่ การทำมาหากิน วิธีชีวิต ธรรมชาติ เรื่องทั่ว ๆ ไปที่สอดแทรกไว้ตอนจบ



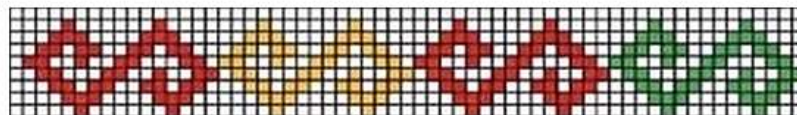
ลายดอกจัน



ลายสะเพเสา



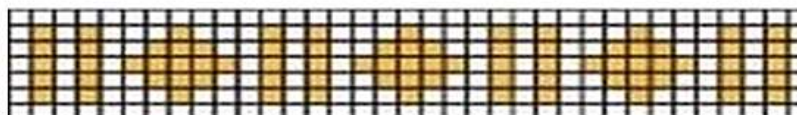
ลายเบี่ยง



ลายขอเหลี่ยม



ลายมุกเขียวหมา



ลายมุกไม่ลวด

ภาพที่ 4 ลวดลายถอดจากต้นแบบผ้าห่อคัมภีร์โบราณวัดท่าเสา

ที่มาภาพ: วรุณม มั่นพรหม

จากภาพที่ 4 เป็นลวดลายที่ได้จากการแกะและถอดลายจากผ้าห่อคัมภีร์โบราณเพื่อนำไปทอใหม่สำหรับใช้เป็นลวดลายที่เป็นอัตลักษณ์ของชุมชนหรือนำไปเป็นต้นแบบในการพัฒนาต่อยอดต่อไป



ภาพที่ 5 ลวดลายผ้าทอที่ทอขึ้นมาใหม่

ที่มาภาพ: จิตกวี กระจำเมฆ

จากภาพที่ 5 ผ้าที่ได้จากการทอจากลวดลายผ้าต้นแบบด้วยการใช้สีเคมีซึ่งจะมีสีสดใสกว่าเส้นด้ายที่ย้อมจากสีธรรมชาติใน 1 ฟืน จะมีหลายลายซึ่งเป็นลายที่ได้จากต้นแบบจากผ้าห่อคัมภีร์โบราณบ้านท่าเสา การถวายเป็นผ้าห่อคัมภีร์โบราณ

นิยมถวายเป็นโอกาส งานบุญประจำปี บุญกฐิน บุญสงกรานต์ และบุญอุทิศส่วนกุศลให้แก่ญาติผู้ใหญ่ที่ล่วงลับตามความเชื่อเรื่องปอบบุญ อันสืบสืบทอดมา

2) ส่งเสริมให้มีการฟื้นฟู สืบสานการทอผ้าตามลวดลายผ้าห่อคัมภีร์โบราณของชาวยุวนบ้านท่าเสามีแนวทางดังนี้

2.1) ควรฟื้นฟูประเพณีสำคัญ ๆ ดั้งเดิม เพื่อปลูกจิตสำนึกรักชุมชน เนื่องจากพบว่างานประเพณีชาวยุวนบ้านท่าเสานิยมนุ่งผ้าซิ่น สวมใส่เสื้อผ้าที่แสดงถึงอัตลักษณ์กลุ่ม

2.2) ควรฟื้นฟูลวดลายของผ้าห่อคัมภีร์โบราณ เป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนหรือของที่ระลึกประจำชุมชน การนำลวดลายผ้าที่ถอดมาต่อยอดให้เป็นสินค้าชุมชนหรือของที่ระลึก ลวดลายผ้าที่ได้ดังกล่าวสามารถใช้เป็นตราสัญลักษณ์ชุมชน ผลิตภัณฑ์เป็นสินค้าภายใต้แบรนด์ชุมชน ช่วยสร้างรายได้เสริมหรือมีผู้สนใจทอผ้าเพิ่มมากขึ้น

2.3) ควรจัดกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทอผ้าและนำลวดลายที่ได้จากผ้าห่อคัมภีร์โบราณโบราณรวมอยู่ในกิจกรรมดังกล่าวด้วย

2.4) ควรมีการจัดทำหลักสูตรท้องถิ่นการทอผ้าชาวยุวนลวดลายแบบโบราณหรือสอนเสริมให้นักเรียน เป็นการปลูกฝังคนรุ่นใหม่

2.5) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้การส่งเสริมและสนับสนุนอย่างจริงจังมากขึ้น สนับสนุน ส่งเสริมแล้ว ควรหาตลาดจำหน่ายให้กลุ่มหรือชุมชนด้วย

2.6) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรจัดโครงการถ่ายทอดอนุรักษ์ ผ้าทอโบราณโดยใช้ปราชญ์ท้องถิ่นหรือครูภูมิปัญญาเป็นผู้ถ่ายทอด

3.2 อภิปรายผล

การศึกษา“ผ้าห่อคัมภีร์โบราณ: มรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมของชาวยุวนบ้านท่าเสา อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม พบว่าบริบททั่วไปของชุมชนชาวยุวนบ้านท่าเสา ประชากรอพยพเคลื่อนย้ายมาจากเมืองเชียงใหม่และย้ายมาอยู่จังหวัดราชบุรี เมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นส่วนหนึ่งได้เคลื่อนย้ายและมาลงหลักปักฐานอยู่ที่ตำบลห้วยม่วง บ้านท่าเสา โดยเฉพาะหมู่ 7 และหมู่ 11 จะมีประชากรชาวยุวนที่ยังใช้ภาษาถิ่นและประกอบพิธีกรรมทางศาสนาตลอดจนพิธีกรรมกลุ่มตามบรรพบุรุษ การเคลื่อนย้ายกลุ่มจากเชียงใหม่มาสู่ภาคกลางนั้น ในงานวิจัยของ นราธิป ทับทันและชินศักดิ์ ตันติกุล (2560) ได้กล่าวถึงภูมิหลังการเคลื่อนย้ายประชากรชาวยุวนเชียงใหม่และการตั้งถิ่นฐานในบริเวณตอนกลางของประเทศไทย ว่าต้นตอของการเคลื่อนย้ายก็ด้วยเหตุผลจากสงครามและการเมือง ชุมชนชาวยุวนเชียงใหม่ที่เก่าแก่ที่สุดในตอนกลางของประเทศไทยซึ่งมีอายุมากกว่า 200 ปี อยู่บริเวณอำเภอเสนาให้ จังหวัดสระบุรี และหลายตำบลในอำเภอเมืองราชบุรี จังหวัดราชบุรี การเคลื่อนย้ายกลุ่มนั้นชาวยุวนได้มาตั้งถิ่นฐานอยู่ท่ามกลางประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตนเองเพียงกลุ่มเดียวคือ 2 หมู่บ้าน แต่จะปะปนอยู่กับกลุ่มลาวครั่ง และกลุ่มคนไทยห่อล้อมไปด้วยวัฒนธรรมประเพณีของคนต่างกลุ่มจึงทำให้บางอย่างถูกกลืนกลายไปหรือผสมผสานตลอดจนหายไปจากชุมชน แต่ถึงกระนั้นยังมีพิธีกรรมด้านความเชื่อเรื่องการนับถือผีที่ยังคงได้รับการปฏิบัติตามบรรพบุรุษมาจนถึงปัจจุบันด้วยความเชื่อว่าหากไม่เซ่นไหว้อาจทำให้เกิดเหตุร้ายอัปมงคลกับครอบครัว ดังที่มณี พยอมยงค์ (2528) กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดการเซ่นไหว้ บวงสรวงว่ามนุษย์จินตนาการเอาว่าเป็นอำนาจสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งเป็นของลึกลับและมีอำนาจบันดาลให้เป็นไปจึงเกิดสร้างความเชื่อว่ามีสิ่งศักดิ์สิทธิ์หรือเทพเจ้าลงมาทำโทษแก่ตน ด้วยความกลัวจึงมีการกราบไหว้ บูชาบวงสรวงให้สิ่งเหล่านั้นหายโกรธและบันดาลความสุขสวัสดิ์แก่ตน ซึ่งสอดคล้องกับความรู้สึก ความเชื่อ การได้คำแนะนำสั่งสอนจากบรรพบุรุษที่ถ่ายทอดส่งต่อมายังลูกหลานถึงความกตัญญู ความเกรงกลัวในอำนาจอิทธิพลเกี่ยวกับการนับถือผีของชาวยุวนบ้านท่าเสาว่า การเซ่นไหว้ศาลปู่ตาทั้ง 2 แห่งที่อยู่บริเวณบ้านตนเองนั้นเชื่อว่าเขาจะให้ความคุ้มครองปกป้องรักษา การมีศาลปู่ตานั้นนับถือทั้งบนบ้านและนอกบ้านเชื่อว่าจะคุ้มครองรักษาลูกหลานในทุก ๆ ด้าน (วรุดม มั่นพรม, 2566)

ผลวิจัยพบว่า ลวดลายผ้าห่อคัมภีร์ที่ปรากฏอยู่ในโบราณของชาวไทยยวนบ้านท่าเสา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม แบ่งตามลักษณะของลวดลายได้ 6 ลายคือ ลายดอกจัน ลายสะแหวเส้า ลายเปีย ลายขอเหลี่ยม ลายมุกเขี้ยวหมา และลายมุกไม้ลอด ซึ่งลายดังกล่าวพบว่าเป็นลายที่ยังคงใช้ทออยู่ในวิถีชีวิต นั่นก็เป็นสิ่งยืนยันว่าการทอผ้ามีการสืบทอดจากรุ่นสู่รุ่นและมีการทอลายเดียวกันกับผ้าห่อคัมภีร์ลายที่ถอดลายได้ดังกล่าวจะเป็นลายพื้นฐานผู้ทอให้ความเห็นว่าเป็นลายง่าย ๆ คนรุ่นใหม่ผู้ที่ฝึกทอสามารถทอลายดังกล่าวได้ ผ้าที่ในผ้าห่อคัมภีร์โบราณชาวไทยยวนบ้านท่าเสนานั้น พบว่ามีทั้งผ้าไหม ผ้าฝ้าย ตัวผืนผ้าจะเป็นการทอ นิยมใช้ผ้าฝ้าย สีขาวต่อชายที่ทอ ลักษณะลวดลายที่ปรากฏแบ่งตามความเชื่อคือลวดลายที่เกิดจากสิ่งของเครื่องใช้ ลวดลายความศรัทธาในพระพุทธศาสนาและลวดลายที่เกิดจากพืชพรรณ ตรงกับความเห็นของ พิษณุ เข้มพิลา และ กฤษฎา ศรีธรรมมา (2550) ให้ความเห็นไว้ว่าชาวอีสานมีความผูกพันในสังคมและธรรมชาติ มีความเชื่อในสิ่งศักดิ์สิทธิ์ ศาสนา มีภูมิปัญญาในการสร้างสรรค์ลวดลายผ้า รูปแบบของผ้าห่อคัมภีร์พบว่ามี แบบทอมือลงบนผืนผ้าและแบบถัก มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ส่วนลวดลายที่ปรากฏบนผืนผ้านั้น พงษ์ศิริ นาคพงษ์ (อ้างถึงใน พัทธนาธิ วัฒนชัย, 2546) ก็มีความเห็นเป็นไปในทิศทางเดียวกับที่กล่าวมาว่า กรรมวิธีการทอผ้าชาวบ้านมีความเชื่อที่เกี่ยวข้องกับความหมายของลวดลายที่ปรากฏบนผืนผ้าแต่ละลวดลายว่าสามารถถ่ายทอดอารมณ์ความรู้สึกนึกคิด คติความเชื่อ ผ่านลงบนลวดลายบนผืนผ้า วัสดุที่ใช้ห่อคัมภีร์โบราณพบว่ามีห่อด้วยไม้ไผ่เหลาเป็นลำเล็ก ๆ แล้วมัดด้วยด้ายถัก ลวดลายเป็นแพริ้วตลอดผืนและใช้ผ้าฝ้ายทอเนื้อดีและผ้าไหม นำมาเย็บขอบด้วยผ้าขาวและแดง ที่ถอดลายมีแบบผ้าพื้น ผ้าจก และ แบบยกมุก ด้านเนื้อหาและการถวายเป็นผ้าห่อคัมภีร์โบราณ พบว่า ส่วนใหญ่เป็นการจารด้วยเรื่องของพระพุทธศาสนา สถานที่ การทำมาหากิน วิถีชีวิต ซึ่งตรงกับความเห็นของ วิณา วิสเพ็ญ (2556) ที่ได้กล่าวในเอกสารการประชุมระดับชาติเกี่ยวกับผ้าห่อคัมภีร์โบราณของชาวอีสาน ...ผ้าห่อคัมภีร์คือผ้าห่อโบราณซึ่งได้จารพระไตรปิฎก อันได้แก่ พระวินัยปิฎก พระสุตตันตปิฎกและพระอภิธรรมปิฎก รวมทั้งจารเรื่องราวทางคติธรรมต่าง ๆ ผ้าห่อคัมภีร์โบราณจัดอยู่ในกลุ่มผ้าที่เกี่ยวข้องกับพระพุทธศาสนา เช่น ผ้าถังกา ผ้าพระบฏ ผ้าปูกราบ ผ้าหมอนถวายวัด ผ้าธง ตุง ผ้าพะเหวด ผ้าห่อคัมภีร์โบราณอีสาน มีหลายรูปแบบ และสะท้อนว่ามีพัฒนาการของการปรับเพื่อประโยชน์ใช้สอยให้เหมาะสม ในส่วนของการถวายเป็นผ้าห่อคัมภีร์โบราณชาวไทยยวนบ้านท่าเสาในอดีตนิยมถวายเป็นงานบุญต่าง ๆ โดยมีความเชื่อว่าจะได้กุศล ความเชื่อดังกล่าวตรงกับความเห็นของพระอัฐภากรณ์ กิตติพิโท (ฉัตรานันท์) (2554) ที่ให้ความเห็นว่าการถวายเป็นผ้าห่อคัมภีร์โบราณนั้นมีความเชื่อว่าหากใครถวายเป็นคัมภีร์เกิดมาชาติหน้าจะเฉลียวฉลาด รัฐธรรมวิเศษ มีสติปัญญามาก การสร้างคัมภีร์โบราณนิยมถวายเป็นงานบุญประจำปี บุญฐาน บุญสงกรานต์ และบุญอุทิศส่วนกุศลให้แก่ญาติผู้ใหญ่ที่ล่วงลับฯ ตามความเชื่อบุญที่ได้ทำจะส่งผลให้ถึงผู้ตายไปสู่สุคติ ผ้าห่อคัมภีร์โบราณของชาวไทยยวนที่เก็บอยู่วัดท่าเสาจัดว่าเป็นมรดกของบรรพบุรุษลวดลายที่ปรากฏนั้นสะท้อนให้คนรุ่นใหม่ได้เห็นถึงภูมิปัญญาของปู่ย่าตายาย ที่แฝงไปด้วยคติธรรม ยึดมั่นศรัทธาในพระพุทธศาสนา มีความเพียรพยายามในการทอหรือถักผ้าสำหรับใช้ห่อคัมภีร์โบราณ ด้วยความเชื่อเรื่องบุญกุศลถวายเป็นจะทำให้ตนเองและครอบครัวมีความเจริญรุ่งเรืองอยู่สุขสบายอีกทั้งยังได้อุทิศส่วนบุญส่วนกุศลให้กับพ่อแม่ ญาติพี่น้องที่ได้ล่วงลับไปแล้ว จึงเป็นสิ่งที่น่าเสียดายในภูมิปัญญาเรื่องการทอและการถักลวดลายลงบนผ้าที่ได้สูญหายไปจากชุมชน

เพื่อส่งเสริมให้มีการฟื้นฟู สืบสานการทอผ้าตามลวดลายผ้าห่อคัมภีร์โบราณของชาวไทยยวนบ้านท่าเสา พบว่า แนวทางในการฟื้นฟู สืบสานการทอผ้าของกลุ่มชาวไทยยวนบ้านท่าเสา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

ผ้าทอของชาวไทยยวนมีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวมีลวดลายทั้งดงาม ละเอียดตลอดจนการเลือกใช้สีเส้นที่สดใส สลับเส้นด้ายเสริมสอดเรียงประสานกันความสวยงามประณีตของลวดลายที่ปรากฏในผ้าห่อคัมภีร์นั้นมีเส้นยืน (เครือ) เส้นเสริม (ด้ายสำหรับจกสอดเป็นลวดลาย) และเส้นพุ่ง นิยมนำผ้ามาต่อลายให้เป็นชิ้นเดียวกัน เช่นเดียวกับการทอผ้าที่มีการทออยู่ในปัจจุบัน ในชุมชนท่าเสา ซึ่งการนำผ้ามาต่อลายต่อสีของผ้านั้น สอดคล้องกับความเห็นของ ทองผับ ผ่าทอง ทองเจือ (2563) ที่กล่าวถึงผ้าชิ้นของชาวไทยยวนว่าโครงสร้างของชิ้นที่เลียนแบบร่างกายของมนุษย์ คือ ตอนบนสุดของผ้าชิ้นเรียกว่า “ส่วนหัวชิ้น” หรือ “เอวชิ้น” ตอนกลางของผ้าชิ้นเรียกว่า “ตัวชิ้น” และตอนล่างสุดเรียกว่า “ตีนชิ้น” เปรียบได้กับส่วนศีรษะ ลำตัวและขาเท้าของผู้คน ส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วนของผ้าชิ้นไม่นิยมทอต่อเนื่องกันเป็นผืนเดียวแต่นิยมทอแยกจากกันแล้วใช้วิธีเย็บเพลาะเข้าด้วยกันเมื่อเวลาจะใช้งาน เพราะหากส่วนใดส่วนหนึ่งชำรุดเปื่อยไปก่อนก็สามารถเลาะทิ้งแล้วเปลี่ยนชิ้นใหม่เข้ามาแทนที่ได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งผืนชิ้น แสดงถึงการอนุรักษ์แบบดั้งเดิมของกลุ่มทอผ้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งในการฟื้นฟูการทอนั้นควรฟื้นฟูไปพร้อมกับประเพณีสำคัญๆ ดั้งเดิมเพราะมีการสวมใส่

ผ้าทอร่วมงานพิธีต่าง ๆ และปลูกฝังให้คนรุ่นใหม่ได้แต่งกายด้วยผ้าทอพื้นเมืองชุมชน ควรจัดกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทอผ้าและนำลวดลายที่ได้จากผ้าทอคัมภีร์ใบลานโบราณรวมอยู่ในกิจกรรมดังกล่าวด้วย ควรมีการจัดทำหลักสูตรท้องถิ่นหรือสอนเสริมให้นักเรียนช่วงวัยที่เหมาะสม หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้การส่งเสริมและสนับสนุนโครงการถ่ายทอด อนุรักษ์ ผ้าทอโบราณโดยใช้ปราชญ์ท้องถิ่นหรือครูภูมิปัญญาเป็นผู้ถ่ายทอด สำหรับเรื่องการถ่ายทอดภูมิปัญญานั้นกรมส่งเสริมวัฒนธรรม, กระทรวงวัฒนธรรม (2561) กล่าวว่าทรัพยากรบุคคลที่ถือว่าเป็นภูมิปัญญา ได้แก่ ชาวนาผู้ประสบความสำเร็จในการผลิต ผู้ทรงคุณของหมู่บ้านที่เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน เช่น มรรคทายกผู้รู้จักพิธีทางศาสนา พราหมณ์ผู้เชี่ยวชาญในพิธีบายศรี เฒ่าจ้ำ ผู้เป็นสื่อกลางในการติดต่อระหว่างชาวบ้านกับเทวดาอารักษ์ อำนาจศักดิ์สิทธิ์ต่าง ๆ หมอยา หมอนวดแผนโบราณ หมอลำ พ่อเพลงแม่เพลง ช่างปั้น ช่างแกะ ช่างทอผ้า ซึ่งการทอผ้าในชุมชนไทยยวนบ้านท่าเสา นั้นสืบทอดจากรุ่นสู่รุ่น จึงมีความชำนาญมากกว่าการนำครูภูมิปัญญาจากท้องถิ่นอื่นมาเป็นผู้ถ่ายทอด อย่างไรก็ตาม แนวทางการฟื้นฟู อนุรักษ์ และสืบสานนั้นนอกเหนือจากครอบครัวแล้ว โรงเรียนก็เป็นอีกสถานที่หนึ่งที่จะช่วยขัดเกลา ถ่ายทอดได้ ดังที่ ่องอาจ พรหมไชย (2539) กล่าวว่า การขัดเกลาทางสังคมเป็นวิถีทางที่จะทำให้บุคคลเรียนรู้ทักษะ ความรู้ ค่านิยม แรงจูงใจ การขัดเกลาทางสังคม มีจุดมุ่งหมายรวมเพื่อถ่ายทอด ค่านิยม วัฒนธรรมที่สั่งสมจากรุ่นหนึ่งสู่รุ่นหนึ่ง ทั้งนี้เชื่อว่า การเป็นสมาชิกของสังคมเมื่อผ่านกระบวนการขัดเกลาทางสังคมจนสามารถใช้ระบบสัญลักษณ์ที่สังคมกำหนด ได้อย่างเหมาะสมถูกต้องและสั่งสมเอาประสบการณ์และความชำนาญเหล่านี้ไว้จนสามารถเป็นตัวแทนที่จะส่งผ่านไปสู่สมาชิกรุ่นต่อไปได้อย่างยั่งยืน

3.3 ข้อเสนอแนะ

1) ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1) ควรนำลวดลายผ้าที่ได้จากการแกะลายจากผ้าทอคัมภีร์ใบลานโบราณไปพัฒนาต่อยอดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้คนในชุมชน

1.2) ควรมีการจัดนิทรรศการเรื่องลวดลายผ้าทอคัมภีร์ใบลานเพื่อเป็นการให้ความรู้แก่นักเรียน นักศึกษาและประชาชนผู้สนใจ

2) ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาและส่งเสริมเรื่องการทอผ้าลวดลายโบราณให้แก่เยาวชนหรือผู้สนใจในชุมชน

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนทุนวิจัยสำหรับการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

5. เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมวัฒนธรรม, กระทรวงวัฒนธรรม. 2561. *มรดกภูมิปัญญาอีสาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

ทองพับ (เผ่าทอง ทองเจือ). 2563. *ผ่อผ้างาม เชาะของกิน*. กรุงเทพฯ: สยาม เอ็ม แอนด์ บี พับลิชชิงจำกัด.

นราธิป ทับทัน และ ชินศักดิ์ ตันติกุล. 2560. ภูมิหลังการเคลื่อนย้ายประชากรชาวยวนเชียงแสนและการตั้งถิ่นฐานในบริเวณตอนกลางของประเทศไทย. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. 8 (ฉบับพิเศษเดือน ธันวาคม 2560).

บังอร ปิยะพันธ์. 2529. *ประวัติศาสตร์ของชุมชนชาวลาวหัวเมืองชั้นในในสมัยรัตนโกสินทร์ตอนต้น*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาประวัติศาสตร์เอเชียตะวันออกเฉียงใต้. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ผ้าทอคัมภีร์ ผืนผ้าแห่งศรัทธา. [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก <https://www.khaosod.co.th> [22 พฤษภาคม 2566]

พระอัฐภากรณ์ กิตติภโท (ฉัตรนันท์). 2554. *การศึกษารูปแบบและความเชื่อเรื่องผ้าทอที่ใช้ในพระพุทธศาสนาของชาวไทยเชื้อสายลาว*. วิทยานิพนธ์พุทธศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพระพุทธศาสนา. มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย.

พัชรานิ วัฒนชัย. 2546. *การศึกษาลวดลายผ้ามัดหมี่กลุ่มคนไทยเชื้อสายลาวครั้งในจังหวัดภาคกลางของประเทศไทย*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาศิลปศึกษา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- พิษณุ เข้มพิลา และ กฤษฎา ศรีธรรมมา. 2550. *การศึกษาลวดลายผ้าห่อคัมภีร์ใบลานอีสาน*. รายงานวิจัยสถาบันวิจัยและพัฒนา, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- มณี พยอมยงค์. 2528. “ความเชื่อของคนไทย”ในวัฒนธรรมไทย:คติความเชื่อ. กรุงเทพฯ: โครงการไทยศึกษาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มูลนิธิสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <https://www.saranukromthai.or.th> [10 กุมภาพันธ์ 2566]
- วรุฒม์ มั่นพรม. 2566. ผู้นำกลุ่มทอผ้าวงเดือน ผ้าจากไท-ยวน, สัมภาษณ์ 14 มกราคม 2566.
- วิถี พานิชพันธุ์. 2547. *ผ้าและสิ่งถักทอไท*. กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้งเฮ้าส์.
- วีณา วิสเพ็ญ. 2556. เอกสารบรรยายการประชุมวิชาการระดับชาติ “ผ้าทอในวิถีชีวิตไทย - ไทย”. ระหว่างวันที่ 20-21 มิถุนายน 2556. ณ โรงแรมพูลแมน ขอนแก่นราชาอคิต, ขอนแก่น.
- องอาจ พรหมไชย. 2539. *กระบวนการถ่ายทอดความรู้ของชาวไทยลื้อเกี่ยวกับการรักษาพยาบาล*. ปรินญาณิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษานอกระบบ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

การพัฒนารูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน Developing a Social Innovation Framework Based on the Conceptual Framework of Sustainable Development Promotion

ภูมิภควิทย์ ภูมิพงศ์ชศร^{1*}

Phumphakhawat Phumphonkhasorn^{1*}

¹ สาขาวิชา นวัตกรรม การบริหาร การศึกษา วิทยาลัย นวัตกรรม การจัดการ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

Educational Administration Innovation Program, College of Innovation Management,

Rajamangala University of Technology Rattanakosin

* E-mail: phumphakhawat.ps@gmail.com, Tel.0949615665

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาองค์ประกอบของนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน 2) พัฒนารูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน และ 3) ประเมินและรับรองรูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน การวิจัยนี้ใช้ระเบียบการวิจัยแบบผสมวิธี แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ผู้ให้ข้อมูลคือผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 9 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง และเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 375 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ เครื่องมือที่ใช้คือ การสัมภาษณ์เชิงลึก แบบสอบถาม ที่มีค่าความเชื่อมั่น .853 และแบบประเมินและรับรอง สถิติที่ใช้คือ การวิเคราะห์เนื้อหา ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ และ 21 ตัวบ่งชี้ 2) ผลการพัฒนารูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน ประกอบไปด้วย 6 ส่วน คือ ความใหม่ ความต้องการทางสังคม การมีส่วนร่วม ผลกระทบทางสังคมความยั่งยืน และการขยายผล 3) ผลการประเมินและรับรองรูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน ในภาพรวมผ่านการประเมินและรับรองด้านความเหมาะสม ด้านความถูกต้อง ด้านความเป็นประโยชน์ และด้านความเป็นไปได้

คำสำคัญ: การพัฒนา, นวัตกรรมเพื่อสังคม, การพัฒนาสู่ความยั่งยืน

Abstract

The objective of this study was to: (1) examine the components of the social innovation framework based on the conceptual framework of sustainable development promotion; (2) develop a social innovation framework based on the conceptual framework of sustainable development promotion; and (3) evaluate and validate the developed model. A mixed-methods research design was employed, consisting of 3 phases. Data were collected from two groups, 9 experts selected through purposive sampling and a sample of 375 participants chosen using stratified random sampling. The research instruments included in-depth interviews, a questionnaire with a reliability coefficient of .853, and an evaluation and validation form. Data analysis involved content analysis, frequency, percentage, mean, standard deviation, and exploratory factor analysis. The findings revealed that: (1) the analysis of the components of the social innovation framework based on the conceptual framework of sustainable development promotion identified 6 components and 21 indicators; (2) the developed model consisted the 6 main elements; Newness, Social Need, Engagement and Participation, Social Impact, Sustainability and Scalability and Systemic Change ; and (3) the evaluation and validation results indicated that the model was deemed appropriate, accurate, useful, and feasible.

Keywords: Developing, Social innovation, Sustainable development promotion

1. บทนำ

ในช่วงไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมา โลกเผชิญกับความท้าทายที่หลากหลาย ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งสะท้อนถึงความจำเป็นในการสร้างการเปลี่ยนแปลงเชิงระบบ (systemic change) ที่สามารถตอบสนองต่อปัญหาเหล่านี้อย่างยั่งยืน การพัฒนาทางเศรษฐกิจที่ขาดความสมดุลกับมิติทางสังคมและสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้เกิดความเหลื่อมล้ำทางรายได้ ความเปราะบางของชุมชน และการเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งแนวโน้มดังกล่าวส่งผลให้เกิดกระแสการขับเคลื่อนสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) ที่ได้รับการยอมรับในระดับโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังการประกาศเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) โดยองค์การสหประชาชาติในปี ค.ศ. 2020 ซึ่งเป็นแนวทางที่มุ่งเน้นให้ทุกภาคส่วนของสังคมร่วมกันสร้างการเปลี่ยนแปลงทั้งในระดับนโยบายและปฏิบัติการ (United Nations, 2020)

ในบริบทของการพัฒนาที่ยั่งยืนนั้น “นวัตกรรมเพื่อสังคม” (Social Innovation) ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในฐานะกลไกสำคัญในการสร้างการเปลี่ยนแปลงทางสังคม โดยหมายถึงกระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่ตอบสนองต่อปัญหาสังคมอย่างสร้างสรรค์และยั่งยืน โดยเน้นการมีส่วนร่วมของภาคประชาชน ชุมชน และภาคส่วนต่าง ๆ ในการออกแบบแนวทางแก้ไขที่สอดคล้องกับบริบทท้องถิ่น (Mulgan, 2007) นวัตกรรมเพื่อสังคมจึงไม่ได้มุ่งเพียงแค่การคิดค้นเทคโนโลยีหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ เท่านั้น แต่รวมถึงการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้าง เช่น ระบบบริการสาธารณะ แนวปฏิบัติขององค์กร หรือรูปแบบความสัมพันธ์ทางสังคม ที่สามารถเสริมสร้างศักยภาพของชุมชนในการรับมือกับปัญหาอย่างยั่งยืน (Murray, Caulier-Grice, & Mulgan, 2010)

อย่างไรก็ตาม ความท้าทายที่สำคัญของการขับเคลื่อนนวัตกรรมเพื่อสังคมในบริบทของประเทศไทยคือ การขาดรูปแบบที่ชัดเจนและเหมาะสมกับบริบททางสังคมและวัฒนธรรมของชุมชน การพัฒนารูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมจึงจำเป็นต้องตั้งอยู่บนฐานแนวคิดที่เชื่อมโยงกับการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน (Mulgan, 2007) ซึ่งหมายถึงกระบวนการที่สามารถสร้างการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง มีการบูรณาการองค์ความรู้และการมีส่วนร่วมของภาคีเครือข่ายในทุกระดับ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถตอบโจทย์เป้าหมาย SDGs ได้อย่างเป็นรูปธรรม ดังนั้นการวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสร้างกลไกการพัฒนาที่ไม่เพียงแต่เน้นผลลัพธ์ในเชิงเศรษฐกิจเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมถึงคุณภาพชีวิตของประชาชน ความเข้มแข็งของชุมชน และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การพัฒนารูปแบบดังกล่าวจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการดำเนินงานของภาคีเครือข่ายในพื้นที่ เช่น องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น องค์กรพัฒนาเอกชน และภาคประชาสังคม สามารถออกแบบและดำเนินการโครงการที่มีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อความต้องการของชุมชนได้อย่างแท้จริง นอกจากนี้ งานวิจัยยังมีส่วนสำคัญในการเสริมสร้างองค์ความรู้ด้านนวัตกรรมเพื่อสังคมในเชิงทฤษฎี โดยการเชื่อมโยงแนวคิดจากศาสตร์ต่าง ๆ เช่น การพัฒนาชุมชน นวัตกรรมศึกษา และการบริหารจัดการเชิงกลยุทธ์ เพื่อสร้างกรอบแนวคิด (conceptual framework) ที่สามารถนำไปสู่การออกแบบโมเดลหรือแนวปฏิบัติที่นำไปใช้ได้จริงในพื้นที่ต่าง ๆ และสามารถขยายผลได้ในวงกว้าง (Phills, Deiglmeier, & Miller, 2008) การวิจัยในประเด็นนี้ยังตอบสนองต่อเป้าหมายของการเสริมสร้างความรู้และนวัตกรรมในระดับชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคที่ประเทศไทยกำลังก้าวเข้าสู่สังคมฐานความรู้ (Knowledge-Based Society) การพัฒนานวัตกรรมเพื่อสังคมจึงไม่เพียงแต่เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาสังคมเท่านั้น แต่ยังเป็นกลยุทธ์สำคัญในการเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันของประเทศในระยะยาว (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ, 2562)

ด้วยเหตุนี้ การพัฒนารูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน จึงเป็นการวิจัยที่มีความสำคัญและมีศักยภาพในการสร้างการเปลี่ยนแปลงเชิงระบบในสังคมไทยอย่างยั่งยืน ทั้งในด้านแนวทางปฏิบัติ นโยบาย และการสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปสู่การพัฒนาประเทศอย่างสมดุลและยั่งยืนในระยะยาว

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบของนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน
- 2) เพื่อพัฒนารูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน
- 3) เพื่อประเมินและรับรองรูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน

1.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับนวัตกรรมเพื่อสังคม (Social Innovation)

นวัตกรรมเพื่อสังคม (Social Innovation) คือกระบวนการพัฒนาแนวคิด วิธีการ หรือโครงการใหม่ ๆ ที่ตอบสนองต่อปัญหาทางสังคมอย่างสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ โดยมุ่งหวังให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงระบบ (systemic change) และส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีของประชาชนในระยะยาว (Phills, Deiglmeier, & Miller, 2008) ความแตกต่างของนวัตกรรมเพื่อสังคมจากนวัตกรรมทางธุรกิจทั่วไปอยู่ที่เป้าหมายหลัก ซึ่งมีผลกำไรสูงสุด แต่คือผลกระทบทางสังคมที่ยั่งยืนและครอบคลุมแนวคิดนี้มีพื้นฐานจากทฤษฎีระบบ (Systems Theory) และการมีส่วนร่วมของภาคประชาชน (Participatory Development) ซึ่งมองว่าสังคมเป็นระบบที่ซับซ้อนและต้องการการแก้ไขปัญหาแบบองค์รวม โดยมีภาคีเครือข่ายหลากหลายกลุ่มเข้ามามีส่วนร่วม ไม่ว่าจะเป็นภาครัฐ เอกชน ประชาสังคม หรือชุมชนท้องถิ่น (Mulgan, 2006) นวัตกรรมเพื่อสังคมจึงเกิดขึ้นในหลากหลายรูปแบบ เช่น การพัฒนาการศึกษาทางเลือก การจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีส่วนร่วม การสร้างธุรกิจเพื่อสังคม (Social Enterprise) ตลอดจนเทคโนโลยีดิจิทัลที่ตอบสนองต่อความเหลื่อมล้ำ

นวัตกรรมทางสังคมเป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาและยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้คนในสังคมผ่านการสร้างสรรค์แนวทางใหม่ ๆ ทั้งในรูปแบบของบริการ ผลิตภัณฑ์ แนวปฏิบัติ กฎระเบียบ หรือกระบวนการใหม่ ๆ ที่ตอบสนองต่อความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปของสังคม โดยมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเป็นศูนย์กลาง (Human-Centered) ตามแนวคิดของ Murray, Caulier-Grice และ Mulgan (2010) ได้เสนอวงจรของนวัตกรรมเพื่อสังคม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การค้นหาปัญหาและแรงบันดาลใจ 2) การพัฒนาแนวคิด 3) การสร้างต้นแบบ 4) การดำเนินการ 5) การเติบโต และ 6) การเปลี่ยนแปลงเชิงระบบ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการพัฒนานวัตกรรมทางสังคมมิได้เป็นเพียงการคิดค้นสิ่งใหม่ แต่ต้องมีกระบวนการรองรับและส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับโครงสร้าง ในบริบทของประเทศไทย ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการพัฒนานวัตกรรมเพื่อสังคม โดยเฉพาะในระดับชุมชนเมือง ได้แก่ ศักยภาพของผู้นำและเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน ระบบการจัดการและพัฒนาศักยภาพชุมชน ความสัมพันธ์เชิงสังคม ความต้องการแก้ปัญหาร่วมกันระหว่างชุมชนและภาครัฐ รวมถึงการสร้างความร่วมมือของภาคีเครือข่าย ทั้งนี้ยังพบว่า “ทักษะการปรับตัวของชุมชนต่อกระแสโลกาภิวัตน์” เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้ชุมชนสามารถยืดหยุ่นและพัฒนานวัตกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นประเด็นที่แตกต่างจากงานวิจัยในอดีต ที่มักมองข้ามมิติของพลวัตโลกาภิวัตน์ นอกจากนี้ การส่งเสริมนวัตกรรมทางสังคมจำเป็นต้องอาศัยบริบทที่เอื้อต่อการพัฒนา ได้แก่ การสนับสนุนเชิงนโยบาย การส่งเสริมให้เกิดการแพร่กระจายของนวัตกรรม และการติดตามผลอย่างต่อเนื่อง เพื่อเสริมสร้างศักยภาพของสังคมในการพัฒนานวัตกรรมได้อย่างยั่งยืน

โดยสรุป นวัตกรรมเพื่อสังคมเป็นกระบวนการที่เน้นการสร้างผลกระทบทางสังคมอย่างยั่งยืน โดยบูรณาการองค์ความรู้จากหลายภาคส่วน และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในทุกระดับ ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาที่ยั่งยืนในระดับชุมชนและสังคมในภาพรวม

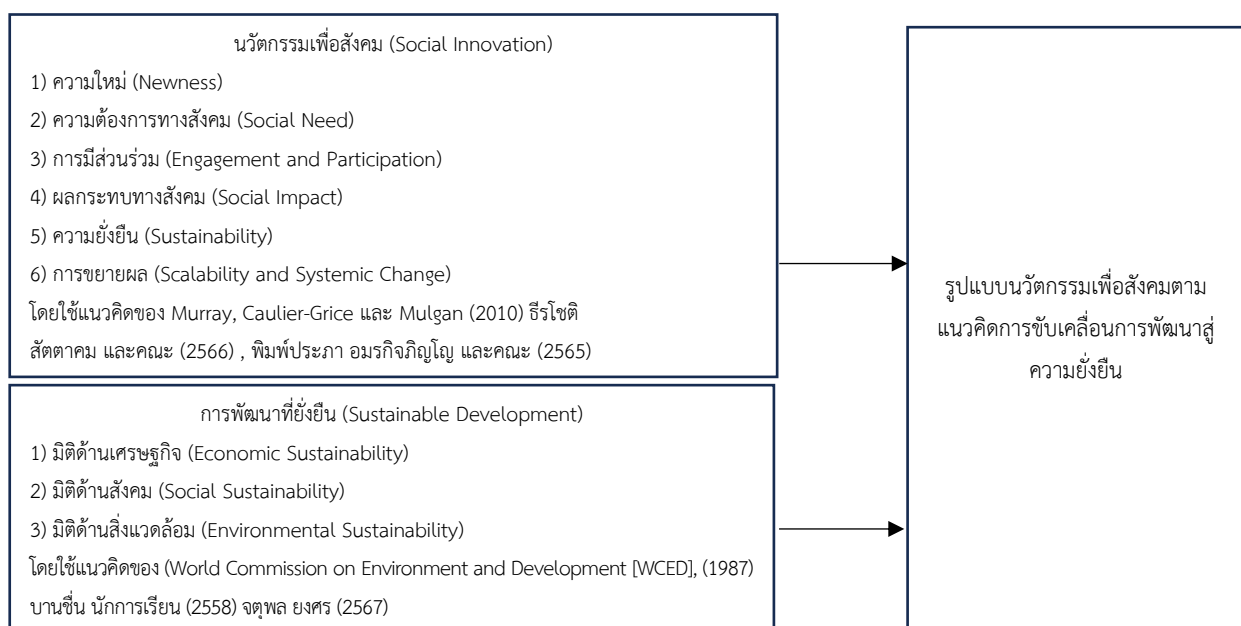
แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development)

การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) เป็นแนวคิดสำคัญในการกำหนดทิศทางการพัฒนาสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุล โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้การพัฒนาของมนุษย์ในปัจจุบันไม่ส่งผลเสียหรือเป็นอุปสรรคต่อความสามารถของคนรุ่นหลังในการตอบสนองความต้องการของตนเอง (World Commission on Environment and Development [WCED], 1987) แนวคิดนี้ได้รับการกล่าวถึงอย่างแพร่หลายในรายงาน Brundtland Report ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นของการตระหนักถึงการพัฒนาที่คำนึงถึงความเป็นธรรมระหว่างรุ่น (intergenerational equity) การพัฒนาที่ยั่งยืนมีองค์ประกอบหลัก 3 ด้านที่เชื่อมโยงกัน ได้แก่ 1) ด้านเศรษฐกิจ ที่มุ่งเน้นการเติบโตอย่างทั่วถึงและลดความเหลื่อมล้ำ 2) ด้านสังคม ที่เน้นความเป็นธรรม สิทธิมนุษยชน และความเสมอภาค และ 3) ด้านสิ่งแวดล้อม ที่เน้นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและลดผลกระทบจากกิจกรรมมนุษย์ (Hopwood, Mellor, & O'Brien, 2005) การบูรณาการทั้งสามด้านนี้เป็นหัวใจสำคัญของแนวคิดการพัฒนาในยุคปัจจุบัน องค์การสหประชาชาติได้ขยายแนวคิดนี้ออกเป็นรูปธรรมผ่านกรอบ เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) จำนวน 17 เป้าหมาย ที่ครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ เช่น การขจัดความยากจน การศึกษาอย่างเท่า

เทียม ความมั่นคงทางอาหาร การจัดการน้ำอย่างยั่งยืน และการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations, 2015) ซึ่ง SDGs ไม่เพียงกำหนดเป้าหมายเชิงนโยบายเท่านั้น แต่ยังส่งเสริมบทบาทของภาคประชาสังคมและภาคธุรกิจในการมีส่วนร่วม ดังนั้นทฤษฎีการพัฒนาที่ยั่งยืนมีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดของ การพัฒนาแบบองค์รวม (Holistic Development) และ ทฤษฎีความเป็นธรรมทางสังคม (Social Justice) ที่เชื่อว่าการพัฒนาใด ๆ ต้องไม่ทอดทิ้งกลุ่มเปราะบาง อีกทั้งยังเกี่ยวข้องกับ ทฤษฎีการจัดการทรัพยากรร่วม (Common-Pool Resources) ของ Elinor Ostrom ที่เสนอว่าการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติจะสำเร็จได้ หากมีการบริหารจัดการร่วมกันโดยชุมชนอย่างมีส่วนร่วม

การพัฒนาที่ยั่งยืนเป็นแนวคิดสำคัญที่เน้นความสมดุลของการดำรงชีวิตมนุษย์ทั้งในปัจจุบันและอนาคต โดยครอบคลุม มิติต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง วัฒนธรรม จิตใจ ตลอดจนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งทั้งหมดล้วนมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างเกื้อกูลและเป็นองค์รวมที่ส่งเสริมให้มนุษย์สามารถดำรงชีวิตอย่างมีความสุขและมีคุณภาพ (บานชื่น นักการเรียน, 2558) แนวคิดนี้ได้รับการขับเคลื่อนในระดับโลกผ่านกรอบ เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ซึ่งองค์การสหประชาชาติได้กำหนดขึ้นให้เป็นแนวทางร่วมของนานาประเทศในการพัฒนาอย่าง ครอบคลุมและเท่าเทียม SDGs ประกอบด้วย 17 เป้าหมายหลัก และ 169 เป้าหมายย่อย (SDG Targets) ที่เชื่อมโยงกันในเชิง ระบบ พร้อมตัวชี้วัดจำนวน 247 ตัว เพื่อใช้ติดตามและประเมินผลความก้าวหน้าของการดำเนินงานในแต่ละประเทศ โดยสามารถ จัดกลุ่มประเด็นตามมิติที่เกี่ยวข้องใน 5 ด้านสำคัญ หรือที่เรียกว่า 5P ได้แก่ 1) People ให้ความสำคัญกับการขจัดความยากจน ความหิวโหย และลดความเหลื่อมล้ำในสังคม 2) Planet มุ่งเน้นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และปกป้องทรัพยากรธรรมชาติเพื่อความ มั่นคงของโลก 3) Prosperity ส่งเสริมความมั่งคั่งทางเศรษฐกิจควบคู่กับคุณภาพชีวิตที่ดีและสอดคล้องกับหลักการพัฒนาอย่าง ยั่งยืน 4) Peace ยึดหลักการอยู่ร่วมกันอย่างสันติ สร้างสังคมที่ยุติธรรม และไม่ทิ้งใครไว้ข้างหลัง และ 5) Partnership หรือการ สร้างความร่วมมือระหว่างประเทศและภาคส่วนต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการพัฒนาแบบมีส่วนร่วมและยั่งยืนในทุกมิติ (จตุพล ยงศร, 2567) จะเห็นได้ว่าการพัฒนาที่ยั่งยืนในมิติทั้งระดับชุมชนและระดับนานาชาติ ล้วนเน้นย้ำถึงความเกื้อกูลระหว่างมนุษย์และ สิ่งแวดล้อม รวมทั้งการดำรงอยู่อย่างสมดุลในระบบนิเวศทางเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม ซึ่งต้องอาศัยแนวคิดเชิงบูรณาการที่ สนับสนุนให้เกิดความยั่งยืนอย่างแท้จริงความร่วมมือของทุกภาคส่วนในการขับเคลื่อนวาระการพัฒนาที่ยั่งยืน

สรุปว่าการพัฒนาที่ยั่งยืนมิได้เป็นเพียงแนวทางเชิงนโยบาย แต่เป็นกรอบคิดที่เชื่อมโยงระหว่างความต้องการของมนุษย์ และข้อจำกัดของธรรมชาติ โดยส่งเสริมการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน และเน้นการวางรากฐานเพื่อความอยู่ดีมีสุขของคนรุ่น ปัจจุบันและอนาคตอย่างสมดุลและเป็นธรรม



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

2. ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ ภาคีเครือข่ายในชุมชน เช่น ผู้นำชุมชน วิสาหกิจชุมชน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดนครปฐม จำนวน 6,341 คน (องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กระทรวงมหาดไทย, 2567) และผู้ทรงคุณวุฒิในการสัมภาษณ์ให้ข้อมูลเชิงลึกคือ ผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมเพื่อสังคม นักพัฒนาชุมชน ผู้กำหนดนโยบาย จำนวน 9 ท่าน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Selection) ซึ่งการวิจัยนี้ใช้ระเบียบการวิจัยแบบผสมวิธี มีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีการวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed Methods Research Design) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยทั้งหมด 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษารูปแบบองค์ประกอบของนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน โดยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณควบคู่กันในส่วนของการวิจัยเชิงคุณภาพ ใช้การศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 9 คน ซึ่งเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียด้านการพัฒนาสังคม การกำหนดนโยบาย และการวิจัยด้านนวัตกรรมทางสังคม ในส่วนของการวิจัยเชิงปริมาณ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 375 คน ได้จากการคำนวณตามสูตรของ Krejcie & Morgan (1970) จากประชากรทั้งหมดประมาณ 15,000 คนในพื้นที่เป้าหมาย ซึ่งเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) เพื่อให้สอดคล้องกับโครงสร้างประชากรในชุมชนเมืองที่มีความหลากหลาย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถาม และแบบสัมภาษณ์เชิงลึก ซึ่งแบบสอบถามผ่านกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบ โดยตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) จากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน และนำมาคำนวณหาความสัมพันธ์ความเที่ยง (Reliability) ด้วยสูตรของ Cronbach's Alpha ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 0.853 แสดงว่าเครื่องมือมีความเที่ยงอยู่ในระดับสูง

การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) สำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพ และการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) สำหรับข้อมูลเชิงปริมาณ

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนารูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน โดยจัด การสัมมนาอิงผู้ทรงคุณวุฒิ (Delphi Technique) จำนวน 9 คน ซึ่งเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการกำหนดนโยบาย การบริหารและกำกับดูแลโครงการพัฒนาชุมชน ตลอดจนนักวิชาการและนักวิจัยด้านสังคมศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนนี้ ได้แก่ รูปแบบนวัตกรรมฉบับร่าง และเอกสารคู่มือประกอบการสัมมนา ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะและตรวจสอบความเหมาะสมในเชิงเนื้อหาและบริบท การทวนสอบข้อมูลใช้วิธี การตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation) โดยเปรียบเทียบข้อมูลจาก 3 แหล่ง ได้แก่ เอกสารทางวิชาการ ผลการสัมภาษณ์ และความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของรูปแบบที่พัฒนา

ขั้นตอนที่ 3 ประเมินและรับรองความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคม

เครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนนี้ ได้แก่ แบบประเมินรูปแบบนวัตกรรม ซึ่งพัฒนาโดยอิงจากเกณฑ์ความเหมาะสม (Appropriateness) ความเป็นไปได้ (Feasibility), ความสอดคล้องกับบริบท (Contextual Relevance) และความยั่งยืน (Sustainability) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมถึงการวิเคราะห์เนื้อหาจากข้อเสนอแนะเชิงคุณภาพของผู้ประเมิน

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษา

1) ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรที่ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน อยู่ในระดับมากขึ้นไป โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

องค์ประกอบ	รายการ	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	แปลผล
1	ความใหม่ (Newness)	4.23	.908	มาก
2	ความต้องการทางสังคม (Social Need)	4.37	.802	มาก
3	การมีส่วนร่วม (Engagement and Participation)	4.28	.799	มาก
4	ผลกระทบทางสังคม (Social Impact)	4.10	.912	มาก
5	ความยั่งยืน (Sustainability)	4.13	.854	มาก
6	การขยายผล (Scalability and Systemic Change)	4.26	.903	มาก
	รวมเฉลี่ย	4.22	0.852	มาก

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ความใหม่ (Newness) ประกอบด้วย 4 ตัวบ่งชี้

องค์ประกอบที่ 2 ความต้องการทางสังคม (Social Need) ประกอบด้วย 4 ตัวบ่งชี้

องค์ประกอบที่ 3 การมีส่วนร่วม (Engagement and Participation) ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้

องค์ประกอบที่ 4 ผลกระทบทางสังคม (Social Impact) ประกอบด้วย 4 ตัวบ่งชี้

องค์ประกอบที่ 5 ความยั่งยืน (Sustainability) ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้

องค์ประกอบที่ 6 การขยายผล (Scalability and Systemic Change) ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้

ตารางที่ 2 องค์ประกอบและค่าความแปรปรวนของนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	17.108	55.188	55.188	17.108	55.188	55.188
2	2.195	7.080	62.268	2.195	7.080	62.268
3	1.427	4.603	66.871	1.427	4.603	66.871
4	1.063	3.430	70.301	1.063	3.430	70.301
5	1.031	3.180	61.188	1.031	3.180	61.188
6	1.020	3.115	59.721	1.020	3.115	59.721

Extraction Method: Principal Component Analysis

จากตารางที่ 2 พบว่าองค์ประกอบที่มีค่า Eigenvalues มากกว่า 1 มีจำนวน 6 องค์ประกอบ ซึ่งองค์ประกอบที่ 1 - 6 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ทั้งหมดร้อยละ 59.721 แต่เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์การคัดเลือกองค์ประกอบที่มีค่า Eigenvalues มากกว่า 1 มีตัวบ่งชี้ที่อธิบายองค์ประกอบตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป และมีค่าน้ำหนักปัจจัย ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป พบว่ามี 6 องค์ประกอบที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ องค์ประกอบที่ 1 - 6 องค์ประกอบที่ 1 มีค่าไอเก้น (eigenvalues) สูงสุดเท่ากับ 17.108 สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดได้ร้อยละ 55.188 องค์ประกอบที่ 2 มีค่าไอเก้น (eigenvalues) 2.195 สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดได้ร้อยละ 7.080 องค์ประกอบที่ 3 มีค่าไอเก้น (eigenvalues) 1.427 สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดได้ร้อยละ 4.603 องค์ประกอบที่ 4 มีค่าไอเก้น (eigenvalues) 1.063 สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดได้ร้อยละ 3.430 และองค์ประกอบอื่น ๆ มีค่าไอเก้น (eigenvalues) องค์ประกอบที่ 5 มีค่าไอเก้น (eigenvalues) 1.031 สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดได้ร้อยละ 3.180 องค์ประกอบที่ 6 มีค่าไอเก้น (eigenvalues) 1.020 สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดได้ร้อยละ 3.115 และความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบทั้ง 6 องค์ประกอบแล้วพบว่า สามารถอธิบาย

ความแปรปรวนทั้งหมด ได้ทั้งหมดร้อยละ 59.721 องค์ประกอบสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวชี้วัดได้อย่างน้อยที่สุดร้อยละ 50 จึงจะถือว่าใช้ได้ สำหรับองค์ประกอบที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ 6 องค์ประกอบคือ องค์ประกอบที่ 1 - 6 นั้น ได้กำหนดเกณฑ์ในการเลือกองค์ประกอบที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ที่มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งเป็นค่าน้ำหนักที่มีนัยสำคัญในทางปฏิบัติ มีค่า Eigenvalues ที่มากกว่า 1 และมีตัวบ่งชี้ในแต่ละองค์ประกอบ จำนวนตั้งแต่ 3 ตัวบ่งชี้ขึ้นไป

ตารางที่ 3 ค่า KMO and Bartlett's test of Sphericity

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.973
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	23431.241
	df	465
	Sig.	.000

จากตารางที่ 3 พบว่าจากการทดสอบ สถิติ KMO (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) มีค่าเท่ากับ .973 แสดงว่า ตัวชี้วัดทั้ง 21 ตัวบ่งชี้ของนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืนนั้นเป็นจำนวนข้อมูลที่มีความเพียงพอและมีความเหมาะสม สามารถใช้สถิติการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) ได้เพราะค่า KMO มีค่ามากกว่า .5 และเข้าใกล้ 1

ตารางที่ 4 องค์ประกอบของนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน

องค์ประกอบที่	ชื่อองค์ประกอบ	จำนวนตัวชี้	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading)
1	ความใหม่ (Newness)	4	.550-.690
2	ความต้องการทางสังคม (Social Need)	4	.571-.809
3	การมีส่วนร่วม (Engagement and Participation)	3	.550-.808
4	ผลกระทบทางสังคม (Social Impact)	4	.628-.795
5	ความยั่งยืน (Sustainability)	3	.561-.718
6	การขยายผล (Scalability and Systemic Change)	3	.515-.602
รวม		21	

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis) ด้วยวิธีสกัดปัจจัยได้ องค์ประกอบสำคัญ ทั้งหมด 6 องค์ประกอบ เพื่อความสะดวกในการเรียกชื่อองค์ประกอบที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด

2) ผลการพัฒนารูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน (2NP3S) คือ การดำเนินการเกี่ยวกับนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน โดยเริ่มจาก

2.1) ความใหม่ (Newness) คือนวัตกรรมเพื่อสังคมต้องมีความใหม่ ไม่ว่าจะเป็นแนวคิดใหม่ วิธีการใหม่ หรือการประยุกต์สิ่งเดิมในรูปแบบใหม่ โดยความใหม่นี้ต้องนำไปสู่การแก้ไขปัญหาสังคมที่มีอยู่เดิมอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.2) ความต้องการทางสังคม (Social Need) คือการริเริ่มนวัตกรรมต้องมีพื้นฐานจากการเข้าใจปัญหาและความต้องการที่แท้จริงของชุมชนหรือกลุ่มเป้าหมาย ไม่ว่าจะเป็นด้านการศึกษา สุขภาพ ความเหลื่อมล้ำ หรือสิ่งแวดล้อม โดยผู้มีส่วนได้ส่วนเสียควรมีบทบาทในการนิยามปัญหานั้นร่วมกัน

2.3) การมีส่วนร่วม (Engagement and Participation) คือนวัตกรรมเพื่อสังคมที่แท้จริงต้องเปิดโอกาสให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเข้ามามีบทบาทในทุกกระบวนการ ตั้งแต่การออกแบบ การพัฒนา ไปจนถึงการประเมินผล เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน และสร้างความเป็นเจ้าของร่วมในนวัตกรรม

2.4) ผลกระทบทางสังคม (Social Impact) คือเป้าหมายสำคัญของนวัตกรรมเพื่อสังคมคือการสร้างผลกระทบเชิงบวกต่อชุมชนและสังคมในระยะยาว เช่น การลดความยากจน การเพิ่มโอกาสทางการศึกษา หรือการส่งเสริมความเป็นธรรม

2.5) ความยั่งยืน (Sustainability) คือนวัตกรรมเพื่อสังคมควรออกแบบให้สามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องในระยะยาว ทั้งในด้านการเงิน ทรัพยากรบุคคล และการสนับสนุนจากภาคส่วนต่าง ๆ โดยไม่ต้องพึ่งพาการบริจาคเพียงอย่างเดียว

2.6) การขยายผล (Scalability and Systemic Change) คือนวัตกรรมควรสามารถนำไปขยายผลหรือปรับใช้ในระบบอื่นได้ และสามารถนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงเชิงระบบ เช่น การเปลี่ยนแปลงนโยบาย การสร้างรูปแบบการบริการใหม่ หรือการปรับวัฒนธรรมองค์กร

3) ผลการประเมินและรับรองรูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืนในภาพรวมพบว่ามีความครอบคลุม มีความถูกต้อง มีความเป็นประโยชน์ และมีความเป็นไปได้ อยู่ในระดับมากที่สุด

3.2 อภิปรายผล

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 1 พบว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน ผลการวิจัยพบว่าประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ความใหม่ (Newness) (2) ความต้องการทางสังคม (Social Need) (3) การมีส่วนร่วม (Engagement and Participation) (4) ผลกระทบทางสังคม (Social Impact) (5) ความยั่งยืน (Sustainability) และ (6) การขยายผล (Scalability and Systemic Change) ซึ่งสอดคล้องกับ Murray, Caulier-Grice และ Mulgan (2010) ผลวิจัยพบว่าวงจรของนวัตกรรมเพื่อสังคม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การค้นหาปัญหาและแรงบันดาลใจ 2) การพัฒนาแนวคิด 3) การสร้างต้นแบบ (Prototyping) 4) การดำเนินการ 5) การเติบโต และ 6) การเปลี่ยนแปลงเชิงระบบ และสอดคล้องกับ พรวิวัฒน์ เทียนศรี และจิตติพร ฌ สงขลา (2567) ผลวิจัยพบว่าปัจจัยที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อสังคมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศไทยมี 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเทคโนโลยีและทรัพยากร ด้านการเรียนรู้ ด้านสังคม ด้านโครงสร้าง และกระบวนการ โดยส่งผลให้เกิดความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อสังคมฯ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการสร้างสรรค์ ด้านการบูรณาการศาสตร์เพื่อการสร้างสรรค์ ด้านการสร้างเครือข่ายทางสังคม

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 2 พบว่า การพัฒนารูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน ได้รับการประเมินว่า “มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด” ทั้งในด้านโครงสร้างของรูปแบบ ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ และความสอดคล้องกับบริบทของชุมชน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยในหลายประเด็น ดังนี้

ประเด็นด้านเจตนาธรรมและเป้าหมายของนวัตกรรมเพื่อสังคม สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุชาวัลย์ สัจจสมบูรณ์ และคณะ (2567) ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ผู้ประกอบการเพื่อสังคมมีแรงจูงใจหลักในการ “แก้ปัญหาสังคมควบคู่ไปกับการดำเนินธุรกิจ” โดยมีการวางแผนเป้าหมายของธุรกิจให้สอดคล้องกับผลกระทบทางสังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการพัฒนาที่ยั่งยืนที่เน้นการสร้างคุณค่าเชิงสังคม ไม่เพียงแต่ผลกำไร ประเด็นด้านการใช้เทคโนโลยีและการสร้างเครือข่าย ทั้งงานของ สุชาวัลย์ สัจจสมบูรณ์ และการศึกษาของ ศิริณทิพย์ กุลจิตรตรี และสุภัทรรักษ์ คำสามารถ (2563) พบว่าการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ เช่น การพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ การโลจิสติกส์ และการเชื่อมโยงเครือข่ายองค์ความรู้ มีบทบาทสำคัญต่อการสร้างความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการเพื่อสังคม โดยเฉพาะในกลุ่มธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ประเด็นด้านศักยภาพของผู้ประกอบการและการยกระดับทักษะ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ญัฐชา มะลิทอง (2566) ระบุว่า ความสามารถในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี การคิดเชิงออกแบบ และทักษะด้านนวัตกรรมเป็นปัจจัยสำคัญที่ผลักดันให้ธุรกิจเพื่อสังคมสามารถเติบโตอย่างยั่งยืน และสามารถแข่งขันได้ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ ประเด็นด้านเศรษฐกิจดิจิทัลและโครงสร้างสนับสนุน สอดคล้องกับงานวิจัยของ อารยา เลิศสุวรรณกิจ (2565) เสริมว่า การเข้าสู่ระบบเศรษฐกิจดิจิทัลต้องมีกลไกสนับสนุน เช่น โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล นโยบายภาครัฐที่เอื้อต่อวิสาหกิจชุมชน รวมถึงระบบโลจิสติกส์และการเงินดิจิทัล ที่ช่วยให้ธุรกิจเพื่อสังคมสามารถขยายผลและเข้าถึงตลาดได้อย่างทั่วถึง ประเด็นด้านการสร้างระบบนิเวศทางธุรกิจเพื่อสังคม สอดคล้องกับงานวิจัยของ แนวคิดของ เวอร์นาร์ ฮูเกน (Huigen, 2019) และ Murray et al. (2010) เน้นว่า การพัฒนานวัตกรรมเพื่อสังคมที่ยั่งยืนจะต้องอยู่ภายใต้ระบบนิเวศที่เอื้อต่อการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน ไม่ว่าจะเป็นภาครัฐ เอกชน หรือภาคประชาสังคม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยในครั้งนี้ที่ชี้ว่า “ความร่วมมือของเครือข่าย” เป็นองค์ประกอบสำคัญของความสำเร็จ สรุปผลการวิจัยยืนยันว่า การพัฒนารูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนสู่ความยั่งยืน มีความ

เหมาะสมอย่างยิ่งในด้านการประยุกต์ใช้จริง การบูรณาการกับเทคโนโลยี และการเสริมศักยภาพของผู้ประกอบการ โดยมีงานวิจัยต่าง ๆ สนับสนุนในมิติที่หลากหลาย ทั้งด้านแรงจูงใจ เทคโนโลยี เครือข่าย และระบบนิเวศนวัตกรรม

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 3 พบว่า การประเมินและรับรองรูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน พบว่าในภาพรวมมีความครอบคลุม ความถูกต้อง ความเป็นไปได้ เป็นประโยชน์ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าได้ทำการพัฒนารูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืนโดยผ่านกระบวนการต่าง ๆ มาอย่างเป็นขั้นตอนและเหมาะสม สอดคล้องกับผลวิจัยของ กัญจน์ชญา ชัยวิรัตน์กุล (2560) ผลการวิจัยพบว่าการยอมรับ การเห็นถึงประโยชน์และมีความสนใจนำระบบนวัตกรรมนี้ไปใช้งาน ในระยะที่ 3 ผู้วิจัยทำการศึกษาการใช้ประโยชน์ของเครื่องมือการประเมินในเชิงพาณิชย์ โดยศึกษาในมิติของการวิเคราะห์อุตสาหกรรม ความคุ้มค่าในการลงทุน และกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย และสิ่งแวดลอม แต่อย่างก็ศึกษาการดำเนินงานของกิจการเพื่อสังคมยังประสบปัญหาหลักๆ คือ ปัญหาการบริหารจัดการธุรกิจให้มีประสิทธิภาพและขยายตัวอย่างยั่งยืนได้ จึงนำไปสู่การศึกษาและพัฒนาวัตกรรมการประเมินความยั่งยืนของกิจการเพื่อสังคมในรูปแบบซอฟต์แวร์นี้ กิจการเพื่อสังคมสามารถนำไปใช้ในการประเมินศักยภาพในการดำเนินงานของตน หน่วยงานรัฐที่ดูแลสนับสนุนกิจการเพื่อสังคมสามารถนำซอฟต์แวร์นี้ไปใช้ในการประกอบการให้คำปรึกษา ส่งเสริมและสนับสนุนกิจการเพื่อสังคมเหล่านี้ได้ และเสริมสร้างขีดความสามารถของกิจการเพื่อสังคมอันจะเป็นประโยชน์ต่อเศรษฐกิจของประเทศ และสอดคล้องกับ นวโล โฉมงาม และกฤตวรรณ สาหร่าย (2565) ผลวิจัยพบว่า นวัตกรรมชุมชนในรูปแบบกระบวนการประกอบการเพื่อสังคม คือ (1) การต่อยอดวัฒนธรรมการให้เพื่อสังคมของชุมชนบูรณาการกับการประกอบการเพื่อสังคมเข้า (2) แคนนำมีภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงด้วยสร้างอุดมการณ์นำลงมือปฏิบัติ (3) มีวัฒนธรรมการทำงานเป็นทีมพัฒนาให้เกิดพลังขับเคลื่อนทางสังคมในกลุ่มและเครือข่าย มีการหนุนเสริมช่วยเหลือกันระหว่างกลุ่มและประสานความร่วมมือกับภาคีในชุมชนและนอกชุมชน (4) ใช้กระบวนการติดตามประเมินผลลัพธ์เพื่อการเรียนรู้และพัฒนาอย่างต่อเนื่องผลการดำเนินการโดยภาพได้สร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชน พื้นฟูและพัฒนาต่อยอดวัฒนธรรมการให้เพื่อสังคม ให้มีศักยภาพการช่วยเหลือที่สูงขึ้น มีกลุ่มแกนนำรวมตัวเป็นเครือข่ายขับเคลื่อนอุดมการณ์ความรักในเพื่อนมนุษย์และสิ่งแวดลอม สมาชิกปัจเจกบุคคลสามารถช่วยเหลือตนเองให้มีความมั่นคงทางอาหาร รายได้ และเกิดวัฒนธรรมการเอื้ออาทรไม่ทอดทิ้งกันระหว่างสมาชิกในชุมชน และลดความเหลื่อมล้ำด้วยการมีกองทุนช่วยเหลือกลุ่มเปราะบางในชุมชน

4. สรุปผล



ภาพที่ 2 รูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน

รูปแบบนวัตกรรมเพื่อสังคมตามแนวคิดการขับเคลื่อนการพัฒนาสู่ความยั่งยืน 2NP3S โดยเริ่มจาก

- 1) Newness (N) ความใหม่
- 2) Social Need (N) ความต้องการทางสังคม

- 3) Engagement and Participation (P) การมีส่วนร่วม
- 4) Social Impact (S) ผลกระทบทางสังคม
- 5) Sustainability (S) ความยั่งยืน
- 6) Scalability and Systemic Change (S) การขยายผล

5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

6. เอกสารอ้างอิง

- กัญจน์ชญา ชัยวิรัตน์กุล. (2560). *นวัตกรรมเครื่องมือประเมินความยั่งยืนของกิจการเพื่อสังคม*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จตุพล ยงศร. (2567). การพัฒนาสถาบันอุดมศึกษาไทยสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs). *Journal of Industrial Education*, 23(2), A1-A8.
- ธีรโชติ สัตตาคม และคณะ. (2566). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการพัฒนาหมู่บ้านนวัตกรรมเพื่อสังคมของชุมชนเมืองจันทบุรี ตำบลเมืองจันทบุรี อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดฉะเชิงเทรา. *วารสารราชชนก*, 20(2), 1-10.
- นวลใย วัฒนกุล และกฤตวรรณ สาหร่าย. (2565). *การพัฒนาการประกอบการเพื่อสังคมสู่วิสาหกิจชุมชน*. รายงานการวิจัยกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม หน่วยบริการและจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่. บานชื่น นักการเรือน. (2558). การพัฒนาที่ยั่งยืน. *The Journal of Sirindhornparithat*, 17(2), 64-69.
- พิมพ์ประภา อมรกิจวิทยุ และคณะ. (2565). นวัตกรรมทางสังคมเพื่อคุณภาพชีวิต. *วารสารนวัตกรรมการจัดการศึกษาและการวิจัย*, 4(2), 279-286.
- พริ้งพวน เทียนศรี และใจทิพย์ ณ สงขลา. (2567). ปัจจัยที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อสังคมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ. (2562). *แผนด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมของประเทศไทย พ.ศ. 2563-2570*. สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม.
- สุธาวัลย์ สัจจสมบูรณ์ และคณะ. (2567). รูปแบบนวัตกรรมธุรกิจเพื่อสังคมสู่ความยั่งยืน ในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย. *วารสารวิชาการวิทยาลัยบริหารศาสตร์*, 7(2), 121-137.
- ศิริทิพย์ กุลจิตรตรี และสุภัทรรักษ์ คำสามารถ. (2563). นวัตกรรมการจัดการธุรกิจเพื่อสังคมในยุคเศรษฐกิจดิจิทัล. *วารสารนวัตกรรมการศึกษาและการวิจัย*, 4(3), 217-232.
- องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. (2567). *ระบบสารสนเทศบริหารงานบุคคล*. กระทรวงมหาดไทย.
- Hopwood, B., Mellor, M., & O'Brien, G. (2005). Sustainable development: Mapping different approaches. *Sustainable Development*, 13(1), 38-52.
- Mulgan, G. (2007). *Social innovation: What it is, why it matters and how it can be accelerated*. The Young Foundation. Retrieved from <https://youngfoundation.org/wp-content/uploads/2012/10/Social-Innovation-what-it-is-why-it-matters-how-it-can-be-accelerated-March-2007.pdf>
- Mulgan, G. (2006). The process of social innovation. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 1(2), 145-162.
- Murray, R., Caulier-Grice, J., & Mulgan, G. (2010). *The open book of social innovation*. London: NESTA.

Phills, J. A., Deiglmeier, K., & Miller, D. T. (2008). Rediscovering social innovation. *Stanford Social Innovation Review*, 6(4), 34–43.

United Nations. (2020). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. Retrieved from <https://sdgs.un.org/2030agenda>

United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. New York: United Nations.

World Commission on Environment and Development. (1987). *Our common future*. Oxford: Oxford University Press.

การหนุนเสริมกระบวนการขับเคลื่อนงานวิจัยเชิงพื้นที่เพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานราก ในพื้นที่จังหวัดสงขลา

Reinforcement Process to Drive Area-based Collaborative Research for Enhancing the Sustainable Foundation Economy in Songkhla Province

สุดคณิง ณ ระนอง^{1*} กนกรัตน์ รัตนพันธุ์¹ กัตตินาฏ สกุลสวัสดิพันธุ์¹ กุลธีรา ทองใหญ่²
บุญรัตน์ บุญรัมย์² วรพงศ์ บุญช่วยแทน³ และ เตือนใจ ปิยัง⁴

Sutkanung Na Ranong^{1*} Kanokrat Rattanapan¹ Kattinat Sagulsawasdipan¹ Kulteera Thongyai²
Boonrad Boonradsamee² Worapong Boonchouytan³ and Tuanjai Piyang⁴

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

¹ Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya

² คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

² Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Srivijaya

³ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

³ Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya

⁴ โรงเรียน มอ. วิทยานุสรณ์ สุราษฎร์ธานี

⁴ PSU.Wittayanusorn Surat Thani School

* E-mail: sutkanung.n@rmutsv.ac.th 0815352829

บทคัดย่อ

การหนุนเสริมกระบวนการขับเคลื่อนงานวิจัยเชิงพื้นที่เพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากในพื้นที่จังหวัดสงขลา มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมสำหรับการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับกลุ่มอาชีพในจังหวัดสงขลา ประกอบด้วย กลุ่มผู้ผลิตผ้าพื้นถิ่น กลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟโรบัสต้า และกลุ่มผู้ผลิตปลาทะเลแปรรูป เพื่อมุ่งเน้นการเสริมสร้างเศรษฐกิจฐานรากในพื้นที่ชุมชนเป้าหมาย จำนวน 12 ตำบล 7 อำเภอของจังหวัดสงขลา และประเมินผลลัพธ์และผลกระทบของการพัฒนาชุมชนระดับตำบลแบบมีส่วนร่วมด้วยการใช้เทคโนโลยีที่พร้อมใช้ การดำเนินงานวิจัยอาศัยความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัย ชุมชน ภาครัฐ และภาคเอกชน ผ่านกลไกการบริหารจัดการงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีและถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ตอบสนองต่อบริบทและความต้องการของพื้นที่ ผลการศึกษาพบว่า การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาประยุกต์ใช้ในชุมชนส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในเชิงบวกต่อกระบวนการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์ ทำให้ชุมชนสามารถเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ ลดระยะเวลาการผลิต และยกระดับมาตรฐานของสินค้า จากการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) พบว่าผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มีรายได้สุทธิและผลกำไรเพิ่มขึ้นภายหลังการดำเนินโครงการวิจัย นอกจากนี้ โครงการยังส่งเสริมให้เกิดชุมชนนวัตกรรม และพัฒนาวัตรชุมชนที่สามารถใช้เทคโนโลยีและจัดการองค์ความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ที่ได้สะท้อนถึงการยกระดับเศรษฐกิจฐานรากอย่างยั่งยืน ลดความเหลื่อมล้ำ และสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนในทุกมิติ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: งานวิจัยเชิงพื้นที่, เศรษฐกิจฐานราก, เทคโนโลยีพร้อมใช้

Abstract

The reinforcement of the area-based collaborative research process for enhancing the sustainable foundation economy in Songkhla Province aimed to develop and apply technology and innovation to add value to local occupational groups. These groups include local textile producers, Robusta coffee growers and processors, and processed marine product producers. The research focused on strengthening the grassroots economy in 12 sub-districts across 7 districts in the province and assessed the outcomes and impacts of participatory community development using ready-to-use technologies. The research was conducted through collaborative efforts among universities, local communities, government agencies, and the private sector, supported by the research management mechanism of Rajamangala University of Technology Srivijaya. This mechanism facilitated the development of technologies and the transfer of knowledge tailored to local contexts and needs. The findings revealed that applying technologies and innovations within the communities led to positive transformations in production and processing. Communities were able to enhance product value, reduce production time, and improve product standards. An analysis of the return on investment (ROI) showed that most products experienced an increase in net income and profitability after the implementation of the project. Furthermore, the project promoted the creation of innovation communities and the development of local innovators capable of effectively utilizing technologies and managing knowledge. These outcomes reflect a sustainable upliftment of the grassroots economy, contributing to reduced inequality and strengthened community resilience across economic, social, and environmental dimensions.

Keywords: Area-based Research, Foundation Economy, Appropriate Technology

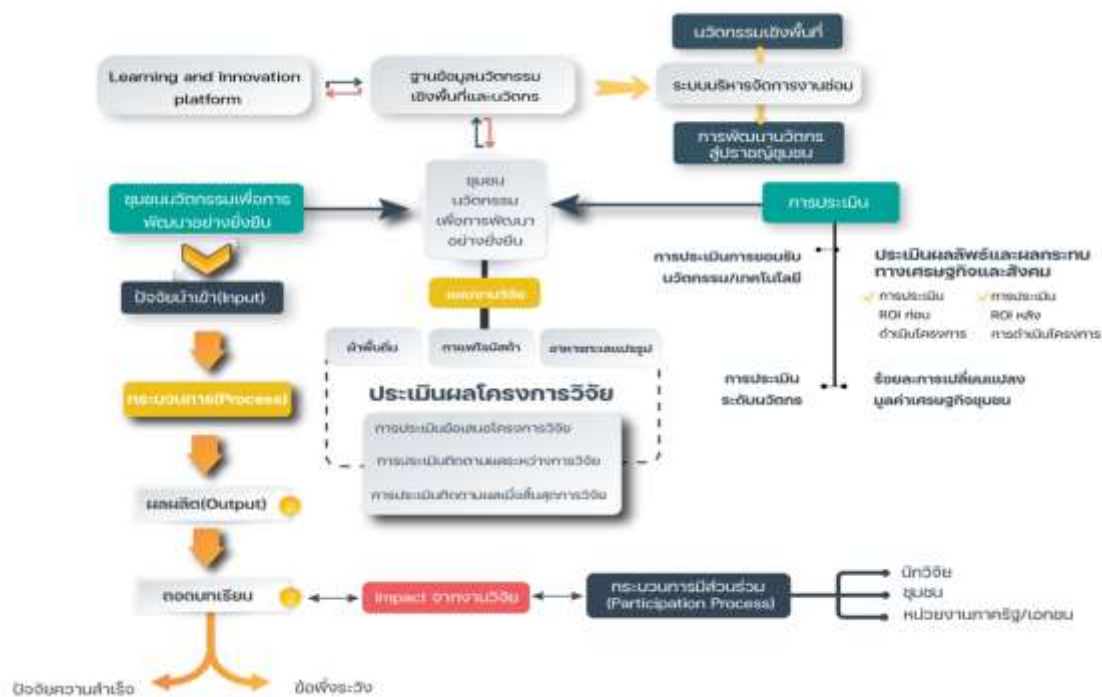
1. บทนำ

การพัฒนาเชิงพื้นที่ (Area Based Approach) เป็นทิศทางหลักของการปฏิรูปประเทศ โดยมีเป้าหมายเพื่อกระจายความเจริญไปสู่ส่วนภูมิภาคผ่านการเสริมสร้างความเข้มแข็งของคนในพื้นที่ให้สามารถพัฒนาท้องถิ่นของตนเองตามบริบทและฐานทุนเดิมของคนในชุมชน โดยเน้นการเปลี่ยนแปลงจากฐานรากในระดับครัวเรือน ชุมชน ท้องถิ่น และขยายผลไปสู่การเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างที่ใหญ่ขึ้น ดังนั้น การพัฒนาและส่งเสริมให้คนในชุมชนมีความเข้มแข็งพึ่งพาตนเองได้ และสามารถปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลง โดยใช้ความรู้ในการจัดการเพื่อแก้ไขปัญหาของตนเอง จึงจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนทั้งภาคประชาชน ภาครัฐ ภาคเอกชน และภาควิชาการ เพื่อก่อให้เกิดการสร้างเสริมความเข้มแข็งและเพิ่มขีดความสามารถของชุมชนได้อย่างยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาชุมชนที่ให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วม (Participation) และการเสริมสร้างพลังชุมชน (Empowerment) ในการขับเคลื่อนเพื่อการพัฒนา (สมศักดิ์ สามัคคีธรรม, 2564) ทั้งนี้ การมีส่วนร่วมในการพัฒนาชุมชนท้องถิ่นเป็นอีกหนึ่งภารกิจของสถาบันการศึกษา ซึ่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ได้นำองค์ความรู้จากงานวิจัยและการบริการวิชาการมาช่วยแก้ไขปัญหาให้กับชุมชนท้องถิ่น โดยมุ่งเน้นการทำงานวิจัยแบบบูรณาการข้ามศาสตร์ (Transdisciplinary Research) ที่ผสมผสานองค์ความรู้ทางด้านวิชาการในการสร้างงานวิจัยและนวัตกรรมจากความต้องการของชุมชนและพื้นที่ที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิชาการนำมาพัฒนางานวิจัยที่ช่วยแก้ปัญหาสังคมชุมชนและพื้นที่ได้

จังหวัดสงขลาเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรมและทรัพยากรธรรมชาติ ประชากรในหลายชุมชนยังคงประกอบอาชีพที่เชื่อมโยงกับทุนวัฒนธรรมและทรัพยากรในท้องถิ่น ได้แก่ กลุ่มผู้ผลิตผ้าพื้นถิ่น กลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกาแฟโรบัสต้า และกลุ่มประมงพื้นบ้าน อย่างไรก็ตาม กลุ่มอาชีพเหล่านี้ยังเผชิญข้อจำกัดด้านกระบวนการผลิต การใช้เทคโนโลยีทางการเกษตร และการเข้าถึงนวัตกรรมที่เหมาะสม ทำให้ไม่สามารถยกระดับมูลค่าผลิตภัณฑ์และรายได้ได้อย่างเต็มที่ ด้วยเหตุนี้ การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพร้อมใช้สำหรับสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่กลุ่มผู้ผลิตผ้าพื้นถิ่น กลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟโรบัสต้า และกลุ่มผู้ผลิตปลาทะเลแปรรูป ในพื้นที่เป้าหมาย 12 ตำบล 7 อำเภอของจังหวัดสงขลา เพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากในพื้นที่ นอกจากนี้ยังมุ่งประเมินผลลัพธ์และผลกระทบจากการพัฒนาชุมชนระดับตำบลแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคโนโลยีพร้อมใช้ เพื่อให้เกิดการยกระดับเศรษฐกิจฐานรากในจังหวัดสงขลาอย่างเป็นรูปธรรม

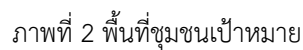
การหนุนเสริมกระบวนการขับเคลื่อนงานวิจัยเชิงพื้นที่เพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากในพื้นที่จังหวัดสงขลาเป็นการดำเนินงานที่เชื่อมโยงพื้นที่การวิจัยกับพันธกิจของมหาวิทยาลัย เพื่อหนุนเสริมการพัฒนาในพื้นที่อย่างต่อเนื่องผ่านระบบและกลไกการบริหารจัดการงานวิจัยของมหาวิทยาลัย โดยได้ดำเนินโครงการวิจัยในกลุ่มอาชีพผ้าพื้นถิ่น กลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟโรบัสต้า และกลุ่มผู้ผลิตปลาทะเลแปรรูป ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาชุมชนระดับตำบลโดยการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีพร้อมใช้ ซึ่งประกอบด้วย นวัตกรรมการผลิตและการออกแบบลวดลายผ้าพื้นถิ่น นวัตกรรมการปลูกกาแฟและการแปรรูปกาแฟโรบัสต้า และนวัตกรรมการแปรรูปปลาทะเล เพื่อสร้างรายได้และยกระดับคุณภาพชีวิตของชุมชนในพื้นที่จังหวัดสงขลา กระบวนการดังกล่าวครอบคลุมทั้งกระบวนการต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ เพื่อพัฒนานวัตกรรมพร้อมใช้ สร้างชุมชนนวัตกรรม และพัฒนานวัตกรรมชาวบ้านให้เกิดการรับรู้ปรับใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการจัดการตนเองในมิติด้านการพัฒนาคุณภาพชีวิต เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม รวมถึงการพัฒนาระบบและกลไกการบริหารจัดการงานวิจัยของมหาวิทยาลัยให้เกิดความเข้มแข็ง โดยมีปัจจัยนำเข้า (Input) คือ การพัฒนาชุมชนแบบมีส่วนร่วมผ่านกระบวนการวิจัยเชิงพื้นที่ กระบวนการบริหารจัดการ (Process) ที่มีการประยุกต์ใช้นวัตกรรมพร้อมใช้เพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจชุมชนแบบมีส่วนร่วม และมีการหนุนเสริมการทำงานจากกลไกการบริหารจัดการงานวิจัย และผลผลิต (Output) ที่ได้เป็นองค์ความรู้และนวัตกรรม รวมถึงผลลัพธ์และผลกระทบจากการวิจัย เพื่อเป็นการขับเคลื่อนชุมชนนวัตกรรม ซึ่งคาดหวังให้เกิดกระบวนการสร้างระบบความคิดของชุมชนและสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ ด้วยการนำนวัตกรรม องค์ความรู้ เทคโนโลยี และการจัดการเข้าไปสร้างความเข้มแข็ง เพื่อยกระดับรายได้และขีดความสามารถในการผลิต ผ่านระบบกลไกในการทำงานอย่างมีส่วนร่วมในระดับพื้นที่จากมหาวิทยาลัย หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และชุมชน เพื่อลดความเหลื่อมล้ำและความยากจนของชุมชนฐานราก ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการสร้างนวัตกรรมชุมชนในการสร้างเศรษฐกิจฐานราก ตลอดจนสร้างชุมชนที่มีขีดความสามารถในการจัดการตนเองอย่างยั่งยืน

การดำเนินโครงการวิจัยเพื่อการหนุนเสริมกระบวนการขับเคลื่อนงานวิจัยเชิงพื้นที่เพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากในพื้นที่จังหวัดสงขลา มีเป้าหมายเพื่อนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีพร้อมใช้เพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากเพิ่มขึ้นในกลุ่มอาชีพต่าง ๆ ที่ครอบคลุมทั้งกระบวนการต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ กำหนดกรอบการประเมินตามแนวคิดการประเมินผลกระทบโครงการวิจัย (Impact Assessment) ของสมพร อิศวิลานนท์ (2553) และรูปแบบการประเมินเพื่อขับเคลื่อนงานวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่ของมนตรี สังข์ทอง (2560) ซึ่งเป็นการอธิบายผลสำเร็จและผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการวิจัยโดยประเมินทรัพยากรหรือปัจจัยนำเข้า กระบวนการ และผลสัมฤทธิ์ของการดำเนินโครงการวิจัยเพื่อการพัฒนาพื้นที่ ตามกรอบการวิจัยดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบการวิจัยการหนุนเสริมการขับเคลื่อนงานวิจัยเชิงพื้นที่เพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากในพื้นที่จังหวัดสงขลา

พื้นที่ชุมชนกลุ่มเป้าหมายใน 12 ตำบล 7 อำเภอ จังหวัดสงขลา คือ กลุ่มอาชีพผู้ผลิตผ้าพื้นถิ่น ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชน
 ย้อมบ้านหัวควน ตำบลสะทอน อำเภอนาทวี กลุ่มตัดเย็บผ้าบ้านควนหรีน ตำบลท่าม่วง อำเภอเทพา วิสาหกิจชุมชน
 พทอผ้าบ้านล่องมุด ตำบลลำไพล อำเภอเทพา และกลุ่มสตรีตัดเย็บทุ่งไทรแจ้ ตำบลเขาแดง อำเภอสะบ้าย้อย กลุ่มอาชีพ
 บัสด้า ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปกาแฟ ตำบลบ้านโหนด อำเภอสะบ้าย้อย กลุ่มวิสาหกิจกาแฟโรบัสต้าสูตรโบราณ
 กงว ตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปทองเที่ยวเชิงเกษตรบ้านโหนด-บ้านเปียน ตำบลบ้านโหนด
 อำเภอสะบ้าย้อย และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวทางธรรมชาติและเชิงเกษตรบ้านบาโฮย ตำบลบาโฮย อำเภอสะบ้าย้อย
 พปลาทะเลแปรรูป ได้แก่ กลุ่มอนุรักษ์ชายฝั่งและฟาร์มทะเลชุมชนบ้านใหม่ ตำบลสทิงหม้อ อำเภอลี้หนคร กลุ่มอนุรักษ์
 ทรัพยากรชายฝั่งบ้านสวนกง ตำบลนาทับ อำเภोजะนะ โครงการแปรรูปอาหารทะเลประจํารัฐ บ้านอู่ตะเภา ตำบล
 อำเภอรอนด และกลุ่มประมงชายฝั่งปากน้ำเทพาเพื่อการอนุรักษ์ ตำบลเทพา อำเภอเทพา



กลไกการบริหารจัดการงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยเพื่อขับเคลื่อนงานวิจัยเชิงพื้นที่สู่การยกระดับเศรษฐกิจฐานรากด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีพร้อมใช้ในพื้นที่จังหวัดสงขลา มุ่งเน้นการดำเนินงานตามแนวคิดการวิจัยเพื่อท้องถิ่น (Community Based Research) ซึ่งเป็นการดำเนินงานวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่ด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมระหว่างนักวิจัยของมหาวิทยาลัย ชุมชน หน่วยงานภาครัฐ และภาคเอกชน ร่วมกันกำหนดโจทย์วิจัยเพื่อการพัฒนาชุมชนด้วยการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีพร้อมใช้ ประกอบด้วย นวัตกรรมกระบวนการผลิตผ้ามัดย้อม ผ้าสะท้อนน้ำ ผ้าพิมพ์ทุกขลา เทคโนโลยีพร้อมใช้ระบบดูแลการปลูกกาแฟโรบัสต้า ตู้อบแห้งเมล็ดกาแฟโรบัสต้า นวัตกรรมกระบวนการปลาทะเลแปรรูป เทคโนโลยีเครื่องแปรรูปปลาเส้น และเครื่องอบแห้งอาหารทะเลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มาใช้แก้ปัญหาที่ตรงกับความต้องการในการพัฒนาชุมชน โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยได้วางระบบและกลไกการบริหารจัดการงานวิจัยเพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีผ่านกระบวนการจัดการ 3 ระยะ คือ การจัดการต้นน้ำ ได้แก่ การค้นหาโจทย์วิจัยและการพัฒนาข้อเสนอการวิจัยด้วยกระบวนการมีส่วนร่วม การสร้างกลไกความร่วมมือกับภาคในพื้นที่ การจัดการกลางน้ำ ได้แก่ การจัดกิจกรรมพัฒนาศักยภาพนักวิจัย การติดตามความก้าวหน้าโครงการวิจัย และการจัดการปลายน้ำ ได้แก่ การหนุนเสริมการดำเนินงานเกี่ยวข้องกับการเผยแพร่ผลงานวิจัยสู่การใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดนิทรรศการงานวิจัย การสนับสนุนการตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย การยื่นขอจดอนุสิทธิบัตร การส่งมอบผลงานวิจัยสู่ชุมชน

86

การประเมินผลลัพธ์และผลกระทบจากการพัฒนาชุมชนระดับตำบลแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคโนโลยีพร้อมใช้เพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากในพื้นที่จังหวัดสงขลา เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงของรายได้ของกลุ่มผู้ผลิตผ้าพื้นถิ่น กลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟโรบัสต้า และกลุ่มผู้ผลิตปลาทะเลแปรรูป และการประเมินผลตอบแทนจากการลงทุน (Return On Investment: ROI) ก่อนและหลังดำเนินโครงการ

- 1) กลุ่มเป้าหมายผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ นักวิจัยและกลุ่มอาชีพในพื้นที่ชุมชนเป้าหมายที่เข้าร่วมโครงการวิจัย
- 2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์ต้นทุนและผลตอบแทนของการลงทุนก่อนและหลังดำเนินโครงการวิจัย โดยมีข้อคำถามเกี่ยวกับต้นทุน รายได้ ราคาต่อหน่วย ปริมาณการลงทุน
- 3) การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนและผลตอบแทนการลงทุนก่อนและหลังดำเนินโครงการโดยการสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกร กลุ่มอาชีพในพื้นที่ชุมชนเป้าหมายที่เข้าร่วมโครงการวิจัย และหัวหน้าและผู้ร่วมโครงการวิจัย
- 4) การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง การศึกษาครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณารับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย หมายเลขรับรองจริยธรรมการวิจัย IRB.2566.012/09 กลุ่มตัวอย่างได้รับคำอธิบายวัตถุประสงค์ของการวิจัยและเข้าร่วมวิจัยด้วยความสมัครใจโดยในระหว่างการวิจัยสามารถยุติการตอบแบบสัมภาษณ์ได้ตามความต้องการ ผู้วิจัยรักษาความลับของข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบ และเมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้วจะทำลายเอกสารแบบสอบถามทั้งหมด โดยข้อมูลจากการวิจัยทั้งหมดจะนำเสนอในภาพรวม เพื่อประโยชน์ทางวิชาการเท่านั้น
- 5) การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาคำนวณ ต้นทุนคงที่ ต้นทุนผันแปร ต้นทุนรวมทั้งหมด รายได้รวม ต้นทุนเงินสดรวม กำไรสุทธิ และกำไรเหนือต้นทุนเงินสด โดยคำนวณผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ดังนี้

$$\text{Return On Investment (ROI)} = \frac{\text{กำไรสุทธิ}}{\text{ต้นทุนรวมทั้งหมด}} \times 100$$

3. ผลการศึกษา

การบริหารจัดการงานวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยเพื่อขับเคลื่อนงานวิจัยเชิงพื้นที่สู่การยกระดับเศรษฐกิจฐานรากด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีพร้อมใช้ในพื้นที่จังหวัดสงขลา ได้วางระบบและกลไกการบริหารจัดการงานวิจัยเชิงพื้นที่ โดยได้กำหนดให้สถาบันวิจัยและพัฒนาดำเนินการวางแผนพัฒนาระบบการบริหารจัดการงานวิจัยในลักษณะการบูรณาการเชิงพื้นที่ผ่านหน่วยจัดการงานวิจัยเพื่อพัฒนาเชิงพื้นที่ ร่วมกับสำนักงานจัดการนวัตกรรมการเกษตรและเทคโนโลยีที่ทำหน้าที่สนับสนุนการพัฒนาเทคโนโลยีและขับเคลื่อนการใช้ประโยชน์ ทั้งในส่วนของบริหารจัดการต้นน้ำ การบริหารจัดการกลางน้ำ และการบริหารจัดการปลายน้ำ โดยมีกระบวนการเริ่มตั้งแต่การกำหนดกรอบการวิจัย การพัฒนาโครงการวิจัยที่มีคุณภาพ การสร้างกลไกความร่วมมือกับภาคีในพื้นที่ การติดตามรายงานความก้าวหน้า การจัดกิจกรรมพัฒนาศักยภาพนักวิจัย การจัดเวทีนำเสนอผลงานวิจัย การสนับสนุนการตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย และการส่งมอบผลงานวิจัยสู่ชุมชน เพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากใน 3 กลุ่มอาชีพ คือ กลุ่มผู้ผลิตผ้าพื้นถิ่น กลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟโรบัสต้า และกลุ่มผู้ผลิตปลาทะเลแปรรูป สรุปผลการดำเนินงานได้ดังนี้

- 1) กลุ่มผู้ผลิตผ้าพื้นถิ่น ประยุกต์เทคโนโลยีพร้อมใช้ ได้แก่ เทคนิคชิโบริ (Shibori) รูปแบบการพับ จีบ มัด ย้อมสี ผ้าพิมพ์ผูกษา (Eco-print) เทคนิคผ้าสะท้อนน้ำ ผ้านุ่ม และผ้ามีกลิ่นหอม สำหรับกระบวนการผลิตผ้าทอ ผ้ามัดย้อม และถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนศิลปะมัดย้อมบ้านหัวควน ตำบลสะท้อน อำเภอนาทวี กลุ่มตัดเย็บผ้าบ้านควนหรีน ตำบลท่าม่วง อำเภอเทพา วิสาหกิจชุมชนกลุ่มอาชีพทอผ้าบ้านล่องมุด ตำบลลำไพล อำเภอเทพา และกลุ่มสตรีตัดเย็บทุ่งไทรแจ้ง ตำบลเขาแดง อำเภอสะบ้าย้อย



(ก) เทคนิคผ้าพิมพ์พฤกษา (Eco-print)

(ข) เทคนิคชิโบริ (Shibori)

ภาพที่ 3 เทคโนโลยีพร้อมใช้กลุ่มอาชีพผู้ผลิตผ้าพื้นถิ่น

ที่มา: อารินา อีสามะ และคณะ (2566)

2) กลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟโรบัสต้า ได้นำเทคโนโลยีพร้อมใช้ระบบดูแลการปลูกกาแฟโรบัสต้าด้วยเทคนิค IoT เพื่อช่วยในการตรวจสอบความชื้นในดินที่เหมาะสมต่อการรดน้ำและการให้ปุ๋ย รวมถึงได้ออกแบบและพัฒนาตู้อบแห้งเมล็ดกาแฟโรบัสต้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับไฟฟ้า มีระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นทำให้เมล็ดกาแฟมีคุณภาพมากขึ้น และเครื่องคั่วกาแฟขนาดเล็ก ทำให้ได้เมล็ดกาแฟที่มีสีค่อนข้างสม่ำเสมอ รวมถึงได้ถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปกาแฟ ตำบลบ้านโหนด อำเภอสะบ้าย้อย กลุ่มวิสาหกิจกาแฟโรบัสต้าสูตรโบราณบ้านคลองแก้ว ตำบลเขาพระ อำเภอรัษฎุมิ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปท่องเที่ยวเชิงเกษตรบ้านโหนด-บ้านเปียน ตำบลบ้านโหนด อำเภอสะบ้าย้อย และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวทางธรรมชาติและเชิงเกษตรบ้านบาไทย ตำบลบาไทย อำเภอสะบ้าย้อย



(ก) ตู้ควบคุมการทำงานระบบดูแลแปลงปลูกด้วย IoT



(ข) ตู้อบแห้งเมล็ดกาแฟ



(ค) เครื่องคั่วกาแฟขนาดเล็ก

ภาพที่ 4 เทคโนโลยีพร้อมใช้กลุ่มอาชีพผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟโรบัสต้า

ที่มา: สุภาวดี มากอัน และคณะ (2566)

3) กลุ่มผู้ผลิตปลาทะเลแปรรูป ได้พัฒนาและถ่ายทอดความรู้ด้านมาตรฐานการแปรรูปปลาทะเล ด้านการจัดการวัตถุดิบ รวมถึงปรับปรุงและพัฒนากระบวนการแปรรูปปลาทะเล โดยออกแบบและสร้าง เครื่องตัดปลาเส้นแห้ง เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการแปรรูปปลาเส้นแห้ง อีกทั้งยังประหยัดเวลา ในการแปรรูป และทำให้ได้ปลาเส้นแห้งที่มีขนาดใกล้เคียงกัน และได้พัฒนากระบวนการอบปลาทะเลด้วยเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้ความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ ทำให้ช่วยยกระดับกระบวนการผลิตทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ อีกทั้งกลุ่มยังสามารถอบปลาทะเลได้ตลอดทั้งปี โดยติดไม้ปัญหาเรื่องสภาพอากาศ และทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสะอาดและปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยได้ถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่กลุ่มอนุรักษ์ชายฝั่งและฟาร์มทะเลชุมชนบ้านใหม่ ตำบลสทิงหม้อ อำเภอสิงหนคร กลุ่มอนุรักษ์ฟื้นฟูและทรัพยากรชายฝั่งบ้านสวนกง ตำบลนาทับ

อำเภอจะนะ โครงการแปรรูปอาหารทะเลประจําชาติ บ้านอู่ตะเภา ตำบลท่านอน อำเภอระโนด และกลุ่มประมงชายฝั่งปากน้ำเทพา เพื่อการอนุรักษ์ ตำบลเทพา อำเภอเทพา



(ก) เครื่องตากแห้งพลังงานแสงอาทิตย์



(ข) เครื่องอบแห้งพลังงาน
แสงอาทิตย์ร่วมกับลมร้อน



(ค) เครื่องตัดปลาแห้งแบบเส้น

ภาพที่ 5 เทคโนโลยีพร้อมใช้กลุ่มอาชีพผู้ผลิตปลาทะเลแปรรูป

ที่มา: จิราวรรณ จันทร์สุวรรณ (2566)

การหนุนเสริมกระบวนการขับเคลื่อนงานวิจัยเชิงพื้นที่สู่การยกระดับเศรษฐกิจฐานรากด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีพร้อมใช้ในพื้นที่จังหวัดสงขลา ก่อให้เกิดตัวแบบการเรียนรู้ ดังนี้ เป้าหมายการเรียนรู้ โครงการวิจัยเพื่อการพัฒนาชุมชนระดับตำบลแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคโนโลยีพร้อมใช้เพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากในพื้นที่จังหวัดสงขลา คือ การพัฒนาชุมชนนวัตกรรมที่มีการนำเทคโนโลยีพร้อมใช้ในมหาวิทยาลัยมาปรับใช้กับชุมชนหรือกลุ่มอาชีพต่าง ๆ เพื่อให้เศรษฐกิจของชุมชนเพิ่มขึ้นผ่านความร่วมมือและการขยายผลของหน่วยงานภาครัฐและเอกชนในพื้นที่ ปัจจัยนำเข้า (Input) สำหรับการสร้างตัวแบบการเรียนรู้ ประกอบด้วย นักจัดการงานวิจัยโดยกลไกการส่งเสริมจากมหาวิทยาลัย จำนวน 9 คน นักวิจัย จำนวน 34 คน จากด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านสังคมศาสตร์และบริหารธุรกิจ ด้านเกษตรศาสตร์ ด้านวิทยาศาสตร์ และด้านสถาปัตยกรรมศาสตร์ รวมถึงวิสาหกิจชุมชนหรือกลุ่มอาชีพจำนวน 12 กลุ่ม ภาคีเครือข่าย หน่วยงานภาครัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และภาคเอกชนในพื้นที่ ตัวความรู้ คือ ความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรมพร้อมใช้ที่เกิดขึ้นในการดำเนินงานวิจัยในชุมชนหรือกลุ่มอาชีพต่าง ๆ ซึ่งเป็นองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนาและปรับใช้กับชุมชน โดยเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับชุมชน และมีความเชื่อมโยงกับเป้าหมายการพัฒนาของกลุ่มอาชีพต่าง ๆ แบ่งเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย คือ ความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรม พร้อมใช้ด้านการออกแบบและผลิตผ้าพื้นถิ่น ด้านการปลูกและแปรรูปผลิตภัณฑ์จากแปรรูปสัตว์ รวมทั้งเส้นทางท่องเที่ยวตามรอยกาแปรรูปสัตว์ และด้านการผลิตและแปรรูปปลาทะเล นายสถานีหรือวิทยากรกระบวนการของชุดโครงการ คือ ผู้อำนวยการชุดโครงการที่มีองค์ความรู้ มีประสบการณ์การทำงานวิจัยเชิงพื้นที่ มีทักษะการบริหารจัดการ และสามารถเชื่อมโยงภาคีเครือข่ายเชิงพื้นที่ทั้งหน่วยงานรัฐและภาคเอกชน นักจัดการงานวิจัยที่ทำหน้าที่ประสานงานทั้งหน่วยงานภายในและภายนอก และนวัตกรรมชุมชนที่มีทักษะความสามารถในด้านต่าง ๆ ผู้เรียนรู้และผู้รับถ่ายทอดความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ประกอบด้วย หน่วยงานภาครัฐที่มีพันธกิจหลักด้านการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชนฐานราก นักวิจัย นักบริหารวิชาการด้านพัฒนาเชิงพื้นที่ ชุมชนหรือกลุ่มอาชีพอื่น ๆ ในพื้นที่หรือต่างพื้นที่ที่มีบริบทพื้นที่หรือมีฐานทรัพยากรใกล้เคียงกัน และกิจกรรมการเรียนรู้และการจัดการความรู้ เช่น การออกแบบเทคโนโลยีนวัตกรรมเพื่อการใช้งานร่วมกับชุมชน กิจกรรมการอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อการสร้างประสบการณ์การใช้งานดูแลรักษาและแก้ปัญหาเบื้องต้น โดยเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในชุมชนและกลุ่มอาชีพต่าง ๆ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ออกแบบไว้เพื่อการถ่ายทอดองค์ความรู้ให้ผู้สนใจ ผู้เรียนรู้และผู้รับถ่ายทอดความรู้ แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ตัวแบบการเรียนรู้การขับเคลื่อนงานวิจัยเชิงพื้นที่เพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากในพื้นที่จังหวัดสงขลา

ผลการประเมินผลลัพธ์และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากโครงการวิจัย

การพัฒนาชุมชนระดับตำบลแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคโนโลยีพร้อมใช้เพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากในพื้นที่จังหวัดสงขลา ได้ประเมินผลลัพธ์และผลกระทบทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจากโครงการวิจัยโดยการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ก่อนและหลังดำเนินโครงการวิจัย ได้ข้อมูลดังนี้

กลุ่มอาชีพผู้ผลิตผ้าพื้นถิ่น ได้รับถ่ายทอดองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคกระบวนการทำผ้ามัดย้อม การออกแบบและความคิดสร้างสรรค์ในการแปรรูปผ้ามัดย้อมสู่ผลิตภัณฑ์อื่นและเรียนรู้เทคโนโลยีพร้อมใช้ผ้าสะท้อนน้ำ ผ้านุ่ม ผ้ามีกลิ่นหอม และผ้าพิมพ์พิกษา (Eco-print) มีผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากโครงการวิจัย ได้แก่ ผ้าพันคอ ชุดเดรส ผ้าขาวม้า วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนก่อนและหลังดำเนินโครงการวิจัยเป็นดังนี้ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนศิลปะมัดย้อมบ้านหัวควน มีผลิตภัณฑ์ผ้าพันคอด้วยเทคนิคชิโบรี ก่อนดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มวิสาหกิจชุมชนศิลปะมัดย้อมบ้านหัวควน มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์ผ้าพันคอ 450.00 บาทต่อผืน ต้นทุนรวมทั้งหมด 479.60 บาทต่อผืน ซึ่งมีต้นทุนสูงกว่ารายได้ทำให้มีรายได้สุทธิที่ได้รับจากผลิตภัณฑ์ผ้าพันคอ คิดเป็น -29.60 บาทต่อผืน และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ -6.17 หลังดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มวิสาหกิจชุมชนศิลปะมัดย้อมบ้านหัวควน มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์ผ้าพันคอเทคนิคชิโบรี 599.00 บาทต่อผืน ต้นทุนรวมทั้งหมด 386.40 บาทต่อผืน และรายได้สุทธิ 212.60 บาทต่อผืน และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 55.02 จะเห็นได้ว่าการดำเนินโครงการวิจัย ผลิตภัณฑ์ผ้าพันคอด้วยเทคนิคชิโบรี ทำให้กลุ่มได้รับรายได้สุทธิเพิ่มขึ้น กล่าวคือ การผลิตผ้าพันคอด้วยเทคนิคชิโบรี ทำให้กลุ่มจะได้รับผลกำไรเพิ่มขึ้น และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ในการผลิตผ้าพันคอด้วยเทคนิคชิโบรีเพิ่มสูงขึ้น กลุ่มตัดเย็บบ้านควนหรีน ได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้และทักษะด้านการตัดเย็บ การสร้างลวดลายในการทำผ้ามัดย้อมแบบชิโบรี การออกแบบและความคิดสร้างสรรค์ในการแปรรูปผ้ามัดย้อมสู่ผลิตภัณฑ์อื่น เทคโนโลยีพร้อมใช้ผ้าสะท้อนน้ำ ผ้านุ่ม และผ้ามีกลิ่นหอม โดยมีผลิตภัณฑ์ คือ ชุดเดรส (Dress) ก่อนดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มตัดเย็บบ้านควนหรีน มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์ชุดเดรส 450.00 บาทต่อชุด ต้นทุนรวมทั้งหมด 306.62 บาทต่อชุด และรายได้สุทธิ 143.38 บาทต่อชุด และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 46.76 หลังดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มตัดเย็บบ้านควนหรีน มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์ชุดเดรส 2,300.00 บาทต่อชุด ต้นทุนรวมทั้งหมด 1,789.69 บาทต่อชุด และรายได้สุทธิ 510.31 บาทต่อชุด และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 28.51 จะเห็นได้ว่าการดำเนินโครงการวิจัย การตัดเย็บชุดเดรสสั้นของกลุ่มมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ในการผลิตลดลง ทั้งนี้ เนื่องจากการตัดเย็บชุดเดรสจากผ้ามัดย้อมของกลุ่มตัดเย็บบ้านควนหรีนเป็นการผลิตสินค้าตามจำนวนที่สั่ง ซึ่งมีปริมาณการสั่งตัดชุดเดรสยังไม่มากนัก และเป็นผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นหลังดำเนินการวิจัย ยังไม่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้ หากทางกลุ่มตัดเย็บบ้านควนหรีนมีปริมาณการสั่งตัดเย็บชุดเดรสเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ของกลุ่มเพิ่มขึ้นและมากกว่าก่อนดำเนิน

โครงการวิจัย วิสาหกิจชุมชนกลุ่มอาชีพทอผ้าบ้านล่องมุด ได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้เทคนิคและกระบวนการทำผ้านุ่มและผ้ามีกลิ่นหอม มีผลิตภัณฑ์ คือ ผ้าขาวม้าผสมเทคนิคผ้านุ่มและผ้าหอม ก่อนดำเนินโครงการวิจัย วิสาหกิจชุมชนกลุ่มอาชีพทอผ้าบ้านล่องมุด มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์ผ้าขาวม้า 250.00 บาทต่อผืน ต้นทุนรวมทั้งหมด 235.00 บาทต่อผืน และรายได้สุทธิ 15.00 บาทต่อผืน และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 6.38 หลังดำเนินโครงการวิจัย วิสาหกิจชุมชนกลุ่มอาชีพทอผ้าบ้านล่องมุด มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์ผ้าขาวม้าผสมเทคนิคผ้านุ่มและผ้ามีกลิ่นหอม 350.00 บาทต่อผืน ต้นทุนรวมทั้งหมด 251.89 บาทต่อผืน และรายได้สุทธิ 98.11 บาทต่อผืน และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 38.95 ดังนั้น จะเห็นได้ว่าหลังการดำเนินโครงการวิจัย การผลิตผ้าขาวม้าผสมเทคนิคผ้านุ่ม และผ้าขาวม้าผสมเทคนิคผ้าหอมของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มอาชีพทอผ้าบ้านล่องมุดจะทำให้กลุ่มได้รับรายได้สุทธิเพิ่มขึ้น กล่าวคือ การผลิตผ้าขาวม้าผสมเทคนิคผ้านุ่มและผ้าหอมทำให้กลุ่มได้รับผลกำไรเพิ่มขึ้น และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ในการผลิตผ้าขาวม้าผสมเทคนิคผ้านุ่มและผ้าขาวม้าด้วยเทคนิคผ้าหอมเพิ่มสูงขึ้น กลุ่มสตรีตัดเย็บทุ่งไทรแจ้ ได้รับการถ่ายทอดทักษะองค์ความรู้และเทคโนโลยีพร้อมใช้เกี่ยวกับเทคนิคการตัดเย็บ การทำลวดลายลงบนผ้าพิมพ์ทุกขลา (Eco-print) ก่อนดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มสตรีตัดเย็บทุ่งไทรแจ้ มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์ชุดเดรส 500.00 บาทต่อชุด ต้นทุนรวมทั้งหมด 925.22 บาทต่อชุด และรายได้สุทธิ -425.22 บาทต่อชุด และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ -45.96 หลังดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มสตรีตัดเย็บทุ่งไทรแจ้ มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์ชุดเดรส 3,500.00 บาทต่อชุด ต้นทุนรวมทั้งหมด 2,322.08 บาทต่อชุด และรายได้สุทธิ 1,177.92 บาทต่อชุด และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 50.73 ดังนั้น จะเห็นได้ว่าหลังการดำเนินโครงการวิจัย การผลิตชุดเดรสจากผ้าพิมพ์ทุกขลาของกลุ่มจะทำให้กลุ่มได้รับรายได้สุทธิเพิ่มขึ้น กล่าวคือ ตัดเย็บชุดเดรสของกลุ่มจะได้รับผลกำไรเพิ่มขึ้น และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ในการผลิตชุดเดรสเพิ่มสูงขึ้น รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนก่อนและหลังดำเนินโครงการวิจัยของกลุ่มผู้ผลิตผ้าพื้นถิ่น

ผลิตภัณฑ์	หน่วยการคำนวณ	การดำเนินโครงการ	ต้นทุนรวมทั้งหมด	รายได้รวม	กำไรสุทธิ/รายได้สุทธิ	ROI
กลุ่มวิสาหกิจชุมชนศิลปะมัตย์อมบ้านหัวควน ตำบลสะท้อน อำเภอนาหวี						
ผ้าพันคอ	บาทต่อผืน	ก่อน	479.60	450.00	-29.60	-6.17
		หลัง	386.40	599.00	212.60	55.02
กลุ่มตัดเย็บผ้าบ้านควนหิน ตำบลท่าม่วง อำเภอเทพา						
ชุดเดรส	บาทต่อชุด	ก่อน	306.62	450.00	143.38	46.76
		หลัง	1,789.69	2,300.00	510.31	28.51
วิสาหกิจชุมชนกลุ่มอาชีพทอผ้าบ้านล่องมุด ตำบลลำไพล อำเภอเทพา						
ผ้าขาวม้า	บาทต่อผืน	ก่อน	235.00	250.00	15.00	6.38
		หลัง	251.89	350.00	98.11	38.95
กลุ่มสตรีตัดเย็บทุ่งไทรแจ้ ตำบลเขาแดง อำเภอสะบ้าย้อย						
ชุดเดรส	บาทต่อชุด	ก่อน	925.22	500.00	-425.22	-45.96
		หลัง	2,322.08	3,500.00	1,177.92	50.73

กลุ่มอาชีพผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟโรบัสต้า ได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้และนำเทคโนโลยีพร้อมใช้สำหรับเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตกาแฟโรบัสต้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟและรูปแบบการท่องเที่ยวตามรอยกาแฟโรบัสต้าที่มีคุณภาพของจังหวัดสงขลา ก่อนดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มวิสาหกิจกาแฟโรบัสต้าสุทธโรธามบ้านคลองแก้ว มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์ต้นกล้ากาแฟ 35.00 บาทต่อต้นกล้า 1 ต้น ต้นทุนรวมทั้งหมด 31.89 บาทต่อต้น และรายได้สุทธิ 3.11 บาทต่อต้น และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 9.74 หลังดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มกาแฟโรบัสต้าสุทธโรธามบ้านคลองแก้ว มีรายได้รวม 35.00 บาทต่อต้นกล้า 1 ต้น ต้นทุนรวมทั้งหมด 26.86 บาทต่อต้น และรายได้สุทธิ 8.14 บาทต่อต้น และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 30.29 ดังนั้น จะเห็นได้ว่าหลังการดำเนินโครงการวิจัย การขายต้นกล้ากาแฟทำให้กลุ่มได้รับรายได้สุทธิเพิ่มขึ้น กล่าวคือ การขายต้นกล้าของกลุ่มจะได้รับผลกำไรเพิ่มขึ้น และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ในการขายต้นกล้ากาแฟเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ ก่อนดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มวิสาหกิจกาแฟโรบัสต้าสุทธโรธามบ้านคลองแก้ว

มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์เมล็ดกาแฟคั่วกลาง 600.00 บาทต่อเมล็ดกาแฟคั่วกลาง 1 กิโลกรัม ต้นทุนรวมทั้งหมด 544.29 บาท ต่อ กิโลกรัม และรายได้สุทธิ 55.71 บาทต่อกิโลกรัม และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 10.24 หลังดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มกาแฟโรบัสต้าสูตรโบราณบ้านคลองแก้ว มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์เมล็ดกาแฟคั่วกลาง 2,000.00 บาทต่อเมล็ดกาแฟคั่วกลาง 1 กิโลกรัม ต้นทุนรวมทั้งหมด 513.53 บาทต่อกิโลกรัม และรายได้สุทธิ 1,486.47 บาทต่อกิโลกรัม และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 289.46 ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการดำเนินโครงการวิจัยการผลิตเมล็ดกาแฟคั่วกลางของกลุ่มมีการนำเทคโนโลยีพร้อมใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตเมล็ดกาแฟทำให้กลุ่มวิสาหกิจกาแฟโรบัสต้าบ้านคลองแก้วได้รับรายได้สุทธิ มีผลกำไรเพิ่มขึ้น และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ในการผลิตเมล็ดกาแฟคั่วกลางเพิ่มสูงขึ้นจากก่อนดำเนินโครงการวิจัยถึงร้อยละ 279.22 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปกาแฟสะบาย้อย เริ่มก่อตั้งโดยการส่งเสริมการปลูกกาแฟในกลุ่มสมาชิกในรูปแบบสหกรณ์และมีการเพาะต้นกล้ากาแฟเพื่อจำหน่าย ได้รับการพัฒนาทักษะและเทคโนโลยีพร้อมใช้ในการบ่มเมล็ดกาแฟสำหรับใช้เพาะต้นกาแฟ องค์ความรู้เกี่ยวกับการคัดแยกเมล็ดกาแฟ ก่อนดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปกาแฟสะบาย้อย มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์ต้นกล้ากาแฟ 40.00 บาทต่อต้นกล้า 1 ต้น ต้นทุนรวมทั้งหมด 20.77 บาทต่อต้น และรายได้สุทธิ 19.23 บาทต่อต้น และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 92.62 หลังดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปกาแฟสะบาย้อย มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์ต้นกล้ากาแฟ 40.00 บาทต่อต้นกล้า 1 ต้น ต้นทุนรวมทั้งหมด 18.85 บาทต่อต้น และรายได้สุทธิ 21.15 บาทต่อต้น และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 112.17 ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการดำเนินโครงการวิจัย การขายต้นกล้ากาแฟของกลุ่มจะทำให้กลุ่มได้รับรายได้สุทธิเพิ่มขึ้น กล่าวคือ การขายต้นกล้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปกาแฟสะบาย้อยจะได้รับผลกำไรเพิ่มขึ้น และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ในการขายต้นกล้ากาแฟเพิ่มสูงขึ้น รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนก่อนและหลังดำเนินโครงการวิจัยของกลุ่มผู้ปลูกและแปรรูปกาแฟโรบัสต้า

ผลิตภัณฑ์	หน่วยการคำนวณ	การดำเนินโครงการ	ต้นทุนรวมทั้งหมด	รายได้รวม	กำไรสุทธิ/รายได้สุทธิ	ROI
กลุ่มวิสาหกิจกาแฟโรบัสต้าสูตรโบราณบ้านคลองแก้ว ตำบลเขาพระ อำเภอรัตนภูมิ						
ต้นกล้า	บาทต่อต้น	ก่อน	31.89	35.00	3.11	9.74
		หลัง	26.86	35.00	8.14	30.29
เมล็ดกาแฟคั่วกลาง	บาทต่อกิโลกรัม	ก่อน	544.29	600.00	55.71	10.24
		หลัง	513.53	2,000.00	1,486.47	289.46
กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปรรูปกาแฟ ตำบลบ้านโหนด อำเภอสะบาย้อย						
ต้นกล้า	บาทต่อต้น	ก่อน	20.77	40.00	19.23	92.62
		หลัง	18.85	40.00	21.15	112.17

กลุ่มอาชีพปลาทะเลแปรรูป ได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการแปรรูปปลาทะเลให้ได้มาตรฐาน และเทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีผลิตภัณฑ์ของกลุ่มอนุรักษ์ชายฝั่งและฟาร์มทะเลชุมชนบ้านใหม่ คือ ปลาแดดเดียว ก่อนดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มอนุรักษ์ชายฝั่งและฟาร์มทะเลชุมชนบ้านใหม่ (บ้านปลาหมายเลขเก้า) มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์ปลาแดดเดียว 200 บาทต่อปลาแดดเดียว 1 กิโลกรัม ต้นทุนรวมทั้งหมด 423.48 บาท ต่อ กิโลกรัม ซึ่งมีต้นทุนสูงกว่ารายได้ทำให้มีรายได้สุทธิ -223.48 บาทต่อกิโลกรัม และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ -52.77 ทั้งนี้ เนื่องจากทางกลุ่มมีต้นทุนต่อการผลิตปลาแดดเดียวค่อนข้างสูงในต้นทุนค่าเสียโอกาสแรงงานครัวเรือนซึ่งต้องใช้สมาชิกกลุ่มร่วมกันผลิตปลาแดดเดียวจำนวน 7 คนต่อ 1 รอบการผลิต หลังดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มอนุรักษ์ชายฝั่งและฟาร์มทะเลชุมชนบ้านใหม่ (บ้านปลาหมายเลขเก้า) มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์ปลาแดดเดียว 300.00 บาทต่อปลาแดดเดียว 1 กิโลกรัม ต้นทุนรวมทั้งหมด 287.51 บาทต่อกิโลกรัม และรายได้สุทธิ 12.49 บาทต่อกิโลกรัม และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 4.34 ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการดำเนินโครงการวิจัย การผลิตปลาแดดเดียวของกลุ่มทำให้กลุ่มได้รับรายได้สุทธิและผลกำไรเพิ่มขึ้น เนื่องจากกลุ่มมีการเพิ่มกำลังการผลิตต่อ 1 รอบการผลิต จึงทำให้ต้นทุนเฉลี่ยต่อหน่วยต่ำลง และมีการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน

(ROI) เพิ่มขึ้น กลุ่มอนุรักษ์ฟื้นฟูและทรัพยากรชายฝั่งบ้านสวนกง มีการนำเทคโนโลยีพร้อมใช้เครื่องตัดเส้นปลา และเครื่องตากแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ รวมถึงการพัฒนาทักษะด้านกระบวนการแปรรูปให้ได้มาตรฐาน ก่อนดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มอนุรักษ์ฟื้นฟูและทรัพยากรชายฝั่งบ้านสวนกง มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์ปลาเส้น 250.00 บาทต่อปลาเส้น 1 กิโลกรัม ต้นทุนรวมทั้งหมด 225.35 บาท ต่อ กิโลกรัม และรายได้สุทธิรวม 24.65 บาทต่อ กิโลกรัม และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 10.94 หลังดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มอนุรักษ์ฟื้นฟูและทรัพยากรชายฝั่งบ้านสวนกง มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์ปลาเส้น 400.00 บาทต่อปลาเส้น 1 กิโลกรัม ต้นทุนรวมทั้งหมด 285.48 บาท ต่อ กิโลกรัม และรายได้สุทธิ 114.52 บาทต่อ กิโลกรัม และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 40.11 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการดำเนินโครงการวิจัย การดำเนินการผลิตปลาเส้นของกลุ่มจะทำให้กลุ่มได้รับรายได้สุทธิเพิ่มขึ้น กล่าวคือ การผลิตปลาเส้นของกลุ่มจะได้รับผลกำไรเพิ่มขึ้น และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ของผลิตภัณฑ์ปลาเส้นเพิ่มขึ้น โครงการแปรรูปอาหารทะเลประมงพื้นบ้าน บ้านอู่ตะเภา ได้รับการถ่ายทอดความรู้ด้านมาตรฐานการแปรรูปปลาทะเล การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาทะเลแปรรูปให้ได้มาตรฐาน และเทคโนโลยีพร้อมใช้ตู้ฟักปลาตากแห้ง ก่อนดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มโครงการแปรรูปอาหารทะเลประมงพื้นบ้าน บ้านอู่ตะเภา มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง 250.00 บาทต่อปลาแห้ง 1 กิโลกรัม ต้นทุนรวมทั้งหมด 183.51 บาท ต่อ กิโลกรัม และรายได้สุทธิ 20.68 บาทต่อ กิโลกรัม และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 9.02 หลังดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มโครงการแปรรูปอาหารทะเลประมงพื้นบ้าน บ้านอู่ตะเภา มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง 350.00 บาทต่อปลาแห้ง 1 กิโลกรัม ต้นทุนรวมทั้งหมด 263.44 บาท ต่อ กิโลกรัม และรายได้สุทธิ 86.56 บาทต่อ กิโลกรัม และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 32.86 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการดำเนินโครงการวิจัย การผลิตปลาแห้งของกลุ่มจะทำให้กลุ่มได้รับรายได้สุทธิและผลกำไรเพิ่มขึ้น ทำให้มีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ในการผลิตปลาแห้งเพิ่มขึ้น กลุ่มประมงชายฝั่งปากน้ำเทพาเพื่อการอนุรักษ์ ได้รับการพัฒนาทักษะมาตรฐานกระบวนการแปรรูปและบรรจุภัณฑ์ ก่อนดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มประมงชายฝั่งปากน้ำเทพาเพื่อการอนุรักษ์ มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง 200.00 บาทต่อปลาแห้ง 1 กิโลกรัม ต้นทุนรวมทั้งหมด 263.28 บาท ต่อ กิโลกรัม และรายได้สุทธิ -63.28 บาทต่อ กิโลกรัม และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ -24.04 หลังดำเนินโครงการวิจัย กลุ่มประมงชายฝั่งปากน้ำเทพาเพื่อการอนุรักษ์ มีรายได้รวมจากผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง 300.00 บาทต่อปลาแห้ง 1 กิโลกรัม ต้นทุนรวมทั้งหมด 270.32 บาท ต่อ กิโลกรัม และรายได้สุทธิ 29.68 บาทต่อ กิโลกรัม และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 10.98 ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการดำเนินโครงการวิจัย การผลิตปลาแห้งของกลุ่มจะทำให้กลุ่มได้รับรายได้สุทธิเพิ่มขึ้น กล่าวคือ การผลิตปลาแห้งของกลุ่มจะได้รับผลกำไรเพิ่มขึ้น และมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ในการผลิตปลาแห้งเพิ่มขึ้น รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนก่อนและหลังดำเนินโครงการวิจัยของกลุ่มปลาทะเลแปรรูป

ผลิตภัณฑ์	หน่วยการคำนวณ	การดำเนินโครงการ	ต้นทุนรวมทั้งหมด	รายได้รวม	กำไรสุทธิ/รายได้สุทธิ	ROI
กลุ่มอนุรักษ์ชายฝั่งและฟาร์มทะเลชุมชนบ้านใหม่ ตำบลสิงห์อำเภอสิงหนคร						
ปลาแดดเดียว	บาทต่อกิโลกรัม	ก่อน	423.48	200.00	-223.48	-52.77
		หลัง	287.51	300.00	12.49	4.34
กลุ่มอนุรักษ์ฟื้นฟูและทรัพยากรชายฝั่งบ้านสวนกง ตำบลนาทับ อำเภोजันะ						
ปลาเส้น	บาทต่อกิโลกรัม	ก่อน	225.35	250.00	24.65	10.94
		หลัง	285.48	400.00	114.52	40.11
โครงการแปรรูปอาหารทะเลประชารัฐ บ้านอู่ตะเภา ตำบลท่านอน อำเภอระโนด						
ปลาแห้ง	บาทต่อกิโลกรัม	ก่อน	229.32	250.00	20.68	9.02
		หลัง	263.44	350.00	86.56	32.86
กลุ่มประมงชายฝั่งปากน้ำเทพาเพื่อการอนุรักษ์ ตำบลเทพา อำเภเทพา						
ปลาแห้ง	บาทต่อกิโลกรัม	ก่อน	263.28	200.00	-63.28	-24.04
		หลัง	270.32	300.00	29.68	10.98

4. สรุปผล

การหนุนเสริมกระบวนการขับเคลื่อนงานวิจัยเชิงพื้นที่เพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากในพื้นที่จังหวัดสงขลา มุ่งเน้นการพัฒนาชุมชนระดับตำบลแบบมีส่วนร่วม ผ่านการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมไปประยุกต์ใช้ในกลุ่มอาชีพภายใต้กลไกการบริหารจัดการงานวิจัยของมหาวิทยาลัย ผลการดำเนินงานแสดงให้เห็นว่าการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมไปปรับใช้ในชุมชนส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงบวกในกระบวนการผลิตและแปรรูปสินค้า ชุมชนสามารถเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ ลดระยะเวลาการผลิต และยกระดับมาตรฐานสินค้าได้ ซึ่งสามารถยกระดับเศรษฐกิจฐานรากได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากผลการวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนที่เพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ สะท้อนถึงการเพิ่มขึ้นของรายได้สุทธิและผลกำไรของชุมชนภายหลังการดำเนินโครงการ แม้ในบางกรณี เช่น กลุ่มตัดเย็บผ้าบ้านควนพรหมมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน ในระยะแรกอาจยังไม่สูงเท่าที่ควร แต่ก็สะท้อนให้เห็นถึงระยะเวลาในการปรับตัวและเรียนรู้ของชุมชนในการนำเทคโนโลยีใหม่ไปประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์ และยังคงมีแนวโน้มเชิงบวกในการเติบโตของกลุ่มหากมีการขยายตลาดและเพิ่มปริมาณการผลิตในอนาคต สิ่งนี้สอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาเชิงพื้นที่ (Area Based Approach) ที่มุ่งกระจายความเจริญไปสู่ภูมิภาคผ่านการเสริมสร้างความเข้มแข็งของคนในพื้นที่ภายใต้กระบวนการมีส่วนร่วม (Participation) และการเสริมสร้างพลังชุมชน (Empowerment) ในการขับเคลื่อนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน ผลการดำเนินโครงการวิจัยก่อให้เกิดประโยชน์ร่วมกันในทุกภาคส่วน ทั้งนักวิจัย มหาวิทยาลัย ชุมชนและพื้นที่ ดังนี้

- 1) นักวิจัย ร่วมกันทำงานวิจัยเพื่อการพัฒนาพื้นที่ โดยมุ่งเน้นการทำงานวิจัยแบบบูรณาการข้ามศาสตร์ (Transdisciplinary Research) ระหว่างนักวิจัยจากต่างคณะ ต่างสาขาวิชา โดยผสมผสานองค์ความรู้ทางด้านวิชาการในการสร้างงานวิจัยและนวัตกรรมจากความต้องการของชุมชนและพื้นที่ สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางหลักวิชาการนำมาพัฒนางานวิจัยที่ช่วยแก้ปัญหาสังคมชุมชนและพื้นที่ได้
- 2) มหาวิทยาลัย มีโครงสร้างการบริหารงานที่เกื้อหนุนการทำงานวิจัยเพื่อการพัฒนาพื้นที่ มีการส่งเสริมให้นักวิจัยทำงานวิจัยร่วมชุมชนและพื้นที่อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่กำหนดวิสัยทัศน์เป็นมหาวิทยาลัยแห่งนวัตกรรมเพื่อพัฒนาภูมิภาคอย่างมั่นคง
- 3) ชุมชนและพื้นที่ การขับเคลื่อนงานวิจัยเพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยี โดยการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีพร้อมใช้มาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ การยกมาตรฐานการผลิตและแปรรูป และการบริหารจัดการตลาดและเพิ่มโอกาสทางการตลาด ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในชุมชนและพื้นที่ในมิติทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม
- 4) นวัตกรรมชาวบ้านสามารถนำทักษะและองค์ความรู้ไปพัฒนาเพื่อขยายผลต่อยอดให้กับชุมชนพื้นที่เป้าหมายเพื่อก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และสร้างโอกาสให้กับชุมชนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน (Knowledge Sharing Community) นอกจากนี้ หน่วยงานภาคีเครือข่ายที่เกี่ยวข้องและมหาวิทยาลัยร่วมกันพัฒนาแผนงานพัฒนาพื้นที่ เพื่อสร้างเศรษฐกิจฐานรากให้กับพื้นที่ให้มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากกองทุนวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (ววน.) หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาพื้นที่ (บพท.) ประจำปี 2565 กรอบชุมชนนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน (เลขที่รับสัญญาเงินทุน A13F650069-04) ภายใต้ชุดโครงการวิจัย “การพัฒนาชุมชนระดับตำบลแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคโนโลยีพร้อมใช้เพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากในพื้นที่จังหวัดสงขลา” ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้การสนับสนุนในการทำวิจัยนี้และขอขอบคุณผู้ให้ข้อมูลทุกท่านในพื้นที่ชุมชนกลุ่มเป้าหมาย และคณะผู้วิจัยทุกท่านที่ร่วมแรงร่วมใจให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- จิราวรรณ จันทร์สุวรรณ และคณะ. (2566). การจัดการเทคโนโลยีพร้อมใช้สำหรับปลาทะเลแปรรูปจากชุมชนประมงชายฝั่งอ่าวไทยในจังหวัดสงขลาโดยกระบวนการมีส่วนร่วมเพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานราก. สงขลา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- ชาตรี หอมเขียว และคณะ. (2566). การพัฒนาชุมชนระดับตำบลแบบมีส่วนร่วมด้วยเทคโนโลยีพร้อมใช้ เพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากในพื้นที่จังหวัดสงขลา. สงขลา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- มนตรี สังข์ทอง. (2560). รูปแบบการประเมินภายในเพื่อขับเคลื่อนงานวิจัยเพื่อพัฒนาเชิงพื้นที่. วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่, 9(4): 234-241.
- สมพร อิศวิลานนท์ ปิยะทัศน์ พาพอนุรักษ์ และสุวรรณา ประณีตวาทกุล. (2553). การประเมินผลกระทบจากงานวิจัยด้าน การเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ: สถาบันคลังสมองของชาติ.
- สมศักดิ์ สามัคคีธรรม. (2564). แนวคิดของเกลน แลฟเวอแรค ว่าด้วย “การเสริมพลังชุมชน”. วารสารสังคมสงเคราะห์ศาสตร์, 29(1), 1-28.
- สุภาวดี มากอ้น และคณะ. (2566). การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพร้อมใช้แบบมีส่วนร่วมเพื่อยกระดับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มกาแฟโรบัสต้าจังหวัดสงขลาอย่างยั่งยืน. สงขลา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- อารีนา อีสามะ และคณะ. (2566). การประยุกต์เทคโนโลยีพร้อมใช้สำหรับผลิตภัณฑ์ผ้าทอ ผ้ามัดย้อมแบบมีส่วนร่วมของวิสาหกิจชุมชนเพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากในพื้นที่ชายแดนใต้. สงขลา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยเอไอเกี่ยวกับการจัดการศึกษาเชิงกลยุทธ์โดยใช้
วิธีการเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสมรรถนะการเป็นผู้บริหารการศึกษา
ยุคแห่งการพลิกผันทางดิจิทัล

AI-Powered Learning Management System Platform on Strategic Educational
Management Using Simulation-Based Learning Techniques to Empower
Education Administrators in the Era of Digital Disruption

อาศิรา ราชเวียง^{1*} และ พงษ์ศักดิ์ ผกามาศ¹
Akera Ratchavieng^{1*} and Phongsak Phakamach¹

¹ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

¹Rajamangala University of Technology Rattanakosin ²Advanced Future Talent Academy (AFTA)

* E-mail bpattaya@hotmail.com, 086-3889099

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อ 1) สร้างแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยเอไอเกี่ยวกับการจัดการศึกษาเชิงกลยุทธ์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสมรรถนะการเป็นผู้บริหารการศึกษายุคแห่งการเปลี่ยนแปลงแบบพลิกผันทางการศึกษา 2) ประเมินประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มตามเกณฑ์ 80/80 3) หาค่าดัชนีประสิทธิผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแพลตฟอร์ม และ 4) ศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยแพลตฟอร์ม การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ปีการศึกษา 2567 จำนวน 57 คน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา จำนวน 10 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) แบบประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มโดยผู้เชี่ยวชาญ และ 3) แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อแพลตฟอร์ม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยเอไอเกี่ยวกับการจัดการศึกษาเชิงกลยุทธ์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสมรรถนะการเป็นผู้บริหารการศึกษายุคแห่งการเปลี่ยนแปลงแบบพลิกผันทางการศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.75/83.94 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ .8246 ผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มดังกล่าวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากที่สุด โดยเห็นว่าแพลตฟอร์มนี้เหมาะที่จะใช้กับผู้เรียนเพื่อเสริมสมรรถนะความเป็นผู้บริหารการศึกษา ผู้เรียนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับแพลตฟอร์มอยู่ในระดับมากที่สุดเช่นกัน

คำสำคัญ: แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยเอไอ, การจัดการศึกษาเชิงกลยุทธ์, วิธีการเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลองเป็นฐาน, ยุคแห่งการพลิกผันทางดิจิทัล

Abstract

The objectives of this research were: 1) to develop a blended learning management platform on strategic educational management using combined simulation-based learning and AI technology to empower educational administrator in the era of educational transformation; 2) to evaluate the platform's efficiency against the 80/80 criterion; 3) to determine the effectiveness index and learning achievement with the platform; and 4) to study the opinions of experts and learners regarding learning with the platform. This research employed a research and development methodology. The sample group consisted of 57 Master of Education students from Rajamangala University of Technology Rattanakosin, academic year 2024, using classrooms as the sampling unit. The target group comprised 10 educational innovation and technology experts, selected purposively. The research instruments included: 1) a learning achievement test; 2) an expert evaluation form for the platform's quality; and 3) a questionnaire on learners' opinions regarding the platform. Statistical methods used for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and t-test. The research findings revealed that the developed blended learning management platform on strategic education management using simulation-based learning and AI technology to empower educational administrator in the era of education disruption had an efficiency of 81.75/83.94, which met the 80/80 standard criterion, and an effectiveness index of .8246. Learners who used the platform showed significantly higher post-learning achievement compared to pre-learning achievement at the .05 statistical significance level. The expert evaluation of the platform's quality was at the highest level, indicating that the platform is suitable for learners to enhance their educational administrator competencies. Learners also expressed high levels of satisfaction with the platform.

Keywords: AI-Powered Learning Management System Platform, Strategic Educational Management, Simulation-Based Learning, Digital Disruption

1. บทนำ

พัฒนาการของระบบไอซีที (ICT System) และนวัตกรรมทางการศึกษา (Educational Innovation) ส่งผลต่อความเจริญก้าวหน้าของประเทศ โดยเป็นระบบที่จำเป็นและมีประโยชน์ต่อการใช้งานสำหรับทุกองค์กรโดยเฉพาะอย่างยิ่งหน่วยงานทางการศึกษา องค์กรที่สามารถพัฒนาและประยุกต์ใช้งานระบบไอซีทีในนวัตกรรมทางการศึกษารวมถึงเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ได้อย่างเหมาะสมแล้วจะส่งผลให้การตัดสินใจในการวางแผนการดำเนินงานขององค์กรมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น (Aad & Hardey, 2025) การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เป็นไปได้อย่างทันทั่วถึง และพัฒนาการให้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม การศึกษาที่จะนำระบบไอซีทีที่เหมาะสมมาใช้งานกับองค์กรทางการศึกษาจึงเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่งยวด โดยต้องมีการวางแผนหรือการใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ ในการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ มีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง และมีการเติบโตอย่างยั่งยืน (พงษ์ศักดิ์ ผกามาศ และคณะ, 2564; Kang, 2023) บทบาทของสถาบันการศึกษาต้องเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงและการจัดการเรียนรู้ในยุคแห่งการพลิกผันทางดิจิทัล (Digital Disruption) เพื่อให้ทันกับเทคโนโลยีการจัดการศึกษาของไทยและสากล โดยมีการนำเทคนิคการบริหารจัดการและกลยุทธ์สมัยใหม่มาประยุกต์ใช้กับการบริหาร การศึกษาในสถาบันเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลทางวิชาการสูงสุด (Phakamach, 2023; Mudkanna Gavhane & Pagare, 2024)

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมได้เล็งเห็นความสำคัญของระบบไอซีทีโดยมีนโยบายให้มีการนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาไปสู่ความรู้ในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลตามยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี พ.ศ. 2560-2579 และเป็นไปตามแผนแม่บทไอซีทีฉบับที่ 3 พระราชบัญญัติการอุดมศึกษา พ.ศ. 2565 จึงสนับสนุนให้มีการใช้แพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อการศึกษา (Education Digital Platform) มากขึ้น เนื่องจากต้องเชื่อมโยงและแบ่งปันข้อมูลหรือความรู้ด้านการจัดการศึกษาทั่วโลก นักการศึกษาทั่วโลกใช้เป็นเส้นทางเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ใหม่ไปสู่ชุมชนทรัพยากรทางปัญญา ดังนั้นกระทรวงจึงได้กำหนดนโยบายเร่งด่วนและมาตรฐานการส่งเสริมสนับสนุนให้สถาบันการศึกษาและหน่วยงานทางการศึกษาดำเนินการตามนโยบายส่งเสริมการพัฒนาไอซีทีเพื่อพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา โดยจัดให้ผู้สอนบุคลากรทางการศึกษา และผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะความสามารถในการใช้งานระบบไอซีที แอปพลิเคชัน เทคโนโลยีเอไอ และแพลตฟอร์มทางการศึกษาเพิ่มขึ้น ซึ่งสถาบันการศึกษาทุกระดับจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการระบบไอซีทีเพื่อการพัฒนา นวัตกรรมทางการศึกษาให้เป็นระบบมาตรฐานสำหรับการพัฒนาคุณภาพการศึกษาในส่วนที่รับผิดชอบให้ดียิ่งขึ้นต่อไป (กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, 2562)

กระบวนการเรียนรู้วิถีใหม่สนับสนุนให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่มีทักษะชีวิตและความสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง และการสร้างองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้นต้องอาศัยการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างและเชื่อมโยงความรู้ที่เกิดขึ้นในตนเองผ่านสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบมาเป็นการเฉพาะ นอกจากนี้ การใช้วิธีการวิเคราะห์การเรียนรู้อัจฉริยะ (Smart Learning Analytics: SLA) ที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเอไอ (AI) และการเรียนรู้ของเครื่อง (ML) ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้และส่งมอบข้อมูลเชิงลึกและความสามารถในการคาดการณ์ที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้เรียนจะเป็นบุคคลที่สามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเองอย่างเต็มที่ (Kang, 2023) ส่วนการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลองเป็นฐาน (Simulation-based Learning: ABL) คือ กระบวนการที่ผู้สอนช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยให้ผู้เรียนลงไปในสถานการณ์ที่มีบทบาท ข้อมูลและกติกการเล่นที่สะท้อนความเป็นจริง มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่สถานการณ์นั้น โดยใช้ข้อมูลที่มีสภาพคล้ายกับข้อมูลในความเป็นจริงในการตัดสินใจและแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งการตัดสินใจนั้นจะส่งผลถึงผู้เล่นในลักษณะเดียวกันที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง (Lu et al., 2014; Feng et al., 2023; Tasantab et al., 2023) ก็เป็นส่วนหนึ่งของการปรับกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

การจัดการการศึกษาเชิงกลยุทธ์ (Strategic Educational Management) เป็นรายวิชาสัมมนาบังคับในหลักสูตรศึกษาศาสตร ซึ่งสถาบันหลายแห่งมีการจัดการเรียนการสอนในระดับบัณฑิตศึกษา เนื่องจากเป็นวิชาที่เน้นเกี่ยวกับนโยบายและกลยุทธ์การจัดการศึกษา การเรียนรู้ส่วนใหญ่จะเป็นการเข้าเรียนในห้องเรียนปกติ ทำให้เกิดอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของนักศึกษาอย่างมากถ้าไม่มีแพลตฟอร์มดิจิทัลและแหล่งข้อมูลสนับสนุนอย่างเป็นระบบ ดังนั้นหากพิจารณาระบบบริหารจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ระหว่างผู้สอนกับหลักสูตร และระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน การจัดหาสื่อการเรียนรู้และอุปกรณ์การสอนเชิงดิจิทัลโดยมีผู้สอนทำหน้าที่เป็นเสมือนผู้ฝึกสอนที่ชำนาญการ (Coaching) และเป็นผู้สร้างแรงบันดาลใจใฝ่รู้

จากการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกเชิงประสบการณ์ (Proactivity) ที่สอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา (Aad & Hardey, 2025) ซึ่งก็คือรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเองตามอรรถาธิบายมาสนับสนุนการจัดการความรู้ในรายวิชาที่กำหนด จะช่วยแก้ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นต่อการเรียนรู้ของนักศึกษา ตลอดจนการสร้างความท้าทายในการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ให้ปรากฏอย่างมีคุณภาพต่อไป (Phakamach et al., 2022)

จากแนวคิดดังกล่าวทำให้คณะผู้วิจัยสนใจการพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยเอไอเกี่ยวกับการจัดการศึกษาเชิงกลยุทธ์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสมรรถนะการเป็นผู้บริหารการศึกษายุคแห่งการพลิกผันทางดิจิทัล โดยใช้วิธีการวิจัยและพัฒนา (R&D) เพื่อสร้างและทดลองใช้แพลตฟอร์ม ซึ่งนำเสนอนวัตกรรมทางการศึกษา โดยมีมิติที่ประกอบด้วย 1) สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ 2) ระบบสนับสนุนการจัดการความรู้เชิงรุก ได้แก่ คลังความรู้ บันทึกรู้ สืบค้นความรู้ และแบบประเมินความรู้ 3) ฐานข้อมูลอาจารย์และนักศึกษา ตลอดจนการบริการวิชาการ 4) กระดานข่าวอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์เพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ 5) เครื่องมือเอไอเพื่อการศึกษา และ 6) เชื่อมโยงกับมหาวิทยาลัย (e-MIS) การสร้างแบบจำลองระบบจัดการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยเอไอ อีกทั้งยังมีการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญและความพึงพอใจในการใช้งานโดยผู้เรียน รวมถึงการปรับปรุงสมรรถนะตามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในขั้นตอนสุดท้าย ดังนั้นผลจากการวิจัยทำให้ได้แพลตฟอร์มที่มีรูปแบบเหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนและการให้บริการผู้เรียนระดับบัณฑิตศึกษา สามารถนำไปใช้งานได้จริง ตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน และก่อให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับการจัดการการศึกษายุคใหม่สำหรับผู้บริหารการศึกษายุคแห่งการพลิกผันทางดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพ

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อสร้างแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยเอไอเกี่ยวกับการจัดการศึกษาเชิงกลยุทธ์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสมรรถนะการเป็นผู้บริหารการศึกษายุคแห่งการพลิกผันทางดิจิทัล
- 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ผสมผสานตามเกณฑ์ 80/80
- 3) เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยเอไอ
- 4) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยเอไอเกี่ยวกับการจัดการศึกษาเชิงกลยุทธ์

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (R&D) เพื่อออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยเอไอเกี่ยวกับการจัดการศึกษาเชิงกลยุทธ์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสมรรถนะการเป็นผู้บริหารการศึกษายุคแห่งการพลิกผันทางดิจิทัล โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ประชากรศึกษาเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาสัมมนาการจัดการศึกษาเชิงกลยุทธ์ (EAS 6106) หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ปีการศึกษา 2567 กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ห้องเรียนกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 จำนวน 57 คน โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม ส่วนกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา จำนวน 10 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงตามคุณสมบัติที่กำหนด

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) แบบประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มโดยผู้เชี่ยวชาญ 3) แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อแพลตฟอร์ม และ 4) แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างสำหรับสัมภาษณ์การใช้งานและทัศนคติในประเด็นเกี่ยวกับ (1) ความรู้และการนำไปใช้งาน (2) พฤติกรรมและการตอบสนอง (3) การมีส่วนร่วมและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (4) ผลการใช้งานและทัศนคติ และ (5) ปัญหาและข้อเสนอแนะ และ 5) แบบสนทนากลุ่มสำหรับผู้เชี่ยวชาญ การสร้างและตรวจสอบเครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามจะเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาตลอดจนความเหมาะสมของภาษาและการใช้ถ้อยคำได้ค่า IOC เท่ากับ .945 แล้วนำไปทดลองใช้ จากนั้นนำมาทดสอบหาความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาชและหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อโดยหาค่า Item Total Correlation ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ .926

2.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (R&D) คณะผู้วิจัยจึงกำหนดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน เพื่อให้ครอบคลุมประเด็นการวิจัย ได้แก่ 1) การศึกษาและวิเคราะห์ โดยการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเนื้อหารายวิชาตามเกณฑ์มาตรฐานคุณวุฒิระดับบัณฑิตศึกษาในหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิตจากเอกสารและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) การออกแบบและพัฒนา การออกแบบตามแนวคิด Smart Learning Analytic หรือ SLA โดยการใช้ซอฟต์แวร์สนับสนุนการจัดการการเรียนรู้ (AI-Powered LMS) จากสิ่งขบปรายวิชา รวมถึงการทดสอบใช้งานเบื้องต้นในช่วงการเรียนรู้การสอนออนไลน์ในรายวิชาสัมมนาการจัดการการศึกษาเชิงกลยุทธ์ 3) การทดสอบการใช้งานและประเมินผล เป็นขั้นของการทดลองใช้เชิงปฏิบัติการแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นเป็นเวลา 3 เดือน (Block Course) จากนั้นทำการทดสอบประสิทธิภาพ หาค่าดัชนีประสิทธิผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เข้าเรียนในรายวิชาดังกล่าว และ 4) การปรับปรุงสมรรถนะของแพลตฟอร์ม โดยการนำผลการประเมินที่ได้จากการทดลองใช้ขั้นตอนที่ 3 มาวิเคราะห์ยืนยัน (Confirmation) โดยการสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Focus Group Discussion) จำนวน 10 คน และปรับปรุงสมรรถนะของแพลตฟอร์มสำหรับผู้เรียนระดับบัณฑิตศึกษา

2.4 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอน ได้แก่ (1) ศึกษาหลักสูตร/รายวิชาและวิเคราะห์เนื้อหาวิชา (2) สัมมนาการจัดการการศึกษาเชิงกลยุทธ์ตลอดจนกิจกรรมเสริมความเป็นผู้บริหารการศึกษาตามขอบข่ายของสภาวิชาชีพครูสภา (3) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อกำหนดขอบข่ายเนื้อหาและกิจกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ (4) กำหนดรูปแบบนำเสนอเนื้อหา กิจกรรม และสถานการณ์จำลองการพัฒนาทักษะผู้บริหารการศึกษสมัยใหม่ (5) เขียนผังงาน (Flowchart) แพลตฟอร์มเพื่อกำหนดช่องทางการสื่อสารภายในห้องเรียน (6) ออกแบบลำดับการเล่าเรื่อง (Storyboard) ตามโครงสร้างแบบลำดับขั้นโดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลองเป็นฐาน (7) พัฒนาแพลตฟอร์มโดยใช้ LMS และ Gen AI (8) นำแพลตฟอร์มไปทดลองใช้ และปรับปรุงแก้ไข และ (9) ประเมินคุณภาพและหาประสิทธิภาพของแพลตฟอร์ม

2.5 สถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1) สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล ได้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ จังหวัดนครปฐม

2) การเตรียมการทดลอง ได้แก่ (1) ขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้งานแพลตฟอร์ม (2) เตรียมแพลตฟอร์มที่พัฒนาแล้วอัปโหลดในเว็บไซต์ PP-LMS และทดสอบการใช้งานเบื้องต้น และ (3) เตรียมสถานที่ คอมพิวเตอร์ อุปกรณ์เชื่อมต่อ และกำหนดเวลาทำการทดลองในห้องเรียนปกติ

3) การดำเนินการทดลอง โดยการนำแพลตฟอร์มที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพโดยมีการทดลองตามรูปแบบดังนี้ 1) ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) โดยการทดลองกับผู้เรียนระดับบัณฑิตศึกษาที่เคยเรียนวิชานี้มาก่อนโดยใช้การสุ่มอย่างง่าย จำนวน 3 คน ประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 หาข้อบกพร่องและนำไปปรับปรุงแก้ไข โดยได้ค่า $E_1/E_2=60.67/62.04$ 2) ทดลองกลุ่มย่อย (Small Group Testing) โดยการทดลองกับผู้เรียนระดับบัณฑิตศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชานี้มาก่อนโดยใช้การสุ่มอย่างง่าย จำนวน 9 คน ประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 หาข้อบกพร่องและนำไปปรับปรุงแก้ไข โดยได้ค่า $E_1/E_2=70.84/72.14$ และ 3) ทดลองภาคสนาม (Field Testing) โดยเลือกผู้เรียนระดับบัณฑิตศึกษากลุ่มตัวอย่าง จำนวน 57 คน ซึ่งดำเนินการตามลำดับดังนี้ (1) ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยให้ผู้เรียนทดสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มี 10 หน่วยการเรียนรู้ บทเรียนละ 10 ข้อ (2) ให้ผู้เรียนเรียนโดยใช้แพลตฟอร์ม (3) ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดและกิจกรรมเสริมสมรรถนะผู้บริหารการศึกษา จำนวน 10 ข้อ และ (4) ทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยให้ผู้เรียนทดสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ และประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 ในภาพรวม โดยได้ค่า $E_1/E_2=81.75/83.94$

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล คณะผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในแต่ละขั้นตอนไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางสถิติ โดยดำเนินการดังนี้

1) การพัฒนาแพลตฟอร์มประกอบด้วย (1) การประเมินคุณภาพของแพลตฟอร์มโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 คน โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยช่วงความกว้างของอันตรภาคชั้นกำหนดได้จากสูตร $(5-1)/5=0.8$ ซึ่งกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายดังนี้ 4.21–5.00 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด 3.41–4.20 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับมาก 2.61–3.40 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง 1.81–2.60 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับน้อย 1.00–1.80 หมายถึง คุณภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด การวิเคราะห์คุณภาพโดยการหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยของคะแนน และส่วน

เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งได้จากแบบทดสอบแต่ละหน่วยการเรียนรู้และคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (2) หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (3) หาค่าดัชนีประสิทธิผล (4) วิเคราะห์เปรียบเทียบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t -test และ (5) วิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยเอไอดังกล่าวโดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และนำค่าเฉลี่ยไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

2) สถิติที่ใช้ในการวิจัย 1) การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ (1) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยใช้วิธีวิเคราะห์ตามแบบอิงเกณฑ์ของ Brennan (2) ค่าระดับความยาก (Difficulty) (3) ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบแต่ละข้อโดยใช้สูตร IOC (4) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน 2) การหาค่าดัชนีประสิทธิผลของแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นโดยใช้วิธีของ กูดแมน เพอร์ทเซอร์ และ ชไนเดอร์ 3) การหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนด้วยแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นตามเกณฑ์ 80/80 และ 4) เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนโดยใช้ t -test (Dependent Samples)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษา

จากการศึกษาวิจัยสามารถแสดงผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัยตามลำดับดังนี้

1) สร้างแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยเอไอเกี่ยวกับการจัดการศึกษาเชิงกลยุทธ์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสมรรถนะการเป็นผู้บริหารการศึกษายุคแห่งการพลิกผันทางดิจิทัล วิธีการวิจัยและพัฒนาแพลตฟอร์มมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การศึกษาและวิเคราะห์ 2) การออกแบบและพัฒนา 3) การทดสอบการใช้งานและประเมินผล และ 4) การปรับปรุงสมรรถนะของแพลตฟอร์ม ขั้นตอนที่ 1 ทำให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างเพื่อนำไปใช้ออกแบบและสร้างขั้นตอนที่ 2 ดำเนินการโดยเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบเนื้อหาและสื่อประกอบการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาแบบ Online-Merge-Offline (OMO) ขั้นตอนที่ 3 มีการทดสอบใช้งานและประเมินผลโดยการหาค่าประสิทธิภาพ ดัชนีประสิทธิผล และผลลัพธ์การเรียนรู้ และ ขั้นตอนที่ 4 จะเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้สำหรับการปรับปรุงสมรรถนะของแพลตฟอร์ม จากผลการออกแบบและพัฒนาทำให้ได้แพลตฟอร์มที่มีลักษณะสำคัญ ได้แก่ ใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาได้จริง สนับสนุนขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยมีฟังก์ชันที่ครบถ้วน มีการเรียนรู้จากกิจกรรมที่กำหนดและสอดแทรกกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถนำไปใช้สำหรับการทำวิทยานิพนธ์หรือการค้นคว้าอิสระในภาคการศึกษาถัดไป อีกทั้งแพลตฟอร์มสามารถดำเนินการได้ตามตารางเรียนที่กำหนด

2) ผลการประเมินประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 พบว่าแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.75/83.94 หมายความว่า แพลตฟอร์มนี้ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ 81.75 และมีประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเท่ากับร้อยละ 83.94 จึงเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ตามความมุ่งหมายในการวิจัยที่ตั้งไว้

3) ผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.8246 หรือ 82.46% ส่วนผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 25.28 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 63.20 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 34.89 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 87.23 เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้ไปทดสอบด้วย t -test ($t=-21.226$) พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยแพลตฟอร์ม

ผลสัมฤทธิ์	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p -value
ก่อนเรียน	57	25.28	0.667	-21.226*	.001
หลังเรียน	57	34.89	0.632		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) ผลการศึกษาเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้เรียนที่มีต่อแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นพบว่า คุณภาพของแพลตฟอร์มจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.18, S.D.=0.581) ส่วนค่าเฉลี่ยรายด้านอยู่ในระดับมากทุกด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X}$ =4.20, S.D.=0.565) ด้านการออกแบบและพัฒนา ($\bar{X}$ =4.18, S.D.=0.605) และด้านการนำไปใช้งาน ($\bar{X}$ =4.17, S.D.=0.575) ส่วนผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นพบว่า ผู้เรียนมีความคิดเห็นเฉลี่ยโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.23, S.D.=0.604) ส่วนค่าเฉลี่ยรายด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ด้านทัศนคติ ($\bar{X}$ =4.28, S.D.=0.617) และด้านเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X}$ =4.23, S.D.=0.557) ส่วนด้านการออกแบบและพัฒนาอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.19, S.D.=0.638) ตามลำดับ

3.2 อภิปรายผล

ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของทีมาอาจารย์ผู้สอน นักวิชาการศึกษา และนักศึกษาที่มีต่อแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้น โดยกำหนดเป็นการสัมภาษณ์ออกเป็น 5 ประเด็น และผลการสนทนากลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา จำนวน 10 คน สำหรับการนำไปใช้ในการปรับปรุงสมรรถนะของแพลตฟอร์ม ปรากฏผลดังนี้

1) ความรู้และการนำไปใช้งานพบว่า ทีมาอาจารย์ผู้สอนและนักศึกษามีแพลตฟอร์มที่สามารถตอบสนองต่อการใช้งานในรายวิชาที่กำหนดและการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ โดยทีมาอาจารย์ผู้สอนสามารถนำประสบการณ์ไปใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนในปีถัดไป ส่วนนักศึกษาสามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ในการพัฒนากลยุทธ์ทางการศึกษาสำหรับการเป็นผู้บริหารการศึกษารวมถึงนำความรู้ไปใช้ในการทำวิทยานิพนธ์หรือการค้นคว้าอิสระในระดับถัดไป

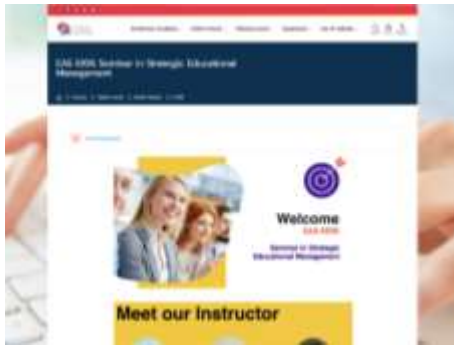
2) พฤติกรรมและการตอบสนองพบว่า ทีมาอาจารย์ผู้สอนใช้แพลตฟอร์มในการกำหนดรูปแบบและกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อเสริมสมรรถนะการเป็นผู้บริหารการศึกษาในรายวิชา ส่วนนักศึกษาใช้แพลตฟอร์มในการเรียนรู้ ค้นหา บันทึกความรู้ การตั้งประเด็นคำถาม การฝึกปฏิบัติการสร้างกลยุทธ์การจัดการการศึกษา กระดานแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การแบ่งปันความรู้ ตลอดจนการประเมินความรู้ ซึ่งสามารถพัฒนาตนเองและเพิ่มสมรรถนะการเป็นผู้บริหารการศึกษาได้เป็นอย่างดี

3) การมีส่วนร่วมและแลกเปลี่ยนเรียนรู้พบว่า ทีมาอาจารย์ผู้สอนและนักศึกษามีส่วนร่วมในการใช้แพลตฟอร์มสำหรับการจัดการเรียนการสอน การใช้สื่อการเรียนรู้ OMO การตั้งประเด็นคำถามเชิงสร้างสรรค์และการค้นหาคำตอบ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้และการแบ่งปันความรู้ และการดำเนินตามกิจกรรมการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ แพลตฟอร์มสามารถสร้างแรงจูงใจให้เข้ามาใช้งานเพื่อทำให้เกิดบรรยากาศแลกเปลี่ยนเรียนรู้และถ่ายทอดความรู้ร่วมกันในสังคมการศึกษาสมัยใหม่

4) ผลการใช้งานและทัศนคติพบว่า ทีมาอาจารย์ผู้สอนและนักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้งานโดยมีการนำความรู้และประสบการณ์การจัดการศึกษาเชิงกลยุทธ์ของสมาชิกคนอื่นไปปรับใช้บ้าง การค้นหาคำตอบจากการทำกิจกรรมร่วมกันอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งจะมีส่วนช่วยให้เกิดทักษะและสมรรถนะการบริหารการศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5) ปัญหาและข้อเสนอแนะพบว่า ทีมาอาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาต้องการให้มีฟังก์ชันของการแสดงผลการประเมินความรู้เชิงพัฒนาการเพื่อให้ผู้ใช้ทราบถึงสมรรถนะหรือผลลัพธ์การเรียนรู้ของตนเองได้ นอกจากนี้ควรเพิ่มส่วนการจัดทำรายงานสรุปในรูปแบบมาตรฐานเอนำไปใช้ในการประกันคุณภาพการศึกษาและรองรับการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ในอนาคต

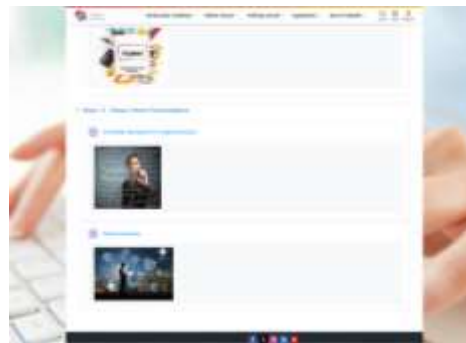
ตัวอย่างแพลตฟอร์มแสดงดังภาพที่ 2-4 ตามลำดับ ประกอบด้วย (2) หน้าหลักของแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยเอไอเกี่ยวกับการจัดการศึกษาเชิงกลยุทธ์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลองเป็นฐาน (3) เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ และ (4) ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ตามสถานการณ์และงานที่มอบหมาย ตามลำดับ



ภาพที่ 2 หน้าหลักของแพลตฟอร์ม



ภาพที่ 3 เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้



ภาพที่ 4 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ตามสถานการณ์และงานที่มอบหมาย

4. สรุปผล

จากการศึกษาวิจัยสามารถสรุปและอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์การวิจัยในประเด็นต่อไปนี้

1) ผลการออกแบบและสร้างแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยเอไอเกี่ยวกับการจัดการศึกษาเชิงกลยุทธ์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลองเป็นฐานเพื่อเสริมสมรรถนะการเป็นผู้บริหารการศึกษายุคแห่งการพลิกผันทางดิจิทัลพบว่าการใช้ระเบียบวิธีการวิจัยและพัฒนาตามขั้นตอนที่กำหนดทำให้ได้แพลตฟอร์มสำหรับการจัดการเรียนรู้ผสมผสานในรายวิชาที่มีประสิทธิภาพ ผลการออกแบบและพัฒนาตามวิธีการที่ได้นำเสนอมานี้สามารถมั่นใจได้ในเรื่องคุณภาพที่เพียงพอสำหรับการนำแพลตฟอร์มการเรียนรู้ผสมผสานนี้ไปใช้งานได้จริงสำหรับการเรียนการสอนรายวิชาสัมมนาการจัดการการศึกษายุคแห่งการพลิกผันแบบ OMO และรายวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องสำหรับผู้เรียนระดับบัณฑิตศึกษา

2) ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.75/83.94 หมายความว่าแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ผสมผสานที่พัฒนาขึ้นนี้ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เท่ากับร้อยละ 81.75 และมีประสิทธิภาพทางการเรียนรู้หรือประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้และสื่อประกอบการสอนในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนเท่ากับ ร้อยละ 83.94 แสดงว่าแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 สามารถช่วยให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมความก้าวหน้าทางการเรียนวิชาสัมมนาการจัดการการศึกษายุคแห่งการพลิกผันและการพัฒนาสมรรถนะความเป็นผู้บริหารการศึกษาได้ดีเป็นลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พงษ์ศักดิ์ ผกามาศ และคณะ (2564), Feng et al. (2023), และ Tasantab et al. (2023) และที่เป็นเช่นนี้มีสาเหตุมาจาก

2.1) ผู้วิจัยพัฒนาแพลตฟอร์มอย่างเป็นระบบตั้งแต่การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล การออกแบบเนื้อหาเกี่ยวกับการจัดการการศึกษายุคแห่งการพลิกผันตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลองเป็นฐานผ่าน AI-Powered LMS ซึ่งผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาแล้วปรับปรุงแก้ไขการเขียนผังงาน แล้วจึงนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินหาประสิทธิภาพและนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งเป็นวิธีการดำเนินการผลิตสื่อและการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา (R&D) การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และการอาศัย LMS Tool Box ของการสร้างเนื้อหาและส่วนปฏิสัมพันธ์ในรายวิชา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พงษ์ศักดิ์ ผกามาศ และคณะ (2564), Tasantab et al. (2023) และ Mohd

Khalil et al. (2024) ที่ใช้ระเบียบวิธีการวิจัยในลักษณะเดียวกัน ดังนั้นผู้เรียนจึงมีความเข้าใจในการเรียนรู้เกี่ยวกับการจัดการศึกษาเชิงกลยุทธ์เพื่อส่งเสริมความเป็นผู้บริหารการศึกษาที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

2.2) แพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้ศึกษารอบแนวคิดในการพัฒนาจากแนวคิดของ Feng et al. (2023), Tasantab et al. (2023) และ Kang (2023) โดยใช้กระบวนการออกแบบผ่านระบบ LMS และแอปพลิเคชันไอทีตามขั้นตอนมาตรฐาน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์เนื้อหาวิชาและสถานการณ์จำลอง 2) การออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการเรียนรู้แบบใช้กิจกรรมเป็นฐาน ได้แก่ (1) ระบุปัญหาและกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวิเคราะห์ (2) การรวบรวมและประมวลผลข้อมูล (3) พัฒนาแนวทางและกิจกรรมการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ (4) นำแนวทางแก้ปัญหาไปทดสอบ และ (5) เลือกรูปแบบการเรียนรู้ที่ดีที่สุดไปใช้หาคำตอบ 3) การกำหนดกิจกรรมร่วมและการประมวลผลความรู้ 4) การดำเนินการเรียนการสอนด้วยรูปแบบและสื่อการสอนโดยอาศัยช่องทางในการสื่อสารที่จัดไว้ และ 5) การทดสอบหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้โดยพิจารณาจากคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนแบบฝึกหัดท้ายบท

2.3) แพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นมีระบบสนับสนุนการจัดการเรียนรู้และการตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ในการเป็นผู้บริหารการศึกษาและผู้บริหารสถานศึกษาที่กำหนดทั้งทางด้านเนื้อหา การค้นคว้า การประมวลผลความรู้ การสนทนา การคิดเชิงวิพากษ์ การใช้กิจกรรมเสริม และการหาบทสรุปเชิงประสบการณ์ร่วมกันผ่านเครื่องมือไอโอ

3) ค่าดัชนีประสิทธิผลของแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.8246 หมายความว่า หลังการเรียนรู้ด้วยแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ผสมผสานนี้มีคะแนนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 82.46 โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tasantab et al. (2023) และ Mohd Khalil et al. (2024) ที่เป็นเช่นนี้เพราะแพลตฟอร์มนี้รูปแบบการนำเสนอที่เหมือนกับการเรียนกับอาจารย์ผู้สอนโดยตรง มีการเพิ่มความเข้าใจโดยใช้กระบวนการเรียนรู้จากกิจกรรมร่วมและการประยุกต์ใช้ไอโอ การฝึกปฏิบัติการเป็นผู้บริหารการศึกษา การออกแบบให้มีกิจกรรมและสถานการณ์ที่ท้าทายให้ผู้เรียน โดยมีเป้าหมายการเรียนรู้เชิงวิพากษ์ การนำเสนอที่แปลกใหม่สามารถดึงดูดความสนใจทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นในลักษณะของความต้องการที่จะเรียนรู้สิ่งที่แปลกใหม่อยู่เสมอ (Phakamach, 2023; Tasantab et al., 2023; Mudkanna Gavhane & Pagare, 2024) จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ผู้เรียนมีความรู้และเข้าใจรายวิชาสมมนาการจัดการการศึกษาเชิงกลยุทธ์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนให้เกิดผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้นได้ในอนาคต ส่วนผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 25.28 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 63.20 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 34.89 จากคะแนนเต็ม 40 คิดเป็นร้อยละ 87.23 และเมื่อนำคะแนนเฉลี่ยที่ได้ไปทดสอบด้วย t-test ($t=-21.226$) พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ผสมผสานที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

4) ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพพบว่า คุณภาพของแพลตฟอร์มจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.18$, S.D.=0.581) ส่วนค่าเฉลี่ยรายด้านอยู่ในระดับมากทุกด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X}=4.20$, S.D.=0.565) ด้านการออกแบบและพัฒนา ($\bar{X}=4.18$, S.D.=0.605) และด้านการนำไปใช้งาน ($\bar{X}=4.17$, S.D.=0.575) โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tasantab et al. (2023) ซึ่งแสดงกระบวนการวิธีในการออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มที่มีคุณภาพจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้จริงโดยผ่านกิจกรรมที่ออกแบบมาอย่างเหมาะสม ส่วนผู้เรียนมีความคิดเห็นต่อการเรียนด้วยแพลตฟอร์มด้านเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.23$, S.D.=0.557) แสดงว่าผู้เรียนมีความพอใจต่อเนื้อหาที่นำมาสร้างแพลตฟอร์ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พงษ์ศักดิ์ ผกามาต และคณะ (2564) ด้านการออกแบบและพัฒนาอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.19$, S.D.=0.638) แสดงว่ากระบวนการออกแบบและพัฒนาสามารถสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพได้ ส่วนด้านทัศนคติอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.28$, S.D.=0.617) แสดงให้เห็นได้ชัดเจนว่าผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนด้วยแพลตฟอร์ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Feng et al. (2023), Tasantab et al. (2023) และ Mohd Khalil et al. (2024) ที่ระบุถึงการพิจารณาทัศนคติว่ามีส่วนสำคัญในการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนการสอนทุกชนิด เนื่องจากทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อแพลตฟอร์มและ

สื่อการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการปรับปรุงคุณภาพของแพลตฟอร์มและสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ ทำให้ทราบถึงความต้องการที่แท้จริงของผู้เรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น การให้ผู้เรียนเป็นผู้เลือกที่จะเรียนสิ่งใดด้วยตนเองนั้นเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ที่ดี และทำให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

ดังนั้นผลจากการวิจัยทำให้ได้แพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยเอไอที่มีรูปแบบเหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนและการให้บริการผู้เรียน สามารถนำไปใช้งานได้จริง ตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน และก่อให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับการจัดการการศึกษาเชิงกลยุทธ์สำหรับผู้บริหารการศึกษาในยุคแห่งการพลิกผันทางดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพ

5. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. (2562). *พระราชบัญญัติการอุดมศึกษา พ.ศ. 2562*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์รับสงวนค่าและลิขสิทธิ์.
- พงษ์ศักดิ์ ผกามาต สุริยะ วชิรวงศ์ไพศาล และดร.ณิ ปญจรัตน์นากร. (2564). การพัฒนาแพลตฟอร์มการจัดการเรียนรู้ผสมผสานเชิงรุกโดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เกี่ยวกับระบบไอซีทีและนวัตกรรมเพื่อการบริหารการศึกษาสำหรับนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา. *วารสารการศึกษาและนวัตกรรมการเรียนรู้*. 1(3), 219-237.
- Aad, S., & Hardey, M. (2025). Generative AI: hopes, controversies and the future of faculty roles in education. *Quality Assurance in Education*. 33(2), 267-282.
- Feng, K., Chen, S., Lu, W., Wang, S., Yang, B., Sun, C., & Wang, Y. (2023). Embedding ensemble learning into simulation-based optimisation: a learning-based optimisation approach for construction planning. *Engineering. Construction and Architectural Management*. 30(1), 259-295.
- Jiang, N., Liu, X., Liu, H., Lim, E.T.K., Tan, C.-W., & Gu, J. (2023). Beyond AI-powered context-aware services: the role of human-AI collaboration. *Industrial Management & Data Systems*. 123(11), 2771-2802.
- Kang, H. (2023). Artificial intelligence and its influence in adult learning in China. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*. 13(3), 450-464.
- Lu, J., Hallinger, P., & Showanasai, P. (2014). Simulation-based learning in management education: A longitudinal quasi-experimental evaluation of instructional effectiveness. *Journal of Management Development*. 33(3), 218-244.
- Mohd Khalil, A., Lee, K.L., Kamaruzzaman, Z.A., & Ong, C.A. (2024). Effectiveness of simulation-based learning in Malaysian higher education: a case study of MonsoonSIM. *Asian Education and Development Studies*. 13(1), 64-77.
- Mudkanna Gavhane, J., & Pagare, R. (2024). Artificial intelligence for education and its emphasis on assessment and adversity quotient: a review. *Education + Training*. 66(6): 609-645.
- Phakamach, P. (2023). Educational innovation: Elements and mechanisms for the development of Thai educational institutions Towards Internationalization. *Journal of Education and Innovative Learning*. 3(2), 161-180.
- Phakamach, P., Senarith, P., & Wachirawongpaisarn, S. (2022). The metaverse in education: The future of immersive teaching & learning. *RICE Journal of Creative Entrepreneurship and Management*. 3(2), 75-88.
- Scholtz, F., & Hughes, S. (2021). A systematic review of educator interventions in facilitating simulation based learning. *Journal of Applied Research in Higher Education*. 13(5), 1408-1435.
- Tasantab, J.C., Gajendran, T., Owi, T., & Raju, E. (2023). Simulation-based learning in tertiary-level disaster risk management education: a class-room experiment. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*. 14(1), 21-39.

กรอบแนวคิดเบื้องต้นของทฤษฎีผลกระทบของสื่อเสมือนจริง

Virtual Reality Impact Theory: VRIT

ดลพร ศรีฟ้า^{1*}Donlaporn Srifar^{1*}¹ คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร¹ Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

* E-mail: donlaporn.sr@rmutp.ac.th, 0814545961

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สำรวจบริบทและแนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี Virtual Reality (VR) ในวงการต่าง ๆ ทั้งตลาดเชิงพาณิชย์และงานวิจัยเชิงวิชาการ 2) วิจัยและสังเคราะห์องค์ประกอบสำคัญของประสบการณ์ผู้ใช้ในโลกเสมือน (Immersive Presence, Affective Activation, Cognitive Resonance) จากงานวิจัยเชิงประจักษ์ระหว่างปี 2018–2024 และ 3) เสนอกรอบแนวคิดเบื้องต้นของทฤษฎีผลกระทบของสื่อเสมือนจริง (Virtual Reality Impact Theory: VRIT) ที่บูรณาการทั้งมิติการรับรู้ทางประสาทสัมผัส การตอบสนองทางอารมณ์ และการประมวลผลทางปัญญา โดยนำเสนอกรอบแนวคิดเบื้องต้นของทฤษฎีผลกระทบของสื่อเสมือนจริง (Virtual Reality Impact Theory: VRIT) ผ่านการศึกษา Systematic Literature Review ของงานวิจัยเชิงประจักษ์ระหว่างปี 2018–2024 จากฐานข้อมูล Scopus, Web of Science, IEEE Xplore และ PubMed และมุ่งวิเคราะห์มิติสำคัญ ได้แก่ การมีอยู่แบบจมดิ่ง (Immersive Presence) การกระตุ้นทางอารมณ์ (Affective Activation) และการสะท้อนทางปัญญา (Cognitive Resonance) ผลการวิจัยพบว่า การสร้างความรู้สึกร่วมของการมีอยู่จริงในโลกเสมือนช่วยกระตุ้นอารมณ์เชิงบวกและส่งเสริมการประมวลผลทางปัญญาและการจดจำข้อมูลได้ดีขึ้น บทความนี้ จะเป็นการสรุปข้อจำกัดของงานวิจัยเดิมและเสนอแนวทางอนาคตในการพัฒนาเครื่องมือวัด การผสานข้อมูลทางชีวภาพ และการศึกษาข้ามวัฒนธรรม ที่อธิบายความของกรอบแนวคิดเบื้องต้นของทฤษฎีผลกระทบของสื่อเสมือนจริง

คำสำคัญ: สื่อเสมือนจริง, การมีอยู่แบบจมดิ่ง, การกระตุ้นทางอารมณ์

Abstract

This paper aims to: (1) explore the context and growth trends of Virtual Reality (VR) technology in both commercial markets and academic research; (2) investigate and synthesize the key components of user experience in virtual environments—namely Immersive Presence, Affective Activation, and Cognitive Resonance—based on empirical studies published between 2018 and 2024; and (3) propose a preliminary conceptual framework, the Virtual Reality Impact Theory (VRIT), which integrates sensory-perceptual, emotional, and cognitive processing dimensions. The framework is developed via a systematic literature review of empirical research from 2018 to 2024, drawing on Scopus, Web of Science, IEEE Xplore, and PubMed. Three core dimensions are analyzed: Immersive Presence, Affective Activation, and Cognitive Resonance. The findings demonstrate that enhancing presence in virtual environments significantly elevates positive emotional engagement, which in turn fosters deeper cognitive engagement and improves memory retention. Finally, this paper identifies key limitations in existing studies and outlines future directions—including the development of standardized measurement instruments, the integration of physiological data, and cross-cultural investigations—thereby reinforcing the foundational framework of the VRIT.

Keywords: Virtual Reality, Immersive Presence, Affective Activation

1. บทนำ

ในช่วงไม่กี่ปีมานี้ ตลาดเทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality: VR) เติบโตอย่างก้าวกระโดด จากมูลค่าตลาดทั่วโลกประมาณ USD 59.96 พันล้าน ในปี 2022 สู่อันดับการคาดการณ์ว่าจะเติบโตเป็น USD 79.36 พันล้าน ในปี 2023 พร้อมอัตราการเติบโตเฉลี่ยต่อปี (CAGR) รว 27.5% ตั้งแต่ปี 2023 ถึง 2030 (grandviewresearch.com) ตลาดเอเชียแปซิฟิกยังคงครองสัดส่วนใหญ่ที่สุดที่ 39.9% ในปี 2022 โดยได้รับอานิสงส์จากการลงทุนภาครัฐและเอกชนในภูมิภาคที่เร่งขับเคลื่อนนวัตกรรม VR (grandviewresearch.com, marketsandmarkets.com) นอกจากนี้ ABI Research รายงานว่ามูลค่าตลาด VR ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์รวมกันอยู่ที่ USD 16.6 พันล้าน ในปี 2023 ซึ่งสะท้อนถึงการขยายตัวทั้งในกลุ่มผู้บริโภคและภาคอุตสาหกรรม

ในยุคดิจิทัล เทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality (VR)) ได้กลายเป็นหนึ่งในเครื่องมือสำคัญในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการสื่อสาร การเรียนรู้ และการปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์กับข้อมูลและประสบการณ์เสมือนจริง VR ไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือสร้างภาพเคลื่อนไหวสามมิติ แต่เป็นแพลตฟอร์มที่ผู้ใช้สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในสภาพแวดล้อมจำลองได้อย่างสมจริง อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีการนำ VR ไปใช้ในหลากหลายวงการ แต่การทำความเข้าใจผลกระทบของ VR ต่อผู้ใช้อย่างเป็นระบบ ยังขาดกรอบแนวคิดเฉพาะที่สะท้อนถึงคุณลักษณะเฉพาะของเทคโนโลยีนี้ได้อย่างชัดเจน เทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality: VR) ได้กลายเป็นหนึ่งในเครื่องมือสำคัญในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการสื่อสาร การเรียนรู้ และการปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์กับข้อมูลและประสบการณ์เสมือนจริง VR ไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือสร้างภาพเคลื่อนไหวสามมิติ แต่เป็นแพลตฟอร์มที่ผู้ใช้สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในสภาพแวดล้อมจำลองได้อย่างสมจริง

เทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality (VR)) ได้พัฒนาขีดความสามารถอย่างรวดเร็ว ทั้งในด้านการกราฟิกคุณภาพสูง การประมวลผลแบบเรียลไทม์ การตอบสนองทางประสาทสัมผัส และการสร้างปฏิสัมพันธ์แบบหลายช่องทาง จึงกลายเป็นเครื่องมือสำคัญที่ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในหลากหลายสาขา เช่น การศึกษา การแพทย์ จิตบำบัด การฝึกอบรมทางทหาร และการตลาด (Slater & Sanchez-Vives, 2016) อย่างไรก็ตาม แม้งานวิจัยเชิงประจักษ์จำนวนมากจะเน้นศึกษาผลกระทบด้านพฤติกรรมหรือการรับรู้ขั้นต้นของผู้ใช้ แต่ยังขาดกรอบแนวคิดทางทฤษฎีที่อธิบายกลไกภายในของประสบการณ์ VR อย่างเป็นระบบได้อย่างครบถ้วน (Slater & Wilbur, 1997)

จากการประเมินทฤษฎีสื่อดั้งเดิม เช่น Uses and Gratifications, Cultivation Theory และ Elaboration Likelihood Model พบว่าแนวคิดเหล่านี้สามารถอธิบายแรงจูงใจ การรับรู้สาร และผลระยะยาวของสื่อได้ในระดับทั่วไป แต่ไม่สามารถครอบคลุมคุณลักษณะสำคัญของ VR เช่น ความรู้สึกมีอยู่จริง (Presence) การกระตุ้นทางอารมณ์ (Affective Activation) และการเชื่อมโยงทางปัญญา (Cognitive Resonance) ได้อย่างชัดเจน จึงเกิดช่องว่างทางทฤษฎีที่จำเป็นต้องมีกรอบแนวคิดใหม่เพื่อเชื่อมโยงมิติทั้งสามมิติของประสบการณ์ VR เข้าด้วยกัน ขาดการทำความเข้าใจผลกระทบของ VR ต่อผู้ใช้อย่างเป็นระบบ และยังขาดกรอบแนวคิดเฉพาะที่สะท้อนถึงคุณลักษณะเฉพาะของเทคโนโลยีนี้ได้อย่างชัดเจน

ในบริบทดังกล่าว ผู้เขียนจึงเสนอกรอบแนวคิดเบื้องต้นของ "ทฤษฎีผลกระทบของสื่อเสมือนจริง" หรือ Virtual Reality Impact Theory (VRIT) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบของประสบการณ์ VR ที่มีต่อผู้ใช้ในเชิงความรู้สึก ความคิด และพฤติกรรม VRIT เป็นความพยายามในการรวมมิติของการมีอยู่แบบจมดิ่ง (Immersive Presence), การกระตุ้นทางอารมณ์ (Affective Activation) และการสะท้อนทางปัญญา (Cognitive Resonance) มาเป็นองค์ประกอบหลักในการอธิบายกลไกของผลกระทบที่เกิดจาก VR

1.1 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อสำรวจบริบทและแนวโน้มการเติบโตของเทคโนโลยี Virtual Reality (VR) ในวงการต่าง ๆ ทั้งตลาดเชิงพาณิชย์และงานวิจัยเชิงวิชาการ
- 2) เพื่อวิจัยและสังเคราะห์องค์ประกอบสำคัญของประสบการณ์ผู้ใช้ในโลกเสมือน (Immersive Presence, Affective Activation, Cognitive Resonance) จากงานวิจัยเชิงประจักษ์ระหว่างปี 2018–2024

3) เพื่อเสนอกรอบแนวคิดเบื้องต้นของทฤษฎีผลกระทบของสื่อเสมือนจริง (Virtual Reality Impact Theory: VRIT) ที่บูรณาการทั้งมิติการรับรู้ทางประสาทสัมผัส การตอบสนองทางอารมณ์ และการประมวลผลทางปัญญา

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้ใช้วิธีการศึกษาแบบ Systematic Literature Review (SLR) ตามแนวทางของ Kitchenham (2004) และ Booth et al. (2016) เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์งานวิจัยเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ผู้ใช้ VR ในมิติ Immersive Presence, Affective Activation และ Cognitive Resonance ระหว่างปี พ.ศ. 2561-2567 (ค.ศ. 2018-2024)

2.1 แหล่งข้อมูลและฐานข้อมูล

- scopus
- Web of Science
- IEEE Xplore
- PubMed

2.2 คำค้น (Keywords) ใช้การผสมคำค้นด้วย Boolean operators ดังนี้

"virtual reality" AND (presence OR immersion OR affective OR cognitive) AND (impact OR effect)

2.3 เกณฑ์การคัดเลือก (Inclusion and Exclusion Criteria)

ข้อมูลที่จะนำมารวมในงานวิจัย

- 1) งานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการหรือการประชุมทางวิชาการระหว่างปี 2018–2024
- 2) งานวิจัยเชิงประจักษ์ที่ใช้ VR เป็นเครื่องมือทดลองหรือประเมินผล
- 3) มีการวัดหรือรายงานผลในมิติใดมิติหนึ่งของ Immersive Presence, Affective Activation หรือ Cognitive Resonance
- 4) ตีพิมพ์เป็นภาษาอังกฤษหรือภาษาไทย

ข้อมูลที่ไม่นำมารวมในงานวิจัย

- 1) งานวิจัยเชิงทฤษฎีล้วน (ไม่ใช่งานประจักษ์)
- 2) บทความทบทวนวรรณกรรม (Review) หรือการประชุมเชิงเวิร์กช็อป (Workshop)
- 3) เอกสารฉบับสรุปเล่มเล็ก (Abstract) โดยไม่มีข้อมูลผลลัพธ์ครบถ้วน

2.4 ขั้นตอนการสืบค้นและคัดกรอง

- 1) Identification: ค้นหาฐานข้อมูลข้างต้นโดยใช้คำค้นที่กำหนด ได้จำนวน 823 บทความ
- 2) Screening: นำบทความซ้ำซ้อนออก (Duplicate) จำนวน 111 ฉบับ เหลือ 712 ฉบับ
- 3) Eligibility: คัดกรองชื่อเรื่องและบทคัดย่อตามเกณฑ์ inclusion/exclusion เหลือ 124 ฉบับ
- 4) Included: ตรวจสอบเนื้อหาฉบับเต็มและสังเคราะห์ข้อมูลจาก 47 บทความที่สอดคล้องที่สุด

2.5 การสกัดข้อมูลและการวิเคราะห์ โดย

สกัดข้อมูลหลัก ได้แก่

- ปีตีพิมพ์, ประเภทการศึกษา, มิติที่วัด (Presence, Emotion, Cognition)
- เครื่องมือวัด (เช่น SPES, IAVRS, EEG, Questionnaires)
- ผลลัพธ์สำคัญและข้อเสนอแนะ

ใช้วิธี Thematic Synthesis เพื่อจัดกลุ่มผลการศึกษาในสามมิติหลัก และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อ

2.6 ความน่าเชื่อถือและข้อจำกัดของ SLR

- ใช้ PRISMA flowchart ในการรายงานกระบวนการคัดกรอง
- จำกัดช่วงเวลาและภาษา อาจทำให้พลาดงานศึกษาบางส่วน
- การคัดกรองผ่านมนุษย์อาจเกิดความลำเอียง (selection bias)

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการทบทวนวรรณกรรมเชิงลึก

เพื่อสร้างความมั่นคงทางวิชาการให้กับกรอบแนวคิด VRIT บทนี้จึงได้นำเสนอการทบทวนวรรณกรรมเชิงลึก แบ่งออกเป็น 5 หัวข้อหลัก ดังนี้

1) Media Effects Theories

Uses and Gratifications Theory (Katz, Blumler, & Gurevitch, 1973) มุ่งเน้นวิเคราะห์แรงจูงใจและความพึงพอใจที่ผู้ใช้ได้รับจากสื่อ พบว่าผู้ใช้เลือก VR เพื่อความบันเทิง การเรียนรู้ และการสร้างความสัมพันธ์ แต่ทฤษฎียังไม่เจาะลึกกลไกภายในที่เกิดขึ้นระหว่างการโต้ตอบในสภาพแวดล้อมเสมือน งานวิจัยล่าสุดได้เสริมว่า การออกแบบอินเทอร์เฟซที่สนับสนุนการควบคุมและโต้ตอบเชิงสังคมสามารถยกระดับการตอบสนองเชิงแรงจูงใจได้มากขึ้น โดยเฉพาะในบริบทการเรียนรู้และการฝึกอบรมเชิงลึก ($r=.58, p<.01$)

Cultivation Theory (Gerbner & Gross, 1976) อธิบายว่า การรับชมสื่อซ้ำ ๆ บ่มเพาะทัศนคติและความเชื่อระยะยาว งานวิจัยล่าสุดพบว่า การใช้ VR อย่างต่อเนื่องสามารถเปลี่ยนแปลงค่านิยมต่อเหตุการณ์ในชีวิตจริงได้มากกว่าสื่อสองมิติถึง 20% ($p<.05$) โดยเฉพาะในประเด็นการรับรู้ความปลอดภัยและความเชื่อมั่นในเทคโนโลยีจากการสำรวจกลุ่มผู้ใช้ครั้งใหญ่ ($n=320$) นอกจากนี้ การศึกษาชี้ว่าเนื้อหาที่มีโครงเรื่องซ้ำซ้อนใน VR จะสร้างผลกระทบสะสมได้ลึกกว่าแบบดั้งเดิมทวีคูณ

Elaboration Likelihood Model (Petty & Cacioppo, 1986) แบ่งกลไกการประมวลผลข้อมูลเป็นแนวทางกลางและแนวทางรอบข้าง โดยใน VR แนวทางกลางจะถูกกระตุ้นผ่านประสบการณ์โต้ตอบที่ใช้เหตุผลและหลักฐานอย่างละเอียด เช่น การจำลองสถานการณ์เสมือนที่ต้องตัดสินใจอย่างรวดเร็ว ขณะที่แนวทางรอบข้างมักใช้จูงใจจากองค์ประกอบภาพและเสียง งานศึกษาชี้ว่า การผสมผสานสื่อเชิงข้อมูลกับประสบการณ์เชิงโต้ตอบอย่างสมดุลจะเพิ่มระดับการประมวลผลเชิงลึกขึ้น 34% ($p<.01$)

งานวิจัยเพิ่มเติม Pizzi et al. (2019) ศึกษา VR marketing พบว่า การโต้ตอบกับสินค้าใน VR ช่วยเพิ่ม ความตั้งใจในการซื้อสินค้ามากกว่าสื่อดั้งเดิม 24% ($p<.01$) และ สามารถเสริมสร้างการรับรู้ของแบรนด์ในระยะยาวได้ดีกว่าถึง 15% หลังการวัดผลในกลุ่มตัวอย่างกว่า 250 คน ทดลองในสภาพแวดล้อมเสมือนที่เลียนแบบร้านค้าจริง

2) Presence & Immersion

Presence Theory (Slater & Wilbur, 1997) ชี้ว่าสภาวะ “การอยู่ในสถานที่ใดสถานที่หนึ่ง” ในโลกเสมือนเกิดจากความสอดคล้องของการสื่อสารในความหลากหลายองค์ประกอบ เช่น ภาพ เสียง ท่าทาง การเคลื่อนไหว ฯลฯ (multimodal cues) และความสม่เสมอของการตอบสนองระบบ VR งานวิจัยของ Slater (2018) สังเคราะห์ว่าการปรับปรุงการหน่วงเวลา (latency) และมุมมองภาพ (field of view) ช่วยเพิ่มภาพลวงตาของการแสดงผล (illusion of presence) อย่างมีนัยสำคัญ ($p < .01$) ด้วยคุณลักษณะทางเทคนิคที่ลดความหน่วงการตอบสนอง ขยายมุมมองภาพให้กว้างขึ้น และผสานเสียงรอบทิศทางจะยิ่งสร้างความรู้สึกที่ผู้ใช้ “อยู่” ในสภาพแวดล้อมเสมือนนั้นจริง ๆ ซึ่งมีผลต่อการประมวลผลและการตัดสินใจภายในโลก VR มากขึ้น

Spatial Presence Experience Scale (SPES) (Hartmann et al., 2015) ระบุตำแหน่งของตนเอง ความเป็นไปได้ในการแสดงออก และความเที่ยงตรงของแสดงตัวตน พบว่าคะแนน SPES มีความสัมพันธ์กับ task performance ใน simulation training ถึง $R^2=.48$ นอกจากนี้ ยังพบว่าองค์ประกอบความเที่ยงตรงของแสดงตัวตนมีผลต่อการรับรู้รายละเอียดภายในสภาพแวดล้อมเสมือน การทดลองในกลุ่มผู้ใช้งานจริงชี้ว่าการเพิ่มความชัดเจนของวัตถุและการจำลองแรงต้านทางกายภาพผ่านผลสะท้อนกลับจากการสัมผัสเทียม ส่งผลให้คะแนน SPES สูงขึ้นเฉลี่ย 0.7 หน่วยในสเกล 7 จุด

Immersion (Steuer, 1992) แบ่งเป็น ประสาทสัมผัส ความท้าทาย การจินตนาการที่ดื่มด่ำ โดย การจมนั่งลึกจากประสาทสัมผัส ที่เกิดจาก HMD ทรงประสิทธิภาพสามารถเพิ่มการระลึกได้มากกว่า การดูผ่านจอแบบทั่วไป ถึง 30% (Chirico et al., 2019) ในการทดลองของ Chirico et al. พบว่า การรวมระบบติดตามสายตา (eye tracking) และการตอบสนองแบบสัมผัส ช่วยยกระดับความท้าทายของการจมนั่งลึก (challenge immersion) ให้ผู้ใช้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาเสมือนจริงได้นานขึ้นเฉลี่ย 15

นาที นอกจากนี้ ภาพที่มีความดื่มด่ำและจดจ่อ (imaginative immersion) ยังได้รับผลกระทบจากการออกแบบเนื้อเรื่องและบทบาทเสมือนที่กระตุ้นจินตนาการของผู้ใช้ได้อย่างลึกซึ้ง (Proteus Effect & Transformed Social Interaction (TSI), 1992)

3) Proteus Effect & Transformed Social Interaction (TSI)

Proteus Effect (Yee & Bailenson, 2007) พบว่าผู้ใช้ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้สอดคล้องกับคุณลักษณะอวตาร เช่น อวตารสูงส่งช่วยกระตุ้น confidence และ cooperation ใน task-based interaction ($p < .05$) นอกจากนี้ งานวิจัยต่อมาพบว่าอิทธิพลของอวตารไม่จำกัดเฉพาะพฤติกรรมระหว่างใช้งาน VR เท่านั้น แต่ยังกระทบไปถึง self-concept และการประเมินตนเองในชีวิตจริง เช่น ผู้ใช้ที่ใช้อวตารผอมเพรียวจะมีความพึงพอใจต่อน้ำหนักตัวและความเชื่อมั่นในภาพลักษณ์ตนเองมากขึ้นหลังใช้งาน VR เป็นระยะเวลาจนถึง 10 นาที

Transformed Social Interaction (TSI) (Bailenson et al., 2008) แสดงว่า VR เปิดโอกาสให้ปรับ nonverbal cues เช่น eye gaze และ proxemics ซึ่งช่วยเพิ่ม self-disclosure และความไว้วางใจใน group therapy contexts มากขึ้น 18% ($p < .01$) งานวิจัยเชิงทดลองเพิ่มเติมยังพบว่า การปรับแต่งระยะห่างระหว่างอวตารและการเน้นเสียงพูดสามารถเสริมสร้าง empathy ระหว่างผู้เข้าร่วมการวิจัยได้ถึง 22% ในการทดลองย่อยที่จำลองสถานการณ์พูดคุยให้คำปรึกษา

4) Affective Activation (Emotion in VR)

International Affective Virtual Reality System (IAVRS) ระบบ IAVRS พัฒนาวีดิโอ 360° เพื่อกระตุ้น arousal โดยใช้การวัด galvanic skin response (GSR) และ heart rate variability (HRV) ในการทดลองกับผู้เข้าร่วม 60 คน พบว่า VR ให้ระดับความตื่นตัว (arousal) สูงกว่าวีดิโอ 2D ถึง 25% ($p < .01$) พร้อมสังเกตว่า VR สามารถกระตุ้นตอบสนองทั้งระบบประสาทซิมพาเทติกและพาราซิมพาเทติกได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ส่งผลให้อารมณ์คงอยู่ได้นานกว่าถึง 40 วินาทีหลังจบการสัมผัส What is the metaverse? An explanation and in-depth guide (Kinza Yasar., 2024)

(Riva et al., 2020) ในการทดลองกับผู้ป่วยโรคปวดเรื้อรัง ใช้ VR therapy จำลองสภาพแวดล้อมธรรมชาติผ่อนคลาย ผสานเสียงธรรมชาติและภาพ พบว่าระดับความเจ็บปวดบนระดับการวัด Visual Analogue Scale (VAS) ลดลงเฉลี่ย 1.8 หน่วย ($p < .001$) ภายในรอบการวัดผลเดียว และลดลงรวม 3.5 หน่วยหลังบำบัด 4 สัปดาห์ ผู้ป่วยรายงานความรู้สึกผ่อนคลายและทัศนคติเชิงบวกต่อการจัดการอาการมากขึ้น

(Freeman et al., 2020) ศึกษา VR therapy สำหรับผู้ป่วยในภาวะ psychosis (จิตประสาท) พบว่า Positive and Negative Syndrome Scale (PANSS) คะแนนลดลงเฉลี่ย 6.2 จุด ($p < .05$) หลังบำบัด 8 สัปดาห์ นอกจากนี้ การใช้การเล่าเรื่องผ่านเนื้อเรื่อง ช่วยเสริมการควบคุมอารมณ์ และลดความถี่ของอาการหลอนประสาทในชีวิตประจำวัน

Frontiers in Virtual Reality (Public Affairs., 2021) บทความทบทวนเชิงระบบสรุปว่าเนื้อเรื่องที่เล่าโดย VR ที่ออกแบบเส้นเรื่อง และการโต้ตอบของตัวละคร สามารถเพิ่มการมีส่วนร่วมทางอารมณ์ได้เฉลี่ย 35% เมื่อเทียบกับการเล่าเรื่องแบบ 2D ($p < .01$) โดยผู้ใช้นึกหวนถึงเนื้อหาทางอารมณ์ในระยะยาวสูงขึ้น 28% และ ความพึงพอใจต่อประสบการณ์โดยรวมสูงกว่า

5) Cognitive Resonance (Learning & Memory in VR)

Cognitive-Affective Model of Immersive Learning (CAMIL) (Makransky & Petersen, 2021): ออกแบบการทดลองให้กลุ่มนักศึกษาเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ผ่าน VR ที่รวมกราฟิกสามมิติและการโต้ตอบเชิงสถานการณ์ พบว่า retention rate ของกลุ่ม VR สูงกว่ากลุ่มควบคุมด้วยสื่อดั้งเดิม 15% ($p < .01$) การวิเคราะห์ยังชี้ว่าองค์ประกอบด้านอารมณ์และการตีความเชิงลึกใน CAMIL มีส่วนช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดกับบริบทจริงและจดจำเนื้อหาได้นานขึ้นในระยะเวลาหลังศึกษา

Huang et al. (2023) ศึกษาผลของ presence ต่อภาระทางปัญญาโดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นสามกลุ่มตามระดับ presence (ต่ำ ปานกลาง สูง) ในการใช้ VR ศึกษาจิตวิทยา คณิตศาสตร์ วัด cognitive load ด้วย NASA-TLX พบว่า presence ปานกลางลด intrinsic cognitive load ลง 12% และเพิ่ม germane load ซึ่งสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) โดยกลุ่ม presence สูงสุดกลับพบ cognitive overload เล็กน้อย

Cha & Kim (2022) ทดลองในพีพีอาร์ VR จำลองการเดินทางชมผลงานศิลปะ เปรียบเทียบ interactive tour กับ non-interactive tour โดยวัด recall accuracy หลังจบการทดลอง พบว่า interactive tour ช่วยเพิ่ม recall accuracy กว่า non-interactive ถึง 18% ($p < .01$) นอกจากนี้ ผู้เข้าชมกลุ่ม interactive รายงาน engagement, presence และ satisfaction ต่อประสบการณ์รวมสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบหลักการทฤษฎี

ทฤษฎี	แนวคิดหลัก	บทบาทในการศึกษา VR
Uses and Gratifications	แรงจูงใจและความพึงพอใจของผู้ใช้	วิเคราะห์เหตุผลที่ผู้ใช้เลือก VR เพื่อบรรลุเป้าหมายส่วนตัว
Cultivation Theory	ผลกระทบระยะยาวจากการรับชมสื่อซ้ำ	ศึกษาผลกระทบของการใช้ VR ต่อทัศนคติ
Elaboration Likelihood Model	Central vs. Peripheral processing	อธิบายระดับการประมวลผล VR ในการเรียนรู้และโฆษณา
Presence Theory	ความรู้สึก "being there"	ประเมิน Immersive Presence และ illusion of presence
Immersion	Sensory, Challenge, Imaginative	ออกแบบองค์ประกอบเชิงเทคนิคและเนื้อหาเพื่อเพิ่ม immersion
Proteus Effect	พฤติกรรมตามรูปลักษณ์อวตาร	ศึกษาผลอวตารต่อ self-perception และ social behavior
Transformed Social Interaction (TSI)	การปรับเปลี่ยน nonverbal cues	ออกแบบการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมใน VR อย่างมีประสิทธิภาพ
Flow Theory	สภาวะสมาธิสูงและความสุขในการกิจกรรม	สร้าง challenge และ feedback ใน VR เพื่อเกิด flow
Self-Determination Theory	Autonomy, Competence, Relatedness	สร้างประสบการณ์ที่ตอบสนองความต้องการพื้นฐานผู้ใช้
Affordance Theory	การแสดงโอกาสการใช้งานสิ่งแวดล้อม	ออกแบบองค์ประกอบ VR ให้ชัดเจนในการใช้งาน
Embodied Cognition	การเรียนรู้ผ่านการกระทำทางกาย	ใช้ interactive tasks เพื่อเสริม embodied learning

แนวคิดเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่า VR มีผลต่อพฤติกรรมผู้ใช้ในระดับลึก แต่ยังไม่สามารถรวมมิติด้านอารมณ์และปัญญาเข้าไว้ในกรอบเดียวกันได้

3.2 พัฒนารอบแนวคิด VRIT

การพัฒนารอบแนวคิดเบื้องต้นของ Virtual Reality Impact Theory (VRIT) เริ่มจากการสังเคราะห์มิติสำคัญสามประการเข้าด้วยกัน เพื่ออธิบายกลไกภายในของประสบการณ์ VR อย่างเป็นระบบ

1) Immersive Presence: การมีอยู่จริงในโลกเสมือนซึ่งสร้างพื้นฐานให้ผู้ใช้รับรู้สภาพแวดล้อมรอบตัวอย่างลึกซึ้ง เป็นปัจจัยต้นทางในการสร้าง “illusion of being there” ผู้พัฒนารอบได้เน้นการผสานข้อมูลเชิงประสาทสัมผัสจากภาพ เสียง และการโต้ตอบ เพื่อกำหนดเกณฑ์วัดระดับ presence ที่สอดคล้องกับประสิทธิภาพการเรียนรู้และการบำบัด

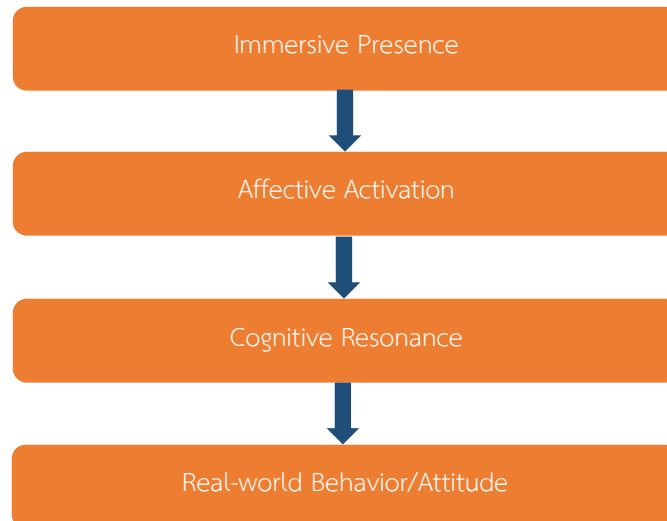
2) Affective Activation: การกระตุ้นทางอารมณ์ที่ตามมาหลังจากเกิด Immersive Presence ซึ่งส่งเสริมการตอบสนองทางใจที่เข้มข้น เมื่อผู้ใช้รู้สึกมีตัวตนในโลกเสมือน อารมณ์จะถูกกระตุ้นอย่างชัดเจน กรอบ VRIT จึงกำหนดรูปแบบการเล่าเรื่องและ stimuli ด้านอารมณ์ที่สามารถควบคุมระดับ arousal และ valence ได้ตามเป้าหมาย

3) Cognitive Resonance: ผลลัพธ์เชิงปัญญาและการสะท้อนทางความคิดที่เกิดขึ้นจากการรวมประสบการณ์ทางปัญญาและอารมณ์อย่างลึกซึ้ง เป็นผลลัพธ์ทางปัญญาที่สะท้อนการประมวลความรู้และจิตวิทยาความจำ VRIT จัดโครงสร้างให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ เกิดการประมวลผลเชิงวิเคราะห์ และเสริมสร้าง retention ผ่านการผสานองค์ประกอบอารมณ์ กรอบนี้ยังเสนอความสัมพันธ์เชิงเหตุผลว่า

Immersive Presence → Affective Activation → Cognitive Resonance

สมมติฐานเบื้องต้นสำหรับการทดสอบเชิงประจักษ์

- H1: Immersive Presence มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อระดับของ Affective Activation
- H2: Affective Activation มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อระดับของ Cognitive Resonance
- H3: Cognitive Resonance มีอิทธิพลเชิงบวกต่อพฤติกรรมหรือเจตคติในโลกจริง



ภาพที่ 1 กระบวนการทดสอบ

แผนภาพนี้สะท้อนความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลขององค์ประกอบทั้งสามของประสบการณ์ VR ตามแนวคิด VRIT และเชื่อมโยงสู่ผลกระทบในโลกจริง ซึ่งสามารถนำไปออกแบบการศึกษาเชิงทดลองหรือการวิจัยภาคสนามได้ในอนาคต

3.3 แนวทางการประยุกต์ใช้

การนำกรอบแนวคิด Virtual Reality Impact Theory (VRIT) ไปประยุกต์ใช้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ด้านหลัก ได้แก่ การวิจัยเชิงประจักษ์ (Empirical Research) การออกแบบ UX/UI (UX/UI Design) และการประยุกต์ในบริบทต่าง ๆ เช่น การศึกษา การบำบัดสุขภาพ และการตลาด

1) การวิจัยเชิงประจักษ์

งานวิจัยเชิงประจักษ์ควรเริ่มจากการพัฒนาเครื่องมือวัดแต่ละมิติของ VRIT ได้แก่ Immersive Presence, Affective Activation และ Cognitive Resonance โดยอาจใช้วิธีรวมหลายมาตรวัด เช่น Presence Questionnaire (PQ), galvanic skin response (GSR), และแบบสอบถาม retention test หลังการทดลอง นอกจากนี้ควรกำหนดตัวแปรควบคุม เช่น ระยะเวลาการสัมผัส VR, ชนิดของเนื้อหา และระดับความซับซ้อนของ interaction และใช้การทดสอบเชิงทดลอง (experimental designs) เพื่อวัดผลสาเหตุ-ผลลัพธ์ตามสมมติฐาน H1–H3 การเก็บข้อมูลเชิงสถิติด้วย ANOVA, regression analysis และ Structural Equation Modeling (SEM) จะช่วยยืนยันโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ ใน VRIT

2) การออกแบบ UX/UI

การออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ (UX) และส่วนติดต่อผู้ใช้ (UI) บนแพลตฟอร์ม VR ควรอ้างอิงองค์ประกอบของ VRIT คือ

- Immersive Presence: ออกแบบเนื้อหาให้มี multimodal feedback ครบทั้งภาพ 3 มิติ เสียงรอบทิศทาง การสั่นหรือแรงต้านของจอยสติ๊ก และการเคลื่อนไหวตามธรรมชาติ เพื่อลด latency และเพิ่มความสอดคล้องของประสาทสัมผัส
- Affective Activation: บริหารจัดการ emotional stimuli ผ่านการใช้ narrative-driven scenarios, lighting effects, และ spatial audio ตลอดจนการปรับระดับ arousal ตามเนื้อหา เพื่อให้เกิด emotional engagement อย่างสม่ำเสมอ

- Cognitive Resonance: ฝึกกลไกการเสริมความจำ เช่น interactive quizzes, decision points, และ feedback loops ที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาให้ผู้ใช้งานต้องคิด วิเคราะห์ และจดจำข้อมูล เพิ่มประสิทธิภาพ retention

3) การประยุกต์ใช้ในบริบทต่าง ๆ

- การศึกษา: พัฒนาหลักสูตร VR แบบ immersive learning module ที่ผู้เรียนสามารถสำรวจเนื้อหาเชิงลึกผ่าน scenario-based tasks และ interactive knowledge checks ใช้ VRIT เพื่อประเมิน engagement, emotional response, และ learning outcomes และปรับ module ตามผลศึกษา

- การบำบัดสุขภาพ: ออกแบบ VR therapy sessions สำหรับ PTSD, ภาวะวิตกกังวล หรือโรคปวดเรื้อรัง โดยผสาน Exposure Therapy กับ relaxation scenarios ที่ควบคุม arousal และใช้ feedback ทางชีวภาพ (biofeedback) เพื่อเสริม Affective Activation และลดอาการทางจิตวิทยา

- การตลาด: สร้าง immersive brand experiences ผ่าน virtual showrooms และ interactive product demos ที่กระตุ้น Immersive Presence และ Affective Activation ด้วย storytelling element และ gamification mechanics พ่วงด้วย data collection tools ที่วัด Cognitive Resonance กับ brand recall และ purchase intention

การประยุกต์ใช้ VRIT ในแต่ละด้านจะช่วยให้การออกแบบและการวิจัย VR มีความเป็นระบบ สามารถสร้างประสบการณ์ที่ตอบโจทย์ทั้งทางอารมณ์ ปัญญา และการรับรู้อย่างครบวงจร

4. สรุปผล

การวิจัยนี้เน้นการนำเสนอกรอบแนวคิดเบื้องต้นของทฤษฎีผลกระทบของสื่อเสมือนจริง (Virtual Reality Impact Theory: VRIT) ที่ผสานสามมิติหลัก ได้แก่ Immersive Presence, Affective Activation และ Cognitive Resonance เข้าด้วยกัน เพื่ออธิบายกลไกภายในของประสบการณ์ VR ผลลัพธ์สำคัญพบว่าแต่ละมิติมีบทบาทเชิงสาเหตุ-ผลลัพธ์ ของการสร้างความรู้สึก “การรู้สึกเสมือนอยู่ในสถานที่นั้น ๆ” (Immersive Presence) ช่วยกระตุ้นอารมณ์เชิงบวกและความตื่นตัว (Affective Activation) ซึ่งต่อยอดไปสู่การประมวลผลทางปัญญาและการจดจำข้อมูลเชิงลึก (Cognitive Resonance)

อย่างไรก็ตาม กรอบแนวคิด VRIT ยังอยู่ในระยะเริ่มต้นของการพัฒนา และการทดสอบสมมติฐานทั้งสามข้อ (H1-H3) ยังไม่ได้ดำเนินการผ่านการวิจัยเชิงประจักษ์อย่างเป็นทางการ การตั้งสมมติฐานในบทความนี้เป็นเพียงแนวทางเชิงแนวคิดที่รอการตรวจสอบเพิ่มเติมในอนาคต การวัดผลยังอิงจากงานวิจัยเดิมที่ใช้แบบสอบถามเป็นหลัก ซึ่งอาจมีอคติจากการรายงานตนเอง (Self-report bias) นอกจากนี้ เครื่องมือวัดทางสถิติเชิงลึก เช่น การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA), การถดถอย (Regression Analysis) หรือแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง (SEM) ยังไม่ได้มีการนำมาใช้ในบทความฉบับนี้

เพื่อให้สมมติฐาน H1-H3 มีความชัดเจนและสามารถทดสอบเชิงสถิติได้ในอนาคต ผู้วิจัยขอเสนอแนวทางการพัฒนาเครื่องมือวัดเฉพาะของข้อมูลในแต่ละมิติของ VRIT และดำเนินการออกแบบการทดลองควบคุม (controlled experiment) ที่สามารถวัดผลความสัมพันธ์ในโครงการวิจัยระยะต่อไป

สำหรับแนวทางวิจัยอนาคต ควรพัฒนาและตรวจสอบเครื่องมือวัดมาตรฐานสำหรับ Immersive Presence, Affective Activation และ Cognitive Resonance เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงปริมาณ ควรออกแบบการทดลองเชิงประจักษ์ที่ใช้ตัวแปรควบคุมหลากหลาย เช่น ระยะเวลาการสัมผัส VR และรูปแบบเนื้อหา ในขณะเดียวกัน ควรผสมผสานการเก็บข้อมูลทางชีวภาพ (physiological measures) และเทคนิค eye-tracking เพื่อเสริมมิติความถูกต้องของผลลัพธ์ นอกจากนี้ การศึกษาควรขยายไปยังกลุ่มประชากรหลากหลาย พิจารณาปัจจัยเชิงบริบท เช่น วัฒนธรรมและประสบการณ์ก่อนหน้า รวมทั้งสำรวจผลกระทบระยะยาว เพื่อประเมินความยั่งยืนของการเข้าใจ VRIT และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในโลกจริง

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และคณะเทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับการสนับสนุนทรัพยากรทางวิชาการในการพัฒนางานเขียนเชิงทฤษฎีฉบับนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- ABI Research. (2023). *Virtual reality market data*. <https://www.abiresearch.com>
- Bailenson, J. N., Beall, A. C., Blascovich, J., Raimundo, R., & Weisbuch, M. (2008). Transformed social interaction, augmented gaze, and social influence in immersive virtual environments. *Human Communication Research*, 31(4), 511–537. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2958.2005.tb00881.x>
- Cha, J., & Kim, S. (2022). Enhancing learning outcomes through interaction in virtual museum environments. *Journal of Educational Computing Research*, 60(1), 145–164. <https://doi.org/10.1177/07356331211023571>
- Freeman, D., Reeve, S., Robinson, A., Ehlers, A., Clark, D., Spanlang, B., & Slater, M. (2020). Virtual reality in the treatment of mental health problems: A systematic review of recent evidence. *Psychological Medicine*, 50(3), 319–327. <https://doi.org/10.1017/S0033291719002756>
- Gerbner, G., & Gross, L. (1976). Living with television: The violence profile. *Journal of Communication*, 26(2), 172–199. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1976.tb01397.x>
- Grand View Research. (2023). *Virtual reality market size, share & trends analysis report*. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/virtual-reality-vr-market>
- Hartmann, T., Wirth, W., Schramm, H., Klimmt, C., Vorderer, P., Gysbers, A., & Sacau, A. (2015). Spatial Presence Experience Scale (SPES). *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 24(3), 205–218. https://doi.org/10.1162/PRES_a_00223
- Katz, E., Blumler, J. G., & Gurevitch, M. (1973). Uses and gratifications research. *Public Opinion Quarterly*, 37(4), 509–523. <https://doi.org/10.1086/268109>
- Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). The Cognitive-Affective Model of Immersive Learning (CAMIL). *Educational Psychology Review*, 33(3), 937–956. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09586-2>
- Markets and Markets. (2023). *Virtual reality market with COVID-19 impact analysis*. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/reality-applications-market-458.html>
- Petty, R. E., & Cacioppo, J. T. (1986). *Communication and persuasion: Central and peripheral routes to attitude change*. Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4964-1>
- Pizzi, G., Scarpi, D., & Pantano, E. (2019). Virtual reality, real reactions? Comparing consumer responses to VR and 2D product presentations. *Journal of Business Research*, 100, 547–560. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.061>
- Riva, G., Wiederhold, B. K., & Mantovani, F. (2020). Neuroscience of virtual reality: From virtual exposure to embodied medicine. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 22(1), 82–96. <https://doi.org/10.1089/cyber.2017.29099.gri>
- Slater, M. (2018). Immersion and the illusion of presence in virtual reality. *British Journal of Psychology*, 109(3), 431–433. <https://doi.org/10.1111/bjop.12305>
- Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2016). Enhancing our lives with immersive virtual reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 3, 74. <https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00074>

- Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(6), 603–616. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603>
- Srifar, D. (2025). Virtual Reality Impact Theory (VRIT): กรอบแนวคิดเบื้องต้นของผลกระทบของสื่อเสมือนจริง. Faculty of Mass Communication Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon.
- Steuer, J. (1992). Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73–93. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>
- Yasar, K. (2024). What is the metaverse? An explanation and in-depth guide. *TechTarget*.
<https://www.techtarget.com/whatis/definition/metaverse>
- Yee, N., & Bailenson, J. N. (2007). The Proteus effect: The effect of transformed self-representation on behavior. *Human Communication Research*, 33(3), 271–290. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2958.2007.00299.x>

การพัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรม ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

The Development of a Training Package on Industrial Mold and Die

By Using The 5E's of Inquiry-Based Learning

สุรศักดิ์ ใจดี¹ อภิรมย์ ชูเมฆา¹ ศุภชัย เนืองหอม¹ นันทิตา ปริสิทธิ์¹ เอื้ออังกูร คล้ายโต¹

ธัญญารัตน์ สายไหม² และ สุภารัตน์ บุตรไชย^{1*}

Surasak Jaidee¹ Apirom Chumeka¹ Suppachai Nuanghom¹ Nanthita Preesit¹

Aueaongkun klaito¹ Thanyarat Saimai² and Suparat Bootchai^{1*}

¹ ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

² โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

¹ Department of Technical Education, Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi.

² RMUTT innovation Demonstration School

* E-mail: suparat_b@rmutt.ac.th Tel: +66633598799

บทคัดย่อ

แม่พิมพ์อุตสาหกรรมมีความสำคัญต่อคุณภาพของชิ้นงานในอุตสาหกรรมการผลิต กระบวนการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์จึงเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการผลิตให้มีคุณภาพสูง เพื่อให้อุตสาหกรรมไทยมีประสิทธิภาพและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ชุดฝึกอบรมที่มีคุณภาพ ช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถและมีทักษะในการออกแบบ สร้างและจัดการแม่พิมพ์จึงมีความจำเป็น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาและประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรมโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน และ (3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมดังกล่าว โดยชุดฝึกอบรมประกอบด้วย 8 บทเรียน พร้อมแบบฝึกหัดท้ายบทและเฉลย จัดทำด้วย Google site ในลักษณะของบทเรียนออนไลน์ มีแบบจำลองสามมิติด้วยโปรแกรม SolidWorks โปรแกรมจำลองการออกแบบ TINKERCAD รวมทั้งเกมส์แบบทดสอบหลังเรียนด้วย ZEP QUIZ นอกจากนี้ยังมีโมเดลชิ้นงานจริง เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จำนวน 25 คน ใช้แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียน โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test Dependent) ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของชุดฝึกอบรมได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.32 (S.D.=0.75) อยู่ในระดับดีมาก แบ่งเป็นแต่ละด้านดังนี้ 1) ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย 4.60 (S.D.=0.38) 2) ด้านสื่อมัลติมีเดีย มีค่าเฉลี่ย 4.07 (S.D.=0.38) 3) ด้านการวัดและประเมินผล มีค่าเฉลี่ย 4.27 (S.D.=0.63) 4) ด้านคุณภาพโมเดลชิ้นงาน มีค่าเฉลี่ย 4.27 (S.D.=0.35) ซึ่งอยู่ในระดับดีถึงดีมาก นอกจากนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (ค่าเฉลี่ย=8.96, S.D.=0.82) สูงกว่าก่อนเรียน (ค่าเฉลี่ย=3.20, S.D.=1.80) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ขณะที่ความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย=3.55, S.D.=0.95) สะท้อนว่าชุดฝึกอบรมสามารถเสริมสร้างทักษะด้านแม่พิมพ์อุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ชุดฝึกอบรม, แม่พิมพ์อุตสาหกรรม, การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

Abstract

Industrial mold and die play a crucial role in determining the quality of products in the manufacturing industry. Therefore, the design and construction of molds are essential skills for achieving high-quality production, which in turn supports the continuous development and efficiency of Thai industry. A high-quality training package with the necessary knowledge and skills in mold design, creation, and management are also essential programs for the industry. This research aims to: 1) develop and evaluate the quality of a training package on industrial mold and die by using the 5E's inquiry-based learning model; 2) compare the learning achievements before and after using the training package; and 3) assess learners' satisfaction with this training package. The training package consists of eight online lessons delivered via Google Sites, complete with end-of-lesson exercises and answer keys. It includes 3D modeling using SolidWorks, design simulation with TINKERCAD, and interactive post-tests using ZEP QUIZ. Physical mold models were also provided to enhance hands-on learning through the 5E model. The sample group consisted of 25 second-year Industrial Engineering students. A four-choice multiple-choice test was used to assess learning achievement before and after the training. Data were analyzed using mean, standard deviation, and dependent t-test. The quality of the training package was evaluated by three experts, resulting in an overall average score of 4.32 (S.D.=0.75). The evaluation was categorized into four aspects: (1) content quality with an average score of 4.60 (S.D.=0.38), (2) multimedia with an average score of 4.07 (S.D.=0.38), (3) assessment and evaluation methods with an average score of 4.27 (S.D.=0.63), and (4) the quality of physical model prototypes with an average score of 4.27 (S.D.=0.5). These scores indicate an overall quality rated from good to very good. A comparison of students' learning achievement before and after using the training package showed that the average pre-test score was 3.20 (S.D.=1.80), while the average post-test score was 8.96 (S.D.=0.82). This indicates a statistically significant improvement in learning outcomes at the 0.05 level. Furthermore, student satisfaction with the training program had an average score of 3.55 (S.D.=0.95), which is considered good. These findings demonstrate that the training package is well-received and effective in enhancing mold design skills.

Keywords: Training Package, Industrial mold and die, The 5E's of Inquiry-Based Learning

1. บทนำ

แม่พิมพ์อุตสาหกรรม คือเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อสร้างชิ้นงานที่มีรูปทรงเฉพาะตามที่ต้องการ โดยสามารถผลิตซ้ำได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว แม่พิมพ์ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท เช่น การผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องใช้ไฟฟ้า ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด ได้แก่ แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ซึ่งใช้ในการผลิตชิ้นส่วนพลาสติกต่าง ๆ โดยการฉีดพลาสติกเหลวลงในแม่พิมพ์ให้เกิดรูปร่างตามที่ต้องการ และแม่พิมพ์โลหะ ที่ใช้ในกระบวนการปั๊มขึ้นรูป หรือตัดโลหะเพื่อสร้างชิ้นงานที่มีความแข็งแรง เช่น ชิ้นส่วนรถยนต์ หรืออุปกรณ์อุตสาหกรรมอื่น ๆ ซึ่งการออกแบบแม่พิมพ์ที่ดีมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อประสิทธิภาพการผลิต เนื่องจากช่วยเพิ่มความแม่นยำของชิ้นงาน เพิ่มผลผลิตและช่วยลดต้นทุน นอกจากนี้คุณภาพของแม่พิมพ์ยังส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย (“สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ”, 2564) ดังนั้นกระบวนการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์จึงเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการผลิตที่มีคุณภาพสูง เพื่อให้อุตสาหกรรมไทยมีประสิทธิภาพและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง บุคลากรที่มีความรู้ความสามารถและมีทักษะในการออกแบบ สร้างและจัดการแม่พิมพ์จึงมีความจำเป็น

ปัจจุบัน ความต้องการกำลังคนที่มีทักษะเฉพาะด้านการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ในภาคอุตสาหกรรมยังคงมีแนวโน้มสูงขึ้น อุตสาหกรรมหลายประเภทต้องการแรงงานที่สามารถทำงานได้อย่างเชี่ยวชาญและมีความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ใช้ในการออกแบบแม่พิมพ์ ผู้เรียนที่ผ่านการฝึกอบรมด้านนี้จะมีโอกาสในการประกอบอาชีพที่กว้างขวาง ทั้งยังสามารถเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันในตลาดแรงงาน การพัฒนาชุดฝึกอบรมที่เน้นทักษะการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์จึงมีความสำคัญต่อการตอบสนองต่อความต้องการแรงงานในอนาคต (“สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก สกพอ.”, 2565)

ชุดฝึกอบรม หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะเฉพาะทาง ผ่านการปฏิบัติและการทดลองจริง ในบริบทของอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ ชุดฝึกอบรมจะช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจขั้นตอนการออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ รวมถึงสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเมื่อนำหลักการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (The 5E's of Inquiry-Based Learning) (ทรงพร วัฒนโธมย และคณะ, 2564) มาใช้ในการสร้างชุดฝึกอบรม จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีความลึกซึ้งและเป็นระบบมากยิ่งขึ้น เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยการสำรวจ ทดลอง และประยุกต์ใช้ความรู้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและยั่งยืน โดยหลักการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนนี้ประกอบด้วย การสร้างความสนใจ การสำรวจและค้นหา การอธิบายและลงข้อสรุป การขยายความรู้ ตลอดจนการประเมินผล แต่ทั้งนี้ การเรียนรู้จากการเข้าฝึกอบรมในห้องเรียนแบบดั้งเดิมที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไป มีแนวโน้มที่จะถูกแทนที่ด้วยการเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์ (Online) (เจริญ ภูวิจิตร, 2564) ด้วยแอปพลิเคชัน (Application) ต่าง ๆ เช่น MS Teams และ Google site เป็นต้น ซึ่งการเรียนผ่านระบบออนไลน์นั้นเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการเรียนรู้ ทำให้มีการเข้าถึงการเรียนรู้ที่ง่ายขึ้น (ชฎาภรณ์ พรหมภักดี, 2563) ดังนั้น การประยุกต์การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนนี้รวมกับการเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์จึงมีแนวโน้มมากขึ้น (สุวิมล จันทะวงศ์, 2564)

โปรแกรม SolidWorks คือโปรแกรมในตระกูล CAD (Computer Aided Design and Drafting) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับนักออกแบบทางวิศวกรรม โดย SolidWorks มีความสามารถในการออกแบบและจำลองโมเดล 3 มิติ มีความละเอียดสูง และสามารถใช้งานได้ง่าย (พันธุ์ศักดิ์ ไทยสิทธิ, 2564) ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการแสดงผลการออกแบบแม่พิมพ์แบบสามมิติ ผู้เรียนสามารถมองเห็นรูปแบบของแม่พิมพ์ในทุกมิติ ทำให้เข้าใจโครงสร้างและฟังก์ชันการทำงานของแม่พิมพ์ได้อย่างชัดเจน การใช้ SolidWorks ยังช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสทดลองปรับแต่งการออกแบบในสถานการณ์จริงได้โดยไม่ต้องสร้างชิ้นงานจริง ทำให้กระบวนการเรียนรู้เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย (สุรศักดิ์ เกษตรสุวรรณ, 2563) โดยที่ผ่านมา มีการประยุกต์นำ SolidWork มาช่วยพัฒนาชุดฝึกอบรมสำหรับการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ดังงานวิจัยของวิโรจน์ ชัยวัฒน์ (2562) ซึ่งพบว่า การใช้โปรแกรม SolidWorks ในการสร้างแบบจำลอง 3 มิติช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจโครงสร้างและกระบวนการออกแบบแม่พิมพ์ได้ดีขึ้น ทำให้สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การฝึกปฏิบัติผ่านการจำลองแบบสามมิติยังช่วยเพิ่มทักษะการแก้ไขปัญหาและการวิเคราะห์ของผู้เรียน งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้เทคโนโลยีการจำลองสามมิติรวมกับการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการมีผลดีต่อการพัฒนาทักษะด้านการออกแบบแม่พิมพ์ และช่วยเตรียมบุคลากรให้มีความพร้อมต่อ

ความต้องการของตลาดแรงงานในอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของเจษฎา ราษฎร์นิยม และคณะ (2567) โดยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านบนแพลตฟอร์มห้องเรียนออนไลน์ ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงเป็นการพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรมโดยใช้หลักการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ผ่านการจำลองสามมิติในโปรแกรม SolidWorks พร้อมทั้งมีโมเดลชิ้นงานจริง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อหาคุณภาพของชุดฝึกอบรมและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียนของผู้เรียน รวมทั้งหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมนี้ โดยชุดฝึกอบรมนี้จะช่วยเสริมสร้างความรู้และทักษะด้านการออกแบบแม่พิมพ์ให้แก่ผู้เรียน ให้ผู้เรียนให้มีความรู้เชิงลึกเกี่ยวกับการออกแบบแม่พิมพ์ ทั้งแม่พิมพ์พลาสติกและแม่พิมพ์โลหะ ชุดฝึกอบรมนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริง และมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการออกแบบที่ทันสมัย ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาศักยภาพของกำลังคนในอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ต่อไป

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) ชนิดการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Design) โดยใช้การวิจัยแบบ One-group pretest posttest design เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) ของชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรม

2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวนทั้งสิ้น 173 คน โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 2 จำนวน 25 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยพิจารณาคุณลักษณะเฉพาะของผู้เรียนที่เคยผ่านการศึกษารายวิชาที่มีความเกี่ยวข้องกับกรอบแนวคิด และทักษะที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของกิจกรรมที่ใช้ในการวิจัย รวมทั้งเป็นผู้เรียนที่ยังไม่เคยผ่านการเรียนวิชาแม่พิมพ์อุตสาหกรรมมาก่อน อันส่งผลให้ผู้เรียนกลุ่มดังกล่าวสามารถมีส่วนร่วมและสะท้อนผลลัพธ์จากการทดลองได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักความเหมาะสมในงานวิจัยกึ่งทดลองเบื้องต้นซึ่งมุ่งเน้นการควบคุมปัจจัยภายในให้สามารถตรวจสอบผลการดำเนินการได้อย่างเป็นระบบภายใต้ข้อจำกัดของเวลาและทรัพยากรในการดำเนินการวิจัย (Memon et al., 2024; Nikolopoulou, 2023)

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรมในรูปแบบออนไลน์ พัฒนาขึ้นผ่านแพลตฟอร์ม Google Sites และ Canva โดยมีเนื้อหาทั้งสิ้น 8 บทเรียน ซึ่งได้รับการออกแบบโดยอิงตาม แนวคิดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (The 5E's of Inquiry-Based Learning) ได้แก่ ขั้นกระตุ้นความสนใจ (Engage) ขั้นสำรวจ (Explore) ขั้นอธิบาย (Explain) ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) และขั้นประเมินผล (Evaluate) โดยกิจกรรมในแต่ละบทเรียนได้จัดวางให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ สังเกต ทดลอง วิเคราะห์ และสะท้อนความเข้าใจของตนเองอย่างเป็นระบบตามลำดับขั้นของ 5E

เนื้อหาในแต่ละบทเรียนจัดทำในรูปแบบสื่อผสม (Multimedia) ที่มีทั้งข้อความ ภาพนิ่ง คลิปวิดีโอ และแบบจำลองสามมิติด้วยโปรแกรม SolidWorks ซึ่งทำหน้าที่เป็นสื่อช่วยเสริมสร้างความเข้าใจเชิงโครงสร้างและกลไกของแม่พิมพ์อุตสาหกรรม ดังแสดงในภาพที่ 1 และภาพที่ 2

การออกแบบบทเรียนแต่ละบทถูกจัดลำดับตามหลักของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน กล่าวคือ เริ่มต้นจากการกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถามหรือเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม (Engage) จากนั้นให้สำรวจผ่านสื่อจำลองและข้อมูล (Explore) ในส่วนของโปรแกรมจำลองการออกแบบ TINKERCAD (ภาพที่ 3) มีการอธิบายแนวคิดหลักโดยใช้ภาพจำลองและคำบรรยาย (Explain) แล้วจึงขยายความรู้โดยเชื่อมโยงกับกรณีศึกษาเพิ่มเติมหรือสถานการณ์จริงในภาคอุตสาหกรรม (Elaborate) และจบลงด้วยกิจกรรมประเมินความเข้าใจ (Evaluate) เช่น แบบฝึกหัด เกมสหรือแบบทดสอบท้ายบทเรียนทั้ง 8 บทด้วย ZEP QUIZ (ภาพที่ 4) เพื่อสะท้อนผลการเรียนรู้ และยังมีเฉลยแบบทดสอบหลังเรียนทั้ง 8 บท ไฟล์เนื้อหาและไฟล์โมเดล เพื่อเพิ่มความน่าสนใจ

ให้แก่ชุดฝึกอบรม โดยสามารถดูรายละเอียดของชุดฝึกอบรมในรูปแบบออนไลน์ทั้งหมดได้จาก <https://sites.google.com/view/mold-and-die-for-industry/> รวมทั้งมีโมเดลชิ้นงานจริง โดยเป็นการจำลองส่วนของแม่พิมพ์และเครื่องฉีดพลาสติก ซึ่งแบบร่างและโมเดลที่เสร็จแล้ว แสดงดังภาพที่ 5 และภาพที่ 6 ตามลำดับ

ทั้งนี้ ชุดฝึกอบรมดังกล่าวได้ผ่านการตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาและความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาและวิศวกรรมอุตสาหกรรมก่อนนำไปใช้จริงในการทดลอง โดยทั้ง 8 บทเรียน มีดังนี้

บทที่ 1 ความหมายและหน้าที่ของแม่พิมพ์

บทที่ 2 แม่พิมพ์พลาสติก

บทที่ 3 กระบวนการปั๊มขึ้นรูปโลหะก้อน

บทที่ 4 โครงสร้างและชิ้นส่วนมาตรฐาน

บทที่ 5 การออกแบบแม่พิมพ์ตัด

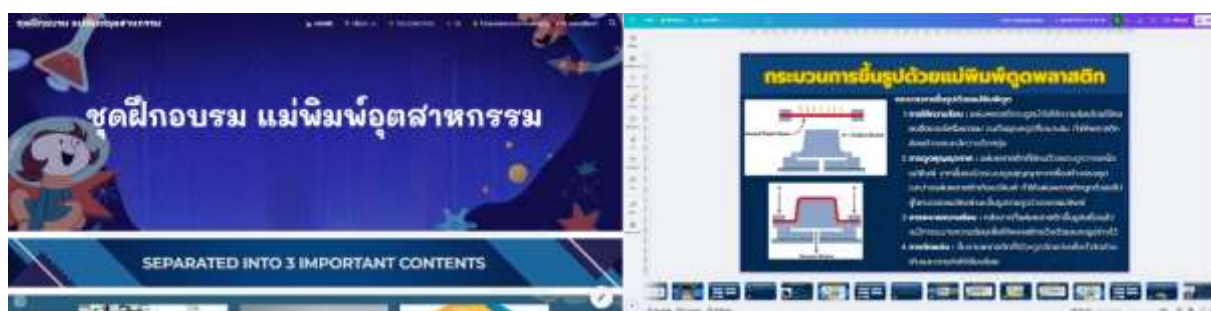
บทที่ 6 การออกแบบแม่พิมพ์ตัดพับ ดัดงอ

บทที่ 7 การออกแบบแม่พิมพ์ลากขึ้นรูปลึก

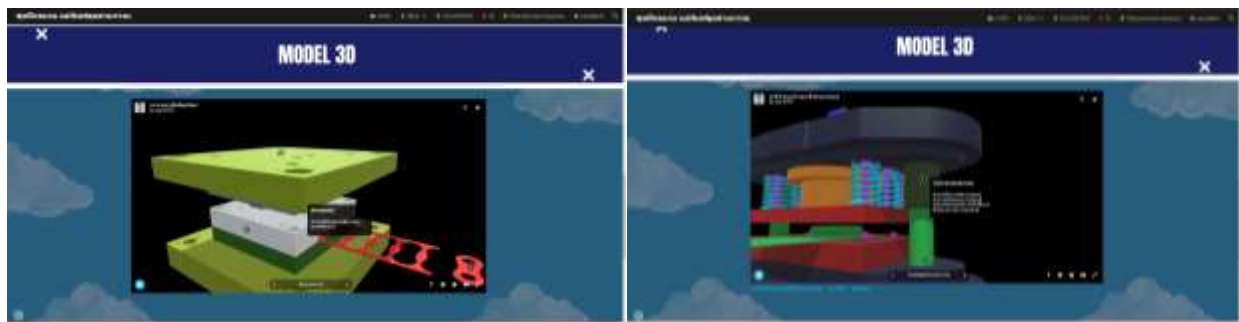
บทที่ 8 การบำรุงรักษาแม่พิมพ์

นอกจากนี้ เนื้อหาในชุดฝึกอบรมทั้ง 8 บท ได้รับการออกแบบและจัดเรียงอย่างเป็นระบบ โดยอิงจากกรอบหลักสูตรปัจจุบันของสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ประกอบกับการศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หนังสือ ตำรา และเอกสารวิชาการที่ได้รับการยอมรับในวงวิชาชีพ เช่น แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น โดย สมชาย วิชิตชัยธรรม (2562) และการออกแบบแม่พิมพ์ในงานผลิตจริง โดย พิสิษฐ์ ศรีประเสริฐ (2561) รวมถึงแนวทางจากคู่มือฝึกอบรมของภาคอุตสาหกรรม เช่น สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอและสมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย รวมทั้งยังมีการปรับเรียงลำดับบทเรียนให้สอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้แบบโครงสร้าง (Spiral Curriculum) โดยเริ่มจากบทพื้นฐาน (บทที่ 1-2) ก่อนพัฒนาไปสู่บทปฏิบัติการออกแบบเฉพาะด้าน (บทที่ 5-7) และจบด้วยบทที่เน้นทักษะการดูแลรักษา (บทที่ 8) เพื่อส่งเสริมความเข้าใจเชิงลึกและการนำไปประยุกต์ใช้อย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ในการจัดการเรียนรู้ตามบทเรียนทั้ง 8 บท ผู้เรียนจะใช้สื่อการสอนในรูปแบบออนไลน์เป็นหลัก และสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมในเวลาอื่น ๆ ผ่านแบบจำลองสามมิติ (3D Model) เพื่อเสริมความเข้าใจในเนื้อหา หากผู้เรียนมีข้อสงสัยเกี่ยวกับองค์ประกอบของชิ้นส่วน กลไกการทำงาน การเคลื่อนไหว หรือประเด็นอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ก็สามารถใช้แบบจำลองดังกล่าวและโมเดลชิ้นงานจริงเพื่อศึกษาและทบทวนเพิ่มเติมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ยังมีแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดฝึกอบรมแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวนบทละ 10 ข้อ และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ (González, 2022)



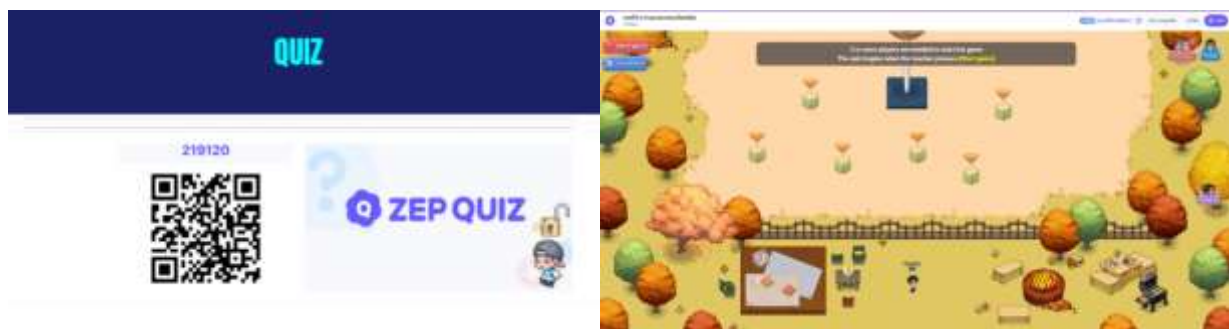
ภาพที่ 1 บทเรียนออนไลน์ของชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรม



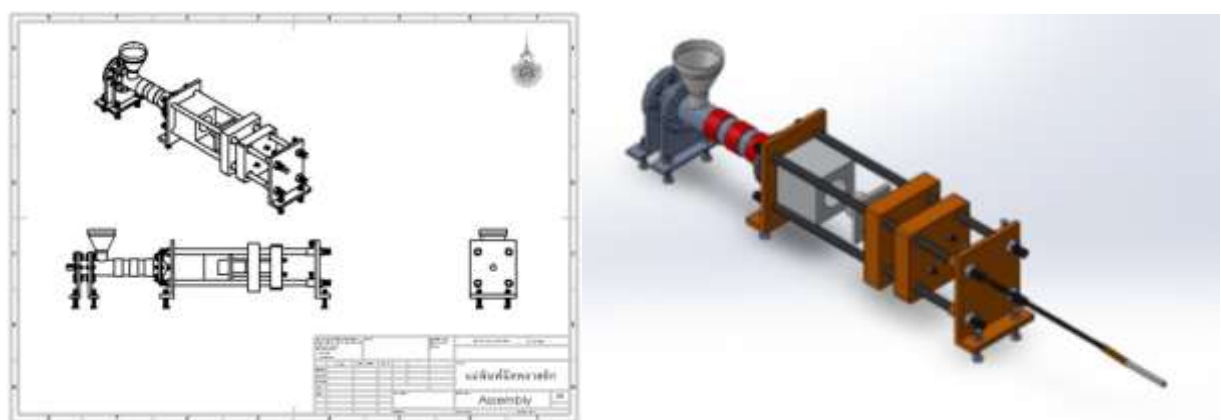
ภาพที่ 2 แบบจำลองสามมิติ ในบทเรียนออนไลน์ของชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรม



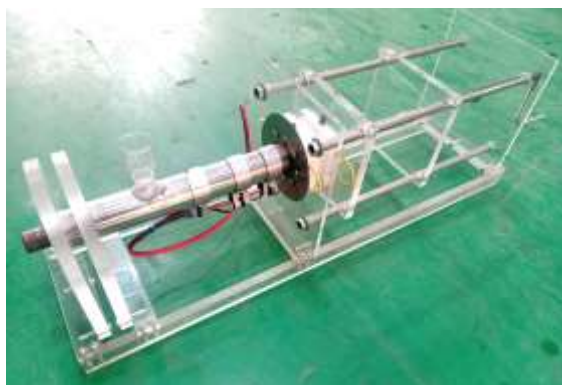
ภาพที่ 3 โปรแกรมจำลองการออกแบบ TINKERCAD ในชุดฝึกอบรมออนไลน์



ภาพที่ 4 เกมส์แบบทดสอบหลังเรียนทั้ง 8 บทด้วย ZEP QUIZ



ภาพที่ 5 แบบร่างของแม่พิมพ์และเครื่องฉีดพลาสติกโดยโปรแกรม SolidWorks



ภาพที่ 6 โมเดลแม่พิมพ์และเครื่องฉีดพลาสติก

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) ผู้วิจัยออกแบบและสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรมแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวนบทละ 10 ข้อ และสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน
- 2) ผู้วิจัยเข้าพบกลุ่มตัวอย่างเพื่อชี้แจงรายละเอียดโครงการวิจัย
- 3) ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียนของบทที่ 2 เรื่องแม่พิมพ์พลาสติก ซึ่งเป็นบทเรียนตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ จากนั้นผู้วิจัยอธิบายวิธีการเรียนด้วยชุดฝึกอบรม และให้กลุ่มตัวอย่างทำการศึกษาบทเรียนออนไลน์และถ้ามีข้อสงสัยเพิ่มเติม สามารถศึกษาโมเดลชิ้นงานจริงร่วมด้วย
- 4) หลังจากการเรียนจากชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรมแล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียนจากนั้นทำแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้ชุดฝึกอบรม
- 5) นำผลการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน รวมทั้งแบบสอบถามความพึงพอใจมาวิเคราะห์โดยกระบวนการทางสถิติและสรุปผลการวิจัย

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) ประเมินผลการพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรม และวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยวิธีการทางสถิติ โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) และค่าทางสถิติ t-test (Dependent Sample T-test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และประเมินสำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดฝึกอบรมด้วยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) (Agah, 2023)
- 2) วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อบทเรียนออนไลน์โดยใช้ร้อยละค่าเฉลี่ยและการวิเคราะห์เนื้อหาเชิงพรรณนา (Content analysis) มีค่าคะแนนการประเมินดังนี้ (กาญจนา จันทรประเสริฐ, 2564)

- 5 หมายถึงมีความพึงพอใจมากที่สุด
- 4 หมายถึงมีความพึงพอใจมาก
- 3 หมายถึงมีความพึงพอใจปานกลาง
- 2 หมายถึงมีความพึงพอใจน้อย
- 1 หมายถึงมีความพึงพอใจน้อยที่สุด

โดยกำหนดเกณฑ์ในการแปลผลค่าคะแนนเฉลี่ยดังนี้

- คะแนน 4.51 – 5.00 หมายถึงระดับมากที่สุด
- คะแนน 3.51 – 4.50 หมายถึงระดับมาก
- คะแนน 2.51 – 3.50 หมายถึงระดับปานกลาง
- คะแนน 1.51 – 2.50 หมายถึงระดับน้อย
- คะแนน 1.00 – 1.50 หมายถึงระดับน้อยที่สุด

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรม ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 การประเมินชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรม

ผลการประเมินชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรม แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรมมีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.30, S.D.=0.44) โดยเมื่อแยกเป็นประเด็นย่อย ผู้เชี่ยวชาญประเมินด้านเนื้อหาในระดับดีมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.60, S.D.=0.38) รองลงมาคือด้านการวัดประเมินผล ด้านคุณภาพโมเดลชิ้นงานประกอบการเรียน และด้านสื่อมัลติมีเดีย ตามลำดับ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกับแม่พิมพ์อุตสาหกรรม วิเคราะห์ความต้องการของผู้เรียน รวมทั้งได้สังเกตลักษณะการเรียนการสอนในการเรียนก่อนหน้า ทำให้ผู้วิจัยได้จัดทำชุดฝึกอบรมในรูปแบบออนไลน์ได้เนื้อหาที่ครบถ้วน รวมทั้งมีการเสริมเนื้อหาแบบจำลองสามมิติด้วยโปรแกรม SolidWorks เป็นสื่อประกอบในแต่ละบทเพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีการเพิ่มในส่วนของโปรแกรมจำลองการออกแบบ TINKERCAD และเกมส์แบบทดสอบหลังเรียนทั้ง 8 บทด้วย ZEP QUIZ เป็นการเพิ่มความสนใจให้แก่ผู้เรียน โดยสอดคล้องกับแนวคิดของ Dick and Carey (2009) ที่เสนอว่าการออกแบบการเรียนรู้ควรเริ่มจากการวิเคราะห์ผู้เรียนและเป้าหมายการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การสร้างเนื้อหาที่ตรงจุดและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ หลักการของ Gagné (1985) ยังสนับสนุนว่าเนื้อหาควรจัดลำดับอย่างเป็นระบบจากง่ายไปยาก เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เชิงโครงสร้าง ซึ่งพบว่าชุดฝึกอบรมนี้มีการจัดลำดับเนื้อหาจากพื้นฐานเกี่ยวกับแม่พิมพ์อุตสาหกรรม ไปสู่การประยุกต์ใช้โปรแกรม SolidWorks และ TinkerCAD ในการออกแบบจำลอง 3 มิติ

ตารางที่ 1 ผลการประเมินชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรม

ข้อ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1	ด้านเนื้อหา	4.60	0.38	ดีมากที่สุด
2	ด้านสื่อมัลติมีเดีย	4.07	0.38	ดีมาก
3	ด้านการวัดประเมินผล	4.27	0.63	ดีมาก
4	ด้านคุณภาพโมเดลชิ้นงานประกอบการเรียน	4.27	0.35	ดีมาก
รวม		4.30	0.44	ดีมาก

3.2 การวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (IOC)

ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (IOC) ทั้ง 8 บท จำนวน 80 ข้อ พบว่า ได้ค่า IOC ที่มีค่าเท่ากับ 1 จำนวน 10 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 10% และค่า IOC ที่มีค่าเท่ากับ 0.66 จำนวน 70 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 90% ซึ่งทั้ง 80 ข้อ สามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด จากนั้นคณะผู้จัดทำได้ดำเนินการแก้ไขตามความคิดเห็นแนะนำเพิ่มเติมจากผู้เชี่ยวชาญต่อไป

3.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรม แสดงดังตารางที่ 2 พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 8.96 ($\bar{X}$ = 8.96, S.D.=0.82) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนที่มีค่าเท่ากับ 3.20 ($\bar{X}$ = 3.20, S.D.=1.80) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิมลสิริ ศรีพุทธา และคณะ (2567) ที่พัฒนาบทเรียนออนไลน์ รายวิชาเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้ตลอดเวลา และเข้าใจได้ง่ายขึ้นจากการที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้จากทุกอุปกรณ์และเรียนรู้ตามศักยภาพของตนเอง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ การที่ชุดฝึกอบรมมีการเสริมด้วยแบบจำลองสามมิติผ่านโปรแกรม SolidWorks และโปรแกรมจำลองการออกแบบ TINKERCAD ยังสอดคล้องกับทฤษฎี การเรียนรู้ผ่านสื่อหลายมิติของ Mayer (2001) ที่ระบุว่าการใช้ภาพประกอบ เนื้อหา ภาพเคลื่อนไหว หรือแบบจำลอง จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่เป็นนามธรรมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง รวมทั้งยัง

สอดคล้องกับหลักการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (อรรถญา พูลสิน, 2563) ที่เป็นการเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ด้วยการสำรวจ ทดลอง และประยุกต์ใช้ความรู้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและยั่งยืน

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรม

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	T-test
ก่อนเรียน	25	10	3.2	1.80	14.56*
หลังเรียน	25	10	8.96	0.82	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, df=24

3.4 การศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน

ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรม แสดงดังตารางที่ 3 ซึ่งพบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจและเห็นว่าชุดฝึกอบรมในรูปแบบออนไลน์มีความสวยงาม ทันสมัยและน่าสนใจอยู่ในเกณฑ์มาก ($\bar{X}$ = 4.11, S.D.=0.78) รองลงมาเป็นการจัดรูปแบบเว็บไซต์ง่ายต่อการใช้งาน และสีสันทันในการออกแบบมีความเหมาะสม ดังดู โดยภาพรวม ผู้เรียนพึงพอใจต่อชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรมอยู่ในเกณฑ์มาก ($\bar{X}$ = 3.63, S.D.=0.95) สามารถอธิบายได้ว่าชุดฝึกอบรมนี้มีการออกแบบจากความต้องการของผู้เรียน มีการตรวจ ปรับแก้โดยผู้เชี่ยวชาญ ทำให้ชุดฝึกอบรมนี้ โดยเฉพาะในส่วนของบริษัทเรียนออนไลน์มีความสวยงาม ทันสมัย และน่าสนใจ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ช้าหรือเร็วตามความต้องการ สอดคล้องกับแนวคิดของบลูม (รัฐพล ประดับเวทย์, 2560) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติหน้าที่ตามที่ตนต้องการย่อมกระทำกิจกรรมนั้นด้วยความกระตือรือร้น ส่งผลให้เกิดความมั่นใจ อันก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้เร็ว และประสบความสำเร็จสูง ทำให้เกิดความพึงพอใจในตนเองได้ในที่สุด แต่ทั้งนี้ผลความพึงพอใจของผู้เรียนต่อโมเดลชิ้นงานจริงอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ทั้งในด้านความน่าสนใจ เอื้อให้เกิดการเรียนรู้ และด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน แม้ว่าอาภรณ์ ขุนดี (2562) ได้กล่าวไว้ว่า สื่อประติมากรรมสามารถสร้างความสนใจของผู้เรียนได้ดีและทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น เพราะผู้เรียนสามารถจับ ต้อง สื่อประติมากรรมได้ตลอดเวลา โดยไม่ต้องผ่านเครื่องมือดิจิทัลใด ๆ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนที่ยากซับซ้อนได้ง่ายและเร็วขึ้น เกิดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ แล้วยังช่วยสร้างเสริมลักษณะนิสัยที่ดีในการค้นคว้าหาความรู้และมีความคิดสร้างสรรค์ แต่โมเดลชิ้นงานจริงสำหรับชุดฝึกอบรมนี้ มีเพียงโมเดลแม่พิมพ์และเครื่องฉีดพลาสติกซึ่งเป็นตัวอย่างหนึ่งบทเรียนเท่านั้น ทำให้ยังไม่สามารถเป็นสื่อประติมากรรมที่ครบถ้วนทุกเนื้อหาในชุดฝึกอบรมได้

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรม (N=25)

ข้อ	ด้านความพึงพอใจ	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1	ความสวยงาม ทันสมัย น่าสนใจของชุดฝึกอบรมในรูปแบบออนไลน์	4.11	0.78	มาก
2	การจัดรูปแบบเว็บไซต์ง่ายต่อการใช้งาน	3.89	0.78	มาก
3	สีสันทันในการออกแบบมีความเหมาะสม ดังดู	3.78	0.83	มาก
4	โมเดล 3D ในเว็บไซต์มีความเหมาะสม และช่วยส่งเสริมการเรียนรู้	3.44	1.01	ปานกลาง
5	โมเดลชิ้นงานมีความน่าสนใจ เอื้อให้เกิดการเรียนรู้	3.33	1.18	ปานกลาง
6	โมเดลชิ้นงานใช้งานง่าย สะดวก แข็งแรง	3.22	1.09	ปานกลาง
รวม		3.63	0.95	มาก

4. สรุปผล

การสร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรม ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน พบว่า คุณภาพของชุดฝึกอบรมจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.32 (S.D.=0.75) อยู่ในระดับดีมาก แบ่งเป็นแต่ละด้านดังนี้ 1) ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย 4.87 (S.D.=0.94) 2) ด้านสื่อมัลติมีเดีย มีค่าเฉลี่ย 4.33 (S.D.=0.404) 3) ด้านการวัดและประเมินผล มีค่าเฉลี่ย 4.67 (S.D.=0.47) 4) ด้านคุณภาพโมเดลชิ้นงาน มีค่าเฉลี่ย 3.67 (S.D.=0.6) ซึ่งอยู่ในระดับดีถึงดีมาก ส่วนการเปรียบเทียบ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดฝึกอบรม พบว่าคะแนนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.20 (S.D.=1.80) คะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.96 (S.D.=0.82) แสดงว่าคะแนนแบบทดสอบของผู้เรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดฝึกอบรม สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกอบรม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.55 (S.D.=0.95) ซึ่งอยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่าชุดฝึกอบรมเรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรม ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนนี้มีคุณภาพและสามารถพัฒนาทักษะด้านแม่พิมพ์อุตสาหกรรมได้ดี

ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาชุดฝึกอบรม เรื่องแม่พิมพ์อุตสาหกรรม ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

- 1) เพิ่มจำนวนโมเดลชิ้นงานจริง ให้ครบถ้วนทุกเนื้อหาในชุดฝึกอบรม
- 2) เพิ่มการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม (E1/E2) เพื่อเป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียนระหว่างการเรียนรู้
- 3) เพิ่มการฝึกปฏิบัติและการใช้โปรแกรม SolidWorks อย่างเป็นระบบ และเพิ่มแบบฝึกหัดที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้งานโปรแกรม SolidWorks ตั้งแต่ระดับพื้นฐานจนถึงขั้นสูง

5. เอกสารอ้างอิง

- กาญจนา จันทร์ประเสริฐ. (2564). การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหาเชิงพรรณนา (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยรังสิต).
- เจษฎา ราชฤทธิ์นิยม, นันทวัฒน์ รักดี, กรกมล ชูช่วย, ธัชชา สุกระจันทร์, & สุมาลี เทียนทองดี. (2567). การจัดการเรียนรู้ออนไลน์: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 47(2), 164–178.
- ชฎาภรณ์ พรหมภักดี. (2563). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยใช้ Google Sites เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 22(3), 154–164.
- ชุตินา กลิ่นหอม. (2560). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ทรงพร วัฒนโณมยง, กอบกุล พิพรรณจินดา, สุพัตรา พัททวี, และมณฑา หมี่ไพรพฤกษ์. (2564). ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านทรงธรรม อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร. *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติสำหรับนักศึกษา* มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 1, 22 กุมภาพันธ์ 2564, หน้า 110–118.
- พิสิษฐ์ ศรีประเสริฐ. (2561). การออกแบบแม่พิมพ์ในงานผลิตจริง. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พันธุ์ศักดิ์ ไทยสิทธิ. (2564). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชา: คอมพิวเตอร์ช่วยงานเขียนแบบ เรื่อง การใช้คำสั่งในการสร้างภาพ 3 มิติในโปรแกรมโซลิดเวิร์ค. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 20(3), 101–110.
- รัฐพล ประดับเวทย์. (2560). แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีตามแนวคิดอนุกรมวิธานของบลูม (ฉบับภาษาไทยมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ). *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 10(3), 1051–1065.
- สมชาย วิจิตชัยธรรม. (2562). *แม่พิมพ์โลหะเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย. (2564). *มาตรฐานวิชาชีพด้านแม่พิมพ์สำหรับภาคอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ: สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย.
- สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. (2563). *คู่มือฝึกอบรมการบำรุงรักษาแม่พิมพ์ในอุตสาหกรรม*. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.

- วิมลสิริ ศรีพุทธา, ณัฐพงษ์ กายา, อภิรมย์ ชูเมฆา, จิรวัดน์ ใจอู่, และสุภารัตน์ บุตรไชย. (2024). *การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ รายวิชาเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม*. ใน การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 16 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 586–592.
- วิโรจน์ ชัยวัฒน์. (2562). ผลของการเรียนรู้โดยใช้ซอฟต์แวร์ SolidWorks ต่อความสามารถในการออกแบบแม่พิมพ์และความพึงพอใจของนักศึกษา. *วารสารเทคโนโลยีการศึกษา*, 22(2), 85–94.
- วีระ สุกใจ. (2541). *การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (สกพอ.). (2565). *การพัฒนากำลังคนในภาคอุตสาหกรรม แม่พิมพ์ในพื้นที่ EEC*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2564). *แผนกลยุทธ์ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2560–2564)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- สุวิมล จันทะวงศ์. (2564). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยใช้ Google Sites ร่วมกับเกมการศึกษา ตามรูปแบบ 5E เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์. *วารสารวิจัยและพัฒนาระบบสุขภาพ*, 14(1), 73–84.
- สุรศักดิ์ เกษตรสุวรรณ. (2563). *การพัฒนาชุดฝึกอบรมการออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกโดยใช้โปรแกรม SolidWorks*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี).
- อรัญญา พูนสิน. (2563). การพัฒนาลักษณะการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับการเรียนรู้ผ่านเกม. *Journal of Educational Issues*, 6(2), 110–120.
- อาภรณ์ ชุนดี. (2562). สื่อประติมากรรมมีความจำเป็นหรือไม่ในยุคดิจิทัล. *วารสารการจัดการทางการศึกษาปฐมวัย*, 1(1), 63–76.
- เจริญ ภูวิจิตร. (2564). *การจัดการเรียนรู้ทางออนไลน์อย่างมีประสิทธิภาพในยุคดิจิทัล*. สถาบันวิจัยและพัฒนาการเรียนรู้ตลอดชีวิตแห่งชาติ (NIDTEP). <https://www.nidtep.go.th/2017/publish/doc/20210827.pdf>
- Agah, J. J., Ocheni, C. A., Ezugwu, I. J., Nnaji, A. D., Nnenanya, G. C., & Eke, J. C. (2023). Application of item objective congruence index (IOC-index) for proper alignment of 2020 Physics WASSCE items with objectives and content. *ASSEREN Journal of Education*, 9(1), 57–63. Retrieved from <https://journal.theasseren.org.ng/index.php/joed/article/download/373/57>
- Dick, W., & Carey, L. (2001). *The systematic design of instruction* (5th ed.). Addison Wesley Longman.
- Gagné, R. M., Wager, W. W., Golas, K. C., & Keller, J. M. (2005). *Principles of instructional design* (5th ed.). Wadsworth/Thomson Learning.
- González, M. Á., & Padilla, A. (2022). *Student satisfaction survey: A key for quality improvement in the educational context*. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 11(1), 1–15. Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s13731-022-00196-6>
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia learning*. Cambridge University Press.
- Memon, M. A., Ting, H., Cheah, J.-H., Thurasamy, R., Chuah, F., & Cham, T. H. (2024). Purposive sampling: A review and guidelines for quantitative research. *Journal of Applied Structural Equation Modeling*, 8(1), 1–20.
- Nikolopoulou, K. (2023, June 22). *What is purposive sampling? Definition & examples*. Scribbr. Retrieved from <https://www.scribbr.com/methodology/purposive-sampling/>

การพัฒนาเพื่อยกระดับลวดลายผ้าจากที่มาจากการแกะลายผ้าห่อคัมภีร์โบราณเพื่อเพิ่มมูลค่า
ให้กับผลิตภัณฑ์ทางวัฒนธรรมชุมชน: กรณีศึกษากลุ่มทอผ้าวงเดือนผ้าจากไท-ยวน
บ้านท่าเสา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

The Development of Jok Cloth Patterns Derived from Decoding Palm-Leaf
Manuscript Wraps for Value-Added Community Cultural Products:
A Case Study of the Wong Duean Thai-Yuan Jok Weaving Group in Ban Tha Sao,
Kamphaeng Saen District, Nakhon Pathom Province

จิตกวี กระจำเมฆ^{1*}, นิสานาด อิงคดาภา², และ คณาวุฒิ เจียมวัฒนพงศ์³

Jitkawee Krachangmek^{1*}, Nisanad Ingadapa², and Knavoot Jiamwattanapong³

¹⁻³Faculty of Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

*Email: jitkawee.kra@rmutr.ac.th Tel: 0887531752

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและยกระดับลวดลายผ้าจากที่มาจากการแกะลายผ้าห่อคัมภีร์โบราณให้เป็นผลิตภัณฑ์ทางวัฒนธรรมชุมชน เพื่อส่งเสริมให้ผู้ประกอบการกลุ่มทอผ้า นำมรดกทางภูมิปัญญามาบูรณาการต่อยอด และสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างยั่งยืนเพื่อต่อยอดให้เกิดผลิตภัณฑ์เครื่องใช้และเครื่องประดับที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชนไท-ยวนบ้านท่าเสา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้การสัมภาษณ์และการสังเกต กลุ่มเป้าหมายประกอบด้วยสมาชิกกลุ่มทอผ้าวงเดือนผ้าจากไท-ยวนบ้านท่าเสา ผู้ชำนาญการด้านการออกแบบตัดเย็บผลิตภัณฑ์จากผ้า และนักวิชาการ รวม 20 คน ผลการศึกษา พบว่าการพัฒนาและยกระดับลวดลายผ้าที่ได้จากการแกะลายผ้าห่อคัมภีร์ให้เป็นผลิตภัณฑ์ทางวัฒนธรรมชุมชนนั้นพัฒนาจากการทอใช้ภายในครอบครัว จากนั้นจึงมารวมกลุ่มจดทะเบียนวิสาหกิจชุมชนทอผ้าพื้นเมืองเพื่อจำหน่าย ตามความต้องการของตลาดทั้งรูปแบบและลวดลาย ยกระดับให้เป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนโดยบูรณาการลวดลายเก่าผสมลายใหม่ ปรับปรุงสีสันทันคุณภาพ ความประณีตและการออกแบบตัดเย็บที่ได้จากทักษะการฝึกอบรมมาตกแต่งเน้นร่วมสมัยและคงไว้ซึ่งเอกลักษณ์วัฒนธรรมชุมชน การต่อยอดให้เกิดชิ้นงานและผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย ประเภทเครื่องใช้และเครื่องประดับที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชนตามความเห็นและข้อสรุปของกลุ่มประกอบการ

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์ทางวัฒนธรรม, ลวดลายผ้า, การพัฒนา, การเพิ่มมูลค่า

Abstract

This study aims to develop and enhance Jok cloth patterns derived from traditional palm-leaf manuscript wraps into community-based cultural products. The objective is to encourage local weaving groups to integrate inherited wisdom and sustainably create value-added products. The project focuses on developing household items and accessories that reflect the cultural identity of the Thai Yuan community in Ban Tha Sao, Kamphaeng Saen District, Nakhon Pathom Province. Data were collected through interviews and observation involving 20 participants, including members of the weaving group, textile product design specialists, and academic experts. The results show that traditional weaving, which began as a household practice, has evolved into a registered community enterprise. Products were improved by integrating traditional and modern patterns, refining color schemes, craftsmanship, and incorporating contemporary design while preserving cultural uniqueness. The final products include household goods and accessories that embody the identity of the local community, as agreed upon through group discussions.

Keywords: Cultural Products, Fabric Patterns, Development, Value Addition

1. บทนำ

ลวดลายผ้าห่อคัมภีร์โบราณของชาวไทย - ยวน บ้านท่าเสา ส่วนใหญ่เป็นลวดลายผ้าทอจากมือที่มีการถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นจากการแกะลวดลายตามที่ได้ศึกษามาแล้วนั้นปรากฏลวดลายที่ยังมีการทอใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ลายจกเชิงผ้าซิ่น ซึ่งเป็นลายเอกลักษณ์ เช่นลายดอกจัน ลายดอกสะเทเส้า ลายเปีย ลายขอเหลียว ลายมุกเขี้ยวหมา ลายมุกไม้รูด ลวดลายที่พบมากที่สุดคือ ลายมุกเขี้ยวหมาซึ่งเป็นลายที่มีมาแต่โบราณ มีความละเอียด สวยงาม ปัจจุบันไม่ปรากฏผู้ที่ทอหรือถักผ้าที่ใช้สำหรับห่อคัมภีร์แต่อย่างใด ทั้งนี้ น่าจะเป็นเพราะว่าความเจริญทางวัตถุมีอุปกรณ์ทันสมัยอื่นที่สามารถนำมาใช้งานบันทึก เขียน แทนการจารได้จึงไม่มีการจารตัวอักษรลงใบลาน คงเหลือเฉพาะผ้าห่อคัมภีร์ใบลานโบราณเท่านั้น ลวดลายที่ได้จากการแกะมาจากผ้าห่อคัมภีร์นั้นมีความสวยงาม ละเอียด มีเอกลักษณ์ สามารถนำมาพัฒนาต่อยอดออกแบบให้เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ เครื่องประดับได้ การพัฒนาลวดลายผ้าเป็นการผลักดันให้กลุ่มทอผ้าจากไท-ยวน บ้านท่าเสา ได้สร้างสรรค์และออกแบบรูปลักษณ์ได้หลากหลายมีคุณภาพนอกจากใช้ต่อตีนซิ่นหรือชายขอบของเสื้อแล้ว ยังสามารถนำมาออกแบบเย็บเป็นกระเป๋า ยาม ต่างหู กีบติดผม เป็นต้น ดังที่วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา อ้างถึงใน พิษณุพันธ์ รักษาวงศ์ (2556:1) กล่าวถึงผลิตภัณฑ์สิ่งทอว่า เป็นปัจจัยพื้นที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งต่อการดำรงชีวิตมนุษย์ ทั้งในการทำเครื่องนุ่งห่มเพื่อความอบอุ่นแก่ร่างกายไปจนถึงการตกแต่งเพื่อให้เกิดความสวยงาม นอกจากนี้ยังเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้มากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเพื่อวัตถุประสงค์ของการใช้งานที่สะดวกขึ้น หรือวัตถุประสงค์ในด้านการตกแต่ง เช่น ผ้าปูที่นอน ผ้าเช็ดตัว พรม ผ้าผืน ผ้าบุเก้าอี้หรือโซฟา กระเป๋าผ้า เป็นต้น ปัจจุบันการนำผ้าทอมือมาออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์นั้นมีหลายรูปแบบและได้รับความนิยมในระดับหนึ่ง สามารถนำมาออกแบบเป็นลวดลายตกแต่งเสื้อผ้าสำหรับสวมใส่ กระเป๋า ยาม เครื่องประดับ เป็นต้น สำหรับลวดลายผ้าที่แกะลายถอดจากผ้าห่อคัมภีร์โบราณนั้นถือว่าเป็นลวดลายที่มีที่มาจากสิ่งสูงส่งเคารพเนื่องจากผู้ทอทำขึ้นมาจากความตั้งใจเพื่อถวายวัด การนำลวดลายมาออกแบบรูปแบบต่าง ๆ ใช้จึงควรนำมาประดับตกแต่งให้อยู่ในที่ที่เหมาะสมที่ควร พัฒนาให้เกิดมูลค่าเพิ่มส่งเสริมให้กลุ่มทอผ้ามีรายได้จากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ โดยเน้นรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ที่ทันสมัยและร่วมสมัยนิยม คงไว้ซึ่งเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมการทอโดยเฉพาะลวดลาย การนำลวดลายมาประยุกต์ใช้เพื่อการธุรกิจและสามารถอธิบายถึงที่มาของงานแต่ละชิ้นได้ เช่น ตกแต่งบริเวณขอบปกเสื้อ กระเป๋า ยามหรือเครื่องประดับกีบติดผม ต่างหู เป็นต้น (วรุณม มั่นพรม, 2566)

จากที่กล่าวมาภายกระดับและพัฒนาลวดลายที่ได้มาจากผ้าห่อคัมภีร์จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ มีความสำคัญและมีคุณค่าต่อจิตใจ ได้อนุรักษ์ สืบทอดและพัฒนา สร้างสรรค์มรดกภูมิปัญญาของบรรพชน ขณะเดียวกันหากลวดลายโบราณที่ค้นพบไม่มีการนำมาพัฒนาต่อยอดให้เกิดความหลากหลายส่งผลให้ไม่มีผู้รู้จัก หรือให้ความสนใจผ้าห่อคัมภีร์ใบลาน ซึ่งการหยิบยกสิ่งที่มีคุณค่าต่อจิตใจขึ้นมาเผยแพร่ พัฒนาต่อยอดก็จะเป็นการสร้างอัตลักษณ์ สร้างคุณค่า ส่งเสริมผลิตภัณฑ์ชุมชนให้ได้การยอมรับในวงกว้างขึ้น ทั้งผลิตภัณฑ์เพื่อตกแต่ง เพื่อใช้สอยในชีวิตประจำวัน ความน่าสนใจดังกล่าวลวดลายผ้าที่ได้จากการถอดลายมาแล้วนั้น ผู้วิจัยเห็นว่าควรจะมีการนำลวดลายที่ได้จากการแกะจากผ้าห่อคัมภีร์โบราณ ที่มีอายุกว่าร้อยปีมาพัฒนาต่อยอดให้เกิดมูลค่าสร้างรายได้ให้กับกลุ่มผู้อนุรักษ์และสืบทอดการทอผ้า มากกว่าการนำลายที่แกะถอดได้นั้นมาตั้งโชว์เพียงอย่างเดียวควรมีผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาต่อยอดเป็นตัวอย่างเรื่องราวต่าง ๆ ด้วยการนำนวัตกรรมใหม่ ๆ เข้ามาผสมผสานเพื่อช่วยให้ได้สิ่งใหม่ ๆ ที่มีค่าในเชิงธุรกิจและมีคุณค่าต่อจิตใจ ตลอดจนการออกแบบผลิตภัณฑ์ร่วมสมัย ประเภทเครื่องใช้ เครื่องประดับ เช่น กระเป๋ารูปแบบต่าง ๆ ยามที่ตกแต่งจากลวดลายผ้าจก เสื้อผ้า หมวก ต่างหู เป็นต้น

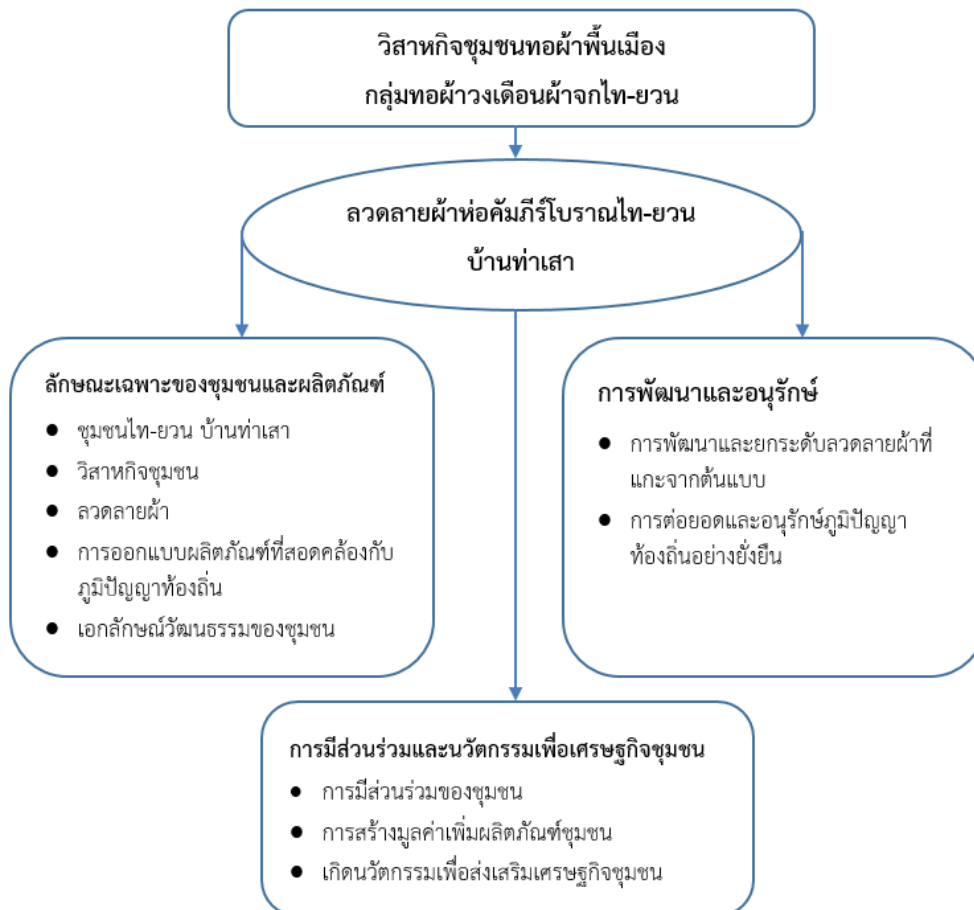
จากความเป็นมาและความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะยกระดับและพัฒนา ลวดลายที่ได้จากการถอดลายจากผ้าห่อคัมภีร์โบราณ เป็นเครื่องใช้สำหรับสวมใส่และเป็นเครื่องประดับ ให้เป็นที่รู้จักในวงกว้างขึ้น อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้กลุ่มทอผ้าวงเดือนผ้าจกไท - ยวน ได้พัฒนาและออกแบบรูปลักษณ์ผลิตภัณฑ์ให้มีความเชื่อมโยงกับวิถีชีวิตและเป็นเอกลักษณ์ อนุรักษลวดลายผ้าโบราณไม่ให้สูญหาย รวมถึงช่วยเพิ่มมูลค่าของสินค้า การกระจายรายได้สู่ชุมชน เสริมสร้างอาชีพให้กับผู้สูงอายุ ตลอดจนการสร้างจิตสำนึกรักในบ้านเกิดให้กับคนรุ่นใหม่ให้หันมาร่วมอนุรักษ์และเรียนรู้ ฝึกฝนด้านการทอผ้า การออกแบบให้เกิดทักษะที่ดียิ่งขึ้นอันจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความร่วมสมัยตรงกับความต้องการของตลาดและความต้องการของผู้บริโภค

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาลวดลายผ้าจากที่ได้จากการถอดลายผ้าห่อคัมภีร์โบราณให้เป็นผลิตภัณฑ์ทางวัฒนธรรมของชุมชน
- 2) เพื่อส่งเสริมให้ผู้ประกอบการกลุ่มทอผ้านำมาผลิตภูมิปัญญาท้องถิ่นมาบูรณาการต่อยอดและสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างยั่งยืน

- 3) เพื่อต่อยอดให้เกิดผลิตภัณฑ์เครื่องใช้และเครื่องประดับที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชนไท-ยวน บ้านท่าเสา

1.2 กรอบการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาลวดลายผ้าห่อคัมภีร์โบราณเพื่อนำมาพัฒนาและยกระดับให้เป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์ทางวัฒนธรรมชุมชน ของกลุ่มทอผ้าวงเดือนผ้าจากไท-ยวน บ้านท่าเสา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยกลุ่มดังกล่าวยังคงทอผ้าตามแบบภูมิปัญญาโบราณที่ถ่ายทอดจากบรรพบุรุษ และได้รวมตัวกันจัดตั้งเป็นวิสาหกิจชุมชน ซึ่งได้รับคัดเลือกให้เป็นกลุ่มทอผ้าโบราณ OTOP ของอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research)

2. ระเบียบวิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research: PAR) มีการดำเนินการตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

วัตถุประสงค์ที่ 1: เพื่อพัฒนาลวดลายผ้าจากที่ได้จากการถอดลายผ้าห่อคัมภีร์โบราณให้เป็นผลิตภัณฑ์ทางวัฒนธรรมของชุมชน

- 1) การเลือกพื้นที่ศึกษา: เลือกชุมชนบ้านท่าเสา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นกลุ่มไทยวนกลุ่มเดียวที่ยังคงทอผ้าแบบดั้งเดิม และได้จัดตั้งเป็นวิสาหกิจชุมชน
- 2) การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง: ใช้วิธีการแบบเจาะจง (Purposive Sampling) กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย
 - กลุ่มผู้รู้ (Key Informants) จำนวน 10 คน ได้แก่ นักออกแบบท้องถิ่น ครูภูมิปัญญา นักวิชาการด้านศิลปวัฒนธรรม
 - กลุ่มผู้ปฏิบัติ (Practitioners) จำนวน 10 คน ได้แก่ สมาชิกกลุ่มทอผ้าวงเดือนผ้าจากไท-ยวน บ้านท่าเสา
- 3) การเก็บรวบรวมข้อมูล: ใช้การสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับลวดลายที่ถอดจากผ้าห่อคัมภีร์โบราณ และวิธีการพัฒนาให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ทางวัฒนธรรม
- 4) การวิเคราะห์ข้อมูล: วิเคราะห์ลวดลายผ้าจากการสัมภาษณ์ การสังเกต และเอกสาร เพื่อพัฒนาเป็นต้นแบบที่มีเอกลักษณ์และมีศักยภาพต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชน

วัตถุประสงค์ที่ 2: เพื่อส่งเสริมให้ผู้ประกอบการกลุ่มทอผ้า นำมรดกภูมิปัญญาท้องถิ่นมาบูรณาการต่อยอดและสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างยั่งยืน

- 1) การมีส่วนร่วมของชุมชน: ใช้แนวคิดการมีส่วนร่วม (Community of Practice: CoP) โดยจัดกิจกรรมระดมความเห็นพูดคุย ออกแบบร่วมกันระหว่างกลุ่มผู้ปฏิบัติกับผู้รู้
- 2) กระบวนการถ่ายทอดความรู้: ผู้วิจัยจัดอบรมเชิงปฏิบัติการให้สมาชิกได้เรียนรู้วิธีถอดลายและออกแบบผลิตภัณฑ์จากลวดลายผ้าห่อคัมภีร์ ทั้งการทอ การออกแบบ และการตัดเย็บจริง
- 3) การเก็บรวบรวมข้อมูล: ใช้การสังเกตแบบมีส่วนร่วมในกระบวนการออกแบบร่วมกัน ระหว่างการอบรมและทดลองผลิตภัณฑ์
- 4) การวิเคราะห์ข้อมูล: วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากกระบวนการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การสังเกต และข้อเสนอแนะจากผู้รู้ เพื่อนำไปสู่แนวทางการสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์ที่ 3: เพื่อต่อยอดให้เกิดผลิตภัณฑ์เครื่องใช้และเครื่องประดับที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชนไท-ยวน บ้านท่าเสา

- 1) การออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ: กลุ่มผู้ปฏิบัติเข้าร่วมกิจกรรมออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยนำลวดลายจากผ้าห่อคัมภีร์มาใช้ในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์เครื่องประดับ (เช่น ต่างหู สร้อยคอ) และเครื่องใช้ (เช่น ยาม กระเป๋าหิ้ว)
- 2) การทดลองผลิต: ผู้วิจัยสนับสนุนให้กลุ่มทดลองผลิตสินค้าจริงจากลวดลายที่ได้รับการพัฒนา เพื่อให้เห็นความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์
- 3) การเก็บรวบรวมข้อมูล: ใช้การสัมภาษณ์ผู้ผลิต การสังเกตขั้นตอนการทำงาน และการบันทึกภาพถ่ายประกอบการทดลองผลิต
- 4) การวิเคราะห์ข้อมูล: พิจารณาผลลัพธ์การทดลองผลิตในเชิงคุณภาพ เปรียบเทียบระหว่างต้นแบบเดิมกับผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีการผสมผสานภูมิปัญญาท้องถิ่นกับความร่วมมือ เพื่อสะท้อนเอกลักษณ์ของชุมชน

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 การพัฒนาและยกระดับลวดลายผ้าจากที่ได้จากการแกะลายผ้าห่อคัมภีร์โบราณให้เป็นผลิตภัณฑ์ทางวัฒนธรรมชุมชน

การศึกษานี้มุ่งเน้นการนำผ้าทอลวดลายที่ได้จากการแกะลายผ้าห่อคัมภีร์มาศึกษาเพื่อวางแผนออกแบบลักษณะผลิตภัณฑ์ และการย้อมสีผ้าด้วยวิธีธรรมชาติ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาลวดลายผ้าและการให้สีบนผืนผ้า

ผลการศึกษาพบว่า

1) ชาวไทยวนบ้านท่าเสา มีถิ่นฐานอยู่ในหมู่ที่ 7 และหมู่ที่ 11 อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม สืบเชื้อสายมาจากชาวไทยวนจังหวัดราชบุรี และยังคงสืบทอดภูมิปัญญาการทอผ้าจากบรรพบุรุษ อย่างไรก็ตาม วัฒนธรรมประเพณีบางอย่างได้จางหายไปจากชุมชน เนื่องจากการผสมผสานกับกลุ่มประชากรในพื้นที่ใกล้เคียง แต่ยังคงรักษาเอกลักษณ์การทอผ้าจากที่ประณีตและเป็นที่ต้องการของตลาด ทำให้ชุมชนได้รับการรู้จักมากขึ้น

2) กลุ่มทอผ้าวงเดือนผ้าจากไทยวน บ้านท่าเสา เริ่มจากการรวมตัวกันของเครือญาติที่ทอผ้าเพื่อใช้เอง ต่อมาได้พัฒนามาทอผ้าจำหน่ายตามคำสั่งของลูกค้าและความต้องการของตลาด โดยเฉพาะจากหน่วยงานราชการที่มีนโยบายส่งเสริมการสวมใส่ผ้าไทยประจำจังหวัดนครปฐม

3) ผ้าห่อคัมภีร์โบราณที่พบในวัดท่าเสา มีอายุกว่า 100 ปี มีทั้งที่ทอด้วยฝ้ายและถักด้วยฝ้าย สะท้อนวิถีชีวิตและความผูกพันกับพระพุทธศาสนา รวมถึงภูมิปัญญาที่สืบทอดกันมาในเครือญาติผ่านวัฒนธรรมการทอผ้า ลวดลาย และสีสันท

4) ผลจากการแกะลายและถอดแบบ พบลวดลายทั้งหมด 8 ลาย ได้แก่ ลายดอกจัน, ลายขาเป๋, ลายขอเหลี่ยม, ลายเขี้ยวหมา, ลายมุกไม้ลอด, ลายสะแหเสา, ลายเป็ด และลายข้าวตอก สำหรับลวดลายที่ได้จากการถักด้วยฝ้าย พบลายธรรมาสัน, ลายปราสาท และลายเจดีย์

5) แนวทางการออกแบบและพัฒนาเพื่อใช้เป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยความคิดเห็นและความต้องการของสมาชิกกลุ่มทอผ้า เพื่อพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีรากเหง้าทางวัฒนธรรม และเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ชุมชน มีแนวทางดังนี้

5.1) พัฒนาจากต้นแบบเดิม โดยนำผ้าทอลายต้นแบบมาปรับปรุงองค์ประกอบที่ไม่สมบูรณ์ เพื่อให้ได้ลวดลายและรูปแบบใหม่

5.2) การสร้างต้นแบบใหม่ มีขั้นตอนคล้ายกับการสร้างต้นแบบครั้งแรก โดยวิทยากรและสมาชิกกลุ่มร่วมกันออกแบบให้ร่วมสมัย ตอบโจทย์ตลาดและความต้องการของผู้บริโภค

5.3) ปรับปรุงรูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอ โดยใช้แนวทางการออกแบบทางศิลปะ ที่ผสมผสานระหว่างภูมิปัญญาโบราณกับความร่วมสมัย

5.4) ยกย่องลวดลายผ้าที่สะท้อนความเชื่อและศรัทธาในพระพุทธศาสนา ให้เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องใช้และเครื่องประดับที่มีอัตลักษณ์ของชุมชนอย่างชัดเจน



ผ้าทอที่พัฒนามาจากต้นแบบทอลายห่วงเงินระยะเหมาะสำหรับการออกแบบตัดเย็บ

ภาพที่ 2 รูปแบบการทอ

ที่มาภาพ: จิตกวี กระจำเณม (2567)

จากภาพที่ 1 ผ้าทอที่พัฒนามาจากต้นแบบลวดลายในผ้าห่อคัมภีร์แบบทอลายหางเว้นระยะพื้นที่การทอเพื่อความสะดวกในการตัดเย็บและไม่เสียเนื้อผ้า

3.2 การส่งเสริมให้ผู้ประกอบการกลุ่มทอผ้า นำมรดกทางภูมิปัญญามาบูรณาการต่อยอด และสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างยั่งยืน

ด้วยวิธีการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านการทอ การออกแบบ และการเย็บให้กับสมาชิกกลุ่มทอผ้าวงเดือนผ้าจากไทยวนบ้านท่าเสาโดยยึดหลักของ COP (Community of Practice) คือ กลุ่มของคนซึ่งมาแลกเปลี่ยนความรู้ ปัญหาหรือความในใจ เรียนรู้วิธีการเพื่อให้สามารถปฏิบัติหรือทำให้ดีขึ้นกว่าเดิม เป็นการแลกเปลี่ยนและสร้างทักษะ สร้างความรู้และความเชี่ยวชาญให้เกิดขึ้นในกลุ่ม ด้วยการฝึกอบรมพบว่า

1) ส่งเสริมให้มีการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยการบูรณาการลวดลายเก่าและลายใหม่ให้เป็นต้นแบบ

จากเดิมมีการถอดลวดลายผ้าได้ทั้งหมด 6 แบบคือลาย ลายดอกจัน ลายดอกสะเทเสาลายเปีย ลายขอเหลียว ลายมุกเขี้ยวหมา และลายมุกไม้ลอด เมื่อส่งเสริมการทอได้มีการพัฒนาลวดลายเพิ่มจากต้นแบบอีก 2 ลาย เป็น 8 แบบ ประกอบด้วยลายดอกจัน ลายสะเทเสาลายขาเปีย ลายขอเหลียว ลายเขี้ยวหมา ลายเปีย และนำ 2 ลายที่ได้เพิ่มคือลายไม้ลอด และลายข้าวตอกมาออกแบบให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความแปลกใหม่กว่าเดิม

2) ปรับปรุงสีสันทนและลวดลาย

การปรับปรุงสีสันทนและลวดลายมุ่งเน้นการออกแบบทั้งสีสันทนและลวดลายให้สอดคล้องกับความต้องการ โทนสีที่สุภาพคลาสสิก สะท้อนถึงภูมิปัญญาไทยและความเป็นไทย ตลาดของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์มีความต้องการผลิตภัณฑ์ที่มาจากเส้นฝ้ายที่ย้อมสีจากพืชพรรณธรรมชาติ เช่นจากาบมะพร้าว ดอกดาวเรือง ใบส้มโอ ขมิ้น ขี้เหล็ก เป็นต้นโดยใช้กรรมวิธีการย้อมตามภูมิปัญญาดั้งเดิม สีสดดังกล่าวไม่เพียงแต่คนวัยทำงานที่ชื่นชอบยังพบว่า กลุ่มคนรุ่นใหม่ก็มีความนิยมชมชอบผลิตภัณฑ์ที่มาจากสีธรรมชาติด้วยเช่นกัน

3) ต่อยอดการประดับตกแต่งผลิตภัณฑ์

การพัฒนาผ้าทอที่ได้จากการถอดลายมาจากต้นแบบผ้าห่อคัมภีร์โบราณนั้นพบว่าผ้าที่ทอขึ้นขาดความงามที่ควรเป็นจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ ทั้งลวดลาย สีสันทนและราคาค่อนข้างสูง อีกทั้งรูปแบบของผลิตภัณฑ์ไม่ทันสมัย (ผลที่ปรากฏในวิจัยฉบับแรกเรื่องผ้าห่อคัมภีร์โบราณ: มรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมของชาวไทยวนบ้านท่าเสา อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม) และมีราคาค่อนข้างสูง จึงพัฒนาต่อยอดด้วยการปรับวิธีการทอ ช่องว่างระหว่างลวดลาย ขนาดความยาวของผ้าทอ การวางแบบ การวางผ้า การตัดลวดลาย ตัดผ้า เศษผ้าเพื่อนำมาตกแต่งผลิตภัณฑ์ให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น

4) ปรับปรุงคุณภาพความประณีตของผลิตภัณฑ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอต้นแบบที่ได้จากการถอดลายมาจากผ้าห่อคัมภีร์โบราณวัดท่าเสาในครั้งแรกนั้นพบว่าเป็นการทอตามต้นแบบผ้าห่อคัมภีร์โบราณทุกประการจึงเป็นการทดลองทอ ทำให้ช่างทอไม่ใส่ลวดลายอื่นผสมผสานจึงทำให้ขาดความสวยงามและขาดความพิถีพิถันเนื่องจากช่างทอต้องระมัดระวังในด้านการทอลวดลายจึงทำให้ยังไม่สามารถควบคุมคุณภาพการทอได้ดีเท่าที่ควร และปรับปรุงฝีมือการเย็บเนื่องจากสมาชิกใหม่ส่วนหนึ่งยังไม่มีทักษะความชำนาญด้านการเย็บจึงทำให้ขาดความประณีต การปรับปรุงที่จะทำให้เกิดการพัฒนาคุณภาพนั้นกลุ่มจึงให้ความสำคัญกับการฝึกอบรม เรียนรู้เพิ่มมากขึ้น โดยคำนึงถึงกระบวนการการส่งเสริมปรับปรุงนั้นสามารถเล่าเรื่องราวความสอดคล้องของผ้าต้นแบบคือผ้าห่อคัมภีร์กับบริบททางวัฒนธรรมของชุมชนและสอดคล้องกับความต้องการของตลาดที่จะสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผู้ประกอบการอย่างยั่งยืนและที่สำคัญคือสอดคล้องกับความต้องการ ความเห็นของสมาชิกกลุ่มทอผ้า



ภาพที่ 3 กระบวนการย้อมสีธรรมชาติและสีเคมี
ที่มาภาพ: วรุฒม์ มั่นพรม (2567)

จากภาพที่ 2 เป็นกระบวนการย้อมผ้าสำหรับใช้ทอด้วยสีธรรมชาติ จากใบไม้ เปลือกต้นไม้และดอกไม้ เป็นการพัฒนาด้านสีของผ้าแทนการใช้ผ้าที่ย้อมสีเคมีซึ่งจะมีความแตกต่างในด้านความสวยงาม การเพิ่มมูลค่าทางการตลาดนั้นผ้าที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติจะเป็นที่ต้องการของตลาดและผู้บริโภค รวมถึงมีราคาแพงกว่าผ้าที่ย้อมด้วยสีเคมี



ภาพที่ 3: อบรมเชิงปฏิบัติการ
ที่มาภาพ: จิตกวี กระจำนเมฆ (2567)

จากภาพที่ 3 เป็นการอบรมเชิงปฏิบัติการโดยวิทยากรสอนด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และการตัดเย็บโดยมีสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนวงเดือนผ้าจากโย-ยวน เข้าร่วม ซึ่งสมาชิกมีความเห็นและมีส่วนร่วมในการออกรูปทรงของผลิตภัณฑ์เน้นผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ เครื่องประดับและตกแต่งขอบเสื้อผ้าที่สามารถจำหน่ายควบคู่ไปกับผ้าทอมือของกลุ่ม

5) การต่อยอดให้เกิดผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ เครื่องประดับที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชนไท-ยวนบ้านท่าเสา

การนำลวดลายที่แกะและถอดลายแบบมาจากผ้าห่อคัมภีร์โบราณ จำนวน 8 ลาย นำมาทอใหม่ด้วยการผสมกับเอกลักษณ์ชุมชนสำหรับใช้เป็นต้นแบบกลุ่มผู้ประกอบการและสมาชิกทอผ้าพบว่า แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

5.1) ประเภทเครื่องประดับ ประกอบด้วย

สร้อยคอ เกิดจากการผสมผสานระหว่างเอกลักษณ์ชุมชนลวดลายผ้าห่อคัมภีร์โบราณกับวัสดุตกแต่งทั่วไป ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ร่วมสมัย ใช้ได้ทั้งวัยทำงานและคนรุ่นใหม่

ต่างหู ซึ่งเป็นชิ้นงานชุดประดับ กับสร้อยคอ

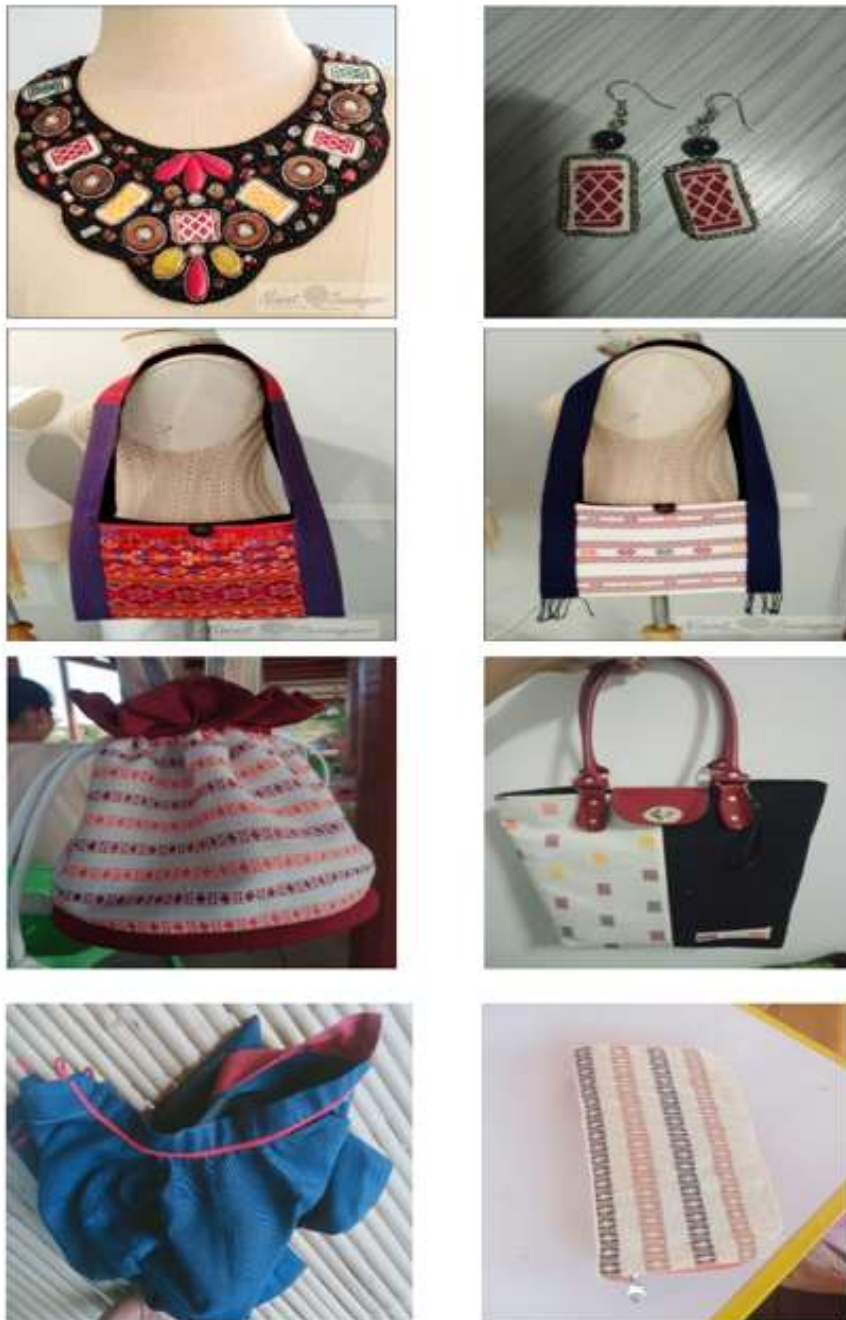
5.2) ประเภทเครื่องใช้ ประกอบด้วย

ย่าม ย่ามในวิธีวิธี ตกแต่งด้วยลวดลายจากผ้าทอ เป็นเครื่องใช้สำหรับชุมชนหรือสมาชิกกลุ่ม ใช้สอยออกงานวัฒนธรรมสำหรับใส่อุปกรณ์สิ่งของเล็กน้อย ด้านในใช้ผ้าซับเพื่อเพิ่มความทรงตัวของย่ามขณะใช้งาน มีกระเป๋าสบ

กระเป๋าทูหัว รูปแบบทรงตั้งปากกว้าง มีเชือกสำหรับดึงเปิดพกพาใช้หิ้วสะดวก ออกแบบให้มีขนาดใช้งานได้กับผู้ใช้ทุวัย ตกแต่งด้วยลวดลายผ้าทอที่คัดลอกลายมาจากผ้าห่อคัมภีร์โบราณ

กระเป๋าสบพาย รูปลักษณ์เป็นทรงสูงเหมาะกับผู้ใช้งานทุวัย ด้านในใช้ผ้าซับเย็บติดเพื่อเพิ่มการอยู่ทรงขณะใช้งาน สายสบพายใช้วัสดุจากท้องตลาดเพื่อความแข็งแรงในการใช้งานขนาดเหมาะสมกับการสบพาย

กระเป๋าสตางค์ เป็นงานประยุกต์โดยกระเป๋าสามารถหาซื้อได้ทั่วไป นำมาเย็บต่อหุ้มด้วยลวดลายผ้าทอจึงทำให้มีความโดดเด่น สวยงามมีเอกลักษณ์ และนำเศษผ้าที่เหลือมาประดับตกแต่งบริเวณชายขอบเสื้อ



ภาพที่ 4: ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้เครื่องประดับ
ที่มาภาพ: จิตกวี กระจำเมฆ (2567)

จากภาพที่ 4 ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้เครื่องประดับที่พัฒนาจากลายผ้าทอคัมภีร์มาออกแบบตัดเย็บเป็นเครื่องประดับและเครื่องใช้แบบต่าง ๆ

อย่างไรก็ตาม การขับเคลื่อนงานทอของกลุ่มผู้ประกอบการในปัจจุบันยังอยู่ในสถานะที่ขาดช่วงทอที่มีทักษะและความชำนาญ ประกอบกับคนรุ่นใหม่ไม่ให้ความสนใจ ทำให้การทอผ้ายังคงอยู่ในวงจำกัด ส่งผลให้การผลิตชิ้นงานไม่ทันต่อความต้องการของตลาด

อีกประเด็นที่มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าช่างทอ คือ ช่างเย็บผ้า ซึ่งถือเป็นงานที่เชื่อมโยงต่อเนื่องกับกระบวนการออกแบบและผลิตผลงาน จำเป็นต้องใช้ทักษะและความชำนาญสูง รวมถึงความพิถีพิถันในการเย็บ ซึ่งยังมีจำนวนจำกัดเช่นเดียวกัน

การผลิตชิ้นงานทั้งในกลุ่มเครื่องประดับและของใช้ตกแต่ง จำเป็นต้องดำเนินการด้วยความประณีต เนื่องจากผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีคุณค่าทางจิตใจ สะท้อนรากเหง้าทางวัฒนธรรมผ่านลวดลายต้นแบบที่เป็นมรดกทางประวัติศาสตร์ของชุมชน และเป็นสิ่งที่ชาวบ้านเคารพนับถืออย่างสูง

ดังนั้น ในการผลิต การปรับปรุง และดัดแปลงผลิตภัณฑ์ในทุกมิติ ผู้ทอต้องคำนึงถึงเอกลักษณ์ของภูมิปัญญาท้องถิ่น และเคารพผลการตัดสินใจร่วมกันของสมาชิกในกลุ่ม ขณะเดียวกัน ช่างออกแบบและช่างตัดเย็บต้องตระหนักถึงความร่วมสมัยและความต้องการของตลาด เพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อชุมชน และนำไปสู่ความยั่งยืนในอนาคต

4. อภิปรายผล

การพัฒนาและยกระดับลวดลายผ้าจากที่ได้จากการแกะลายผ้าห่อคัมภีร์โบราณเพื่อต่อยอดและเพิ่มมูลค่าให้เป็นผลิตภัณฑ์ทางวัฒนธรรมชุมชน โดยผู้ประกอบการที่มีการรวมตัวในเครือข่ายศิลปหัตถกรรมจากบรรพบุรุษไทยวนราชบุรี ช่างทอผ้าแรกเริ่มทอใช้ในครอบครัว เป็นการเรียนรู้แบบไม่เป็นกิจลักษณะ เห็นคนในครอบครัวทอจนมีความเคยชิน เรียนรู้ไปในตัวจึงทอเป็น การเรียนรู้ดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ สุพจน์ แสงเงิน และคณะ (2550) ที่กล่าวว่า นอกจากการเรียนรู้ในสถาบันแล้ว การเรียนรู้แบบสังคมประภค คือ การเรียนการสอนที่เกิดขึ้นจากการเลียนแบบและจดจำสืบทอดต่อกันมาในครอบครัว และใช้วิธีการถ่ายทอดด้วย 2 วิธี คือ ใช้วิธีสาธิต ทำให้ดูเป็นตัวอย่าง อธิบายทุกขั้นตอนให้ผู้เรียนได้ทดลองทำให้เข้าใจและให้ปฏิบัติตาม และใช้วิธีปฏิบัติจริง ฟังคำบรรยายอธิบายแล้วนำไปปฏิบัติจริง และปฏิบัติซ้ำ ๆ จนเกิดความชำนาญ เพราะผลงานที่เกิดขึ้นเป็นผลงานที่เกิดขึ้นจริง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง ต่อมาพัฒนากลุ่มจัดตั้งเป็นวิสาหกิจชุมชนกลุ่มทอผ้าวงเดือนผ้าจากไท-ยวน บ้านท่าเสา การยกระดับงานทอเพื่อมาเน้นเพื่อการจำหน่าย ทั้งในด้านรูปแบบและลวดลาย ตามความต้องการของผู้ใช้ ความต้องการของตลาด และการแข่งขันจำหน่าย การกำหนดราคา ตรงกับแนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของ อธิพล เทียมจันทร์ (2567) กล่าวถึงการพัฒนาลวดลายผ้า คือ การสร้างสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ให้มีคุณสมบัติใหม่ หรือ ลักษณะเฉพาะที่แตกต่างออกไป ซึ่งมีส่วนเพิ่มเติมหรือสามารถสร้างประโยชน์ใหม่ ๆ ให้กับลูกค้าได้ โดยการพัฒนาลวดลายผ้าที่มีความเกี่ยวพัน และหมายถึงการแก้ไข เปลี่ยนแปลงสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่แล้ว ทั้งในด้านรูปลักษณ์ การนำเสนอ และสูตรการทำ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ใหม่ตอบโจทย์ความต้องการของลูกค้า หรือเป็นที่น่าสนใจต่อความต้องการของตลาด การค้นพบลวดลายจากผ้าที่ใช้ห่อคัมภีร์โบราณโบราณ ซึ่งเป็นการถอดลายเพิ่มขึ้นใหม่ พบว่ามี 8 ลาย ซึ่งในงานวิจัยของ จิตกวี กระจำนเมฆ และ ฐิติมา สิริธีรณยานนท์ (2566) ศึกษา “ผ้าห่อคัมภีร์โบราณ: มรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมของชาวไทยวน บ้านท่าเสา อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม” พบว่า ไทยวนท่าเสา ยังคงสืบทอดภูมิปัญญาการทอผ้าไทยวนแบบโบราณมาจากบรรพบุรุษ ลายที่ถอดมาได้มี 6 ลาย คือ ลายดอกจัน ลายสะแหวเส้า ลายเปีย ลายขอเหลียว ลายมุกเขี้ยวหมา และลายมุกไม้ลอด ลักษณะลวดลายทอตามความเชื่อพบว่า ลวดลายที่เกิดจากสิ่งของเครื่องใช้ ลวดลายที่มาจากความศรัทธาในพระพุทธศาสนา และลวดลายที่เกิดจากพืช

ด้านรูปแบบการทอและวัสดุใช้ห่อ พบว่ามี 2 แบบ คือ แบบทอมือลงบนผืนผ้า และแบบถัก ทั้งนี้การคัดลอกที่ได้ลวดลายต่างกันั้น เป็นเพราะได้มีการนำผ้าห่อคัมภีร์มาพิจารณาเพิ่มเติม จึงพบว่ามีลายที่แปลกใหม่และไม่ปรากฏในผ้ารอบแรกเพิ่มเติมอีก 2 ลาย คือ ลายไม้ลอด และลายข้าวตอก ซึ่งสะท้อนให้เห็นรูปแบบ เทคนิคการทอ การถักที่เกิดจากความศรัทธาที่มีต่อศาสนา และเอกลักษณ์การทอผ้าที่เป็นภูมิปัญญาของบรรพบุรุษ สืบสายสัมพันธ์อันที่เครือญาติผ่านวัฒนธรรมการทอผ้า สอดคล้องกับเอกสารของ วิณา วิสเพ็ญ (2564) ที่กล่าวถึงผ้าห่อคัมภีร์ไว้ว่า การห่อคัมภีร์โบราณถือว่าเป็นส่วนสำคัญประการหนึ่งของวัฒนธรรมการสร้างคัมภีร์ การพิจารณาว่าผ้าห่อคัมภีร์มาจากแหล่งใด โดยการพิจารณาลักษณะ ลวดลาย เทคนิควิธี และความสัมพันธ์ของสถาบันสงฆ์ ผ้าห่อคัมภีร์เป็นวัสดุที่อยู่ภายนอกสุดของคัมภีร์โบราณ รักษาให้ปลอดภัย เป็นงานหัตถศิลป์ที่อาศัยการทอ การปัก การถัก การเย็บ ตามความถนัดและตามวัฒนธรรมการทอของแต่ละท้องถิ่นที่ วัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นผ้าชนิดต่าง ๆ และถักสอดลายกับไม้ไผ่ ลายธรรมาสัน ลายปราสาท ลายเจดีย์ บันทึบเรื่องราว ประวัติศาสตร์ชุมชน วัฒนธรรมประเพณี ความเชื่อท้องถิ่นในผ้าห่อคัมภีร์ เอกสารดังกล่าวยังมีความสอดคล้องกับแนวคิดของ จรัสพิมพ์ วังเย็น และ ชลธิชา สาลิกานนท์ (2557) ที่

กล่าวถึงลวดลายผ้าว่า มีสีสันทันและลวดลายต่าง ๆ การทอผ้า ถือเป็นหัตถกรรมพื้นบ้านที่สืบทอดกันมาจากรุ่นสู่รุ่น ในแต่ละท้องถิ่น จะมีความแตกต่างกัน ทั้งในด้านวัตถุดิบ สี ลวดลาย เทคนิคการทอ ขึ้นอยู่กับวัฒนธรรม ขนบธรรมเนียมประเพณี ตลอดจนการผสมผสานค่านิยมในสังคม เมื่อมาวิเคราะห์ลวดลายผ้าทอที่กลุ่มผู้ประกอบการทอ และลวดลายที่ปรากฏในผ้าห่อคัมภีร์นั้น มีความคล้ายคลึงกันมากจนแทบจะเป็นแบบเดียวกัน อาจจะมีรายละเอียดของลายผ้าที่แตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ผู้วิจัยให้น้ำหนักไปที่ฝีมือการทอ วย และเพศ นอกจากนี้ยังสัมพันธ์กับงานวิจัยของ กิ่งผกา อังคาภ (2560) ที่กล่าวถึงมิติทางวัฒนธรรมผ่านผืนผ้า โดยเฉพาะลวดลายผ้าว่าเป็นผลิตผลทางวัฒนธรรมที่ซับซ้อน และเป็นสื่อวัตถุเชิงสัญลักษณ์ที่ถ่ายทอดเรื่องราวหรือความหมายออกไปยังสังคม ซึ่งความสำคัญของลวดลายนอกจากเรื่องความสวยงามแล้ว ในแง่ของความเชื่อยังเป็นสัญลักษณ์ที่เชื่อมต่อกับจิตวิญญาณของผู้สวมใส่หรือเจ้าของเสื้อผ้า กล่าวคือ ผ้าทอสามารถถ่ายทอดวิถี เรื่องราว ความหมาย ความเชื่อ ความศรัทธา ผ่านการถักทอสู่ลวดลายผ้า การเปลี่ยนแปลงทางมิติวัฒนธรรมผ่านผืนผ้า อาจแปรเปลี่ยนไปตามค่านิยมและกระแสแห่งผลกระทบจากสังคมโลกาภิวัตน์ ส่งผลให้ผ้าเปลี่ยนสถานะจากเครื่องนุ่งห่ม กลายเป็นสินค้านำมาสู่การสร้างรายได้เพื่อการเลี้ยงชีพ ข้อคาดการณ์ด้านการเปลี่ยนแปลงทางสังคมดังกล่าว คือ สภาพความเป็นจริงของสังคมที่ชุมชนกำลังประสบพบอยู่ในปัจจุบัน ความเจริญได้ทำให้วัฒนธรรมการทอผ้าของกลุ่มไทยวนบ้านท่าเสา ปรับเปลี่ยนไปตามค่านิยมและกระแสทางสังคม ทั้งด้านรูปแบบ สีสันทัน และลวดลาย ตลอดจนทั้งการเปลี่ยนผ่านช่วงวัยของผู้ทอซึ่งเป็นวัยหนุ่มสาวถึงวัยกลางคน

ความสำคัญดังกล่าว ทำให้กลุ่มมีความต้องการที่จะพัฒนาลวดลายผ้าดังกล่าวให้เป็นผลิตภัณฑ์ทางวัฒนธรรมชุมชน จึงมีการปรึกษาหารือสมาชิกทอผ้า ถึงแนวทางการพัฒนาออกแบบซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 แนว คือ พัฒนาจากต้นแบบเดิม เพิ่มเติมในองค์ประกอบที่ไม่สมบูรณ์ให้มีความสมบูรณ์ เพื่อให้ได้ลายใหม่ ๆ รูปแบบใหม่ ๆ สร้างต้นแบบใหม่ ปรับปรุง สร้างผลิตภัณฑ์ให้มีความร่วมสมัยมากขึ้นตามความต้องการของตลาด และปรับปรุงรูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอตามหลักการออกแบบทางศิลปะ ผสมระหว่างภูมิปัญญาการทอแบบโบราณและแบบสมัยใหม่ แนวทางการพัฒนาเพื่อให้เกิดความยั่งยืนดังกล่าว ตรงกับแนวคิดของ Fuller, G.R. (1994) อ้างถึงจาก จิตพนธ์ ชุมเกตุ (2560) ที่กล่าวถึงการผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สามารถสร้างผลกำไรและเพื่อความอยู่รอดว่า ควรใช้กระบวนการผลิตที่มีอยู่ การสร้างแนวคิดใหม่ในผลิตภัณฑ์เดิม ซึ่งบางครั้งเป็นไปตามข้อเสนอของผู้บริโภค ผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่เดิม แต่ปรับเปลี่ยนรูปแบบใหม่ ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เกิดจากการปรับปรุงสูตรที่มีอยู่แล้ว ผลิตภัณฑ์ใหม่ในบรรจุภัณฑ์ใหม่ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นนวัตกรรม และผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากความคิดสร้างสรรค์

จากการระดมความเห็น ได้ข้อสรุปจากสมาชิกกลุ่มผู้ประกอบการถึงความต้องการนำทั้ง 3 แนวทางมาบูรณาการร่วมกันตามที่กลุ่มผู้ประกอบการเลือก สำหรับการให้ความสำคัญในการตัดสินใจของสมาชิกกลุ่มทอผ้านั้น ใช้ความเห็นเสียงข้างมากเป็นหลัก ดังนั้น การพยายามที่จะนำลวดลายจากผ้าห่อคัมภีร์โบราณมาเป็นต้นแบบในการสร้างเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมผ่านงานผลิตภัณฑ์ ตามความคาดหวังของผู้วิจัย เพื่อที่จะให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ แบบใหม่ ๆ ที่สามารถเล่าเรื่องราววัฒนธรรมกลุ่มชนได้นั้น จะสามารถสร้างความยั่งยืนได้หรือไม่ ก็จะเป็นเรื่องของอนาคตของผู้ประกอบการ และสภาพการเปลี่ยนแปลงทางสังคม ความต้องการของตลาด ตลอดจนการคงอยู่ของกลุ่มทอผ้าและสมาชิก

การส่งเสริมให้ผู้ประกอบการกลุ่มทอผ้านำมรดกทางภูมิปัญญามาบูรณาการต่อยอด และสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างยั่งยืน เป็นการส่งเสริมด้วยการสร้างเสริมทักษะประสบการณ์ โดยใช้วิทยากรมาเป็นผู้ฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยยึดหลัก COP มุ่งเน้นความเห็น การปรึกษาหารือ แก้ไขปัญหา เพื่อหาข้อสรุปตามความเห็นของสมาชิก สอดคล้องกับทฤษฎีของ วันชัย วัฒนศัพท์ (2544) อ้างถึงจาก นิชาภา นาคพราย (2558) กล่าวถึงความสำคัญของการมีส่วนร่วมของประชาชนไว้ว่า การเพิ่มคุณภาพของการตัดสินใจ บ่อยครั้งที่กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนก่อให้เกิดการพิจารณาทางเลือกใหม่ แทนวิธีการที่เคยใช้กันมาในอดีต สาธารณชนมักจะมีข้อมูลสำคัญที่ทำให้เกิดความแตกต่าง ในการที่จะนำไปสู่กระบวนการตัดสินใจ ก่อให้เกิดความแตกต่างระหว่างโครงการที่ประสบความสำเร็จและไม่ประสบความสำเร็จ สำหรับการสร้างผลิตภัณฑ์ไว้เป็นต้นแบบในการต่อยอด เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม มีคุณค่า มีคุณภาพ ใช้วัสดุที่เหมาะสม และมีกระบวนการผลิตที่ดี ในด้านปรับปรุงรูปแบบของผ้าทอต้นแบบ ปรับปรุงสีสันทันและลวดลาย ต่อยอดการประดับตกแต่งผลิตภัณฑ์ และปรับปรุงคุณภาพความประณีตของผลิตภัณฑ์ ดังแนวทางที่ ปิยาภรณ์ คำยิ่งยง (2559) ได้กล่าวไว้ว่า การออกแบบให้สวยงาม การออกแบบให้สินค้าหรือบรรจุภัณฑ์ย่อมทำให้เกิดการกระตุ้นต่อการซื้อ

ของผู้บริโภค บรรลุจุดที่ดีที่ดูดีก็เปรียบเสมือนหน้าต่างที่ดูดีของสินค้า ก่อให้เกิดความพึงพอใจทั้งผู้ให้และผู้รับ และการทำให้สินค้ามีคุณภาพดี ทนทาน เช่น สินค้าที่มีคุณภาพดีและความทนทานในการใช้งานมากกว่าสิ่งอื่น ๆ ย่อมได้รับความพึงพอใจและความจงรักภักดีจากผู้บริโภคในการซื้อสินค้านั้น มีโอกาสในการซื้อขายมากขึ้น ที่สำคัญ การสะท้อนความเป็นมาและอัตลักษณ์ของท้องถิ่นผ่านรูปแบบ ลวดลายที่นำมาเป็นต้นแบบผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ ผ่านกระบวนการส่งเสริมปรับปรุงนั้น ต้องสามารถสื่อสารเล่าเรื่องราวของผ้าทอที่มีความสอดคล้องกับบริบททางวัฒนธรรมของชุมชน และสอดคล้องกับความต้องการของตลาด ที่จะสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผู้ประกอบการอย่างยั่งยืน และที่สำคัญไปกว่าที่กล่าวมา ก็คือ สอดคล้องกับความต้องการ ความเห็นชอบของสมาชิกกลุ่มทอผ้า ส่วนการต่อยอดให้เกิดชิ้นงานและผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ เครื่องประดับที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชนไท-ยวน บ้านท่าเสา จากการนำลวดลายที่คัดลอกลายใหม่จากต้นแบบผ้าห่อคัมภีร์โบราณ จำนวน 8 แบบ มาผสมกับเอกลักษณ์ชุมชน สำหรับใช้เป็นต้นแบบเครื่องประดับทั้งสร้อยคอและต่างหู เกิดจากความต้องการที่จะผลิตให้มีความเอกลักษณ์ชุมชนและมีความร่วมสมัย สร้อยคอและประเภทเครื่องใช้ ยาม กระเป๋าหิ้ว กระเป๋าสะพาย กระเป๋าตุง ล้วนแต่มีการปรับพัฒนาให้เกิดความใหม่ มีความน่าสนใจ และความต้องการของกลุ่มผู้บริโภค

5. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้สำหรับผู้วิจัยและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

5.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ควรส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนรายย่อยให้มีช่องทางการจำหน่ายผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น ทั้งในรูปแบบออนไลน์และออฟไลน์ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ทางวัฒนธรรมของชุมชนเข้าถึงตลาดได้กว้างขวางยิ่งขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 1) การอนุรักษ์มรดกภูมิปัญญาลวดลายผ้าห่อคัมภีร์โบราณโบราณในรูปแบบดิจิทัล
- 2) การอนุรักษ์และฟื้นฟูการถักผ้าห่อคัมภีร์โบราณ โดยมุ่งเน้นการถ่ายทอดให้แก่เยาวชนรุ่นใหม่เพื่อการสืบสานอย่างยั่งยืน

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่สนับสนุนทุนวิจัยสำหรับการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- กิ่งผกา อังคาบ. (2560). *มิติทางวัฒนธรรมผ่านพื้นผ้าในนวนิยายชุด “ผ้า” ของพงศกร. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ไทยศึกษา), มหาวิทยาลัยรามคำแหง.*
- จรัสพิมพ์ วังเย็น และ ชลธิชา สาลิกานนท์. (2557). *การพัฒนาลวดลายผ้าจากไทยวนเพื่องานออกแบบแฟชั่น. รายงานวิจัย คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.*
- จิตกวี กระจำเณม และ ฐิติมา สิริรัตนยานนท์. (2566). *ผ้าห่อคัมภีร์โบราณ: มรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมของชาวไทยยวนบ้านท่าเสา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม. รายงานวิจัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.*
- จิตพนธ์ ชุมเกต. (2560). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการจัดการชุมชนอย่างยั่งยืนของชุมชนไทยมุสลิม อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี. คณะวิทยาการจัดการ, มหาวิทยาลัยศิลปากร.*
- นิชาภา นาคพราย. (2558). *การมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนาอย่างยั่งยืนขององค์การบริหารส่วนตำบลวังน้อย อำเภอลำลูกเกด จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วิทยานิพนธ์ปริญญารัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.*
- อิติพล เทียมจันทร์. (2567). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product Development) ยุคใหม่ ต้องอะไรบ้าง. สืบค้นเมื่อ 3 เมษายน 2566, จาก <https://www.brandingchamp.com>*

- ปิยาภรณ์ คำยิ่งยง. (2559). การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือใช้สู่ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม: กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้านจากเศษไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- พิชญ์นันท์ รักษาวงศ์. (2556). การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผ้าพื้นเมืองกลุ่มทอผ้าบ้านหนองเขื่อนช้าง จังหวัดมหาสารคาม. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วรุฒม์ มั่นพรม. (2566). ประธานเครือข่ายผ้าทอไทยวนท่าเสา. สัมภาษณ์ 14 มกราคม 2566.
- วีณา วิสเพ็ญ. (2564). ผ้าห่อคัมภีร์โบราณในภาคอีสาน อัตลักษณ์และการแพร่กระจาย. โครงการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรมแบบมุ่งเป้า, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (มปท.)
- สุพจน์ แสงเงิน และคณะ. (2550). กระบวนการเรียนรู้ของชุมชนในการพัฒนาความเข้มแข็งของชุมชน: กรณีศึกษาชุมชนแผ่นดินทองอยุธยาตุ้มถั่ว. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

อัตลักษณ์พัตราภรณ์โนรา : สู่ผลงานสร้างสรรค์จิตรกรรมร่วมสมัยด้วยกระบวนการจุด

Identity of Nora Costume: Towards Creative Contemporary Painting with the Process of Dotting

โสภิต เตชนะ¹ วสวัตต์ รียาพันธ์²
Sopit Detchana¹ Wasawat Riyapun²

¹วิทยาลัยช่างศิลปนครศรีธรรมราช สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์ กระทรวงวัฒนธรรม

¹Nakhon Si Thammarat Technical College, Silpakorn University, Ministry of Culture

²วิทยาลัยช่างศิลป์ สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์ กระทรวงวัฒนธรรม

²College, Silpakorn University, Ministry of Culture

บทคัดย่อ

งานวิจัยสร้างสรรค์นี้เป็นการปฏิบัติงานสร้างสรรค์ทางด้านจิตรกรรมโดยได้รับ แรงบันดาลใจจากสีสันลวดลายของเครื่องแต่งกายโนรา ซึ่งทำด้วยลูกปัดหลากสีมีสีสันที่ สดใสสวยงามเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวร้อยเป็นลวดลายและรูปทรงต่าง ๆ ด้วยลูกปัดเม็ดเล็ก ๆ เรียงต่อกันเป็นเส้น รูปทรงมีความเป็นอิสระ สามารถเคลื่อนไหวได้ตามจังหวะ ของการแสดง ดึงดูดความสนใจของผู้ชมจากสีสันลวดลายของเครื่องแต่งกายโนราดังกล่าว จึงได้นำมาสร้างสรรค์เป็นผลงาน ด้านจิตรกรรมจัดวางในรูปแบบใหม่ด้วยสีอะคริลิก โดยใช้เทคนิควิธีการจุดจากกรวย ในการแสดงออกแทนลูกปัดที่ร้อยเป็นเส้น สี ลวดลาย รูปทรงต่าง ๆ ซึ่งมีลักษณะพื้นผิวใหม่ เป็นจุดเล็ก ๆ ที่เกิดจากการเรียงต่อกันเป็นลวดลาย รูปทรง บนผ้าใบที่แสดงความโดดเด่น ของสีที่สดใส สว่าง แวววาว และมีความเคลื่อนไหวของจุดที่เรียงต่อกัน เพื่อนำเสนอคุณค่า สุนทรียภาพทางด้านจิตรกรรมที่แสดงออกถึงความงดงามในศิลปะเครื่องแต่งกายของโนรา ซึ่งเป็นการแสดงท้องถิ่นของภาคใต้

คำสำคัญ: จิตรกรรมร่วมสมัย, การจุดชุดสีเส้น, ลวดลาย, โนรา

Abstract

This creative research is a creation of painting, which is inspired by colors and patterns of the Nora costume made from colorful, bright, beautiful and unique beads. Beads are arranged in lines using various patterns and shapes. The shapes are independent, so they can move according to the rhythm of the show to attract the audience's attention. Colors and patterns of Nora costume, therefore, have been created as a new painting work using acrylics. By using the dotting technique from cones to express instead of beads that are strung into colors, patterns, and shapes, a new texture of small dots formed by cones, arranged in patterns and shapes will be featured on canvas showing the distinctness of notability, shine, vibrant colors, and the movements of the points in sequence. The value of visual aesthetics of painting is conveyed to show the beauty of costume art of Nora, the traditional performing art in the southern region of Thailand.

Keywords: Contemporary Painting, Dot Colors Set, Patterns and Nora

1. บทนำ

โนราเป็นศิลปะการแสดงพื้นบ้านซึ่งเป็นถิ่นนิยมของคนในภาคใต้ องค์ประกอบหลักในการแสดงโนราคือ เครื่องแต่งกาย และเครื่องดนตรี โดยเฉพาะเครื่องแต่งกายที่ใช้สำหรับสวมลำตัวแทนเสื้อ ซึ่งทำด้วยลูกปัดหลากสี มีสีสันสดใสสวยงามเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว ร้อยเป็นลวดลายด้วยลูกปัดเม็ดเล็ก ๆ เรียงต่อกันเป็นเส้น เป็นลวดลายรูปทรงต่าง ๆ ที่มีความเป็นอิสระ สามารถเคลื่อนไหวได้ตามท่าทางและจังหวะของการแสดง ดึงดูดความสนใจของผู้ชม และทำให้ตระหนักถึงคุณค่าของความงามในการแสดงโนรา

ในปัจจุบัน การแสดงโนรามิให้เห็นและได้รับความนิยมน้อยลงตามลำดับ และกำลังจะเลือนหายไปในที่สุด ด้วยวิถีชีวิตของผู้คนที่เปลี่ยนไป มีวัฒนธรรมและสื่ออื่น ๆ เข้ามาแทนที่ โดยเฉพาะเด็กและเยาวชนแทบจะไม่รู้จักการแสดงโนรา ซึ่งในอนาคตเป็นที่น่าห่วงว่า อาจจะไม่มีโนราหรือการแสดงพื้นบ้านอื่น ๆ ในภาคใต้ให้ได้ชมกันอีกต่อไป

ผู้วิจัยเกิดแรงบันดาลใจจากสีสัน ลวดลาย และรูปทรงของเครื่องแต่งกายโนรา นำมาสร้างสรรค์เป็นผลงานทางด้านจิตรกรรมจัดวางในรูปแบบใหม่ แสดงออกโดยการใช้สีอะคริลิก ด้วยวิธีการจูดจากกรวยแทนลูกปัดที่เป็นเม็ดเล็ก ๆ เรียงต่อกันเป็นเส้นและลวดลาย ซึ่งมีลักษณะพื้นผิวใหม่ที่เกิดจากกรวยเป็นจุดเล็ก ๆ บนผืนผ้าใบ มีสีสันสดใส ให้ความรู้สึกเคลื่อนไหวจากจุดที่เรียงต่อกันเป็นเส้น ลวดลาย และรูปทรงต่าง ๆ จากเครื่องแต่งกายโนรา เป็นการส่งเสริมและกระตุ้นให้เด็ก เยาวชน และประชาชนทั่วไปได้ชื่นชมถึงความงามของศิลปะเครื่องแต่งกายของโนราในรูปแบบทางด้านจิตรกรรม ก่อให้เกิดการทวงถามและรักษา ศิลปะการแสดงท้องถิ่นนี้ให้คงอยู่สืบไป

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

การสร้างสรรค์ผลงานจิตรกรรมร่วมสมัยด้วยวิธีการจูดจุดสีเส้นและลวดลายจากเครื่องแต่งกายโนรา ได้นำสีเส้นและลวดลายจากเครื่องแต่งกายโนราของนักแสดงโนราในจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดพัทลุง มาสร้างสรรค์เป็นผลงานจิตรกรรมร่วมสมัยด้วยวิธีการจูดจากกรวย ผู้วิจัยได้ศึกษาการใช้สีจากชุดแต่งกายโนรา ซึ่งสีที่นำมาใช้ล้วนมีความสดใส โดยไม่ได้ลดค่าของสีลงมากนัก การประกอบกันของสีบนลวดลายและรูปทรงได้ใช้สีในวรรณะร้อนและวรรณะเย็นประกอบอยู่ในลวดลายและรูปทรงเดียวกัน เพื่อให้เกิดความงามที่เหมาะสม ไม่เกิดความเบื่อหน่ายในลวดลายนั้น ๆ อีกทั้งยังทำให้สีที่นำมาใช้เกิดพลังในลวดลายและรูปทรงนั้น ๆ เมื่อนำสีทั้งสองวรรณะมาผสมผสานกันในส่วนที่เหมาะสม ความมีลักษณะเฉพาะของเครื่องแต่งกายอีกประการหนึ่งคือ ชิ้นส่วนต่าง ๆ สามารถแยกออกจากกันได้ และนำมาประกอบเป็นรูปทรงเครื่องแต่งกายบนกายวิภาคของนักแสดง ทำให้ขณะแสดง เส้นและรูปทรงที่ร้อยด้วยลูกปัดตามชิ้นส่วนต่าง ๆ มีความเป็นอิสระ เคลื่อนไหวและพลิ้วไหวไปตามจังหวะของท่ารำในการแสดงของนักแสดง สีเส้นและความพลิ้วไหวเหล่านี้ช่วยดึงดูดความสนใจของผู้ชม

เมื่อนำมาสร้างสรรค์เป็นผลงานด้านจิตรกรรม โดยใช้สีอะคริลิกกำหนดจุดเม็ดเล็ก ๆ ด้วยกรวยแทนลูกปัด เรียงเป็นสี เป็นเส้น เป็นลวดลาย และรูปทรงต่าง ๆ เพื่อแสดงเอกลักษณ์เฉพาะให้คงอยู่ในผลงานจิตรกรรม

1) ศึกษาสีเส้นและลวดลายของเครื่องแต่งกายโนราเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการสร้างสรรค์ผลงานจิตรกรรมร่วมสมัย ด้วยวิธีการจูดจุดสีเส้นและลวดลายจากเครื่องแต่งกายโนรา โดยการชมการแสดงจริงและบันทึกเป็นภาพถ่ายของนักแสดงโนราจากจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดพัทลุง

- 2) ศึกษาทฤษฎีองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องประกอบการสร้างสรรค์ผลงานจิตรกรรมด้วยเทคนิคการจูด
- 3) สร้างสรรค์ผลงานจิตรกรรมด้วยเทคนิคการจูดด้วยกรวย
- 4) วิเคราะห์ผลงานสร้างสรรค์
- 5) สรุปการสร้างสรรค

การสร้างสรรค์ผลงานจิตรกรรมร่วมสมัยด้วยวิธีการจูดจุดสีเส้นและลวดลายจากเครื่องแต่งกายโนรา

ผู้วิจัยได้นำสีและลวดลายจากเครื่องแต่งกายโนรามาส่งสร้างสรรค์ผลงานด้านจิตรกรรม โดยใช้วิธีการจูดจากกรวยเป็นเม็ดเล็ก ๆ มีพื้นผิวที่นูนออกมาบนผ้าใบ เรียงต่อกันเป็นเส้น เป็นลวดลายแทนลูกปัดจากแบบเครื่องแต่งกายโนราจริง จุดเล็ก ๆ ที่เกิด

จากกรวยมีลักษณะนูนออกมา เรียงต่อกันสลับกับสีเส้นที่สดใส และผสมผสานกับวัสดุแวววาว เพื่อสร้างความรู้สึกลื่นไหวและความระยิบระยับในผลงานสร้างสรรค์ ซึ่งมีขั้นตอนและกระบวนการดังนี้

1) การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างสรรค์ผลงาน

การเตรียมวัสดุอุปกรณ์อย่างถูกต้องและเหมาะสมมีความสำคัญในการสร้างสรรค์ผลงาน การสร้างเครื่องมือด้วยกรวยมีความสำคัญมาก เนื่องจากการสร้างสรรค์ผลงานด้วยการจุดสีซึ่งเกิดจากกรวย ต้องระวังไม่ให้กรวยมีรอยร้าว ผู้วิจัยได้เตรียมอุปกรณ์ที่ทำจากพลาสติกหนาใส กำหนดสีแต่ละสีลงไปในกรวย วางแผนการสร้างกรวย และทดลองใช้เพื่อให้มั่นใจว่าจะไม่มีรอยร้าวของสีขณะปฏิบัติงาน

2) การสร้างสรรค์ผลงานจิตรกรรมร่วมสมัยด้วยวิธีการจุดชุดสีเส้นและลวดลายจากเครื่องแต่งกายโนราครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำลักษณะของสีและลวดลายจากเครื่องแต่งกายโนรามาสร้างสรรค์เป็นผลงานจิตรกรรม โดยใช้วิธีการจุดจากกรวยเป็นเม็ดเล็ก ๆ เพื่อสร้างเส้น สร้างลวดลาย และรูปทรงลงบนผ้าใบ ให้เกิดพื้นผิวใหม่ที่มีลักษณะนูนออกมา เพื่อให้จุดจากกรวยแสดงความรู้สึกเคลื่อนไหว และมีความระยิบระยับที่เกิดจากจุดสีที่สลับกันกับวัสดุแวววาว ผสมผสานกันเพื่อสร้างความสนุกสนานในผลงาน ทั้งนี้เพื่อเสนอคุณค่า เรื่องราว และความงามของเครื่องแต่งกายโนราในรูปแบบผลงานด้านจิตรกรรม และเพื่อพัฒนาเป็นองค์ความรู้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอน โดยการเรียบเรียงกระบวนการสร้างสรรค์ผลงานเพื่อถ่ายทอดให้นักเรียน นักศึกษา เยาวชน และประชาชนทั่วไป ผู้วิจัยได้สร้างสรรค์ผลงานชุดนี้จำนวน 8 ชิ้น ในมุมมองต่าง ๆ ของเครื่องแต่งกาย เพื่อให้เห็นถึงความงามของสีเส้นและลวดลาย โดยแบ่งระยะการทำงานออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ผลงานชิ้นที่ 1-5 ระยะที่ 2 ผลงานชิ้นที่ 6-8 โดยกำหนดรูปแบบของผลงานในแต่ละขั้นดังนี้

ผลงานชิ้นที่ 1 เป็นเรื่องราว รูปทรง และลวดลายของเครื่องแต่งกายโนราในส่วนของด้านหน้า

ผลงานชิ้นที่ 2 เป็นเรื่องราว รูปทรง และลวดลายของเครื่องแต่งกายโนราในส่วนของด้านข้าง

ผลงานชิ้นที่ 3 เป็นเรื่องราว รูปทรง และลวดลายของเครื่องแต่งกายโนราขณะแสดงในส่วนของด้านหลัง

ผลงานชิ้นที่ 4 เป็นเรื่องราว รูปทรง และลวดลายของเครื่องแต่งกายโนราขณะแสดงในส่วนของด้านเฉียง

ผลงานชิ้นที่ 5 เป็นเรื่องราว รูปทรง และลวดลายของเครื่องแต่งกายโนราในส่วนของด้านข้าง ในลักษณะเป็นกลุ่มที่มีรูปทรงซ้อนกัน

ผลงานชิ้นที่ 6 เป็นเรื่องราว รูปทรง และลวดลายของเครื่องแต่งกายโนราในส่วนต่าง ๆ ที่น่าสนใจ และนำมาจัดวางเป็นรูปทรงใหม่อย่างอิสระ

ผลงานชิ้นที่ 7-8 เป็นเรื่องราว รูปทรง และลวดลายของเครื่องแต่งกายโนราในส่วนต่าง ๆ ที่น่าสนใจ และนำมาจัดวางในรูปแบบใหม่ โดยลวดลายบางส่วนได้นำวัสดุลูกปัดจริงมาผสมผสานร่วมกับวัสดุทางวิทยาศาสตร์ประเภทแวววาวในการสร้างสรรค์ผลงานในระยะที่ 2

3) ขั้นตอนการสร้างสรรค์ผลงาน ผู้วิจัยดำเนินการสร้างสรรค์ผลงานตามขั้นตอนดังนี้

3.1) ร่างลายเส้นบนกระดาษขนาดเล็กเพื่อหาทิศทาง จังหวะ การจัดวางลวดลาย และรูปทรงต่าง ๆ ของเครื่องแต่งกายโนราให้ลงตัวเหมาะสม และร่างภาพสีขนาดเล็กเพื่อทดลองขั้นตอนการลงสีในแต่ละชั้น เมื่อจุดด้วยกรวยจะทำให้สีมีความสดและสว่างมากที่สุด

3.2) ขยายภาพร่างลงบนเฟรมผ้าใบตามขนาดที่กำหนด ลงสีโดยรวม และสร้างค่าน้ำหนักอ่อนแก่ ความแตกต่างของสีแต่ละลวดลายและรูปทรง รวมถึงกำหนดสีพื้นหลัง ซึ่งสียากในภาพประกอบด้วยสีวรรณะเย็นที่ให้ความรู้สึกสงบ สดชื่น ความฝัน และความเรียวร้อย ผสมผสานกับสีวรรณะร้อนที่ให้ความรู้สึกร้อนแรง กระตุ้นประสาทตาให้เกิดความกระปรี้กระเปร่าและอบอุ่น ประกอบเรียงเข้าด้วยกันในผลงาน เพื่อให้สีสร้างค่าขัดกันไม่ให้น่าเบื่อหน่ายในผลงานสร้างสรรค์

3.3) ดัดสีพื้นเป็นจุดเล็ก ๆ ด้วยแปรงเพื่อให้จุดสร้างพื้นผิวในส่วนของพื้นหลัง สอดรับกับลวดลายของเครื่องแต่งกายโนราที่เปียกจากกรวยอีกครั้งในผลงาน

3.4) นำกรวยมาจุดสีตามสีที่รองรับพื้นไว้ในขั้นที่ 1 สร้างเส้น ลวดลาย และรูปทรงด้วยการจุดสีเม็ดเล็ก ๆ จากกรวยทั่วทั้งภาพ และนำไปเคลือบสีให้เกิดความมันวาว ก่อนติดวัสดุทางวิทยาศาสตร์ประเภทแวววาวลงบนผลงานอีกครั้งในบางลวดลาย เพื่อให้ลวดลายในผลงานมีความสดใส แวววาวเมื่อโดนแสง และมีความรู้สึกเคลื่อนไหวในผลงานสร้างสรรค์

3.5) ผลงานสร้างสรรค์แบ่งเป็น 2 ระยะ ในระยะแรกผลงานสร้างสรรค์ใช้กรวยจุดสร้างค่าน้ำหนักความอ่อนแก่ตามโครงสร้างของลวดลายและรูปทรงต่าง ๆ ที่ประกอบกันของเครื่องแต่งกายโนรา กำหนดพื้นหลังให้มีน้ำหนักเข้ม เพื่อให้สีลวดลายและรูปทรงดูเด่น น่าสนใจ และนำวัสดุประเภทแวววาวมาประกอบเข้ากับงานเพื่อสร้างความเคลื่อนไหวและประกายแสงในรูปทรงเมื่อถูกแสงหรือเมื่อผู้ชมเดินผ่าน และระยะที่ 2 ผลงานสร้างสรรค์สร้างลวดลายและรูปทรงต่าง ๆ ด้วยกรวยเช่นเดียวกับระยะที่ 1 แต่ได้นำลูกปัดจริงของเครื่องแต่งกายโนราประกอบเป็นลวดลายผสมผสานอยู่ในผลงานสร้างสรรค์ในชุดหลังนี้ เพื่อสร้างรูปแบบและความเป็นอิสระของรูปทรงให้แตกต่างไปจากเดิม

3. ผลการวิจัย

ผลการศึกษาค้นคว้าข้อมูลและการสร้างสรรค์ผลงาน พบว่า ขบวนการสร้างสรรค์เพื่อให้เกิดจังหวะและความเคลื่อนไหวภายในภาพ ด้วยเทคนิคการจุดจากกรวยให้เกิดเส้น ลวดลาย รูปทรง และสีเส้นที่มีความสดใสเพื่อแสดงถึงเอกลักษณ์ของเครื่องแต่งกายโนรานั้น จำเป็นต้องมีขั้นตอนการใช้สีในขั้นแรกที่เป็นส่วนสำคัญ และการจุดจากกรวยในขั้นตอนที่สองเพื่อกำหนดเส้น ลวดลาย และรูปทรงซ้ำเรียงต่อกัน ประกอบกับวัสดุทางวิทยาศาสตร์ประเภทแวววาว เพื่อสร้างจังหวะการเคลื่อนไหวภายในผลงานให้ใกล้เคียงกับการแสดงโนรา สีเส้นที่มีความสดใสของเครื่องแต่งกายโนราสามารถดึงดูดความสนใจได้ในตัวเอง มีความเคลื่อนไหวอย่างอิสระของเส้นและรูปทรงขณะทำการแสดง ลักษณะการใช้สีประกอบด้วยสีในวรรณะร้อน เช่น สีเหลือง ส้ม-เหลือง ส้ม ส้ม-แดง แดง ม่วง-แดง และชมพู ส่วนวรรณะเย็นประกอบด้วยสีเขียว-เหลือง เขียว น้ำเงิน ฟ้ำ และม่วง โดยสีเหล่านี้เรียงสลับและผสมผสานกันรวมเป็นรูปทรง ซึ่งส่วนใหญ่ไม่ได้ลดค่าของสีลง ยังคงความสดใส การถ่ายทอดให้เป็นผลงานสร้างสรรค์ทางจิตรกรรมนั้น ต้องทำความเข้าใจหลักการใช้สีของเครื่องแต่งกายโนรา เข้าใจลำดับขั้นตอนการทำงาน และยังคงยึดหลักรูปแบบของเครื่องแต่งกายโนราจริง นำมาจัดวางเป็นรูปแบบใหม่ในผลงานจิตรกรรม การประกอบกันของวัสดุทางวิทยาศาสตร์ วัสดุประเภทแวววาว และลูกปัด เมื่อนำมาร้อยเป็นเส้น ลวดลาย และรูปทรงผสมผสานในผลงาน ทำให้ผลงานสร้างสรรค์เกิดมิติของลวดลายและรูปทรง สร้างความสมบูรณ์ภายในภาพ

4. สรุปผล

การวิจัยผลงานสร้างสรรค์ เรื่อง การสร้างสรรค์ผลงานจิตรกรรมร่วมสมัยด้วยวิธีการจุดชุดสีเส้นและลวดลายจากเครื่องแต่งกายโนรา ซึ่งได้แรงบันดาลใจจากศิลปะการแสดงพื้นบ้านของคนในภาคใต้ ปัจจุบัน การแสดงโนรามิให้เห็นและได้รับความนิยมน้อยลงตามลำดับ เนื่องจากวิถีชีวิตของผู้คนเปลี่ยนไป มีวัฒนธรรมและสื่ออื่น ๆ ที่น่าสนใจเข้ามาแทนที่ โดยเฉพาะเด็กและเยาวชนแทบจะไม่รู้จักการแสดงโนรา เครื่องแต่งกายโนราทำด้วยลูกปัดหลากสี มีสีสันสดใส สวยงาม และโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวประกอบด้วยลูกปัดเม็ดเล็ก ๆ เรียงต่อกันเป็นเส้น ลวดลาย และรูปทรงต่าง ๆ ที่มีความเป็นอิสระ สามารถเคลื่อนไหวได้ตามท่าทางและจังหวะของการแสดง ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงคุณค่าความงามของการแสดงและเครื่องแต่งกายโนราจากสีเส้น ลวดลาย และรูปทรงของเครื่องแต่งกาย จึงนำแรงบันดาลใจดังกล่าวมาสร้างสรรค์ผลงานทางด้านจิตรกรรม จัดวางในรูปแบบใหม่ โดยแสดงออกด้วยสีอะคริลิก และใช้เทคนิคการจุดจากกรวยแทนลูกปัดเม็ดเล็ก ๆ ที่ร้อยเป็นเส้นและลวดลาย ผลงานสร้างสรรค์ทางจิตรกรรมนี้มีลักษณะพื้นผิวใหม่บนผ้าใบที่เกิดจากจุดของกรวยซึ่งเป็นก้อนเล็ก ๆ นูนออกมา และมีการนำวัสดุแวววาวมาผสมผสานเพื่อให้เกิดความรู้สึกถึงความเคลื่อนไหว นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนรู้เทคนิคการจุดสีจากกรวยที่ก่อให้เกิดการพัฒนาในกระบวนการเรียนการสอนแก่นักเรียน นักศึกษา และยังเป็นการส่งเสริมและกระตุ้นให้เด็ก เยาวชน และประชาชนทั่วไปชื่นชมความงดงามของศิลปะเครื่องแต่งกายโนราในรูปแบบทางจิตรกรรม ผลงานในระยะที่ 2 มีการนำวัสดุ โดยเฉพาะลูกปัดจริงจากเครื่องแต่งกายโนรา มาผสมผสานลงในผลงานเพื่อเพิ่มความรู้สึกเคลื่อนไหวให้มากยิ่งขึ้น ในการถ่ายทอดผลงานสร้างสรรค์นี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ

สุนทรียศาสตร์ของจิตรกรรมอิมเพรสชันนิสม์ และผลงานสร้างสรรค์ยังได้รับอิทธิพลในการแสดงออกด้วยเทคนิคการจุดสีจากศิลปิน จอร์จ เซอราต์ (Georges Seurat) เพื่อสร้างความรู้สึกละเอียดอ่อนที่เกิดจากจุดภายในภาพอีกด้วย

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้สร้างสรรค์ ขอขอบพระคุณ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้อุดหนุนงบประมาณในการดำเนินวิจัยสร้างสรรค์ในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

Kear, Jon. (2008). *The Treasure of the impressionists*. London: A Civition of The Carlton Publishing Group.

การพัฒนาชุดทำงานให้นมอ้าไซเคิล

A Development Upcycle Maternity Work Clothes

สุจิตรา ชันทาวารี¹ วิภาดา อัมพนพรณ¹ นีรมล เงินมา¹ พรหมพร รัตนศฤงคาร¹ และมณีรัตน์ คำเพ็ง¹

Suchitra Chanantawaree¹ Wipada Oum phonnaphan¹ Niramom Ngeunma¹

Promptorn Rattanaserngkarn¹ and Maneerat Kampheng¹

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีเสื้อผ้า คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

* Rajamangala University of Technology Phra Nakhon: in faculty of ITFD. Major in Garment Technology.

Tel: 02-6653888 ext 3017

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและตัดเย็บชุดทำงานให้นมอ้าไซเคิล และเพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ต่อชุดทำงานให้นมอ้าไซเคิล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ กลุ่มมารดาให้นม จำนวน 100 คน ใช้สถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการคัดเลือกแบบร่างพบว่า แบบร่างชุดที่ 3 ได้รับการคัดเลือกมากที่สุด รองลงมาคือชุดที่ 2 และชุดที่ 1 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 25 – 30 ปี ทำอาชีพพนักงานบริษัท มีรายได้เฉลี่ย 10,001 - 20,000 บาท และมีบุตร 1 คน ความพึงพอใจต่อชุดทำงานให้นมอ้าไซเคิลมากที่สุดคือชุดที่ 2 รองลงมาคือชุดที่ 3 และชุดที่ 1

คำสำคัญ: อ้าไซเคิล, ชุดทำงานให้นม, เทคนิคการตัดต่อผ้า (Patchwork)

Abstract

This project aims to design and produce upcycled maternity workwear for breastfeeding mothers, as well as to evaluate the satisfaction of the target group regarding the developed garments. The sample group consisted of 100 breastfeeding mothers. Data were analyzed using descriptive statistics, including mean and standard deviation. Among the proposed design drafts, Design 3 received the highest number of selections, followed by Design 2 and Design 1, respectively. The demographic analysis revealed that the majority of participants were aged between 25–30 years, employed as company staff, earned an average income of 10,001–20,000 THB, and had one child. In terms of satisfaction with the upcycled workwear, Design 2 received the highest satisfaction rating, followed by Design 3 and Design 1.

Keywords: upcycle, maternity workwear, patchwork technique

1. บทนำ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและตัดเย็บชุดทำงานให้แก่มอไซเคิล และเพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ต่อชุดทำงานให้แก่มอไซเคิล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ กลุ่มมารดาให้นม จำนวน 100 คน ใช้สถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการคัดเลือกแบบร่างพบว่า แบบร่างชุดที่ 3 ได้รับการคัดเลือกมากที่สุด รองลงมาคือชุดที่ 2 และชุดที่ 1 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 25 – 30 ปี ทำอาชีพพนักงานบริษัท มีรายได้เฉลี่ย 10,001 - 20,000 บาท และมีบุตร 1 คน ความพึงพอใจต่อชุดทำงานให้แก่มอไซเคิลมากที่สุดคือชุดที่ 2 รองลงมาคือชุดที่ 3 และชุดที่ 1

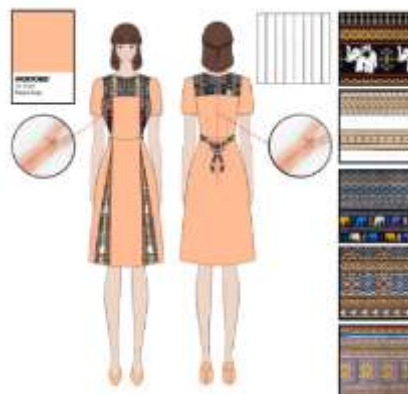
อัพไซเคิล (Upcycle) คือ การใช้วัสดุจากผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ถูกใช้งานแล้วเพื่อสร้างสิ่งใหม่ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะไม่ใช้ผลิตภัณฑ์เดียวกันอีก เป็นการขยายระยะเวลาการใช้งานผลิตภัณฑ์ในรูปแบบที่ต่างออกไปจากเดิม ซึ่งแนวทางดังกล่าวมีความเหมาะสมที่จะนำมาแก้ปัญหาขยะผ้าเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป ซึ่งในแต่ละปีมีปริมาณขยะผ้าเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก ทำให้เศษผ้าเหลือทิ้งดังกล่าววันก็จะเสื่อมสภาพไม่เกิดประโยชน์ ตัวอย่างการนำหลักการอัพไซเคิลมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ได้แก่ กระเป๋าจากเสื้อกันฝน เสื้อแจ็คเก็ต หรือผ้าห่มเบาะรถไฟความเร็วสูงแบบใช้แล้ว หรือ แบรินด์เสื้อผ้า Pound For Long ที่นำผ้าห่มวินเทจ และเสื้อผ้ามือสอง มาออกแบบตัดเย็บเป็นเสื้อและชุดเดรสที่ทำมาจากการนำผ้าเช็ดหน้า ค้างสต็อกมาเย็บต่อกัน เป็นต้น

เทคนิคการตัดต่อผ้า (Patchwork) หรือการนำผ้ามาเย็บต่อกันนั้น ใช้สำหรับตกแต่งเสื้อผ้าหรืองานตัดเย็บต่างๆ เป็นเทคนิคการตัดเย็บอีกชนิดหนึ่งที่ต้องใช้ศิลปะผสมผสาน ในอดีตการต่อผ้าเป็นเพียงการนำเศษผ้ามาต่อกัน เพื่อให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อีก หรือนำผ้ามาต่อกันให้เป็นผ้าผืนใหญ่นิยมนำมาใช้เป็นผ้าห่ม ผ้าคลุมเตียงและเครื่องแต่งกาย แต่ในปัจจุบันการต่อผ้าอย่างมีศิลปะกำลังเป็นที่นิยมของวงการแฟชั่น ยกตัวอย่างเช่น การออกแบบชุดทำงานสตรีด้วยเทคนิคการตัดต่อจากเศษผ้าเพื่อสร้างตราสินค้า และการออกแบบเสื้อผ้าจำลองสตรีด้วยเทคนิคการต่อผ้า

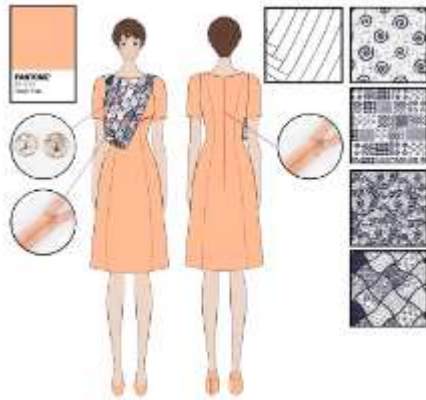
จากที่กล่าวมาข้างต้นคณะผู้จัดทำโครงการทางเทคโนโลยีเสื้อผ้าและการจัดการธุรกิจแฟชั่นจึงมีความสนใจที่จะนำเอาเศษผ้ามาเย็บด้วยเทคนิคการตัดต่อ (Patchwork) เพื่อตกแต่งชุดทำงานให้แก่มอไซเคิล ซึ่งเป็นการนำหลักการอัพไซเคิลมาช่วยลดปัญหา และสร้างคุณค่าให้กับขยะผ้าจากอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป และเพิ่มความสะดวกสบายให้คุณแม่ที่ทำงานนอกบ้านมากยิ่งขึ้น

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

การดำเนินโครงการเริ่มจากการออกแบบชุดทำงานให้แก่มอไซเคิลโดยใช้เทคนิคการตัดต่อผ้า (Patchwork) จากเศษผ้าทอที่เหลือใช้ โดยออกแบบต้นแบบและคำนวณต้นทุนการผลิต จากจำนวน 5 แบบ คัดเลือกเหลือ 3 แบบ



ภาพที่ 1 ต้นทุนการผลิตชุดที่ 1 คือ 1,199 บาท



ภาพที่ 2 ต้นทุนการผลิตชุดที่ 2 คือ 1,399 บาท



ภาพที่ 3 ต้นทุนการผลิตชุดที่ 3 คือ 1,399 บาท

ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินแบบร่างเพื่อคัดเลือกต้นแบบที่เหมาะสมที่สุดจำนวน 3 แบบ เพื่อนำไปตัดเย็บจริง หลังจากนั้นทำการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มมารดาให้นม จำนวน 100 คน ด้วยแบบสอบถามออนไลน์ ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล

3. ผลการวิจัย

การเขียนผลการทดลองและวิจารณ์ผลหรือผลการศึกษาและอภิปรายผลหรือผลการวิจัยและอภิปราย ในวารสารนั้น เทียบกับรายงานฉบับสมบูรณ์ คือ บทที่ 4 ซึ่งควรเสนออย่างชัดเจน ตรงประเด็น เป็นผลที่ค้นพบ โดยลำดับตามหัวข้อที่ศึกษา พร้อมการอภิปรายผล หากผลการทดลองเป็นตาราง ให้อภิปรายตารางนั้นด้วย

ผลการให้คะแนนต้นแบบโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า แบบร่างชุดที่ 3 ได้คะแนนสูงสุด รองลงมาคือชุดที่ 2 และชุดที่ 1 ตามลำดับ เมื่อทำการตัดเย็บชุดจริงแล้วให้กลุ่มมารดาให้นมทดลองสวมใส่และประเมินความพึงพอใจ ผลปรากฏว่า ชุดที่ 2 ได้รับคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุด ($\bar{X}=4.44$, S.D.=0.66) รองลงมาคือชุดที่ 3 ($\bar{X}=4.41$, S.D.=0.68) และชุดที่ 1 ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.65) แสดงให้เห็นว่าทั้ง 3 ชุดได้รับการตอบรับที่ดีจากกลุ่มเป้าหมาย โดยเฉพาะในด้านความสะดวกในการให้นม การออกแบบที่สวยงาม และความรู้สึกในการสวมใส่ในที่ทำงาน

4. สรุปผล

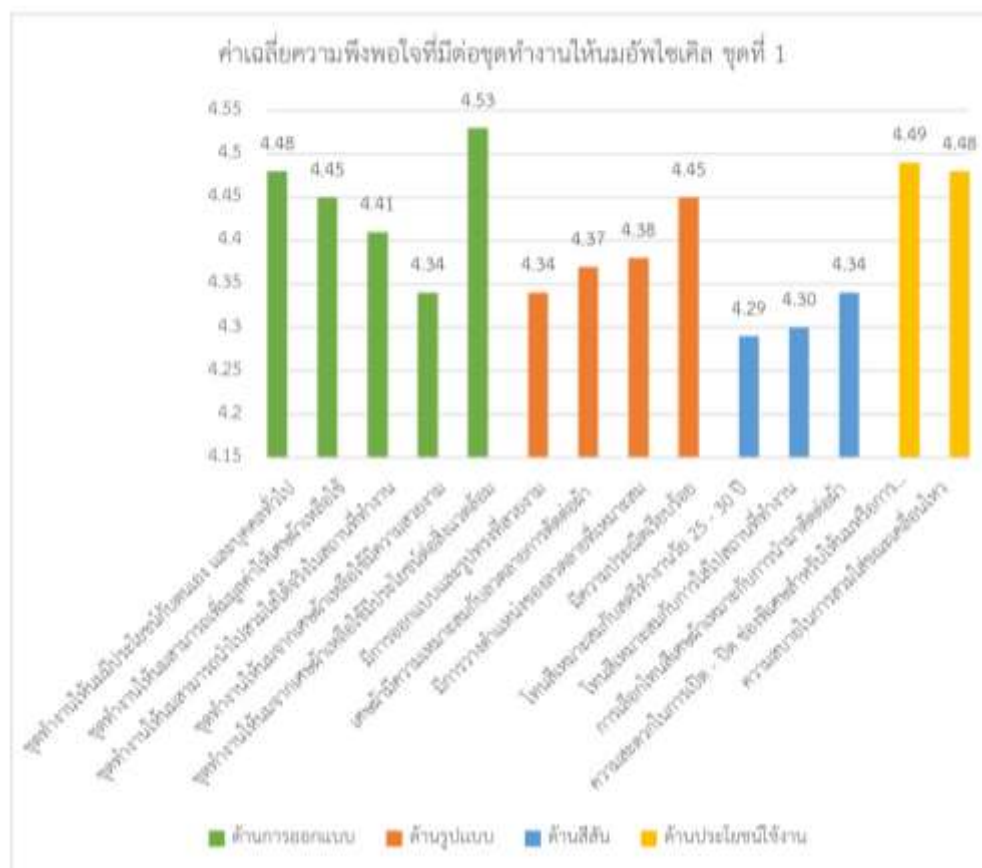
ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อชุดทำงานให้นมอัมไซเคิล

การวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อชุดทำงานให้นมอัมไซเคิลของกลุ่มตัวอย่าง โดยแสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำเสนอในรูปแบบตาราง ความเรียง และแผนภูมิ ดังนี้

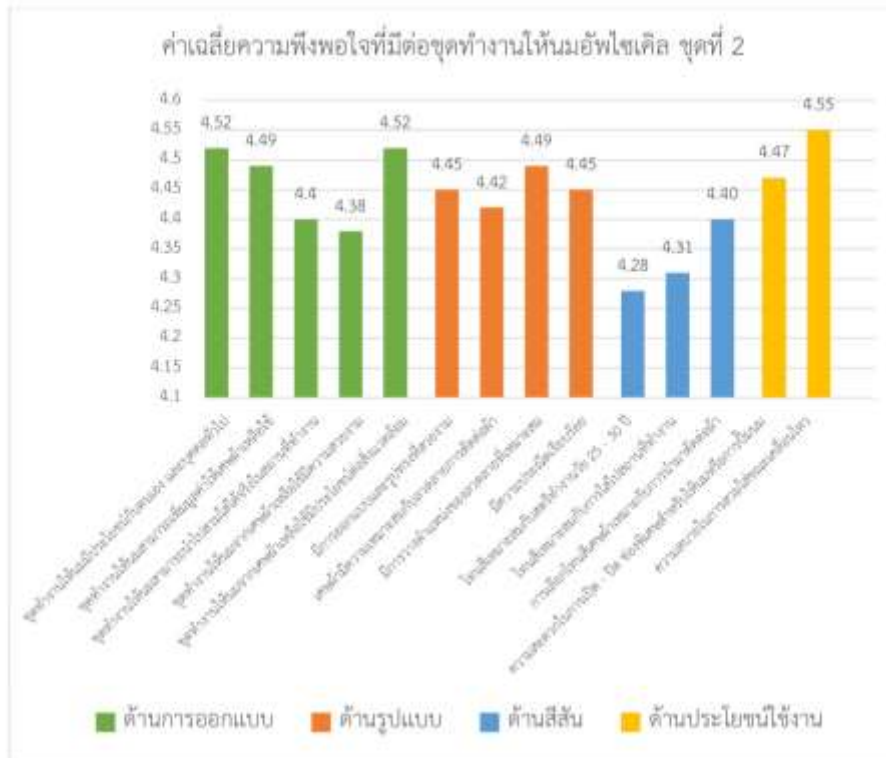
ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดทำงานในลอนอัมไซเคิล ชุดที่ 1

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการออกแบบ			
1. ชุดทำงานให้มีมุมประโยชน์กับตนเอง และบุคคลทั่วไป	4.48	0.64	มาก
2. ชุดทำงานให้เหมาะสมการเพิ่มมูลค่าให้เสื้อผ้าเหลือใช้	4.45	0.62	มาก
3. ชุดทำงานให้เหมาะสมการนำไปสวมใส่ได้จริงในสถานที่ทำงาน	4.41	0.69	มาก
4. ชุดทำงานให้เหมาะกับเสื้อผ้าเหลือใช้มีความสวยงาม	4.34	0.67	มาก
5. ชุดทำงานให้เหมาะกับเสื้อผ้าเหลือใช้มีประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม	4.53	0.66	มากที่สุด
ด้านรูปแบบ			
1. มีการออกแบบ และรูปทรงที่สวยงาม	4.34	0.65	มาก
2. เสื้อผ้ามีความเหมาะสมกับสวดลายการตัดต่อผ้า	4.37	0.66	มาก

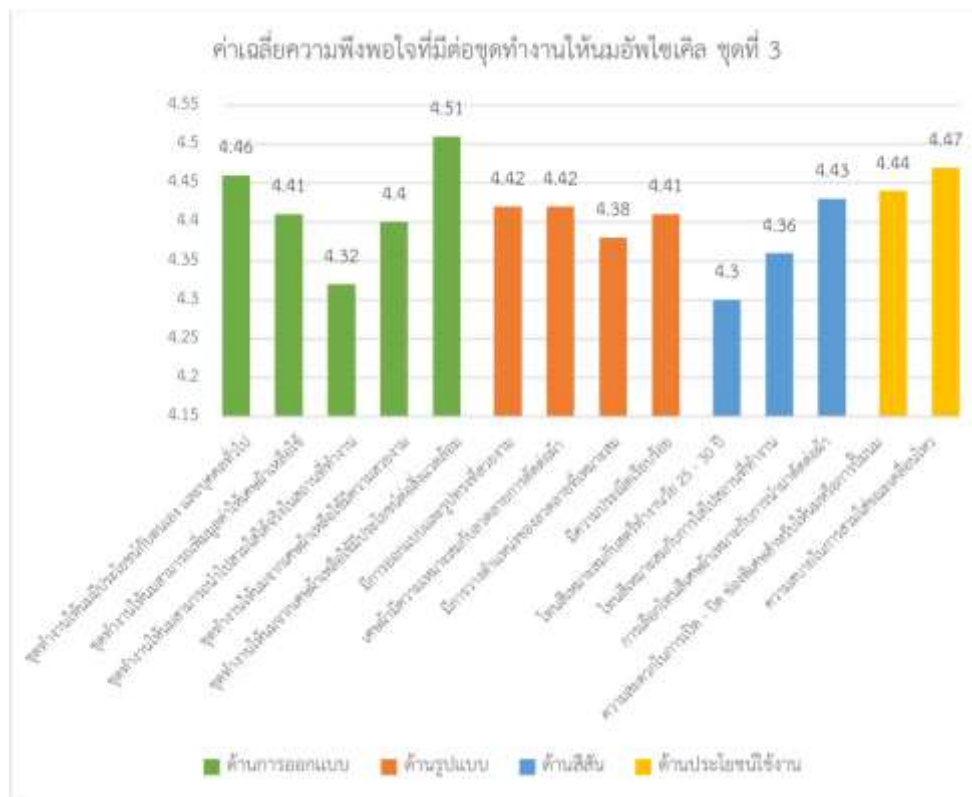
รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
3. มีการวางตำแหน่งของหลอดลายที่เหมาะสม	4.38	0.63	มาก
4. มีความประณีตเรียบร้อย	4.45	0.57	มาก
ด้านสีสันทัน			
1. โทนสีเหมาะสมกับสตรีทำงานวัย 25 - 30 ปี	4.29	0.68	มาก
2. สีสันทันเหมาะสมกับการใส่ไปสถานที่ทำงาน	4.30	0.73	มาก
3. สีสันทันมีความเหมาะสมกับการนำมาตัดต่อผ้า	4.34	0.67	มาก
ด้านประโยชน์ใช้งาน			
1. ความสะดวกในการเปิด - ปิด ช่องพิเศษสำหรับหยิบหรือการใส่เข็ม	4.49	0.61	มาก
2. ความสบายในการสวมใส่ขณะเคลื่อนไหว	4.48	0.59	มาก
รวม	4.40	0.65	มาก



ภาพที่ 1 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อชุดทำงานให้นมอ้าไซเคิล ชุดที่ 1



ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อชุดทำงานให้นมอัสไซเคิล ชุดที่ 2



ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อชุดทำงานให้นมออฟไซเคิล ชุดที่ 3

โครงการนี้สามารถพัฒนาชุดทำงานให้นมที่มีความสะดวก ใช้งานได้ง่าย และตอบสนองความต้องการของมารดาให้นมในวัยทำงาน โดยการนำเทคนิคการตัดต่อผ้าและหลักการอัพไซเคิลมาช่วยลดปริมาณขยะสิ่งทอในอุตสาหกรรมแฟชั่น กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในระดับสูงต่อชุดต้นแบบทั้ง 3 แบบ โดยเฉพาะชุดที่ 2 ซึ่งมีการออกแบบที่ทันสมัย เหมาะสมกับการใช้งานในชีวิตประจำวันและสถานที่ทำงาน

4. สรุปผล

การออกแบบและตัดเย็บชุดทำงานให้นมอัพไซเคิลผู้จัดทำได้ออกแบบไว้ทั้งหมด 5 รูปแบบ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน ได้ให้คะแนนแบบร่างชุดที่ 3 มากที่สุด รองมาเป็นแบบร่างชุดที่ 2 และแบบร่างชุดที่ 4 เพื่อนำไปตัดเย็บเป็นต้นแบบชุดทำงานให้นมอัพไซเคิล โดยกำหนดให้แบบร่างที่ 3 เป็นชุดที่ 1 มีลักษณะชุดเดรสคอเอว คอกลม แขนสั้น มีส่าบบ่าหน้าบ่าหลัง กระโปรงจีบกระทบแทรกผ้าตัดต่อ มีเกล็ดหน้า-หลัง ติดซิปป่อนช่วงหน้าอกเพื่อเป็นช่องพิเศษสำหรับเปิด มีเชือกสำหรับผูกเอว ติดซิปป่อนด้านหลัง มีลายตัดต่อผ้าที่ช่วงส่าบบ่าหน้า-หลัง กระโปรง, และเชือกผูก แบบร่างชุดที่ 2 เป็นชุดที่ 2 มีลักษณะชุดเดรสคอปกมีเกล็ดหน้า-หลัง แขนสั้น มีผ้าปิดด้านหน้าติดกระดุมแปะ 2 เม็ด ที่ไหล่ด้านซ้ายโดยสามารถถอดออกได้ ติดซิปป่อน 2 ตัว ในแนวใต้อกที่เสื้อด้านหน้าเพื่อเป็นช่องพิเศษสำหรับเปิด ติดซิปป่อนด้านหลัง มีลายตัดต่อผ้าที่ผ้าปิดเสื้อด้านหน้าและแบบร่างชุดที่ 4 เป็นชุดเดรสปกคออวมีเกล็ดหน้า - หลัง ติดซิปป่อนช่วงอกเพื่อเป็นช่องสำหรับเปิด แขนสั้นพองล่างมีขอบแขน มีส่าบเสื้อ และติดกระดุม 7 เม็ด มีลายตัดต่อผ้าที่ปกคออว ขอบแขน และส่าบเสื้อ เมื่อผ่านการคัดเลือกโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วจึงนำไปสร้างแบบตัดและตัดเย็บเป็นชุดทำงานให้นมอัพไซเคิล จากนั้นนำผลงานไปสอบถามความพึงพอใจ และความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มอย่างง่ายจำนวน 100 คน โดยมารดาให้นมแบบออนไลน์

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดทำงานให้นมอัพไซเคิล จำแนกตามรูปแบบชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 มีลักษณะชุดเดรสคอเอว คอกลม แขนสั้น มีส่าบบ่าหน้า-บ่าหลัง กระโปรงจีบกระทบแทรกผ้าตัดต่อ มีเกล็ดหน้า-หลัง ติดซิปป่อนช่วงหน้าอกเพื่อเป็นช่องพิเศษสำหรับเปิด มีเชือกสำหรับผูกเอว ติดซิปป่อนด้านหลัง มีลายตัดต่อผ้าที่ช่วงส่าบบ่าหน้า-หลัง กระโปรง, และเชือกผูก ชุดที่ 2 มีลักษณะชุดเดรสคอปกมีเกล็ดหน้า-หลัง แขนสั้น มีผ้าปิดด้านหน้าติดกระดุมแปะ 2 เม็ด ที่ไหล่ด้านซ้ายโดยสามารถถอดออกได้ ติดซิปป่อน 2 ตัว ในแนวใต้อกที่เสื้อด้านหน้าเพื่อเป็นช่องพิเศษสำหรับเปิด ติดซิปป่อนด้านหลัง มีลายตัดต่อผ้าที่ผ้าปิดเสื้อด้านหน้า และชุดที่ 3 มีลักษณะชุดเดรสปกคออวมีเกล็ดหน้า-หลัง ติดซิปป่อนช่วงอกเพื่อเป็นช่องสำหรับเปิด แขนสั้นพองล่างมีขอบแขน มีส่าบเสื้อ และติดกระดุม 7 เม็ด มีลายตัดต่อผ้าที่ปกคออวขอบแขน และส่าบเสื้อ ความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายชุด ชุดที่ได้รับความนิยมมากที่สุด 2 อันดับแรก ได้แก่ ชุดที่ 2 มีค่าเฉลี่ยคะแนน 4.44 รองลงมา คือ ชุดที่ 3 มีค่าเฉลี่ยคะแนน 4.41 และชุดที่ 1 มีค่าเฉลี่ยคะแนน 4.40

5. เอกสารอ้างอิง

กรมการส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. (2562). แฟชั่นกับเศษผ้า: การ Upcycle สู่มูลค่าใหม่. กรุงเทพฯ: กระทรวงพาณิชย์.

กรรณิการ์ วิจิตรสุนทร และคณะ. (2557). การเลี้ยงลูกด้วยนมแม่. พิมพ์ครั้งที่ 5. ฟรี-วัน, กรุงเทพฯ

กรีนเน็ตเวิร์คไทยแลนด์. (2562). โครงการส่งเสริมการ Upcycle ในธุรกิจแฟชั่นไทย. สืบค้นจาก

<https://www.greennetworkthailand.com>

กัญจนพร ทองคำ และ กาญดา รุ่งเรือง. (2555). เทคนิคการต่อผ้าเพื่อสร้างมูลค่าในงานออกแบบ. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, 8(2), 45-52.

กัญจนพร สะอาดโอษฐ์ และ กาญดา แสงทองล้วน. (2555). การออกแบบชุดทำงานสตรีด้วยเทคนิคการตัดต่อจากเศษผ้าเพื่อสร้างตราสินค้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาคหกรรมศาสตร์). คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

เกวลิน ศรีสุวรรณ. (2566). การออกแบบแฟชั่นเพื่อความยั่งยืน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วิทย์พัฒน์.

ความหมายของผ้า. (2566). เข้าถึงได้จาก <https://th.wikipedia.org>, 9 มกราคม 2567.

เครื่องปั๊มมจำเป็นหรือไม่ ? เหมาะกับท่านแม่แบบไหน ? . (2566). เข้าถึงได้จาก: <https://matchon.co.th>, 20 มกราคม 2567.

โครงสร้างของผ้า. (2564). เข้าถึงได้จาก <https://slthaitextile.com>, 9 มกราคม 2567.

จิตราพี ขวาลาวันย์. (2554). ตัดเย็บเสื้อผ้าสตรี. พิมพ์ครั้งที่ 3. โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

จุฑาทิพ รัตนะนราพันธุ์. (2554). การตกแต่งเสื้อผ้า. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก <http://weconnectfashion.com/> 30 มกราคม 2567.

ธราวัลย์ พชรครุگانนท์. (2557). การออกแบบเสื้อผ้าจำลองสตรีด้วยเทคนิคการต่อผ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. (ภาควิชาคหกรรมศาสตร์). คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม

Development of Learning Activities using Gamification in Research for Learning Development Subjects for Industrial Teacher Students

รุ่งอรุณ พรเจริญ^{1*} ปราโมทย์ วีรานุกุล¹ และจริยา เอียบสกุล²

Rungaroon Porncharoen^{1*} Pramot Weeranukul² Jariya Eabskul³

¹ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

¹ Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology PhrNakhon

² สถาบันอาชีวศึกษาภาคใต้ 2 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

² Southern Vocational Education Institute 2, Office of the Vocational Education Commission

* E-Mail: Rungaroon.s@rmutp.ac.th, Tel: 0846807894

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 26 คน ได้มาจากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.78/81.92 2) นักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และ 3) นักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรมมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.27, $S.D.$ =0.78)

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้, เกมมิฟิเคชัน, ครูช่างอุตสาหกรรม

Abstract

This research aimed to 1) develop learning activities with gamification in the research subject for learning development for industrial teacher students, 2) compare the learning achievement between before and after learning with gamification learning activities, and 3) study the satisfaction of students who learned with gamification learning activities in groups. The sample group consisted of 26 industrial education students, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, who registered for the research course for learning development in the second semester of the academic year 2024, obtained from cluster random sampling. The research instruments consisted of 1) a gamification learning activity plan, 2) an achievement test for the learning development research subject, and 3) a questionnaire on satisfaction with learning activities. The statistics used in data analysis were percentage, mean, standard deviation and t-test. The research results found that 1) the learning activities with gamification were effective at 84.78/81.92, 2) the industrial vocational teacher students had higher learning achievement after learning than before learning at a statistical significance level of .05, and 3) the industrial vocational teacher students had high satisfaction with the learning activities with gamification ($\bar{X}$ =4.27, $S.D.$ =0.78).

Keywords: Learning Activities, Gamification, Industrial Teacher Students

1. บทนำ

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรมระดับปริญญาตรีมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสร้างครูช่างที่มีคุณภาพและสามารถผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ ทักษะ และเจตคติที่พร้อมรับมือกับความท้าทายของโลกการทำงานในอนาคต สมรรถนะสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานและสังคมยุคปัจจุบัน การเรียนการสอนแบบเดิม ๆ ที่เน้นการบรรยาย ทฤษฎีเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพออีกต่อไป จำเป็นต้องมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered learning) ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) และบูรณาการเทคโนโลยี (Technology integration) เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักศึกษาครูให้มีความพร้อมในการปฏิบัติงานจริง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560)

กระบวนการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรมระดับปริญญาตรี จึงควรมุ่งเน้นการสร้างกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม และการสื่อสาร รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ากับการเรียนการสอน นอกจากนี้ กิจกรรมการเรียนรู้ต้องสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพและสามารถตอบสนองต่อความต้องการของสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักศึกษาตามหลักสูตร

รายวิชา "วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้" ถือเป็นหัวใจสำคัญในการสร้างพื้นฐานความรู้และกระบวนการวิจัย แต่การเรียนการสอนในรายวิชานี้มักเผชิญกับความท้าทายในการดึงดูดความสนใจและกระตุ้นการมีส่วนร่วมของนักศึกษาอย่างเต็มที่ ซึ่งมีผลลัพธ์การเรียนรู้ที่เน้นให้นักศึกษามีความรู้ความสามารถครบถ้วนทั้งด้านวิชาการและทักษะวิชาชีพครู ประกอบด้วย: 1) คุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพ 2) ความรู้ความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎี และแนวทางการศึกษา 3) ทักษะการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย 4) ทักษะการวิจัยและนวัตกรรม 5) ทักษะการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน 6) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหา 7) ความเข้าใจในศาสตร์พระราชา และ 8) ความรู้ความเข้าใจเชิงตัวเลขและสถิติ โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อพัฒนานตนเอง ผู้เรียน และชุมชนอย่างยั่งยืน (สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน, 2567) จึงทำให้นื่องานนี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการวิจัยที่มีขั้นตอนและแนวคิดที่ค่อนข้างซับซ้อน ผู้เรียนจึงขาดความเข้าใจในขั้นตอนต่าง ๆ เช่น การกำหนดปัญหาการวิจัย การสร้างสมมติฐาน การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการตีความผล ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้อง และอาจเกิดความสับสนระหว่างแนวคิดต่าง ๆ อีกทั้งเนื้อหาที่มีความซับซ้อนและต้องการความพยายาม ผู้เรียนบางคนอาจขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้ ส่งผลให้การเรียนรู้ไม่เกิดประสิทธิภาพ การเรียนแบบท่องจำแทนการทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ควรเน้นความเข้าใจง่าย การเชื่อมโยงทฤษฎีกับตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม การใช้สื่อที่หลากหลาย เช่น วิดีโอ ภาพเคลื่อนไหว แบบจำลอง และเกม เพื่อเพิ่มความน่าสนใจและความเข้าใจ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชันที่เน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียน การให้รางวัล และการแข่งขันในเชิงสร้างสรรค์ เป็นการกระตุ้นแรงจูงใจและส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึกและมีการประเมินผลอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้นักศึกษาที่มีความสนใจที่จะพัฒนาการเรียนรู้อยู่ด้วยเกมมิฟิเคชัน (Gamification) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม โดยนำเทคนิคและกลไกของเกมมาประยุกต์ใช้ เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่สนุกสนาน ท้าทาย และส่งเสริมการพัฒนาสมรรถนะด้านการวิจัยอย่างเป็นรูปธรรม การศึกษาครั้งนี้คาดว่าจะนำเสนอแบบจำลองกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถนำไปปรับใช้และประยุกต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อยกระดับคุณภาพการเรียนการสอนรายวิชา วิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ และผลิตบัณฑิตที่มีความพร้อมในการเป็นครูช่างอุตสาหกรรมคุณภาพสูงต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อพัฒนาการเรียนรู้อยู่ด้วยเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม

2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม

3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 269 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 26 คน ได้มาจากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล และสาขาวิชาอุตสาหกรรม (4 ปี) (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2562) รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ ประกอบด้วย 1) บทนำสู่การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ 2) การวิเคราะห์ปัญหาการเรียนรู้ 3) กระบวนการวิจัยเชิงปริมาณ 4) กระบวนการวิจัยเชิงคุณภาพ 5) การเลือกวิธีการวิจัยที่เหมาะสม และ 6) การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ ซึ่งได้นำเอาองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันเชิงโครงสร้าง ได้แก่ เป้าหมาย กฎและกติกา ระบบคะแนน ระบบการแข่งขัน ระบบติดตามและรายงานความก้าวหน้าของความสำเร็จ ความสำเร็จ และรางวัล มาประยุกต์เข้ากับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ

3) แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดและประเมินผล มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนลิเคิร์ต ตัวเลือก 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

2.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือการวิจัย มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน ประกอบด้วย 4 กิจกรรม ได้แก่

1.1) การให้ความรู้ เนื้อหาในรายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ที่มีสาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในรายวิชา จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ ประกอบด้วย 1) บทนำสู่การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ 2) การวิเคราะห์ปัญหาการเรียนรู้ 3) กระบวนการวิจัยเชิงปริมาณ 4) กระบวนการวิจัยเชิงคุณภาพ 5) การเลือกวิธีการวิจัยที่เหมาะสม และ 6) การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ ใช้เวลาในแต่ละสัปดาห์ จำนวน 2 ชั่วโมง

1.2) การจัดกิจกรรมให้นักศึกษาแบ่งกลุ่มในการทำงานเป็นทีม โดยใช้เนื้อหาที่เรียนมาเป็นพื้นฐานในการเล่นเกมแต่ละสัปดาห์ โดยใช้เวลาสัปดาห์ละ 30 นาที ซึ่งมีคะแนนเก็บสะสมไว้ทุกครั้ง

1.3) การทำข้อสอบ จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ ๆ ละ 15 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เพื่อประเมินความรู้หลังจัดการเรียนการสอนในแอปพลิเคชัน Quizzz

1.4) การแสดงคะแนนเก็บของรายวิชาและบอร์ดผู้นำ โดยผู้สอนจะทำหน้าที่โพสต์ทุกสัปดาห์ก่อนการแข่งขัน และมีกิจกรรมมอบรางวัลสำหรับผู้ได้คะแนนนำ 3 อันดับแรก ในสัปดาห์สุดท้าย

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ คณะผู้วิจัยเริ่มจากการวิเคราะห์การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งได้จากการตารางวิเคราะห์หลักสูตรในการ

ให้นำนักคะแนนความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อให้ได้จำนวนข้อสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาและตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และทำการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 100 ข้อ จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา ผลการประเมินพบว่า ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.66 – 1.00 แสดงว่าข้อสอบแต่ละข้อเป็นตัวแทนของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3) แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรมที่สร้างขึ้น เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามรูปแบบของลิเคิร์ท (Likert's Scale) แบบสอบถามความพึงพอใจแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดและประเมินผล

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน คณะผู้วิจัยเริ่มจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบถามเพื่อนำมากำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตของแบบสอบถามให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระที่เหมาะสม จากนั้นทำการร่างแบบสอบถามขึ้นและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง จำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม ผลการประเมินพบว่า ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามมีค่าอยู่ระหว่าง 0.66 – 1.00 แสดงว่าข้อคำถามแต่ละข้อเป็นตัวแทนของวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม สามารถนำแบบสอบถามความพึงพอใจไปใช้ได้

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ ดังนี้

- 1) วิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อสอบ
- 2) วิเคราะห์หาความยากง่ายและอำนาจจำแนกของข้อสอบ
- 3) วิเคราะห์หาคะแนนเฉลี่ย
- 4) วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ
- 5) วิเคราะห์หาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน

โดยใช้สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษา

3.1.1 ผลการหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม

คณะผู้วิจัยดำเนินการเรียนการสอนตามกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชันจำนวน 6 แผนการเรียนรู้ ให้กับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ลงทะเบียนเรียน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 26 คน และเมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นในแต่ละแผนการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างได้ดำเนินการทำข้อสอบเพื่อกระบวนการเรียนรู้ (E_1) และเมื่อดำเนินการเรียนครบทุกแผนการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างได้ดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้ ดังภาพที่ 1 และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อประเมินผลลัพธ์ (E_2) ดังตารางที่ 1



ภาพที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน

ประสิทธิภาพ	N	คะแนนเต็ม	คะแนนรวมที่ได้	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ
กระบวนการ (E ₁)	26	90	1,984	84.78
ผลลัพธ์ (E ₂)	26	30	639	81.92

จากตารางที่ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.78/81.92 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ 80/80

3.1.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนและเมื่อเรียนทุกแผนการเรียนรู้แล้วได้นำแบบทดสอบชุดเดิมมาวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบอีกครั้ง สามารถเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนและหลังเรียน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

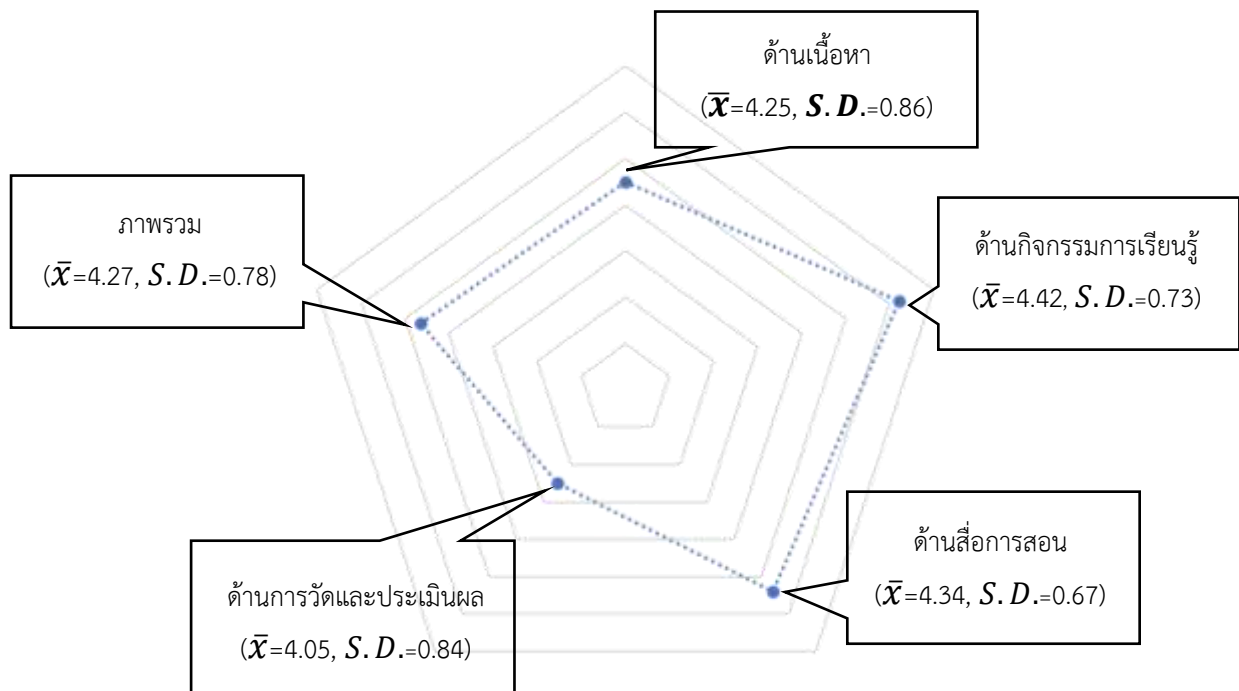
คะแนน	N	$\bar{x}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	26	12.57	18.25	1.70*
หลังเรียน	26	21.69	10.46	

*P<.05

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรมที่พัฒนาขึ้น พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชันที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนค่าเฉลี่ยก่อนเรียน 12.57 คะแนน และหลังเรียน 21.69 คะแนน แสดงให้เห็นว่าคะแนนค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.1.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม

คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรมที่พัฒนาขึ้น หลังจากที่ได้เรียนจบทุกแผนการเรียนรู้ด้วยโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดและประเมินผล ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน

จากภาพที่ 2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัย เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรมที่พัฒนาขึ้น พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย เกมมิฟิเคชัน ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.27, S.D.=0.78$) เมื่อพิจารณาแต่ละรายด้าน พบว่า ทุกด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก เรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ ดังนี้ กิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X}=4.42, S.D.=0.73$) ด้านสื่อการสอน ($\bar{X}=4.34, S.D.=0.67$) ด้านเนื้อหา ($\bar{X}=4.25, S.D.=0.86$) และด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{X}=4.05, S.D.=0.84$)

3.2 อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครู ช่างอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นการออกแบบการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา โดยเฉพาะในสาขาครุศาสตร์ที่มุ่งผลิตครูยุคใหม่ผลจากการพัฒนาพบว่า นักศึกษามีทักษะการแก้ไขปัญหาการเรียนรู้และสร้างสรรค์เพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนและทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น ซึ่งคณะผู้วิจัยขอสรุปอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์การวิจัย ได้ดังนี้

1) ผลการหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครู ช่างอุตสาหกรรม พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.78/81.92 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ 80/80 ทั้งนี้เนื่องจากแนวทางการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมมิฟิเคชันเป็นการแฝงองค์ประกอบเกม (เช่น การให้คะแนนสะสม, ป้ายรางวัล, การแข่งขันเป็นทีม, เนื้อเรื่องในบทเรียน) จำเป็นต้องอาศัยกรอบแนวคิดทางทฤษฎีและการวางแผนอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การเลือกใช้เครื่องมือดิจิทัลสนับสนุน การกำหนดโครงเรื่อง (narrative) ของเกม ไปจนถึงการเชื่อมโยงกิจกรรมกับเนื้อหาการเรียนรู้จริง (ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล, 2561) ซึ่งเป็นแนวทางที่ช่วยให้นักศึกษาเกิดแรงกระตุ้นความสนใจในการเรียนทำให้ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Diaz และ Estoque-Loñez (2024) ซึ่งรวบรวมผลการวิจัยเชิงทดลองกว่า 15 ชิ้น พบว่าการใช้เกมมิฟิเคชันส่งผลเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างชัดเจน โดยมีขนาดอิทธิพลโดยรวมสูง (Hedges' $g \approx 1.30$) และที่สำคัญคือ ทุกการศึกษา ที่อยู่ในการวิเคราะห์พบผลบวกต่อคะแนนการเรียนรู้ทั้งสิ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lampropoulos และ Sidiropoulos (2024) ที่เปรียบเทียบผลการเรียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยกว่า 1,000 คนในสาม

รูปแบบการสอน (ออนไลน์, ชั้นเรียนปกติ, และชั้นเรียนที่ใช้เกมมิฟิเคชัน) ตลอดช่วง 3 ปี พบว่า กลุ่มที่เรียนรู้ผ่านกิจกรรมแบบเกมมิฟิเคชันทำผลการเรียนได้ดีกว่าทั้งกลุ่มเรียนออนไลน์และกลุ่มเรียนแบบดั้งเดิมอย่างชัดเจนในหลายมิติ เช่น มีอัตราการสอบผ่านรายวิชาสูงกว่ากลุ่มอื่น ~14%, สัดส่วนผู้ได้คะแนนระดับดีเยี่ยมสูงกว่ากลุ่มอื่นมาก (สูงกว่า 70–122%) และมีคะแนนเฉลี่ยรายวิชาสูงกว่ากลุ่มอื่น ~17–25% โดยเห็นว่ากิจกรรมเกมช่วยส่งเสริมผลการเรียนรู้ เพิ่มทั้งแรงจูงใจภายในและแรงจูงใจภายนอก และทำให้กระบวนการเรียนรู้ “สนุก” และตรงกับความต้องการพื้นฐานทางจิตวิทยาของผู้เรียน (เช่น ความรู้สึกมีอิสระในการเรียน ความรู้สึกมีความสามารถ และการมีส่วนร่วมกับผู้อื่น) มากขึ้นกว่าการเรียนรูปแบบเดิม

2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม พบว่า นักศึกษาที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชันที่พัฒนาขึ้น คะแนนค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการนำเกมมิฟิเคชันมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้สามารถส่งเสริมและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในรายวิชานี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากกลไกของเกมมิฟิเคชัน เช่น คะแนน (points), ป้ายรางวัล (badges), กระดานผู้นำ (leaderboards), และภารกิจที่ท้าทาย (challenges) สามารถกระตุ้นความสนใจ ความกระตือรือร้น และแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี การที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อาจเป็นผลมาจากปัจจัยหลายประการที่เกิดจากการใช้เกมมิฟิเคชัน (Junard, P. D., 2024) ได้แก่ การมีส่วนร่วมที่เพิ่มขึ้นที่ช่วยเปลี่ยนบรรยากาศการเรียนรู้ให้มีความสนุกสนานและน่าสนใจมากขึ้นส่งผลให้นักศึกษามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น ทั้งในด้านการคิด การปฏิบัติ และการแก้ปัญหา ส่งผลต่อแรงจูงใจภายในที่สูงขึ้น ซึ่งองค์ประกอบของเกม เช่น ความท้าทาย การแข่งขัน และรางวัล สามารถกระตุ้นแรงจูงใจภายในของนักศึกษา ทำให้พวกเขามีความมุ่งมั่นในการเรียนรู้และพยายามทำความเข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น และมีการได้รับข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) แก่ผู้เรียนอย่างทันที ซึ่งช่วยให้นักศึกษาทราบจุดแข็งและจุดที่ควรพัฒนาของตนเอง และสามารถปรับปรุงการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม นักศึกษาจึงเกิดการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ เพราะกิจกรรมในเกมมิฟิเคชันมักส่งเสริมให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและช่วยให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังสนับสนุนแนวคิดที่ว่า การนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ สามารถช่วยพัฒนาคุณภาพการศึกษาและส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ (เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ และอรรถพร วงษ์ประดิษฐ์, 2568) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของการเรียนรู้ในสาขาวิชาชีพครูช่างอุตสาหกรรม ซึ่งต้องการให้นักศึกษามีความรู้ความสามารถทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ การใช้เกมมิฟิเคชันสามารถบูรณาการทั้งสองด้านได้อย่างลงตัว

3) ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมมิฟิเคชัน รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมมิฟิเคชัน ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจากนักศึกษาแสดงความเห็นเชิงบวกต่อทั้งวิธีการสอนที่แปลกใหม่และความสนุกที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับแนวโน้มจากงานวิจัยนานาชาติข้างต้นว่าการออกแบบเกมมิฟิเคชันควรคำนึงถึงการสร้างองค์ประกอบที่กระตุ้นการมีปฏิสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมทางสังคม ระหว่างผู้เรียน เช่น การแข่งขันหรือความร่วมมือในกิจกรรมกลุ่มควบคู่ไปกับการมุ่งสร้างความสนุกสนานส่วนบุคคล เพื่อให้บรรลุผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในด้านความพึงพอใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการเรียนรู้ (Torrado Cespón, M., & Bárcena Toyos, P., 2025) สอดคล้องกับงานวิจัยของสมฤทัย ฤทธิสมบูรณ์ และปาริชาติ ประเสริฐสังข์ (2567) ที่นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชัน ซึ่งครูแสดงความเป็นกันเองกับนักเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่บรรยากาศในห้องเรียนเป็นกันเอง จึงเป็นส่วนสำคัญที่กระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนและมีความสุขกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเอง มีความกระตือรือร้น มีความสนใจเพื่อความสำเร็จของงานและที่สำคัญที่สุดคือ นักเรียนรู้สึกภูมิใจมากเมื่อตอบคำถามได้และทำให้กลุ่มของตนเองได้คะแนนสูงที่สุดเพราะครูคอยกระตุ้น เสริมแรง ให้รางวัลเมื่อมีคะแนนสะสมสูงสุด เพื่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน ประกอบกับการพัฒนาความสามารถการคิดเชิงคำนวณ แสดงให้เห็นได้ว่าเกมมิฟิเคชันไม่เพียงช่วยให้ผู้เรียนเรียนดีขึ้น แต่ยังทำให้ผู้เรียน “มีความสุขกับการเรียน” มากขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมคุณภาพการเรียนรู้อย่างยิ่งในระยะยาว และสอดคล้องกับงานวิจัยของ เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ และอรรถพร

วงศ์ประดิษฐ์ (2568) พบว่า การสร้างนวัตกรรมการเรียนการสอนเชิงสร้างสรรค์ (Creative Instructional Innovations) จัดเป็นส่วนประกอบของการทำงาน (Operating Component) รวมทั้งเป็นการรับเอาความคิดใหม่มาใช้เพื่อสร้างนวัตกรรมด้านกระบวนการ (Process innovations) ถือเป็นผลที่สืบเนื่องมาจากความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการกระทำให้เกิดขึ้น กระบวนการสร้างสรรค์หรือการผลิตนั้น เป็นการดัดแปลงหรือประยุกต์หลักการหรือวิธีการอย่างหนึ่งไปใช้ในการแก้ไขปัญหา เพื่อสร้างให้เกิดผลผลิตต่าง ๆ กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ Active Learning ร่วมกับการใช้เกมมิฟิเคชันมาทำการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีความสนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมากขึ้น

4. เอกสารอ้างอิง

- ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล. (2561). *เกมมิฟิเคชันเล่นให้เป็นเกม*. สืบค้น 26 กุมภาพันธ์ 2567, จาก <https://www.scimath.org/article-technology/item/8669-2018-09-11-08-06-48>
- สมฤทัย ถิตย์สมบูรณ์ และปาริชาติ ประเสริฐสังข์. (2567). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) โดยใช้เกมมิฟิเคชัน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสาร มจร อุบลปริทรรศน์*, 9(3), 2347-2358.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579*. บริษัท พรักหวานกราฟฟิค จำกัด, กรุงเทพมหานคร.
- สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน. (2567). มคอ. 3 รายวิชาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อัตนศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิต. *ระบบงานทะเบียน*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ และอรรคมพร วงษ์ประดิษฐ์. (2568). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ด้วยการเล่าเรื่องดิจิทัลร่วมกับเกมมิฟิเคชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถการสร้างนวัตกรรมการเรียนการสอนของนักศึกษาครู. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 8(25), 87-101.
- Diaz, A.F. & Estoque-Loñez, H. (2024). A meta-analysis on the effectiveness of gamification on student learning achievement. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST)*, 12(5), 1236-1253. <https://doi.org/10.46328/ijemst.4185>
- Junard, P. D. (2024). The impact of educational gamification on student learning outcomes. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 8(10), 477-487. <https://dx.doi.org/10.47772/IJRISS.2024.8100040>
- Lampropoulos, G., & Sidiropoulos, A. (2024). Impact of Gamification on Students' Learning Outcomes and Academic Performance: A Longitudinal Study Comparing Online, Traditional, and Gamified Learning. *Education Sciences*, 14(4), 367. <https://doi.org/10.3390/educsci14040367>
- Torrado Cespón, M., & Bárcena Toyos, P. (2025). An example of gamification for pre-service teachers in online higher education: Methods, tools, and purpose. *Digital Education Review*, (46), 1-14. <https://doi.org/10.1344/der.2025.46.1-14>

**อิทธิพลของการบริหารจัดการองค์กรตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายใน
ตามแนวทางของ COSO:2013 ต่อประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยงาน: กรณีศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง**

**The Effect of Organizational Management Based on Internal Control Standard Elements
According to COSO:2013 Guidelines on the Performance of the Organization: A Case
Study of Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang Campus**

**จารุวรรณ ชูประสิทธิ์, กัญญิกา กิ่งเกาะยาว และ นิรมล คงชู
Jaruwan Chuprasit, Gunyiga Kingkhoyaw and Niramom Kongchu**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

Rajamangala University of Technology Srivijaya Trang Campus

* E-mail: Jaruwan.c@rmutsv.ac.th Tel. 0841870848

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอิทธิพลและแนวทางการพัฒนาการบริหารจัดการองค์กรตาม องค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 ต่อประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยงาน: กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้บริหาร อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัย จำนวน 238 คน การเก็บข้อมูลเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนค่า ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยวิธีการหาค่า IOC เท่ากับ 1.00 ค่าความเชื่อมั่น 0.95 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product moment Correlation efficient) ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ผลการวิจัยพบว่า 1) อิทธิพลของการบริหารจัดการตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.05 ทุกด้าน ซึ่งประกอบด้วย 1) ด้านสภาพแวดล้อมการควบคุม 2) ด้านการประเมินความเสี่ยง 3) ด้านกิจกรรมการควบคุม 4) ด้านสารสนเทศและการสื่อสาร 5) ด้านกิจกรรมติดตามผล ด้านกิจกรรมติดตามผลมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพการทำงานและมีอิทธิพลมากที่สุด แนวทางและการพัฒนาการบริหารจัดการองค์กรตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 ซึ่งประกอบด้วย 1) ด้านสภาพแวดล้อมการควบคุมต้องกำหนดโครงสร้าง แนวทางการปฏิบัติที่ชัดเจน กำหนดเป้าหมายตัวชี้วัด และการสร้างแรงจูงใจ 2) ด้านการประเมินความเสี่ยงต้องมีการประเมินความเสี่ยงครอบคลุมทุกภารกิจ 3) ด้านกิจกรรมการควบคุมต้องกำหนดให้มีกิจกรรมควบคุมในแผนงาน 4) ด้านสารสนเทศและการสื่อสารต้องมีช่องทางแสดงความคิดเห็นของบุคคลภายนอกต่อเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน 5) ด้านกิจกรรมการติดตามผลต้องมีการรายงานผลการปฏิบัติงาน การติดตามผล การทบทวนแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

คำสำคัญ: การบริหารจัดการองค์กร, การควบคุมภายใน, ประสิทธิภาพการทำงาน

Abstract

This research aimed to study the influence and development guidelines for organizational management according to the internal control standard components according to the COSO:2013 guidelines on the efficiency of the organization's work: a case study of Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang Campus. The population used in the research was 238 executives, lecturers, and staff of the university. Data collection was a questionnaire with an evaluation scale. The content validity by IOC method was 1.00 and the reliability was 0.95. The statistics used for data analysis were percentage, mean, standard deviation, Pearson's product moment Correlation efficient, and Multiple Regression Analysis. The results of the research found that 1) the influence of management according to the internal control standard components according to the COSO:2013 guidelines were at a high level, with an average value of 4.05 in all aspects, consisting of 1) control environment, 2) risk assessment, 3) control activities, 4) information and communication, and 5) follow-up activities. Follow-up activities had a positive influence on work efficiency and had the highest influence. Guidelines and development of organizational management according to the internal control standard components according to the COSO:2013 guidelines, which consist of 1) Control environment must define the structure, clear guidelines, set targets, indicators and create motivation. 2) Risk assessment must include risk assessment covering all missions. 3) Control activities must specify control activities in the department. 4) Information and communication must have channels for external persons to express opinions to the operating staff. 5) Monitoring activities must report on performance, follow-up and review and correct according to suggestions.

Keywords: Organization Management, Internal control, Performance

1. บทนำ

ตามที่ได้มีการตราพระราชบัญญัติวินัยการเงินการคลังของรัฐพ.ศ.2561 ให้มีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 20 เมษายน 2561 โดยมาตรา 79 บัญญัติให้หน่วยงานของรัฐจัดให้มีการตรวจสอบภายใน การควบคุมภายใน และการบริหารจัดการความเสี่ยง โดยถือปฏิบัติตามมาตรฐานและหลักเกณฑ์ที่กระทรวงการคลังกำหนด นั้น ส่งผลให้การดำเนินงานการควบคุมภายในของส่วนราชการตามระเบียบคณะกรรมการตรวจเงินแผ่นดินว่าด้วยการกำหนดมาตรฐานการควบคุมภายในพ.ศ.2544 ซึ่งกำหนดตามมาตรฐานสากลของ The Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission: COSO:1992 สิ้นสุดลง ต่อมากระทรวงการคลังได้กำหนดหลักเกณฑ์กระทรวงการคลังว่าด้วยมาตรฐานและหลักเกณฑ์ปฏิบัติการควบคุมภายในสำหรับหน่วยงานของรัฐพ.ศ.2561 แจกตามหนังสือกระทรวงการคลัง ด่วนมากที่ กค 0409.3/ ว 105 ลงวันที่ 5 ตุลาคม 2561 โดยมาตรฐานการควบคุมภายในสำหรับหน่วยงานของรัฐ ดังกล่าว จัดทำขึ้นตามมาตรฐานสากลของ COSO :2013 ซึ่งปรับให้เหมาะสมกับบริบทของระบบการบริหารราชการแผ่นดิน ส่งผลให้มีการปรับกรอบแนวคิด วิธีการ ตลอดจนแบบในการรายงานที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมภายใน

มหาวิทยาลัยภายใต้การกำกับดูแลของรัฐ ต้องตระหนักถึงความสำคัญของการดำเนินงานการควบคุมภายใน สร้างความมั่นใจว่าการปฏิบัติงานของมหาวิทยาลัยมีการดำเนินการควบคุมภายในที่เหมาะสม สอดคล้อง กับหลักการกำกับดูแลกิจการที่ดี มีการติดตามการดำเนินงานการควบคุมภายใน เป็นไปตามภารกิจบรรลุเป้าหมาย ตามวัตถุประสงค์ เกิดประสิทธิภาพ ตามมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 ทั้ง 5 ด้าน คือ 1) ด้านสภาพแวดล้อมการควบคุม 2) ด้านการประเมินความเสี่ยง 3) ด้านกิจกรรมการควบคุม 4) ด้านสารสนเทศและการสื่อสาร และ 5) ด้านกิจกรรมการติดตาม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งประกอบด้วย 4 ด้าน คือ 1) ด้านคุณภาพของงาน 2) ด้านปริมาณของงาน 3) ด้านเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน และ 4) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ส่งผลกับประสิทธิภาพการทำงาน อรญา เห่งศิลา (2562)

จากความสำคัญและเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยและคณะมีความประสงค์ต้องการศึกษาอิทธิพลและหาแนวทางการพัฒนาการบริหารจัดการองค์กรตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 ต่อประสิทธิภาพการทำงาน มาปรับปรุงกระบวนการปฏิบัติงานตามภารกิจ หน้าที่ และความรับผิดชอบ ของผู้ปฏิบัติงาน และผู้บริหาร ให้หน่วยงานบรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมาย เกิดประสิทธิภาพการทำงาน จึงจำเป็นอย่างยิ่งในการศึกษาวิจัยอิทธิพลของการบริหารจัดการองค์กรตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 ต่อประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยงาน: กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ในครั้งนี้

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อศึกษาอิทธิพลของการบริหารจัดการองค์กรตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 ต่อประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

2) เพื่อศึกษาแนวทางและการพัฒนาการบริหารจัดการองค์กรตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

1.2 แนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับการควบคุมภายใน

ระบบการควบคุมภายในเป็นเครื่องมือสำคัญของผู้บริหารทุกระดับในการพัฒนาคุณภาพในการทำงานเป็นกระบวนการที่ผู้บริหาร และบุคลากรของหน่วยงานร่วมกันวิเคราะห์ และวางแผนในการดำเนินงานให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพการควบคุมภายในเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการบริหารองค์กร เนื่องจากเมื่อองค์กรขยายใหญ่ขึ้นผู้บริหารไม่สามารถดูแลการบริหารงานได้อย่างทั่วถึง จึงจำเป็นต้องมีระบบการควบคุมภายในขึ้น ซึ่งไม่ใช่หมายถึงการควบคุมภายในเฉพาะด้านบัญชีและการเงินเท่านั้น ยังครอบคลุมถึงการควบคุมภายในด้านการบริหารและการควบคุมภายในด้านการปฏิบัติงานในทุก ๆ หน่วย และทุก ๆ กระบวนการของการดำเนินงานด้วย คณะกรรมการตรวจเงินแผ่นดิน (2544:1)

1.3 แนวคิดเกี่ยวกับประสิทธิภาพ การวัดประสิทธิภาพการปฏิบัติงานมีบทบาทสำคัญต่อการบริหารหน่วยงาน เนื่องจากหน่วยงานต้องมีการแข่งขันอยู่ตลอดเวลา อีกทั้งยังมีทรัพยากรอย่างจำกัด ด้วยเหตุนี้การดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพจึงสามารถลดความสิ้นเปลืองในการใช้ทรัพยากรต่างๆ ได้

1.4 ประเมินองค์ประกอบของมาตรการควบคุมภายในของมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ Committee of Sponsoring Organization of the Treadway Commission (COSO:2013) มีองค์ประกอบ 5 ด้าน มีดังนี้

- 1) สภาพแวดล้อมการควบคุม (Control Environment)
- 2) การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)
- 3) กิจกรรมการควบคุม (Control Activities)
- 4) ข้อมูลสารสนเทศ และการสื่อสารในองค์กร (Information and Communication)
- 5) การติดตามและประเมินผล (Monitoring)

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อมรรัตน์ โคบุตร (2563) การวิจัย เรื่อง การควบคุมภายในตามแนวทาง COSO:2013 ที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของการควบคุมภายในของสำนักงานสรรพากรภาค1 ในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า การควบคุมภายในด้านสภาพแวดล้อมการควบคุม มีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพการควบคุมภายใน ด้านการวางแผนและด้านการดำเนินงาน การควบคุมภายในด้านการประเมินความเสี่ยง มีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพการควบคุมภายใน ด้านการดำเนินงาน แต่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการควบคุมภายใน ด้านการวางแผน ซึ่งสอดคล้องกับ ชนินาถ บุรณา, กัญธนา ดิษฐ์แก้ว และ วรวิทย์ เลหาะเมทธิ (2562) วิจัยเรื่อง แนวทางการประยุกต์ระบบการควบคุมภายในให้มีประสิทธิภาพตามมาตรฐานสากล กรณีศึกษาโรงเรียนประถมศึกษาในจังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิจัยพบว่า มีระบบการควบคุมภายในที่ดี และมีประสิทธิภาพในการควบคุมภายในที่ดีมาก โดยมีประสิทธิภาพของการดำเนินงานมีความสัมพันธ์กับด้านสภาพแวดล้อมของการควบคุมภายในที่ดีมาก โดยมีประสิทธิภาพของการดำเนินงานมีความสัมพันธ์กับด้านสภาพแวดล้อมของการควบคุม และด้านการติดตามและประเมินผล ความเชื่อถือได้ของข้อมูลและรายงานทางการเงินมีความสัมพันธ์กับด้านสภาพแวดล้อมของการควบคุมภายใน และด้านสารสนเทศและการสื่อสาร การปฏิบัติตามกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับมีความสัมพันธ์กับด้านสภาพแวดล้อมของการควบคุม ด้านสารสนเทศและการสื่อสารและด้านการติดตามและประเมินผล การศึกษาครั้งนี้ให้เห็นว่า ควรมีการส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้ปฏิบัติงานเห็นความสำคัญของการควบคุมภายใน ควรมีจัดการอบรมให้ความรู้แก่ผู้บริหารพร้อมครูที่ปฏิบัติงานและควรมีผู้ปฏิบัติงานเฉพาะด้านในงานการเงิน พัสดุ บัญชี เพื่อให้เกิดการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ หาสุรี โตะตาหยง (2562) การวิจัยเรื่อง ผลกระทบของการควบคุมภายในที่มีผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานด้านการเงินและบัญชีของมหาวิทยาลัยรามคำแหง ผลการวิจัยพบว่า การควบคุมภายในของมหาวิทยาลัยรามคำแหง ทั้ง 5 ด้านอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านสภาพแวดล้อมการควบคุม ด้านกิจกรรมการควบคุม ด้านการติดตามและประเมินผล ด้านการประเมินความเสี่ยง และด้านสารสนเทศและการสื่อสาร และประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานด้านการเงินและบัญชีของมหาวิทยาลัยรามคำแหงทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านคุณภาพของงานที่ปฏิบัติ ด้านความรวดเร็วในการปฏิบัติงาน และด้านปริมาณงาน ทั้งนี้ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานด้านการเงินและบัญชีของมหาวิทยาลัยรามคำแหง นั้น ประกอบด้วย 3 ปัจจัยคือ ด้านติดตามและประเมินผลมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านกิจกรรมการควบคุม และด้านประเมินความเสี่ยง ซึ่งสอดคล้องกับอรุณา เห่งศิลา (2562) วิจัยเรื่อง การควบคุมภายในกับประสิทธิภาพในการทำงาน ของกลุ่มตรวจสอบภายในและส่วนงานการคลัง กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ผลวิจัยพบว่า การควบคุมภายใน ประกอบด้วย 5 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม 2) ปัจจัยด้านการประเมินความเสี่ยง 3) ปัจจัยด้านกิจกรรมการควบคุม 4) ปัจจัยด้านสารสนเทศและการสื่อสาร และ 5) ปัจจัยด้านการติดตามและประเมินผล มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งประกอบด้วย 4 ด้าน คือ 1) ด้านคุณภาพของงาน 2) ด้านปริมาณของงาน 3) ด้านเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน และ 4) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และส่งผลกับประสิทธิภาพการทำงานด้านเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน การควบคุมภายใน ด้านกิจกรรมควบคุม มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการทำงาน ด้านคุณภาพของงานและมีผล

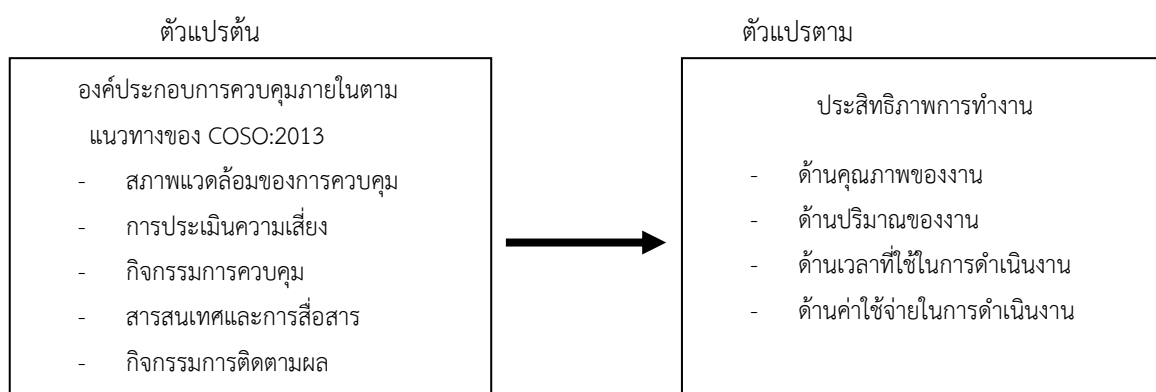
กับประสิทธิภาพการทำงานด้านเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน การควบคุมภายใน ด้านสารสนเทศและการสื่อสาร มีความสัมพันธ์กับ ประสิทธิภาพการทำงาน ด้านคุณภาพของงาน และยังมีผลกับประสิทธิภาพการทำงานด้านเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานอีกด้วย การควบคุมภายใน ด้านการติดตามและประเมินผล มีความสัมพันธ์กับ ประสิทธิภาพการทำงาน ด้านคุณภาพของงาน ด้านปริมาณของงานด้านเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน และด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

2. ระเบียบวิธีวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง อิทธิพลของการบริหารจัดการองค์กรตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 ต่อประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยงาน: กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ซึ่งดำเนินการวิจัย ดังนี้

1) การกำหนดกรอบการวิจัย

1.1) ศึกษาเอกสาร ตำรา บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการองค์กรตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 ต่อประสิทธิภาพการทำงาน เพื่อนำมาเป็นกรอบแนวคิดของการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิด

1.2) นำกรอบแนวคิดของการวิจัยที่ต้องการศึกษา กำหนดร่างแบบสอบถาม

1.3) นำร่างแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบ หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา หรือจุดประสงค์ (Item Objective Congruence: IOC) ได้ค่า IOC > 0.50 (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 63-65) และให้ข้อเสนอแนะ

2) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้บริหาร อาจารย์ เจ้าหน้าที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2566 จำนวน 238 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย โดยใช้สูตรคำนวณที่ทราบจำนวนประชากร ของ Taro Yamane ขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 150 คน

3) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถาม แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เพศ อายุ ระดับการศึกษา ประเภท สังกัด

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการบริหารจัดการองค์กรตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ 1) ด้านสภาพแวดล้อมการควบคุม 2) ด้านการประเมินความเสี่ยง 3) ด้านกิจกรรมการควบคุม 4) สารสนเทศและการสื่อสาร 5) ด้านกิจกรรมการติดตามผล แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 25 ข้อ

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นต่อประสิทธิภาพการทำงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ 1) ด้านคุณภาพของงาน 2) ด้านปริมาณของงาน 3) ด้านเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน และ 4) ด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 8 ข้อ

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางและการพัฒนาการบริหารจัดการองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ทั้ง 5 ด้าน ลักษณะเป็นแบบสอบถามปลายเปิด

4) การหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย

4.1) นำร่างแบบสอบถามเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบ จำนวน 3 ท่าน ความเหมาะสมของการใช้ภาษา และความถูกต้องครอบคลุมประเด็นเนื้อหา ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบสอบถาม โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา หรือจุดประสงค์ (Item Objective Congruence: IOC) ค่า IOC จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีค่า IOC > 0.50 ทุกข้อคำถาม ข้อคำถามนั้นวัดได้ สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์

4.2) นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ มาปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try - out) กับบุคลากร ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้บริหาร อาจารย์ เจ้าหน้าที่ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช และ วิทยาเขตสงขลา จำนวน 30 คน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพคำนวณหาความเชื่อมั่นค่า Cronbach' Alpha ของ Cronbach (1990) ค่าความเชื่อมั่นโดยภาพรวมเท่ากับ 0.978

4.3) จัดทำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างต่อไป

5) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองไปยังกลุ่มตัวอย่าง ส่งแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ google form และทำหนังสือขอความร่วมมือจากหน่วยงานในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเก็บข้อมูลกับ ประชากร จำนวน 238 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย โดยใช้สูตรคำนวณที่ทราบจำนวนประชากร ของ Taro Yamane ขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 150 คน

6) การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1) การวิเคราะห์ข้อมูลระดับการบริหารจัดการองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ (COSO:2013) ของหน่วยงาน ใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำค่าเฉลี่ยมาแปลความหมายตามมาตรฐานส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของ Likert มาตราวัดที่ให้เลือกตอบ แบ่งเป็น 5 ระดับ เกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ระดับ
4.21 - 5.00 หมายถึง	มีการดำเนินการตามองค์ประกอบการควบคุมภายในระดับมากที่สุด
3.41 - 4.20 หมายถึง	มีการดำเนินการตามองค์ประกอบการควบคุมภายในระดับมาก
2.61 - 3.40 หมายถึง	มีการดำเนินการตามองค์ประกอบการควบคุมภายในระดับปานกลาง
1.81 - 2.60 หมายถึง	มีการดำเนินการตามองค์ประกอบการควบคุมภายในระดับน้อย
1.00 - 1.80 หมายถึง	มีการดำเนินการตามองค์ประกอบควบคุมภายในระดับน้อยที่สุด

6.2) การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับระดับประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยงาน ใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นำค่าเฉลี่ยมาแปลความหมายตามมาตรฐานส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบของ Likert มาตราวัดที่ให้เลือกตอบ แบ่งเป็น 5 ระดับ เกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมาย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ระดับ
4.21 - 5.00 หมายถึง	มีประสิทธิภาพการดำเนินงานระดับมากที่สุด
3.41 - 4.20 หมายถึง	มีประสิทธิภาพการดำเนินงานระดับมาก
2.61 - 3.40 หมายถึง	มีประสิทธิภาพการดำเนินงานระดับปานกลาง
1.81 - 2.60 หมายถึง	มีประสิทธิภาพการดำเนินงานระดับน้อย
1.00 - 1.80 หมายถึง	มีประสิทธิภาพการดำเนินงานระดับน้อยที่สุด

6.3) การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับอิทธิพลของการบริหารจัดการองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 ต่อประสิทธิภาพการทำงาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product moment Correlation efficient) วิเคราะห์อิทธิพลระหว่างองค์ประกอบควบคุมภายในที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่า r แปลความหมาย ดังนี้

ค่า r เป็น บวก (+) แสดงว่า X และ Y มีอิทธิพลในทิศทางเดียวกัน

ค่า r เป็น ลบ (-) แสดงว่า X และ Y มีอิทธิพลในทิศทางตรงข้าม

ค่า r เข้าใกล้ 1 แสดงว่า X และ Y มีอิทธิพลกันมากและมีอิทธิพลในทิศทางเดียวกัน

ค่า r เข้าใกล้ 0 หรือเท่ากับ 0 แสดงว่า X และ Y (ตัวแปรอิสระและตัวแปร) ไม่มีอิทธิพลต่อกัน

ค่า r เข้าใกล้ -1 แสดงว่า X และ Y มีอิทธิพลต่อกันมากและมีอิทธิพลในทิศทางตรงข้าม

เกณฑ์การแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ใช้เกณฑ์การวัดระดับ ความสัมพันธ์ 5 ระดับ ดังนี้

0.80 - 1.00 มีอิทธิพลในระดับสูงมาก

0.60 - 0.79 มีอิทธิพลในระดับสูง

0.40 - 0.59 มีอิทธิพลในระดับปานกลาง

0.20 - 0.39 มีอิทธิพลในระดับต่ำ

0.00 - 0.19 ไม่มีอิทธิพล

6.4) ศึกษาแนวทางและการพัฒนาการบริหารจัดการองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 ทั้ง 5 ด้าน ต่อประสิทธิภาพการทำงาน ทั้ง 4 ด้าน วิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ในการทดสอบสมมติฐานอิทธิพลของการบริหารจัดการองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 ต่อประสิทธิภาพการทำงาน ในการวิเคราะห์ และสรุปผลจัดทำแนวทางและการพัฒนาการบริหารจัดการองค์การด้วยการควบคุมภายใน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

3. ผลการวิจัย

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 64.8) โดยมีอายุส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 36 – 45 ปี (ร้อยละ 51.2) รองลงมาคือระดับอายุระหว่าง 46-55 ปี (ร้อยละ 38.9) ระดับการศึกษาส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 46.3) รองลงมาคือ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท (ร้อยละ 44.4) ประเภทส่วนใหญ่เป็นพนักงานมหาวิทยาลัย (ร้อยละ 69.8) รองลงมาเป็นลูกจ้างชั่วคราว (ร้อยละ 16.7) สังกัดคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมงส่วนใหญ่ (ร้อยละ 29.6) รองลงมาสังกัดสำนักงานวิทยาเขตตรัง (ร้อยละ 27.8)

3.2 ความคิดเห็นของการบริหารจัดการองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 ต่อประสิทธิภาพการทำงาน

ตารางที่ 1 การแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการบริหารจัดการองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013

การควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ด้านสภาพแวดล้อมการควบคุม	4.04	0.77	มาก
ด้านการประเมินความเสี่ยง	4.10	0.68	มาก
ด้านกิจกรรมการควบคุม	.06	0.78	มาก
ด้านสารสนเทศและการสื่อสาร	3.98	0.73	มาก
ด้านกิจกรรมการติดตามผล	4.06	0.68	มาก
รวม	4.05	0.69	มาก

จากตารางที่ 1 ความคิดเห็นของการบริหารจัดการองค์กรตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง โดยภาพรวม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.05) ในทุกด้าน ได้แก่ ด้านการประเมินความเสี่ยง ($\bar{X}$ = 4.10) ด้านกิจกรรมการติดตามผลและ ด้านกิจกรรมการควบคุม เท่ากับ ($\bar{X}$ = 4.06) ด้านสภาพแวดล้อมการควบคุม ($\bar{X}$ = 4.04) และด้านสารสนเทศและการสื่อสาร ($\bar{X}$ = 3.98) ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ความคิดเห็นต่อประสิทธิภาพการทำงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

ประสิทธิภาพการทำงาน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ด้านคุณภาพของงาน	4.04	0.65	มาก
ด้านปริมาณของงาน	4.06	0.62	มาก
ด้านเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน	4.05	0.70	มาก
ด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	4.01	0.69	มาก
รวม	4.04	0.61	มาก

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นต่อประสิทธิภาพการทำงาน ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง โดยภาพรวม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.04) ในทุกด้าน ได้แก่ ด้านปริมาณของงาน ($\bar{X}$ = 4.06) ด้านเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน ($\bar{X}$ = 4.05) ด้านคุณภาพของงาน ($\bar{X}$ = 4.04) และด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ($\bar{X}$ = 4.01) ตามลำดับ

3.3 ศึกษาอิทธิพลของการบริหารจัดการองค์กรตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 ต่อประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยงาน

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์อิทธิพลการบริหารจัดการองค์กรตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013

ต่อประสิทธิภาพการทำงาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product moment Correlation efficient)

	สภาพแวดล้อมการควบคุม	การประเมินความเสี่ยง	กิจกรรมการควบคุม	สารสนเทศและการสื่อสาร	กิจกรรมการติดตามผล	คุณภาพของงาน	ปริมาณของงาน	เวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน
สภาพแวดล้อมการควบคุม	1.000								
การประเมินความเสี่ยง	0.860**	1.000							
กิจกรรมการควบคุม	0.892**	0.931**	1.000						
สารสนเทศและการสื่อสาร	0.872**	0.825**	0.888**	1.000					
กิจกรรมการติดตามผล	0.851**	0.875**	0.906**	0.897**	1.000				
ด้านคุณภาพของงาน	0.795**	0.817**	0.851**	0.835**	0.878**	1.000			
ด้านปริมาณของงาน	0.678**	0.736**	0.706**	0.671**	0.741**	0.747**	1.000		
ด้านเวลาที่ใช้ดำเนินงาน	0.715**	0.776**	0.786**	0.719**	0.774**	0.763**	0.809**	1.000	
ด้านค่าใช้จ่ายดำเนินงาน	0.703**	0.712**	0.741**	0.685**	0.780**	0.753**	0.768**	0.820	1.000

* ** หมายถึง มีอิทธิพลที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 , 0.001 ตามลำดับ

ผลการวิจัยพบว่า อิทธิพลของการบริหารจัดการองค์กรตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 ทั้ง 5 ด้าน คือ ด้านสภาพแวดล้อมการควบคุม ด้านการประเมินความเสี่ยง ด้านกิจกรรมการควบคุม ด้านสารสนเทศและการสื่อสาร ด้านกิจกรรมการติดตามผล มีอิทธิพลทางบวกต่อประสิทธิภาพการทำงาน ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านคุณภาพของงาน ด้านปริมาณของงาน ด้านเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน และด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และมีอิทธิพลในระดับสูง

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์การบริหารจัดการองค์กรตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 ต่อประสิทธิภาพการทำงานการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig
	B	Std. Error	Beta		
constant	0.791	0.154		5.132	.000**
สภาพแวดล้อมการควบคุม	0.046	0.072	0.058	0.632	.528
การประเมินความเสี่ยง	0.180	0.096	0.202	1.874	.063
กิจกรรมการควบคุม	0.111	0.104	0.144	1.073	.285
สารสนเทศและการสื่อสาร	-0.035	0.083	-0.042	-0.417	.677
กิจกรรมการติดตามผล	0.494	0.093	0.551	5.307	.000**

** P value .001

R=0.884 R square=0.781 Adjusted R Square=0.774 SEE. =0.29086

จากตารางที่ 4 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทั้ง 5 ตัวแปร ผลการวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละตัวแปรอิสระ ที่มีค่าเป็นบวกซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกัน สำหรับปัจจัยที่มีค่าทางสถิติมากที่สุดที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน คือ ด้านกิจกรรมการติดตามผล ค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.551 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 พิจารณาจากค่า sig=.000 ด้านการประเมินความเสี่ยง ด้านกิจกรรมการควบคุม ด้านสภาพแวดล้อมการควบคุมและด้านสารสนเทศและการสื่อสาร มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 พิจารณาจากค่า Sig มากกว่า .000 มีอิทธิพลเชิงลบซึ่งไม่เป็นทิศทางเดียวกัน

ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยพหุคูณของตัวแปรการบริหารจัดการตามมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO: 2013 ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของบุคลากรมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง โดยด้านที่ส่งอิทธิพลมากที่สุด คือ กิจกรรมติดตามผล (b=0.494) รองลงมาคือ ด้านประเมินความเสี่ยง (b =0.180) ด้านกิจกรรมการควบคุม (b=0.111) ด้านสภาพแวดล้อมการควบคุม (b=0.046) และด้านสารสนเทศและการสื่อสาร (b =-0.035) ตามลำดับ

3.4 อภิปรายผล

1) ผลการวิเคราะห์พบว่าอิทธิพลของการบริหารจัดการองค์กรตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 ต่อประสิทธิภาพการทำงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ประกอบด้วย ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมการควบคุม ปัจจัยด้านการประเมินความเสี่ยง ปัจจัยด้านกิจกรรมการควบคุม ปัจจัยด้านสารสนเทศและการสื่อสาร และ ปัจจัยด้านกิจกรรมการติดตามผล ทุกด้านอยู่ในระดับมาก และประสิทธิภาพการทำงาน ประกอบด้วย ด้านคุณภาพของงาน ด้านปริมาณของงาน ด้านเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน และด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ทุกด้านอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกันกับงานวิจัยของ ชินินาถ บุรณา, กัญธนา ดิษฐ์แก้ว และ วรวิทย์ เลาหะเมทธิ (2562) วิจัยเรื่อง แนวทางการประยุกต์ระบบการควบคุมภายในให้มีประสิทธิภาพตามมาตรฐานสากล กรณีศึกษาโรงเรียนประถมศึกษาในจังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิจัยพบว่า มีระบบการควบคุมภายในที่ดี และมีประสิทธิภาพในการควบคุมภายในที่ดีมาก

2) ผลการวิจัยพบว่าการบริหารจัดการองค์กรตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 มีอิทธิพลในระดับสูงต่อประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยงาน อย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่ด้านกิจกรรมติดตามผลมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพการทำงานและที่ส่งผลมากที่สุด รองลงมาคือ ปัจจัยด้านประเมินความเสี่ยง ปัจจัยด้านกิจกรรมการควบคุม ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมการควบคุม และปัจจัยด้านสารสนเทศและการสื่อสาร ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าหน่วยงานมีกระบวนการติดตาม ตรวจสอบ ประเมินผล ติดตามแก้ไขอย่างทันทั่วถึง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอรุณา เห่งศิลา (2562) ผลวิจัยพบว่า ด้านการติดตามและประเมินผล มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการทำงาน

3) แนวทางและการพัฒนาการบริหารจัดการองค์กรตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ผลการศึกษาทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านสภาพแวดล้อมการควบคุม (Control Environment) หน่วยงานและผู้บริหารต้องกำหนดโครงสร้าง แนวทางการปฏิบัติที่ชัดเจน กำหนดเป้าหมายตัวชี้วัด และการสร้างแรงจูงใจ 2) ด้านการประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) หน่วยงานต้องมีการประเมินความเสี่ยงครอบคลุมทุกภารกิจ สามารถลดความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ 3) ด้านกิจกรรมการควบคุม (Control Activities) หน่วยงานต้องกำหนดให้มีกิจกรรมควบคุมในแผนงานภายในหน่วยงาน เป็นไปตามสายการปฏิบัติงานและสายการบังคับบัญชา 4) ด้านสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication) หน่วยงานต้องมีช่องทางสารสนเทศแสดงความคิดเห็นของบุคคลภายนอกต่อเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน มีการจัดเก็บข้อมูล สามารถสืบค้นและมีความน่าเชื่อถือ 5) ด้านกิจกรรมการติดตามผล (Monitoring Activities) หน่วยงานต้องมีการรายงานผลการปฏิบัติงาน การติดตามผล การทบทวนแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ทันทีที่ตามระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุพัตรา บุญโญปกรณ์ (2561) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการควบคุมภายในที่ดีของ สศช. โดยพบว่าปัจจัยด้านการติดตามประเมินผลเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ทราบถึงผลการดำเนินงาน การระบุความเสี่ยง การป้องกันความเสี่ยง และการยอมรับความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ หากทางแก้ไขวิธีปฏิบัติงานในทุกขั้นตอนของการทำงานให้ออกมาบรรลุดุลยภาพของหน่วยงานมากที่สุด มีการรายงานผลการตรวจสอบอย่างเป็นอิสระ มีหน่วยงานตรวจสอบที่เป็นอิสระและ ตรวจสอบหรือติดตามการควบคุมภายในอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ มีการประเมินผลการบรรลุดุลยภาพ การดำเนินงาน มีการติดตามอย่างเป็นระบบ มีความน่าเชื่อถือ ช่วงเวลาและความถี่ในการติดตามอย่างเหมาะสม

4. สรุปผล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรังมีการดำเนินการตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 อยู่ในระดับมากทุกด้าน ซึ่งประกอบด้วย ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมการควบคุม ปัจจัยด้านการประเมินความเสี่ยง ปัจจัยด้านกิจกรรมการควบคุมความเสี่ยง ปัจจัยด้านสารสนเทศและการสื่อสาร และปัจจัยด้านกิจกรรมการติดตามผล และมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของการทำงานอยู่ในระดับสูง ทุกด้าน ซึ่งประกอบด้วย ด้านคุณภาพของงาน ด้านปริมาณของงาน ด้านเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน และด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ด้านกิจกรรมติดตามผลมีอิทธิพลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยงานและส่งผลกระทบมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านประเมินความเสี่ยง ด้านกิจกรรมการควบคุม ด้านสภาพแวดล้อมการควบคุม และด้านสารสนเทศและการสื่อสาร ตามลำดับ แนวทางและการพัฒนาการบริหารจัดการองค์กรตามองค์ประกอบมาตรฐานการควบคุมภายในตามแนวทางของ COSO:2013 1) ด้านสภาพแวดล้อมการควบคุม (Control Environment) หน่วยงานและผู้บริหารต้องกำหนดโครงสร้าง แนวทางการปฏิบัติที่ชัดเจน กำหนดเป้าหมายตัวชี้วัด และการสร้างแรงจูงใจ 2) ด้านการประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) หน่วยงานต้องมีการประเมินความเสี่ยงครอบคลุมทุกภารกิจ สามารถลดความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ 3) ด้านกิจกรรมการควบคุม (Control Activities) หน่วยงานต้องกำหนดให้มีกิจกรรมควบคุมในแผนงานภายในหน่วยงาน เป็นไปตามสายการปฏิบัติงานและสายการบังคับบัญชา 4) ด้านสารสนเทศและการสื่อสาร (Information and Communication) หน่วยงานต้องมีช่องทางสารสนเทศแสดงความคิดเห็นของบุคคลภายนอกต่อเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน มีการจัดเก็บข้อมูล สามารถสืบค้นและมีความน่าเชื่อถือ และ 5) ด้านกิจกรรมการติดตามผล (Monitoring Activities) หน่วยงานต้องมีการรายงานผลการปฏิบัติงาน การติดตามผล การทบทวนแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ทันทีที่ตามระยะเวลาที่กำหนด

5. เอกสารอ้างอิง

- กิตติพงษ์ โกชนะสมบัติ. (2557). *การประเมินผลระบบควบคุมภายในตามแนวคิด COSO กรณีศึกษาหน่วยงานในสังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, รัฐประศาสนศาสตร์ สาขาวิชาการจัดการภาครัฐและภาคเอกชน). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- กุสุมา โสเชียว. (2549). *ผลกระทบของประสิทธิภาพการควบคุมภายในและสภาพแวดล้อมธุรกิจที่มีต่อคุณภาพข้อมูลทางการเงิน*. (สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

- จณัญญา ไหมนทีกุล (2561). การพัฒนาระบบควบคุมภายในด้านการเงินและบัญชีของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.
- เจริญ เกษมวาลย์. (2543). คู่มือการตรวจสอบ เล่ม ๒: การใช้ ICQ ประเมินการควบคุมภายใน. กรุงเทพฯ: บริษัท พอดี จำกัด
- ชนินาถ บุรณา, กัญญา ดิษฐ์แก้ว และ วรวิทย์ เล่าหะเมทธิ. (2562). แนวทางการประยุกต์ระบบการควบคุมภายในให้มีประสิทธิภาพตามมาตรฐานสากล: กรณีศึกษา โรงเรียนประถมศึกษาในจังหวัดเชียงใหม่ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). สาขาวิชาการจัดการการตรวจสอบภายใน, คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, เชียงใหม่.
- ธัญวรรณ ทะสวด(2562). ความสัมพันธ์ระหว่างการควบคุมภายในตามกรอบแนวคิด COSO 2013 กับประสิทธิภาพการทำงานของเจ้าหน้าที่: กรณีศึกษาสำนักงานสรรพากรพื้นที่กรุงเทพมหานคร (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). สาขาบัญชี, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี.
- นพวรรณ พุติตระกูล. (2544). การศึกษาเปรียบเทียบแนวคิดด้านการควบคุมภายในของ COSO และระบบการควบคุมภายในของธนาคารออมสิน. (สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- นุริยะ สันบากอ. (2553). องค์ประกอบของมาตรฐานการควบคุมภายในที่ส่งผลต่อการบรรลุวัตถุประสงค์การควบคุมภายในของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาปัตตานี เขต 1. (สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน. (2554). แนวทาง: การจัดวางระบบการควบคุมภายในและการประเมินผลการควบคุมภายใน. กรุงเทพฯ: ชิสเต็มโฟร์ กราฟฟิกส์.
- สุพัตรา บุญอุปกรณ. (2561). ปัจจัยที่ส่งผลต่อการควบคุมภายในที่ดีของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี.
- สุวินชา การพัชชี. (2555). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบการควบคุมภายในของสถานศึกษาสังกัด สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร. (สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, วิชาเอกการบัญชี, ปทุมธานี.
- หาซารี โตะตาทอง. (2562). ผลกระทบของการควบคุมภายในที่มีผลต่อประสิทธิภาพการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานด้านการเงินและบัญชีของมหาวิทยาลัยรามคำแหง. มหาวิทยาลัยรามคำแหง ,กรุงเทพฯ.
- อมรัตน์ โคบุตร. (2563). ปัจจัยการควบคุมภายในที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการควบคุมภายใน ของสำนักงานสรรพากรภาค 1 ในเขตกรุงเทพมหานคร, บัณฑิตมหาบัณฑิต คณะบัญชี มหาวิทยาลัยศรีพระทุม, กรุงเทพฯ.
- อรุณา เห่งศิลา. (2562). การควบคุมภายในกับประสิทธิภาพการทำงาน, บัณฑิตมหาบัณฑิต วิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี, (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, กรุงเทพฯ.
- อุษณา ภักธมนตรี. (2547). การตรวจสอบภายในสมัยใหม่: แนวคิดและกรณีศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาบัญชี คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- John D. Millet. (1954). *Management in the Public Service*. New York: Mc Graw Hill Book, Company.
- Peterson, E., & Plowman, E. G. (1989). *Business organization and management*. Homewood, Illinois: Richard D. Irwin.
- The Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (2013). *The 2013 COSO Framework & SOX Compliance*. Retrieved on May 18, 2020 from https://www.coso.org/documents/COSO%20McNallyTransition%20Article-Final%20COSO%20Version%20Proof_5-31-13.pdf Ref. code: 25626102020283LIW 50

The Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (2013). *Internal Control –Integrated Framework Executive Summary*. Retrieved on May 18, 2020 from <https://www.coso.org/Documents/990025P-Executive-Summary-final-may20.pdf>

The Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (2013). *Internal Control – PowerPoint Slides*. Retrieved on May 18, 2020 from <https://www.coso.org/documents/COSOO OutreachDeckMay2013.pptx>

การยกระดับการท่องเที่ยวโดยชุมชนต้นแบบจากทุนทรัพยากรท้องถิ่นด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อลดความเหลื่อมล้ำและพัฒนาคุณภาพชีวิต

Enhancing Prototype Community-based Tourism Model through Local Resources, Integrated by Innovation and Technology, to Reduce Inequality and Elevate the Quality of Life

ธารณี นวตนะ¹, วารุณี ศรีสงคราม², กนกวลี คงสง³, ธง คำเกิด¹, สุขุม คงดิษฐ์^{1*}

Tharane Nawatnatee¹, Warunee Srisongkram², Kanokwalee Kongsong³,

Thong Khamkerd¹, Sukhum Kongdit^{1*}

¹ คณะศิลปศาสตร์, ² คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์, ³ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ

¹ Faculty of Liberal Arts, ² Faculty of Engineering and Architecture, ³ Faculty of Business Administration and Information Technology

* E-mail: Sukhum.k@rmutsb.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อยกระดับการท่องเที่ยวโดยชุมชนต้นแบบจากทุนทรัพยากรท้องถิ่นด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อลดความเหลื่อมล้ำและพัฒนาคุณภาพชีวิต ดำเนินการในพื้นที่เมืองโบราณอู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี และชุมชนริมคลองโฮมสเตย์และบ้านบางพลับ จังหวัดสมุทรสงคราม ด้วยกระบวนการมีส่วนร่วม ผลการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 5 ผลผลิต ได้แก่ ผลผลิตที่ 1 โมเดลการบริหารจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนต้นแบบ 2 รูปแบบ คือ โมเดลการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนเชิงวัฒนธรรม และโมเดลการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนเชิงอาหาร ผลผลิตที่ 2 นวัตกรรมและเทคโนโลยีสนับสนุนการท่องเที่ยวโดนชุมชนต้นแบบ 10 นวัตกรรมและเทคโนโลยี คือ 1) หุ่นยนต์ปัญญาประดิษฐ์แบบมีปฏิสัมพันธ์เมืองโบราณทวารวดีอู่ทอง 2) นวัตกรรมผลิตภัณฑ์แชมพูและครีมบำรุงอาบน้ำอบเชยเถา 3) นวัตกรรมบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์กะละแม 4) นวัตกรรมบริการการท่องเที่ยวโดยชุมชน 5) นวัตกรรมทางการจัดการธุรกิจชุมชนผ่านโมเดลธุรกิจด้วยแนวคิดอำนาจละมุน 6) เครื่องบดน้ำตาลมะพร้าวผง 7) เครื่องร่อนคัดขนาดน้ำตาลมะพร้าวผง 8) เครื่องช่วยยกกระทะ 9) เครื่องปั่นน้ำตาลมะพร้าว และ 10) ระบบ VR Ban Bang Phalp (Virtual Reality) ผลผลิตที่ 3 ผลิตภัณฑ์ชุมชนมูลค่าสูง 5 ผลิตภัณฑ์ คือ 1) ครีมอาบน้ำจากสมุนไพรอบเชยเถา 2) โลชั่นบำรุงผิวจากสมุนไพรอบเชยเถา 3) ผลิตภัณฑ์กะละแมสมุนไพรอบเชยเถา 4) ป๊อปคอร์นคาราเมลน้ำตาลมะพร้าว และ 5) ซอสน้ำหวานดอกมะพร้าวคาราเมลบัตเตอร์สก็อต ผลผลิตที่ 4 ดิจิทัลแพลตฟอร์มที่เชื่อมโยงตลาดสินค้าและบริการจากชุมชน เพื่อสอดคล้องกับพฤติกรรมนักท่องเที่ยวยุคใหม่ที่ได้เข้าถึงข้อมูลอย่างรวดเร็ว และสร้างประสบการณ์ท่องเที่ยวเชื่อมโยงตลาดดิจิทัล ทั้งในระดับ Marketplace ท้องถิ่น และแพลตฟอร์มการตลาดสากล ผลผลิตที่ 5 ระบบและกลไกความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล (มทร.) และมหาวิทยาลัยราชภัฏ (มรภ.) เป็นการบูรณาการองค์ความรู้โดยใช้จุดแข็งที่แตกต่างของมทร. ที่เชี่ยวชาญในด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม และ มรภ. ที่มีความเข้มแข็งในด้านการพัฒนาชุมชนและการสืบสานศิลปวัฒนธรรม ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในชุมชน คือ การเพิ่มศักยภาพการบริหารจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชน การเพิ่มรายได้ การอนุรักษ์อัตลักษณ์วัฒนธรรม การยกระดับผลิตภัณฑ์สู่ตลาดระดับบน และการเชื่อมโยงตลาดผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล ซึ่งสามารถลดความเหลื่อมล้ำและสร้างการเติบโตทางเศรษฐกิจ

คำสำคัญ: นวัตกรรมและเทคโนโลยี, การท่องเที่ยวโดยชุมชน, การลดความเหลื่อมล้ำ

Abstract

This research aims to enhance tourism by model communities using local resource capital with innovation and technology to reduce inequality and improve quality of life. It is conducted in the ancient city of U-Thong, Suphan Buri Province, and the riverside community. Homestays in Ban Bang Phlub, Samut Songkhram Province, through a participatory process. The results of the operations are divided into 5 outputs, namely Output 1: Model of community-based tourism management in two forms: the cultural community-based tourism development model and the culinary community-based tourism development model. Product 2: Innovations and technologies supporting community-based tourism models 10 innovations and technologies are 1) Interactive artificial intelligence robots in the ancient city of Tawarawadi U-Thong, 2) Innovation in shampoo and body cream products with cinnamon vine, 3) Packaging innovation for Kalamae products, 4) Community-based tourism service innovation, 5) Innovations in community business management through a business model with the concept of gentle power, 6) Coconut sugar powder grinder, 7) Coconut sugar powder sieving and sizing machine, 8) Pan-lifting machine, 9) Coconut sugar blender, and 10) VR Ban Bang Phalp System (Virtual Reality) The third product, a high-value community product, consists of five items: 1) Cinnamon vine herbal shower cream, 2) Skin lotion from cinnamon vine herbs, 3) Herbal cinnamon vine kalamae products, 4) Coconut sugar caramel popcorn, and 5) coconut flower caramel butterscotch sauce Product 4: A digital platform that connects community goods and services markets to align with the behaviors of modern travelers who access information quickly and create travel experiences. It links digital markets at both the local marketplace level and international marketing platforms. Product 5: The system and mechanism of collaboration between Rajamangala University of Technology (RMUT) and Rajabhat University (RU) is an integration of knowledge by utilizing the distinct strengths of RMUT, which specializes in technology and innovation, and RU, which excels in community development and cultural preservation. This has led to changes in the community, such as enhancing the potential for community-based tourism management. Increasing income, preserving cultural identity, upgrading products to higher markets, and connecting markets through digital platforms, which can reduce inequality and create economic growth.

Keywords: Innovation and technology, community-based tourism, reducing inequality

1. บทนำ

สถานการณ์การท่องเที่ยวของประเทศไทยในช่วงหลังการแพร่ระบาดของโควิด-19 มีการฟื้นตัวอย่างชัดเจน โดยข้อมูลจากกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬาปี 2566 ระบุว่าจำนวนนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ รวมกันมากกว่า 130 ล้านคน สร้างรายได้กว่า 7.83 แสนล้านบาท แสดงถึงความต้องการท่องเที่ยวที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มที่ UNWTO (2020) รายงานว่าการท่องเที่ยวโลกกำลังฟื้นตัวและเปลี่ยนรูปแบบหลังวิกฤตการณ์ อย่างไรก็ตาม แนวโน้มพฤติกรรมนักท่องเที่ยวได้เปลี่ยนไป นักท่องเที่ยวให้ความสำคัญกับพื้นที่โล่ง สุขอนามัย ประสิทธิภาพเฉพาะถิ่น และความยั่งยืน (Richards, 2018) ส่งผลให้รูปแบบการท่องเที่ยวโดยชุมชนในพื้นที่เมืองรองได้รับความสนใจมากขึ้น (Chan & Lee, 2021)

แนวทางการส่งเสริมการท่องเที่ยวในระยะหลังมุ่งเน้นการกระจายโอกาสทางเศรษฐกิจ พัฒนาชุมชนฐานราก และลดความเหลื่อมล้ำตามกรอบนโยบาย BCG Model และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 โดยเน้นการใช้ทุนวัฒนธรรม เทคโนโลยี และนวัตกรรมในการยกระดับแหล่งท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน รวมถึงการบ่มเพาะชุมชนสู่การเป็นวิสาหกิจเพื่อสังคมด้านการท่องเที่ยว (CBT-SE)

ตลอดช่วงที่ผ่านมา เครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล 9 แห่ง ได้ดำเนินการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนในจังหวัดเมืองรอง ด้วยการใช้ศิลปวัฒนธรรมและเทคโนโลยีดิจิทัลสร้างเส้นทางท่องเที่ยวและแพลตฟอร์มออนไลน์ เพื่อยกระดับเศรษฐกิจชุมชน แต่ยังพบช่องว่างในด้านมาตรฐานคุณภาพการท่องเที่ยวโดยชุมชน และการบูรณาการความรู้ระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ อาทิ มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อเสริมความแข็งแกร่งในการสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง ตอบสนองตลาดยุคใหม่ เวิร์ด สายสุต ปริญญา บรรจงมณี และอัญชลี เหลืองอ่อน (2566)

ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาการยกระดับการท่องเที่ยวโดยชุมชนต้นแบบจากทุนทรัพยากรท้องถิ่นด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อลดความเหลื่อมล้ำและพัฒนาคุณภาพชีวิต โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อยกระดับการท่องเที่ยวโดยชุมชนต้นแบบจากทุนทรัพยากรท้องถิ่น ในพื้นที่พิเศษเมืองโบราณอู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี และวิสาหกิจชุมชนริมคลองโฮมสเตย์และชุมชนบางพลับ จังหวัดสมุทรสงคราม 2) เพื่อเพิ่มศักยภาพดิจิทัลแพลตฟอร์มสำหรับรองรับและเชื่อมโยงการตลาดเพื่อยกระดับเศรษฐกิจการท่องเที่ยวโดยชุมชนของประเทศ และ 3) เพื่อพัฒนาเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลและมหาวิทยาลัยราชภัฏ ในการยกระดับการท่องเที่ยวโดยชุมชนสู่การเป็นชุมชนต้นแบบ ทั้งนี้เพื่อยกระดับแหล่งท่องเที่ยวโดยชุมชนให้เป็นต้นแบบที่มีมาตรฐานสากล ด้วยการบูรณาการทุนทรัพยากรท้องถิ่น นวัตกรรม เทคโนโลยี และการจัดการธุรกิจเพื่อสังคม โดยมุ่งเน้นในสองพื้นที่ต้นแบบ ได้แก่ เมืองโบราณทวารวดีอู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี และชุมชนบ้านบางพลับ จังหวัดสมุทรสงคราม เพื่อเสริมสร้างเศรษฐกิจฐานราก ลดความเหลื่อมล้ำ และพัฒนาคุณภาพชีวิตอย่างยั่งยืนด้วยดิจิทัลแพลตฟอร์มสำหรับรองรับและเชื่อมโยงการตลาด พร้อมต่อยอดขยายผลสู่การสร้างเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลและมหาวิทยาลัยราชภัฏ ในการยกระดับการท่องเที่ยวโดยชุมชนสู่การเป็นชุมชนต้นแบบทั่วประเทศในอนาคต

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research: PAR) โดยใช้วิธีการบูรณาการนวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อยกระดับการท่องเที่ยวโดยชุมชนต้นแบบจากทุนทรัพยากรท้องถิ่นเพื่อลดความเหลื่อมล้ำและพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนในชุมชน โดยมีวิธีการศึกษาตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

2.1 วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อยกระดับการท่องเที่ยวโดยชุมชนต้นแบบจากทุนทรัพยากรท้องถิ่นในพื้นที่เมืองโบราณอู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี และชุมชนบางพลับ จังหวัดสมุทรสงคราม

ใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research: PAR) โดยบูรณาการนวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนอย่างยั่งยืน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้ 1) ประเมินศักยภาพตามเกณฑ์ CBT Thailand 2) พัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีที่สนับสนุนและส่งเสริมการบริหารจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนต้นแบบ และ 3) จัดทำโมเดลการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชน สังเคราะห์ข้อมูลและพัฒนาโมเดลการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมสำหรับเมืองโบราณอู่ทอง และโมเดลการท่องเที่ยวเชิงอาหารสำหรับชุมชนบางพลับ โดยบูรณาการนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่เหมาะสม โดยมีวิธีการศึกษา ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ สมาชิกในชุมชนเมืองโบราณอู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี และชุมชนบางพลับ-ริมคลองโสมสสัย จังหวัดสมุทรสงคราม รวมประมาณ 256 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเชิงลึก จำนวน 120 คน คัดเลือกโดยใช้วิธีการแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้แก่ ผู้นำชุมชน คณะกรรมการท่องเที่ยว วิทยากรชุมชน กลุ่มอาชีพ และประชาชนในพื้นที่ที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยว

เครื่องมือที่ใช้

แบบประเมินมาตรฐานการท่องเที่ยวโดยชุมชน และการประชุมกลุ่มย่อยเพื่อใช้ในการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม

สถิติที่ใช้

สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

2.2 วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อเพิ่มศักยภาพดิจิทัลแพลตฟอร์มสำหรับรองรับและเชื่อมโยงการตลาดเพื่อยกระดับเศรษฐกิจการท่องเที่ยวโดยชุมชนของประเทศ

ดำเนินการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) โดยใช้แนวคิด "นวัตกรรมดิจิทัลเพื่อการท่องเที่ยวชุมชนอย่างยั่งยืน" (Smart Community Tourism Innovation) พัฒนาแพลตฟอร์มดิจิทัลต้นแบบ RCBT-SIP (Regional Community-Based Tourism Smart Innovation Platform) เพื่อรวบรวมและเชื่อมโยงข้อมูลการท่องเที่ยวโดยชุมชนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้ 1) การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการท่องเที่ยวโดยชุมชน 2) การพัฒนาระบบดิจิทัลแพลตฟอร์ม 3) การเชื่อมโยงตลาดออนไลน์ 4) การเสริมระบบ AI และ Machine Learning และ 5) การทดสอบและขยายผล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ข้อมูลจาก 32 ชุมชนต้นแบบ ทั่วประเทศ ซึ่งมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์และกิจกรรมท่องเที่ยว โดยแต่ละชุมชนมีสมาชิกชุมชนที่เข้าร่วมกว่า 15-25 ราย รวมประชากรรวมประมาณ 800 คน

กลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์แพลตฟอร์ม ได้แก่ ผู้ใช้งานดิจิทัลแพลตฟอร์ม จำนวน 865 ราย (จากระบบลงทะเบียน) และผู้เข้าชมเว็บไซต์รวมกว่า 57,000 ครั้ง

เครื่องมือที่ใช้

แบบสอบถามออนไลน์, แบบบันทึกข้อมูลระบบ (log) การใช้งานแพลตฟอร์ม, แบบประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งาน

การพัฒนาเครื่องมือ

เครื่องมือผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านดิจิทัลแพลตฟอร์มและการท่องเที่ยวชุมชน

สถิติที่ใช้

สถิติเชิงพรรณนา (ร้อยละ, ค่าเฉลี่ย) และการวิเคราะห์แนวโน้ม (Trend Analysis) จากระบบ

2.3 วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อพัฒนาเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลและมหาวิทยาลัยราชภัฏในการยกระดับการท่องเที่ยวโดยชุมชนสู่การเป็นชุมชนต้นแบบ

ดำเนินการในรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research: PAR) โดยสร้างเครือข่ายความร่วมมือเชิงบูรณาการ (Integrated Research and Development Network) ระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล (มทร.) และมหาวิทยาลัยราชภัฏ (มรภ.) เพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถในการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนอย่างยั่งยืน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้ 1) ถอดบทเรียนการทำงานร่วมกัน รวบรวมและวิเคราะห์ประสบการณ์การดำเนินงานของเครือข่าย มทร. และ มรภ. เพื่อสังเคราะห์แนวทางการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนที่เหมาะสมกับบริบทของแต่ละพื้นที่ 2) ขับเคลื่อนและเชื่อมโยงการตลาดผ่านดิจิทัลแพลตฟอร์ม บูรณาการข้อมูลการท่องเที่ยวโดยชุมชนเข้าสู่แพลตฟอร์มดิจิทัล จัดอบรมเสริมทักษะให้กับชุมชน และประสานเครือข่ายการตลาดระดับชาติ เพื่อขยายช่องทางการเข้าถึงตลาดนักท่องเที่ยว 3) ติดตามและประเมินผลการดำเนินงาน: ดำเนินการประเมินผลในระยะเวลา 3 เดือน, 6 เดือน และ 12 เดือน โดยผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อให้ข้อเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงโครงการ และ

4) นิทรรศการเผยแพร่ผลงานและคืนข้อมูลสู่สาธารณะ จัดนิทรรศการนำเสนอผลงานพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชน และคืนข้อมูลสู่ชุมชนผ่านสื่อประชาสัมพันธ์ต่าง ๆ เพื่อสร้างการรับรู้และความเข้าใจในผลงานวิจัย

ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย

ประชากร ได้แก่ คณะทำงานจากเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล 9 แห่ง และมหาวิทยาลัยราชภัฏ 9 แห่ง รวม 18 แห่ง จำนวนบุคลากรรวมทั้งสิ้น ประมาณ 180 คน

กลุ่มเป้าหมายหลักที่เข้าร่วมกิจกรรมถอดบทเรียน การประเมินผล และนิทรรศการ จำนวน 54 คน แบ่งเป็นผู้บริหาร ผู้วิจัย และผู้ประสานงานแต่ละสถาบัน

เครื่องมือที่ใช้

แบบฟอร์มบันทึกกิจกรรม, แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง, แบบประเมินคุณภาพการทำงานร่วมเครือข่าย

การสร้างเครื่องมือและการทดสอบคุณภาพ

ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้าน PAR และการวิจัยชุมชน เน้นความครบถ้วนด้านกระบวนการ

สถิติที่ใช้

การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และการวิเคราะห์สังเคราะห์เชิงระบบ (Systematic Synthesis)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research: PAR) โดยมีผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1) วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อยกระดับการท่องเที่ยวโดยชุมชนต้นแบบจากทุนทรัพยากรท้องถิ่นในพื้นที่เมืองโบราณอุทอง จังหวัดสุพรรณบุรี และชุมชนบางพลับ จังหวัดสมุทรสงคราม

จากการประเมินศักยภาพตามเกณฑ์ CBT Thailand พบว่า ชุมชนต้นแบบในเมืองโบราณอุทอง จังหวัดสุพรรณบุรี (เน้นการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม) และชุมชนริมคลองโฮมสเตย์-บางพลับ จังหวัดสมุทรสงคราม (เน้นการท่องเที่ยวเชิงอาหาร) โดยพัฒนาศักยภาพชุมชนตามมาตรฐาน CBT Thailand 6 ด้าน ผลการประเมินพบว่าพื้นที่สุพรรณบุรีมีระดับมาตรฐานปานกลาง โดยมีจุดเด่นด้านวัฒนธรรมและทรัพยากรธรรมชาติ แต่ต้องพัฒนาด้านการตลาดและการจัดสรรรายได้ ขณะที่สมุทรสงครามมีมาตรฐานระดับดี มีความเข้มแข็งด้านการอนุรักษ์วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม แต่ยังคงส่งเสริมการจัดการองค์กรและการตลาดอย่างเป็นระบบ ทั้งสองพื้นที่แสดงให้เห็นถึงความพร้อมในการพัฒนาเป็นชุมชนต้นแบบด้านการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนในอนาคต

การพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีที่สนับสนุนและส่งเสริมการบริหารจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนต้นแบบ พบว่า นวัตกรรมและเทคโนโลยีที่สนับสนุนและส่งเสริมการบริหารจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนต้นแบบประกอบด้วย 10 นวัตกรรม ได้แก่ 1) "น้องกัปตัน" หุ่นยนต์ AI แบบมีปฏิสัมพันธ์สำหรับสนับสนุนรณาทัวร์เมืองโบราณอุทอง เพิ่มประสบการณ์นำเที่ยวเมืองโบราณอุทอง 2) ผลิตภัณฑ์แชมพูอาบน้ำจากสารสกัดอบเชยเถา สร้างสินค้าเอกลักษณ์ท้องถิ่น 3) บรรจุภัณฑ์ใหม่สำหรับกะละแม โดยใช้ซองพอยล์ลายชนเผ่าพื้นเมือง ยืดอายุสินค้าและเพิ่มมูลค่า 4) นวัตกรรมบริการการท่องเที่ยวโดยชุมชน ผ่านการเล่าเรื่องสินค้า (Storytelling) และจับคู่ตลาดระดับพรีเมียม ขยายตลาดผลิตภัณฑ์สู่ลูกค้าระดับพรีเมียม 5) โมเดลธุรกิจชุมชนด้วยแนวคิด Soft Power และ BMC เชื่อมโยงวัฒนธรรมสู่ตลาดสากล 6) เครื่องบดน้ำตาลมะพร้าวผงลดความร้อนและรักษาคุณภาพ 7) เครื่องร่อนคัดขนาดน้ำตาลมะพร้าว คัดแยกขนาดรวดเร็ว ลดแรงงาน 8) อุปกรณ์ช่วยยกกระทะน้ำตาลมะพร้าว ลดภาระแรงงาน ลดความเสี่ยงและเพิ่มความปลอดภัย 9) เครื่องปั่นน้ำตาลมะพร้าวปรับรอบ ลดระยะเวลาและพัฒนาคุณภาพเนื้อสัมผัส และ 10) VR Ban Bang Phlap เทคโนโลยีเสมือนจริงประชาสัมพันธ์เส้นทางท่องเที่ยวเชิงอาหารบ้านบางพลับอย่างน่าสนใจ นอกจากนี้ยังเกิดผลิตภัณฑ์ชุมชนมูลค่าสูง 5 ผลิตภัณฑ์ คือ 1) ครีมอาบน้ำจากสมุนไพรอบเชยเถา 2) โลชั่นบำรุงผิวจากสมุนไพรอบเชยเถา 3) ผลิตภัณฑ์กะละแมสมุนไพรอบเชยเถา 4) ป๊อปคอร์นคาราเมลน้ำตาลมะพร้าว และ 5) ขอส่น้ำหวานดอกมะพร้าวคาราเมล บัตเตอร์สก็อต

การจัดทำโมเดลการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชน การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมสำหรับเมืองโบราณอู่ทอง และโมเดลการท่องเที่ยวเชิงอาหารสำหรับชุมชนบางพลับ โดยบูรณาการนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่เหมาะสม พบว่า โมเดลการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมเมืองโบราณทวารวดีอู่ทองเน้นการมีส่วนร่วมของชุมชนเป็นศูนย์กลาง ใช้เกณฑ์มาตรฐาน CBT Thailand เป็นกรอบดำเนินงาน ตั้งแต่การสำรวจพื้นที่ ออกแบบกิจกรรม นำนวัตกรรมมาสนับสนุน จนถึงการประเมินผล พื้นที่นี้มีทุนวัฒนธรรม วิถีชีวิต และภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เข้มแข็ง ชุมชนพร้อมพัฒนาและเปิดรับการเปลี่ยนแปลงอย่างยั่งยืน โดยมีองค์ประกอบหลัก 4 ด้านเป็นกลไกการขับเคลื่อนสู่ความสำเร็จ

การจัดทำโมเดลการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชน โมเดลการท่องเที่ยวเชิงอาหารสำหรับสมุทรสงครามโดยบูรณาการนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่เหมาะสม พบว่า การพัฒนาโมเดลการท่องเที่ยวโดยชุมชนเชิงอาหารในจังหวัดสมุทรสงคราม เริ่มจากการสำรวจทุนทรัพยากรด้านอาหาร วิถีชีวิต และวัฒนธรรมของชุมชน เช่น บ้านบางพลับและริมคลองโฮมสเตย์ เพื่อนำมาออกแบบเส้นทางและกิจกรรมท่องเที่ยว ทีมวิจัยใช้แนวคิด Storytelling ถ่ายทอดเรื่องราวของอาหารท้องถิ่น ร่วมกับการใช้ Soft Power และการออกแบบเส้นทางอาหารที่เชื่อมโยงกับเศรษฐกิจชุมชนอย่างเป็นระบบ การประเมินตามเกณฑ์ CBT Thailand ทั้ง 6 ด้านช่วยให้เห็นจุดแข็ง จุดอ่อน และโอกาสในการพัฒนา พร้อมกำหนดแนวทางส่งเสริมที่เหมาะสมกับบริบทพื้นที่อย่างยั่งยืน

2) วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อเพิ่มศักยภาพดิจิทัลแพลตฟอร์มสำหรับรองรับและเชื่อมโยงการตลาดเพื่อยกระดับเศรษฐกิจการท่องเที่ยวโดยชุมชนของประเทศ

เครือข่าย มทร. ได้พัฒนาดิจิทัลแพลตฟอร์มตั้งแต่ปี 2565 เพื่อรวบรวมข้อมูลแหล่งท่องเที่ยว นวัตกรรม และผลิตภัณฑ์ชุมชนทั่วประเทศ โดยแบ่งเป็นหมวดหมู่ใช้งานง่าย และตอบสนองพฤติกรรมนักท่องเที่ยวยุคใหม่ที่ต้องการเข้าถึงข้อมูลรวดเร็วและลึกซึ้งยิ่งขึ้น แม้ระบบเดิมยังไม่สามารถรองรับการขายสินค้าได้ นักวิจัยจึงขยายศักยภาพแพลตฟอร์มให้เชื่อมโยงการตลาด โดยบูรณาการข้อมูลเส้นทาง ผลิตภัณฑ์ และกิจกรรมจากแต่ละชุมชนเข้าสู่ระบบกลาง พร้อมส่งเสริมความร่วมมือระหว่าง มทร. และ มรภ. เพื่อยกระดับเศรษฐกิจการท่องเที่ยวโดยชุมชนอย่างยั่งยืน

การพัฒนาแพลตฟอร์มได้บูรณาการข้อมูลจากชุมชนต้นแบบจำนวน 32 ชุมชน ครอบคลุมข้อมูลผลิตภัณฑ์กว่า 60 รายการ กิจกรรมการท่องเที่ยว 156 รายการ เส้นทางท่องเที่ยว 27 เส้นทาง องค์ความรู้และนวัตกรรมชุมชนอีกกว่า 30 รายการ เพื่อจัดระเบียบข้อมูลให้เข้าใจง่าย เข้าถึงได้สะดวก และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนอย่างยั่งยืน

ด้านการใช้งานแพลตฟอร์ม พบว่า มีจำนวนการเข้าชมรวม 57,436 ครั้ง โดยเฉลี่ย 618 ครั้งต่อวัน มีการดาวน์โหลดโมบายแอปพลิเคชันรวม 8,457 ครั้ง (Android 7,971 เครื่อง และ iOS 486 เครื่อง) แสดงให้เห็นถึงความน่าสนใจและศักยภาพในการขยายตัวของแพลตฟอร์มในอนาคต แม้อัตราการเติบโตยังชะลอตัวลงในช่วงไตรมาสสุดท้ายเนื่องจากขาดการทำกิจกรรมส่งเสริมการตลาดอย่างต่อเนื่อง

ด้านการขายสินค้าออนไลน์ ผ่านการเชื่อมโยงกับบริษัท Bizall ทำให้เริ่มเกิดการซื้อขายสินค้าและบริการชุมชนในระบบ โดยมียอดขายรวม 23,479 บาทในระยะเวลา 3 เดือน และมีผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนซื้อขายรวม 865 ราย แม้ยอดขายยังอยู่ในระดับเริ่มต้น แต่ถือเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญในการสร้างกลไกตลาดออนไลน์ให้กับสินค้าชุมชน

3) วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อพัฒนาเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลและมหาวิทยาลัยราชภัฏในการยกระดับการท่องเที่ยวโดยชุมชนสู่การเป็นชุมชนต้นแบบ ในการพัฒนาเครือข่าย มทร. และ มรภ. เพื่อร่วมกันยกระดับการท่องเที่ยวโดยชุมชนสู่การเป็นชุมชนต้นแบบ พบว่า การดำเนินงานระหว่างเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล (มทร.) และมหาวิทยาลัยราชภัฏ (มรภ.) มุ่งสร้างระบบความร่วมมือเชิงบูรณาการ โดยมีการประชุมร่วมกันทุก 2 เดือนเพื่อแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ ติดตามผล และปรับแผนงานให้เหมาะสมกับบริบทพื้นที่จริง มีการแต่งตั้งผู้ประสานงานกลางระหว่างเครือข่ายทั้งสอง เพื่อประสานการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ ผลจากการหารือร่วมกันนำไปสู่การกำหนด 4 กิจกรรมหลัก ได้แก่ 1) การถอดบทเรียนการพัฒนาชุมชนต้นแบบ 2) การขับเคลื่อนการตลาดผ่านดิจิทัลแพลตฟอร์ม 3) การติดตามประเมินผลโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และ 4) การจัดนิทรรศการและคืนข้อมูลสู่สาธารณะ ความร่วมมือนี้ช่วยลดความเหลื่อมล้ำ สร้างโอกาสให้ชุมชน และยกระดับเศรษฐกิจฐานรากอย่างยั่งยืน

3.2 อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research: PAR) โดยมีการอภิปรายผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1) วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อยกระดับการท่องเที่ยวโดยชุมชนต้นแบบจากทุนทรัพยากรท้องถิ่นในพื้นที่เมืองโบราณอุทอง จังหวัดสุพรรณบุรี และชุมชนบางพลับ จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า การยกระดับการท่องเที่ยวโดยชุมชนต้นแบบจากทุนทรัพยากรท้องถิ่นในพื้นที่เมืองโบราณอุทอง จังหวัดสุพรรณบุรี และชุมชนบางพลับ จังหวัดสมุทรสงคราม จากการประเมินศักยภาพตามเกณฑ์ CBT Thailand พบว่า ชุมชนต้นแบบในเมืองโบราณอุทอง (เน้นการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม) และชุมชนริมคลองโฮมสเตย์-บางพลับ (เน้นการท่องเที่ยวเชิงอาหาร) มีศักยภาพแตกต่างกัน แต่ต่างก็สามารถตอบสนองเป้าหมายการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนอย่างยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอของ ดารณี อาจหาญ และเกศศิริ เจริญวิศาล (2565) ที่ระบุว่า การพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนต้องสอดคล้องกับทุนท้องถิ่นและศักยภาพเฉพาะพื้นที่

พื้นที่สุพรรณบุรีมีระดับมาตรฐานปานกลาง โดยมีจุดเด่นด้านวัฒนธรรมและทรัพยากรธรรมชาติ แต่ต้องพัฒนาเรื่องการตลาดและการจัดสรรรายได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ขวัญฤทัย เดชทองคำ. (2564). ที่เสนอว่าการจัดการด้านการตลาดและการเงินเป็นหัวใจในการขับเคลื่อนการท่องเที่ยวโดยชุมชนให้เกิดผลยั่งยืน ขณะที่สมุทรสงครามมีมาตรฐานระดับดี มีความเข้มแข็งด้านการอนุรักษ์วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม แต่ยังต้องพัฒนาเรื่องการบริหารองค์กรและการตลาด ซึ่งตรงกับมุมมองของ จิตติพร จิตต์ภักดิ์ และณฐมน บัวพรมมี (2567) ที่เห็นว่าการตลาดปลายทางเชิงสร้างสรรค์มีบทบาทสำคัญในการเสริมความแข็งแกร่งของชุมชน

การพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีที่สนับสนุนการท่องเที่ยวโดยชุมชน พบว่า มีการพัฒนา 10 นวัตกรรมสำคัญ ได้แก่ 1) "น้องกัปตัน" หุ่นยนต์ AI แบบมีปฏิสัมพันธ์ 2) ผลิตภัณฑ์ขนมจากอบเชยเถา 3) บรรจุภัณฑ์ใหม่สำหรับกะละแม 4) นวัตกรรมบริการผ่าน Storytelling 5) โมเดลธุรกิจ Soft Power 6) เครื่องบดน้ำตาลมะพร้าว 7) เครื่องร่อนคัดขนาดน้ำตาล 8) อุปกรณ์ช่วยยกกระทะ 9) เครื่องปั่นน้ำตาล และ 10) เทคโนโลยี VR Ban Bang Phlap ซึ่งแนวทางนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ ญาณิศา เพ็ญพา และประสพชัย พสุนนท์ (2566) ที่กล่าวถึงการใช้นวัตกรรมเพื่อเสริมความสามารถการแข่งขันของเศรษฐกิจชุมชน รวมทั้งสอดคล้องกับงานของ Lourenco & Varde (2020) ที่เสนอว่าการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลช่วยสร้างความแตกต่างทางประสบการณ์นักท่องเที่ยว นอกจากนี้ยังเกิดผลิตภัณฑ์ชุมชนมูลค่าสูง 5 ผลิตภัณฑ์ คือ 1) ครีมอาบน้ำจากสมุนไพรอบเชยเถา 2) โลชั่นบำรุงผิวจากสมุนไพรอบเชยเถา 3) ผลิตภัณฑ์กะละแมสมุนไพรอบเชยเถา 4) ป๊อปปอร์นคาราเมลน้ำตาลมะพร้าว และ 5) ซอสน้ำหวานดอกมะพร้าวคาราเมลบัตเตอร์สก็อต

การจัดทำโมเดลการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนเชิงวัฒนธรรมในเมืองโบราณอุทอง ใช้ชุมชนเป็นศูนย์กลาง ตั้งแต่การสำรวจ ออกแบบกิจกรรม นำนวัตกรรมมาเสริม และประเมินผลอย่างต่อเนื่อง โดยใช้เกณฑ์ CBT Thailand เป็นกรอบ ซึ่งตรงกับข้อเสนอของ ดวงชีวัน สวัสดิผล และพรณิพา ธีระโรจนพงษ์. (2568) ที่เห็นว่าการมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงจะสร้างการพัฒนาที่ยั่งยืนได้อย่างแท้จริง

สำหรับการพัฒนาโมเดลการท่องเที่ยวเชิงอาหารในสมุทรสงคราม การใช้แนวคิด Storytelling, Soft Power และการออกแบบเส้นทางเชิงประสบการณ์นั้น เชื่อมโยงกับแนวคิดของ Chan & Lee (2021) และ Richards (2018) ที่กล่าวถึงความสำคัญของการเล่าเรื่องและประสบการณ์เฉพาะถิ่นในการสร้างความแตกต่างในตลาดการท่องเที่ยว

การประเมินศักยภาพของชุมชนตามเกณฑ์ CBT Thailand 6 ด้านทั้งสองพื้นที่ ช่วยให้เห็นจุดแข็ง จุดอ่อน และแนวทางการพัฒนาที่ชัดเจน ช่วยให้การพัฒนาก้าวหน้าที่มีประสิทธิภาพ ขณะที่แนวคิดการสร้างเศรษฐกิจฐานรากผ่านเทคโนโลยีและนวัตกรรม ตามแนวทางของ UNWTO (2020) ก็ยืนยันถึงแนวโน้มที่ชุมชนต้องพัฒนา "ภูมิคุ้มกันเศรษฐกิจ" ด้วยตนเองผ่านการนำนวัตกรรมและดิจิทัลมาใช้เป็นเครื่องมือ

2) วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อเพิ่มศักยภาพดิจิทัลแพลตฟอร์มสำหรับรองรับและเชื่อมโยงการตลาดเพื่อยกระดับเศรษฐกิจการท่องเที่ยวโดยชุมชนของประเทศ

เครือข่าย มทร. ได้พัฒนาดิจิทัลแพลตฟอร์มตั้งแต่ปี 2565 เพื่อรวบรวมข้อมูลแหล่งท่องเที่ยว วัฒนธรรม และผลิตภัณฑ์ชุมชนทั่วประเทศ โดยแบ่งเป็นหมวดหมู่ให้ใช้งานง่ายและตอบสนองพฤติกรรมนักท่องเที่ยวยุคใหม่ที่ต้องการข้อมูลอย่างรวดเร็วและลึกซึ้งมากขึ้น ซึ่งชี้ว่าการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการท่องเที่ยวชุมชนได้ รวมทั้งสอดคล้องกับมุมมองของ Buhalis & Law (2008) ที่เสนอว่าดิจิทัลแพลตฟอร์มเป็นปัจจัยผลักดันสำคัญในอุตสาหกรรมท่องเที่ยวสมัยใหม่

แม้ระบบเดิมยังไม่สามารถรองรับการขายสินค้าได้ นักวิจัยจึงขยายศักยภาพของแพลตฟอร์ม โดยบูรณาการข้อมูลเส้นทาง ผลิตภัณฑ์ และกิจกรรมจากแต่ละชุมชนเข้าสู่ระบบกลาง พร้อมส่งเสริมความร่วมมือระหว่าง มทร. และ มรภ. เพื่อยกระดับเศรษฐกิจการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน แนวทางนี้สอดคล้องกับ Chan & Lee (2021) ที่เน้นบทบาทของเทคโนโลยีในการสร้างการเข้าถึงที่หลากหลาย การเชื่อมโยงการตลาดแบบดิจิทัลช่วยเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของแหล่งท่องเที่ยวโดยชุมชนได้อย่างแท้จริง

การพัฒนาแพลตฟอร์มได้รวบรวมข้อมูลจาก 32 ชุมชนต้นแบบ ครอบคลุมกว่า 60 ผลิตภัณฑ์ 156 กิจกรรม และ 27 เส้นทางท่องเที่ยว รวมถึงองค์ความรู้และนวัตกรรมท้องถิ่นกว่า 30 รายการ เพื่อให้การจัดระเบียบข้อมูลสอดคล้องกับแนวคิด "Data-Driven Tourism" ของ Xiang, Magnini, & Fesenmaier (2015) ซึ่งเน้นการใช้ข้อมูลเป็นฐานในการบริหารการท่องเที่ยวเชิงกลยุทธ์

ด้านการใช้งานแพลตฟอร์ม พบว่ามีผู้เข้าชมรวม 57,436 ครั้ง เฉลี่ย 618 ครั้งต่อวัน และมีการดาวน์โหลดแอปพลิเคชันกว่า 8,457 ครั้ง สะท้อนให้เห็นแนวโน้มการเติบโตที่น่าสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับ UNWTO (2020) ที่ชี้ว่าเทคโนโลยีดิจิทัลเป็นปัจจัยสำคัญในการเร่งการฟื้นตัวของการท่องเที่ยวหลังวิกฤต

อย่างไรก็ตาม อัตราการเติบโตที่ชะลอลงในไตรมาสสุดท้าย สะท้อนประเด็นที่เน้นว่าการส่งเสริมการตลาดอย่างสม่ำเสมอเป็นหัวใจในการสร้างการรับรู้และการใช้งานแพลตฟอร์มดิจิทัล

ด้านการขายสินค้าออนไลน์ ผ่านความร่วมมือกับบริษัท Bizall เริ่มเกิดการซื้อขายสินค้าและบริการชุมชนในระบบ รวมยอดขาย 23,479 บาทในระยะเวลา 3 เดือน และมีผู้ใช้งานที่ลงทะเบียนซื้อขายรวม 865 ราย แม้ยอดขายยังอยู่ในระดับเริ่มต้น แต่ถือเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญในการสร้างตลาดออนไลน์ของชุมชนอย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งตรงกับข้อเสนอของ เมทินา อิศริยานนท์ (2564) ที่ชี้ว่าการสร้างกลไกตลาดดิจิทัลของตนเองคือก้าวแรกของการพัฒนาที่ยั่งยืนของชุมชน

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Lourenco & Varde (2020) และ Richards (2018) ที่เห็นว่าการส่งเสริมการค้าออนไลน์ และการเชื่อมโยงผลิตภัณฑ์เข้ากับอัตลักษณ์ท้องถิ่นสามารถเพิ่มคุณค่าและสร้างความแตกต่างในตลาดได้อย่างแท้จริง

3) วัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อพัฒนาเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลและมหาวิทยาลัยราชภัฏในการยกระดับการท่องเที่ยวโดยชุมชนสู่การเป็นชุมชนต้นแบบ

ในการพัฒนาเครือข่าย มทร. และ มรภ. เพื่อร่วมกันยกระดับการท่องเที่ยวโดยชุมชนสู่การเป็นชุมชนต้นแบบ พบว่า การดำเนินงานมุ่งสร้างระบบความร่วมมือเชิงบูรณาการ โดยมีการประชุมร่วมกันทุก 2 เดือน เพื่อแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ ติดตามผล และปรับแผนงานให้เหมาะสมกับบริบทพื้นที่จริง การมีการประชุมต่อเนื่องและปรับแผนเชิงลึกนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ สมโภช ศรีวิจิตรวรกุล (2567) ที่เห็นว่าการพัฒนาชุมชนต้องดำเนินการแบบมีส่วนร่วมและมีระบบติดตามประเมินผลอย่างต่อเนื่องเพื่อความยั่งยืน มีการแต่งตั้งผู้ประสานงานกลางระหว่างเครือข่าย เพื่อประสานการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสะท้อนหลักการบริหารเครือข่ายในระดับพื้นที่ตามแนวคิดของ กมลศักดิ์ วงศ์ศรีแก้ว จิระพงศ์ เรืองกุล และสายใจ ชุนประเสริฐ (2561) ที่เสนอว่าต้องมีผู้ประสานงานเชิงรุกเป็นหัวใจในการทำให้การพัฒนาชุมชนขับเคลื่อนอย่างเป็นระบบ

ผลจากการหารือร่วมกันนำไปสู่การกำหนด 4 กิจกรรมหลัก ได้แก่ 1) การถอดบทเรียนการพัฒนาชุมชนต้นแบบ 2) การขับเคลื่อนการตลาดผ่านดิจิทัลแพลตฟอร์ม 3) การติดตามประเมินผลโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และ 4) การจัดนิทรรศการและคืนข้อมูลสู่สาธารณะ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวสอดคล้องกับมุมมองของ Richards (2018) ที่เน้นว่าการเรียนรู้ร่วมกัน (Knowledge Co-Creation) และการคืนข้อมูลเป็นกลไกสำคัญของการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนอย่างยั่งยืน

ความร่วมมือของ มทร. และ มรภ. ช่วยลดความเหลื่อมล้ำ สร้างโอกาสให้ชุมชน และยกระดับเศรษฐกิจฐานรากอย่างยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของ UNWTO (2020) ที่เน้นว่าความร่วมมือเชิงสถาบันและการส่งเสริมบทบาทของชุมชนท้องถิ่นคือหัวใจของการพัฒนาท่องเที่ยวชุมชนอย่างยั่งยืนในระดับนานาชาติ

4. สรุปผล

การดำเนินงานที่เกิดขึ้นแบ่งออกเป็น 5 ผลผลิต ได้แก่ ผลผลิตที่ 1 โมเดลการบริหารจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชน ต้นแบบ 2 รูปแบบ คือ โมเดลการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนเชิงวัฒนธรรม และโมเดลการพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนเชิงอาหาร ผลผลิตที่ 2 นวัตกรรมและเทคโนโลยีสนับสนุนการท่องเที่ยวโดนชุมชนต้นแบบ 10 นวัตกรรมและเทคโนโลยี คือ 1) หุ่นยนต์ปัญญาประดิษฐ์แบบมีปฏิสัมพันธ์เมืองโบราณทวารวดีอุทอง 2) นวัตกรรมผลิตภัณฑ์แชมพูและครีมบำรุงอาบน้ำอบเชยเถา 3) นวัตกรรมบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์กะละแม 4) นวัตกรรมบริการการท่องเที่ยวโดยชุมชน 5) นวัตกรรมทางการจัดการธุรกิจชุมชนผ่านโมเดลธุรกิจด้วยแนวคิดอำนาจละมุน 6) เครื่องบดน้ำตาลมะพร้าวผง 7) เครื่องร่อนคัดขนาดน้ำตาลมะพร้าวผง 8) เครื่องช่วยยกกระทะ 9) เครื่องปั่นน้ำตาลมะพร้าว และ 10) ระบบ VR Ban Bang Phalp (Virtual Reality) ผลผลิตที่ 3 ผลิตภัณฑ์ชุมชนจากทุนทรัพยากรท้องถิ่นที่มีความโดดเด่นด้านศิลปกรรมสู่ผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง จากการต่อยอดทุนทรัพยากรท้องถิ่นและภูมิปัญญาชุมชน 5 ผลิตภัณฑ์ คือ 1) ครีมอาบน้ำจากสมุนไพรอบเชยเถา 2) โลชั่นบำรุงผิวจากสมุนไพรอบเชยเถา 3) ผลิตภัณฑ์กะละแมสมุนไพรอบเชยเถา 4) ป๊อปปอร์นคาราเมลน้ำตาลมะพร้าว และ 5) ซอสน้ำหวานดอกมะพร้าวคาราเมลบัดเตอร์สก็อต ผลผลิตที่ 4 ดิจิทัลแพลตฟอร์มที่เชื่อมโยงตลาดสินค้าและบริการจากชุมชน เพื่อสอดคล้องกับพฤติกรรมนักท่องเที่ยวยุคใหม่ที่ได้เข้าถึงข้อมูลอย่างรวดเร็ว และสร้างประสบการณ์ท่องเที่ยว โดยรวบรวมข้อมูลการท่องเที่ยว ผลิตภัณฑ์ บริการ และกิจกรรมของแต่ละชุมชนในรูปแบบที่เป็นมาตรฐาน เชื่อมโยงตลาดดิจิทัล ทั้งในระดับ Marketplace ท้องถิ่น และแพลตฟอร์มการตลาดสากล ผลผลิตที่ 5 ระบบและกลไกความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล (มทร.) และมหาวิทยาลัยราชภัฏ (มรภ.) เป็นการบูรณาการองค์ความรู้ โดยการใช้จุดแข็งที่แตกต่างของมทร. ที่เชี่ยวชาญในด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม และมรภ. ที่มีความเข้มแข็งในด้านการพัฒนาชุมชนและการสืบสานศิลปวัฒนธรรม ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในชุมชน คือ การเพิ่มศักยภาพการบริหารจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชน การเพิ่มรายได้ การอนุรักษ์อัตลักษณ์วัฒนธรรม การยกระดับผลิตภัณฑ์สู่ตลาดระดับบน และการเชื่อมโยงตลาดผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล ซึ่งสามารถลดความเหลื่อมล้ำและสร้างการเติบโตทางเศรษฐกิจ

5. กิตติกรรมประกาศ

แผนงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปี พ.ศ. 2567 และดำเนินการโดยเครือข่ายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล (มทร.) ทั้ง 9 แห่ง ร่วมกับเครือข่ายมหาวิทยาลัยราชภัฏ (มรภ.) คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.เทิดชาย ช่วยบำรุง รองศาสตราจารย์ ดร.พีรเดช ทองอำไพ และคุณเบญจมาศ ติระมาศวนิชสำหรับคำแนะนำอันทรงคุณค่า รวมถึงขอขอบคุณผู้บริหาร นักวิจัยเครือข่าย และชุมชนเมืองโบราณอุทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ชุมชนริมคลองโฮมสเตย์ และชุมชนบางพลับ จังหวัดสมุทรสงคราม ที่ให้ความร่วมมือและมีส่วนสำคัญในการขับเคลื่อนงานวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วง

6. เอกสารอ้างอิง

- กมลศักดิ์ วงศ์ศรีแก้ว จิระพงศ์ เรืองกุล และสายใจ ชุนประเสริฐ. (2561). *การพัฒนาชุมชนเข้มแข็ง: กรณีศึกษาชุมชนพุนบำเพ็ญเขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร. วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต*, 5(1), 46–57. สืบค้นจาก <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JCDLQ/article/view/127543>
- ขวัญฤทัย เดชทองคำ. (2564). *การจัดการการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์สู่ความยั่งยืนของธุรกิจภายใต้วิกฤติโควิด 19. วารสารวิชาการการท่องเที่ยวไทยนานาชาติ*, 17(2), 1-18.
- จิตติพร จิตต์ภักดิ์ และณฐมน บัวพรมมี. (2567). *วิดีโอสนับสนุนแพลตฟอร์มโซเชียลมีเดียสำหรับการตลาดการท่องเที่ยวชุมชน. วารสารเครือข่ายส่งเสริมการวิจัยทางมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 7(3), 73–95. สืบค้นจาก <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/hsmj/article/view/279335>

- ญาณิศา เปื่อนพะ และประสพชัย พสุนนท์. (2566). นวัตกรรมชุมชนเชื่อมโยงเศรษฐกิจชุมชนสู่ความยั่งยืน. วารสารวิทยาการ
จัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, 8(2), 32–44. <https://doi.org/10.14456/jmsnpru.2021.30> (Original work
published 31 ธันวาคม 2021)
- ดวงชีวัน สวัสดิผล และพรณิพา อีระโรจนพงษ์. (2568). ปัจจัยการมีส่วนร่วมในการพัฒนาชุมชนไปสู่ความยั่งยืน กรณีศึกษา
ตำบลเกาะรอ อำเภอรามัญ จังหวัดยะลา. วารสารนวัตกรรมการจัดการศึกษาและการวิจัย, 7(3), 481–492. สืบค้น จาก
<https://so02.tci-thaijo.org/index.php/jemri/article/view/278719>
- ดารณี อาหาญ และเกตุศิริ เจริญวิศาล, (2565). การพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงอาหารภายใต้แนวคิดเศรษฐกิจ BCG. วารสารวไลย
อลงกรณ์ปริทัศน์, 12(2), 276–291. สืบค้น จาก [https://so06.tci-thaijo.org/index.php/var/article/
view/251316](https://so06.tci-thaijo.org/index.php/var/article/view/251316)
- เมทินา อีสริยานนท์ (2564). แนวทางการพัฒนาชุมชนเข้มแข็งสู่การจัดการตนเองอย่างยั่งยืนของตำบลทุ่งโพธิ์ อำเภอนาดี จังหวัด
ปราจีนบุรี. วารสารวิทยาลัยสงฆ์นครลำปาง, 10(2), 15–30. สืบค้น จาก [https://so04.tci-
thaijo.org/index.php/NBJ/article/view/252703](https://so04.tci-thaijo.org/index.php/NBJ/article/view/252703)
- เรวิตา สายสุด ปริญา บรจณมณี และอัญชลี เหลืองอ่อน (2566). กลยุทธ์การจัดการช่องทางการสื่อสารแบบบูรณาการจาก
มุมมองของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ที่มีต่อภาพลักษณ์การท่องเที่ยวเมืองรองของจังหวัดราชบุรี. วารสารวิชาการบัณฑิต
วิทยาลัยสวนดุสิต, 19(2), 127–141. สืบค้น จาก [https://so19.tci-thaijo.org/index.php /SDUGSAJ/
article/view/56](https://so19.tci-thaijo.org/index.php/SDUGSAJ/article/view/56)
- สมโภช ศรีวิจิตรวรกุล (2567). การมีส่วนร่วมของนิสิตอาเซียน: การศึกษาสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน. วารสารพุทธอาเซียนศึกษา
, 9(1), 13–28. สืบค้น จาก <https://so07.tci-thaijo.org/index.php/basj/article/view/5144>
- Buhalis, D., & Law, R. (2008). *Progress in information technology and tourism management: 20 years on and
10 years after the Internet. Tourism Management*, 29(4), 609–623.
- Chan, H., & Lee, R. (2021). *Culinary tourism and local food heritage: The role of storytelling. Journal of
Tourism and Cultural Change*, 19(4), 451–470.
- Lourenco, J., & Varde, A. S. (2020). *Empowering cultural tourism through data-driven design. Information
Systems Frontiers*, 22(3), 709–726.
- Richards, G. (2018). *Cultural tourism: A review of recent research and trends. Journal of Hospitality and
Tourism Management*, 36, 12–21.
- UNWTO. (2020). *Tourism and rural development: A policy guide*. Madrid: United Nations World Tourism
Organization. Retrieved from <https://www.unwto.org/tourism-and-rural-development>
- Xiang, Z., Magnini, V. P., & Fesenmaier, D. R. (2015). *Information technology and consumer behavior in travel
and tourism: Insights from travel planning using the Internet. Journal of Retailing and Consumer
Services*, 22, 244–249.

ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับการปฏิบัติของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหาร ในร้านอาหาร

The Relationship between Knowledge and Practice of Food Handlers According to Food Sanitation Standards in Restaurants

ปรีชญา แพมมงคล¹ อัยลดา เอี่ยมมา² ภัทราวุฒิ น้อยโอสฐ² นนทภัทร สายบุตร²

วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงษ์³ ศศิธร ป้อมเชียงพิณ⁴ และ นิชกานต์ กลัดดี^{4*}

Prachya Paemongkol¹ Alyda Iammama² Phatarawut Noiothon² Nontapat Saibut²

Waralak Panyathitipong³ Sasithon Pomchiangpin⁴ and Nidchakarn Klubdee^{4*}

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาอุตสาหกรรมบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² นักศึกษา สาขาวิชาอุตสาหกรรมบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

⁴ อาจารย์ สาขาวิชาอุตสาหกรรมบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

* E-mail: nidchakarn.k@rmutp.ac.th; Tel. 0806546961

บทคัดย่อ

สุขาภิบาลอาหารถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้ประกอบร้านอาหาร ซึ่งในปัจจุบันมีโรคที่เกิดจากอาหารและน้ำเป็นสื่อ ส่งผลทำให้มีอาการเจ็บป่วยสูญเสียทรัพยากรในการดูแลสุขภาพ โดยเฉพาะในเขตพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่นอย่างจังหวัดกรุงเทพมหานคร ดังนั้นผู้สัมผัสอาหารจำเป็นต้องมีความรู้และปฏิบัติตนให้ถูกต้องตามหลักสุขลักษณะที่ดี เพื่อสร้างความเชื่อมั่นและความปลอดภัยให้กับผู้บริโภค ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาความรู้และการปฏิบัติตนของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับการปฏิบัติตนของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหาร โดยประชากรที่ใช้ครั้งนี้ คือผู้สัมผัสอาหารในร้านอาหารบนถนนพหลโยธิน สาย 3 เขตทวีวัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 90 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้และการปฏิบัติตนของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารร้านอาหาร ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านวัตถุดิบ อาหาร น้ำ และน้ำแข็ง ด้านผู้สัมผัสอาหาร ด้านสถานที่ให้บริการ ด้านความสะอาดและสัตว์นำโรค และด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าความถี่ ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ผลการวิจัยพบว่า ผู้สัมผัสอาหารมีความรู้ตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารทั้ง 5 ด้าน อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 83.33 โดยเฉพาะเมื่อเริ่มปฏิบัติงานมีการล้างมือให้สะอาดก่อนทุกครั้ง ร้อยละ 98.89 และการปฏิบัติตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารทั้ง 5 ด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.58$) ซึ่งสามารถใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้และการปฏิบัติตนของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารพบว่า ไม่มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างอ่อนแอกับการปฏิบัติ ($r=0.4$)

คำสำคัญ: ความรู้, การปฏิบัติตน, ผู้สัมผัสอาหาร, มาตรฐานสุขาภิบาลอาหาร, ร้านอาหาร

Abstract

Food sanitation is considered crucial for restaurant operators. In today's context, foodborne and waterborne illnesses have become prevalent, leading to health problems and the loss of resources in medical care-especially in densely populated areas such as Bangkok. Therefore, Food handlers must possess proper knowledge and adhere to good hygiene practices to ensure consumer confidence and safety. This study investigates the knowledge and practices of food handlers in accordance with food sanitation standards, as well as the relationship between knowledge and practices. The study population consisted of 90 food handlers from restaurants located along Phutthamonthon Sai 3 Road in Thawi Watthana District, Bangkok. Data were collected using a questionnaire covering five key aspects of food sanitation standards: ingredients, food, water and ice; food handlers; service areas; cleanliness and disease vectors; and tools and equipment. The data were analyzed using frequency, percentage, standard deviation, and Pearson's correlation coefficient. Results showed that 83.33% of Food Handlers had a moderate level of knowledge in all five aspects of food sanitation standards. In particular, 98.89% reported washing their hands properly before starting work. Their overall hygiene practices according to the five aspects were at the highest level ($\bar{x}=4.58$), especially in the proper use of tools and equipment. However, the analysis of the relationship between knowledge and food handling practices with food inspection revealed no significant positive relationship with practices ($r=0.4$).

Keywords: Knowledge, Practices, Food Handlers, Food Hygiene Standards, Restaurants

1. บทนำ

ความปลอดภัยในการประกอบธุรกิจร้านอาหารทั้งขนาดกลางและขนาดเล็กจำเป็นต้องให้ความสำคัญด้านสุขลักษณะที่ดีทั้งภายในและภายนอกร้านอาหาร รวมถึงพฤติกรรมของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไปในการเลือกรับประทานอาหาร ซึ่งร้านอาหารหลายที่มีข้อจำกัดในเรื่องการจัดการทรัพยากรที่ใช้ในการเพิ่มศักยภาพการดูแลสุขาภิบาลอาหารที่ดี โดยเฉพาะกระบวนการบริหารจัดการด้านบุคลากร (รัฐชัย สายเพชร, 2560) ทำให้เกิดการเจ็บป่วยโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อแบคทีเรีย เช่น *Escherichia coli* (*E. coli*), *Salmonella app.*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* และเชื้อไวรัส เช่น Norovirus, Rotavirus จากรายงานของกองระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข ในการใช้ระบบเฝ้าระวังโรคดิจิทัล (Digital Disease Surveillance: DDS) พบว่ามีผู้ป่วยโรคอุจจาระร่วงเฉียบพลันจำนวน 48,450 ราย คิดเป็นอัตราป่วยร้อยละ 74.64 ต่อประชากรแสนคน (กาญจนา เมณฑ์กุล, ยุวดี แก้วประดับ และชญาธิ มหาสิงห์, 2568) ซึ่งสาเหตุเกิดจากการรับประทานอาหารหรือน้ำที่มีการปนเปื้อนเชื้อโรคหรือการล้างมือไม่สะอาดก่อนการเตรียมหรือปรุงอาหาร ก่อนรับประทานอาหาร หรือหลังสัมผัสสิ่งของเครื่องใช้ที่มีการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรค

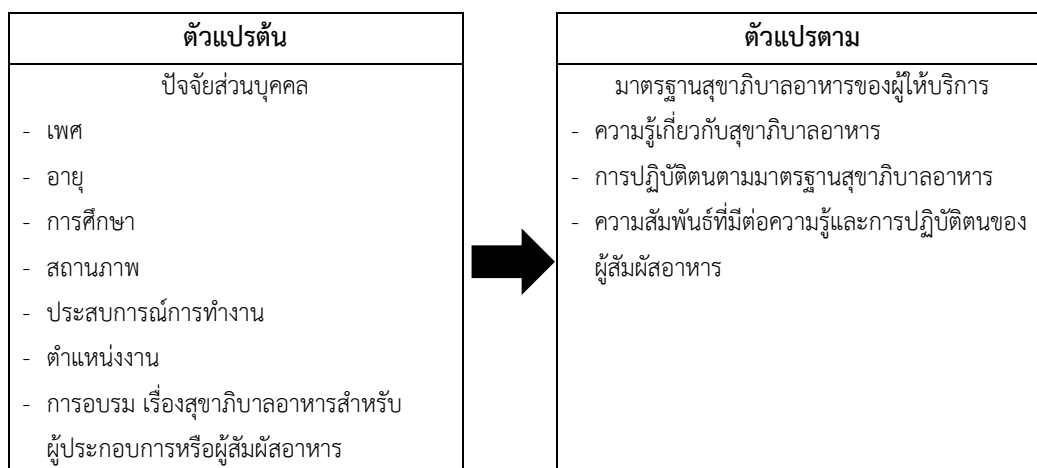
ความรู้จัดเป็นองค์ประกอบขั้นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับผู้สัมผัสอาหาร โดยผู้สัมผัสอาหารจำเป็นต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้เพื่อแสวงหาข้อมูล กฎเกณฑ์ ข้อบังคับ จากการค้นคว้า สังเกต ประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมที่เกี่ยวข้องกับสุขาภิบาลอาหาร ทั้งวัตถุดิบที่นำมาใช้ในประกอบอาหาร สุขลักษณะส่วนบุคคล เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสม สถานที่ให้บริการ รวมถึงความสะอาดและสัตว์นำโรค นอกจากนี้สุขาภิบาลอาหารไม่ได้หมายความว่าเพียงแต่การรับประทานอาหารเข้าไปแล้วไม่เกิดโรคและโทษ ยังรวมถึงพยาธิ สารเคมีที่เป็นพิษ และสิ่งที่ไม่ใช่อาหารที่มีการปนเปื้อนอาหารผ่านสื่อกลาง (Lema K., Abuhay N., Kindie W., Dagne H. and Guadu T., 2020) ได้แก่ การขนส่ง การเตรียม การปรุง การเก็บรักษา การจำหน่าย และการบริการอาหาร ซึ่งอาจจะส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภคในระยะยาว ดังนั้นผู้ประกอบการร้านอาหารจำเป็นต้องนำความรู้มาใช้ในการปฏิบัติหน้าที่ให้ประสบผลสำเร็จในการบริหารจัดการร้านอาหาร รวมถึงการควบคุมสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัย และการดำรงชีวิตของผู้บริโภค

การปฏิบัติทางด้านสุขาภิบาลอาหารเป็นการสะท้อนกิจกรรมของบุคคลในรูปแบบของการเลือกซื้อวัตถุดิบ การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ การเตรียมอาหาร การประกอบอาหาร การบริการอาหาร การล้างทำความสะอาด และการจัดเก็บอาหาร เมื่อผู้สัมผัสอาหารมีการปฏิบัติที่ดีจะส่งผลทำให้เกิดความปลอดภัยในการดูแลสุขภาพร่างกายไม่ก่อให้เกิดโรค ซึ่งปัจจุบันสำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2562) ได้กำหนดแนวทางหลักเกณฑ์และวิธีการปฏิบัติทางสุขาภิบาลอาหารเกี่ยวกับการปฏิบัติตนของผู้ประกอบการและผู้สัมผัสอาหารให้ถูกต้อง โดยต้องคำนึงถึงและให้ความสำคัญกับวิธีการด้านวัตถุดิบ ด้านผู้สัมผัสอาหาร ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ ด้านสถานที่ให้บริการ ด้านความสะอาดและสัตว์นำโรค ซึ่งหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบยังไม่สามารถกำกับดูแล ควบคุม และตรวจสอบได้อย่างครบถ้วน ดังนั้นเพื่อสร้างความมั่นใจและความปลอดภัยอาหารให้กับผู้บริโภค ทั้งยังเป็นการส่งเสริมคุณภาพลักษณะที่ดีให้กับประเทศ ทำให้ผู้ประกอบการร้านอาหารจำเป็นต้องดำเนินการปฏิบัติตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารและสิ่งแวดล้อมภายในร้านและนอกร้านให้ถูกสุขลักษณะและมีความพร้อมในการให้บริการ สำหรับร้านอาหารจัดเป็นแหล่งจำหน่ายอาหารปรุงสดที่มีผู้บริโภคนิยมใช้กันจำนวนมาก เพราะสะดวกรวดเร็วในการใช้ชีวิตประจำวัน อาจจะส่งผลทำให้เกิดโอกาสเสี่ยงต่อการปนเปื้อนจากเชื้อโรคทางเดินอาหารได้ จากรายงานของพัฒนา พรหมณี, ยุพิน พิทยาวัฒน์ชัย และจิระศักดิ์ ทัพพา (2562) พบว่าโรคอาหารเป็นพิษมักเกิดจากสถานที่ปรุง ประกอบ จำหน่ายอาหาร และผู้สัมผัสอาหารที่ไม่มีความรู้และการปฏิบัติด้านสุขลักษณะในการปรุงประกอบและจำหน่ายอาหารที่ไม่เหมาะสม มีการเก็บ รักษาวัตถุดิบที่ไม่ถูกสุขลักษณะ การปรุงอาหารที่ไม่สะอาด การใช้ภาชนะที่ไม่ถูกหลักสุขาภิบาลอาหาร ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความรู้และการปฏิบัติตนของผู้สัมผัสอาหาร รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับการปฏิบัติตนของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารในร้านอาหาร เพื่อใช้ในการปรับปรุงการปฏิบัติตนของผู้สัมผัสอาหาร และแนวทางแผนงานด้านสุขาภิบาลอาหารให้ร้านอาหาร และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลใช้ในการวางแผนป้องกันปัญหาการสุขาภิบาลอาหารของร้านอาหารให้สามารถได้รับรองมาตรฐานด้านความปลอดภัย ป้องกันเชื้อโรค พยาธิ และสารเคมีที่ปนเปื้อนในอาหารได้

1.1 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาความรู้ของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารในร้านอาหาร
- 2) เพื่อศึกษาการปฏิบัติตนของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารในร้านอาหาร
- 3) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับการปฏิบัติตนของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารในร้านอาหาร

1.2 กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพอาหาร การให้บริการของผู้สัมผัสอาหารให้สอดคล้องตามหลักสุขาภิบาลอาหาร เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคในการเลือกใช้บริการร้านอาหาร
- 2) เป็นแนวทางกำหนดแผนงานทางด้านสุขาภิบาลอาหารให้ร้านอาหาร และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถใช้ข้อมูลในวางแผนป้องกันปัญหาการสุขาภิบาลอาหารของร้านอาหารให้ได้รับรองมาตรฐาน

2. วิธีการศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ ผู้จัดการร้าน ผู้ช่วยผู้จัดการร้าน พนักงานต้อนรับ พนักงานบริการ พนักงานครัว พนักงานทำความสะอาด พนักงานเดินอาหาร บริเวณร้านอาหารถนนพุทธมณฑล สาย 3 เขตทวีวัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร เกณฑ์การเลือกร้านที่ใช้คือ ร้านอาหารทั่วไปที่ยินดีให้ความร่วมมือ จำนวน 34 ร้าน รวมผู้สัมผัสอาหารทั้งหมด จำนวน 116 คน แต่เมื่อลงพื้นที่สอบถามความสมัครใจในการให้ข้อมูลมีจำนวน 28 ร้าน รวมผู้สัมผัสอาหารทั้งหมด จำนวน 90 คน

2.1 เครื่องมือที่ใช้

การศึกษานี้ คือ แบบสอบถาม (Questionnaire) ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาจากเอกสาร วารสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงหลักเกณฑ์และวิธีการสุขาภิบาลอาหารในการอบรมของผู้ประกอบการและผู้สัมผัสอาหาร (สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2562) และนำมาปรับปรุงให้เหมาะสมการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลประกอบไปด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานภาพ ตำแหน่งงาน ประสบการณ์การทำงาน และการอบรมเรื่องสุขาภิบาลอาหารสำหรับผู้ประกอบการหรือผู้สัมผัสอาหาร ลักษณะคำถามนี้เป็นแบบรายการ (Check list)

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานสุขาภิบาลอาหาร ได้แก่ 5 ด้าน คือ วัตถุประสงค์ อาหาร น้ำ และน้ำแข็ง ด้านผู้สัมผัสอาหาร ด้านสถานที่ให้บริการ ด้านความสะอาด และสัตว์นำโรค ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ ลักษณะคำถามนี้เป็นแบบรายการ (Check list) ต่อความรู้มาตรฐานสุขาภิบาลอาหาร ซึ่งข้อคำถามกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามโดยทำเครื่องหมายถูกในช่องคำถามที่ผู้ตอบคิดว่า ใช่ ไม่ใช่ และไม่ทราบ

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับการปฏิบัติตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหาร ได้แก่ 5 ด้าน คือ ด้านวัตถุดิบ อาหาร น้ำ และน้ำแข็ง ด้านผู้สัมผัสอาหาร ด้านสถานที่ให้บริการ ด้านความสะอาด และสัตว์นำโรค ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ ลักษณะคำถามนี้เป็นแบบอัตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) เกณฑ์ประมาณค่า 5 ระดับ คือ ปฏิบัติระดับมากที่สุด ปฏิบัติระดับมาก ปฏิบัติระดับปานกลาง ปฏิบัติระดับน้อย ปฏิบัติระดับน้อยที่สุด

2.2 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยนำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงของเนื้อหา นำข้อเสนอแนะทำการปรับปรุงแก้ไข ด้วยวิธี IOC: Item Objective Congruence Index จนได้ค่าความสอดคล้องมากกว่า 0.5 (ริเชยทอร์ พรพจน์ธนาศ, 2565) จากนั้นตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) โดยนำแบบสัมภาษณ์ไปทดสอบใช้ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับประชากรที่ศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ค่าความเชื่อมั่นในภาพรวมมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำแบบสอบถามตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล จากนั้นนำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ดังนี้

1) ข้อมูลส่วนบุคคลได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่งงาน สถานภาพ ประสบการณ์การทำงาน และประสบการณ์การอบรมเรื่องสุขาภิบาลอาหารสำหรับผู้ประกอบการหรือผู้สัมผัสอาหาร วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าความถี่ และร้อยละ

2) ความรู้สุขาภิบาลอาหาร ทั้ง 5 ด้าน คือ ด้านวัตถุดิบ อาหาร น้ำ และน้ำแข็ง ด้านผู้สัมผัสอาหาร ด้านสถานที่ให้บริการ ด้านการทำความสะอาดและสัตว์นำโรค ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ ลักษณะคำถามนี้เป็นแบบรายการต่อความรู้มาตรฐานสุขาภิบาลอาหาร ซึ่งข้อคำถามกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามโดยทำเครื่องหมายถูกในช่องคำถามที่ผู้ตอบคิดว่า ถูก ผิด และ ไม่ทราบ วิเคราะห์ข้อมูล โดยค่าความถี่ และร้อยละ และกำหนดเกณฑ์การแปรผลระดับความรู้ (บุญเรียง ขจรศิลป์, 2543) คือ

จำนวนข้อที่ถูก	ระดับความรู้
1-8	ระดับความรู้ต่ำ
9-1	ระดับความรู้ปานกลาง
14-20	ระดับความรู้ดี

3) การปฏิบัติตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารทั้ง 5 ด้าน คือ ด้านวัตถุดิบ อาหาร น้ำ และน้ำแข็ง ด้านผู้สัมผัสอาหาร ด้านสถานที่ให้บริการ ด้านการทำความสะอาด และสัตว์นำโรค ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ ลักษณะคำถามนี้เป็นแบบอัตราส่วนประเมินค่าเกณฑ์ประมาณค่า 5 ระดับ โดยวิเคราะห์ด้วยการหาค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยตัวแปร มีดังนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.21 – 5.00	ระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.41 – 4.20	ระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.61 – 3.40	ระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.81 – 2.60	ระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.80	ระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับน้อยที่สุด

4) การวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับการปฏิบัติตามของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารของร้านอาหาร นำมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) และกำหนดเกณฑ์การแปรผลความสัมพันธ์ ผู้วิจัยได้ใช้ของอริสรา อินทรขุนทด, อภิชาติ โจอารีย์ และประสงค์ ตันพิชัย (2557) ดังนี้

คะแนนค่า $r > \pm 0.7$ หรือ $< \pm 0.7$	มีความสัมพันธ์ที่ความแข็งแกร่ง
คะแนนค่า r อยู่ระหว่าง ± 0.3 ถึง ± 0.7	มีความสัมพันธ์ปานกลาง
คะแนนค่า r อยู่ระหว่าง 0 ถึง ± 0.3	มีความสัมพันธ์อ่อนแอ

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษา

ผู้สัมผัสอาหารในร้านอาหารบนถนนพหลโยธิน สาย 3 เขตทวีวัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ส่วนใหญ่คือเพศหญิง ร้อยละ 52.22 มีอายุระหว่าง 26-30 ปี ร้อยละ 27.78 สถานภาพสมรส ร้อยละ 76.67 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 25.56 มีตำแหน่งงานเป็นพนักงานบริการ ร้อยละ 30.00 ประสบการณ์การทำงาน 1-5 ปี ร้อยละ 71.11 และไม่เคยผ่านการอบรมเรื่องสุขาภิบาลอาหารสำหรับผู้ประกอบการหรือผู้สัมผัสอาหาร ร้อยละ 93.67

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละความรู้ของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารในร้านอาหารบนถนนพหลโยธิน สาย 3 เขตทวีวัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ทั้ง 5 ด้าน (n=90)

ความรู้ของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหาร	ถูก	ผิด	ไม่ทราบ
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
1. ด้านวัตถุดิบ อาหาร น้ำ และน้ำแข็ง	71 (78.89)	17 (18.89)	2 (2.22)
2. ด้านผู้สัมผัสอาหาร ผู้ปรุงอาหาร ผู้เตรียมอาหาร ผู้บริการอาหาร	67 (74.44)	22 (24.45)	1 (1.11)
3. ด้านสถานที่ให้บริการ	57 (63.34)	30 (33.33)	3 (3.33)
4. ด้านการทำความสะอาดและสัตว์นำโรค	71 (78.89)	16 (17.78)	3 (3.33)
5. ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์	42 (46.67)	47 (52.22)	1 (1.11)
รวม	61 (67.78)	27 (30.00)	2 (2.22)

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละระดับความรู้ของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารในร้านอาหารบนถนนพหลโยธิน จังหวัดกรุงเทพมหานคร (n=90)

ระดับความรู้หลักสุขาภิบาลอาหาร	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ระดับความรู้ต่ำ (1-8 คะแนน)	0	0.00
ระดับความรู้ปานกลาง (9-14 คะแนน)	75	83.33
ระดับความรู้สูง (15-20 คะแนน)	15	16.67
รวม	90	100.00

จากตารางที่ 1 และ 2 ผู้สัมผัสอาหารในร้านอาหารบนถนนพหลโยธิน สาย 3 เขตทวีวัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานครที่เป็นกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้ระดับความรู้ปานกลาง ร้อยละ 83.33 และตอบคำถามถูก ร้อยละ 67.78 แสดงให้เห็นว่ามีความรู้ตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารของผู้สัมผัสอาหารแต่ละด้าน คือ ด้านผู้สัมผัสอาหาร ผู้ปรุงอาหาร ผู้เตรียมอาหาร ผู้บริการอาหาร ร้อยละ 74.44 รองลงมาคือ ด้านวัตถุดิบ อาหาร น้ำ และน้ำแข็ง และด้านการทำความสะอาดและสัตว์นำโรค ร้อยละ 78.89 และด้านสถานที่ให้บริการร้อยละ 63.34

ส่วนกลุ่มตัวอย่างผู้สัมผัสอาหารที่ตอบผิดเกี่ยวกับความรู้ตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารของผู้สัมผัสอาหารแต่ละด้าน คือ ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ ร้อยละ 52.22 รองลงมาคือ ด้านสถานที่ให้บริการ ร้อยละ 33.33 และด้านผู้สัมผัสอาหาร ผู้ปรุงอาหาร ผู้เตรียมอาหาร ผู้บริการอาหาร ร้อยละ 24.45

เมื่อนำมาวิเคราะห์ภาพรวมรายชื่อของกลุ่มตัวอย่างผู้สัมผัสอาหาร ข้อคำถามที่ตอบถูกมากที่สุดคือ เมื่อเริ่มปฏิบัติงานมีล้างมือให้สะอาดก่อนทุกครั้ง ร้อยละ 98.89 และข้อคำถามที่ตอบผิดมากที่สุด คือ การจัดเก็บและจัดวางอุปกรณ์ภาชนะต้องวางสูงจากพื้นอย่างน้อย 20 เซนติเมตร ร้อยละ 93.33 รองลงมาคือ ล้างภาชนะโดยใช้เฉพาะน้ำสะอาด ร้อยละ 86.67 และน้ำแข็งเก็บในภาชนะที่สะอาดใช้อุปกรณ์ทั่วไปตักให้บริการ ร้อยละ 83.33

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการปฏิบัติตนของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารในร้านอาหารบนถนนพหลโยธิน สาย 3 เขตทวีวัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร (n=90)

การปฏิบัติตนของผู้สัมผัสอาหาร	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับการปฏิบัติ
1. ด้านวัตถุดิบ อาหาร น้ำ และน้ำแข็ง	4.54	0.78	มากที่สุด
2. ด้านผู้สัมผัสอาหาร ผู้ปรุงอาหาร ผู้เตรียมอาหาร ผู้บริการอาหาร	4.58	0.78	มากที่สุด
3. ด้านสถานที่ให้บริการ	4.57	0.83	มากที่สุด
4. ด้านการทำความสะอาดและสัตว์นำโรค	4.58	0.89	มากที่สุด
5. ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์	4.61	0.80	มากที่สุด
รวม	4.58	0.81	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 ผู้สัมผัสอาหารในร้านอาหารบนถนนพหลโยธิน สาย 3 เขตทวีวัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานครที่เป็นกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการปฏิบัติตนด้านสุขาภิบาลอาหารของผู้สัมผัสอาหารอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.58) คือ ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ ($\bar{X}$ =4.61) รองลงมาคือ ด้านผู้สัมผัสอาหาร ผู้ปรุงอาหาร ผู้เตรียมอาหาร ผู้บริการอาหาร และด้านการทำความสะอาดและสัตว์นำโรค ($\bar{X}$ =4.58) และด้านสถานที่ให้บริการ ($\bar{X}$ =4.57)

เมื่อนำมาวิเคราะห์ภาพรวมรายชื่อของกลุ่มตัวอย่างผู้สัมผัสอาหาร พบว่า ผู้สัมผัสอาหารมีพฤติกรรมปฏิบัติตนทุกครั้งมากที่สุด คือ ล้างภาชนะด้วยน้ำยาล้างภาชนะแล้วล้างด้วยน้ำสะอาดอย่างสม่ำเสมอ รวมถึงการเลือกอาหารและเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่มีเลขสารบบอาหาร (อย.) ($\bar{X}$ =4.66) รองลงมาคือ การใช้เชียงและมิดแยกกันระหว่างเนื้อสัตว์สุกดิบ ผัก และผลไม้ เป็นประจำ ($\bar{X}$ =4.64) และผู้บริการมีสุขนิสัยที่ดี เช่น ตัดเล็บ สั้น ไม่สูบบุหรี่ขณะปฏิบัติงาน ไม่ใช้มือหยิบจับอาหารที่ปรุงเสร็จแล้วโดยตรงอย่างสม่ำเสมอ ($\bar{X}$ =4.62)

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ความรู้กับการปฏิบัติตนของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารของร้านอาหารบนถนนพหลโยธินสาย 3 เขตทวีวัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ความรู้กับการปฏิบัติตนของผู้สัมผัสอาหาร	ค่าความสัมพันธ์		
	ค่าความสัมพันธ์ (r)	ค่า sig (P)	ระดับความสัมพันธ์
1. ด้านวัตถุดิบ อาหาร น้ำ และน้ำแข็ง	0.23	.03	มีความสัมพันธ์อ่อนแอ
2. ด้านผู้สัมผัสอาหาร ผู้ปรุงอาหาร ผู้เตรียมอาหาร ผู้บริการอาหาร	0.06	.59	ไม่มีความสัมพันธ์อ่อนแอ
3. ด้านสถานที่ให้บริการ	-0.03	.78	ไม่มีความสัมพันธ์อ่อนแอ
4. ด้านการทำความสะอาดและสัตว์นำโรค	0.24	.02	มีความสัมพันธ์อ่อนแอ
5. ด้านเครื่องมือและอุปกรณ์	-0.04	.71	ไม่มีความสัมพันธ์อ่อนแอ
รวม	0.14	.19	ไม่มีความสัมพันธ์อ่อนแอ

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์พบว่า p-value มีค่าเท่ากับ .19 ซึ่งมากกว่า .05 (α =.05) ดังนั้นจึงยอมรับ H₀ ปฏิเสธ H₁ จึงสามารถสรุปได้ว่า ความรู้ผู้สัมผัสอาหารไม่มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างอ่อนแอกับการปฏิบัติ ค่า r=0.14 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 อภิปรายผล

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับการปฏิบัติตนของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารในร้านอาหารสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

ความรู้ของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารในร้านอาหารทั้ง 5 ด้าน มีความรู้มาตรฐานสุขาภิบาลอาหาร ซึ่งส่วนใหญ่ตอบคำถามถูกร้อยละ 67.78 สอดคล้องกับการศึกษาของนันธิดา แดงขาว, ญัฐนรี สมิตร์ แลสุพรรณฯ หลังประเสริฐ (2022) เกี่ยวกับพฤติกรรมด้านอาหารปลอดภัยของผู้สัมผัสอาหารในครัวโรงแรม 5 ดาว เขตกรุงเทพมหานคร: กรณีศึกษานักศึกษาฝึกงานพบว่าผู้สัมผัสอาหารส่วนใหญ่มีความรู้ด้านการสุขาภิบาลอาหารโดยเฉพาะสิ่งที่ควรทำหรือต้องทำเพื่อให้อาหารปลอดภัย แสดงให้เห็นว่าผู้ประกอบการมีความใส่ใจและให้ข้อมูลที่เพียงพอเป็นประโยชน์กับผู้สัมผัสอาหาร แม้จะไม่เคยผ่านการอบรมเรื่องสุขาภิบาลอาหารสำหรับ

ผู้ประกอบการหรือผู้สัมผัสอาหาร ร้อยละ 93.67 สอดคล้องกับการศึกษาของ Gebre G. G., Legesse T. and Fikadu A. A., (2023) ที่กล่าวไว้ว่าความรู้ด้านความปลอดภัยของอาหารไม่เกี่ยวข้องกับหลักปฏิบัติด้านความปลอดภัยของอาหาร แม้ว่าผู้ตอบแบบสอบถามในครัวเรือนทั้งชายและหญิงจะทราบถึงประโยชน์และวิธีการในการผลิต แปรรูป และถนอมผักและผลไม้ แต่บางคนกลับไม่ได้ผลิต แปรรูป และถนอมผักและผลไม้ สิ่งนี้บ่งบอกเป็นนัยว่าในพื้นที่ศึกษา ผู้คนไม่ได้นำความรู้ด้านความปลอดภัยของอาหารไปปฏิบัติ นอกจากนี้สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2562) ได้ประกาศหลักเกณฑ์และวิธีการจัดการอบรมผู้ประกอบการกิจการและผู้สัมผัสอาหารผ่านระบบเทคโนโลยีดิจิทัล พ.ศ. 2563 ส่งผลให้ผู้ประกอบการและผู้สัมผัสอาหารจำเป็นต้องดำเนินการฝึกอบรมความรู้ด้านสุขาภิบาลอาหารเพื่อให้ได้รับรองความปลอดภัยอาหารในการปฏิบัติงาน และยังสอดคล้องกับการศึกษาของศรุตยา ประภาพันธ์, รจฤดี โชติกาวิรินทร์ และวันดี นิลสาราญจิต (2561) ทำการเปรียบเทียบความรู้และความตระหนักเกี่ยวกับการสุขาภิบาลอาหารของผู้สัมผัสอาหารในร้านอาหาร โดยกลุ่มทดลองมีความรู้เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เป็นผลมาจากกลุ่มทดลองได้เข้าร่วมการอบรมเชิงปฏิบัติการแบบกระบวนการมีส่วนร่วมต่อความรู้เกี่ยวกับการสุขาภิบาลอาหารที่ได้จัดทำกิจกรรมขึ้น กิจกรรมการให้ความรู้ประกอบการบรรยายจะเปิดโอกาสให้ผู้สัมผัสอาหารได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ และปัญหาในการดำเนินการสุขาภิบาลอาหารผ่านรูปแบบกิจกรรม A-I-C สอดคล้องกับการศึกษาของกรรณิการ์ ลดาสุวรรณ, สมัทนา กลางคาร และกษมา วงษ์ประชุม (2568) ผลของโปรแกรมการพัฒนาความรู้ด้านสุขาภิบาลอาหารต่อพฤติกรรมของผู้สัมผัสอาหารในร้านอาหาร อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี พบว่าภายหลังการได้รับโปรแกรม กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความรู้และพฤติกรรมด้านสุขาภิบาลอาหารสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p -value) ดังนั้นจึงควรเน้นวิธีเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ในการประกอบอาหาร ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดภาชนะโดยใช้เฉพาะน้ำสะอาด การจัดเก็บและจัดวางอุปกรณ์ภาชนะให้ถูกสุขลักษณะ รวมถึงการเลือกใช้น้ำ น้ำแข็ง ภาชนะเก็บต้องสะอาดและแยกประเภท อุปกรณ์สำหรับตักให้บริการ ดังนั้นผู้ประกอบการหรือผู้จัดการร้านต้องมีบทบาทในการส่งเสริมความรู้ให้เป็นไปตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารสำหรับผู้สัมผัสอาหารที่ดี เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนามาตรฐานร้านอาหารของตนเอง

การปฏิบัติตนของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารของร้านอาหารบนถนนพุทธมณฑลสาย 3 เขตทวีวัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร มีการปฏิบัติตนตามหลักการสุขาภิบาลอาหารในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.58$) ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยจิราภรณ์ หลาบคำ, จินตนา ศิริบุรณพิพัฒนา และวิษณีย์ แก่นคง (2560) พบว่าศูนย์พัฒนาเด็กเล็กในเขตตำบลเมืองศรีโค อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี มีการปฏิบัติด้านสุขาภิบาลอาหารของผู้สัมผัสอาหารในภาพรวมอยู่ในระดับดี ร้อยละ 88.0 ทั้งการล้างภาชนะด้วยน้ำยาล้างภาชนะแล้วล้างด้วยน้ำสะอาดอย่างสม่ำเสมอ การเลือกอาหารและเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่มีเลขสารบบอาหาร (อย.) การใช้เชียงและมิดแยกกันระหว่างเนื้อสัตว์สุกดิบ ผัก และผลไม้ และผู้บริการมีสุขนิสัยที่ดี เช่น ตัดเล็บ สั้น ไม่สูบบุหรี่ขณะปฏิบัติงาน ไม่ใช้มือหยิบจับอาหารที่ปรุงเสร็จแล้วโดยตรงอย่างสม่ำเสมอ สอดคล้องกับการวิจัยของณัฐชา สักกะวัน, พลอยไพลิน ทองแก้ว, กาญจนา ปินตาคำ และสุเวช พิมน้ำเย็น (2564) พบว่าพฤติกรรมปฏิบัติตนของผู้ปรุงอาหารในโรงเรียนสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงราย เขต 1 มีการปฏิบัติถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลอาหาร ทำให้มีความเชื่อมั่นในการปรุงอาหารให้กับนักเรียนในโรงเรียนมากขึ้น

ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับการปฏิบัติตนของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารของร้านอาหาร พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างอ่อนแอกับการปฏิบัติตน เนื่องจากผู้สัมผัสอาหารมีประสบการณ์ที่หลากหลายและสภาพแวดล้อมที่ทำให้การปฏิบัติงานแตกต่างกันแม้ว่าพวกเขาจะมีความรู้เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Abdi, et al. (2020) กล่าวว่าความเป็นไปได้ในการปฏิบัติตนของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหาร ผู้สัมผัสอาหารที่มีการอบรมด้านสุขาภิบาลอาหารและการปฏิบัติสุขอนามัยทางอาหารมีความแตกต่างกัน เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่มีความรู้ด้านสุขาภิบาลอาหาร นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการวิจัยของลลนา ทองแท้ (2560) กล่าวว่าความรู้ตามหลักสุขาภิบาลอาหารในด้านสุขวิทยาส่วนบุคคลซึ่งประเมินจากแบบสังเกตไม่มีความสัมพันธ์กัน แม้จะมีการเข้ารับการอบรมของผู้สัมผัสอาหารก็ยังพบว่า โรคที่เกิดจากอาหารและน้ำเป็นสื่อยังไม่ลดลง ซึ่งเกิดจากการปฏิบัติตัวของผู้สัมผัสอาหารเอง และนภสร กันหาชาติ (2559) ได้วิจัยปัจจัยการปฏิบัติตามเกณฑ์มาตรฐานสุขาภิบาลอาหารของผู้ประกอบการร้านอาหารในเขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติตามเกณฑ์มาตรฐานสุขาภิบาล

อาหาร รวมถึงปัจจัยทางชีวสังคม การอบรมการสุขาภิบาลอาหาร และระดับการศึกษายังเป็นส่วนกระตุ้นให้เกิดความสัมพันธ์เชิงพฤติกรรมในการปฏิบัติงานสุขาภิบาลอาหารของผู้ประกอบการค้าอาหารดีขึ้นตามไปด้วย สอดคล้องกับการวิจัยของจุฑามาศ ทองคำ และธนภพ โสทรโยม (2566) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติงานตามหลักเกณฑ์มาตรฐานสุขาภิบาลอาหารของผู้สัมผัสอาหารในร้านอาหาร กระทรวงสาธารณสุข จังหวัดนนทบุรี ในสถานการณ์ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 พบว่าปัจจัยนำและปัจจัยเสริมไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าผู้สัมผัสอาหารสามารถใช้ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ได้แก่ สื่อ บุคคลภายในองค์กร ประสบการณ์ ทักษะชีวิต มาช่วยในการพัฒนาและกำหนดแนวทางการปฏิบัติงานให้กับบุคลากรของตนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของไมลา อิศระสงคราม และทัศนีย์ บุญประคอง (2561) กล่าวว่าความรู้และทัศนคติต่อเรื่อง การสุขาภิบาลอาหารของผู้ประกอบอาหารในศูนย์พัฒนาเด็กก่อนวัยเรียน กรุงเทพมหานคร มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสุขาภิบาลอาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยความรู้มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกในระดับต่ำ ซึ่งความรู้เป็นการรับรู้เบื้องต้นของบุคคล ส่วนมากจะได้รับผ่านประสบการณ์แสดงออกต่อพฤติกรรมของมนุษย์ ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับการปฏิบัติงานของผู้สัมผัสอาหารตามมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารของร้านอาหาร จึงอาจเกิดจากประสบการณ์ที่สะสมถ่ายทอดกันในครอบครัว หรือเคยผ่านการ ทำงานเกี่ยวข้องกับร้านอาหารลักษณะนี้มาแล้ว ทำให้เกิดทักษะในการปฏิบัติงานโดยไม่ต้องได้รับการฝึกอบรมใหม่ เมื่อปฏิบัติงานจึงสามารถทำได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับสถานการณ์ แต่เพื่อให้เกิดความรู้และความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกจึงควรส่งเสริมให้องค์ความรู้ใหม่ ๆ เกี่ยวกับมาตรฐานสุขาภิบาลอาหารซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุข ทั้งยังเป็นการช่วยปรับปรุงการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพในการจัดการอาหารในร้านอาหาร อันเป็นการลดโอกาสการติดเชื้อโรคจากอาหารและสร้างความเชื่อมั่นด้านความปลอดภัยอาหารให้กับผู้บริโภค

4. สรุปผล

ผู้สัมผัสอาหารในร้านอาหารบนถนนพหลโยธิน สาย 3 เขตทวีวัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร มีความระดับความรู้ปานกลาง ร้อยละ 83.33 ตอบคำถามถูก ร้อยละ 67.78 โดยมีความรู้สุขาภิบาลอาหารเกี่ยวกับผู้สัมผัสอาหาร ผู้ปรุงอาหาร ผู้เตรียมอาหาร ผู้บริการอาหาร ร้อยละ 74.44 ด้านวัตถุดิบ อาหาร น้ำ และน้ำแข็ง และด้านการทำความสะอาดและสัตว์นำโรค ร้อยละ 78.89 และด้านสถานที่ให้บริการ ร้อยละ 63.34 สำหรับการปฏิบัติงานด้านสุขาภิบาลอาหารของผู้สัมผัสอาหารอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.58$) โดยล้างภาชนะด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อแล้วล้างด้วยน้ำสะอาดอย่างสม่ำเสมอ รวมถึงการเลือกอาหารและเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่มีเลขสารบบอาหาร (อย.) การใช้เขียงและมีดแยกกันระหว่างเนื้อสัตว์สุกดิบ ผัก และผลไม้เป็นประจำ และเมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้และการปฏิบัติงานพบว่า ไม่มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างอ่อนแอกับการปฏิบัติ ($r=0.14$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนำครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความร่วมมือเป็นอย่างดีจากผู้ประกอบการและผู้ปฏิบัติงานของร้านอาหาร และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือ สถานที่ การดำเนินงานวิจัย และการเผยแพร่ งานวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- กรณิการ์ ลดาสุวรรณ, สุมัทนา กลางคาร และกษมา วงษ์ประชุม. (2568). ผลของโปรแกรมการพัฒนาความรู้ด้านสุขาภิบาลอาหารต่อพฤติกรรมของผู้สัมผัสอาหารในร้านอาหาร อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี. *วารสารสาธารณสุขและวิทยาศาสตร์สุขภาพ*, 8(1), 1-22.
- กาญจนา เมณฑ์กุล, ยุวดี แก้วประดับ และชญานิจ มหาสิงห์. (2568). สถานการณ์โรคอุจจาระร่วงเฉียบพลันและโรคอาหารเป็นพิษ. กลุ่มพัฒนาระบบเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาโรคติดต่อ กองระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค.

- จิราภรณ์ หลาบคำ, จินตนา ศิริบุรณ์พิพัฒนา และวิชณีย์ แก่นคง. (2560). การสุขาภิบาลอาหารในศูนย์พัฒนาเด็กเล็กในเขตตำบลเมืองศรีไค อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 19(3), 108-118.
- จุฑามาศ ทองคำ และธนภพ โสทรโยม. (2566). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติงานตามหลักเกณฑ์มาตรฐานสุขาภิบาลอาหารของผู้สัมผัสอาหารในร้านอาหาร กระทรวงสาธารณสุข จังหวัดนนทบุรี ในสถานการณ์ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019. *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา*, 36(128), 94-104.
- ณัฐวี ชังชัย, อัญรินทร์ พิธากิตติสถิตย์, จิรสุตา สันตศิริ, วรางคณา วิเศษมณีลี, เสาวลักษณ์ ลักขมีจรัสกุล และกรณิการ์ แจ้งวิจารณ์. (2565). สภาวะสุขาภิบาลอาหารของร้านจำหน่ายอาหารในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง จังหวัดสมุทรปราการ. *วารสารวิชาการสาธารณสุขชุมชน สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะสาธารณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ*, 8(1): 86-98.
- ณัฐชา สักกะวัน, พลอยไพลิน ทองแก้ว, กาญจนา ปินตาคำ และสุเวช พิมน้ำเย็น. (2564). ความรู้และพฤติกรรมตามหลักสุขาภิบาลอาหารของผู้ปรุงอาหารในโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงราย เขต 1. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอินทร์*, 2(4), 76-85.
- นภสร กันหาชาติ. (2559). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติตามเกณฑ์มาตรฐานสุขาภิบาลอาหารของผู้ประกอบการร้านอาหารในเขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกริก.
- นันธิดา แดงขาว, ณัฐนรี สมิตร แลสุพรรณฯ หลังประเสริฐ. (2565). พฤติกรรมด้านอาหารปลอดภัยของผู้สัมผัสอาหารในครัวโรงแรม 5 ดาว เขตกรุงเทพมหานคร: กรณีศึกษานักศึกษาฝึกงาน. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา*, 14(1), 116-133.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. (2543). *วิธีวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: พี.เอ็น.การพิมพ์.
- พัฒนา พรหมณี, ยุพิน พิทยาวัฒนชัย และจิระศักดิ์ ทัพพา. (2563). แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจและการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจในงาน. *วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย (สสอท.)*, 26(1), 63-69.
- ไมลา อีสสระสงคราม และทัศนีย์ บุญประคอง. (2561). ความรู้ทัศนคติและพฤติกรรมการสุขาภิบาลอาหารของผู้ประกอบอาหารในศูนย์พัฒนาเด็กก่อนวัยเรียน กรุงเทพมหานคร. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับบัณฑิตศึกษา) สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 6(3), 29-37.
- รัฐชัย สายเพ็ชร. (2560). กระบวนการตัดสินใจการเลือกใช้บริการร้านอาหารในกรุงเทพมหานคร. การค้นคว้าอิสระ บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ลลนา ทองแท้. (2560). ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการปฏิบัติตามหลักสุขวิทยาส่วนบุคคล ด้านสุขาภิบาลอาหารของผู้สัมผัสอาหารในเทศบาลนครรังสิต. วิทยานิพนธ์ สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเอกการจัดการการส่งเสริมสุขภาพ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- วีระยุทธ พรพจน์ธนาศ. (2565). การศึกษาเปรียบเทียบการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของเครื่องมือวิจัยด้วยเทคนิค IOC, CVR และ CVI. *คณะรัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. รังสิตสารสนเทศ*. 28(1): 169-192.
- ศรุตยา ประภาพันธ์, รจฤดี โชติภาวินทร์ และวันดี นิลสารานุกิต. (2561). ผลของการอบรมเชิงปฏิบัติการแบบกระบวนการมีส่วนร่วมต่อความรู้และความตระหนักเกี่ยวกับการสุขาภิบาลอาหารของผู้สัมผัสอาหารในร้านอาหารเขตเทศบาลนครปฐม จังหวัดนครปฐม. วิทยานิพนธ์ สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2562). *คู่มือแนวทางการดำเนินงานของหน่วยงานจัดการอบรมผู้ประกอบกิจการและผู้สัมผัสอาหาร*. โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

- อิสรา อินทรขุนทด, อภิชาติ ใจอารีย์ และประสงค์ ตันพิชัย. (2557). ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการให้บริการของพนักงานระดับปฏิบัติการโรงแรมระดับ 3 ดาว ใน กรุงเทพมหานคร. วารสารวิชาการ Veridian E-Journal. 7(3): 1083-1097.
- Abdi, A.M., Amano, A., Abraham, A., Getahun, M., Ababor, S. and Kumie, S.. (2020). Food Hygiene Practices and Associated Factors Among Food Handlers Working in Food Establishments in the Bole Sub City, Addis Ababa, Ethiopia. *Risk Manag Healthc Policy*, (13), 1861-1868.
- Gebre G. G., Legesse T. and Fikadu A. A.. (2023). *Food safety knowledge, attitude, and practice among male and female food handlers: Evidence from fruit and vegetable producers in Ethiopia*. Retrieved October 22 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17301>.
- Lema K., Abuhay N., Kindie W., Dagne H. and Guadu T.. (2020). Food Hygiene Practice and Its Determinants Among Food Handlers at University of Gondar, Northwest Ethiopia, 2019. *International Journal of General Medicine*, (13), 1129-1137.

การศึกษาผลของการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิต่อการพัฒนาสุขภาพจิตและผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักศึกษาวิทยาลัยเพาะช่าง

A Study of the Effects of Yoga Training Combined with Meditation Training on Mental Health Development and Academic Achievement of Students at Poh Chang Academy of Arts

กัลยา นามสงวน^{1*}

Kanlaya Namsanguan^{1*}

¹ คณะศิลปศาสตร์ พื้นที่เพาะช่าง

¹ Faculty of Liberal Arts Poh-chang Academy of Arts

* E-mail: Kanlaya.nam@rmutr.ac.th 086-6621357

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิที่มีต่อการพัฒนาสุขภาพจิตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเพื่อเปรียบเทียบผลการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิที่มีต่อการพัฒนาสุขภาพจิตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังการฝึก กลุ่มตัวอย่างเป็น นักศึกษาที่กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ภาคการศึกษาที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2567 วิทยาลัยเพาะช่าง โดยเลือกวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง(Purposive Sampling) เฉพาะนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชา HUM1004 เทคนิคการพัฒนาศิลปะภาพ ในภาคการศึกษาที่ 2/2567 จำนวน 30 คน ฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิแบบอานาปานสติ สัปดาห์ละ 3 วัน จำนวน 15 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบฝึกโยคะในท่ายืน ท่านั่งและท่านอน จำนวน 30 ท่า แบบสอบถามการประเมินสุขภาพจิต 3 ด้าน ได้แก่ องค์ประกอบทางสุขภาพ ด้านจิตใจ และด้านความสัมพันธ์ทางสังคมและสิ่งแวดล้อม มีค่าความเชื่อมั่น 0.98 ตามด้วยการฝึกสมาธิแบบอานาปานสติกำหนดลมหายใจเข้าออก จิตวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างก่อนหลังด้วยสถิติ การทดสอบค่าที (t-test) แบบ dependent ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิที่มีต่อการพัฒนาสุขภาพจิตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ระดับการประเมินสุขภาพจิตของนักศึกษาในแต่ละด้านมีค่าเฉลี่ยในภาพรวมหลังการฝึกอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านสัมพันธ์ทางสังคมและสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับมาก รองลงมาด้านจิตใจ อยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน 2) ผลการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิที่มีต่อการพัฒนาสุขภาพจิต ก่อนและหลังการฝึก มีค่าเฉลี่ยระดับการประเมินอยู่ในระดับมาก เมื่อเปรียบเทียบกับ dependent t-test พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และ 3) ผลการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิที่มีต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการฝึก พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ: สุขภาพจิต, โยคะ, สมาธิ, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Abstract

This research aimed to study the effects of yoga combined with meditation on the development of mental health and academic achievement, and to compare the effects of yoga combined with meditation on the development of mental health and academic achievement before and after the training. The sample group was undergraduate students in the second semester of the academic year 2024 at Poh Chang Academy of Arts. The purposive sampling method was selected for only 30 students who registered for the HUM1004 Personality Development Technique course in the second semester of 2024. They practiced yoga combined with Anapanasati meditation 3 days a week for 15 weeks. The instruments used were 30 yoga exercises in standing, sitting and lying positions, and a questionnaire assessing mental health in 3 dimensions: health components, mental aspects and social and environmental relationships, with a reliability of 0.98, followed by Anapanasati meditation with breathing in and out. Data were analyzed using statistics, percentages, means, standard deviations and comparisons of differences before and after using statistics Dependent t-test. The research results are summarized as follows: 1) the results of yoga training combined with meditation training on the development of mental health and academic achievement found that the overall average level of mental health assessment of students in each area after training was at a high level. When considering each area, it was found that social and environmental relationships were at a high level, followed by mentality, which was also at a high level. 2) The results of yoga training combined with meditation training on the development of mental health before and after training had an average level of assessment at a high level. When compared with a dependent t-test, it was found that they were statistically significantly different at .05. 3) The results of yoga training combined with meditation training on the development of academic achievement before and after training were statistically significantly different at .01

Keywords: Mental Health, Yoga, Meditation, Learning Achievement

1. บทนำ

โลกาภิวัตน์ทำให้เด็กและเยาวชนทั่วโลกต้องเผชิญกับมาตรฐานและทางเลือกใหม่ ๆ มากมาย ปัจจุบัน เยาวชนไม่เพียงเป็นทรัพยากรที่สำคัญของสังคมเท่านั้น แต่สังคมยังคาดหวังว่าจะต้องทำผลงานได้ดีอีกด้วย สถาบันทางสังคมต่างๆ ในชีวิตของเด็กและวัยรุ่น เช่น ครอบครัว สถาบันการศึกษา และสื่อ มักกระตุ้นและให้ความคาดหวังอยู่เสมอ การเผชิญกับความคาดหวังและความต้องการใหม่ๆ อาจทำให้เกิดความเครียดในชีวิตของเยาวชน ผลการศึกษาของสำนักสนับสนุนสุขภาวะเด็ก เยาวชน และครอบครัว (สสส.) พบว่า ปัญหาสุขภาพจิตของเด็กและเยาวชนไทยยังคงเป็นปัญหาใหญ่และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น วัยรุ่นอายุ 15-19 ปี พยายามฆ่าตัวตายมากที่สุด มีอาการซึมเศร้า 2,200 คนต่อประชากรแสนคน

ความเครียดสามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพที่ร้ายแรงได้ หากไม่ได้รับการแก้ไขอย่างต่อเนื่อง ระดับความเครียดที่สูงอาจกลายเป็นภาวะเรื้อรัง ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดปัญหาสุขภาพมากมาย เช่น ความวิตกกังวล นอนไม่หลับ ปวดกล้ามเนื้อ ความดันโลหิตสูง และระบบภูมิคุ้มกันที่อ่อนแอ การวิจัยระบุว่าความเครียดสามารถส่งผลให้เกิดโรคร้ายแรง เช่น โรคหัวใจ ภาวะซึมเศร้า และโรคอ้วน หรือทำให้ปัญหาสุขภาพที่มีอยู่เดิมแย่ลงได้ งานวิจัยพบว่า กลุ่มคนรุ่นปัจจุบันที่เครียดมากที่สุดคือ กลุ่มวัยรุ่น (Sifferlin A, 2013)

สำหรับวิทยาลัยเพาะช่างที่จัดเรียนการสอนในสายวิชาชีพศิลปกรรมเน้นในวิชาปฏิบัติ และทฤษฎี มีการสอน 2 ภาคการศึกษาต่อปี ส่งผลให้นักศึกษาต้องเรียนและทำงานในวิชาชีพศิลปกรรมอย่างหนักหน่วง และต้องมีการปรับตัวอย่างมากในการแสวงหาความรู้ในทันต่อระยะเวลาที่จำกัด อีกทั้งต้องมีการปรับตัวในการใช้ชีวิตที่ต้องจากบ้าน จากครอบครัวและบิดามารดามาสู่วัฒนวิทยาวิทยาลัยซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างไปจากการเรียนระดับมัธยมศึกษา มีการใช้ชีวิตอยู่ร่วมกับเพื่อนนักศึกษาใหม่และเข้าเรียนในรูปแบบการเรียนการสอนแบบใหม่ ซึ่งมีระยะเวลาสั้นเพียง 15 สัปดาห์ต่อภาคการศึกษา การเรียนการสอนที่เร่งรัดและมีงานมอบหมายทุกสัปดาห์ ส่งผลให้นักเรียนนอนดึกหลังเวลา 24.00 น.เป็นต้นไป ทำให้มีเวลาในการนอนหลับน้อยและพักผ่อนไม่เพียงพอ อีกทั้งยังขาดการออกกำลังกาย ปัญหาดังกล่าวนี้นักศึกษาต้องเผชิญความท้าทายในการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา

ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพกายและสุขภาพจิตของนักศึกษา สอดคล้องกับเกษร สายธนูและคณะ (2567) ที่ได้ระบุว่านักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งอยู่ในความดูแลของครูที่ใกล้ชิด แต่เมื่อเปลี่ยนแปลงเป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัย มาใช้ชีวิตที่อิสระ ต้องดูแลรับผิดชอบตนเองมากขึ้น ต้องมีภาระหน้าที่และความรับผิดชอบมากมายทั้งด้านการเรียนและกิจกรรม ทำให้ต้องปรับตัวเพื่อให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป แต่อย่างไรก็ตาม สุขภาพจิตของบุคคลมีความแตกต่างกันไปเนื่องจากภาวะสุขภาพจิตนั้นเป็นผลของการดำเนินชีวิตในวัยเยาว์ การเลี้ยงดู ประสบการณ์และการเรียนรู้ และการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าในชีวิตด้วยเช่นกัน นักศึกษาที่จะประสบความสำเร็จในการเรียนและการใช้ชีวิตและมีพัฒนาการที่เหมาะสมนั้นสมควรที่จะได้รับการส่งเสริมให้มีสุขภาพจิตที่ดี จึงจะการส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพของนักศึกษาให้ดีขึ้นได้

จากที่กล่าวมาทำให้นักศึกษามีปัญหาต่อสุขภาพจิต เช่น ความเครียด หรือปัญหาการเรียนได้ ปัญหาดังกล่าวนี้นักศึกษาเผชิญที่คุกคามและแผ่รณอยู่ในการใช้ชีวิตของนักศึกษาตลอดช่วงระยะเวลาการเรียนการสอน จนสำเร็จการศึกษา ซึ่งบางครั้งนักศึกษาเองอาจไม่สามารถจัดการหรือตระหนักรู้ในสภาพความเครียดของตนเอง แต่ถ้านักศึกษามีการออกกำลังกาย และมีกลไกความสามารถที่จะจัดการความเครียดได้ ย่อมสามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้จักบังคับควบคุมตนเองและรู้จักบริหารจัดการชีวิตได้ ย่อมประสบความสำเร็จในอนาคต ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าการออกกำลังกายนั้น ร่างกายสามารถหลั่งสารความสุขซึ่งเป็นสารต้านเศร้าและช่วยให้มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดีได้ วิชา HUM1004 เทคนิคการพัฒนาบุคลิกภาพ เป็นวิชาที่คณะศิลปศาสตร์เปิดสอนให้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ได้ลงทะเบียนเรียน ซึ่งส่วนหนึ่งของศาสตร์โยคะสามารถนำมาสอดแทรกในรายวิชาเทคนิคการพัฒนาบุคลิกภาพได้ สำหรับการฝึกโยคะนั้น กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข (2563) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการฝึกโยคะไว้ว่า เป็นรูปแบบหนึ่งของการแพทย์ทั้งร่างกายและจิตใจที่ผสมผสานองค์ประกอบทางร่างกาย จิตใจ และจิตวิญญาณของบุคคลเพื่อปรับปรุงสุขภาพ โดยเฉพาะโรคที่เกี่ยวข้องกับความเครียดหลักฐานแสดงให้เห็นว่าความเครียดมีส่วนทำให้เกิดโรคหัวใจ มะเร็ง และโรคหลอดเลือดสมอง รวมถึงอาการเรื้อรังและโรคอื่นๆ เนื่องจากความเครียดเกี่ยวข้องกับโรคต่างๆ มากมาย จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องให้ความสำคัญกับการจัดการความเครียดและการลดสภาวะอารมณ์เชิงลบเพื่อลดภาระของโรค โยคะ

ถือเป็นเทคนิคการจัดการความเครียดแบบองค์รวมและเป็นรูปแบบหนึ่งของการบำบัดด้วยการเคลื่อนไหวร่างกาย ที่สร้างลำดับเหตุการณ์ทางสรีรวิทยาในร่างกายเพื่อลดการตอบสนองต่อความเครียด

จากที่กล่าวมาเป็นจุดเชื่อมโยงของผู้วิจัยที่ต้องการพัฒนาบุคลิกภาพทางด้านสุขภาพกายและสุขภาพจิตของนักศึกษาผ่านการวิจัยในชั้นเรียนของรายวิชา HUM1004 เทคนิคการพัฒนาศักยภาพ เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาสุขภาพกายและสุขภาพจิต ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญที่มหาวิทยาลัยควรให้การส่งเสริมดูแล ให้นักศึกษาได้รับการพัฒนาทั้งทางร่างกายและจิตใจควบคู่กันไป ด้วยการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิแบบอานาปานสติ

1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) เพื่อศึกษาผลการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิที่มีต่อการพัฒนาสุขภาพจิตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2) เพื่อเปรียบเทียบผลการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิที่มีต่อการพัฒนาสุขภาพจิตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการฝึก

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาผลของการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิต่อการพัฒนาสุขภาพจิตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาวิทยาลัยเพาะช่าง เป็นการวิจัยเชิงทดลองในรายวิชา HUM1004 เทคนิคการพัฒนาศักยภาพ เพื่อศึกษาผลการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิ และเพื่อเปรียบเทียบผลการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิที่มีต่อการพัฒนาสุขภาพจิตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการฝึก มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- 1) ประชากรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักศึกษาที่กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 และปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 วิทยาลัยเพาะช่าง จำนวน 64 คน
- 2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักศึกษาที่กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ภาคการศึกษาที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2567 วิทยาลัยเพาะช่าง โดยเลือกวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เฉพาะนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชา HUM1004 เทคนิคการพัฒนาศักยภาพ ในภาคการศึกษาที่ 2/2567 จำนวน 30 คน กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองสมัครใจและแสดงความยินยอมตามหนังสือแจ้งผู้เข้าร่วมวิจัย เพื่อเข้าร่วมการฝึกสมาธิควบคู่โยคะ เป็นเวลา 15 สัปดาห์ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างทุกคนมีสุขภาพดีไม่มีโรคประจำตัว และยังไม่เคยฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิมาก่อน

2.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในการศึกษานี้ ประกอบด้วย

- 1) แบบฝึกโยคะในท่ายืน ท่านั่งและท่านอน จำนวน 30 ท่า
- 2) แบบสอบถามการประเมินสุขภาพจิตของนักศึกษาก่อนและหลังเรียนวิชา HUM1004 เทคนิคการพัฒนาศักยภาพ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านร่างกาย ด้านจิตใจ และด้านพฤติกรรมการแสดงออกของนักศึกษา
- 3) รูปแบบการฝึกสมาธิแบบอานาปานสติกำหนดลมหายใจเข้าออก 5 รอบลมหายใจ

2.3 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- 1) วิเคราะห์กรอบแนวคิดและจุดมุ่งหมายของการวิจัยรวมทั้งได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎีจากตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
- 2) จากการศึกษาข้างต้นได้นำมาสร้างแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามกรอบแนวคิดของงานวิจัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน
 - 2.1) ขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเนื้อหาและโครงสร้างเพื่อทำการปรับปรุงแก้ไข
 - 2.2) การหาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยนำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาจำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วคำนวณหาความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติในการหาความเชื่อมั่น (Cronbach's Alpha Coefficient) โดยมีค่าอัลฟาเท่ากับ 0.98 ซึ่งถือว่ามีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง
 - 2.3) นำแบบสอบถามที่ได้รับคืนมาตรวจสอบและแก้ไข และทำการตรวจสอบอีกครั้ง
 - 2.4) นำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ไปเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

2.4 ลักษณะของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้คือแบบประเมินสุขภาพจิตของนักศึกษา โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ คะแนนเฉลี่ยสะสม (GPA) ของนักศึกษาในภาคการศึกษาปัจจุบัน

ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพจิตของนักศึกษา วัดเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) แบ่งเป็น 3 ด้านได้แก่ ด้านร่างกาย ด้านจิตใจและด้านพฤติกรรม

2.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม จำนวน 30 ชุด มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามประกอบด้วย เพศ คะแนนเฉลี่ยสะสม (GPA) ของนักศึกษาในภาคการศึกษาปัจจุบัน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ความถี่ และร้อยละ

ส่วนที่ 2 เป็นข้อมูลการประเมินตนเองก่อนและหลังเรียน วิชา HUM1004 เทคนิคการพัฒนาศักยภาพ โดยใช้ข้อมูลเชิงพรรณนา คำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับการประเมินตนเองของนักศึกษาการแปรผลตามเกณฑ์ของเบสท์และคาห์น (Best & Kahn, 1993) ซึ่งมีค่าคะแนนดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.21 – 5.00 หมายถึง มีระดับการประเมินตนเองอยู่ในระดับมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.41 – 4.20 หมายถึง มีระดับการประเมินตนเองอยู่ในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.61 – 3.40 หมายถึง มีระดับการประเมินตนเองอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.81 – 2.60 หมายถึง มีระดับการประเมินตนเองอยู่ในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.80 หมายถึง มีระดับการประเมินตนเองอยู่ในระดับน้อยที่สุด

2) การทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของระดับการประเมินตนเองของนักศึกษา ก่อนและหลังเรียน HUM1004 เทคนิคการพัฒนาศักยภาพ โดยการทดสอบที (t – test Dependent Samples)

3. ผลการวิจัย

การศึกษารูปแบบของการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิต่อการพัฒนาสุขภาพจิตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาวิทยาลัยเพาะช่าง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิที่มีต่อการพัฒนาสุขภาพจิตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเพื่อเปรียบเทียบผลการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิที่มีต่อการพัฒนาสุขภาพจิตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการฝึก กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาที่กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2567 วิทยาลัยเพาะช่าง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา HUM1004 เทคนิคการพัฒนาศักยภาพ จำนวน 30 คน ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1 การฝึกสมาธิและลมหายใจ



ภาพที่ 2 การยืดเหยียดหลังตามลมหายใจ



ภาพที่ 3 การยืดสีข้างตามลมหายใจ



ภาพที่ 4 การสมดุลของร่างกายด้วยท่าต้นไม้

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับการประเมินตนเอง ก่อนและหลังการเรียนรู้ HUM1004 เทคนิคการพัฒนาศักยภาพโดยรวม แต่ละด้าน (n=30)

การประเมินตนเอง	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
องค์ประกอบด้านสุขภาพกาย	3.38	0.60	ปานกลาง	3.50	0.58	มาก
องค์ประกอบด้านจิตใจ	3.88	0.50	มาก	3.97	0.51	มาก
ด้านสัมพันธภาพทางสังคมและสิ่งแวดล้อม	3.93	0.57	มาก	4.10	0.54	มาก
รวม	3.73	0.49	มาก	3.85	0.50	มาก

จากตารางที่ 1 ระดับการประเมินตนเองในแต่ละด้าน พบว่า นักศึกษาที่เรียนวิชา HUM1004 เทคนิคการพัฒนาศักยภาพ โดยได้รับการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิ มีค่าเฉลี่ยระดับการประเมินในภาพรวมก่อนการฝึก อยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยระดับการประเมินก่อนการฝึกสูงสุดคือ ด้านสัมพันธภาพทางสังคมและสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับมาก รองลงมาด้านจิตใจ อยู่ในระดับมาก และองค์ประกอบด้านสุขภาพกาย อยู่ในระดับปานกลาง ตามลำดับ สำหรับระดับการประเมินตนเองในภาพรวมหลังการฝึก อยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านที่มีค่าเฉลี่ยระดับการประเมินหลังการฝึกสูงสุดคือ ด้านสัมพันธภาพทางสังคมและสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับมาก รองลงมาด้านจิตใจ อยู่ในระดับมาก และองค์ประกอบด้านสุขภาพกาย อยู่ในระดับมาก ตามลำดับ

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบระดับคะแนนเฉลี่ยการประเมินตนเอง ก่อนและหลังฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิ ด้วยสถิติ dependent t-test

การประเมินตนเอง	ระดับการประเมินตนเอง					
	ก่อนการฝึก		หลังการฝึก		t	p-value
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ด้านร่างกาย	3.38	0.60	3.50	0.58	-2.00	0.05*
ด้านจิตใจ	3.88	0.50	3.97	0.51	-1.79	0.07
ด้านสัมพันธภาพทางสังคมและสิ่งแวดล้อม	3.93	0.57	4.10	0.54	-2.36	0.02*
รวม	3.73	0.49	3.85	0.50	-2.42	0.01*

* $p < .05$

จากตารางที่ 2 ระดับการประเมินตนเอง พบว่านักศึกษานักศึกษาที่เรียนวิชา HUM1004 เทคนิคการพัฒนาศักยภาพ โดยได้รับการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิ มีค่าเฉลี่ยระดับการประเมินตนเองก่อนการฝึก อยู่ในระดับมาก และหลังการฝึกมี

ค่าเฉลี่ยระดับการประเมินตนเองอยู่ในระดับมาก เมื่อเปรียบเทียบกับ dependent t-test พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า มีผลสอดคล้องกันคือ ด้านร่างกาย และด้านสัมพันธภาพทางสังคมและสิ่งแวดล้อม มีระดับการประเมินตนเองก่อนและหลังการฝึก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ยกเว้นด้านจิตใจ มีระดับการประเมินตนเองก่อนและหลังการฝึกไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (GPA) ของนักศึกษาที่เรียนวิชา HUM1004 เทคนิคการพัฒนาบุคลิกภาพ ก่อนและหลังการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิ ด้วยสถิติ dependent t-test

ตัวแปร	คะแนนเฉลี่ยสะสม (GPA)					
	ก่อนการฝึก		หลังการฝึก		t	p-value
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	2.65	0.45	2.72	0.40	-7.22*	.00

* $p < .05$

จากตารางที่ 3 คะแนนเฉลี่ยสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน พบว่า นักศึกษาที่เรียนวิชา HUM1004 เทคนิคการพัฒนาบุคลิกภาพ ก่อนการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิมีคะแนนเฉลี่ยสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน เท่ากับ 2.65 และหลังการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิมีคะแนนเฉลี่ยสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน เท่ากับ 2.72 เมื่อเปรียบเทียบกับ dependent – test พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

4. สรุปผล

นักศึกษาที่เรียนวิชา HUM1004 เทคนิคการพัฒนาบุคลิกภาพ โดยได้รับการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิ มีค่าเฉลี่ยระดับการประเมินในภาพรวม ก่อนการฝึก อยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยระดับการประเมินก่อนการฝึกสูงสุดคือ ด้านสัมพันธภาพทางสังคมและสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับมาก รองลงมาด้านจิตใจ อยู่ในระดับมาก และองค์ประกอบด้านสุขภาพกาย อยู่ในระดับปานกลาง ตามลำดับ สำหรับระดับการประเมินตนเองในภาพรวม หลังการฝึก อยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านที่มีค่าเฉลี่ยระดับการประเมินหลังการฝึกสูงสุดคือ ด้านสัมพันธภาพทางสังคมและสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับมาก รองลงมาด้านจิตใจ อยู่ในระดับมาก และองค์ประกอบด้านสุขภาพกาย อยู่ในระดับมาก ตามลำดับ

นักศึกษาที่ได้รับการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิ มีค่าเฉลี่ยระดับการประเมินตนเองก่อนการฝึก อยู่ในระดับมาก และหลังการฝึกมีค่าเฉลี่ยระดับการประเมินตนเองอยู่ในระดับมาก เมื่อเปรียบเทียบกับ dependent t-test พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า มีผลสอดคล้องกันคือ ด้านร่างกาย และด้านสัมพันธภาพทางสังคมและสิ่งแวดล้อม มีระดับการประเมินตนเองก่อนและหลังการฝึก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ยกเว้นด้านจิตใจ มีระดับการประเมินตนเองก่อนและหลังการฝึกไม่แตกต่างกัน

คะแนนเฉลี่ยสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน พบว่า นักศึกษาที่เรียนวิชา HUM1004 เทคนิคการพัฒนาบุคลิกภาพ ก่อนการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิมีคะแนนเฉลี่ยสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน เท่ากับ 2.65 และหลังการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิมีคะแนนเฉลี่ยสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน เท่ากับ 2.72 เมื่อเปรียบเทียบกับ dependent – test พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ธีรณัฐ ธีรกุล (2564) ที่ศึกษาผลของการใช้โปรแกรมหรือโยคะเพื่อส่งเสริมสมาธิในนักเรียนระดับ ประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมหลังการทดลองต่ำกว่าค่าเฉลี่ยรวมก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 และคะแนนพฤติกรรมที่แสดงอาการขาดสมาธิหลังการทดลองระหว่างกลุ่ม ทดลอง และกลุ่มควบคุม พบว่าค่าเฉลี่ยรวมหลังการทดลองของกลุ่มควบคุมสูงกว่าค่าเฉลี่ยรวม หลังการทดลองของกลุ่มทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าสมาธิของนักเรียนกลุ่ม ทดลองหลังการทดลองดีขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมหรือโยคะส่งผลต่อสมาธิของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายอย่างเห็นได้ชัด นอกจากนี้ พันธุ์ทิพย์ สิงห์ปาน, จุฑามาศ แหนจอน และวรากร ทรัพย์วิระพรรณ (2564) ได้กล่าวถึงการฝึกโยคะว่า ให้ความสำคัญของการจดจ่อกับลมหายใจเข้า-ออก เป็นการเพิ่มการไหลเวียนของออกซิเจน (O_2) เข้าสู่สมองส่วนหน้า (Prefrontal Cortex) นอกจากนี้การบริหารลมหายใจอย่างถูกต้อง

ยังช่วยเพิ่มความใส่ใจต่อสิ่งเร้าที่มากระตุ้น (Luu and Hall, 2016) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Raghuraj and Telles (2008) การหายใจแบบโยคะช่วยเพิ่มการเลือกสนใจจดจ่อ (Selective Attention) และสมาธิ (Samadhi) ในนักศึกษาแพทย์และผู้สูงอายุ รวมทั้ง การฝึกโยคะอย่างสงบมีผลโดยตรงต่อ Amygdala ที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์โกรธและกลัว การฝึกโยคะ อย่างเหมาะสม สามารถเพิ่มหน้าที่บริหารจัดการของสมองให้ดีขึ้น สอดคล้องกับการฝึกโยคะต่อ หน้าที่บริหารจัดการของสมองในกลุ่มวัยรุ่นที่อาศัยอยู่ในสถานเลี้ยงเด็กกำพร้า โดยใช้เวลาฝึก วันละ 90 นาที สัปดาห์ละ 4 วัน จนครบ 3 เดือน (Purohit and Pradhan, 2017) และการฝึก โยคะวันละ 60 นาที สัปดาห์ละ 3 วัน เป็นเวลา 2 เดือน ช่วยเพิ่มหน้าที่บริหารจัดการของสมอง และลดความเครียดในผู้สูงอายุได้ (Gothe et al., 2016)

5. กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลของการฝึกโยคะควบคู่กับการฝึกสมาธิต่อการพัฒนาสุขภาพจิตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาวิทยาลัยเพาะช่างฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยการสนับสนุนของคณะศิลปศาสตร์ พื้นที่เพาะช่าง ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย ผู้วิจัยขอขอบคุณนักศึกษาวิทยาลัยเพาะช่างทุกท่านที่ยินดีเข้าร่วมโครงการวิจัยและสละเวลาตอบแบบสอบถาม ท้ายที่สุดขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานตลอดจนกัลยาณมิตรทุกท่านที่ให้ความสนใจจนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข. (2563). *แผนพัฒนาสุขภาพจิตแห่งชาติฉบับที่ 1 (พ.ศ.2561 - 2580)*.

<http://www.stopcorruption.moph.go.th/application/editors/userfiles/files/pdf>

เกษร สายธนู และคณะ. (2567). ผลของโปรแกรมการเสริมสร้างพลังสุขภาพจิตต่อพลังสุขภาพจิตและภาวะสุขภาพจิตใน

นักศึกษาพยาบาล. *วารสารการพยาบาลจิตเวชและสุขภาพจิต*, 38(1), 15-30.

ธัญญารัตน์ ศิริกลิ่นแค้น. (2564). *ผลของการใช้โปรแกรมทูลโยคะเพื่อส่งเสริมสมาธิในนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย*.

วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษาและวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย มหาวิทยาลัยนเรศวร.

พันธุ์ทิพย์ สิงห์ปาน, จุฑามาศ แหนจอน และวรากร ทรัพย์วิระปกรณ์. (2564). *การพัฒนาโปรแกรมโยคะเพื่อเสริมสร้างความจำ*

ใช้งานเชิงมิติสัมพันธ์ ในนักเรียนวัยรุ่น. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 15(4), 222-235.

Gothe, N. P., Keswani, R. K., & McAuley, E. (2016). *Yoga practice improves executive function by attenuating stress levels. Biological Psychology*, 121, 109-116.

Luu, K., & Hall, A. (2016). *Hatha yoga and executive function: a systematic review. The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 22 (2), 125-133.

Raghuraj, P., & Telles, S. (2008). *Immediate effect of specific nostril manipulating yoga breathing practices on autonomic and respiratory variables. Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 33 (2), 65-75

Sifferlin, A. (2013). *Why Girls' Brains Mature Faster Than Boys' Brains. Time.com*, 1-1

แนวทางการจัดการความเสี่ยงขององค์กรการศึกษาในยุคแห่งความพลิกผัน
กรณีศึกษา: คณะบริหารธุรกิจ พื้นที่สาละยา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
Risk Management Approaches for Educational Organizations in the Disruptive
Era: A Case Study of the Faculty of Business Administration, Salaya Campus,
Rajamangala University of Technology Rattanakosin

นิตินพ ทองวาสนาส่ง^{1*} กนกอร เนตรชู¹ และ วิภาวรรณ จันทร์ประชุม¹
Nitinop Tongwassanasong^{1*} Kanokaon Netchu¹ and Wipawan Janprachom¹

¹ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

¹ Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

*Email: Nitinop.ton@rmutr.ac.th (085-352-1050)

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อความเสี่ยง 2) วิเคราะห์และระบุความเสี่ยงที่อาจส่งผลกระทบต่อการดำเนินงาน และ 3) ออกแบบแนวทางการจัดการความเสี่ยงที่เหมาะสมในบริบทของคณะบริหารธุรกิจ พื้นที่สาละยา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ โดยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ ผ่านการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบกึ่งโครงสร้าง รวมถึงมีการกำหนดแบบฟอร์มการระบุและประเมินความเสี่ยง กลุ่มผู้บริหาร คณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง จำนวน 30 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วย SWOT Analysis และทฤษฎีเชิงระบบร่วมกับ Fishbone Diagram และกระบวนการบริหารความเสี่ยงห่วงโซ่อุปทาน (SCRM) ผลการวิจัยพบว่า เหตุการณ์ความเสี่ยงส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลางและสูงมาก ได้แก่ ความเสี่ยงด้านเศรษฐกิจ การเข้าถึงแหล่งเงินทุน การแข่งขันจากสถาบันอื่น และความไม่สอดคล้องของจุดเด่นหลักสูตรกับความต้องการของตลาดแรงงาน โดยงานวิจัยได้นำเสนอแนวทางการจัดการความเสี่ยงเชิงกลยุทธ์ในแต่ละประเภท เพื่อลดผลกระทบและเพิ่มความยืดหยุ่นขององค์กรการศึกษาให้สามารถปรับตัวต่อความเปลี่ยนแปลงในยุคแห่งความพลิกผันได้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: การจัดการความเสี่ยง องค์กรการศึกษา ยุคแห่งความพลิกผัน คณะบริหารธุรกิจ

Abstract

Rapid changes in the Disruptive Era have caused educational organizations to face various risks. This research aims to 1) study environmental factors affecting risks, 2) analyze and identify risks that may affect operations, and 3) design appropriate risk management approaches in the context of the Faculty of Business Administration, Salaya Campus, Rajamangala University of Technology Rattanakosin, using qualitative research through semi-structured in-depth interviews, including the form of risk identification and assessment. The group of 30 executives, lecturers, and related staff analyzed data using SWOT Analysis and systems theory with Fishbone Diagram and Supply Chain Risk Management (SCRM) process. The research results found that most risk events were at a medium to high level, including economic risks, access to funding sources, competition from other institutions, and mismatch between curriculum highlights and labor market demands. The research presents strategic risk management approaches in each category to reduce impacts and increase the flexibility of educational organizations to sustainably adapt to changes in the era of disruption.

Keywords: Risk Management, Educational Organizations, Disruptive Era, Faculty of Business Administration

1. บทนำ

ปัจจุบันองค์กรการศึกษาไทยต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและรุนแรงจากปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอกที่ไม่สามารถควบคุมได้ ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี การแข่งขันที่เพิ่มขึ้นระหว่างสถาบันการศึกษา การเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากร รวมถึงพฤติกรรมของผู้เรียนที่แตกต่างไปจากเดิม ซึ่งปัจจัยดังกล่าวนำไปสู่แรงผลักดันของ "ยุคแห่งความพลิกผัน" หรือ "Disruptive Era" (ชัชวาล โอสธานนท์, 2563) ดังนั้นการปรับตัวขององค์กรการศึกษาไทยผ่านการศึกษาแนวทางในการจัดการความเสี่ยงจึงกลายเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวางแผนและควบคุมการดำเนินงานขององค์กรที่สำคัญ โดยเฉพาะในระดับคณะหรือภาควิชา ซึ่งถือเป็นกลไกหลักในการขับเคลื่อนการผลิตบัณฑิตและสร้างสรรค์องค์ความรู้ให้สอดคล้องกับความต้องการของสังคม หากองค์กรขาดระบบการจัดการความเสี่ยงที่มีประสิทธิภาพ ย่อมส่งผลกระทบต่อคุณภาพการศึกษา การบริหารจัดการภายใน และความเชื่อมั่นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่อองค์กร

คณะบริหารธุรกิจ พื้นที่สาขานิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ถือเป็นหน่วยงานองค์กรการศึกษาไทยที่มีภารกิจในการจัดการศึกษาด้านบริหารธุรกิจและนวัตกรรมการจัดการ ภายใต้วิสัยทัศน์ "เป็นผู้สร้างนักบริหารธุรกิจมืออาชีพสู่สังคมประกอบการ" และมีปรัชญาในการดำเนินงานที่มุ่งเน้นการผลิตและพัฒนาทรัพยากรบุคคลให้มีความสามารถด้านการบริหาร มีความรู้ด้านธุรกิจ มีทักษะความชำนาญด้านวิชาชีพในระดับสากล ตลอดจนมีจิตสำนึกรับผิดชอบต่อสังคม ซึ่งในปีการศึกษา 2567 คณะฯ มีสาขาวิชาจำนวนทั้งหมด 5 สาขาวิชา ประกอบด้วย สาขาวิชาการบัญชี สาขาวิชาการตลาดดิจิทัล สาขาวิชานวัตกรรมการจัดการ (แบ่งเป็น 2 วิชาเอก ได้แก่ การจัดการอุตสาหกรรม และการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน) สาขาวิชาเทคโนโลยีทางธุรกิจดิจิทัล (แบ่งเป็น 3 วิชาเอก ได้แก่ การพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อธุรกิจ เทคโนโลยีมัลติมีเดียทางธุรกิจ และการจัดการธุรกิจดิจิทัล) และสาขาวิชาการบริหารธุรกิจระหว่างประเทศ แต่เนื่องจากแรงผลักดันของยุคแห่งความพลิกผันที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน ส่งผลให้หน่วยงานดังกล่าวต้องเผชิญกับความเสี่ยงที่หลากหลาย ทั้งในด้านทรัพยากรบุคคล การบริหารงบประมาณ การบริหารหลักสูตรที่ไม่สอดคล้องกับจำนวนแผนการรับนักศึกษาในแต่ละปี โดยข้อมูลการรับนักศึกษาระหว่างประจำปีการศึกษาที่ 2566-2567 มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลการรับนักศึกษาระหว่างประจำปีการศึกษาที่ 2566-2567

สาขาวิชา	ปีการศึกษา 2566	ปีการศึกษา 2567	อัตรา การเปลี่ยนแปลง
การบัญชี	61	76	24.59
การตลาดดิจิทัล	111	114	2.70
นวัตกรรมการจัดการ (การจัดการอุตสาหกรรม)	42	39	-7.14
นวัตกรรมการจัดการ (การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน)	174	146	-16.09
เทคโนโลยีทางธุรกิจดิจิทัล (การพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อธุรกิจ)	29	41	41.38
เทคโนโลยีทางธุรกิจดิจิทัล (เทคโนโลยีมัลติมีเดียทางธุรกิจ)	41	36	-12.20
เทคโนโลยีทางธุรกิจดิจิทัล (เอกการจัดการธุรกิจดิจิทัล)	30	46	53.33
การบริหารธุรกิจระหว่างประเทศ	32	31	-3.13
รวม	520	529	1.73

ที่มา: คณะบริหารธุรกิจ พื้นที่สาขานิติศาสตร์ (2567)

ข้อมูลจากตารางข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการรับนักศึกษาประจำปีการศึกษา 2567 ในภาพรวมมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น แต่ในขณะเดียวกันบางสาขาวิชาก็ประสบกับปัญหาเรื่องจำนวนนักศึกษาที่ไม่สอดคล้องกับแผนการรับนักศึกษาในปี 2566 ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาถึงปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงขององค์กรการศึกษา 2) วิเคราะห์และระบุความเสี่ยงที่อาจส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานขององค์กรการศึกษา และ 3) ออกแบบแนวทางการจัดการความเสี่ยงที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการเชิงกลยุทธ์ขององค์กรการศึกษาในยุคแห่งความพลิกผัน โดยผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า

บทความวิจัยดังกล่าวจะสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาองค์ความรู้ด้านการจัดการความเสี่ยงในแต่ละภาคการศึกษาของสถาบันการศึกษาไทยที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในยุคแห่งความพลิกผันต่อไป

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยสภาพแวดล้อม ความเสี่ยงที่อาจส่งผลกระทบต่อการทำงานขององค์กร และออกแบบแนวทางการจัดการความเสี่ยงที่เหมาะสมของคณะบริหารธุรกิจ พื้นที่สาขานา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ โดยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

1) ผู้ให้ข้อมูลหลักในการวิจัย (Key Informant) ประกอบด้วย ผู้บริหารระดับสูง หัวหน้าสาขาวิชา คณาจารย์ผู้สอนภายในสาขาวิชา และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการของคณะบริหารธุรกิจ จำนวนทั้งสิ้น 30 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งเป็นผู้ที่มีประสบการณ์และมีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับการดำเนินงานขององค์กร

2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured Interview) รวมถึงมีการกำหนดแบบฟอร์มการระบุและประเมินความเสี่ยง (Risk Identification & Evaluation Form)

3) การรวบรวมข้อมูล สัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) แบบเผชิญหน้า โดยการนัดหมายล่วงหน้าและขออนุญาตบันทึกเสียงเพื่อความถูกต้องในการถอดบทสัมภาษณ์

4) การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์จะถูกถอดความ และนำมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) ควบคู่กับการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมขององค์กรด้วย SWOT Analysis (Dealtry, R. ,1992) ร่วมกับทฤษฎีเชิงระบบ (ประชุม รอดประเสริฐ, 2543) ที่แสดงให้เห็นถึงภาพส่วนรวมของโครงสร้างองค์การการศึกษาที่มีการจัดระเบียบความสัมพันธ์ทั้งในด้านข้อมูลวัตถุดิบ (Input) ด้านกระบวนการ (Process) ด้านผลผลิต (Output) และด้านการตรวจผลย้อนกลับ (Feedback) และใช้ Fishbone Diagram มาจำแนกปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเสี่ยง จากนั้นจึงดำเนินการประเมินความเสี่ยงในกระบวนการบริหารความเสี่ยงห่วงโซ่อุปทาน (SCRM) ที่มีการกำหนดระดับในการให้คะแนนระหว่างโอกาสในการเกิดความเสี่ยง (Likelihood) และ ผลกระทบของความเสี่ยง (Impact) ดังรายละเอียดต่อไปนี้ตารางที่ 2 เพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการจัดการความเสี่ยงที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการเชิงกลยุทธ์ขององค์กรการศึกษาในยุคแห่งความพลิกผัน

ตารางที่ 2 การกำหนดระดับในการให้คะแนนระหว่างโอกาสในการเกิดความเสี่ยงและผลกระทบของความเสี่ยง

โอกาสเกิดความเสี่ยง	ความหมาย	ระดับคะแนน
มากที่สุด	มีโอกาสของความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นมากกว่าร้อยละ 50	5
มาก	มีโอกาสของความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นมากกว่าร้อยละ 30	4
ปานกลาง	มีโอกาสของความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นมากกว่าร้อยละ 20	3
น้อย	มีโอกาสของความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นมากกว่าร้อยละ 10	2
น้อยที่สุด	มีโอกาสของความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นน้อยกว่าร้อยละ 5	1
ผลกระทบของความเสี่ยง	ความหมาย	ระดับคะแนน
สูงมาก	ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้มากกว่าร้อยละ 40	5
สูง	ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้มากกว่าร้อยละ 30-40	4
ปานกลาง	ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้มากกว่าร้อยละ 20-30	3
น้อย	ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้มากกว่าร้อยละ 10-20	2
น้อยที่สุด	ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ร้อยละหรือต่ำกว่าร้อยละ 10	1

เมื่อพิจารณาถึงระดับความเสี่ยง โดยพิจารณาจากโอกาสเกิดความเสี่ยงและผลกระทบจากความเสี่ยง ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ความเสี่ยง} = \text{โอกาสเกิดความเสี่ยง} \times \text{ผลกระทบจากความเสี่ยง}$$

ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงค่าความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจะสามารถกำหนดได้ว่าปัจจัยในแต่ละด้านมีความเสี่ยงอยู่ในระดับใด และระดับความเสี่ยงในแต่ละระดับควรมีแนวทางการจัดการอย่างไร ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การแสดงระดับความเสี่ยงและแนวทางการจัดการความเสี่ยง

ระดับความเสี่ยง	แนวทางการจัดการ
สูงมาก (สีแดง) ค่าความเสี่ยงอยู่ระหว่าง 15-25	ลดความเสี่ยง หรือ หลีกเลี่ยงความเสี่ยง หรือ ร่วมจัดการความเสี่ยง
สูง (สีส้ม) ค่าความเสี่ยงอยู่ระหว่าง 8-12	ร่วมจัดการความเสี่ยง หรือ ลดความเสี่ยง
ปานกลาง (สีเหลือง) ค่าความเสี่ยงอยู่ระหว่าง 4-6	ยอมรับความเสี่ยง หรือ ลดความเสี่ยง
ต่ำ (สีเขียว) ค่าความเสี่ยงอยู่ระหว่าง 1-3	ยอมรับความเสี่ยง

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงขององค์กรการศึกษา

ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงของคณะบริหารธุรกิจ พื้นที่ศาลายา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ด้วยการวิเคราะห์ SWOT Analysis ได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงขององค์กรการศึกษา

ปัจจัย	รายละเอียด
จุดแข็ง (Strengths)	[S₁] หลักสูตรภายในคณะฯ มีการปรับปรุงให้เกิดความทันสมัยอย่างต่อเนื่อง [S₂] มีการส่งเสริมสิ่งสนับสนุนทางการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยี [S₃] อาจารย์ผู้สอนภายในคณะฯ มีประสบการณ์ ความเชี่ยวชาญ ทั้งในด้านวิชาการและภาคปฏิบัติ [S₄] มีการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมศักยภาพของนักศึกษาที่หลากหลาย [S₅] ค่าเล่าเรียนไม่สูงเมื่อเทียบกับมหาวิทยาลัยเอกชนส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงและตัดสินใจศึกษาต่อได้ง่าย
จุดอ่อน (Weaknesses)	[W₁] บางสาขาวิชามีการปรับปรุงหลักสูตรและตั้งชื่อสาขาวิชาใหม่จึงส่งผลให้ยังไม่เป็นที่รู้จัก [W₂] อาจารย์ภายในคณะฯ มีภาระงานสอนและงานวิจัยมากส่งผลให้ไม่มีเวลาให้คำปรึกษานักศึกษาน้อย [W₃] บางสาขาวิชาขาดเครือข่ายความร่วมมือกับหน่วยงานที่ช่วยทำการโฆษณาและประชาสัมพันธ์ให้กับสาขาวิชา [W₄] งบประมาณและประชาสัมพันธ์ของคณะฯ มีจำกัด
โอกาส (Opportunities)	[O₁] ตลาดแรงงานมีความต้องการบุคลากรทางด้านบริหารธุรกิจที่สูงขึ้น [O₂] ภาครัฐมีนโยบายสนับสนุนทุนวิจัยอย่างต่อเนื่อง [O₃] หน่วยงานภายนอกให้ความสำคัญกับการบูรณาการความรู้ร่วมกับสถาบันการศึกษาจึงมีผลในการช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือและโอกาสการมีงานทำของสถาบันการศึกษา
อุปสรรค (Threats)	[T₁] มีการแข่งขันจากสถาบันการศึกษาอื่นๆ มีการที่เปิดสอนในสาขาที่ใกล้เคียงเป็นจำนวนมากรวมถึงมีการโฆษณาและประชาสัมพันธ์ที่มากกว่า [T₂] สภาพเศรษฐกิจที่ผันผวนอาจส่งผลกระทบต่อโอกาสในการศึกษาต่อของนักศึกษา [T₃] การเปิดหลักสูตรที่เพิ่มขึ้นบางหลักสูตรของมหาวิทยาลัย มีความซ้ำซ้อนกันกับบางหลักสูตรของคณะฯ จึงส่งผลให้เกิดการแข่งขันกันทางอ้อม [T₄] พฤติกรรมผู้เรียนเปลี่ยนแปลงรวดเร็ว ไม่ยึดติดกับระบบการศึกษาดั้งเดิม (เรียนออนไลน์ เรียนแบบ Modular)

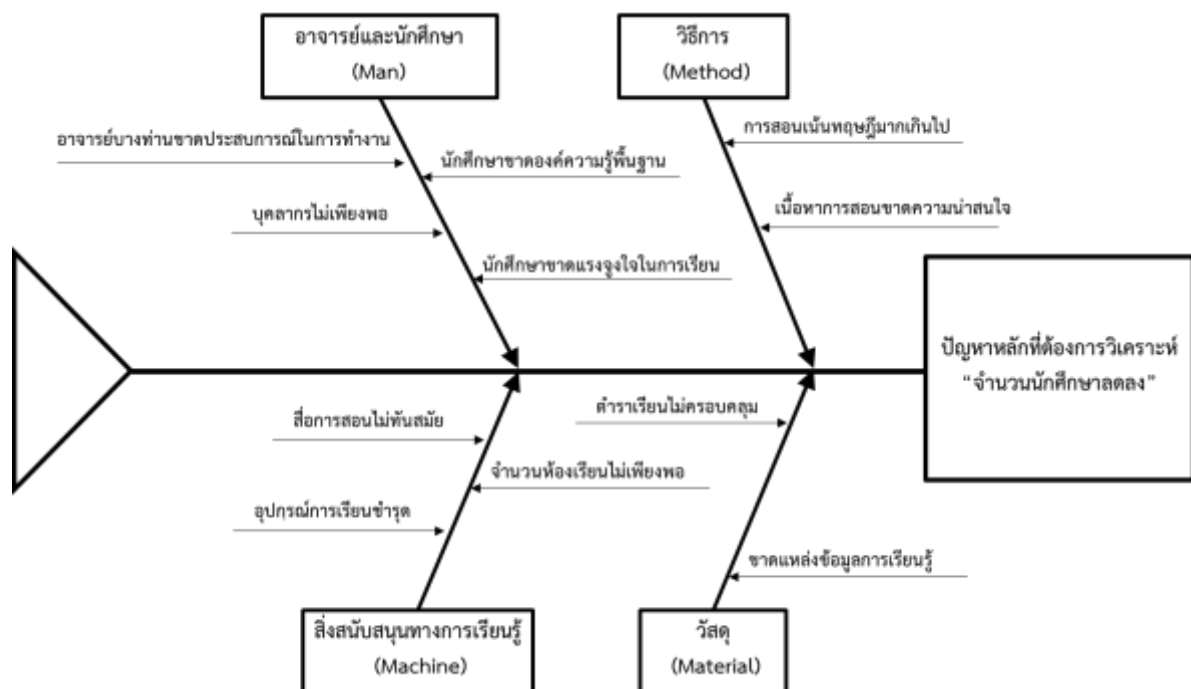
3.2 ผลการวิเคราะห์และระบุความเสี่ยงที่อาจส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานขององค์กรการศึกษา

ผู้วิจัยได้นำผลจากการศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อความเสี่ยงขององค์กรการศึกษา มาวิเคราะห์ร่วมกับทฤษฎีเชิงระบบที่มีการประเมินความเสี่ยงในกระบวนการบริหารความเสี่ยงห่วงโซ่อุปทาน (SCRM) ทั้งในด้านข้อมูลวัตถุดิบ (Input) ด้านกระบวนการ (Process) ด้านผลผลิต (Output) และด้านการตรวจผลย้อนกลับ (Feedback) จนสามารถสรุปประเภทของความเสี่ยงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 4 กระบวนการระบุความเสี่ยงด้วยทฤษฎีเชิงระบบ

ข้อมูลวัตถุดิบ (Input)	กระบวนการ (Process)	ผลผลิต (Output)	ผลย้อนกลับ (Feedback)
Physical Risk (PR) 1) ขนาดของห้องเรียน 2) จำนวนนักศึกษา	Network Risk (NR) 1) ความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษาและอาจารย์ 2) เครือข่ายหน่วยงานด้านวิชาการ	Quality Risk (QR) 1) คุณภาพของบัณฑิต อาจยังมีคุณภาพไม่ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน	Feedback Risk (FBR) ความเสี่ยงด้านข้อมูลย้อนกลับในด้านของความพึงพอใจของนายจ้าง ความพึงพอใจของนักศึกษา
Technical Risk (TR) 1) ความล้าสมัยของหลักสูตร 2) เทคโนโลยีที่ใช้ในการสอน			
Financial Risk (FR) 1) รายได้ของผู้ปกครองลดลง 2) เศรษฐกิจตกต่ำ 3) ค่าใช้จ่ายสูงขึ้น 4) การเข้าถึงแหล่งเงินทุน	Organizational Risk (OR) การกำหนดจุดเด่นของมหาวิทยาลัย “การผลิตบัณฑิตเป็นนักปฏิบัติ” อาจไม่ตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน และไม่ตรงกับ ความคาดหวังของผู้ ผู้ปกครองหรือผู้เรียน	External Risk (ER) 1) อัตราการจ้างงานต่ำ	
Resource Risk (RR) 1) อาจารย์ผู้สอนไม่เพียงพอ 2) อุปกรณ์การเรียนไม่เพียงพอ			

จากข้อมูลในตารางที่ 3 เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วย Fishbone Diagram จึงสามารถสรุปผลการจำแนกปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงทั้งในด้านคน (Man) วิธีการ (Method) เครื่องมือ (Machine) และวัสดุ (Material) ได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 Fishbone Diagram

จากผลการวิเคราะห์ด้วย Fishbone Diagram ผู้วิจัยจึงสามารถจัดประเภทของความเสี่ยงตามลักษณะหรือแหล่งที่มาของความเสี่ยง เพื่อให้องค์กรสามารถจัดการกับความเสี่ยงได้อย่างมีระบบ พร้อมดำเนินการประเมินความเสี่ยงในกระบวนการบริหารความเสี่ยงห่วงโซ่อุปทาน (SCRM) ที่มีการกำหนดระดับในการให้คะแนนระหว่างโอกาสในการเกิดความเสี่ยง และผลกระทบของความเสี่ยง เพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการจัดการความเสี่ยงที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการเชิงกลยุทธ์ทั้งในด้านข้อมูลวัตถุดิบ กระบวนการ ผลผลิต และผลย้อนกลับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 5 – 8

ตารางที่ 5 การจัดประเภทและประเมินความเสี่ยงด้านวัตถุดิบ (Input)

Risk Sources: วัตถุดิบ (Input)					
Risk Events	Code	ประเภท	โอกาสของความเสี่ยง	ผลกระทบ	ระดับความเสี่ยง
ขนาดของห้องเรียนไม่เหมาะสมกับจำนวนของนักศึกษา	I ₁	PR	4	3	12 (สูง)
อุปกรณ์การเรียนไม่พร้อมใช้งาน	I ₂	PR	2	2	4 (ปานกลาง)
ความล้าสมัยของหลักสูตร	I ₃	TR	1	4	4 (ปานกลาง)
เทคโนโลยีที่ใช้ในการสอน	I ₄	TR	2	3	6 (ปานกลาง)
เศรษฐกิจตกต่ำ	I ₅	FR	5	4	20 (สูงมาก)
ค่าครองชีพที่สูงขึ้น	I ₆	FR	2	3	6 (ปานกลาง)
การเข้าถึงแหล่งเงินทุน (กยศ.) ยากขึ้น	I ₇	FR	4	4	16 (สูงมาก)
อาจารย์ผู้สอนไม่เพียงพอ	I ₈	RR	1	4	4 (ปานกลาง)
สื่อการสอนไม่เพียงพอ	I ₉	RR	2	3	6 (ปานกลาง)

ตารางที่ 6 การจัดประเภทและประเมินความเสี่ยงด้านกระบวนการ (Process)

Risk Sources: กระบวนการ (Process)					
Risk Events	Code	ประเภท	โอกาสของความเสี่ยง	ผลกระทบ	ระดับความเสี่ยง
ความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษา อาจารย์	P ₁	NR	2	3	6 (ปานกลาง)
เครือข่ายหน่วยงานด้านวิชาการมีจำกัด	P ₂	NR	3	3	9 (สูง)
การกำหนดจุดเด่นของมหาวิทยาลัย “การผลิตบัณฑิตเป็นนักปฏิบัติ” อาจไม่ตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน และไม่ตรงกับความคิดหวังของผู้ปกครองหรือผู้เรียน	P ₃	OR	4	4	16 (สูงมาก)
สถาบันการศึกษาในหน่วยงานอื่นได้มีการจัดการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีเพิ่มขึ้น	P ₄	OR	4	4	16 (สูงมาก)

ตารางที่ 7 การจัดประเภทและประเมินความเสี่ยงด้านผลผลิต (Output)

Risk Sources: ผลผลิต (Output)					
Risk Events	Code	ประเภท	โอกาสของความเสี่ยง	ผลกระทบ	ระดับความเสี่ยง
คุณภาพของบัณฑิต	O ₁	QR	1	4	4 (ปานกลาง)
เครือข่ายหน่วยงานด้านวิชาการ	O ₂	ER	1	4	4 (ปานกลาง)

ตารางที่ 8 การจัดประเภทและประเมินความเสี่ยงด้านผลย้อนกลับ (Feedback)

Risk Sources: ผลย้อนกลับ (Feedback)					
Risk Events	Code	ประเภท	โอกาสของความเสี่ยง	ผลกระทบ	ระดับความเสี่ยง
ความพึงพอใจของนายจ้างต่ำ	F ₁	FBR	1	5	5 (ปานกลาง)
ความพึงพอใจของนักศึกษาต่ำ	F ₂	FBR	1	5	5 (ปานกลาง)

จากข้อมูลในตารางที่ 5-8 เมื่อนำมาสรุประดับความเสี่ยงและแนวทางการจัดการความเสี่ยงของแต่ละด้าน พบว่า เหตุการณ์ความเสี่ยงทั้งหมดมี 17 เหตุการณ์ และเหตุการณ์ความเสี่ยงส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 11 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 64.71 ของเหตุการณ์ทั้งหมด รองลงมาคือ เหตุการณ์ความเสี่ยงในระดับสูงมาก จำนวน 4 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 23.53 และเหตุการณ์ความเสี่ยงในระดับสูง จำนวน 2 เหตุการณ์ คิดเป็นร้อยละ 11.76 ตามลำดับ

ดังนั้นเมื่อสรุปภาพรวมของความเสี่ยงทั้งหมดที่เกิดขึ้น พบว่า ความเสี่ยงที่อยู่ในระดับสูงมากส่วนใหญ่มาจากสาเหตุของปัจจัยด้านวัตถุดิบ (Input) ประกอบด้วย สภาพเศรษฐกิจที่ตกต่ำและการเข้าถึงแหล่งเงินทุน (กยศ.) ที่ยากขึ้น รวมถึงปัจจัยด้าน

กระบวนการ (Process) ประกอบด้วยกำหนดยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัย “การผลิตบัณฑิตเป็นนักปฏิบัติ” อาจไม่ตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน และไม่ตรงกับความคาดหวังของผู้ ผู้ปกครองหรือผู้เรียน และสถาบันการศึกษาในหน่วยงานอื่นได้มีการจัดการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีเพิ่มขึ้น

3.3 การออกแบบแนวทางการจัดการความเสี่ยง

จากการวิเคราะห์และระบุความเสี่ยงที่อาจส่งผลกระทบต่อการทำงานขององค์กรการศึกษาที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงออกแบบแนวทางการจัดการความเสี่ยงโดยมุ่งเน้นที่ ระดับความเสี่ยงในระดับสูงมาก และระดับความเสี่ยงในระดับสูงเป็นหลัก จึงสามารถสรุปเป็นแนวทางการจัดการความเสี่ยงได้ดังนี้

1) Financial Risk (FR): เศรษฐกิจตกต่ำ (ระดับสูงมาก)

1.1) ควรมีการประชุมวางแผนแนวทางในการสร้างความมั่นคงทางการเงินที่มุ่งเน้นการกระจายแหล่งรายได้ ลดการพึ่งพารายได้จากค่าเล่าเรียน เช่น การระดมทุน รับบริจาค การหน่วยงานให้บริการวิชาการ รวมถึงมีการสร้างโอกาสทางการศึกษาให้นักศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมชาย ใจดี (2563) ที่เสนอแนวทางการบริหารความเสี่ยงทางการเงินโดยการกระจายแหล่งรายได้ของสถาบันอุดมศึกษาเพื่อลดการพึ่งพารายได้จากค่าเล่าเรียน

1.2) สร้างการรับรู้ถึงคุณภาพ จุดเด่น และโอกาสในการทำงานของสาขาวิชา เพื่อสร้างการรับรู้ให้กับนักศึกษา พร้อมทั้งมุ่งเน้นผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพ มีความรู้ ทักษะ ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานเพื่อเพิ่มโอกาสในการได้งาน

1.3) สาขาวิชาควรมีแนวทางในการปรับปรุงหลักสูตรให้ทันสมัย สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน เน้นทักษะที่จำเป็นและทันต่อยุคแห่งความพลิกผัน เช่น ทักษะด้าน Digital Literacy, Critical Thinking, Problem-Solving ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิชาติ เก่งการ (2562) ประกอบกับเพิ่มความยืดหยุ่นในการเรียนรู้ ผ่านการเปิดโอกาสให้นักศึกษาเรียนควบคู่กับการทำงาน

1.4) ควรมีการสร้างทางเลือกในการเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์ (แบบ Module) เพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในบางรายวิชา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิษณุ ศรีสุข (2564) ที่กล่าวว่าโมเดลการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นผ่านระบบออนไลน์และการเรียนรู้แบบโมดูล เพื่อเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงการศึกษาและลดค่าใช้จ่ายของนักศึกษา รวมถึงคณะ ควรมีการสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับภาคธุรกิจ จัดหาทุน ฝึกงาน และโอกาสในการทำงาน

1.5) ควรมีการกำหนดหน้างานด้านการแนะแนวอย่างจริงจัง เพื่อให้คำปรึกษา แนะนำอาชีพ ช่วยเหลือนักศึกษาในด้านการวางแผนการเรียนของกลุ่มผู้ที่สนใจศึกษาต่อตั้งแต่ระดับสาขาวิชา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกาญจนา พัฒนศักดิ์ (2561) ที่สรุปว่าสถาบันการศึกษาควรมีการแนะนำการวางแผนการเรียนและเตรียมความพร้อมสำหรับการเข้าสู่ตลาดแรงงานในอนาคตของบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาในคณะฯ ต่อไป

2) Financial Risk (FR): การเข้าถึงแหล่งเงินทุน (กยศ.) ยากขึ้น (ระดับสูงมาก)

2.1) ควรมีการจัดอบรมให้ความรู้ คำแนะนำและช่วยเหลือนักศึกษาในการเตรียมเอกสาร กรอกแบบฟอร์ม และยื่นขอ กยศ. ให้ถูกต้อง ควบคู่ไปกับการเพิ่มช่องทางการประชาสัมพันธ์ช่องทางการขอ กยศ. ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การดำเนินการผ่าน Application เพื่ออำนวยความสะดวกแก่นักศึกษา รวมถึงมีการติดตามสถานะการขอ กยศ. ของนักศึกษา และช่วยแก้ไขปัญหาคัดค้านต่าง ๆ

2.2) อาจารย์ที่ปรึกษาในแต่ละสาขาวิชา ควรให้คำแนะนำช่วยเหลือนักศึกษาในการวางแผนการเงิน การขอ กยศ. และการบริหารจัดการหนี้ รวมถึงมีการคัดกรองนักศึกษาที่มีความจำเป็นต้องใช้เงินทุนและให้ความช่วยเหลือเป็นพิเศษซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chaisena, S. (2019) ที่ได้แนะนำให้องค์กรการศึกษามีการวางแผนการจัดหาทุนการศึกษาทุนสนับสนุนจากแหล่งต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น ภาคเอกชน องค์กรมูลนิธิ ศิษย์เก่า เป็นต้น

2.3) ควรมีการพิจารณาปรับลดค่าเล่าเรียน ค่าธรรมเนียม หรือค่าใช้จ่ายอื่น ๆ พร้อมทั้งสนับสนุนให้นักศึกษาทำงาน Part-Time หรือ ฝึกงาน เพื่อหารายได้ระหว่างเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Smith, J. A., & Lee, K. M. (2018) ที่แนะนำให้สถาบันการศึกษามีการวางแผนกลยุทธ์การรับมือและการลดค่าใช้จ่าย เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้และลดภาระทางการเงิน

3) Organizational Risk (OR): การกำหนดจุดเด่นของมหาวิทยาลัย “การผลิตบัณฑิตเป็นนักปฏิบัติ” อาจไม่ตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน และไม่ตรงกับความต้องการของผู้ ผู้ปกครองหรือผู้เรียน (ระดับสูงมาก)

1.1) ปรับภาพลักษณ์และการสื่อสารจุดแข็งของคณะฯ ที่หลากหลาย ตัวอย่างเช่น การพัฒนานวัตกรรม นักคิดเชิงวิเคราะห์ หรือ ผู้ประกอบการ เพื่อแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของบัณฑิตที่หลากหลายและตอบโจทย์ตลาดแรงงานมากขึ้น รวมถึงมีการปรับปรุงเนื้อหาการเรียนการสอนให้ชัดเจนถึงทักษะที่บัณฑิตจะได้รับ เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม และทักษะดิจิทัล ซึ่งเป็นทักษะที่ตลาดแรงงานต้องการ โดยใช้ช่องทางการสื่อสารที่หลากหลายทั้งรูปแบบออนไลน์และออฟไลน์

1.2) ส่งเสริมให้แต่ละสาขาวิชามีการปรับปรุงหลักสูตรให้ทันสมัย ผ่านการบูรณาการองค์ความรู้ด้านต่าง ๆ เช่น เทคโนโลยีนวัตกรรมธุรกิจ และ Digital Transformation เข้ากับหลักสูตร เพื่อให้บัณฑิตมีความรู้รอบด้าน เน้นการพัฒนาทักษะที่จำเป็น ผูกพันทักษะ Soft Skills เช่น การสื่อสาร การทำงานเป็นทีม ภาวะผู้นำ และ Critical Thinking ควบคู่ไปกับทักษะเฉพาะทางเพื่อเพิ่มโอกาสในการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ผ่านการจัดให้มีการฝึกงานอย่างโครงการสหกิจศึกษาที่มีการเรียนรู้แบบ Project-Based Learning เพื่อให้นักศึกษาได้ประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริง

1.3) สร้างความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมที่เป็นบริษัทชั้นนำเพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ และเพิ่มโอกาสในการทำงาน โดยมีการรับฟังความคิดเห็น และข้อเสนอแนะจากภาคอุตสาหกรรม เพื่อนำมาปรับปรุงหลักสูตร และการเรียนการสอน ให้ตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน

4) Organizational Risk (OR): สถาบันการศึกษาในหน่วยงานอื่นได้มีการจัดการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีเพิ่มขึ้น (ระดับสูงมาก)

4.1) สร้างความแตกต่างและจุดเด่นของคณะฯ ที่สถาบันการศึกษาในหน่วยงานอื่นไม่มี ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของ สุวิมล เจริญธรรมาธิ (2563) ที่ได้สรุปว่าสถาบันการศึกษาควรมีการพัฒนาหลักสูตรที่ตอบสนองต่อความต้องการของตลาด มีการเสริมสร้างแบรนด์ที่แข็งแกร่งและการสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับภาคส่วนต่าง ๆ รวมถึงควรมีการสร้างรูปแบบการเรียนการสอนที่เข้มข้น มีสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ สร้างโอกาสในการทำวิจัย มีกิจกรรมนักศึกษาที่หลากหลาย มีเครือข่ายศิษย์เก่าที่แข็งแกร่ง นอกจากนี้ยังรวมถึงการสร้างแบรนด์ที่แข็งแกร่งและเป็นเอกลักษณ์ของแต่ละสาขาวิชาให้โดดเด่นเป็นที่จดจำ

4.2) พัฒนาหลักสูตรเฉพาะทางที่ตอบโจทย์ความต้องการของตลาดและแตกต่างจากสถาบันการศึกษาในหน่วยงานอื่น เช่น สาขาย่อยที่เฉพาะเจาะจง การเรียนการสอนแบบบูรณาการ การฝึกปฏิบัติในสถานประกอบการจริงซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภาวดี ศรีสุข (2562) รวมถึงควรมีการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต ผ่านการให้คำปรึกษาและแนะแนว จากอาจารย์ในแต่ละสาขาวิชาอย่างใกล้ชิด

4.3) เสริมสร้างความร่วมมือกับวิทยาลัยอาชีวศึกษาเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการใช้ทรัพยากรร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรรณภา พัฒนศักดิ์ (2561) ที่มีการกล่าวถึงแนวทางในการสร้างความร่วมมือ เช่น การจัดหลักสูตรต่อเนื่อง รับโอนหน่วยกิต

5) Physical Risk (PR): ขนาดของห้องเรียนไม่เหมาะสมกับจำนวนนักศึกษา (ระดับสูง)

5.1) ด้านการบริหารจัดการรูปแบบการเรียนการสอนควรมีการจัดตารางเรียนที่มีการกระจายการใช้ห้องเรียนอย่างเหมาะสม หลีกเลี่ยงการใช้ห้องเรียนเดียวกันในเวลาเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรางค์ ไคว้ตระกูล (2551) ที่กล่าวว่า การจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพในห้องเรียน การจัดที่นั่งและการใช้สื่อการสอนที่หลากหลายจะมีส่วนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งปรับรูปแบบการสอนที่เหมาะสมกับยุคแห่งความพลิกผัน เช่น Active Learning (Miller, E, 2022), Group Work, Cooperative Learning ผ่านการใช้สื่อการสอนที่หลากหลาย เช่น Presentation, Video, Online Platform

5.2) แบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่มย่อยเพื่อให้อาจารย์สามารถดูแลได้อย่างทั่วถึง พร้อมทั้งใช้พื้นที่และสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ของมหาวิทยาลัยอย่างคุ้มค่า เช่น ห้องสมุด ห้องปฏิบัติการในการจัดกิจกรรม ผ่านการสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ที่

สนุกสนาน เพื่อสนับสนุนการทำงานร่วมกัน การมีส่วนร่วมของผู้เรียน และการใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ (Penrod, J. (2021)

6) Network Risk (NR): เครือข่ายหน่วยงานด้านวิชาการมีจำกัด (ระดับสูง)

6.1) สร้างเครือข่ายเชิงรุกโดยมีการติดต่อหน่วยงาน องค์กร และบริษัทชั้นนำทั้งในภาครัฐและเอกชน เพื่อสร้างความร่วมมือในด้านวิชาการ พร้อมทั้งเข้าร่วมงานสัมมนา นิทรรศการ และกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมที่มีความสัมพันธ์กับสาขาวิชาการบัญชี สาขาวิชาการตลาดดิจิทัล สาขาวิชานวัตกรรมการจัดการ สาขาวิชาเทคโนโลยีทางธุรกิจดิจิทัล และสาขาวิชาการบริหารธุรกิจระหว่างประเทศ

6.2) พัฒนาความสัมพันธ์กับหน่วยงานต่าง ๆ ผ่านการลงนามทำบันทึกข้อตกลงความร่วมมือ (MOU) กับหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อกำหนดกรอบและแนวทางการทำงานร่วมกัน พร้อมทั้งแลกเปลี่ยนข้อมูล ข่าวสาร องค์ความรู้และทรัพยากร กับหน่วยงานในเครือข่าย

4. สรุปผล

ตารางที่ 9 สรุปผลกระทบและโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง

ผลกระทบ	โอกาสที่จะเกิด				
	น้อยมาก	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
สูงมาก	F ₁ , F ₂				
สูง	I ₃ , O ₁ , O ₂			I ₇ , P ₃ , P ₄	I ₅
ปานกลาง		I ₄ , I ₆ , P ₁	P ₂	I ₁	
น้อย		I ₂	I ₉		
น้อยที่สุด				I ₈	

จากข้อมูลดังกล่าวมาทั้งหมดทำให้เห็นว่าแนวทางการจัดการความเสี่ยงขององค์กรการศึกษายุคแห่งความพลิกผัน จำเป็นต้องมีการติดตาม และทบทวนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการปรับตัวของสถาบันการศึกษาไทยในอนาคตที่จำเป็นต้องเฝ้าระวัง และเตรียมรับมือกับปัจจัยความเสี่ยงทางด้านเศรษฐกิจที่ถดถอย รวมถึงข้อจำกัดในการเข้าถึงแหล่งเงินทุนในการสนับสนุนงบประมาณให้กับสถาบันการศึกษาในพันธกิจต่าง ๆ ดังนั้นคณะฯ ควรมีการกำหนดแนวทางในการติดตามที่เห็นผลลัพธ์และมีการกำหนดตัวชี้วัด (KPI) ที่ชัดเจน เพื่อติดตามประสิทธิภาพของแผนการดำเนินงาน เช่น การกำหนดจำนวนนักศึกษาที่เข้าศึกษา อัตราการได้งานของบัณฑิต การกำหนดระดับความพึงพอใจของนักศึกษาจำนวนบัณฑิตข้อตกลงความร่วมมือ (MOU) กับหน่วยงานภายนอกรวบรวม นอกจากนี้คณะฯ ควรมีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่าง ๆ เช่น แบบสำรวจ สัมภาษณ์ข้อมูลสถิติที่มีการรายงานวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการประเมินสถานการณ์ ความเสี่ยงของผลกระทบที่เกิดขึ้นจากยุคแห่งความพลิกผัน เพื่อให้ผู้บริหารองค์กรเกิดการทบทวนแผนการจัดการความเสี่ยงและดำเนินการจัดประชุมทบทวนอย่างน้อยปีละ 4 ครั้ง (3 เดือนครั้ง) เพื่อกำหนดทิศทางของคณะฯ ในการจัดทำเป้าหมาย มาตรการ และกลยุทธ์ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ในยุคแห่งความพลิกผันต่อไป

5. เอกสารอ้างอิง

กาญจนา พัฒนศักดิ์. (2561). บทบาทของการแนะแนวอาชีพในสถาบันอุดมศึกษา: การเตรียมความพร้อมสู่ตลาดแรงงาน. วารสาร

จิตวิทยาและการแนะแนว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 7(2), 89-102.

คณะบริหารธุรกิจ พื้นที่ศาลายา. 2567. เอกสารสรุปแผนการรับนักศึกษา 2564-2568. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.

ชัชวาล โอสธานนท์. (2563). ปาฐกถาเกียรติยศศาสตราจารย์ นายแพทย์ชัชวาล โอสธานนท์ ครั้งที่ 11. งานครบรอบ 51 ปี วันพระราชทานนาม 132 ปี มหาวิทยาลัยมหิดล.

- ประชุม รอดประเสริฐ. 2543. นโยบายและการวางแผน: หลักการและทฤษฎี. กรุงเทพมหานคร: เนติกุลการพิมพ์.
- พิชญา ศรีสุข. 2564. การพัฒนาโมเดลการเรียนรู้แบบยืดหยุ่นในสถาบันอุดมศึกษา. วารสารเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 10(3), 112-127.
- วรรณนา พัฒนศักดิ์. (2561). การสร้างความร่วมมือระหว่างสถาบันอุดมศึกษากับวิทยาลัยอาชีวศึกษาในการพัฒนาหลักสูตรต่อเนื่อง. วารสารการศึกษาและพัฒนาสังคม. 5(2), 89-102.
- สมชาย ใจดี. (2563). แนวทางการบริหารความเสี่ยงทางการเงินของสถาบันอุดมศึกษาในประเทศไทย. วารสารบริหารธุรกิจและเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 42(2), 45-60
- สุภาวดี ศรีสุข. (2562). การพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนแบบบูรณาการในสถาบันอุดมศึกษา. วารสารวิจัยและพัฒนาการศึกษา. 12(1), 45-58.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2551). การจัดการชั้นเรียนที่มีคุณภาพ. วารสารครูศาสตร์. 1(2), 1-15.
- สุวิมล เจียรธรวานิช. (2563). การพัฒนากลยุทธ์การจัดการสถาบันอุดมศึกษาเอกชนเพื่อรับมือกับสถานการณ์ที่ไม่สามารถคาดการณ์ได้. ครูศาสตร์คุณภูมิบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อภิชาติ เก่งการ. (2562). การพัฒนาหลักสูตรในสถาบันอุดมศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน. วารสารวิจัยและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 14(1), 25-38.
- Chaisena, S. (2019). The role of academic advisors in supporting students' financial planning and debt management. *Journal of Education and Social Development*. 5(2), 45-58.
- Dealtry, R. (1992). *Dynamic SWOT Analysis: Developer's Guide*, United Kingdom: Dynamic SWOT Associates.
- Miller, E. (2022). The push for more active learning spaces on campus. *Inside Higher Ed*.
- Penrod, J. (2021). The impact of learning space design on learner experience and collaboration. *EDUCAUSE Review*. <https://er.educause.edu/articles/2021/11/the-impact-of-learning-space-design-on-learner-experience-and-collaboration>
- Smith, J. A., & Lee, K. M. (2018). Financial challenges and coping strategies among university students: A cross-national study. *International Journal of Educational Development*. 62, 1-9.

การมีส่วนร่วมของประชาชนต่อการจัดการแหล่งท่องเที่ยวตำบลต้นมะพร้าว อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี

Community Participation in the Management of Tourist Attractions in Ton Maphrao Subdistrict, Mueang Phetchaburi District, Phetchaburi Province

นิตินันท์ ศรีสุวรรณ¹ และ ศุภวรรณ กุศลธรรมรัตน์^{1*}

Nitinan Srisuwan¹ and Supawan Kusolthammarat^{1*}

¹ ภาควิชาศิลปการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

* Email: Nititnan.s@rmutp.ac.th, supawan.k@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

ความร่วมมือระหว่างภาคีด้านการท่องเที่ยวและชุมชน มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการจัดการแหล่งท่องเที่ยวโดยชุมชนอย่างยั่งยืน งานวิจัยเรื่อง การมีส่วนร่วมของประชาชนต่อการจัดการแหล่งท่องเที่ยว ตำบลต้นมะพร้าว อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาลักษณะของการมีส่วนร่วมของประชาชนในชุมชนต้นมะพร้าวต่อกิจกรรมการท่องเที่ยวและเพื่อสรุปแนวทางการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการแหล่งท่องเที่ยวในตำบลต้นมะพร้าว อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี อันจะนำไปสู่การจัดการการท่องเที่ยวที่มีความเข้มแข็งและยั่งยืนมากยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบสัมภาษณ์เชิงลึก และแบบบันทึกการประชุมกลุ่มย่อย โดยดำเนินการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ประกอบด้วย ผู้นำชุมชน ผู้แทนชุมชน และเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานภาครัฐในระดับท้องถิ่นภายในพื้นที่วิจัย ทั้งนี้ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการวิเคราะห์แบบแก่นสาระ (Thematic Analysis) และสรุปผลการศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ลักษณะของการมีส่วนร่วมของประชาชนในชุมชนต้นมะพร้าวเป็นการรวมกลุ่มของสมาชิกในชุมชนเพื่อดำเนินกิจกรรมท้องถิ่นในลักษณะเป็นครั้งคราว โดยมีการประสานความร่วมมือระหว่างภาคีเครือข่าย ทั้งจากหน่วยงานภาครัฐ ในระดับท้องถิ่นและสถาบันอุดมศึกษา เพื่อดำเนินโครงการพัฒนาชุมชนในหลากหลายด้าน รวมถึงด้านการท่องเที่ยว สำหรับทุนทรัพยากรการท่องเที่ยวของตำบลต้นมะพร้าว ประกอบด้วยแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีความน่าสนใจ อาทิ บ้านโชน แหล่งศิลปะดินปั้น และบ้านท่าขนมไทยโบราณตำรับเมืองเพชร สำหรับผลการวิจัยในประเด็นแนวทางการจัดการการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการการท่องเที่ยว พบว่า ชุมชนต้นมะพร้าวควรเสริมสร้างความเข้มแข็งของประชาชนในชุมชนเพื่อให้สามารถบริหารจัดการการท่องเที่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพใน 4 มิติ ได้แก่ (1) ด้านการจัดการและกิจกรรมแหล่งท่องเที่ยว ควรพัฒนาเส้นทางท่องเที่ยวระยะสั้นสำหรับนักท่องเที่ยว พร้อมทั้งนำเสนอบทบาทของชุมชนในการบริหารจัดการกิจกรรมการนำเที่ยว และถ่ายทอดเสน่ห์ทางวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชน (2) ด้านการบริหารจัดการ ควรกำหนดแผนงานและระเบียบของชุมชนที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยว โดยจัดตั้งคณะกรรมการชุมชนเพื่อบริหารจัดการและให้บริการด้านการท่องเที่ยว (3) ด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ควรสร้างจิตสำนึกให้แก่ประชาชนในชุมชนให้มีส่วนร่วมในการส่งเสริมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ลดการเผาขยะ และสนับสนุนกิจกรรมท่องเที่ยวในรูปแบบเส้นทางท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ และ (4) ด้านการตลาดท่องเที่ยว ควรส่งเสริมและถ่ายทอดองค์ความรู้แก่คนในชุมชนเกี่ยวกับการบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยวและการตลาดเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน และขอเสนอแนะจากการวิจัย ระบุว่า ชุมชนต้นมะพร้าวควรได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณขั้นพื้นฐานจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการดำเนินการจัดทำเส้นทางท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชน

คำสำคัญ: การมีส่วนร่วมของชุมชน, การจัดการแหล่งท่องเที่ยว, ตำบลต้นมะพร้าว, เพชรบุรี

Abstract

Collaboration between tourism stakeholders and local communities plays a vital role in promoting sustainable community-based tourism. This study, titled “Community Participation in Tourism Management in Ton Maphrao Sub-district, Mueang Phetchaburi District, Phetchaburi Province,” aimed to investigate the nature of community participation in local tourism activities and to propose practical guidelines for enhancing public involvement in tourism management. Employing a qualitative research methodology, the study utilized in-depth interviews and focus group discussion records to collect data from community leaders, local representatives, and local government officials. Thematic analysis was employed to interpret the data and derive research findings. The study found that the form of community participation in Ton Maphrao is characterized by occasional meetings of community members to carry out local activities. This process involves cooperation among various stakeholders, including local government agencies and higher education institutions, to implement community development projects across various sectors, including tourism. The tourism resources of Ton Maphrao consist of cultural attractions and local wisdom, such as the Khon House, clay art sites, and traditional Thai dessert-making houses in the Phetchaburi style. In terms of the management of community participation in tourism, the research suggests that the community should strengthen the capacity of its members to effectively manage tourism in four key dimensions: (1) Management and tourism activities: Developing short tourism routes for visitors, presenting the community's role in managing tourism activities, and showcasing the local culture and wisdom; (2) Management practices: Establishing plans and community regulations related to tourism, as well as forming a community committee to manage and provide tourism services; (3) Environmental conservation: Raising awareness among community members about the importance of environmental conservation, reducing waste burning, and promoting tourism activities in the form of conservation tourism routes; and (4) Tourism marketing: Promoting and transferring knowledge to community members about the management of tourism resources and sustainable tourism marketing. The research also suggests that Ton Maphrao community should receive basic budgetary support from relevant agencies to develop the necessary infrastructure for establishing tourism routes within the community.

Keywords: cooperation, tourism management, Ton Maphrao district, and Phetchaburi province

1. บทนำ

การมีส่วนร่วมของชุมชนในการท่องเที่ยวชุมชนมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาที่มั่นคงและยั่งยืนในระดับพื้นที่ เพราะช่วยสร้างความรู้สึกเป็นเจ้าของให้กับชาวบ้าน ส่งผลให้เกิดความภาคภูมิใจและใส่ใจในการดูแลรักษาทรัพยากรและวัฒนธรรมท้องถิ่น การมีส่วนร่วมยังส่งเสริมให้ชุมชนสามารถรักษาอัตลักษณ์ของตนเองได้อย่างแท้จริง ลดความเสี่ยงของการบิดเบือนวิถีชีวิตเพื่อสนองความต้องการของนักท่องเที่ยว อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้สมาชิกในชุมชนได้มีส่วนร่วมในการสร้างรายได้ อย่างเป็นธรรมจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เช่น การบริการโฮมสเตย์ การขายสินค้าพื้นเมือง หรือการเป็นมัคคุเทศก์ท้องถิ่น นอกจากนี้ยังเป็นช่องทางในการพัฒนาทักษะ ความรู้ และศักยภาพของชาวบ้าน ตลอดจนส่งเสริมความสามัคคีและเครือข่ายความร่วมมือในชุมชน การมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงจึงถือเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการการท่องเที่ยวชุมชนที่คำนึงถึงทั้งเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลและยั่งยืน จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นพื้นที่สำคัญในภูมิภาคภาคกลางของประเทศไทยที่มีศักยภาพด้านการท่องเที่ยวอย่างโดดเด่น และได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติจากองค์การยูเนสโก (UNESCO) โดยได้รับคัดเลือกให้เป็นสมาชิกเครือข่ายเมืองสร้างสรรค์โลก (UNESCO Creative Cities Network) ประจำปี พ.ศ. 2564 ในสาขาเมืองสร้างสรรค์ด้านวิทยาการอาหาร ซึ่งถือเป็นจังหวัดลำดับที่สองของประเทศไทยที่ได้รับการรับรองต่อจากจังหวัดภูเก็ต (วรัญญ อินทรกำแหง, 2564) การได้รับสถานะดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความเข้มแข็งของทุนทางวัฒนธรรม อัตลักษณ์ท้องถิ่น และภูมิปัญญาด้านอาหารของพื้นที่ ที่สามารถพัฒนาและยกระดับสู่มาตรฐานระดับโลก ทั้งนี้จากการวิเคราะห์แผนพัฒนาจังหวัดเพชรบูรณ์ ปี พ.ศ. 2566-2570 (กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัด สำนักงานจังหวัดเพชรบูรณ์ 2566) พบว่า แนวทางการพัฒนาของจังหวัดให้ความสำคัญกับการขับเคลื่อนเศรษฐกิจแบบครบวงจรจากฐานการค้า การลงทุน การบริการ การท่องเที่ยว และการเกษตร โดยมีนวัตกรรมและเทคโนโลยีเป็นกลไกสำคัญในการยกระดับศักยภาพของพื้นที่สู่ความมั่นคงอย่างยั่งยืน ควบคู่ไปกับการส่งเสริมความมั่นคงทางสังคมผ่านการใช้ต้นทุนทางสังคมและแนวทางการพึ่งพาตนเองของประชาชนตามหลักศาสตร์พระราชานอกจากนี้ ยังเน้นการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุล ตลอดจนยึดหลักการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนา นำไปสู่การเป็นเมืองสร้างสรรค์ระดับสากล โดยใช้ทุนทางศิลปวัฒนธรรม การท่องเที่ยว ทรัพยากรธรรมชาติ อัตลักษณ์ท้องถิ่น และศักยภาพเฉพาะของพื้นที่เป็นฐานในการพัฒนาที่ยั่งยืนและมีทิศทางที่ชัดเจน

ตำบลต้นมะพร้าว อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นอีกหนึ่งชุมชนในจังหวัดเพชรบูรณ์ ที่มีทุนทรัพยากรทาง ธรรมชาติ วัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น เหมาะสมในการต่อยอดเป็นแหล่งท่องเที่ยว นอกจากนี้ยังเป็นพื้นที่เกษตรกรรมสำคัญ ของภาคกลาง โดยเฉพาะการปลูกมะพร้าวซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของชุมชน ลักษณะของพื้นที่ที่เป็นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำเพชรบุรีไหล ผ่านทำให้เอื้อต่อการเพาะปลูกและดำเนินวิถีชีวิตแบบชนบท ชาวบ้านยังคงมีอาชีพดั้งเดิมและสืบสานวัฒนธรรมท้องถิ่น เช่น อาชีพ เพาะปลูกเกษตรกรรม มีบ้านเรือน งานศิลปป่านดิน และงานประเพณีต่างๆ อาทิ สงกรานต์และกิจกรรมทางศาสนา โดยรวมตำบล ต้นมะพร้าวมีศักยภาพในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรและวัฒนธรรมได้ (องค์การบริหารส่วนตำบลต้นมะพร้าว 2565) ทั้งนี้ ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ตำบลต้นมะพร้าวเป็นเพียงเส้นทางผ่านไปยังแหล่งท่องเที่ยวหลักในจังหวัดเพชรบูรณ์ ยังขาดการตลาดและการ ส่งเสริมให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ต้องแวะชม ทำให้มีจำนวนนักท่องเที่ยว หรือผู้มาเยือนน้อย ทั้งนี้ หากตำบลต้นมะพร้าวมีความ ร่วมมือทางภาคีเครือข่ายอย่างเข้มแข็ง และได้รับการส่งเสริมศักยภาพทางการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการการท่องเที่ยว ก็ จะสามารถพัฒนาเป็นแหล่งเรียนรู้ด้านเศรษฐกิจพอเพียง เกษตรอินทรีย์ และภูมิปัญญาท้องถิ่นได้อย่างยั่งยืน อีกทั้งยังเหมาะสมต่อ การส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์อีกด้วย

คณะผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญของการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการแหล่งท่องเที่ยวในระดับท้องถิ่น ซึ่งเป็น ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพ ความยั่งยืน และความสอดคล้องกับบริบทของพื้นที่ จึงมีความประสงค์ที่จะศึกษาและ สำรวจรูปแบบ ระดับ และปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในตำบลต้นมะพร้าว อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยมุ่งหวังให้ผลการวิจัยสามารถเป็นแนวทางเชิงวิชาการและเชิงปฏิบัติในการสนับสนุนให้องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) ตำบลต้นมะพร้าว นำไปใช้ประกอบการวางแผน พัฒนา และบริหารจัดการการท่องเที่ยวในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้

การวิจัยยังสอดคล้องกับแผนพัฒนาจังหวัดเพชรบุรีที่มีวิสัยทัศน์ในการเป็น “เมืองเศรษฐกิจพอเพียงต้นแบบ และเมืองน่าอยู่ นานาเทียวก ระดับประเทศ” โดยการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวไม่เพียงแต่เป็นการเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนเท่านั้น แต่ยังมีส่วนช่วยในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและวัฒนธรรม ส่งเสริมเศรษฐกิจฐานรากและยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในพื้นที่อย่างเป็นรูปธรรม การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงถือเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนการพัฒนาท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง ทั้งในเชิงวิชาการและเชิงนโยบาย

1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาการมีส่วนร่วมของชุมชนตำบลมะปรางที่มีต่อการท่องเที่ยวตำบลต้นมะปราง อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี
- 2) เพื่อสรุปแนวทางการมีส่วนร่วมของประชาชนต่อการจัดการแหล่งท่องเที่ยวตำบลต้นมะปราง อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี

2. ระเบียบวิธีวิจัย

วิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ มีขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (ผู้ให้ข้อมูล) ประชากรที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ กลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทางการท่องเที่ยวภายในชุมชนตำบลต้นมะปราง ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 2,197 คน (องค์การบริหารส่วนตำบลต้นมะปราง 2565) และภาคีรัฐบาลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ องค์การบริหารส่วนตำบลต้นมะปราง จังหวัดเพชรบุรี ในที่นี้ เป็นการวิจัยแบบเชิงคุณภาพ ผู้ให้ข้อมูล ที่ใช้ในการวิจัย ที่มิวิจัยทำการคัดเลือกแบบ เจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 20 คน สาเหตุที่ใช้วิธีการแบบเจาะจง เนื่องจาก เป็นวิธีการที่มิวิจัยจะได้มาซึ่งข้อมูลที่ตรงกับวัตถุประสงค์ และขอบเขตทางการวิจัย รวมถึงสามารถเก็บ ข้อมูลวิจัยทันภายในระยะเวลาที่กำหนด รายละเอียดกลุ่มตัวอย่างรวมจำนวน 20 ท่านโดยมีรายละเอียดเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้ให้ข้อมูลดังนี้

- 1) องค์การบริหารส่วนตำบลต้นมะปราง จำนวน 5 ท่าน มีเกณฑ์คัดเลือกได้แก่ ปฏิบัติงานในส่วนของการดูแลพัฒนาชุมชนขององค์การบริหารส่วนตำบลต้นมะปราง ไม่น้อยกว่า 3 ปี อายุ 20 -55 ปี
- 2) ผู้นำชุมชนตำบลมะปราง และปราชญ์ท้องถิ่น 5 ท่าน เป็นผู้ปฏิบัติหน้าที่ในการเป็นผู้นำของชุมชน หรือปราชญ์ชุมชน ทางด้านการพัฒนาสังคม ชุมชนและการท่องเที่ยว มีภูมิลำเนาอยู่ในตำบลต้นมะปราง อำเภอเมืองเพชรบุรี ไม่น้อยกว่า 5 ปี อายุ 20 – 60 ปี
- 3) คนในชุมชนตำบลต้นมะปราง 10 ท่าน มีภูมิลำเนาในตำบลต้นมะปราง อำเภอเมืองจังหวัดเพชรบุรี ไม่น้อยกว่า 5 ปี อายุ 20-60 ปี

2.2 พื้นที่วิจัย

ทำการเก็บข้อมูลวิจัย ณ ตำบลต้นมะปราง อำเภอต้นมะปราง จังหวัดเพชรบุรี

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

คณะผู้วิจัยทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องทางด้าน การมีส่วนร่วมของชุมชน และการพัฒนาจัดการการท่องเที่ยว และร่างกรอบวิจัยเพื่อสร้างเครื่องมือ ให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เครื่องมือวิจัย แบ่งออกเป็น แบบสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth Interview) ในข้อคำถาม สอบถามประเด็นเกี่ยวกับ (1) การมีส่วนร่วมของชุมชนตำบลมะปราง ศักยภาพของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวภายในชุมชน และ (2) แนวทางการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนตำบลมะปรางในการจัดการการท่องเที่ยว และ (3) ข้อเสนอแนะสำหรับการประชุมกลุ่มย่อย (Focus group) ที่มิวิจัยทำการประชุมกลุ่มย่อยเพื่อสรุปประเด็นข้อ แนวทางการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการการท่องเที่ยวตำบลต้นมะปราง การตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ที่มิวิจัยทำการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยแบบสามเส้าแบบแหล่งข้อมูล (Data Triangulation) โดย ที่มิวิจัย นำเครื่องมือวิจัย ไปทดลองสอบถามกลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่แตกต่างกัน ได้แก่ ชุมชนใกล้เคียงตำบลต้นมะปราง เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลที่ไดมาจากเครื่องมือวิจัย ครอบคลุมตามเนื้อหา งานวิจัยครบถ้วนชัดเจน

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทีมวิจัย ดำเนินการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-depth Interview) และการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) รวมถึงใช้การสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant Observation) โดยทีมวิจัย ทำการรวบรวมข้อมูลผ่านการบันทึกเสียง (ได้ขออนุญาตจากกลุ่มตัวอย่างตามกำหนดจริยธรรมแล้ว) การจดบันทึกภาคสนาม และขออนุญาตถ่ายภาพประกอบข้อมูลรายงานวิจัย เพื่อนำข้อมูลที่ได้ออกความและวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ โดยทีมวิจัยเน้นบริบททางสังคม วัฒนธรรม เพื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์การวิจัยในด้านการมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อพัฒนาการท่องเที่ยว

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

สรุปและแปลผล ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบแก่นสาระ Thematic Analysis โดยวิธีการระบุ วิเคราะห์ และตีความประเด็นหรือธีมหลักจากข้อมูลที่ได้จากทีมวิจัย ทั้งข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึก และข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม โดยเริ่มจากการแปลถอดความข้อมูล ทีมวิจัยสร้างรหัส (Code) เบื้องต้น เพื่อนำไปจัดกลุ่มและสังเคราะห์เป็นธีม (Theme) ที่สะท้อนถึงประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย (การมีส่วนร่วม และแนวทางการมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนาแหล่งชุมชน) จากนั้นทำการทบทวน จัดกลุ่มหมวดหมู่ของ Theme ให้เหมาะสม จัดทำรายงานผลการวิเคราะห์

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 สรุปผลการวิจัย ในการนี้ ทีมวิจัยขอสรุปผลตามวัตถุประสงค์ดังนี้

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาการมีส่วนร่วมของชุมชนต้นมะพร้าวที่มีต่อการท่องเที่ยวตำบลต้นมะพร้าว อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี ผลการวิจัยพบว่า

1) ลักษณะการมีส่วนร่วมของคนในชุมชนต้นมะพร้าว การมีส่วนร่วมของคนในชุมชนต้นมะพร้าวมีลักษณะเป็นการรวมกลุ่มของสมาชิกในชุมชนเพื่อร่วมกันจัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมประเพณีท้องถิ่น กิจกรรมของชุมชนเพื่อพัฒนาชุมชนหรือเพื่อผู้มาเยือนและการท่องเที่ยว (เป็นครั้งคราว) ซึ่งเป็นการสะท้อนถึงความสามัคคีของชุมชน โดยกิจกรรมที่ดำเนินการต่างๆ โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน จะมีผู้นำชุมชน ราษฎรชุมชน ดำเนินการและส่งเสริมการอนุรักษ์และวัฒนธรรมท้องถิ่น หรือภูมิปัญญาท้องถิ่นให้คงเดิมไว้ ซึ่งนับเป็นศักยภาพและโอกาสทางการพัฒนาการท่องเที่ยวที่ดี สำหรับตัวอย่างกิจกรรมที่ชุมชนร่วมกันจัดเป็นประจำ เช่น การจัดงานเทศกาลงานบุญต่างๆ ประเพณีต่างๆ งานสงกรานต์ และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสินค้าท้องถิ่น ประจำตำบล (น้ำพริก หรือขนมหวานท้องถิ่น) หรืองานศิลปท้องถิ่นในชุมชน (บ้านโชน บ้านศิลป์ดินเผา) ซึ่งสามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวให้มาสนใจเยี่ยมชมได้ ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ สามารถพัฒนาเป็นกิจกรรมท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ได้

2) การประสานงานระหว่างภาคีเครือข่ายเพื่อพัฒนาการท่องเที่ยวเดิมชุมชนต้นมะพร้าวประสานงานและรับมอบนโยบายการพัฒนาตำบลโดยตรงจากภาครัฐบาลท้องถิ่น(อบต.ต้นมะพร้าว) และยังมีได้รับประสานงานเครือข่ายที่เกี่ยวข้องการสถาบันอุดมศึกษา อาทิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในการจ้างงาน จ้างอาชีพและให้ข้อเสนอแนะชุมชนทางด้านอาชีพและการท่องเที่ยว ตามโครงการ “หนึ่งตำบล หนึ่งมหาวิทยาลัย” (U2T) โดยที่ผ่านมา สมาชิกในชุมชนจะประสานงานในการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ มีการแบ่งหน้าที่และความรับผิดชอบให้กับบุคคลในชุมชนเป็นไปตามความถนัด เช่น การดูแลนักท่องเที่ยว การจัดเตรียมสถานที่ และการประชาสัมพันธ์กิจกรรม ในส่วนของการประสานงานกับภาครัฐบาลท้องถิ่น ชุมชนมีการร่วมมือกับเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นในการจัดการทรัพยากรท้องถิ่นได้เป็นอย่างดี มีการรายงานสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในท้องถิ่นอย่างใกล้ชิด ทั้งนี้ได้ข้อสรุปว่า ทีมชุมชนมีการประสานงานและให้ความร่วมมือกับท้องถิ่น และเครือข่ายต่างๆ ได้เป็นอย่างดี ซึ่งการทำงานร่วมกับภาครัฐมีผลในการพัฒนาการท่องเที่ยวที่ยั่งยืน รวมถึงการจัดสรรทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพในระยะยาว

3) ทุนทรัพยากรท่องเที่ยว และการมีส่วนร่วมการจัดการด้านประเพณีวัฒนธรรมท้องถิ่นจากผลการศึกษาพบว่า ชุมชนต้นมะพร้าว มีทุนทรัพยากรท่องเที่ยว และความร่วมมือของชุมชนที่สำคัญดังนี้

3.1) ชุมชนต้นมะพร้าว ประกอบไปด้วยชุมชนจำนวน 4 หมู่ ประชากรประมาณ 2,197 คน อาชีพเดิมชุมชน ทำนา ปลุกข้าว เกษตรกรทำสวนมะพร้าว สวนต้นตาล เลี้ยงสัตว์ การแปรรูปปลาทุ และรับจ้าง ซึ่งเป็นวิถีชุมชนในเชิงกึ่งชนบท ที่มีเสน่ห์ นักท่องเที่ยว สามารถเข้าชมสวน สวนมะพร้าว สวนตาล และการแปรรูปต่างๆ

3.2) แหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นในตำบลต้นมะพร้าว อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี มีทรัพยากรทางวัฒนธรรมที่สะท้อนอัตลักษณ์ของชุมชน ซึ่งสามารถนำมาพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ได้อย่างมีคุณค่า โดยแหล่งท่องเที่ยวทางศาสนาที่สำคัญคือ “วัดหนองควง” ซึ่งมีจุดเด่นอยู่ที่อุโบสถหลังเก่า อายุกว่า 150 ปี สร้างขึ้นในช่วงปลาย สมัยอยุธยา-ต้นรัตนโกสินทร์ มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์และสถาปัตยกรรม นอกจากนี้ยังมีแหล่งเรียนรู้ทางศิลปวัฒนธรรม ได้แก่ “บ้านโชน ศ.ศรัณยู” ซึ่งมีการอนุรักษ์และแสดงโขนที่สะท้อนภูมิปัญญาด้านนาฏศิลป์ของท้องถิ่น แม้ยังไม่เป็นที่รู้จักในหมู่นักท่องเที่ยวทั่วไป และ “บ้านเพื่อนศิลป์ ดินไผ่เตย” ซึ่งเป็นแหล่งสร้างสรรค์ศิลปะจากปูนปั้น โดยมีนายเอนก อยู่สนาน ปราชญ์ชาวบ้านผู้เชี่ยวชาญด้านการปั้นและการทำหม้อตาลโตนด ศิลปะพื้นถิ่นที่กำลังจะสูญหายไปจากพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี นอกจากนี้ ยังมีบ้านที่ทำขนมหวานจากตาลโตนด และขนมหวานเมืองเพชรบุรี ที่มีรสชาติดอ้อย สะท้อนภูมิปัญญาท้องถิ่นชุมชนที่เชื่อมโยงกับพื้นที่สวนเกษตร เพื่อพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเหล่านี้ให้ยั่งยืน ชุมชนได้ตอบรับให้ความร่วมมือกับหน่วยงานภาครัฐท้องถิ่นและสถาบันอุดมศึกษา ส่งเสริมจัดทำเส้นทางท่องเที่ยวชุมชน ส่งเสริมการจัดอบรมต่างๆ เพื่อพัฒนาสินค้าท้องถิ่นชุมชน และสนับสนุนบทบาทของปราชญ์ชาวบ้านในการเป็นผู้นำเสนอข้อมูล ความรู้ ตลอดจนแนะแนวทางการท่องเที่ยวภายในชุมชนให้แก่นักท่องเที่ยวและผู้สนใจอย่างเหมาะสมและมีคุณภาพ



ภาพที่ 1 ทุนทรัพยากรท่องเที่ยว ตำบลต้นมะพร้าว

ที่มา: โครงการ U2T ตำบลต้นมะพร้าว (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร)

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 สรุปแนวทางการมีส่วนร่วมของประชาชนต่อการจัดการแหล่งท่องเที่ยวตำบลต้นมะพร้าว อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี จากผลการวิจัย พบประเด็นจำนวน 4 ข้อหลัก เพื่อช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมและความสำคัญของคนในชุมชนในการผลักดันชุมชนต้นมะพร้าว ให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวดังนี้

1) ด้านการจัดการและกิจกรรมแหล่งท่องเที่ยว ชุมชนต้นมะพร้าวควรพัฒนาเส้นทางท่องเที่ยวแบบระยะสั้น ที่สามารถเชื่อมโยงจุดเด่นทางวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นในพื้นที่ได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้นักท่องเที่ยวสามารถเข้าถึงและสัมผัสประสบการณ์ท้องถิ่นได้อย่างเต็มที่โดยไม่ต้องใช้เวลานาน การจัดการควรครอบคลุมทั้งการวางแผนเส้นทาง การจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับฤดูกาลและปฏิทินประเพณีท้องถิ่น รวมถึงการมีส่วนร่วมของชาวบ้านในฐานะผู้จัดการและผู้ให้บริการนำเที่ยว การนำเสนอเรื่องราวของชุมชนผ่านมัลติมีเดียท้องถิ่นหรือปราชญ์ชาวบ้านจะช่วยถ่ายทอดอัตลักษณ์ของชุมชนได้อย่างลึกซึ้ง ทั้งยังเป็นการส่งเสริมความภาคภูมิใจในท้องถิ่นและสร้างรายได้เสริมให้แก่คนในพื้นที่

2) ด้านการบริหารจัดการ ด้านการบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยว ชุมชนต้นมะพร้าวควรให้ความสำคัญกับการวางแผนงานและกำหนดระเบียบชุมชนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการท่องเที่ยวอย่างเป็นระบบและมีส่วนร่วม โดยเฉพาะการกำหนดบทบาทหน้าที่ของแต่ละฝ่ายอย่างชัดเจน ทั้งในด้านการบริการ การดูแลรักษาทรัพยากร และการควบคุมกิจกรรมท่องเที่ยวให้อยู่ในกรอบที่ชุมชนสามารถรับได้ ควรมีการจัดตั้งคณะกรรมการชุมชนเพื่อเป็นศูนย์กลางในการบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยว โดยประกอบด้วย

ตัวแทนจากภาคประชาชน ผู้นำท้องถิ่น และกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ การมีคณะกรรมการดังกล่าวจะช่วยให้การดำเนินงานมีทิศทางร่วมกัน เกิดความโปร่งใส และสามารถกำกับดูแลการใช้ทรัพยากรในชุมชนได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งยังส่งเสริมความยั่งยืนของการท่องเที่ยวผ่านการตัดสินใจร่วมกันและกระบวนการมีส่วนร่วมอย่างแท้จริง

3) ด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ชุมชนต้นมะพร้าวควรให้ความสำคัญกับการปลูกจิตสำนึกและสร้างความตระหนักรู้ให้คนในชุมชนเห็นถึงคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติ วัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยส่งเสริมให้ชุมชนมีบทบาทในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมร่วมกัน เช่น การลดการเผาขยะ การจัดการของเสียอย่างเหมาะสม และการอนุรักษ์พื้นที่สีเขียวควบคู่กับกิจกรรมการท่องเที่ยว นอกจากนี้ควรสนับสนุนการจัดทำเส้นทางท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ที่ไม่รบกวนระบบนิเวศในพื้นที่ โดยคำนึงถึงนักท่องเที่ยวที่เดินทางแบบระยะสั้นหรือมาเยี่ยมชมชั่วคราว เพื่อให้สามารถเรียนรู้และสัมผัสกับธรรมชาติและวัฒนธรรมท้องถิ่นได้อย่างยั่งยืน ชุมชนควรมีส่วนร่วมในการวางแผนและพัฒนาเส้นทางดังกล่าว รวมถึงจัดอบรมอาสาสมัครหรือผู้นำท้องถิ่นในการเป็นผู้นำชมและให้ข้อมูล เพื่อให้เกิดการท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

4) ด้านการตลาดท่องเที่ยว ชุมชนต้นมะพร้าวควรได้รับการส่งเสริมให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยวร่วมสมัย โดยเฉพาะในเรื่องของการตลาด เช่น การสร้างแบรนด์ชุมชน การจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ทั้งในรูปแบบออนไลน์และออฟไลน์ การใช้โซเชียลมีเดียเพื่อเข้าถึงกลุ่มเป้าหมาย และการสร้างเครือข่ายกับบริษัทนำเที่ยวหรือภาคเอกชนในอุตสาหกรรมท่องเที่ยว นอกจากนี้ การจัดฝึกอบรมหรือเวิร์กช็อปด้านการตลาดสำหรับคนในชุมชนจะช่วยเสริมศักยภาพในการนำเสนอผลิตภัณฑ์และบริการท้องถิ่นได้อย่างน่าสนใจและมีคุณภาพ ข้อเสนอแนะจากงานวิจัยยังชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการสนับสนุนงบประมาณจากภาครัฐหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ป้ายบอกทาง จุดบริการนักท่องเที่ยว และศูนย์ข้อมูลท่องเที่ยว ซึ่งล้วนเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยส่งเสริมภาพลักษณ์ของชุมชนให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีความพร้อมและน่าเชื่อถือในสายตาของนักท่องเที่ยว

3.2 อภิปรายผล

การอภิปรายผลวิจัยในประเด็นการมีส่วนร่วมของชุมชนต้นมะพร้าวต่อการจัดการแหล่งท่องเที่ยว แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่สำคัญในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวโดยใช้แนวทางการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน ซึ่งสามารถสรุปวิเคราะห์ได้ใน 3 ด้านหลัก ดังต่อไปนี้

ประการแรก ด้านบริหารจัดการและกิจกรรมแหล่งท่องเที่ยวในชุมชน การส่งเสริมให้ชุมชนมีบทบาทในการออกแบบและบริหารจัดการเส้นทางท่องเที่ยวระยะสั้นที่สะท้อนอัตลักษณ์ท้องถิ่น ทั้งในมิติของวิถีชีวิต วัฒนธรรม และภูมิปัญญา ถือเป็นกลไกสำคัญในการสร้างความแตกต่างและเพิ่มมูลค่าให้กับแหล่งท่องเที่ยวในชุมชน อันจะนำไปสู่ความยั่งยืนทางเศรษฐกิจและสังคมในระยะยาว แนวทางนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ อนุวัฒน์ ชุมภูปัญญา และธรรมา โรจนตระกูล (2565) ที่เสนอว่าการพัฒนาการท่องเที่ยวชุมชนอย่างยั่งยืน ต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของการมีส่วนร่วมของคนในชุมชน การอนุรักษ์ทรัพยากรท้องถิ่น และการพัฒนาศักยภาพของคนในพื้นที่อย่างเป็นระบบ โดยชุมชนสามารถนำทรัพยากรที่มีอยู่ เช่น บุคลากร ภูมิปัญญา วัฒนธรรม และธรรมชาติ มาปรับใช้ในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวให้ตอบโจทย์ทั้งด้านเศรษฐกิจและอัตลักษณ์ชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงแนวคิดการท่องเที่ยวโดยชุมชนของ ญัฐพัชร มณีโรจน์ (2560) ที่ได้สรุปคุณค่าของการท่องเที่ยวโดยชุมชนว่า เป็นรูปแบบการท่องเที่ยวที่เน้นการมีส่วนร่วมของสมาชิกในชุมชนในการบริหารจัดการกิจกรรมท่องเที่ยวอย่างเป็นระบบ โดยมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมประโยชน์ที่ยั่งยืนแก่ชุมชนท้องถิ่น กิจกรรมการท่องเที่ยวประเภทนี้เน้นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างนักท่องเที่ยวกับคนในชุมชน ผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่สะท้อนวิถีชีวิต วัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งเอื้อต่อการเรียนรู้และความเข้าใจอัตลักษณ์ของชุมชนในเชิงลึก การดำเนินงานด้านการท่องเที่ยวในลักษณะนี้มุ่งสร้างความสมดุลระหว่างการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การคงไว้ซึ่งวัฒนธรรม และการพัฒนาเศรษฐกิจในระดับชุมชน อีกทั้งยังสนับสนุนคุณภาพชีวิตของคนในพื้นที่และมอบประสบการณ์เชิงคุณค่าแก่นักท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน

ประการที่สอง การมีส่วนร่วมในเชิงการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น จากผลการวิจัยสะท้อนว่า ชุมชนต้นมะพร้าวมีทุนทรัพยากรที่ดีในด้าน สวนเกษตร วัฒนธรรมและภูมิปัญญา รวมถึงมีเครือข่ายในการพัฒนาที่ดี

ระหว่างภาครัฐบาลท้องถิ่น และสถาบันอุดมศึกษา ดังนั้น จึงนับเป็นโอกาสสำคัญในการพัฒนาตำบลต้นมะพร้าวให้เป็นจุดแวะผ่านที่นักท่องเที่ยวต้องแวะเที่ยว และเป็นอีกแหล่งท่องเที่ยวหนึ่งที่นำเสนอในจังหวัดเพชรบุรี โดยกิจกรรมท่องเที่ยวมุ่งเน้นการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ ที่ชุมชนและนักท่องเที่ยวจะได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และตระหนักถึงคุณค่าการอนุรักษ์ทรัพยากรร่วมกัน แนวคิดนี้ สอดคล้องกับ เกณฑ์มาตรฐานการบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยวโดยชุมชน โดย สำนักท่องเที่ยวโดยชุมชนองค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน (องค์การมหาชน) หรือ อพท. (2564) ระบุว่า การท่องเที่ยวโดยชุมชนมุ่งเน้นให้ชุมชนเป็นเจ้าของและมีส่วนร่วมในการกำหนดทิศทางการพัฒนา เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตและรักษาอัตลักษณ์ท้องถิ่น โดยส่งเสริมความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม และเศรษฐกิจอย่างเป็นธรรมและทั่วถึงแก่คนในชุมชน ซึ่งในการขับเคลื่อนการท่องเที่ยวโดยชุมชนให้เป็นไปตามหลักการที่วางไว้ จำเป็นต้องมีการเตรียมความพร้อมและเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนในการบริหารจัดการการท่องเที่ยวอย่างเป็นระบบ ขณะเดียวกันควรมีการสร้างความรู้ให้กับสาธารณชนถึงความแตกต่างระหว่างการท่องเที่ยวโดยชุมชนกับการท่องเที่ยวในรูปแบบทั่วไป เพื่อส่งเสริมให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างนักท่องเที่ยวกับคนในชุมชน อันจะนำไปสู่การเข้าใจบทบาทของชุมชนในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและวัฒนธรรม อีกทั้งเป็นแรงผลักดันให้ชุมชนเกิดความภาคภูมิใจและมีแรงจูงใจในการดำเนินกิจกรรมการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน (สำนักท่องเที่ยวโดยชุมชน องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน 2564)

ด้านการมีส่วนร่วมของชุมชนในตลาดท่องเที่ยวควรส่งเสริมความร่วมมือกับเครือข่ายเพื่อพัฒนาความเข้าใจของคนในชุมชนเกี่ยวกับการจัดการ การแข่งขัน และการตลาดแหล่งท่องเที่ยว อันจะช่วยกระตุ้นให้ชุมชนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในการจัดการท่องเที่ยว สอดคล้องกับงานวิจัยของนิภาวรรณ เจริญลักษณ์ และคณะ (2567) ที่เสนอว่าการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ต้องอาศัยบริบทพื้นที่ เครือข่ายที่เข้มแข็ง และการบูรณาการกับการพัฒนาคุณภาพชีวิต พร้อมทั้งสร้างโอกาสให้นักท่องเที่ยวเรียนรู้วัฒนธรรมท้องถิ่นผ่านประสบการณ์ตรง และงานวิจัยของ ฤดี เสริมชยุต (2563) ได้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการส่งเสริมการตลาดในฐานะกลไกสำคัญในการพัฒนาและยกระดับการท่องเที่ยวโดยชุมชนให้เป็นที่รู้จักและได้รับความสนใจจากนักท่องเที่ยว โดยการส่งเสริมตลาดท่องเที่ยวชุมชนควรครอบคลุมการพัฒนาผลิตภัณฑ์การท่องเที่ยวที่สะท้อนอัตลักษณ์ของชุมชน ควบคู่กับการกำหนดราคาที่เหมาะสม การใช้ช่องทางการสื่อสารที่หลากหลายและเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย รวมถึงการจัดกิจกรรมส่งเสริมการขาย นอกจากนี้ ควรมีการพัฒนาศักยภาพบุคลากรในพื้นที่ โดยส่งเสริมให้มีความรู้เกี่ยวกับประวัติศาสตร์ท้องถิ่น และมีทักษะในการให้บริการด้วยจิตสำนึกของการเป็นเจ้าบ้านที่ดี

4. สรุปผล

สาระสำคัญที่ได้จากงานวิจัยฉบับนี้ คือ องค์ความรู้ว่าด้วยการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนในกระบวนการจัดการการท่องเที่ยวอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะการมีส่วนร่วมในมิติต่าง ๆ อาทิ การวางแผน การร่วมมือกันเพื่อการดำเนินงาน การบริหารจัดการ และการประสานงานระหว่างกลุ่มภายในชุมชนกับภาคีเครือข่าย เพื่อขับเคลื่อนกิจกรรมและพัฒนากิจกรรมท่องเที่ยวในท้องถิ่น ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำหน้าที่เป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาท่องเที่ยวในระดับฐานราก ทั้งนี้ การมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงของชุมชนจะนำไปสู่การสร้างความรู้สึกร่วมเป็นเจ้าของ (sense of ownership) และความรับผิดชอบร่วมกันในการดูแลรักษาและบริหารทรัพยากรการท่องเที่ยว

นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังสะท้อนให้เห็นถึงบทบาทที่สำคัญของภาคีเครือข่าย โดยเฉพาะหน่วยงานภาครัฐและสถาบันอุดมศึกษา ซึ่งทำหน้าที่เป็นกลไกสนับสนุนและขับเคลื่อนการพัฒนาผ่านความร่วมมือที่เป็นระบบ การถ่ายทอดองค์ความรู้ และการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่เสริมสร้างขีดความสามารถของชุมชนในด้านต่าง ๆ การทำงานร่วมกันในลักษณะนี้ถือเป็นปัจจัยเกื้อหนุนที่ช่วยให้การจัดการท่องเที่ยวของชุมชนเกิดความเข้มแข็ง ยั่งยืน และสามารถเชื่อมโยงทุนทรัพยากรการท่องเที่ยวที่มีอยู่กับทุนทางสังคม วัฒนธรรม และเศรษฐกิจของท้องถิ่นได้อย่างสอดคล้องและมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาที่ยึดฐานทรัพยากรภายในพื้นที่เป็นศูนย์กลาง และเน้นการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในการพัฒนาอย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย จากผลวิจัยดังกล่าว สรุปข้อเสนอแนะเพื่อใช้ในเชิงนโยบาย เพื่อสนับสนุนและพัฒนากิจกรรมมีส่วนร่วมของประชาชนต่อการจัดการแหล่งท่องเที่ยวตำบลต้นมะพร้าว อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรีได้ดังนี้

1) ควรมีการสนับสนุนนโยบายเชิงพัฒนาบุคลากรท้องถิ่น ให้มีความรู้ ความเข้าใจในเชิงการบริหารจัดการการท่องเที่ยว ควรมีการส่งเสริมนโยบายที่มุ่งเน้นการพัฒนาศักยภาพของบุคลากรท้องถิ่นให้มีความรู้ ความเข้าใจ และทักษะด้านการบริหารจัดการการท่องเที่ยวอย่างเป็นระบบ ทั้งในด้านการวางแผน การบริหารทรัพยากร การบริการนักท่องเที่ยว และการตลาดเชิงสร้างสรรค์ เพื่อยกระดับขีดความสามารถของชุมชนในการบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยวให้เกิดความยั่งยืน และสามารถแข่งขันได้ในระดับภูมิภาค

2) พัฒนานโยบายเกี่ยวกับ ภาศิเครือข่ายความร่วมมือระหว่างตำบล เพื่อพัฒนาในมิติของการท่องเที่ยว ชุมชนต้นมะพร้าวให้เป็นทางแหว่งผ่านที่น่าสนใจ ควรส่งเสริมการจัดตั้งภาศิเครือข่ายความร่วมมือระหว่างตำบลในเชิงนโยบาย เพื่อสร้างกลไกการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพในการพัฒนาการท่องเที่ยวในระดับพื้นที่ โดยเฉพาะการยกระดับชุมชนต้นมะพร้าวให้มีศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่น่าสนใจในฐานะ “ทางแหว่งผ่าน” ที่สามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวได้อย่างมีคุณค่า ทั้งในด้านวัฒนธรรม ภูมิปัญญา วิถีชีวิต และทรัพยากรท้องถิ่น

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง “การมีส่วนร่วมของชุมชนต่อการจัดการแหล่งท่องเที่ยวตำบลต้นมะพร้าว อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี” เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ นอกจากนี้ ทีมวิจัยใคร่ขอขอบคุณภาคีรัฐบาลท้องถิ่น ได้แก่ องค์การบริหารส่วนตำบลต้นมะพร้าว และประชาชนในพื้นที่ชุมชนต้นมะพร้าวทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือสนับสนุนข้อมูล และมีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัยอย่างดียิ่ง จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้บรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

6. เอกสารอ้างอิง

กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัด สำนักงานจังหวัดเพชรบุรี. (2566). เป้าหมายการพัฒนา/ประเด็นการพัฒนาของจังหวัดเพชรบุรี. สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2565, จาก

<https://www.phetchaburi.go.th/newpb24/content/information/3>

ณัฐพัชร มณีโรจน์. (2560). การจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชน. *วารสารวิชาการไทยท่องเที่ยวนานาชาติ*, 13(2), 25–46.

นิภาพรรณ เจริญลักษณ์, นริศรา กรุดนาค, และวงษ์ศิริ เรืองศรี. (2567). การส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์และวัฒนธรรมเพื่อการพัฒนาชุมชนบนฐานพหุวัฒนธรรม: กรณีศึกษาอำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี. *วารสารนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาสังคมที่ยั่งยืน*, 4(1), 60–71. https://so18.tci-thaijo.org/index.php/J_ISSD/article/view/225/299

ฤดี เสริมชยุต. (2563). กลยุทธ์การส่งเสริมการตลาด สำหรับการท่องเที่ยวชุมชน. *วารสารสังคมวิจัยและพัฒนา*, 2(4), 51–61.

วรัญญู อินทรกำแหง. (2564). เพชรบุรีมีอะไรดี ทำไม ‘เมือง 3 รส’ แห่งนี้จึงถูกยกขึ้นแท่นเมืองสร้างสรรค์ด้านอาหารล่าสุดของ UNESCO. สืบค้นเมื่อ 21 มกราคม 2565, จาก <https://thestandard.co/phetchaburi-unesco-creative-cities-network/>

สำนักท่องเที่ยวโดยชุมชน องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน. (2564). คู่มือเกณฑ์มาตรฐานการบริหารจัดการแหล่งท่องเที่ยวโดยชุมชน. สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2565, จาก

<https://www.dasta.or.th/th/article/302>

องค์การบริหารส่วนตำบลต้นมะพร้าว. (2565). องค์การบริหารส่วนตำบลต้นมะพร้าว. สืบค้นเมื่อ 23 มกราคม 2565, จาก <http://www.tonmapraw.go.th/site/>

อนุวัฒน์ ชมภูปัญญา และธนัสถา โรจนตระกูล. (2565). การพัฒนาศักยภาพชุมชนแบบมีส่วนร่วมสู่ชุมชนท่องเที่ยวที่ยั่งยืน. *Journal of Modern Learning Development*, 7(8), 414–430.

การวิเคราะห์กลยุทธ์การแปลชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย

An Analysis of Translation Strategy from English to Thai of Hollywood Movie Titles

ศุภกร สวัสดิ์เยาว์¹ ณัฐริยา สารวงศ์¹ เมธิณี ดอนทอง¹ และ เมธิกา พ่วงแสง²

Supakorn Sahwatyawakhan¹ Nathariya Sarawong¹ Mathinee Donthong¹ and
Maythika Puangsang²

¹ นักศึกษา สาขาวิชาภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสากล คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² อาจารย์ หมวดวิชาศึกษาทั่วไป คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

* Email: mathinee.d@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษากลยุทธ์การแปลชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย 2) ศึกษาความต่างของภาษาอังกฤษและภาษาไทยจากการแปลชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย และ 3) ศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างกลยุทธ์การแปลชื่อภาพยนตร์กับกลุ่มผู้รับชมภาพยนตร์ในบริบทของการตลาด โดยใช้ภาพยนตร์ฮอลลีวูดที่เข้าฉายในช่วงปี ค.ศ. 2000 ถึง ค.ศ. 2020 จำนวนทั้งสิ้น 40 เรื่อง โดยจำแนกกลยุทธ์การแปลทั้งหมด 4 กลยุทธ์ ผลการศึกษาพบว่า กลยุทธ์ที่ 1 การแปลโดยใช้คำทับศัพท์ทั้งหมดและละการเสริมความภาษาไทย เป็นการถอดคำอ่านจากภาษาอังกฤษและนำมาเขียนเป็นภาษาไทย โดยไม่มีการเพิ่มคำภาษาไทยใด ๆ เข้ามาทั้งสิ้น จำนวน 10 เรื่อง กลยุทธ์ที่ 2 กลยุทธ์การแปลโดยทับศัพท์ทั้งหมดและเสริมความภาษาไทย เป็นการถอดคำจากคำอ่านภาษาอังกฤษและนำมาเขียนเป็นภาษาไทย เช่นเดียวกับกลยุทธ์ที่ 1 แต่จะมีการเพิ่มคำภาษาไทยในตำแหน่งข้างหน้าหรือข้างหลังของชื่อภาพยนตร์ จำนวน 10 เรื่อง กลยุทธ์ที่ 3 กลยุทธ์การแปลโดยการตั้งชื่อใหม่ โดยละชื่อเดิม เป็นการคิดคำใหม่ในการตั้งชื่อขึ้น โดยไม่มีเค้าโครงของชื่อเดิมอยู่หรือรากศัพท์เดิม จำนวน 10 เรื่อง กลยุทธ์ที่ 4 กลยุทธ์การแปลโดยการตั้งชื่อใหม่โดยใช้รูปแบบคำที่ให้เค้าความหมายเดิม เป็นการคิดคำในการตั้งชื่อใหม่โดยมีเค้าความหมายเดิมหรือแฉวงคำเดียวกันกับความหมายของคำในชื่อภาษาอังกฤษ จำนวน 10 เรื่อง ซึ่งเป็นการวิเคราะห์โครงสร้างการแปลชื่อภาพยนตร์ โดยอ้างอิงจากการศึกษาชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูด ในการแปลภาษาอังกฤษ เป็นภาษาไทย โดยการที่จะนำภาพยนตร์ฮอลลีวูดมาฉายในประเทศไทยจะมีความแตกต่างระหว่างวัฒนธรรมอเมริกันและวัฒนธรรมไทย การที่จะต้องตั้งชื่อภาพยนตร์ต้องมีการคำนึงถึงเรื่องของการตลาดและกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนมีอิทธิพลต่อกระบวนการแปล การศึกษานี้วิเคราะห์การใช้คำทับศัพท์ การเสริมความภาษาไทย การแปลตรงตัว และการตั้งชื่อใหม่ แสดงให้เห็นถึงการแปลชื่อภาพยนตร์ที่ต้องสร้างสมดุลระหว่างความถูกต้องของความหมายต้นฉบับและความเหมาะสมทางวัฒนธรรม ผลการวิจัยนี้ช่วยให้เข้าใจกลยุทธ์การแปลในอุตสาหกรรมบันเทิงและความแตกต่างทางวัฒนธรรม

คำสำคัญ: กลยุทธ์การแปล, ภาพยนตร์ฮอลลีวูด, ภาษาอังกฤษ, ภาษาไทย

Abstract

This study aims to 1) examine the strategies used in translating Hollywood movie titles from English into Thai 2) explore the linguistic differences between English and Thai through the translation of Hollywood movie titles and 3) investigate the relationship between translation strategies and target audiences within a marketing context. The data set consists of 40 Hollywood movies released between 2000 and 2020, with translation strategies categorized into four distinct types. The findings reveal that: Strategy 1 Transliteration without Thai lexical enhancement This strategy involves directly transliterating the English movie title into Thai script without adding any Thai words for clarification or enhancement. A total of 10 movies fall under this category. Strategy 2 Transliteration with Thai lexical enhancement Similar to Strategy 1, this approach transliterates English titles into Thai. However, it also includes the addition of Thai words either before or after the transliterated title to clarify or contextualize the meaning. This strategy is also observed in 10 movies. Strategy 3 Creative renaming with complete omission of the original title. This strategy replaces the original English title entirely with a newly created Thai title that bears no linguistic resemblance to the original name—neither in structure nor in root. This approach is found in 10 movies. Strategy 4 Creative renaming with semantic equivalence This involves creating a new Thai title that, while not a direct translation, retains a sense of the original title's meaning or belongs to the same semantic field. This strategy is also applied in 10 movies. These four strategies reflect the structural analysis of movie title translation based on the study of Hollywood film titles translated from English into Thai. The translation of movie titles for release in Thailand must navigate cultural differences between American and Thai societies. Considerations such as marketing and the target audience are central to the renaming process, as these factors significantly influence translation decisions. This research analyzes transliteration, Thai lexical enhancement, literal translation, and creative renaming strategies, highlighting the need to balance fidelity to the original meaning with cultural appropriateness. The findings contribute to a deeper understanding of translation strategies in the entertainment industry and the role of cross-cultural differences in shaping translation practices.

Keywords: Translation Strategies, Hollywood Movies, English

1. บทนำ

ภาพยนตร์นั้นถือเป็นสื่อความบันเทิงรูปแบบหนึ่งที่สามารถที่จะแสดงอัตลักษณ์วัฒนธรรมของประเทศต้นทางผู้สร้างภาพยนตร์นั้น เป็นสื่อความบันเทิงรูปแบบหนึ่งที่มีความนิยมมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันแม้แต่การตั้งชื่อภาพยนตร์นั้นก็สามารถบ่งบอกถึงอัตลักษณ์และกลุ่มเป้าหมายของผู้กำกับภาพยนตร์ได้ สำหรับประเทศไทยนั้นภาพยนตร์ต่างประเทศที่เห็นได้ว่าจะได้รับความนิยมสูงสุดคือ ภาพยนตร์ฮอลลีวูดหรือภาพยนตร์จากสหรัฐอเมริกาโดยเริ่มเข้ามาฉายในประเทศไทยครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ.2540 (Wessakoson, 2015: 11) และสืบเนื่องด้วยความต่างระหว่างวัฒนธรรมอเมริกันและวัฒนธรรมไทยนั้นทำให้ภาพยนตร์ฮอลลีวูดที่นำเข้ามาฉายในประเทศไทยนั้นจำเป็นต้องมีการตั้งชื่อภาพยนตร์โดยคำนึงถึงเรื่องของการตลาดและกลุ่มเป้าหมายด้วยเช่น ภาพยนตร์เรื่อง จูราสสิค พาร์ค ในปี พ.ศ.2536 นั้นเมื่อเข้ามาฉายในประเทศไทยได้มีการปรับชื่อภาพยนตร์เพิ่มเติมเป็น จูราสสิค พาร์ค กำเนิดใหม่ไดโนเสาร์ ซึ่งเป็นผลมาจากที่ภาพยนตร์เรื่องจูราสสิค พาร์ค นั้นถูกดัดแปลงมาจากนวนิยายในชื่อเดียวกันของ ไมเคิล ไครซ์ตัน แต่เนื่องจากที่ตัวฉบับนวนิยายในไทยนั้นค่อนข้างได้รับความนิยมในวงจำกัดต่างจากในสหรัฐอเมริกาที่ฉบับนวนิยายได้รับความนิยมเยอะกว่าถ้าทำให้มีการแปลเป็น จูราสสิค พาร์ค กำเนิดใหม่ไดโนเสาร์ สำหรับภาพยนตร์จูราสสิค พาร์ค ที่เข้ามาฉายในประเทศไทยเพื่อให้ภาพยนตร์นั้นเจาะตลาดในไทยที่แฟนฉบับนวนิยายน้อยกว่าในสหรัฐฯ ได้กว้างขึ้น ในส่วนงานวิจัยการวิเคราะห์กลยุทธ์การแปลชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากลยุทธ์การแปลชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย เพื่อศึกษาความต่างของภาษาอังกฤษและภาษาไทยจากการแปลชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยและ เพื่อศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างกลยุทธ์การแปลชื่อภาพยนตร์กับกลุ่มผู้รับชมภาพยนตร์ในบริบทของการตลาด ข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์ในงานวิจัยนี้คือรายชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดที่เข้ามาฉายในช่วงปี ค.ศ. 2000 ถึง ค.ศ.2020 จำนวนทั้งสิ้น 40 เรื่อง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ ตารางการวิเคราะห์กลยุทธ์การแปลโดยใช้ค่าความถี่และค่าร้อยละเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะใช้สถิติเชิงบรรยาย คณะผู้จัดทำได้พบผลวิจัยเป็นกลยุทธ์การแปลทั้งหมด 4 กลยุทธ์ซึ่งประกอบไปด้วย 1.กลยุทธ์การแปลโดยใช้คำทับศัพท์ทั้งหมดและการเสริมความภาษาไทย 2.กลยุทธ์การแปลโดยทับศัพท์ทั้งหมดและเสริมความภาษาไทย 3.กลยุทธ์การแปลโดยการตั้งชื่อใหม่ โดยละชื่อเดิม และ 4.กลยุทธ์การแปลโดยการตั้งชื่อใหม่โดยใช้รูปแบบคำที่ให้คำความหมายเดิม คณะผู้จัดทำพบว่ากลยุทธ์การแปลชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดจากภาษาเป็นภาษาไทยที่มีการใช้มากที่สุดคือ กลยุทธ์การแปลโดยทับศัพท์ทั้งหมดและเสริมความภาษาไทย คิดเป็นร้อยละ 31.58% และต่อมาคือกลยุทธ์การแปลโดยใช้คำทับศัพท์ทั้งหมดและการเสริมความภาษาไทย คิดเป็นร้อยละ 10.53% ทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยชิ้นนี้จะประโยชน์แก่ทุก ๆ ท่านในด้านของทำให้ทราบถึงหลักการและมุมมองของกลยุทธ์การแปลชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยในปัจจุบันรวมถึงเพื่อให้เห็นถึงอิทธิพลในการเลือกใช้กลยุทธ์การแปลชื่อภาพยนตร์เรื่องนั้น ๆ รวมถึงไปสร้างสรรค์และความเข้าใจของบริบททางด้านวัฒนธรรมจากกลยุทธ์การแปลต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่เทคโนโลยีหลายภาคส่วนในยุคโลกาภิวัตน์นั้นยังไม่ได้ขีดความสามารถเทียบเท่ามนุษย์ได้ซึ่งส่งผลให้งานวิจัยชิ้นนี้สามารถนำไปปรับใช้กับสายอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการแปลชื่อภาพยนตร์และชั้นเรียนการแปลในระดับอุดมศึกษาได้ในอนาคต

1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อศึกษากลยุทธ์การแปลชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย
- 2) เพื่อศึกษาความต่างของภาษาอังกฤษและภาษาไทยจากการแปลชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย
- 3) เพื่อศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างกลยุทธ์การแปลชื่อภาพยนตร์กับกลุ่มผู้รับชมภาพยนตร์ในบริบทของการตลาด

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 วิธีการศึกษา

รูปแบบการวิจัย การวิจัยเชิงสำรวจ การแปลชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยโดยประยุกต์จากกลวิธีการแปลชื่อภาพยนตร์ตลกอเมริกันเป็นภาษาไทยของสุวรรณ ทองวัน (2545)

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

รายชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดที่เข้าฉายในช่วงปี ค.ศ.2000 ถึง ค.ศ.2020 จำนวนทั้งสิ้น 40 เรื่อง โดยจำแนกกลยุทธ์การแปลทั้งหมด 4 กลยุทธ์ ดังนี้

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษา

1) การแปลโดยใช้คำทับศัพท์ทั้งหมดและการเสริมความภาษาไทย เป็นการถอดคำอ่านจากภาษาอังกฤษและนำมาเขียนเป็นภาษาไทย โดยไม่มีการเพิ่มคำภาษาไทยใด ๆ เข้ามาทั้งสิ้น ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างลักษณะการแปลโดยใช้คำทับศัพท์ทั้งหมดและการเสริมความภาษาไทย

ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาไทย
1. American Psycho	อเมริกัน ไซโค
2. Batman Begins	แบทแมน บีกินส์
3. Godzilla	ก๊อตซิลล่า
4. Jurassic World	จูราสสิค เวิลด์
5. The Mummy	เดอะ มัมมี่
6. American Made	อเมริกัน เมด
7. Mission: Impossible – Fallout	มิชชั่น: อิมพอสซิเบิล ฟอลล์เอาท์
8. Joker	โจ๊กเกอร์
9. Pinocchio	พินอคคิโอ
10. Tenet	เทนเน็ต

2) กลยุทธ์การแปลโดยทับศัพท์ทั้งหมดและเสริมความภาษาไทย เป็นการถอดคำจากคำอ่านภาษาอังกฤษและนำมาเขียนเป็นภาษาไทย เช่นเดียวกับข้อ 1 แต่จะมีการเพิ่มคำภาษาไทยในตำแหน่งข้างหน้าหรือข้างหลังของชื่อภาพยนตร์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างลักษณะการแปลโดยทับศัพท์ทั้งหมดและเสริมความภาษาไทย

ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาไทย
The Fast and the Furious	เดอะ แฟสต์ แอนด์ เดอะ ฟิวเรียม: เร็ว...แรงทะลุนรก
The Lord of the Rings: The Fellowship of the Ring	เดอะ ลอร์ด ออฟ เดอะ ริงส์: มหาสงครามชิงพิภพ
The Aviator	เอวีเอเตอร์ บินฝันบันลือโลก
The Dark Knight	เดอะ ดาร์ค ไนท์ อัศวินรัตติกาล
Taken	เทคเคน สู้ไม่รู้จักตาย
Inception	อินเซปชัน จิตพิฆาตโลก
Interstellar	อินเตอร์สเตลลาร์ ทะยานดาวกู้โลก
John Wick	จอห์น วิค แรงกว่านรก
It	อิท โผล่จากนรก
Deadpool	เดดพูล นักสู้พันธุ์เกรียน

3) กลยุทธ์การแปลโดยการตั้งชื่อใหม่ โดยละชื่อเดิม เป็นการคิดคำใหม่ในการตั้งชื่อขึ้น โดยไม่มีเค้าโครงของชื่อเดิมอยู่หรือรากศัพท์เดิม ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างลักษณะการแปลโดยการตั้งชื่อใหม่ โดยละชื่อเดิม

ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาไทย
The Hangover	เมายกแก๊ง แสงค์ยกก๊วน
Eternal Sunshine of the Spotless Mind	ลบเธอ...ไม่ลืม
Final Destination	โง่ความตาย แล้วต้องตาย
The Pacifier	คุณพ่อป็นโหด
Lost in Translation	หว่องแต่ไม่เหงา
John Tucker Must Die	แผนถล่มแฟนเหี้ยบ
Despicable Me	ร้ายเกินพิกัด
The Pursuit of Happyness	ยิ้มไว้ก่อนพอสอนไว้
Silver Linings Playbook	ลูกชิ้นใหม่ หัวใจมีเธอ
Pitch Perfect	ชมรมเสียงใส ถือไม้คัมผผัน

4) กลยุทธ์การแปลโดยการตั้งชื่อใหม่โดยใช้รูปแบบคำที่ให้เค้าความหมายเดิม เป็นการคิดคำในการตั้งชื่อใหม่โดยมีเค้าความหมายเดิมหรือแนวคิดเดียวกันกับความหมายของคำในชื่อภาษาอังกฤษ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงตัวอย่างลักษณะการแปลโดยการตั้งชื่อใหม่โดยใช้รูปแบบคำที่ให้เค้าความหมายเดิม

ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาไทย
Frozen	ผจญภัยแดนคำสาปราชินีหิมะ
The Devil Wears Prada	นางมารสวมปราด้า
Catch Me If You Can	จับให้ได้ ถ้านายแน่จริง
The Curious Case of Benjamin Button	เบนจามิน บัตตัน อัศจรรย์คนโลกไม่เคยรู้
The Imitation Game	ถอดรหัสลับ อัศจรรย์ะพลิกโลก
Rise of the Planet of the Apes	กำเนิดพิภพวานร
The Revenant	ต้องรอด
The Theory of Everything	ทฤษฎีรักนิรันดร์
A Beautiful Mind	อัจฉริยะ...ให้รักสั่งฆ่า
La La Land	นครดารา

ตารางที่ 5 รายชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดที่ใช้สรุปทำตารางร้อยละ ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2000 – 2010 ทั้งหมด 19 เรื่อง ดังนี้

ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาไทย
American Psycho	อเมริกัน ไซโค
Batman Begins	แบทแมน ปีกินส์
The Fast and the Furious	เดอะ แฟสต์ แอนด์ เดอะ ฟิวเรียม: เร็ว...แรงทะลุนรก
The Lord of the Rings: The Fellowship of the Ring	เดอะ ลอร์ด ออฟ เดอะ ริงส์: มหาสงครามชิงพิภพ
The Aviator	เอวีเอเตอร์ บินฝันบนลิโอโลก
The Dark Knight	เดอะ ดาร์ค ไนท์ อัศวินรัตติกาล
Taken	เทคเคน สู้ไม่รู้จักตาย
Inception	อินเซปชั่น จิตพิฆาตโลก
The Hangover	เมายกแก๊ง แสงค์ยกก๊วน
Eternal Sunshine of the Spotless Mind	ลบเธอ...ไม่ลืม
Final Destination	โง่ความตาย แล้วต้องตาย
The Pacifier	คุณพ่อป็นโหด
Lost in Translation	หว่องแต่ไม่เหงา

ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาไทย
John Tucker Must Die	แผนดลุ่มแฟนเหี้ยม
Despicable Me	ร้ายเกินพิภัก
The Devil Wears Prada	นางมารสวมปราด้า
Catch Me If You Can	จับให้ได้ ถ้านายแน่จริง
The Curious Case of Benjamin Button	เบนจามิน บัตตัน อัจฉริยะคนโลกไม่เคยรู้
A Beautiful Mind	อัจฉริยะ...ให้คนสงสัย

ผู้วิจัยได้คัดเลือกภาพยนตร์ฮอลลีวูดทั้งหมดนี้มาคิดร้อยละด้วยเหตุผลที่ว่า ในช่วงปี 2000-2010 มีภาพยนตร์ฮอลลีวูดมากมายที่ได้รับรางวัล รวมถึงได้รับความนิยมจากผู้ชมอย่างล้นหลาม ทำให้เป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์กลยุทธ์การแปลชื่อภาพยนตร์อย่างเป็นระบบ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงทางยุคสมัย ถือเป็นช่วงก่อนที่สื่อดิจิทัลและสตรีมมิ่งจะมีอิทธิพล ทำให้ชื่อภาพยนตร์สะท้อนกลยุทธ์การตลาดแบบดั้งเดิม ต่างจากหลังปี 2010 ที่มีการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยีและพฤติกรรมผู้ชม

ตารางที่ 6 แสดงความถี่ของการวิเคราะห์กลยุทธ์การแปลชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย

กลยุทธ์การแปล	จำนวนเรื่อง	คิดเป็น %
การแปลโดยใช้คำทับศัพท์ทั้งหมดและละการเสริมความภาษาไทย	2 เรื่อง	10.53%
การแปลโดยทับศัพท์ทั้งหมดและเสริมความภาษาไทย	6 เรื่อง	31.58%
การแปลโดยการตั้งชื่อใหม่ โดยละชื่อเดิม	7 เรื่อง	36.84%
การแปลโดยการตั้งชื่อใหม่โดยใช้รูปแบบคำที่ให้ความหมายเดิม	4 เรื่อง	21.05%
รวมทั้งหมด	19 เรื่อง	100%

3.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาวิจัยเรื่อง “การวิเคราะห์กลยุทธ์การแปลชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย” ที่เข้าฉายในช่วงปี ค.ศ.2000 - ค.ศ.2020 ทั้งหมด 40 เรื่องและนำมาคัดเลือก 19 เรื่องและกำหนดช่วงเป็น ค.ศ.2000 - ค.ศ.2010 เพื่อทำการวิเคราะห์นั้นผู้วิจัยพบว่ามีการใช้กลยุทธ์การแปลชื่อภาพยนตร์อเมริกันจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยหมดทั้งสิ้น 4 วิธี ซึ่งประกอบไปด้วย กลยุทธ์การแปลโดยใช้คำทับศัพท์ทั้งหมดและละการเสริมความภาษาไทย, กลยุทธ์การแปลโดยทับศัพท์ทั้งหมดและเสริมความภาษาไทย, กลยุทธ์การแปลโดยการตั้งชื่อใหม่โดยละชื่อเดิมและกลยุทธ์การแปลโดยการตั้งชื่อใหม่โดยใช้รูปแบบคำที่ให้ความหมายเดิม นั้นพบว่า มีการใช้กลยุทธ์การแปลโดยการตั้งชื่อใหม่โดยละชื่อเดิมมากที่สุด ซึ่งการกลยุทธ์การแปลในลักษณะนี้นั้นคือการละทิ้งรากศัพท์ภาษาอังกฤษเดิมของชื่อภาพยนตร์ต้นฉบับและแทนที่ด้วยศัพท์ภาษาไทยโดยการตั้งชื่อภาษาไทยนั้นอาจจะอิงมาจากประเภทของภาพยนตร์หรือเนื้อเรื่องคร่าว ๆ ของภาพยนตร์ ซึ่งผู้วิจัยมองว่ากลยุทธ์นี้นั้นสามารถจัดจำแนกทางภาษาและความเข้าใจในความต่างทางด้านวัฒนธรรมของผู้ชมภาพยนตร์ได้เป็นการทำให้ผู้คนจากอีกซีกโลกหนึ่งสามารถเข้าใจลักษณะโดยรวมของภาพยนตร์เรื่องนั้น ๆ ได้ผ่านชื่อภาพยนตร์ที่ได้รับการแปลในลักษณะที่ปรับให้เหมาะสมกับวัฒนธรรมของประเทศที่นำภาพยนตร์ไปฉาย ในส่วนกลยุทธ์การแปลที่นิยมใช้น้อยที่สุดนั้นกลยุทธ์การแปลโดยใช้คำทับศัพท์ทั้งหมดและละการเสริมความภาษาไทย ซึ่งผู้วิจัยมองว่าสาเหตุที่นั้นอาจจะมาจากที่ความหมายจากศัพท์ภาษาต้นทางอย่างภาษาอังกฤษนั้นในหลายกรณีมีรูปแบบที่สั้นเกินไปหากนำมาให้ชาวต่างชาติอ่านนั้นอาจจะไม่สามารถเข้าใจได้เต็มที่เว้นแต่ในบางกรณีที่ตัวภาพยนตร์เรื่องนั้นเป็นที่รู้จักอยู่แล้วในประเทศต้นทางเช่น ภาพยนตร์รีบูตที่นำมาสร้างใหม่หรือภาพยนตร์ภาคต่อของภาพยนตร์ที่เป็นที่นิยมในประเทศต้นทางที่นำมาฉายในอดีต แต่ด้วยข้อจำกัดทางด้านภาษานั้นซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการเลือกใช้กลยุทธ์การแปลก็ส่งผลให้กลยุทธ์การแปลโดยใช้คำทับศัพท์ทั้งหมดและละการเสริมความนั้นอาจจะไม่ใช่ตัวเลือกที่นิยมนัก จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่า การเลือกใช้กลยุทธ์การแปลชื่อภาพยนตร์จากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยนั้นผู้แปลต้องใช้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งกับตัวภาพยนตร์และกลุ่มเป้าหมายอย่างเช่นกลุ่มผู้ชมอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รุสณี มะแซ มุขียนะห์ สาแม้ง ซูริยาตี มานี จิตสุตา ละองผด และวรวะทย์พิสิข ยศศิริ (2561) การวิเคราะห์กลวิธีการแปลชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดจากภาษาอังกฤษเป็น

ภาษาไทย พบว่า บทกวี การแปลชื่อภาพยนตร์เป็นภาษาไทย 11 รูปแบบ คือ 1..การทับศัพท์ทั้งหมดและไม่มีเสริมความภาษาไทย 2..การทับศัพท์ทั้งหมดและเสริมความภาษาไทย 3..การทับศัพท์บางส่วนและเสริมความภาษาไทย 4..การแปลตรงตัวทั้งข้อความและไม่มีเสริมภาษาไทย 5..การแปลตรงตัวทั้งข้อความและเสริมภาษาไทย 6..การแปลบางส่วนและเสริมความภาษาไทย 7..การแปลบางส่วนและไม่เสริมความภาษาไทย 8..การทับ ศัพท์บางส่วน แปลบางส่วนและไม่เสริมความภาษาไทย 9..การทับศัพท์บางส่วนแปลบางส่วนและมีเสริม ความภาษาไทย 10..การตั้งชื่อใหม่โดยไม่เกี่ยวข้องกับชื่อเดิม และ 11..การตั้งชื่อใหม่โดยใช้คำ ที่มี คำ ความหมายเดิม โดยพบการแปลแบบทับศัพท์ทั้งหมดและไม่มีการเสริมความภาษาไทยมากที่สุด แปลบางส่วนและเสริมความภาษาไทยอยู่ในระดับที่น้อยที่สุด

ซึ่งรูปแบบกลยุทธ์ในการแปลชื่อภาพยนตร์แต่ละเรื่องนั้นเป็นสารรูปแบบหนึ่งที่ช่วยให้ผู้ที่สนใจในภาพยนตร์เรื่องนั้น ๆ สามารถเข้าใจรูปแบบประเภทของภาพยนตร์เรื่องนั้น ๆ ได้คร่าว ๆ หรือสามารถทำให้เข้าใจได้มากขึ้น กลยุทธ์ในการแปลชื่อภาพยนตร์ในแต่ละรูปแบบนั้นสามารถสะท้อนภูมิหลังทางด้านวัฒนธรรมรวมถึงวัฒนธรรมสมัยนิยมได้ด้วยอย่างเช่น ภาพยนตร์ ก๊อตซิลล่า ฉบับฮอลลีวูดในปี ค.ศ.2014 โดย วอร์เนอร์บราเธอส์ นั้น ณ ตอนที่ภาพยนตร์เรื่องนี้เข้าฉายในประเทศไทยนั้นผู้นำเข้า มาฉายก็ใช้เลือกใช้กลยุทธ์การแปลแบบการทับศัพท์ทั้งหมดและไม่มีเสริมความภาษาไทยซึ่งก็เนื่องจากคนที่คนไทยส่วนใหญ่รู้จัก ก๊อตซิลล่ากันคืออยู่แล้วตั้งแต่ก๊อตซิลล่าฉบับดั้งเดิมของโตโฮจากญี่ปุ่นในปี ค.ศ.1954 ทำให้การแปลชื่อภาพยนตร์จากเวอร์ชัน ภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยนั้นไม่จำเป็นต้องใช้การเสริมเติมแต่งชื่อภาพยนตร์เวอร์ชันภาษาไทยมากนักเพราะคนไทยส่วนใหญ่รู้จัก คืออยู่แล้วว่าก๊อตซิลล่าคืออะไร นอกจากนี้ในบางกลยุทธ์ยังมีปัจจัยด้านโครงสร้างทางภาษามาเกี่ยวข้องด้วยเช่น กลยุทธ์การแปล โดยการตั้งชื่อใหม่โดยละชื่อเดิมซึ่งจะสามารถเห็นได้จากภาพยนตร์เรื่อง Lost in Translation ในปี ค.ศ.2003 ซึ่งชื่อภาษาไทยคือ “ห้วงแต่ไม่เหงา” จะเห็นได้ว่าชื่อภาษาไทยแทบไม่เกี่ยวข้องกับต้นฉบับภาษาอังกฤษเลยแต่การเลือกใช้กลยุทธ์นี้สามารถทำให้คนไทยเข้าใจเนื้อเรื่องโดยรวมของภาพยนตร์เรื่องนี้ได้ ทั้งนี้ในส่วนการใช้กลยุทธ์การแปลในแต่ละรูปแบบที่ปรากฏในงานวิจัยชิ้นนี้ นั้นมีรูปแบบกลยุทธ์ที่ปรากฏออกมาจากที่สุด คือ กลยุทธ์การแปลโดยการตั้งชื่อใหม่โดยละชื่อเดิมคิดเป็นร้อยละ 36.84% จึง สามารถสรุปได้ว่ากลยุทธ์การแปลโดยการตั้งชื่อใหม่โดยละชื่อเดิมนั้นได้รับความนิยมใช้มากที่สุดเนื่องจากสามารถจัดข้อจำกัด ทางด้านกำแพงภาษาและความเข้าใจทางวัฒนธรรมรวมถึงวัฒนธรรมสมัยนิยมระหว่างคนอีกประเทศหนึ่งกับคนอีกประเทศหนึ่งได้ และ นิศาธรัตน์ โอทอง ศุภวิชญ์ ประสิทธิ์วิชญ์ ฮาโรชิ อาแว และณัฐริกา ภูมรัตน์ (2566) ศึกษาพฤติกรรมการแปลชื่อภาพยนตร์ใน Netflix จากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย จากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย โดยวิเคราะห์ชื่อภาพยนตร์จากแพลตฟอร์ม Netflix ที่มี โปรแกรมเผยแพร่จริงของประเทศไทยในปี ค.ศ. 2021 จำนวน 45 เรื่องด้วยวิธีการวิจัยแบบผสมผสานโดยนำชื่อภาพยนตร์ดังกล่าว มาวิเคราะห์พฤติกรรมการแปลจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยด้วยทฤษฎีแบบองค์รวมคือการแปลแบบเอาคำ และการแปลแบบเอา ความโดยพบพฤติกรรมการแปลทั้งสิ้น 9 กลวิธี โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ (1) การทับศัพท์ทั้งหมดและไม่มีเสริมความ ภาษาไทย(ร้อยละ 24.44)(2) การแปลตรงตัวทั้งข้อความและไม่มีเสริมความภาษาไทย (ร้อยละ 17.78) (3) การแปลตรงตัวทั้ง ข้อความและเสริมความภาษาไทย (ร้อยละ 15.56) (4) การตั้งชื่อใหม่โดยใช้คำที่มีคำความหมายเดิม (ร้อยละ 15.56) (5) การแปล บางส่วนและเสริมความภาษาไทย (ร้อยละ 6.67) (6)การทับศัพท์บางส่วน แปลบางส่วนและเสริมความภาษาไทย(ร้อยละ 4.44) (7) การทับศัพท์ทั้งหมดและเสริมความภาษาไทย (ร้อยละ 4.44) (8)การทับศัพท์บางส่วน แปลบางส่วนและไม่เสริมความภาษาไทย (ร้อยละ 4.44)และ (9) การตั้งชื่อใหม่โดยไม่เกี่ยวข้องกับชื่อเดิม (ร้อยละ 4.44)ตามลำดับพฤติกรรมการแปลยังสามารถนำไปใช้กับ รูปแบบการแปลงานด้านบันเทิงและงานโฆษณา อาทิ งานวรรณกรรม การตั้งชื่อเรื่องวิดีโอในสื่อสังคมออนไลน์ เป็นต้นอภิปรายผล

4. สรุปผล

การวิเคราะห์กลยุทธ์การแปลชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย มีจำนวน 4 กลยุทธ์ ดังนี้ กลยุทธ์ที่ 1 การแปลโดยใช้คำทับศัพท์ทั้งหมดและละการเสริมความภาษาไทย เป็นการถอดคำอ่านจากภาษาอังกฤษและนำมาเขียนเป็น ภาษาไทย โดยไม่มีการเพิ่มคำภาษาไทยใด ๆ เข้ามาทั้งสิ้น จำนวน 10 เรื่อง กลยุทธ์ที่ 2 กลยุทธ์การแปลโดยทับศัพท์ทั้งหมดและ เสริมความภาษาไทย เป็นการถอดคำจากคำอ่านภาษาอังกฤษและนำมาเขียนเป็นภาษาไทย เช่นเดียวกับกลยุทธ์ที่ 1 แต่จะมีการ เพิ่มคำภาษาไทยในตำแหน่งข้างหน้าหรือข้างหลังของชื่อภาพยนตร์ จำนวน 10 เรื่อง กลยุทธ์ที่ 3 กลยุทธ์การแปลโดยการตั้งชื่อ

ใหม่ โดยละชื่อเดิม เป็นการคิดคำใหม่ในการตั้งชื่อขึ้น โดยไม่มีเค้าโครงของชื่อเดิมอยู่หรือรากศัพท์เดิม จำนวน 10 เรื่อง กลยุทธ์ที่ 4 กลยุทธ์การแปลโดยการตั้งชื่อใหม่โดยใช้รูปแบบคำที่ให้เค้าความหมายเดิม เป็นการคิดคำในการตั้งชื่อใหม่โดยมีเค้าความหมายเดิมหรือแวดวงคำเดียวกันกับความหมายของคำในชื่อภาษาอังกฤษ จำนวน 10 เรื่อง ซึ่งเป็นการวิเคราะห์โครงสร้างการแปลชื่อภาพยนตร์ โดยอ้างอิงจากการศึกษาชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูด ในการแปลภาษาอังกฤษ เป็นภาษาไทย โดยการที่จะนำภาพยนตร์ฮอลลีวูดมาฉายในประเทศไทยจะมีความแตกต่างระหว่างวัฒนธรรมอเมริกันและวัฒนธรรมไทย

5. กิตติกรรมประกาศ

นักศึกษาขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.เมธิกา พ่วงแสง ที่คอยให้คำแนะนำระหว่างการทำงานวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณ สาขาวิชาภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสากล คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่สนับสนุนให้ได้มีโอกาสในการนำเสนอผลงานวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- ดวงตา สุปล. (2545). *ทฤษฎีและกลวิธีการแปล*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิศารัตน์ โอทอง ศุภวิชญ์ ประสิทธิ์วิช ฮาริศ อาแว และณัฐริกา บุญรัมย์. (2566). *กลวิธีการแปลชื่อภาพยนตร์ใน Netflix จากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย จากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย. วารสารอักษราพิบูล*, 4(1): 89-106.
- รุสนี มะแซ มุขียนะห์ สามัง ชูริยาตี มานี จิตสุตา ละอองผลและวรเวทย์พิสิษ ยศศิริ. (2561). *การวิเคราะห์กลวิธีการแปลชื่อภาพยนตร์ฮอลลีวูดจากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย. การประชุมมหาดใหญ่วิชาการ ระดับชาติ ครั้งที่ 9, วันที่ 20 กรกฎาคม 2561 ณ ห้องประชุม Blue Ocean Hall อาคารคณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยหาดใหญ่*.
- ศุภวรรณ ทองวัน. (2555). *กลวิธีการแปลชื่อภาพยนตร์ตลกอเมริกันเป็นภาษาไทย. การค้นคว้าอิสระหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยศิลปากร*.

การรับมือกับความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานของบุคลากรสายสนับสนุน:
กรณีศึกษามหาวิทยาลัยของรัฐแห่งหนึ่งในเขตภาคกลางของประเทศไทย
Coping with Workplace Injustice by Support Staff: A Case Study of
a State University in the Central Region of Thailand

พัฒนพล แก้วยม^{1*} สมพร วงศ์ศักดิ์² มินตรา สุวรรณรงค์³ จรณินทร์ อุไรโชติ³

จรรยารักษ์ บุญซ้ำ³, วรัญญ ฉายาบรรณ³

Patpon Keawyome^{1*}, Somporn Wongsak², Mintra Suwannarong³, Jaranin Uraichot³,

Junyaruk Boonsam³, Waranyu Chayaban³

¹สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

²สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

³สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยและประเมิน ภาควิชาศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

¹Office of Academic Promotion and Registration, Rajamangala University of technology Suvarnabhumi

²Research and Development Institute, Rajamangala University of technology Suvarnabhumi

³Research and Evaluation Methodology, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University

* E-mail: patpon.k@rmutsb.ac.th หมายเลขโทรศัพท์ 0909759722

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจประสบการณ์ความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานของบุคลากรสายสนับสนุน และเพื่อศึกษาวิธีการรับมือกับความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานของบุคลากรสายสนับสนุน โดยใช้วิจัยเชิงคุณภาพ เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ให้ข้อมูลที่มีประสบการณ์ความไม่เป็นธรรมจำนวน 10 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) มีขั้นตอน 3 ขั้นตอน 1) ถอดข้อความจากเครื่องบันทึกเสียงการสัมภาษณ์ แล้วอ่านทำความเข้าใจข้อมูลทั้งหมดในภาพรวม 2) ทำการลดทอนข้อมูล โดยใช้การตีความข้อมูล กำหนดรหัส และการจัดหมวดหมู่ข้อมูลตามตัวแปรในงานวิจัย 3) สรุปประเด็นจากรหัสที่สร้างขึ้นทั้งในมุมมองของบุคลากรสายสนับสนุน ผลการวิจัยพบว่า ประสบการณ์ความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานของบุคลากรสายสนับสนุน จำแนกได้ 5 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) ความไม่เป็นธรรมเรื่องภาระงานไม่เท่าเทียม 2) ความไม่เป็นธรรมเรื่องการประเมินผลการปฏิบัติงานส่งผลต่อการพิจารณาปรับเงินเดือนและการเลื่อนตำแหน่งงาน 3) ความไม่เป็นธรรมเรื่องการปรับเปลี่ยนโครงสร้างการทำงาน 4) ความไม่เป็นธรรมเรื่องการสอนงาน และ 5) ความไม่เป็นธรรมเรื่องการสื่อสาร มีการสื่อสารที่ใช้คำพูด ใช้น้ำเสียงหรือภาษาที่ไม่เหมาะสม และ วิธีการรับมือกับความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานของบุคลากรสายสนับสนุน จำแนกได้ 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) ปรับมุมมองและควบคุมอารมณ์ พยายามใจเย็น มองโลกในแง่ดี 2) ปรับวิธีการทำงานยอมรับและทำหน้าที่ของตนเอง พยายามปรับตัวและเรียนรู้งานใหม่หาวิธีทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น พัฒนาตนเอง เรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับงาน และ 3) ปรึกษาพูดคุยกับเพื่อนร่วมงานหรือหัวหน้างาน ปรึกษาเพื่อนร่วมงานที่ไวใจได้ หัวหน้า หรือคนที่สามารถให้คำปรึกษาและช่วยเหลือได้ เสนอแนะแนวทางการแบ่งงานหรือช่วยเหลือกันในทีม

คำสำคัญ: ประสบการณ์ความไม่เป็นธรรม, การรับมือความไม่เป็นธรรม

Abstract

This study aims to explore and understand the experiences of workplace injustice among support staff, as well as to examine how they cope with such injustice. A qualitative research approach was employed, with data collected through in-depth interviews with 10 participants who had experienced workplace injustice. The data were analyzed using content analysis, which involved three main steps: (1) transcribing the interview recordings and thoroughly reading them to gain an overall understanding of the content; (2) reducing and interpreting the data by coding and categorizing it according to the research variables; and (3) summarizing key themes from the codes, based on the perspectives of the support staff. The findings revealed five main types of perceived injustice experienced by support staff: (1) unequal workload distribution; (2) biased performance evaluations affecting salary adjustments and promotions; (3) unfair changes in organizational structure; (4) inequity in access to work training; and (5) inappropriate communication, including the use of offensive language, tone, or body language. Moreover, the coping strategies adopted by the support staff were categorized into three main approaches: (1) adjusting perspectives and managing emotions by remaining calm and optimistic; (2) adapting work methods by accepting responsibilities, improving work efficiency, and seeking new knowledge and skills; and (3) consulting and communicating with trusted colleagues or supervisors to seek advice and assistance, as well as to propose fairer workload distribution within the team.

Keywords: workplace injustice, Coping strategies

1. บทนำ

ปัจจุบันสถาบันอุดมศึกษาในประเทศไทย ประกอบไปด้วยสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ จำนวน 83 แห่ง สถาบันอุดมศึกษาของเอกชน จำนวน 70 แห่ง และสถาบันอุดมศึกษานอกสังกัด จำนวน 18 แห่ง ซึ่งจำแนกเป็นมหาวิทยาลัยเอกชน 42 แห่ง มหาวิทยาลัยราชภัฏ 38 แห่ง มหาวิทยาลัยในกำกับรัฐ 26 แห่ง สถานศึกษานอกสังกัด 18 แห่ง วิทยาลัยเอกชน 17 แห่ง สถาบันเอกชน 11 แห่ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล 9 แห่ง มหาวิทยาลัยของรัฐ 8 แห่ง และมหาวิทยาลัยไม่ได้สังกัด 2 แห่ง (กระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, 2566) กระจายอยู่ในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย มีพันธกิจหลักเหมือนกัน คือ การผลิตบัณฑิต การวิจัย การบริการวิชาการ และการทำนุบำรุงศิลปและวัฒนธรรม นอกจากนี้สถาบันอุดมศึกษาแต่ละแห่งยังมีการกิจอื่นตามความเชี่ยวชาญและจุดเด่นของแต่ละมหาวิทยาลัย ซึ่งมีโครงสร้างการบริหารจัดการคล้ายคลึงกัน โดยกล่าวได้ว่าแบ่งกลุ่มพนักงานมหาวิทยาลัยออกเป็น 2 สาย คือ กลุ่มบุคลากรสายวิชาการ และกลุ่มบุคลากรสายสนับสนุน ตำแหน่งต่าง ๆ ตามการแบ่งโครงสร้าง และตามมาตรฐานกำหนดของพนักงานแต่ละตำแหน่ง ซึ่งจะมีภาระหน้าที่และความรับผิดชอบที่แตกต่างกันไป (อารีรัตน์ สายทอง, 2564) บทบาทหน้าที่ของพนักงานมหาวิทยาลัยสายวิชาการ รับผิดชอบงานด้านการเรียนการสอน พัฒนาหลักสูตร วิจัย บริการวิชาการ และดูแลคุณภาพการศึกษา และสายสนับสนุน มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนกิจกรรมของฝ่ายวิชาการและสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนและการวิจัยในมหาวิทยาลัย

บุคลากรสายสนับสนุนมีบทบาทหน้าที่สนับสนุนงานต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัย ดังนี้ 1) งานด้านธุรการ ได้แก่ พิมพ์งาน จัดทำเอกสาร ดูแลงานสารบรรณ ติดต่อประสานงาน การเคหะข้อมูล ทำรายงานการประชุม งานการเงิน งานบัญชี งานพัสดุ สนับสนุนงานกิจกรรมต่าง ๆ จะเห็นว่าการสนับสนุนไม่ใช่แค่ทำงานในหน้าที่ของตนในหน่วยงานของตนแต่ต้องทำให้งานของมหาวิทยาลัยให้ดำเนินไปอย่างราบรื่น มีประสิทธิภาพ และบรรลุเป้าหมาย ทั้งการปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ นโยบาย และเวลา (วัลลภ สันติประชา, 2561) ทั้งหมดทั้งมวลบุคลากรสายสนับสนุน ถือเป็นบุคลากรที่มีส่วนสำคัญในการช่วยขับเคลื่อนองค์กร และเป็นตัวเชื่อมระหว่างทุกภาคส่วนให้สามารถดำเนินงานให้บรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมายของมหาวิทยาลัย (อารีรัตน์ สายทอง, 2564) การบริหารจัดการสายสนับสนุนในมหาวิทยาลัยอาจมีหลายปัจจัยที่ทำให้เกิดความไม่เป็นธรรมระหว่างฝ่ายสนับสนุนเมื่อเปรียบเทียบกับสายวิชาการในเรื่องของการพัฒนาและสนับสนุนพนักงานในสายสนับสนุนเมื่อเทียบกับบุคลากรทางวิชาการ สิ่งเหล่านี้สามารถทำให้บุคลากรสายสนับสนุนถูกมองในฐานะ "พลเมืองชั้นสอง" หรือ "ฝ่ายหลัง" ที่ไม่ได้รับการยอมรับหรือการคำนึงถึงเท่ากับบุคลากรทางวิชาการในองค์กร นอกจากนี้ยังอาจมีปัจจัยทางวัฒนธรรมที่มีอิทธิพล เช่น วัฒนธรรมองค์กรที่มุ่งเน้นไปที่การผลิตงานวิชาการเป็นหลัก หรือการเชื่อมโยงความคุ้มค่าของบุคคลกับการเผชิญหน้ากับความสำเร็จในการสร้างความเป็นเลิศทางวิชาการ “ความไม่เป็นธรรม/ความเป็นธรรม” และ “ความเหลื่อมล้ำ” เป็นวาทกรรมที่ถูกกล่าวถึงในหลายภาคส่วนของสังคมไทย เริ่มตั้งแต่แวดวงวิชาการ ภาคประชาสังคม จนถึงภาครัฐและภาคเอกชน ทั้งนี้คำทั้งสองคำมักถูกนำมาใช้ควบคู่กัน และในบางครั้งได้มีการนำ

นฤมล จิตรเอื้อ และวีโรจน์ เกษภูมิลักษณ์ (2561) ได้ศึกษาการรับรู้ความยุติธรรมในองค์กรที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการทำงานอย่างสร้างสรรค์และผลการปฏิบัติงานเชิงนวัตกรรมผ่านความผูกพันต่อองค์การด้านจิตใจของอาจารย์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง การรับรู้ความยุติธรรมในองค์กร 3 ด้าน คือ 1) ด้านกระบวนการ 2) ด้านผลตอบแทน และ 3) ด้านปฏิสัมพันธ์กับพฤติกรรมการทำงานอย่างสร้างสรรค์และผลการปฏิบัติงานเชิงนวัตกรรมโดยผ่านตัวแปรกลาง คือ ความผูกพันด้านองค์การด้านจิตใจ ผลการปฏิบัติงานเชิงนวัตกรรมประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการจัดการรูปแบบการทำงาน วางแผนพัฒนาบุคลากร การจัดการด้านบุคลากร ที่สนับสนุนให้บุคลากรเกิดความผูกพันต่อองค์การด้านจิตใจ เพื่อเสริมสร้างให้บุคลากรมีพฤติกรรมการทำงานอย่างสร้างสรรค์และการสร้างผลงานเชิงนวัตกรรมการปฏิบัติงาน อันส่งผลดีต่อองค์การในอนาคต Melissa M. Sloan (2012) ได้ศึกษาการปฏิบัติที่ไม่เป็นธรรมในสถานที่ทำงานและความเป็นอยู่ที่ดีของพนักงาน พบว่า การสนับสนุนจากเพื่อนร่วมงานสามารถเป็นประโยชน์ต่อความเป็นอยู่ที่ดีของพนักงาน บทบาทของการสนับสนุนทางสังคมในที่ทำงานในการปกป้องพนักงานจากผลกระทบที่เลวร้ายของสภาพแวดล้อมการทำงานที่ไม่ดีได้รายงานผลลัพธ์ที่หลากหลาย ผลกระทบของการสนับสนุนเพื่อนร่วมงานดูเหมือนจะขึ้นอยู่กับประเภทของความเครียดเกิดขึ้น งานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่ความเครียดจากการถูกผู้อื่นปฏิบัติอย่างไม่เหมาะสม ความเครียดประเภทนี้อาจเป็น

อันตรายอย่างยิ่งสำหรับพนักงานบริการเชิงโต้ตอบ เนื่องจากพวกเขาต้องเจรจาปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นที่มีสถานะต่าง ๆ ในที่ทำงาน จากข้อมูลการสำรวจพนักงานความสามารถของการรับรู้การสนับสนุนจากเพื่อนร่วมงานเพื่อช่วยปกป้องพนักงานจากผลกระทบด้านลบของการปฏิบัติที่ไม่เหมาะสมโดยหัวหน้างาน ลูกค้าย และเพื่อนร่วมงาน ผลลัพธ์ที่ได้ให้การสนับสนุนสมมติฐานความเครียดของบัพเฟอร์ แม้ว่าการได้รับการปฏิบัติอย่างไม่เป็นธรรมจากผู้อื่นในที่ทำงานจะสัมพันธ์กับความพึงพอใจในงานในระดับต่ำและความทุกข์ทางจิตใจในระดับสูง ลูกจ้างที่รายงานความสัมพันธ์ที่สนับสนุนเพื่อนร่วมงานดูเหมือนจะได้รับการปกป้องจากผลกระทบด้านลบบางประการของการปฏิบัติมิชอบ Marianna, Virtanen., Marko, Elovainio. (2018) ศึกษาความยุติธรรมในสถานที่ทำงาน: การทบทวน พบว่า ชีวิตการทำงานสมัยใหม่มีลักษณะเฉพาะคือการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง การปรับโครงสร้างองค์กร และข้อกำหนดด้านประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้การกระจายทรัพยากรและภาระผูกพัน ตลอดจนความยุติธรรมในการตัดสินใจมีความสำคัญอย่างยิ่ง ในบริบทของชีวิตการทำงาน คำถามนี้ไม่เพียงแต่เป็นคำถามเกี่ยวกับการกระจายทรัพยากรและภาระผูกพันเท่านั้น แต่ยังรวมถึงขั้นตอนและกฎเกณฑ์ที่เป็นแนวทางในการตัดสินใจในองค์กรด้วย การศึกษาทฤษฎีและขั้นตอนเหล่านี้เป็นพื้นฐานสำหรับการวิจัยแนวใหม่ที่ประเมินความเป็นผู้นำและความสัมพันธ์ทางสังคมในชุมชนการทำงาน นั่นคือ ความยุติธรรมแบบกระจาย เชิงกระบวนการ และเชิงสัมพันธ์ การทบทวนนี้ติดตามการพัฒนางานวิจัยเกี่ยวกับ ความยุติธรรมขององค์กรตั้งแต่ต้นกำเนิดในทฤษฎีจิตวิทยาสังคมและแรงจูงใจในยุคแรก ๆ จนถึงการจัดตั้งเป็นสายวิจัยหลักในงานสมัยใหม่และจิตวิทยาองค์กร ผลที่ตามมาของความยุติธรรม ได้แก่ บรรยากาศของทีมที่ไม่ดี ประสิทธิภาพการทำงานและความเป็นอยู่ที่ดีลดลง และความเจ็บป่วยจากการทำงาน และ Syed, Tahir, Hussain, Rizvi., Barry, A., Friedman., Rauf, I., Azam. (2017). ศึกษาความยุติธรรมโดยรวบรวมจากการเปลี่ยนสถานที่ทำงาน ความตั้งใจในการลาออกของนักศึกษาและผู้สนับสนุน พบว่า องค์กรต่าง ๆ มุ่งมั่นในสภาพแวดล้อมที่พนักงานโต้ตอบกันอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นแนวทางที่เป็นนวัตกรรมจึงมีความจำเป็นสำหรับการเติบโต การพัฒนา และความอยู่รอดขององค์กรอย่างยั่งยืน พื้นฐานของปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของมนุษย์คือความยุติธรรมและความยุติธรรม ความเป็นธรรมและความยุติธรรมต้องได้รับการแก้ไขในการตัดสินใจขององค์กร เช่น การเลื่อนตำแหน่ง การมอบหมายงาน การแจกจ่ายรางวัล และ 46 The BRC Academy Journal of Business Vol. 7, อันดับ 1 การแลกเปลี่ยนทางสังคมอื่น ๆ (Coetsee, 2004) การรับรู้ของพนักงานเกี่ยวกับความยุติธรรมในองค์กรส่งผลต่อประสิทธิภาพพฤติกรรมและความสำเร็จขององค์กร อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์ระหว่างความยุติธรรมในองค์กรโดยรวมกับความตั้งใจในการเปลี่ยนแปลงของนักศึกษาที่สูงกว่าความสัมพันธ์ของผู้สนับสนุนเจ้าหน้าที่ นอกจากนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างความยุติธรรมในองค์กรโดยรวมและการเปลี่ยนสถานที่ทำงานสำหรับผู้สนับสนุนเจ้าหน้าที่ยังสูงกว่าความสัมพันธ์ของนักศึกษา มีการหารือถึงผลกระทบ

จากการศึกษางานวิจัยส่วนใหญ่ศึกษาเกี่ยวกับความยุติธรรมในองค์กรในหลากหลายแง่มุม อย่างเช่น ศึกษาการรับรู้ความยุติธรรมในองค์กร (กระบวนการ ผลตอบแทน และปฏิสัมพันธ์) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความผูกพันต่อองค์กรด้านจิตใจ การสนับสนุนจากเพื่อนร่วมงานสามารถลดผลกระทบด้านลบของการปฏิบัติที่ไม่เป็นธรรมต่อความพึงพอใจในงานและความทุกข์ทางจิตใจ ความยุติธรรมในองค์กรมีผลกระทบต่อบรรยากาศของทีม ประสิทธิภาพการทำงาน ความเป็นอยู่ที่ดี และความเจ็บป่วยจากการทำงาน ทั้งนี้จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวพบว่าเป็นการศึกษาถึงความยุติธรรมในทางบวก ซึ่งยังไม่ค่อยมีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความไม่เป็นธรรมในสถานที่ทำงาน และในฐานะที่ผู้วิจัยมีประสบการณ์การข้องเกี่ยวกับบุคลากรสายสนับสนุนในหลายมหาวิทยาลัยทั้งภาครัฐและเอกชน ได้พบเห็นการทำงานของบุคลากรสายสนับสนุนที่ต้องปฏิบัติงานในหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นงานด้านธุรการ การบริการสายวิชาการ นักศึกษาและผู้มาติดต่องานกับมหาวิทยาลัย ซึ่งบางคนต้องทำงานนอกเวลาราชการ ไม่มีเวลาพัก บางคนนั่งเฉยๆ คุยกับเพื่อนร่วมงาน นั่งเล่นโทรศัพท์ ฯลฯ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในประเด็นปัญหาความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานของบุคลากรสายสนับสนุนและแนวทางการรับมือความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานโดยเฉพาะในมหาวิทยาลัย และเห็นว่าการแก้ไขปัญหานี้จะสร้างผลประโยชน์ทั้งต่อบุคลากรและองค์กร เพื่อหาแนวทาง มาตรการ หรือระเบียบข้อบังคับในการลดหรือป้องกันความไม่เป็นธรรมที่เกิดกับบุคลากรสายสนับสนุน ตลอดจนอาจใช้ข้อมูลเพื่อสร้างความตระหนักในเรื่องความเป็นธรรมในที่ทำงานและยกระดับคุณภาพชีวิตของบุคลากรสายสนับสนุนซึ่งอาจช่วยเพิ่มผลงานและสร้างสภาพแวดล้อมการทำงานที่ดีขึ้นในอนาคต

1.1 คำถามวิจัย

บุคลากรสายสนับสนุนในมหาวิทยาลัยของรัฐมีประสบการณ์ความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานอย่างไรบ้างและใช้วิธีการรับมือกับความไม่เป็นธรรมเหล่านั้นอย่างไร

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 ผู้ให้ข้อมูล

ผู้ให้ข้อมูลประกอบด้วยบุคลากรสายสนับสนุน จำนวน 10 คน ที่ปฏิบัติหน้าที่อยู่ในมหาวิทยาลัยของรัฐแห่งหนึ่งในเขตภาคกลางของประเทศไทย กำหนดจำนวนผู้ให้ข้อมูลตามแนวทางของ Nastasi & Schenul (2005) ที่ระบุว่าหากเป็นกรณีศึกษาในเรื่องที่เฉพาะสามารถกำหนดผู้ให้ข้อมูลอย่างน้อย 10 คน ว่าหากข้อมูลมีความอิ่มตัว (Data Saturation) สามารถใช้ข้อมูลมากกว่าหรือน้อยกว่านี้ได้ และใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Selection) ตามเกณฑ์การคัดเลือกผู้ให้ข้อมูล คือ 1) เป็นบุคลากรสายสนับสนุน 2) ปฏิบัติงานมาแล้ว 5 ปีขึ้นไป และ 3) ยินยอมและสมัครใจที่จะให้ข้อมูลด้วยความเต็มใจ ดังตารางดังนี้

ตารางที่ 1 บุคลากรสายสนับสนุนของมหาวิทยาลัยของรัฐแห่งหนึ่งในเขตภาคกลาง จำแนกหน่วยงาน

หน่วยงาน	ลักษณะของงานที่สนับสนุน	ระดับหน่วยงาน	จำนวนผู้ให้ข้อมูล (n=10)		
			ชาย	หญิง	รวม
A	ด้านการเงินและบุคลากร	ระดับกอง (ขนาดกลาง)	-	2	2
B	ด้านนโยบายและแผน	ระดับกอง (ขนาดเล็ก)	1	-	1
C	ด้านส่งเสริมและพัฒนานิสิต	ระดับกอง (ขนาดกลาง)	1	2	3
D	ด้านการวิจัยและบริการวิชาการ	ระดับสถาบัน (ขนาดใหญ่)	1	2	3
E	ด้านระบบสารสนเทศ	ระดับสำนัก (ขนาดใหญ่)	1	-	1
รวม			4	6	10

2.2 เครื่องมือวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ใช้การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก (in-depth interview) โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สัมภาษณ์ด้วยตนเอง การสัมภาษณ์เชิงลึกเป็นการพูดคุยสนทนาในประเด็นคำถามที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยออกแบบและสร้างขึ้นเองจากการทบทวนวรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สร้างแนวคำถามสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (semi-structure interview) ซึ่งเป็นการกำหนดแนวคำถามหลักไว้ล่วงหน้าและใช้คำถามเพิ่มเติมนอกเหนือจากคำถามที่กำหนดไว้ตามแต่สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในระหว่างการสัมภาษณ์ ได้นำแนวคำถามสัมภาษณ์เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินพิจารณาความเหมาะสมของคำถาม โดยการใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญไม่น้อยกว่า 3 คน จากนั้นผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก็ถือว่าตรวจสอบคุณภาพด้านความตรง (validity) เบื้องต้นแล้ว ทดลองสัมภาษณ์กับบุคลากรสายสนับสนุนต่างมหาวิทยาลัย จำนวน 2 คน เพื่อศึกษาแนวคำตอบเบื้องต้น และตรวจสอบความเข้าใจของผู้ให้ข้อมูล แล้วจึงปรับปรุงคำถามเพื่อให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น ก่อนนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

2.3 การพิทักษ์สิทธิผู้ให้ข้อมูล

นักวิจัยแนะนำตัว พูดคุย และสร้างสัมพันธภาพ อธิบายวัตถุประสงค์และรายละเอียดของการวิจัยรวมทั้งขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนการพิทักษ์สิทธิผู้ให้ข้อมูลเข้าใจ เปิดโอกาสให้ซักถามปัญหาและข้อสงสัยต่าง ๆ รวมทั้งสิทธิแก่ผู้ให้ข้อมูลในการจะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยในครั้งนี้โดยไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้ให้ข้อมูล ผู้ให้ข้อมูลมีสิทธิที่จะข้ามหรือไม่ตอบข้อคำถามที่รู้สึกไม่สบายใจ หรืออึดอัดได้ ข้อมูลที่สัมภาษณ์จะเป็นความลับ จะไม่มีการเปิดเผยชื่อและข้อมูลที่ระบุตัวตนของผู้ให้ข้อมูล ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้เวลาผู้ให้ข้อมูลในการคิด การตัดสินใจ และหากผู้ให้ข้อมูลยินดีเข้าร่วมการวิจัย ก็จะเริ่มสัมภาษณ์ และขออนุญาตบันทึกเสียงขณะสัมภาษณ์

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

นักวิจัยได้ประสานงานแต่ละหน่วยงานในมหาวิทยาลัย เพื่อขอความอนุเคราะห์จัดพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการสัมภาษณ์และนัดหมายวันสัมภาษณ์ เป็นการสัมภาษณ์แบบเจอหน้า (In-person Interview) โดยสัมภาษณ์ทีละคน ใช้เวลาสัมภาษณ์คนละประมาณ 30-50 นาที ทั้งนี้การสัมภาษณ์ขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้ให้ข้อมูล และไม่ให้มีผลกระทบกับเวลาปฏิบัติงานของผู้รับสัมภาษณ์

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์วิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) มีขั้นตอน 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ถอดข้อความจากเครื่องบันทึกเสียงการสัมภาษณ์ แล้วอ่านทำความเข้าใจข้อมูลทั้งหมดในภาพรวม 2) ทำการลดทอนข้อมูล โดยใช้การตีความข้อมูล กำหนดรหัส และการจัดหมวดหมู่ข้อมูลตามตัวแปรในงานวิจัย 3) สรุปประเด็นจากรหัสที่สร้างขึ้นทั้งในมุมมองของบุคลากรสายสนับสนุน แล้วนำข้อมูลมาตีความร่วมกัน จากนั้นนำผลการตีความและการลงข้อสรุปของนักวิจัย ใช้การตรวจสอบสามเส้าด้านผู้วิเคราะห์ (Analyst triangulation) โดยคณะผู้วิจัย ทำหน้าที่วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำข้อค้นพบมาเปรียบเทียบกับกันซึ่งเป็นการตรวจสอบความถูกต้องตรงประเด็นในมิติความเชื่อถือได้ (Credibility) และมิติการยืนยันผล (Confirmability)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษา

การวิจัยนี้เสนอผลการวิจัยแยกตามตัวแปรที่ศึกษาโดยนำผลการตีความร่วมกันจากมุมมองของบุคลากรสายสนับสนุน 2 ประเด็น ดังนี้ 1) ประสบการณ์ความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานของบุคลากรสายสนับสนุน และ 2) วิธีการรับมือกับความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานของบุคลากรสายสนับสนุน ดังนี้

3.1.1 ประสบการณ์ความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานของบุคลากรสายสนับสนุน ดังนี้

1) ความไม่เป็นธรรมเรื่องภาระงานไม่เท่าเทียมเกิดจากการได้รับมอบหมายงานมากกว่าเพื่อนร่วมงานคนอื่น หรือได้รับมอบหมายงานนอกเหนือจากภาระงานที่รับผิดชอบ

“อาจจะเป็นการปฏิบัติงานที่มอบงานครับ เหมือนกับว่าอาจจะมอบงานเยอะ อาจจะให้งานเยอะกว่าคนอื่น หรือว่าใครที่เป็นฝ่ายเขาก็อาจจะมอบงานให้น้อยครับ เรื่องการเลือกปฏิบัติงานได้ มันเหมือนเลือกปฏิบัติ ให้งานคนนี้เยอะใช้แล้ว เหมือนกับว่าเขาชอบคนนี้เขาชอบเขาถูกคอกคนนี้ครับ เขาก็จะให้งานคนนี้น้อยหรือว่าคนไหนที่ไม่ถูกใจไม่เข้าก็จะให้งานเยอะไป” นายเค (นามสมมุติ)

“ใช่ค่ะ แล้วก็อีกอย่างที่เคยได้พบก็คือเป็นงานภาระงานของเขา แต่ว่าเขาทำเพียงแค่ประชุมแล้วเขาไม่ประสานงานอะไรให้เราเลย คือเราต้องเป็นคนประสานงานในส่วนของเขาของเขา คือจริง ๆ มันเป็นงานภาระงานของเขาแต่เราแค่มีชื่อในคำสั่งแต่เราถูกได้รับมอบหมายให้ประสานงานเอง ดังนั้นในการปฏิบัติจริง ๆ แล้วเขาต้องเป็นคนประสานงานให้เราแล้วก็ส่งข้อมูลให้เราแต่เราต้องเป็นคนประสานงานเองทั้งหมด อันนี้ก็เป็นความคับข้องใจอีกอย่างหนึ่งในการที่เราได้รับการกระทำอย่างนี้ค่ะ” นางสาวเอ (นามสมมุติ)

“ก็ต้องยอมรับค่ะ ว่าแต่ละคนได้รับงานเยอะไม่เท่ากันค่ะ ก็เหมือนที่เคยพูดกับผู้บริหาร เขาจะมองว่าคนไหนที่สั่งงานแล้วทำงานเสร็จทัน ไม่ต้องพูดเยอะ ไม่ต้องมากอวยจี๊งานก็จะถูกส่งไปที่คนนั้น” นางสาวซี (นามสมมุติ)

2) ความไม่เป็นธรรมเรื่องการประเมินผลการปฏิบัติงานส่งผลต่อการพิจารณาปรับเงินเดือนและการเลื่อนตำแหน่งงาน

“คือเรามองเห็นว่าเขาเป็นคนมีความรู้ความสามารถ แต่ไม่มีความก้าวหน้าในสายอาชีพ อย่างเช่น พี่เขาทำงานมานานแล้วแต่ไม่ได้บรรจุ ทำงานมาก่อนคนที่ได้บรรจุ อันนี้คือภาพอย่างหนึ่ง แล้วก็อีกคนนึงซึ่งมองว่าเขาว่าเป็นข้าราชการชำนาญการพิเศษแล้ว แต่ทำไมถึงไม่ได้ถูกเสนอชื่อให้เป็นผู้บริหาร อันนี้เราก็มองว่า เอ๊ะ ทำไมคนอื่นคนหนึ่งซึ่งมองว่าเขาสร้างภาพ เป็นการสร้างภาพว่าเขาเป็นคนทำงานเขามี contact นะ แต่จริง ๆ แล้วเห็นภาพเขาว่าเขาไม่ได้ทำอะไรเลย ทำงานไม่เต็มที่ ถึงเขาจะมีการทำงานวิจัยแต่งานที่เขาทำเรามองเห็น เหมือนเขาไม่ได้มีการทำงานอย่างจริงจังในหน้าที่ที่เขาได้รับมอบหมายตามงานประจำ เขาไปทำงานนอกมากกว่าแล้วเขามี contact ที่ไปรู้จักคนโน้นคนนี้ รู้จักผู้บริหารอะไรแบบนี้ค่ะ ทำให้เขามี

ความก้าวหน้าในสายอาชีพ ซึ่งทำให้มองว่า เอ้า! เราไม่ได้เข้าถึงผู้บริหารเราไม่มีความก้าวหน้าในสายอาชีพนี้เลยหรือ เราต้องไปมีปฏิสัมพันธ์กับหน่วยงานภายนอกขนาดนั้นหรือ แต่งานภายในไม่ต้องทำให้มันประสบความสำเร็จจะไอย่างงี้หรือ เราถึงจะมีความก้าวหน้าเราก็มองว่าตรงเนี่ย มันไม่มีความยุติธรรม” นางสาวเอ (นามสมมุติ)

“การประเมิน แต่ละงานก็ไม่เท่ากัน บางครั้งคนทำงานหนัก ก็ได้รับการประเมินต่ำ คนทำงานน้อยก็ได้รับการประเมินสูง เพราะเขาไม่ได้ทำงานอะไรเลย ก็ไม่ค่อยมีข้อผิดพลาดอะไร แต่สำหรับคนที่ทำงานเยอะก็จะมีข้อผิดพลาดในงานเยอะ และเรื่องที่คิดว่าไม่ยุติธรรม ก็น่าจะเป็นเรื่องของตำแหน่งหัวหน้างาน” นายเอ็ม (นามสมมุติ)

3) ความไม่เป็นธรรมเรื่องการปรับเปลี่ยนโครงสร้างการทำงาน เป็นการเปลี่ยนแปลงระบบการทำงานภายในองค์กร ในระยะเวลารวดเร็ว บุคลากรไม่มีความพร้อมในการปฏิบัติงาน และไม่มีการชี้แจงให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับทราบล่วงหน้า

“ถ้าปัญหาที่ว่ารู้สึกถึงความไม่เป็นธรรมกับตัวพี่ ก็คือ การที่เขาปรับโครงสร้างใหม่ ซึ่งไม่มีความชัดเจนตั้งแต่แรก ซึ่งเหตุเกิดจากที่พี่เดียว แล้วทำให้หลาย ๆ ที่มีผลกระทบไปกันหมดเลยคะ”

“คือก่อนหน้านี้ผู้บริหารเขาไม่ได้ฟังมาทีเดียว เพียงแค่ว่าได้ยินข่าวลือจากผู้บริหารท่านอื่นบ้าง เพื่อนด้วยกันบ้าง แค่อินข่าวลือมาคร่าว ๆ แต่พอถึงเวลาจริง ก็คือมีคำสั่งย้ายกันมาเลย แยกย้ายกันหมดเลย”

“มีความน้อยใจเหมือนกันคะ เพราะว่าเราก็สะสมงานตรงโน้นมาก็หลายปี ตั้งแต่เป็นลูกจ้างชั่วคราวมาเป็นพนักงาน เราทำตำแหน่งนั้นมาหลายปี ก็มีความรู้สึกว่ามีผลกระทบกับใจอยู่เหมือนกันคะ คือปกติพี่เป็นคน ที่ Active คืออยากมาทำงาน แต่พอเราเจอเรื่องแบบนี้ คือทำให้เราถอยลงไปเลยคะ” นางสาวดี (นามสมมุติ)

“ผ่านมามีการปรับโครงสร้าง มีการยุบหน่วยงานยุบส่วนงาน โยกย้ายบุคลากร ก็จะมีประเด็นในเรื่องของหัวหน้างานที่ไม่มีความชำนาญงาน มาเป็นหัวหน้างาน สำหรับคนที่ทำงานนี้มานาน ตอนแรกบอกจะให้ไปเป็นหัวหน้า ก็เป็นหัวหน้าแต่ทาง ผอ. ก็ได้ชี้แจงมาว่า มีความจำเป็นที่จะต้องเป็นแบบนี้ ไปก่อน จนกว่าจะมีการประเมินค่างานกันใหม่ ปัญหาที่พบอีกก็คือ ส่วนงานของผอ.เดิมที่มีจำนวนคนหลายคน ก็เนื่องจากเปลี่ยนโครงสร้างใหม่เหมือนกัน จึงทำให้แต่ละคนนั้นโยกย้ายกันออกไป ก็ทำให้มีคนทำงานนี้น้อยลง และมีเจ้าหน้าที่ใหม่มาเพิ่มแต่น้อยคนสองคนคน ซึ่งก็ต้องคอยสอนงานกันไป เพราะพี่เขาไม่เคยทำงานในด้านของการพัฒนาหลักสูตรเลย ช่วงนี้ผอ.ก็เลยต้องรับภาระงานหนักไปคนเดียวก่อน มีงานอะไรให้พี่เค้าช่วยได้ผอ.ก็ให้เค้าช่วยเหลือไป ก็ไม่มีปัญหาอะไร ช่วยงานกันดี ก็อยากให้เห็นความสำคัญของงาน เนื่องจากมีงานเป็นงานสำคัญ” นายเอ็ม (นามสมมุติ)

4) ความไม่เป็นธรรมเรื่องการสอนงาน สถานการณ์ที่บุคลากรไม่ได้รับการสอนหรือแนะนำเกี่ยวกับงานที่ได้รับผิดชอบรวมถึงไม่ได้รับโอกาสในการเรียนรู้ที่เท่าเทียมกัน

“ที่ผ่านมาก็มีทั้งงานที่ยาก แล้วก็งานที่ง่าย ซึ่งช่วงเริ่มทำงานใหม่ก็ต้องยอมรับว่าค่อนข้างยาก เพราะเป็นคนเรียนรู้ช้าและไม่ค่อยเก่ง ก็มีการท้อกับงานที่ยากบ้างเพราะมาใหม่ก็จะไม่ค่อยมีคนสอนงานเพราะว่าเราไม่รู้จักใครเลยเป็นคนเหี่ยวด้วย มาทำงานไกลบ้านด้วย จึงไม่รู้จักใครเลย ก็ต้องเรียนรู้งานใหม่ ซึ่งมีที่สอนงานแล้วก็ไม่มีที่สั่งงานอย่างเดียวแต่ก็ไม่สอนก็อย่างว่านะคะทำงานร่วมกับคนหลายคนก็จะต้องเจอคนที่ลักษณะแตกต่างกันปะกันออกไปคะ” นายเจ (นามสมมุติ)

“เราไม่มีใครที่จะคอยให้คำปรึกษา เราไม่สามารถให้คำปรึกษาเราได้ คือเขาอาจจะพูดในแนวทางของเขา ซึ่งเราไม่เข้าใจเพราะเราเป็นคนปฏิบัติแต่เขาเป็นผู้บริหาร เขาก็จะเอาง่าย ๆ คือเขามีประสบการณ์และองค์ความรู้มากกว่าเรา เพราะว่าเขาก็เป็นสายวิชาการมา เขาก็จะพูดไป แล้วเราก็อึ้ง เราก็อึ้งใจประเด็น แทนที่เขาจะแบบนี้เนาะ สแต่ปหนึ่งคือควรจะทำแบบนี้ แล้วสองไปแบบนี้ เขาไม่พาเราเดินไป เขาไปถึงปลายทางเหมือนกันเลย คือเขาก็ปล่อยให้เราหาบันไดขึ้นไปเอาเอง แล้วเขาก็บอกว่าเขาอยู่ตรงนั้นนะ เราต้องเป็นอย่างนั้นนะ แล้วเราจะไปถึงตรงนั้นได้อย่างไร คืองง” นางสาวเอฟ (นามสมมุติ)

5) ความไม่เป็นธรรมเรื่องการสื่อสาร มีการสื่อสารที่ใช้คำพูด ใช้น้ำเสียงหรือภาษากายที่ไม่เหมาะสมกระทบกระทั่งกับบุคลากร สื่อสารที่ไม่ชัดเจน ไม่ได้อธิบายสิ่งที่ต้องการอย่างละเอียด ทำให้เกิดความเข้าใจความหมายผิดและไม่ตรงประเด็นจับใจความสำคัญผิด การสื่อสารที่ไม่ตรงคน สื่อสารกับคนผิดไม่ได้รับข้อมูลที่ต้องการ

“การทำงานเราก็คือเราปฏิบัติตามระเบียบอยู่แล้วก็ไม่ค่อยมีอะไรที่มาขัดขวาง แต่สิ่งที่มันมาบั่นทอนความรู้สึกของคนทำงานมันก็น่าจะเป็นแบบคำพูดของพวกอาจารย์ เจ้าหน้าที่ หรือผู้ที่ติดต่อประสานงานด้วย เพราะบางอย่างเราต้องการสื่อให้

เขาแก้ไขให้เขาทำอย่างนี้ แต่บางคนไม่ฟังเรา บางครั้งขึ้นเสียงใส่อารมณ์ใส่เรา ก็ต้องพยายามควบคุมตัวเราเองเพราะว่าเราทำงานอยู่ใน ส่วนของด้านการบริการ เราก็ต้องคุมตัวเองให้ใจเย็นๆ แล้วอธิบายให้เขาฟังถึงเหตุผลว่าทำไมต้องทำแบบนี้ ซึ่งการที่เราจะสื่อสารให้เขา เข้าใจ เราจะต้องศึกษากระเปาะอย่างเข้าใจจริง ๆ ก่อน เราถึงจะอธิบายให้เขาฟัง แล้วเขาก็จะเชื่อเราเพราะว่าอย่างแรกเริ่มเลยที่เคย ทำงานหน้าที่นี้ อาจารย์บางท่านหรือเจ้าหน้าที่บางท่านเขาเห็นว่า เฮ้ย เราเด็กกว่าอะไรเงี้ยเค้าอาจจะไม่ได้ฟังเรา แต่ถ้าเราสามารถให้ เหตุผลและอ้างอิงการใช้กฎระเบียบข้อไหน ในการให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไขเขาได้ มันก็ทำให้เขามองแล้วมันไม่ใช่เด็กแล้วมันมี ความรู้ตรงนี้เขาก็จะให้ความไว้วางใจเรา สามารถแก้ไขตามเราได้ เมื่อเทียบกับน้องๆในงานด้วยกันถ้าน้องๆที่ยังเด็กกว่านี้คะบางคนพูดเขา ก็จะไม่ฟังก็อาจจะต้องให้เราไปช่วยพูดให้แล้วก็ไปอธิบายพวกเขาก็จะฟังขึ้น ส่วนของตอนจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับการติดต่อประสานงาน บางครั้งคือเจอคนที่พูดจาไม่ดีจะทำให้บั่นทอนชีวิตการทำงานของเรา ทุกอย่างที่เราทำก็คือช่วยตัวเขาด้วยเมื่อมีการถูกตรวจสอบ อะไรเงี้ยคะหรือถูกร้องเรียนอะไรเงี้ยมันก็จะไม่ได้กระทบกับเขาเพราะว่าเราทำถูกต้องทุกอย่าง” นางสาวบี (นามสมมติ)

“ต้องเรียกน้องมาพูดกันว่าไหนลองบอกสิว่าที่ เขาสั่งมาคืออะไรที่เขายกมาให้เขาพูดมาคืออะไรและสิ่งที่หนู เข้าใจคืออะไร แต่ว่าสิ่งที่ที่เข้าใจเนี่ยในการที่เขาพูดมาคืออะไร แล้วก็มาหาทางแก้ไขปัญหากัน ว่าในเมื่อเข้าใจไม่ตรงกัน เราก็มาดู สิว่าแบบนี้เข้าใจตรงกันหรือยัง ก็ให้ลองไปบอกเขาว่าแบบนี้ใช่ไหม ถูกต้องหรือเปล่า เขายังบอกว่าไม่ใช่ก็อก เราก็มาคุยกันว่าแบบ ไหนจริง ๆ แน่เป้าหมายที่ในการสื่อสาร ว่าน่าจะมีปัญหาในการสื่อสารมากกว่าคือเขาไม่มาสื่อสารตรงคนแล้วก็ไม่มาสื่อสารแบบ ถูกต้องถูกวิธี บางทีเขาก็ตอนที่คุยกันก็คือพูดไปอะไรอย่างนี้พูดไปเลย แต่ว่าพอเวลาจะทำงานจริง ๆ ก็บอกว่าพูดไปแล้วเรื่องนั้น อะไรอย่างนี้ แบบตอนนั้นคือพูด พูดแล้วใช้ไหมเราไม่รู้ว่าจริงหรือไม่จริงหรือยังใจจริงอะไรอย่างนี้”

3.1.2 วิธีการรับมือกับความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานของบุคลากรสายสนับสนุน ดังนี้

1) ปรับมุมมองและควบคุมอารมณ์ พยายามใจเย็น มองโลกในแง่ดีและอย่าเก็บมาคิดมากเกินไปที่จะปล่อยวาง ไม่อยู่กับความไม่เป็นธรรมยอมรับความจริงว่าบางสิ่งอยู่นอกเหนือการควบคุมของเรา

“ในส่วนตัวอะคะก็คือจะปล่อยวางเราก็คงทำงานของเราไปในส่วนของเราแต่ถ้างานไหนที่เรามองเห็นว่าโดนเ อารัดเอาเปรียบมาก เราก็จะมีการเสนอว่า เฮ้ย! อันนี้มันไม่ใช่เนะ ควรจะมีการทำงานร่วมกันนะ ไม่ใช่ให้คนเดียวต้องมาทำงานใน ส่วนนี้ เรามองว่างานส่วนนี้เนี่ยเราควรจะต้องมีการทำงานร่วมกันไม่ใช่มามอบให้ทำคนเดียว” นางสาวเอ (นามสมมติ)

“จะพูดว่าใจครับ งานนี้แบบว่ามันไม่ใช่ทุกสิ่งของเรา คืออารมณ์แบบปล่อยวางอะ สมมติเราไม่อยู่สักคนเค้าก็ มีคนทำแทนงานเราได้ คือปล่อยวางและก็ยอมรับกับมันคือปัญหามันไม่อยู่ที่ตัวเราและเราไม่สามารถไปแก้ปัญหาก็ได้ คือเขา เป็นแบบเนี่ยเราก็ต้องยอมรับเขาในแบบเดิมที่ว่าคือเขาเป็นคนแบบเนี่ยโอเคและเราก็ต้องมาแก้ที่ตัวเรา” นาย เอ็ม (นามสมมติ)

2) ปรับวิธีการทำงานยอมรับและทำหน้าที่ของตนเอง พยายามปรับตัวและเรียนรู้งานใหม่ หาวิธีทำงานให้มี ประสิทธิภาพมากขึ้น พัฒนาตนเอง เรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับงาน

“ก็ต้องเปลี่ยนวิธีการบริหารการทำงานของตัวเองแหละคะว่าถ้าตัวเองอยากกลับไ้ตัวเองก็ต้องมี การกำหนด ช่วงเวลาของตัวเองว่าใน 1 อาทิตย์ กลับไ้บ้างช้าบ้างสลับกัน ไม่กลับช้าทุกวันเหมือนที่เคยๆทำแบบไปรีแล็กซ์ ไปผ่อนคลายบ้าง” นางสาว บี (นามสมมติ)

3) ปรึกษาพูดคุยกับเพื่อนร่วมงานหรือหัวหน้างาน โดยปรึกษาเพื่อนร่วมงานที่ไว้วางใจได้ หัวหน้า หรือคนที่ สามารถให้คำปรึกษาและช่วยเหลือได้ เสนอแนะแนวทางการแบ่งงานหรือช่วยเหลือกันในทีม

“เรื่องก็ตามเรื่องตามราวเราก็คิดว่าในเมื่อผิดไปแล้ว เราต้องแก้ไข ก็อย่าให้มันผิดพลาดแบบนี้อีก ส่วนใหญ่ที่ ก็จะปรึกษาหัวหน้าที่เขามีประสบการณ์มาก่อน เขาก็จะสอนเราจะบอกเราว่าแบบอย่างนี้ต้องทำแบบนี้แต่คิดแบบนี้ไม่ได้ต้องคิด อีกทางหนึ่งด้วย ต้องคิดแบบเหมือนผู้บริหารคิดด้วยอะไรเงี้ย จะคิดแต่เฉพาะที่เราปฏิบัติไม่ได้แบบนี้ ระเบียบอะไรบางอย่างระเบียบ ประกาศอะไรของมหาวิทยาลัยเราก็คิดต้องรู้” นางสาวเอฟ (นามสมมติ)

“ครีบก้ออาจจะปรึกษาบางท่านบ้าง อาจจะเป็นเพื่อนร่วมงานหรือไม่ก็ผู้บริหาร” นาย สอง (นามสมมติ)

“การรับมือหรือคะคือโชคดีที่เป็นคนชอบเรียนรู้สิ่งใหม่ๆคะ ก็คือว่าเรียนรู้มาจากหน่วยงานเดิม ดีที่อยู่ ที่เดิมอะมันมีการทำงานในภาพงานอื่นๆ อะบ้างแล้ว คือว่าตอนก่อนคือจะแยกคนทำงานเนี่ยจะแยกเป็นคณะก็คือนะก็จะรู้ Scope งาน

ทั้งหมดแล้วก็มาปรับโครงสร้างที่หลังว่าเป็นคนทำงานแยกเป็นงานที่นี้พอมายอยู่ในรูปคณะแล้วก็จะมีความเข้าใจงานในบางส่วนบ้าง ก็ไม่ถึงกับเครียดมากก็จะพออยู่ๆไปได้ว่าส่วนนี้มันต้องไปยุ่งไฉนแต่ยังไม่เข้าใจตรงไหนแล้วก็โทรไปปรึกษาเพื่อนที่เคยทำงานในส่วนนี้หรือไม่ก็โทรไปปรึกษาที่ศูนย์ใหญ่ว่าต้องดำเนินการยังไงต่ออะไรอย่างเงี้ยค่ะ” นางสาว เอ (นามสมมติ)

“รับมืออย่างไร ส่วนใหญ่ก็ไม่มีอะไรรับมืออะไร ก็ต้องทำงานไป อยู่เฉยๆจะดีกว่าค่ะ หรือการรับมือของฉันทก็คือการไปปรึกษากับพี่ ๆ เพื่อน ๆ ที่ให้คำปรึกษาในเรื่องของงานดี สำหรับคนที่ไม่ปรึกษา ไม่ช่วยงานก็จะไม่ค่อยไปรบกวนอะไรเค้า เพราะเรารู้อยู่แล้วว่าเขามีนิสัยอย่างไร ถึงจะบอกหัวหน้าไปก็หัวหน้าก็ไม่ได้ช่วยแก้ไขอะไร ก็ยังดีที่มีเพื่อนร่วมงานหรือมีพี่ที่เขายังคอยช่วยเหลือกัน ก็จะเป็นพี่ในทีมเดียวกัน” นาย เจ (นามสมมติ)

“วิธีการรับมือของผมนั้นก็เป็นการชี้แจงในที่ประชุม เพราะว่าเค้าเปิดให้ได้ปรึกษางานปัญหาที่พบทุกเดือนอยู่แล้ว ก็จะใช้อีกสัปดาห์ในการพูดว่า จะแก้ไขปัญหายังไง ช่วยกันทำงานอย่างไร พักหลังหลังมาก็ทำเอกสารคำสั่งมอบหมายหน้าที่ของแต่ละคน ว่าเวลาเมื่อไรไหน ก็ให้ทำว่าส่วนไหนรับผิดชอบงานอะไร ใครทำงานอะไร ก็ลดปัญหาการไม่ช่วยกันทำงานได้ดี” นาย เอ็ม (นามสมมติ)

3.2 อภิปรายผล

โดยนำเสนอการอภิปรายตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาทั้ง 2 ประการดังต่อไปนี้

1) เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจประสบการณ์ความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานของบุคลากรสายสนับสนุนพบว่าความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานของบุคลากรสายสนับสนุนนั้นประกอบไปด้วย ด้านความไม่เท่าเทียมกันของภาระงาน คือการได้รับมอบหมายงานมากกว่าเพื่อนร่วมงานคนอื่น หรือได้รับมอบหมายงานนอกเหนือจากภาระงานที่รับผิดชอบ โดยมีสาเหตุมาจากการเลือกปฏิบัติของหัวหน้างาน หรือระบบการมอบหมายงานที่ไม่ประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลกระทบ ทำให้พนักงานรู้สึกเครียด กดดัน หดหู่ในการทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Melissa M. Sloan (2012) ได้ศึกษาเรื่องสภาพแวดล้อมการทำงานที่ไม่ดี ส่งผลกระทบต่อความเครียดจากการถูกผู้อื่นปฏิบัติอย่างไม่เหมาะสม ความเครียดประเภทนี้อาจเป็นอันตรายอย่างยิ่งสำหรับพนักงานด้านการประเมินผลการปฏิบัติงานส่งผลต่อการพิจารณาปรับเงินเดือนและการเลื่อนตำแหน่งงาน คือการประเมินผลไม่โปร่งใส พนักงานที่ทำงานหนักอาจได้รับการประเมินต่ำ การใช้อารมณ์ส่วนตัวหรือความสัมพันธ์ส่วนตัวในการประเมิน ซึ่งส่งผลกระทบต่อ พนักงานขาดแรงจูงใจในการทำงาน รู้สึกไม่เป็นธรรม ด้านการปรับเปลี่ยนโครงสร้างการทำงาน เป็นการเปลี่ยนแปลงระบบการทำงานภายในองค์กร ในระยะเวลารวดเร็ว บุคลากรไม่มีความพร้อมในการปฏิบัติงาน และไม่มีการชี้แจงให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับทราบล่วงหน้า คือ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างอย่างรวดเร็ว พนักงานไม่มีเวลาเตรียมตัว การสื่อสารที่ไม่ชัดเจน ขาดการแจ้งล่วงหน้า ซึ่งส่งผลกระทบต่อพนักงานในเรื่องความรู้สึกสับสน กังวล เกิดความไม่มั่นคง ด้านการสอนงาน สถานการณ์ที่บุคลากรไม่ได้รับการสอนหรือแนะนำเกี่ยวกับงานที่รับผิดชอบรวมถึงไม่ได้รับโอกาสในการเรียนรู้ที่เท่าเทียมกัน คือพนักงานไม่ได้รับการสอนงาน หรือได้รับการแนะนำไม่เพียงพอ โอกาสในการเรียนรู้ไม่เท่าเทียมกัน ซึ่งมีผลกระทบต่อ พนักงานทำงานผิดพลาด เกิดความท้อแท้ รู้สึกด้อยค่า ด้านการสื่อสาร มีการสื่อสารที่ใช้คำพูด ทำให้เกิดความเข้าใจความหมายผิดและไม่ตรงประเด็นทำให้จับใจความสำคัญผิด การสื่อสารที่ไม่ตรงคน สื่อสารกับคนผิดไม่ได้รับข้อมูลที่ต้องการ คือการใช้คำพูด ใช้น้ำเสียง หรือภาษาที่ไม่เหมาะสม การสื่อสารที่ไม่ชัดเจน ก่อให้เกิดความเข้าใจผิด ซึ่งมีผลกระทบต่อ เกิดความขัดแย้ง การทำงานไม่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งงานวิจัยของ นฤมล จิตรเอื้อ และวิโรจน์ เจษฎาลักษณ์ (2561) การรับรู้ความยุติธรรมในองค์กร 3 ด้าน คือ ด้านกระบวนการด้านผลตอบแทน ด้านปฏิสัมพันธ์ ส่งผลกระทบต่อ ความผูกพันต่อองค์กรด้านจิตใจ พฤติกรรมการทำงานอย่างสร้างสรรค์ และการปฏิบัติงานเชิงนวัตกรรม

2) เพื่อศึกษาวิธีการรับมือกับความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานของบุคลากรสายสนับสนุนสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กรณี ได้แก่ กรณีถูกเอาเปรียบ: พูดคุยกับเพื่อนร่วมงานอย่างสุภาพ อธิบายว่างานนั้นไม่สามารถทำคนเดียวได้ เสนอแนะแนวทางการแบ่งงานที่ยุติธรรม กรณีงานหนัก: เรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับงาน พัฒนาทักษะใหม่ หาวิธีทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จัดลำดับความสำคัญของงาน บริหารเวลาให้เหมาะสม กรณีความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงานไม่ดี: พูดคุยกับเพื่อนร่วมงานอย่างสุภาพ พยายามทำความเข้าใจ มองหาจุดร่วม แสดงน้ำใจไมตรี กรณีไม่พอใจกับหัวหน้า: ปรึกษาเพื่อนร่วมงานที่ไว้ใจได้ พยายามเก็บหลักฐาน พูดคุยกับหัวหน้าอย่างสุภาพ เสนอแนะแนวทางการแก้ไข

4. สรุปผล

ประสบการณ์ความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานของบุคลากรสายสนับสนุน ผลการวิเคราะห์โดยสรุปแสดงให้เห็นว่า ประสบการณ์ความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานของบุคลากรสายสนับสนุน: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยของรัฐแห่งหนึ่งในเขตภาคกลางของประเทศไทย จำแนกได้ 5 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) ความไม่เป็นธรรมเรื่องภาระงานไม่เท่าเทียมเกิดจากการได้รับมอบหมายงานมากว่าเพื่อนร่วมงานคนอื่น หรือได้รับมอบหมายงานนอกเหนือจากภาระงานที่รับผิดชอบ 2) ความไม่เป็นธรรมเรื่องการประเมินผลการปฏิบัติงานส่งผลต่อการพิจารณาปรับเงินเดือนและการเลื่อนตำแหน่งงาน 3) ความไม่เป็นธรรมเรื่องการปรับเปลี่ยนโครงสร้างการทำงาน เป็นการเปลี่ยนแปลงระบบการทำงานภายในองค์กร ในระยะเวลารวดเร็ว บุคลากรไม่มีความพร้อมในการปฏิบัติงาน และไม่มีภาระชี้แจงให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับทราบล่วงหน้า 4) ความไม่เป็นธรรมเรื่องการสอนงาน สถานการณ์ที่บุคลากรไม่ได้รับการสอนหรือแนะนำเกี่ยวกับงานที่รับผิดชอบรวมถึงไม่ได้รับโอกาสในการเรียนรู้ที่เท่าเทียมกัน และ 5) ความไม่เป็นธรรมเรื่องการสื่อสาร มีการสื่อสารที่ใช้คำพูด ใช้น้ำเสียงหรือภาษากายที่ไม่เหมาะสมกระทบกระทั่งกับบุคลากร สื่อสารที่ไม่ชัดเจน ไม่ได้อธิบายสิ่งที่ต้องการอย่างละเอียด ทำให้เกิดความเข้าใจความหมายผิดและไม่ตรงประเด็นทำให้จับใจความสำคัญผิด การสื่อสารที่ไม่ตรงคนสื่อสารกับคนผิดไม่ได้รับข้อมูลที่ต้องการ

สำหรับวิธีการรับมือกับความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานของบุคลากรสายสนับสนุน ผลการวิเคราะห์โดยสรุปวิธีการรับมือกับความไม่เป็นธรรมในที่ทำงานของบุคลากรสายสนับสนุน: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยของรัฐแห่งหนึ่งในเขตภาคกลางของประเทศไทย จำแนกได้ 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ 1) ปรับมุมมองและควบคุมอารมณ์ พยายามใจเย็น มองโลกในแง่ดี และอย่าเก็บมาคิดมาก เรียนรู้ที่จะปล่อยวาง ไม่จมอยู่กับความไม่เป็นธรรมยอมรับความจริงว่าบางสิ่งก็อยู่นอกเหนือการควบคุมของเรา 2) ปรับวิธีการทำงานยอมรับและทำหน้าที่ของตัวเองพยายามปรับตัวและเรียนรู้งานใหม่ หาวิธีทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น พัฒนาตนเองเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับงาน และ 3) ปรึกษาพูดคุยกับเพื่อนร่วมงานหรือหัวหน้างาน ปรึกษาเพื่อนร่วมงานที่ไว้ใจได้ หัวหน้าหรือคนที่สามารถให้คำปรึกษาและช่วยเหลือได้ เสนอแนะแนวทางการแบ่งงานหรือช่วยเหลือกันในทีม

6. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. (2566). *ข้อมูลสถาบันอุดมศึกษา*.

https://info.mhesi.go.th/homestat_academy2.php

นฤมล จิตรเอื้อ และวิโรจน์ เจริญลักษณ์. (2561). *การรับรู้ความยุติธรรมในองค์กรที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการทำงานอย่างสร้างสรรค์และผลการปฏิบัติงานเชิงนวัตกรรมผ่านความผูกพันต่อองค์กรด้านจิตใจของอาจารย์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต. 14(2), 349 – 379.

วัลลภ สันติประชา. (2561). *บทบาทและหน้าที่บุคลากรสายสนับสนุนในการพัฒนาการศึกษาไทย*. วารสารวิชาการ ปชมท.ที่ประชุมสภาข้าราชการพนักงาน และลูกจ้างมหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย (ปชมท.). 7(1), 1-2

อารีรัตน์ สายทอง. (2564). *การพัฒนาบุคลากรสายสนับสนุนของคณะศึกษาศาสตร์ กับ การส่งเสริมการกำหนดระดับตำแหน่งบุคลากรสายสนับสนุนให้สูงขึ้นของมหาวิทยาลัยศิลปากร*. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. 19(12), 162-177.

Marianna, Virtanen., Marko, Elovainio. (2018). *Justice at the Workplace: A Review*. Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics, 27(2):306-315. doi: 10.1017/S0963180117000639

Melissa M. Sloan. 2012. *Unfair Treatment in the Workplace and Worker Well-Being: The Role of Coworker Support in a Service Work Environment*. Work and Occupations. Volume 39 Issue 1, February 2012.

Syed, Tahir, Hussain, Rizvi., Barry, A., Friedman., Rauf, I., Azam. (2017). *Overall Injustice, Workplace Deviance and Turnover Intention Among Educators and Supporters*. 7(1):45-71. doi: 10.15239/J.BRCACADJB.2017.07.01.JA03

ผลลัพธ์ของการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษผ่านหลักสูตรเร่งรัดเพื่อการสื่อสารสำหรับประชาชน ในตำบลสุขไพบูลย์ จังหวัดนครราชสีมา

The Effectiveness of a Five-Day English Vocabulary Program for Children Aged 5-12 in Sukhphaiboon Subdistrict, Nakhon Ratchasima

กัญญ์วรา ตาวีโย¹ เนตรมณี บุญชุมงาม¹ มัทธนะ ศิลเมืองพร¹ และ เมธิกา พ่วงแสง²
Ganvara Tawiyo¹ Netmanee Bunchungam² Mahatthana Silmuangprom³ and
Maythika Puangsang²

¹ นักศึกษา สาขาวิชาภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสากล คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² อาจารย์ หมวดวิชาศึกษาทั่วไป คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

* E-mail: ganvara-t@rmutp.ac.th โทรศัพท์ 0957321389

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลลัพธ์ของการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษผ่านหลักสูตรเร่งรัด 5 วัน ของเด็กอายุ 5-12 โครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับประชาชนในตำบลสุขไพบูลย์ จังหวัดนครราชสีมา (The Effectiveness of a Five-Day English Vocabulary Program for Children Aged 5 - 12 in Sukhphaiboon Subdistrict, Nakhon Ratchasima) โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลองกับกลุ่มตัวอย่างคือเด็กอายุ 5-12 โครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับประชาชนในตำบลสุขไพบูลย์ จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 30 คน ซึ่งถูกคัดเลือกโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 13 แผน และกิจกรรมประกอบ 13 กิจกรรม รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 26 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ และ 3) แบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรม โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ สถิติที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติ t-test แบบ dependent samples (t-test for dependent samples) และสถิติร้อยละ (Percentage) ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลลัพธ์ของการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษผ่านหลักสูตรเร่งรัด 5 วัน สำหรับเด็กอายุ 5-12 ปี ในโครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารในตำบลสุขไพบูลย์ จังหวัดนครราชสีมา ผลคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p=0.865$) 2) ผลการสังเกตพฤติกรรมของเด็กอายุ 5-12 ปี ที่เข้าร่วมกิจกรรมพบว่ามีพฤติกรรมอยู่ในระดับดีและเป็นที่น่าพึงพอใจคิดเป็นร้อยละ 56.67

คำสำคัญ: คำศัพท์ภาษาอังกฤษ พัฒนาการก่อนและหลังเรียน ผลลัพธ์กิจกรรมการเรียนรู้

Abstract

This study aimed to investigate the effectiveness of a five-day intensive English vocabulary learning program designed for children aged 5–12 years old, as part of the English Communication Training Program for residents of Sukhphaiboon Subdistrict, Nakhon Ratchasima Province. The research employed an experimental methodology with a sample group of 30 children, selected using simple random sampling. The research instruments consisted of: 1) 13 structured lesson plans and 13 related learning activities with a total duration of 26 hours; 2) a pre-test and post-test containing 30 items to assess vocabulary knowledge; and 3) an observation checklist for monitoring behavioral engagement during the activities. Quantitative data were analyzed using the dependent samples t-test and percentage statistics. The findings showed that the participants' post-test scores were slightly higher than their pre-test scores, but the difference was not statistically significant ($p = 0.865$). Additionally, behavioral observations indicated that 56.67% of the children demonstrated positive and satisfactory behavior throughout the program.

Keywords: English Vocabulary, Pre- and Post-Learning Development, Learning Activity Outcomes

1. บทนำ

ในปัจจุบันภาษาอังกฤษได้รับการยอมรับในฐานะภาษาสากลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างประเทศและมีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นในการศึกษา การสื่อสารทางธุรกิจ การค้นคว้าหาความรู้ รวมถึงการประกอบอาชีพ การเรียนรู้ภาษาอังกฤษจึงกลายเป็นสิ่งจำเป็นที่ทุกคนโลกทั่วต้องเรียนรู้ โดยเฉพาะในยุคที่เทคโนโลยีและการสื่อสารทำให้โลกเชื่อมต่อกันอย่างรวดเร็ว ภาษาอังกฤษกลายเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างผู้คนจากหลายประเทศที่มีภาษาและวัฒนธรรมที่ต่างกันอย่างสิ้นเชิง (สมเกียรติ อ่อนวิมล, 2555) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการได้ระบุว่า การเรียนรู้ภาษาอังกฤษในกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศนั้นมีความสำคัญในหลายด้าน ไม่เพียงแต่เพื่อการสื่อสารในระดับนานาชาติ แต่ยังเชื่อมโยงไปกับการเรียนรู้เกี่ยวกับภาษาและวัฒนธรรม การพัฒนาความเข้าใจในทักษะการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียนที่จำเป็นต่อการใช้ภาษาอังกฤษได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) การเรียนรู้คำศัพท์เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาทักษะการใช้ภาษาอังกฤษ (พิตรวัลย์, 2540, ดวงเดือน, 2543, วอลเลซ, 1984, ฮาร์เมอร์, 1991) เนื่องจากคำศัพท์เป็นองค์ประกอบหลักในการสื่อสาร หากขาดความรู้ในการใช้คำศัพท์ การสื่อสารอาจเกิดการผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นการเรียนรู้คำศัพท์จึงมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการใช้ภาษาอังกฤษของผู้เรียน ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการติดต่อสื่อสารกับผู้คนจากต่างประเทศได้

นอกจากนี้ การเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษยังมีประโยชน์ต่อการพัฒนาทักษะอื่น ๆ เช่น การอ่านเพื่อความเข้าใจ การเขียน และการใช้ภาษาในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะในเด็กช่วงอายุ 5-12 ปี ซึ่งเป็นช่วงวัยที่มีการพัฒนาการทางภาษาที่สำคัญ เด็กในวัยนี้สามารถเรียนรู้และจดจำคำศัพท์ได้ดี โดยการเชื่อมโยงคำศัพท์ใหม่กับคำศัพท์ที่เคยเรียนรู้แล้ว การพัฒนาทางภาษาของเด็กในช่วงวัยนี้จึงเป็นช่วงเวลาที่สำคัญในการเสริมสร้างทักษะด้านภาษา นอกจากนี้เด็กช่วงอายุ 5-12 ปี มีพัฒนาการทางภาษาที่รวดเร็ว โดยสามารถจดจำคำศัพท์ได้ตั้งแต่ประมาณ 200 ถึง 10,000 คำในช่วงวัยนี้การเรียนรู้คำศัพท์สามารถช่วยเสริมสร้างความสามารถในการใช้ภาษาอังกฤษให้ดีขึ้นและทำให้เด็กมีความมั่นใจในการใช้ภาษาเพื่อการสื่อสารในชีวิตประจำวัน (Imai et al, 2008) อย่างไรก็ตาม ยังพบปัญหาหลายด้านในการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ เช่น การจดจำคำศัพท์ที่ยาก การขาดการใช้สื่อการเรียนการสอนที่หลากหลาย การสอนที่ไม่เน้นการเชื่อมโยงคำศัพท์ในชีวิตจริง ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่ายและขาดแรงจูงใจในการเรียน การเรียนการสอนที่ไม่ได้รับการปรับปรุงตามหลักสูตรใหม่หรือไม่เหมาะสมกับพัฒนาการของเด็กในช่วงวัยนี้ก็เป็นปัญหาหนึ่งที่พบได้บ่อย (กรมวิชากร, กระทรวงศึกษาธิการ 2552)

โครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับประชาชนในตำบลสุขไพบูลย์ จังหวัดนครราชสีมา ได้ออกแบบหลักสูตรเร่งรัด 5 วัน เพื่อให้เด็กในพื้นที่นี้มีโอกาสเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษที่ใช้อยู่ในชีวิตประจำวัน โดยมุ่งเน้นการเรียนรู้คำศัพท์ที่เด็กสามารถนำไปใช้ได้ทันที การเรียนรู้ในรูปแบบนี้ไม่เพียงแต่จะช่วยให้เด็กเรียนรู้คำศัพท์ แต่ยังช่วยเสริมสร้างพัฒนาการทางภาษาของเด็กในช่วงวัยที่กำลังพัฒนา การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงมีความสำคัญในการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรเร่งรัด 5 วัน เพื่อคว้ามั่นผลต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้คำศัพท์ของเด็กอย่างไร และช่วยเพิ่มโอกาสในการพัฒนาทักษะภาษาอังกฤษให้กับเด็กในพื้นที่ห่างไกล ที่อาจขาดแคลนโอกาสในการเรียนรู้ภาษาอังกฤษได้

1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาผลลัพธ์ของการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษผ่านหลักสูตรเร่งรัด 5 วัน ของเด็กอายุ 5-12 โครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับประชาชนในตำบลสุขไพบูลย์ จังหวัดนครราชสีมา

1.2 คำถามของงานวิจัย

ทักษะการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษก่อนเรียนและหลังเรียนของเด็กช่วงอายุ 5-12 ปี มีพัฒนาการที่ต่างกันอย่างไร

1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีหลายงานวิจัยที่น่าสนใจหรือกิจกรรมสนุก ๆ มาใช้ในการเรียนภาษาอังกฤษกับเด็ก นักเรียนได้ผลดีทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียน รวมไปถึงการนำไปใช้ในการประเมินการเรียนการสอน ผู้สอนและพัฒนาหลักสูตรที่เรียน ให้มีความน่าสนใจและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

นริสา กัลยา เพ็ญณี แรธ (2552) ที่ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านหนองปรือโปร่ง จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้เกมเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ซึ่งการจัดกิจกรรมแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุปผล โดยใช้สื่อป้ายภาพคำศัพท์และเกมเพื่อฝึกการออกเสียงและการใช้คำศัพท์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าร้อยละ 70 ตามเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดไว้ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 73.33 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 73.18 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการเรียนรู้ผ่านเกมสามารถช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ

ในทำนองเดียวกัน อาภรณ์ศิริ พลรักษา (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมชนเชิงใหม่พัฒนา จังหวัดร้อยเอ็ด โดยใช้เกมเป็นเครื่องมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เช่นกัน งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการใช้เกม เปรียบเทียบผลก่อนและหลังเรียน และศึกษาความคงทนของความรู้หลังจากการเรียนรู้ผ่านไป 14 วัน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้น ป.4 จำนวน 21 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการเรียนรู้ 8 แผน แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน และแบบทดสอบวัดความคงทน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการทางการเรียนรู้เพิ่มขึ้นโดยมีประสิทธิผลเท่ากับ 0.8427 หรือร้อยละ 84.27 ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อีกทั้งผลการทดสอบยังพบว่า นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และคะแนนหลังเรียนทันทีที่สูงกว่าหลังจากผ่านไป 14 วัน แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้ผ่านเกมไม่เพียงแต่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและจดจำคำศัพท์ได้ดีขึ้นเท่านั้น แต่ยังช่วยเสริมสร้างความคงทนของความรู้ในระยะยาวอีกด้วย

นอกจากนี้ งานวิจัยของ ศุภาพิชญ์ สิงห์ล่อ (2565) ได้ศึกษาในบริบทของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดแหลมพระธาตุ จังหวัดพิษณุโลก โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้คำศัพท์ก่อนและหลังเรียนด้วยเกม และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนการสอนด้วยเกมคำศัพท์ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 10 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ 10 แผน แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ และแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างเห็นได้ชัด โดยมีค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 20.80 และมีค่าความพึงพอใจต่อการใช้เกมในระดับมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 4.65 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านอกจากการใช้เกมจะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้ว ยังสร้างบรรยากาศที่น่าสนใจและทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนรู้มากขึ้น

จากงานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าการนำเกมหรือกิจกรรมที่สนุกสนานมาใช้ในการเรียนภาษาอังกฤษ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น และยังทำให้เด็ก ๆ มีความสนุกและพึงพอใจกับการเรียนอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยครั้งนี้ ที่ต้องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษของเด็กอายุ 5-12 ปี ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นความสนุกและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนและเป็นแนวทางสำคัญที่ควรนำมาปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนภาษาอังกฤษระดับประถมศึกษา

1.4 สมมติฐานงานวิจัย

ความสามารถในการเรียนรู้คำศัพท์ของเด็กอายุ 5-12 ปี โดยใช้แบบทดสอบก่อนและหลังเรียนโดยผลลัพธ์หลังเรียนจะมีผลลัพธ์ที่สูงกว่าแบบทดสอบก่อนเรียน

1.5 กรอบแนวคิดงานวิจัย

ตัวแปรต้น ได้แก่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนระดับชั้นอนุบาล 2 ถึงประถมศึกษาปีที่ 6 ภายใต้อาชีพครู 5 วัน

ตัวแปรตาม ได้แก่

- 1) ความสามารถในการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียน
- 2) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ

1.6 ขอบเขตของการทำงานวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรคือเด็กอายุ 5-12 ปี ในโครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับประชาชนในตำบลสุขไพบูลย์ จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 50 คน

กลุ่มตัวอย่างคือเด็กอายุ 5-12 ปี ในโครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับประชาชนในตำบลสุขไพบูลย์ จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 30 คน โดยใช้การสุ่มแบบสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาที่ใช้ประกอบการเรียนวิชาภาษาอังกฤษในระดับชั้นอนุบาล 2 ถึงประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ โดยมีการใช้เอกสารประกอบการเรียนเกี่ยวกับคำศัพท์ในหมวดหมู่ต่างๆ ร่วมกับเกมที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่สนุกสนานและมีประสิทธิภาพเรื่องละ 2 ชั่วโมง รวม ทั้งหมด 30 ชั่วโมง มีรายละเอียดดังนี้ เรื่องที่ 1 A-Z เรื่องที่ 2 Greeting เรื่องที่ 3 Introduction เรื่องที่ 4 Animals เรื่องที่ 5 Color เรื่องที่ 6 Day and months เรื่องที่ 7 Number เรื่องที่ 8 Family trees เรื่องที่ 9 Occupation เรื่องที่ 10 Season and weather เรื่องที่ 11 Parts of body เรื่องที่ 12 Preposition เรื่องที่ 13 Giving directions

ขอบเขตด้านสถานที่

พื้นที่ทดลองได้แก่ ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กหนองไผ่วิทยา สังกัดอบต.เสิงสาง

ขอบเขตด้านระยะเวลา

ขอบเขตด้านระยะเวลาได้แก่ ทำการวิจัยตั้งแต่วันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2568 ถึง 30 เมษายน พ.ศ. 2568

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

ประสิทธิภาพของการเรียนรู้คำศัพท์ หมายถึง ความสามารถในการจดจำและใช้คำศัพท์ภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หมายถึง เครื่องมือวัดความสามารถของนักเรียนก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนสอบการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนของเด็กช่วงอายุ 5-12 ปี ซึ่งเข้าร่วมโครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับประชาชนในตำบลสุขไพบูลย์ จังหวัดนครราชสีมา

กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การจัดการสอนและเกมที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษของเด็ก

คำศัพท์ภาษาอังกฤษ คือกลุ่มเสียง เสียงพูด หรือลายลักษณ์อักษรที่เขียนขึ้นหรือพิมพ์ขึ้น เพื่อแสดงความคิดเป็นคำที่มีความหมาย

ความรู้ด้านคำศัพท์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการออกเสียงการสะกดคำการบอกความหมายของคำศัพท์ภาษาอังกฤษไปใช้ในโครงสร้างประโยคภาษาอังกฤษ โดยวัดจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

ผลงานวิจัยสามารถนำไปใช้ปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนภาษาอังกฤษในระดับอนุบาล 2 ถึงระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยช่วยให้ผู้สอนสามารถออกแบบกิจกรรมและวิธีการสอนที่เหมาะสมกับพัฒนาการด้านการเรียนรู้คำศัพท์ของเด็กในช่วงวัยนี้

2. วิธีการศึกษา

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ เด็กช่วงอายุ 5-12 ปี ซึ่งเข้าร่วมโครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับประชาชนในตำบลสุขไพบูลย์ จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 50 คน

กลุ่มตัวอย่างได้แก่เด็กช่วงอายุ 5-12 ปี ซึ่งเข้าร่วมโครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับประชาชนในตำบลสุขไพบูลย์ จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 30 คน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ได้มาจากประชากรที่เข้าร่วมการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนจำนวน 50 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เพื่อคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

2.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนระดับชั้นอนุบาล 2 ถึงประถมศึกษาปีที่ 6 ภายใต้อัตลักษณ์ 5 วัน

ตัวแปรตาม ได้แก่

- 1) ความสามารถในการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียน
- 2) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ

2.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ทำการวิจัยตั้งแต่วันที่ 18 มีนาคม พ.ศ. 2568 ถึง 30 เมษายน พ.ศ. 2568

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ วิชาภาษาอังกฤษ ระดับชั้นอนุบาล 2 ถึงประถมศึกษาปีที่ 6 ร่วมกับการเล่นเกมต่าง ๆ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 13 แผน ใช้เวลาในการสอน 1 ชั่วโมง และเล่นเกม 1 ชั่วโมงต่อ 1 แผน รวมทั้งหมด 26 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

แผนการเรียนรู้	เวลา	กิจกรรม	เวลา
แผนการเรียนรู้ที่ 1 A-Z	จำนวน 1 ชั่วโมง	กิจกรรม Fun with the Alphabet	จำนวน 1 ชั่วโมง
แผนการเรียนรู้ที่ 2 Greeting	จำนวน 1 ชั่วโมง	กิจกรรม Mystery Voice	จำนวน 1 ชั่วโมง
แผนการเรียนรู้ที่ 3 Introduction	จำนวน 1 ชั่วโมง	กิจกรรม What is Your Name?	จำนวน 1 ชั่วโมง
แผนการเรียนรู้ที่ 4 Animals	จำนวน 1 ชั่วโมง	กิจกรรม Magic Hands: Find the Words	จำนวน 1 ชั่วโมง
แผนการเรียนรู้ที่ 5 Color	จำนวน 1 ชั่วโมง	กิจกรรม What's Your Color?	จำนวน 1 ชั่วโมง
แผนการเรียนรู้ที่ 6 Day and months	จำนวน 1 ชั่วโมง	กิจกรรม Run and Learn: Days and Months	จำนวน 1 ชั่วโมง
แผนการเรียนรู้ที่ 7 Number	จำนวน 1 ชั่วโมง	กิจกรรม Let's Count in English	จำนวน 1 ชั่วโมง
แผนการเรียนรู้ที่ 8 Family trees	จำนวน 1 ชั่วโมง	กิจกรรม The Missing Family	จำนวน 1 ชั่วโมง
แผนการเรียนรู้ที่ 9 Occupation	จำนวน 1 ชั่วโมง	กิจกรรม Occupation Balloon Pop	จำนวน 1 ชั่วโมง
แผนการเรียนรู้ที่ 10 Season and weather	จำนวน 1 ชั่วโมง	กิจกรรม How's the Weather Today	จำนวน 1 ชั่วโมง
แผนการเรียนรู้ที่ 11 Parts of body	จำนวน 1 ชั่วโมง	กิจกรรม The Amazing Body	จำนวน 1 ชั่วโมง
แผนการเรียนรู้ที่ 12 Preposition	จำนวน 1 ชั่วโมง	กิจกรรม Find Me If You Can	จำนวน 1 ชั่วโมง
แผนการเรียนรู้ที่ 13 Giving directions	จำนวน 1 ชั่วโมง	กิจกรรม Eyes Closed, Find the Way	จำนวน 1 ชั่วโมง

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนภาษาอังกฤษ

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนภาษาอังกฤษจัดทำขึ้นเพื่อวัดความรู้ด้านคำศัพท์ภาษาอังกฤษของเด็กช่วงอายุ 5-12 ปี ที่เข้าร่วมโครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับประชาชนในตำบลสุขไพบูลย์ จังหวัดนครราชสีมา โดยแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย (Multiple Choice) จำนวน 30 ข้อ ผู้จัดทำได้ออกแบบเนื้อหาในแบบทดสอบให้สอดคล้องกับแผนการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ และผู้วิจัยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันทั้งก่อนและหลังการเรียน เพื่อนำคะแนนมาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และประเมินพัฒนาการด้านความรู้คำศัพท์ของผู้เรียนหลังเข้าร่วมกิจกรรม

แบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรม

แบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรมสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมของเด็กช่วงอายุ 5-12 ปี ที่เข้าร่วมโครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับประชาชนในตำบลสุขไพบูลย์ จังหวัดนครราชสีมา โดยเน้นการสังเกตพฤติกรรมขณะเข้าร่วมกิจกรรมเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน 6 ด้าน ได้แก่

1. การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม
2. ความมั่นใจและความกล้าแสดงออก

3. ความสนุกสนานและความเพลิดเพลินในการเข้าร่วมกิจกรรม
4. การมีสมาธิในการทำกิจกรรม
5. การช่วยเหลือผู้อื่นขณะทำกิจกรรม
6. การใช้คำศัพท์ภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องในการตอบคำถามและเล่นกิจกรรม

โดยการให้คะแนน แบ่งออกเป็น 5 ระดับดังนี้คือ

- 5 คะแนน ดีมาก
- 4 คะแนน ดี
- 3 คะแนน ปานกลาง
- 2 คะแนน น้อย
- 1 คะแนน ปรับปรุง

ซึ่งคะแนนรวมจะนำมาแปลผลเพื่อจัดระดับพฤติกรรม ดังนี้

- 21-30 คะแนน ระดับดี
- 11-20 คะแนน ระดับพอใช้
- 0-10 คะแนน ระดับปรับปรุง

ผู้วิจัยจะนำข้อมูลจากแบบสังเกตจะนำมาวิเคราะห์ร่วมกับผลการเรียนรู้ เพื่อประเมินผลลัพธ์ของการจัดกิจกรรมในภาพรวม

2.5 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้

- 1) ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน คำอธิบายรายวิชา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ ระดับชั้นอนุบาลปีที่ 2 ถึงประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมตามช่วงวัยของผู้เรียน
- 2) ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎี แนวคิด และเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนหลักการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาแผนการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังได้กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาย่อย และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหัวข้ออย่างเหมาะสม
- 3) ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้จากเอกสารและแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง แล้วจึงนำความรู้ที่ได้มาพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 13 แผน รวมเวลา 13 ชั่วโมง สำหรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ นอกจากนี้ ยังได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละแผนการสอนอีกจำนวน 13 กิจกรรม รวมเวลา 13 ชั่วโมง เพื่อนำมาใช้ควบคู่กับการจัดการเรียนการสอนจริง รวมทั้งสิ้น 26 ชั่วโมง ดังที่แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 13 แผน

แผนที่	เรื่อง	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรม	จำนวนชั่วโมง
1	A-Z	1	Fun with the Alphabet	1
2	Greeting	1	Mystery Voice	1
3	Introduction	1	What is Your Name?	1
4	Animals	1	Magic Hands: Find the Words	1
5	Color	1	What's Your Color?	1
6	Day and months	1	Run and Learn: Days and Months	1
7	Number	1	Let's Count in English	1
8	Family trees	1	The Missing Family	1
9	Occupation	1	Occupation Balloon Pop	1
10	Season and weather	1	How's the Weather Today	1

แผนที่	เรื่อง	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรม	จำนวนชั่วโมง
11	Parts of body	1	The Amazing Body	1
12	Preposition	1	Find Me If You Can	1
13	Giving directions	1	Eyes Closed, Find the Way	1

4) ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำชี้แนะและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำที่ได้รับ ก่อนที่จะนำไปใช้ในการทดลองสอนจริง

5) ผู้วิจัยนำแผนการสอนที่แก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการสร้างเครื่องมือวิจัย และด้านการศึกษา เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ พร้อมทั้งพิจารณาความถูกต้องชัดเจนของภาษาที่ใช้ โดยค่า IOC (Item-objective Congruence Index) จากการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเกิน 0.5 ขึ้นไป ทุกแผนซึ่งอยู่ในระดับที่เหมาะสม แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้อย่างชัดเจน และสามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6) ผู้วิจัยนำแผนการสอนที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา พิจารณาความสมบูรณ์อีกครั้งและนำไปทดลองกับเด็กช่วงอายุ 5 – 12 ปี ซึ่งอยู่ในระดับชั้นอนุบาลปีที่ 2 ถึงประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน แล้วปรับปรุงเรื่องการพิมพ์ผิด พิมพ์ตกหล่น เวลาในการจัดกิจกรรมไม่สัมพันธ์ตามแผนการเรียนรู้

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนภาษาอังกฤษ

- 1) ศึกษาแนวทางการสร้างแบบทดสอบจากเอกสารต่างๆ
- 2) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ ทั้งหมด 40 ข้อ โดยจะนำไปใช้จริง 30 ข้อ
- 3) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำชี้แนะ
- 4) แก้ไขปรับปรุงแบบทดสอบตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา
- 5) นำแบบทดสอบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางการสอนภาษาอังกฤษ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพโดยคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ โดยข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เกิน 0.5 ขึ้นไป
- 6) นำแบบทดสอบที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะไว้ มาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม
- 7) นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนประถมศึกษาในเขตพื้นที่ระดับชั้นอนุบาลปีที่ 2 จำนวน 5 คน นักเรียนโรงเรียนบ้านสุขไพบูรณ์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 คน ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 13 คน นักเรียนโรงเรียนบ้านเฉลียง - คุรุราษฎร์บำรุงระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 7 คน รวมทั้งหมด 30 คน

8) นำคะแนนที่ได้มาหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากนั้นวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เกณฑ์ความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 - 80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

9) นำแบบทดสอบที่ได้มาหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR-20 ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป โดยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.8 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดี (≥ 0.80) แสดงว่าเครื่องมือมีความน่าเชื่อถือและสามารถใช้ในการวิจัยได้อย่างเหมาะสม

10) นำแบบทดสอบไปใช้กับเด็กช่วงอายุ 5-12 ปี ที่เข้าร่วมโครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับประชาชนในตำบลสุขไพบูรณ์ จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 30 คน

แบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรม

- 1) ศึกษาแนวทางแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรมจากตำราและเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้อง
- 2) ผู้วิจัยจัดทำแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรมเพื่อใช้ในการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนระหว่างเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ โดยใช้รูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ประเมินตามเกณฑ์จำนวน 6 ด้าน ดังนี้

1. การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม
2. ความมั่นใจและความกล้าแสดงออก

3. ความสนุกสนานและความเพลิดเพลินในการเข้าร่วมกิจกรรม
4. การมีสมาธิในการทำกิจกรรม
5. การช่วยเหลือผู้อื่นขณะทำกิจกรรม
6. การใช้คำศัพท์ภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้องในการตอบคำถามและเล่นกิจกรรม
1. กำหนดการให้คะแนนการประเมินผลตามเกณฑ์ ดังนี้

5 คะแนน	ดีมาก
4 คะแนน	ดี
3 คะแนน	ปานกลาง
2 คะแนน	น้อย
1 คะแนน	ปรับปรุง

2. กำหนดเกณฑ์การแปลผลคะแนนรวม เพื่อจัดระดับพฤติกรรม ดังนี้

21-30 คะแนน	ระดับดี
11-20 คะแนน	ระดับพอใช้
0-10 คะแนน	ระดับปรับปรุง

3) นำแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรมที่สร้างขึ้นเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อรับความเห็นชอบและให้คำชี้แนะ

4) แก้ไขปรับปรุงแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรมตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

5) นำแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรมเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางการสอนภาษาอังกฤษ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพ โดยคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรม โดยแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรมที่ผ่านเกณฑ์จะต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เกิน 0.5 ขึ้นไป ซึ่งในงานวิจัยนี้มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00

6) นำแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรมที่ผู้เชี่ยวชาญที่ได้เสนอแนะไว้ มาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม

7) นำแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรมไปใช้กับเด็กช่วงอายุ 5-12 ปี ที่เข้าร่วมโครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับประชาชนในตำบลสุขไพบูลย์ จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 30 คน

2.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นเตรียมการ

1) ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎี แนวคิด และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ กิจกรรมประกอบการสอน และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2) ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการจัดการการเรียนรู้และออกแบบกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหาคำศัพท์ภาษาอังกฤษ พร้อมทั้งดำเนินการคัดเลือกกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่างอย่างเหมาะสม

3) ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างการทำกิจกรรม จากนั้นได้นำเสนอเครื่องมือดังกล่าวต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำ และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสม และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

4) ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมไปใช้ทดลองกับกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน เพื่อทดสอบความเหมาะสมของเครื่องมือก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย

5) ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับกลุ่มทดลองมาวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (KR-20) เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

6) เมื่อเครื่องมือได้รับการปรับปรุงจนมีคุณภาพเหมาะสมแล้ว ผู้วิจัยจึงดำเนินการเข้าสู่ขั้นตอนการทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่างตามที่กำหนด

ขั้นตอนการทดลอง

- 1) ผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย แนวทางการจัดการเรียนรู้ และวิธีการประเมินผลการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษแก่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นเด็กช่วงอายุระหว่าง 5-12 ปี ที่เข้าร่วมโครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับประชาชนในตำบลสุขไพบูลย์ จังหวัดนครราชสีมา
- 2) ผู้วิจัยดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) เพื่อประเมินความรู้พื้นฐานของผู้เรียนก่อนเข้าร่วมกิจกรรม
- 3) ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 13 แผน ภายในระยะเวลา 5 วัน รวมทั้งสิ้น 26 ชั่วโมง โดยกิจกรรมแต่ละแผนออกแบบให้เหมาะสมกับช่วงวัยของผู้เรียน และส่งเสริมการเรียนรู้คำศัพท์ผ่านเกมและกิจกรรมเชิงสร้างสรรค์
- 4) ในระหว่างการจัดกิจกรรม ผู้วิจัยได้ใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการมีส่วนร่วม ความสนใจ และพัฒนาการด้านทักษะการใช้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ
- 5) ภายหลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อีกครั้ง โดยใช้แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรม
- 6) ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลทั้งหมด ได้แก่ คะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน รวมถึงผลการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อสรุปผลการวิจัย

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิจัยแบบทดลอง (Experimental Research) และมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One group Pretest – Posttest Design) ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) ดังนี้

1) ผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันจำนวน 30 ข้อ ทำการทดสอบก่อนและหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ เพื่อนำคะแนนมาเปรียบเทียบโดยใช้ สถิติ t-test แบบ dependent samples (t-test for dependent samples) เพื่อวิเคราะห์ว่ามีค่าความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ผลการศึกษาแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรม

ผู้วิจัยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้คำศัพท์ โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมที่มีเกณฑ์ประเมิน 6 ด้าน ได้แก่

1. การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม
2. ความมั่นใจและกล้าแสดงออก
3. ความสนุกสนานในการเข้าร่วมกิจกรรม
4. การมีสมาธิ
5. การช่วยเหลือผู้อื่น
6. การใช้คำศัพท์ภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้อง

ผู้วิจัยจะให้คะแนนพฤติกรรมในแต่ละด้านโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คะแนนรวมเต็ม 30 คะแนน และจำแนกระดับพฤติกรรมออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่

21-30 คะแนน ระดับดี

11-20 คะแนน ระดับพอใช้

0 -10 คะแนน ระดับปรับปรุง

ข้อมูลที่ได้จะถูกวิเคราะห์โดยใช้ สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) เพื่อแจกแจงระดับพฤติกรรมของนักเรียนในภาพรวม

2.8 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1) สถิติเชิงพรรณนา

ค่าเฉลี่ย (Mean)

สูตรการหาค่า ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

 $\bar{X}$ ค่าเฉลี่ย (Mean) $\sum X$ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n จำนวนข้อมูล

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

สูตรการหาค่า ดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (\text{สำหรับกลุ่มตัวอย่าง})$$

S.D. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

X คะแนนรายบุคคล

 $\bar{X}$ ค่าเฉลี่ย

n จำนวนข้อมูล

ร้อยละ (Percentage) สำหรับข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรม

สูตรการหาค่า ดังนี้

$$\text{Percentage} = \left(\frac{X}{X_{\max}} \right) \times 100$$

X คะแนนที่ได้รับ

X max คะแนนเต็ม

Percentage ผลลัพธ์คือเปอร์เซ็นต์ของคะแนน

2) สถิติเชิงอนุมาน

ใช้ t-test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีความสัมพันธ์กัน (Paired Sample t-test) เพื่อตรวจสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียน

สูตรการหาค่า ดังนี้

$$t = \frac{\bar{D}}{SD_D / \sqrt{n}}$$

t ค่าสถิติ t

D ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน

SD D ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง

n จำนวนคู่ของข้อมูล (จำนวนผู้เรียน)

3) สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

ค่าความเที่ยงตรง (Validity) ตรวจสอบโดยใช้ สูตร IOC (Index of Item-Objective Congruence) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ค่าที่ผ่านเกณฑ์ต้องมากกว่า 0.50

สูตรการหาค่า ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

IOC Index of Item-Objective Congruence

$\sum R$ ผลรวมของค่าคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญให้ (เช่น -1, 0, +1)

N จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ให้คะแนน

ค่าความยากง่าย (p) คำนวณเพื่อดูความเหมาะสมของระดับความยากของแต่ละข้อ ค่าที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 0.20 – 0.80

สูตรการหาค่า ดังนี้

$$p = \frac{X}{T}$$

p ค่า difficulty (ค่าความยากง่าย)

X จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้น

T จำนวนผู้สอบทั้งหมด

ค่าอำนาจจำแนก (r) ใช้เพื่อดูความสามารถของข้อสอบในการแยกแยะผู้มีความรู้มากและน้อย ค่า r ที่เหมาะสมควรมากกว่า 0.20

สูตรการหาค่า ดังนี้

$$r = \frac{(X_H - X_L)}{n/2}$$

R ค่าอำนาจจำแนก

X H คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง

X L คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

n จำนวนผู้สอบทั้งหมด

ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder-Richardson Formula 20) ซึ่งค่าที่เหมาะสมควรมีค่าตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป โดยในการศึกษานี้ แบบทดสอบมีค่า KR-20 เท่ากับ 0.80 แสดงว่าเครื่องมือมีความน่าเชื่อถือในระดับดี

สูตรการหาค่า ดังนี้

$$KR_{20} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right)$$

KR 20 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k จำนวนข้อในแบบทดสอบ

p สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

q=1-p

$\sum pq$ ผลรวมของค่า

p q ทุกข้อ

σ^2 ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์การทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 1 ชุด มีข้อคำถามทั้งหมด 30 ข้อ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุระหว่าง 5-12 ปี ที่เข้าร่วมโครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับประชาชนในตำบลสุขไพบุลย์ จังหวัดนครราชสีมา จำนวนทั้งสิ้น 30 คน โดยได้ใช้ สถิติ t-test แบบ dependent samples (t-test for dependent samples) เพื่อวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ปรากฏผล ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตัวแปร	N	X-BAR	S.D.	t	df	p (Sig)
Pretest	30	21.63	6.91			
Posttest	30	21.73	6.45	0.17	29	0.87

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญที่ระดับ .05, df = 29 (p < .05)

จากตารางที่ 3 พบว่าเด็กอายุระหว่าง 5-12 ปี ที่เข้าร่วมโครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับประชาชนในตำบลสุขไพบุลย์ จังหวัดนครราชสีมา จำนวนทั้งสิ้น 30 คน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียน ($\bar{X}$ = 21.73, S.D. = 6.45) สูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนเรียนเพียงเล็กน้อย ($\bar{X}$ = 21.63, S.D. = 6.91) โดยผลการทดสอบ t-test ได้ค่า t = 0.171 และค่า p = 0.865 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ที่ .05 ดังนั้นสรุปได้ว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็กก่อนและหลังเรียนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมของเด็กอายุระหว่าง 5-12 ปี ที่เข้าร่วมโครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสำหรับประชาชนในตำบลสุขไพบุลย์ จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมที่มีเกณฑ์ประเมิน 6 ด้าน ได้แก่ 1. การให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม 2. ความมั่นใจและกล้าแสดงออก 3. ความสนุกสนานในการเข้าร่วมกิจกรรม 4. การมีสมาธิ 5. การช่วยเหลือผู้อื่น 6. การใช้คำศัพท์ภาษาอังกฤษได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยได้ให้คะแนนพฤติกรรมในแต่ละด้านโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คะแนนรวมเต็ม 30 คะแนน และจำแนกระดับพฤติกรรมออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับดี ระดับพอใช้ ระดับปรับปรุง โดยใช้สถิติ ร้อยละ (Percentage) เพื่อแจกแจงระดับพฤติกรรมของนักเรียนในภาพรวม ปรากฏผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระดับพฤติกรรมของนักเรียนในภาพรวม

ระดับคะแนนรวม	ช่วงคะแนน	จำนวนนักเรียน	คิดเป็น (%)
ระดับดี	21-30	17 คน	56.67%
ระดับพอใช้	15-20	13 คน	43.33%
ระดับปรับปรุง	0-10	0 คน	0.00%

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพฤติกรรมในระดับดี จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 56.67 รองลงมาในระดับพอใช้ จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 43.33 และไม่มีนักเรียนที่อยู่ในระดับปรับปรุง สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้คำศัพท์ส่งเสริมพฤติกรรมในทางบวกของนักเรียนได้ในระดับที่น่าพึงพอใจ

3.2 อภิปรายผล

จากสมมติฐานของการวิจัยที่ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษของเด็กอายุ 5-12 ปี ภายหลังเข้าร่วมกิจกรรมเรียนรู้ตามหลักสูตรเร่งรัด 5 วัน จะสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยพบว่าเด็กที่เข้าร่วมโครงการมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 21.63 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 21.73 ซึ่งแม้จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.865) ผลลัพธ์นี้สะท้อนว่ากิจกรรมที่ใช้ แม้จะช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมและความสนุกสนาน

ของผู้เรียน แต่ยังไม่สามารถผลักดันให้เกิดการพัฒนาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ชัดเจนภายในระยะเวลาสั้น 5 วัน ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้และเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ นริสา กัลยา และเพ็ญณี แร่อท (2552) ซึ่งใช้เกมและสื่อภาพคำศัพท์ในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 73.33 และมีผู้เรียนผ่านเกณฑ์ถึงร้อยละ 73.18 ซึ่งสูงกว่างานวิจัยนี้อย่างชัดเจน ความแตกต่างนี้อาจมาจากระยะเวลาการจัดกิจกรรมที่นานกว่า รวมถึงการเครื่องมือหลักในการดำเนินกิจกรรมอย่างชัดเจน ทำให้นักเรียนสามารถฝึกฝนได้อย่างสม่ำเสมอและเชื่อมโยงคำศัพท์กับสถานการณ์การใช้จริงได้ดีขึ้น ในทำนองเดียวกันงานวิจัยของ อาภรณ์ศิริ พลรักษา (2561) ที่ศึกษาการเรียนรู้คำศัพท์ผ่านเกมในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก็พบว่าผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และมีประสิทธิผลการเรียนรู้ถึงร้อยละ 84.27 ซึ่งสะท้อนถึงความสำเร็จของการออกแบบกิจกรรมและแบบทดสอบให้สอดคล้องกันอย่างมีระบบ ทั้งยังใช้เวลาในการจัดกิจกรรมยาวนานกว่า และมีการติดตามผลระยะยาว ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยที่สนับสนุนผลสัมฤทธิ์ที่เด่นชัด ทั้งนี้ยังมีงานวิจัยของ ศุภาพิชญ์ สิงห์ลอ (2565) ซึ่งมีรูปแบบแผนการสอนและการจัดกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้ โดยเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษผ่านเกมให้กับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 20.80 จากคะแนนเต็ม 30 ซึ่งมีค่าที่ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยหลังเรียนในงานวิจัยนี้ที่เท่ากับ 21.73 อย่างไรก็ตามผลการวิจัยของศุภาพิชญ์แสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าอย่างมีนัยสำคัญจากคะแนนก่อนเรียน ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากกลุ่มตัวอย่างในงานของศุภาพิชญ์มีพื้นฐานทางคำศัพท์ที่ต่ำกว่าตั้งแต่เริ่มต้น แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้ที่มีคะแนนก่อนเรียนอยู่ในระดับค่อนข้างสูง เนื่องจากผู้เรียนหลายคนมีพื้นฐานทางคำศัพท์มาก่อน อีกทั้งกลุ่มตัวอย่างยังประกอบด้วยนักเรียนที่มีช่วงอายุหลากหลายและมาจากหลายระดับชั้น จึงอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้การเปลี่ยนแปลงของคะแนนโดยรวมไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังเรียนแม้ผลคะแนนจะไม่เป็นไปตามสมมติฐาน

แต่จากการสังเกตพฤติกรรมของเด็กในระหว่างเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ พบว่าเด็กส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้น สนใจ และมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะกิจกรรมที่มีลักษณะเคลื่อนไหว ใช้สื่อหลากหลาย หรือมีลักษณะของการเล่นเกม ซึ่งช่วยกระตุ้นการมีส่วนร่วมอย่างเด่นชัด เช่น การทำงานกลุ่ม การตอบคำถาม และการเล่นเกมกับเพื่อน เด็กแสดงออกถึงสมาธิ ความร่วมมือ และปฏิสัมพันธ์เชิงบวก อีกทั้งมีความมั่นใจมากขึ้นในการใช้คำศัพท์และประโยคง่าย ๆ เช่น “Hello”, “My name is...”, และ “Thank you” แม้บางคนจะเสียสมาธิในบางช่วง แต่เมื่อกิจกรรมมีความน่าสนใจ หรือมีแรงจูงใจจากผู้สอน เช่น คำชม หรือของรางวัลเล็ก ๆ เด็กจึงหันกลับมามีส่วนร่วมอีกครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Vygotsky (1978) ที่ชี้ให้เห็นว่า การเรียนรู้ที่ดีที่สุดจะเกิดขึ้นได้เมื่อเด็กได้รับการสนับสนุนจากผู้ใหญ่หรือเพื่อนในบริบทที่ทำนายพอเหมาะในเขตพัฒนาการใกล้เคียง (Zone of Proximal Development) นอกจากนี้ผลการสังเกตดังกล่าวยังสอดคล้องกับงานของศุภาพิชญ์ สิงห์ลอ (2565) ที่พบว่า การใช้กิจกรรมเกมในการเรียนการสอนช่วยส่งเสริมพฤติกรรมเรียนรู้เชิงบวก และเพิ่มความสนใจของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น แม้คะแนนแบบทดสอบจะยังไม่เปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน แต่พฤติกรรมของเด็กที่กล้าแสดงออก สนุกสนานกับการเรียนรู้ และสามารถใช้คำศัพท์เบื้องต้นได้อย่างมั่นใจ ถือเป็นพัฒนาการที่ก้าวกระโดดและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของกิจกรรมในเชิงพฤติกรรมและทักษะการใช้ภาษา

4. สรุปผล

4.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลลัพธ์ของการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษผ่านหลักสูตรเร่งรัด 5 วัน สำหรับเด็กอายุ 5-12 ปี จำนวน 30 คน ในโครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารในตำบลสุขไพบุลย์ จังหวัดนครราชสีมา ผู้เรียนได้รับกิจกรรมตามแผนการสอน 13 แผน รวมเวลาเรียน 26 ชั่วโมง สรุปผลได้ดังนี้

- 1) ผลลัพธ์ของการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษผ่านหลักสูตรเร่งรัด 5 วัน สำหรับเด็กอายุ 5-12 ปี ในโครงการอบรมภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารในตำบลสุขไพบุลย์ จังหวัดนครราชสีมา ผลคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- 2) ผลการสังเกตพฤติกรรมของเด็กอายุ 5-12 ปี ที่เข้าร่วมกิจกรรมพบว่าพฤติกรรมอยู่ในระดับดีและเป็นที่น่าพึงพอใจ

4.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

- 1) ผู้สอนควรจัดการเรียนการสอนอย่างมีระบบ โดยอธิบายเนื้อหาอย่างชัดเจน ใช้ภาษาที่เหมาะสมกับวัย และควรมีการสรุปเนื้อหาทุกครั้งหลังจบกิจกรรม เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจและการนำไปใช้จริงของผู้เรียน
- 2) ผู้สอนควรเลือกใช้กิจกรรมที่หลากหลายและเหมาะสมกับช่วงวัย เช่น เกม เพลง นิทาน และกิจกรรมเคลื่อนไหว เพื่อกระตุ้นความสนใจและทำให้ทุกคนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างสนุกสนาน
- 3) ควรขยายระยะเวลาในการเรียนรู้ จาก 5 วัน เป็นอย่างน้อย 2-3 สัปดาห์ เพื่อเพิ่มโอกาสในการฝึกฝน ทบทวนซ้ำ และเชื่อมโยงคำศัพท์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งจะช่วยให้ความรู้มีความคงทนและใช้งานได้จริงมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอในการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 1) ควรทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุมากขึ้นหรือมีจำนวนมากขึ้น เช่น นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อศึกษาพัฒนาการการเรียนรู้ระหว่างช่วงวัย และประเมินผลของกิจกรรมในกลุ่มที่มีความหลากหลายทั้งในด้านพฤติกรรมและความสามารถทางภาษา ซึ่งจะช่วยให้ผลการวิจัยมีความครอบคลุมและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้มากยิ่งขึ้น
- 2) ควรจัดการเรียนการสอนที่เน้นเนื้อหาในรูปแบบประโยคมากขึ้น เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกการสนทนาในสถานการณ์ที่หลากหลาย และสามารถใช้คำศัพท์ควบคู่กับโครงสร้างประโยคได้อย่างถูกต้องตามหลักไวยากรณ์
- 3) ควรทดลองใช้สื่อการสอนแบบใหม่ เช่น เพลงภาษาอังกฤษ นิทานภาษาอังกฤษ เกมภาษาอังกฤษแบบออนไลน์และบทสนทนาภาษาอังกฤษจากเจ้าของภาษา เพื่อดึงดูดความสนใจและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกสนทนาโดยใช้คำศัพท์ได้ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์

5. กิตติกรรมประกาศ

นักศึกษาขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.เมธิกา พ่วงแสง ที่คอยให้คำแนะนำระหว่างการทำงานวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณ สาขาวิชาภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารสากล คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่สนับสนุนให้ได้มีโอกาสในการนำเสนอผลงานวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- นริสา กลยา, เพ็ญณี แนนท. (2552). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เกม. วารสารการศึกษาของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 13(2), 25-45.
- อารมณ์ศิริ พลรักษา. (2561). การพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษโดยใช้เกมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมชนเชียงใหม่พัฒนา อำเภอโพธิ์ชัย จังหวัดร้อยเอ็ด. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาภาษาอังกฤษศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ศุภาพิชญ์ สิงห์ล. (2565). การใช้เกมคำศัพท์เพื่อพัฒนาการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดแหลมพระธาตุ จังหวัดพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาภาษาอังกฤษศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สมเกียรติ อ่อนวิมล. (2555). คอลัมน์บันทึกอาเซียน: อาเซียนกับการศึกษาไทย. เดลินิวส์.

การพัฒนาบุคลิกภาพนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมผ่านการจัดการเรียนรู้ ด้วยแอปพลิเคชัน ClassDojo

The Development of Industrial Education Student Teachers' Personality through Instructional Management Using the ClassDojo Application.

ณัฐวุฒิ นามบุตดี^{1*} และ สุนารี รชตารุจ¹

Nattawut Nambuddee^{1*} and Sunaree Rachataruj¹

¹ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร

¹ Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok, THAILAND

* E-mail: nuttawut.n@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบคะแนนบุคลิกภาพของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชัน ClassDojo ภายในกลุ่มทดลอง และ 2) เปรียบเทียบคะแนนบุคลิกภาพระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมภายหลังการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต จำนวน 40 คน ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 20 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน เครื่องมือวิจัยคือ แบบประเมินบุคลิกภาพตามแนวคิด Big Five Personality Traits¹ ซึ่งผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC=0.80–1.00) และมีค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธี Cronbach's alpha เท่ากับ 0.87 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา Paired Samples t-test, Independent Samples t-test และทดสอบความแปรปรวนด้วย Levene's Test ผลการวิจัยพบว่า 1) ภายในกลุ่มทดลอง คะแนนบุคลิกภาพหลังการเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชัน ClassDojo สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) แสดงถึงประสิทธิผลของแอปพลิเคชันในการส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการรับรู้ตนเองในเชิงบวก และ 2) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนบุคลิกภาพสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญในบางด้าน โดยเฉพาะด้านความกล้าแสดงออก และการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ($p < .05$)

คำสำคัญ: แอปพลิเคชัน ClassDojo, บุคลิกภาพ, นักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

Abstract

This research aimed 1) to compare the personality scores of Industrial education student teachers before and after the instructional implementation using the ClassDojo application within the experimental group, and 2) to compare the post-intervention personality scores between the experimental and control groups. The sample consisted of 40 undergraduate students from the Bachelor of Industrial Education Program, selected by simple random sampling and divided into an experimental group (n=20) and a control group (n=20). The research instrument was a personality assessment adapted from the Big Five Personality Traits framework¹. Its content validity was verified by experts (IOC=0.80–1.00), and the reliability was confirmed by Cronbach's alpha coefficient of 0.87. Data were analyzed using descriptive statistics, Paired Samples t-test, Independent Samples t-test, and Levene's Test for equality of variances. The findings revealed that: 1) within the experimental group, post-test personality scores were significantly higher than pre-test scores ($p < .05$), indicating that the ClassDojo application effectively enhanced personality development by encouraging engagement, self-awareness, and real-time positive feedback. 2) Post-intervention comparisons showed that the experimental group outperformed the control group in certain traits, particularly assertiveness and classroom participation ($p < .05$).

Keywords: ClassDojo Application, Personality, Industrial Education Student Teachers

1. บทนำ

ปัจจุบัน เทคโนโลยีมีความหลากหลายขึ้น ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นอย่างมาก ดังนั้นในการเรียนการสอนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนารูปแบบที่ทันสมัยตามไปด้วย การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญได้ให้ความสนใจกับการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมทักษะด้านต่าง ๆ รวมถึงการพัฒนาบุคลิกภาพ จึงเกิดแนวทางใหม่ คือการจัดการเรียนรู้ผ่านโทรศัพท์มือถือ หรือที่เรียกว่า M-Learning เป็นนวัตกรรมที่มีใช้อย่างแพร่หลายในศตวรรษที่ 21 ในระบบจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ โดยผ่านโปรแกรมหรือที่เรียกว่า แอปพลิเคชัน (Application) ซึ่งแอปพลิเคชัน ClassDojo เป็นหนึ่งในเครื่องมือที่ได้รับความนิยม โดยเฉพาะในต่างประเทศ สำหรับการบริหารจัดการพฤติกรรมของนักเรียน ด้วยรูปแบบการให้คะแนนและเสริมแรงทางบวกแก่ผู้เรียน ซึ่งเอื้อต่อการพัฒนาเจตคติ พฤติกรรม และบุคลิกภาพของผู้เรียนในระยะยาว การใช้ ClassDojo เป็นโปรแกรมที่มีประโยชน์ในการจัดกิจกรรมในห้องเรียน สอดคล้องกับการเรียนการสอนในยุคศตวรรษที่ 21 ที่ให้ผู้เรียนสามารถนำทักษะทางเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนได้

ClassDojo เป็นแอปพลิเคชันใช้ในการบริหารจัดการชั้นเรียนที่มีประสิทธิภาพวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ที่มีการผสมผสานวิธีการสอนและวิธีการประเมินที่หลากหลายได้เป็นอย่างดี สามารถเพิ่มผู้มีส่วนร่วมได้มากมาย และยังสามารถใช้บนอุปกรณ์ต่างๆ ได้ทุกชนิด เช่น ผู้สอน นักศึกษา และผู้ปกครอง เป็นต้น การใช้แอปพลิเคชัน ClassDojo ร่วมกับการเรียนรู้แบบเกม (Gamification) ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีศักยภาพในการส่งเสริมพฤติกรรมที่พึงประสงค์และพัฒนาทักษะทางสังคมของนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Barahona Mora (2020) ที่พบว่า การใช้โปรแกรม ClassDojo ในการจัดการพฤติกรรมในชั้นเรียนสามารถลดพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์และเพิ่มพฤติกรรมที่พึงประสงค์ได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ การศึกษางานวิจัยของ Benzizoune (2024) ยังชี้ให้เห็นว่า การใช้โปรแกรม ClassDojo ที่มีฟีเจอร์ AI สามารถเพิ่มการมีส่วนร่วมและการมีระเบียบวินัยของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สถาบันอุดมศึกษามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาศักยภาพของนักศึกษา โดยการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรนอกห้องเรียน เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษารู้จักและเข้าใจตนเอง ตลอดจนเกิดความตระหนักรู้ว่าการเป็นบัณฑิตที่สมบูรณ์ควรได้รับการพัฒนารอบด้าน ทั้งด้านร่างกาย จิตใจ สังคม สติปัญญา บุคลิกภาพ และพัฒนาภาวะสู่ความเป็นผู้ใหญ่ที่สมบูรณ์มากขึ้น (สำนักส่งเสริมและพัฒนา ศักยภาพนักศึกษา, 2563) สอดคล้องกับบรรณวโรบายายด้านการศึกษารองในหลวงรัชกาลที่ 10 ที่มุ่งสร้างพื้นฐานให้แก่ผู้เรียนใน 2 ด้าน คือ ส่งเสริมให้เยาวชนมีทัศนคติที่ถูกต้องและการศึกษาต้องมุ่งสร้างพื้นฐานชีวิตหรืออุปนิสัยที่มั่นคงเข้มแข็ง อาทิ การสร้างบุคลิกภาพ และอุปนิสัยที่ดีงาม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนั้น การพัฒนาบุคลิกภาพของครูช่างอุตสาหกรรมถือเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างความเชื่อมั่นและความน่าเชื่อถือให้แก่ผู้เรียน โดยเฉพาะในบริบทของการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาและเทคโนโลยี ซึ่งบุคลิกภาพของครูไม่เพียงแต่สะท้อนถึงความเป็นมืออาชีพ แต่ยังส่งผลต่อบรรยากาศในห้องเรียน การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน และการเป็นแบบอย่างที่ดีในด้านความมีวินัย ความกล้าแสดงออก ความรับผิดชอบ และการประพฤติตนอย่างเหมาะสม

จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการพัฒนาบุคลิกภาพนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรมผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน ClassDojo โดยหวังว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีร่วมกับการส่งเสริมพฤติกรรมด้านบุคลิกภาพนี้ จะเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาคุณลักษณะของครูช่างอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ

1.1 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนบุคลิกภาพของนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม ก่อนและหลังการใช้แอปพลิเคชัน ClassDojo ในกลุ่มทดลอง
- 2) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนบุคลิกภาพของนักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการใช้แอปพลิเคชัน ClassDojo

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ouafae Benzizoune (2566) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการบูรณาการแอปพลิเคชัน ClassDojo ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มการเรียนรู้แบบเกมมิฟิเคชันที่เสริมด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ต่อการจัดการชั้นเรียนและการมีส่วนร่วมของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในเมืองคาซาบลังกา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทั้งในด้านการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และการจัดการพฤติกรรมในชั้นเรียน โดยนักเรียนแสดงออกถึงระดับความสามารถในการควบคุมตนเองและแรงจูงใจภายในที่สูงขึ้น มีพฤติกรรมเชิงบวกเพิ่มมากขึ้น และพฤติกรรมเชิงลบน้อยลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เจาะการปรับแต่งแบบรายบุคคลที่ขับเคลื่อนด้วย AI ของแอปพลิเคชัน ClassDojo มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีความน่าสนใจและตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนได้ดี ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้เกมมิฟิเคชัน และ AI ในบริบทของการศึกษา

อาอูเอสะ เจริชอ และคณะ (2561) ได้ศึกษาเรื่อง การใช้แอปพลิเคชัน ClassDojo ในการพัฒนาความสนใจในการเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับความพึงพอใจต่อการใช้แอปพลิเคชัน ClassDojo และ Socrative ของนักศึกษาระดับ ปวส.2 แผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยการอาชีพปัตตานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ผลการวิจัยพบว่า คะแนนความสนใจในการเรียนหลังใช้แอปพลิเคชัน ClassDojo มีคะแนนสูงกว่าก่อนใช้แอปพลิเคชัน ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสนใจก่อนและหลังการใช้แอปพลิเคชัน ClassDojo สรุปได้ว่าความสนใจในการเรียนโดยใช้แอปพลิเคชันสูงกว่าก่อนใช้แอปพลิเคชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยรวมมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 80.18

ภรณ์ทิศา กระรัตน์ (2566) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับแอปพลิเคชัน ClassDojo เพื่อส่งเสริมวินัยเชิงบวกของนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับแอปพลิเคชัน ClassDojo เพื่อส่งเสริมวินัยเชิงบวกของเด็กอนุบาลชั้นปีที่ 3 จำนวน 18 ชุด ได้แก่ แผนการเรียนรู้ นิทานสร้างวินัย สื่อประกอบการสอน และชุดอุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างวินัยเชิงบวก มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด นักเรียนมีพฤติกรรมความมีวินัยเชิงบวกระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับแอปพลิเคชัน ClassDojo มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ พฤติกรรมความมีวินัยเชิงบวกของนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับแอปพลิเคชันแอปพลิเคชัน ClassDojo สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

นงลักษณ์ ไหว้พรหม และ เพ็ญภา ทองคำ (2565) ได้ศึกษา แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบบุคลิกภาพของนักศึกษามหาวิทยาลัยไทยจากตัวชี้วัดไมเยอร์ บริงส์ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีรูปแบบบุคลิกภาพทั้งหมด 8 รูปแบบ ได้แก่ อยู่กับความเป็นจริง ชอบเสาะหาข้อเท็จจริง มีความละเอียดอ่อน เป็นผู้ปกป้องที่ดี จินตนาการสูง เป็นนักคิดกลยุทธ์ที่มีแผนการ กล้าหาญและเป็นนักทดลองที่อยู่บนพื้นฐานความเป็นจริง มีความยืดหยุ่นสูง และเป็นศิลปิน ฉลาด กระฉับกระเฉง และเข้าใจผู้อื่นได้เป็นอย่างดี ใช้สัญชาตญาณ กระฉับกระเฉง และกระตือรือร้น ฉลาดและเป็นนักคิดลักษณะบุคลิกภาพจำแนกตามคณะของนักศึกษาเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

กิตติยา ฤทธิภักดี และคณะ (2568) ได้ศึกษา การศึกษาความพึงพอใจของครูพี่เลี้ยงที่มีต่อคุณภาพของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ สาขาวิชาการศึกษาปฐมวัย วิทยาลัยชุมชนสตูล ผลการศึกษาพบว่า ความพึงพอใจของครูพี่เลี้ยงที่มีต่อนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพสาขาวิชาการศึกษาปฐมวัย ทั้ง 8 ด้าน โดยรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\mu=4.56$, $s=0.39$) โดยนักศึกษามีความโดดเด่นด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน ($m=4.69$, $s=0.51$) รองลงมาคือ บุคลิกภาพ ($m=4.66$, $s=0.48$) การทำงานร่วมกับผู้อื่น ($m=4.55$, $s=0.47$) ความรู้ในวิชาเฉพาะ ($m=4.49$, $s=0.51$) วินัยในการปฏิบัติงาน ($m=4.44$, $s=0.56$) ความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ($m=4.43$, $s=0.42$) ทักษะการสื่อสาร ($m=4.42$, $s=0.45$) และทักษะการแก้ปัญหา ($m=4.39$, $s=0.50$) ตามลำดับ 2) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมพบว่า ควรเพิ่มความรู้ ทักษะในการปฏิบัติงาน สร้างความเชื่อมั่นในตนเองให้นักศึกษา และควรมีการประสานงานระหว่างสถานศึกษากับสถานศึกษาอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ

2.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

2.2.1 ขอบเขตการวิจัย

2.2.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวนทั้งสิ้น 40 คน โดยแบ่งกลุ่มแบบการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) กลุ่มทดลองจำนวน 24 คน ได้แก่ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล และสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ และกลุ่มควบคุม ได้แก่ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 16 คน

2.2.1.2 ตัวแปรที่ศึกษา

- 1) ตัวแปรอิสระ คือ แอปพลิเคชัน ClassDojo
- 2) ตัวแปรตาม คือ คะแนนการเปลี่ยนแปลงบุคลิกภาพ

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือวิจัย 2 ประเภท ได้แก่

2.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แอปพลิเคชัน ClassDojo ซึ่งเป็นโปรแกรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นการมีส่วนร่วมและการเสริมแรงทางบวก (Positive Reinforcement) ผู้วิจัยนำแอปพลิเคชันนี้ไปใช้ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ภายในรายวิชา การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นให้นักศึกษาได้รับข้อมูลป้อนกลับแบบเรียลไทม์ เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมที่เหมาะสม พัฒนาทักษะทางสังคม และสร้างแรงจูงใจในเชิงบวก

2.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินบุคลิกภาพนักศึกษา ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยอ้างอิงจากแนวคิด Big Five Personality Traits ของ Goldberg (1990) ประกอบด้วย 4 ด้านที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมในบริบทการเรียนการสอน ได้แก่ 1.ความกล้าแสดงออก 2.ความกล้าแสดงออก 3.การตรงต่อเวลา 4.การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน 5.การแต่งกายตามระเบียบแบบประเมินดังกล่าวเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแนว Likert ประกอบด้วย 20 ข้อ โดยแต่ละข้อให้คะแนนตั้งแต่ระดับ น้อยที่สุด (1 คะแนน) ถึง มากที่สุด (5 คะแนน)

2.4 การดำเนินการทดลอง

2.4.1 ระยะก่อนการทดลอง

ประเมินบุคลิกภาพนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำนวน 6 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 6 ครั้ง

2.4.2 ระยะดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการใช้โปรแกรม ClassDojo กับนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยให้กลุ่มทดลองเข้าร่วมโปรแกรมจำนวน 6 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 6 ครั้ง และให้กลุ่มควบคุมดำเนินการเรียนการสอนตามปกติโดยไม่ใช้โปรแกรม ClassDojo

2.4.3 ระยะหลังการทดลอง

ผู้วิจัยทำการประเมินนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ใช้แบบประเมินบุคลิกภาพนักศึกษา และรวบรวมคะแนนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมานในการประมวลผลข้อมูล โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ดังนี้

2.5.1 สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) เพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนนบุคลิกภาพของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างในแต่ละด้านและโดยรวม

2.5.2 สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) ใช้ Paired Samples t-test ในการเปรียบเทียบคะแนนบุคลิกภาพของ นักศึกษากลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน ClassDojo ใช้ Independent Samples t-test ในการเปรียบเทียบคะแนนบุคลิกภาพของนักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง ก่อนการวิเคราะห์ด้วย Independent Samples t-test ได้ทำการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความเท่ากันของความแปรปรวน (Homogeneity of Variance) ด้วย Levene's Test เพื่อพิจารณาว่าจะใช้ค่า t ที่สมมุติว่าความแปรปรวนเท่ากัน (Equal variance assumed) หรือไม่เท่ากัน (Equal variance not assumed) อย่างเหมาะสม

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษา

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาบุคลิกภาพนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน ClassDojo สรุปผลได้ดังนี้

ประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ค.อ.บ.) จำนวน 40 คน เป็นเพศหญิง จำนวน 9 คน คิดเป็น ร้อยละ 22.50 และเพศชาย จำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 77.50

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลคะแนนด้านบุคลิกภาพก่อนและหลังการใช้แอปพลิเคชัน ClassDojo

	ช่วงคะแนน (Range)	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)	t-test	p-value
ก่อนการทดลอง	27.60-52.20	42.52	5.49	5.29*	.0000
หลังการทดลอง	38.71-53.14	47.71	3.34		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบคะแนนบุคลิกภาพของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมก่อนและหลังการใช้แอปพลิเคชัน ClassDojo ในกลุ่มทดลอง จำนวน 24 คน พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังการใช้แอปพลิเคชัน ClassDojo มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 47.71 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองซึ่งยังมิใช่แอปพลิเคชัน ClassDojo ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.52 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($t=5.29$, $p\text{-value} < 0.0001$) ซึ่งสอดคล้องกับช่วงคะแนนที่มีการขยับตัวสูงขึ้นหลังการทดลอง (จากช่วง 27.60–52.20 เป็น 38.71–53.14) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ลดลง (จาก 5.49 เป็น 3.34) สะท้อนให้เห็นว่าคะแนนบุคลิกภาพหลังการใช้แอปพลิเคชันมีความสม่ำเสมอมากขึ้น

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคะแนนบุคลิกภาพของนักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการใช้แอปพลิเคชัน ClassDojo รายด้าน

บุคลิกภาพนักศึกษาทางด้าน	กลุ่มทดลอง (M)	กลุ่มควบคุม (M)	S.D.	t	p-value
ด้านการแต่งกาย					
1.1 สวมชุดนักศึกษาเรียบร้อย	52.47	50.52	5.48	1.10	0.277
1.2 พกบัตรประจำตัวนักศึกษา	45.52	44.71	5.87	0.43	0.671
1.3 แต่งกายตามระเบียบมหาวิทยาลัย	48.46	47.15	4.68	0.87	.391
ด้านความกล้าแสดงออก					
2.1 กล้าแสดงความคิดเห็น	54.52	42.28	5.32	7.13*	.001
2.2 กล้าตอบคำถาม/ซักถาม	54.46	48.87	4.51	3.84*	.001
2.3 นำเสนอหน้าชั้นเรียน	52.22	46.54	5.51	3.19*	.003
ด้านการตรงต่อเวลา					
3.1 เข้าชั้นเรียนตรงเวลา	50.81	48.28	4.87	1.61	.116
3.2 ส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนด	52.43	50.42	5.31	1.17	.248
3.3 ปฏิบัติกิจกรรมที่มอบหมายทันตามเวลา	51.25	45.21	5.25	3.56*	.001

บุคลิกภาพนักศึกษารายด้าน	กลุ่มทดลอง (M)	กลุ่มควบคุม (M)	S.D.	t	p-value
ด้านการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน					
4.1 ตั้งใจขณะเรียน	51.25	48.88	4.23	1.74	.091
4.2 ร่วมกิจกรรมระหว่างเรียน	52.58	46.69	5.58	3.27*	.002
4.3 มีการแสดงความคิดเห็นสม่ำเสมอ	54.44	50.27	5.62	2.30*	.027

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนบุคลิกภาพรายด้านระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการใช้แอปพลิเคชัน ClassDojo ด้วย Independent Samples t-test ภายหลังตรวจสอบความแปรปรวนด้วย Levene's Test ($p > .05$) พบว่าด้านการแต่งกาย: ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > .05$) ด้านความกล้าแสดงออก: กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่าทุกข้ออย่างมีนัยสำคัญ ($p < .01$) ด้านการตรงต่อเวลา: พบความแตกต่างเฉพาะข้อ การปฏิบัติกิจกรรมทันเวลา ($p=.001$) ข้ออื่นไม่ต่างกัน และด้านการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน: กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญในข้อ ร่วมกิจกรรมระหว่างเรียน ($p=.002$) และ แสดงความคิดเห็นสม่ำเสมอ ($p=.027$) สรุป แอปพลิเคชัน ClassDojo ส่งผลต่อการพัฒนาบุคลิกภาพด้าน ความกล้าแสดงออก และ การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน ได้อย่างชัดเจน ขณะที่ด้านที่เกี่ยวข้องกับระเบียบวินัยยังไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

3.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยด้านความกล้าแสดงออกสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสอดคล้องกับงานวิจัยของ อาแอสေး เจ๊ะซอ และคณะ (2561) ที่ได้ศึกษาเรื่อง การใช้แอปพลิเคชัน ClassDojo ในการพัฒนาความสนใจในการเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับความพึงพอใจต่อการใช้อุปกรณ์ ClassDojo และ Socrative ของนักศึกษาระดับ ปวส.2 แผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยการอาชีพปัตตานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ที่พบว่าความสนใจในการเรียนโดยใช้อุปกรณ์สูงกว่าก่อนใช้อุปกรณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยรวมมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 80.18 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภรณ์ทิศา กะรัตน์ (2566) ที่ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับแอปพลิเคชัน ClassDojo เพื่อส่งเสริมวินัยเชิงบวกของนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 3 ที่พบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมความมีวินัยเชิงบวกระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับแอปพลิเคชัน ClassDojo มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ พฤติกรรมความมีวินัยเชิงบวกของนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับแอปพลิเคชันแอปพลิเคชัน ClassDojo สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 นอกจากนี้ ในด้านการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน หัวข้อร่วมกิจกรรมระหว่างเรียน และ หัวข้อการแสดงความคิดเห็นสม่ำเสมอ กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญสอดคล้องกับแนวคิดของ Vygotsky (1978) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ผ่านปฏิสัมพันธ์ในสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทักษะทางสังคมและความคิดของผู้เรียน การจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นจึงช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนได้ ในส่วนของด้านการแสดงกายตามระเบียบและด้านการตรงต่อเวลา ส่วนใหญ่ยังไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องจากพฤติกรรมในสองด้านนี้เป็นผลจากแนวปฏิบัติและนโยบายของสถานศึกษาซึ่งมีมาตรฐานเดียวกันทุกสาขาวิชา จึงยังไม่เห็นผลเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่สูงขึ้น

อย่างไรก็ตาม ควรพิจารณาปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น บริบทของห้องเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน รวมถึงระยะเวลาในการใช้อุปกรณ์ ซึ่งอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพของการพัฒนาบุคลิกภาพในภาพรวม

4. สรุปผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาบุคลิกภาพนักศึกษาศาสตรบัณฑิตอุตสาหกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน ClassDojo มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคะแนนบุคลิกภาพของนักศึกษาศาสตรบัณฑิตอุตสาหกรรมการ ก่อนและหลังการใช้แอปพลิเคชัน ClassDojo ในกลุ่มทดลอง และเพื่อเปรียบเทียบคะแนนบุคลิกภาพของนักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการใช้แอปพลิเคชัน ClassDojo สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1) จากการเปรียบเทียบผลการทดลองก่อนและหลัง ในกลุ่มทดลองที่ได้รับทำการจัดการเรียนการสอนผ่านแอปพลิเคชัน ClassDojo พบว่าส่งผลต่อการพัฒนาบุคลิกภาพของนักศึกษาได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจเกิดจากคุณสมบัติของแอปพลิเคชันที่ช่วยกระตุ้นการมีส่วนร่วม การรับรู้ตนเอง และการได้รับข้อเสนอแนะในเชิงบวกแบบเรียลไทม์ ส่งผลให้นักศึกษาปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและบุคลิกภาพในทิศทางที่ดีขึ้น

2) จากการเปรียบเทียบคะแนนบุคลิกภาพของนักศึกษาระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการใช้แอปพลิเคชัน ClassDojo มีคะแนนเฉลี่ยในบางด้านสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะในด้านความกล้าแสดงออก และด้านการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

5. เอกสารอ้างอิง

- กิตติยา ฤทธิภักดี และคณะ. (2568). การศึกษาความพึงพอใจของครูที่เลี้ยงที่มีต่อคุณภาพของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ สาขาวิชาการศึกษาปฐมวัย วิทยาลัยชุมชนสตูล. *วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา*, 12(2), 45–60.
- ณัฐนิชา วรรณทิพย์ และ สิทธิพล อาจอินทร์. (2567). การพัฒนาทักษะการพูดและการเขียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การเรียนรู้ที่เน้นความคิดสร้างสรรค์ร่วมกับแอปพลิเคชัน ClassDojo. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม*, 14(2): 25–40.
- นงลักษณ์ ไหว้พรม และ เพ็ญญา ทองคำ. (2565). แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบบุคลิกภาพของนักศึกษา มหาวิทยาลัยไทยจากตัวชี้วัดไมเยอร์ บริจส์. *วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์*, 27(1): 95–110.
- ภรณ์ทิพา กระรัตน์. (2566). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับแอปพลิเคชันคลาสโดโจ เพื่อส่งเสริมวินัยเชิงบวกของนักเรียนชั้นอนุบาลปีที่ 3*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, ยะลา.
- อาแอเสาะ เจ๊ะซอ. (2561). การใช้แอปพลิเคชัน ClassDojo ในการพัฒนาความสนใจในการเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และระดับความพึงพอใจต่อการใช้อุปกรณ์ ClassDojo และ Socrative ของนักศึกษาระดับ ปวส.2 แผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยการอาชีพปัตตานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา, ยะลา.
- Benzizoune, O. (2024). Enhancing classroom management and student engagement: The role of ClassDojo and gamification in education. *Journal of English Language Teaching and Applied Linguistics*, 6(3): 106–114. <https://doi.org/10.32996/jeltal.2024.6.3.13>
- Goldberg, L. R. (1990). An alternative description of personality: The Big-Five factor structure. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59(6), 1216–1229.

ปัญหาและเจตคติที่มีต่อผู้สอนช่วยฟิลิปปินส์ในชั้นเรียนสนทนาภาษาอังกฤษของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

Students' Problems and Their Attitudes towards a Filipino Teacher's Talks in a Conversation class of the First Year Students at South-East Asia University

อภินันท์ ศรีไพรวัลย์^{1*}

Apinan Sripywan^{1*}

¹ คณะศิลปศาสตร์ พื้นที่เพาะช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

¹ Liberal Arts Poh- Chang College RMUTR

* E-mail: apinan.sri@rmutr.ac.th; Tel. 0816148697

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาปัญหาของนักศึกษาในการเข้าใจภาษาพูดและสำรวจเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อคำพูดของผู้สอนชาวฟิลิปปินส์ในชั้นเรียนสนทนา 4 ด้านหลักคือ หน้าที่ของภาษาที่ผู้สอนใช้ การปรับภาษาของผู้เรียน การใช้ภาษาเชิงปฏิสัมพันธ์ และการตอบสนองต่อข้อผิดพลาดของนักศึกษา โดยนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ในชั้นเรียนสนทนาภาคการเรียนที่ 2 ต้องทำแบบสอบถาม 2 ชุดในระหว่างสัปดาห์ที่ 13 ของการเรียน โดยใช้ % ในการอธิบายคุณลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง $\bar{X}$ และ S.D. ใช้ในการอธิบายปัญหาและเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อผู้สอนชาวฟิลิปปินส์ และ Dependent-samples t-test ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ปัญหาของนักศึกษาในการเข้าใจภาษาพูดของผู้สอนชาวฟิลิปปินส์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ภาษาอังกฤษของผู้สอนชาวฟิลิปปินส์ก่อให้เกิดปัญหาในการเข้าใจในระดับต่ำ ($\bar{X}$ = 2.31) ในหลายด้าน ผู้เรียนมีปัญหาในการเข้าใจภาษาพูดภาษาอังกฤษที่ระดับต่ำสุด ($\bar{X}$ = 2.72) โดยทั่วไปแล้ว Divergent Thinking อยู่ในระดับเห็นด้วย ($\bar{X}$ = 3.56) และ Convergent thinking อยู่ในระดับเห็นด้วย ($\bar{X}$ = 3.75) นักศึกษาส่วนใหญ่มีเจตคติในเชิงบวกต่อการใช้ภาษาของผู้สอนในห้องเรียน การศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญในการฟังภาษาอังกฤษจากผู้พูดหลากหลายสำเนียงในบริบทของครูต่างชาติในประเทศไทย

คำสำคัญ: ภาษาพูดของผู้สอน, สนทนา

Abstract

The main objective of this research was to find the students' problems in understanding the Filipino teacher talks and to investigate their attitude in conversation class according to language functions the instructor used, language adjustment of instructor, interactive language usage, and responses to learners' errors. The first-year students in conversation class had to do two sets of questionnaires during the tenth to thirteenth weeks of learning. % was used for describing general characteristics of the sample; $\bar{x}$ and S.D were used for describing students' problem and attitude towards Filipino instructor. Dependent-samples t – test was used for examining hypothesis. The finding showed that problems in understanding spoken English of Filipino instructor were insignificantly different. The spoken English of the Filipino instructor caused the least problems in understanding at ($\bar{x}$ = 2.31) in many aspects. Learners caused problems in understanding spoken English at the lowest level ($\bar{x}$ = 2.72). In general, Divergent Thinking were at an agreed level ($\bar{x}$ = 3.56) and Convergent thinking was at agreed level ($\bar{x}$ = 3.75). Most of the students have positive attitude towards spoken English of Filipino instructor in the class room. This Study showed the importance of listening English from different spoken English of foreign instructor in Thailand.

Keywords: Teacher's talk, conversation class

1. บทนำ

เนื่องจากโลกไร้พรมแดนและการแข่งขันในระดับโลกที่ประเทศไทยต้องเผชิญอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ประกอบกับรัฐบาลไทยส่งเสริมการสอนภาษาอังกฤษมาเป็นเวลาหลายปี ซึ่งเห็นได้จากการการจ้างครูเจ้าของภาษาโดยให้สอนในชั้นเรียนสนทนาในหลายระดับการศึกษา. จาก การเรียนการสอนภาษาอังกฤษในประเทศไทยในทศวรรษนี้ โดยวิริยะจิตตา (2001) กล่าวไว้ว่าภาษาอังกฤษ เป็นภาษาของโลก The researcher conducted a survey research “Problem and Students’ Attitude towards a Filipino Teacher’s Talks in a Conversation Class of First Year Students at South-East University” to study problem in understanding spoken English, and to examine students’ attitude towards the spoken English of the Filipino instructor. ผู้วิจัยเห็นว่ามหาวิทยาลัยมีความจำเป็นต้องจัดการเรียนการสอนภาษาอังกฤษโดยให้ประสบการณ์ตรงตั้งแต่ชั้นปีที่ 1 – 4 จะได้มีทักษะการสื่อสารภาษาอังกฤษให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน

ผู้วิจัยหวังว่าตัวอย่างจาก ผู้สอนภาษาอังกฤษชาวฟิลิปปินส์จะกระตุ้นผู้สอนชาวไทยทุกคน ที่จะปรับปรุงการเรียนการสอนและสื่อสารภาษาอังกฤษในชั้นเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมหนังสือและบทความจากผู้รู้หลายท่าน เช่น scholars divide language in classroom, Sumitra Aungwatanakul (1992:189) stated that teachers’ speech is involved directly in students’ learning, especially when learning English According to many different meanings of attitude above by the educators and psychologists. The importance and significance of attitude are as follows: As referred to in Chanita Soinam (1999:30) Sucha Chanaem stated that attitude is very important for living together in society. For those who have good attitude towards someone, something, or some events, in that they don’t hate that person or things. Somwang Pithyanuwat and Niljiada Srichan (1981:2) stated that “Attitude towards the subject plays a vital role for supporting or not supporting learning in that subject. Therefore, building good attitudes for learners is necessary and benefits them a lot. Puntumnawin 1988 as referred in Chanita Sainam stated about benefits of attitude’s measurement as follows:

- 1) To predict behaviors because attitude towards individuals expressing positive or negative feelings, more or less, and also a feeling of like or dislike to that thing, therefore knowing the attitude individual helps to predict that individual’s behavior although sometimes it’s wrong.
- 2) To find protection because an individual has rights in having attitude towards something but people have similar attitudes towards things, people in social systems will live happily and create harmony. It is necessary to have people who have a good attitude to be a worker in some careers.
- 3) To aid correction
- 4) To understand cause and effect

1.1 สมมุติฐาน

- 1) นักศึกษาต่างคณะมีปัญหาในการเข้าใจภาษาอังกฤษแตกต่างกัน
- 2) นักศึกษาต่างคณะ มีเจตคติต่อผู้สอนภาษาอังกฤษชาวฟิลิปปินส์ที่แตกต่างกัน

1.2 ขอบเขตการวิจัย

- 1) เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม 2 ฉบับ ระหว่างสัปดาห์ที่ 10 – 13 ของการเรียน ในชั้นเรียนสนทนาภาษาอังกฤษ ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2550
- 2) การศึกษาไม่ได้วิเคราะห์ที่ผิด
- 3) ผู้วิจัยใช้ Descriptive statistics (percentage) อธิบายคุณลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง average ($\bar{X}$) และ standard deviation (S.D) อธิบายปัญหาและเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อผู้สอนชาวฟิลิปปินส์ในชั้นเรียนสนทนาภาษาอังกฤษและ inferential statistic (T-test) เพื่อตรวจสอบสมมุติฐาน

1.3 ความสำคัญของการศึกษา

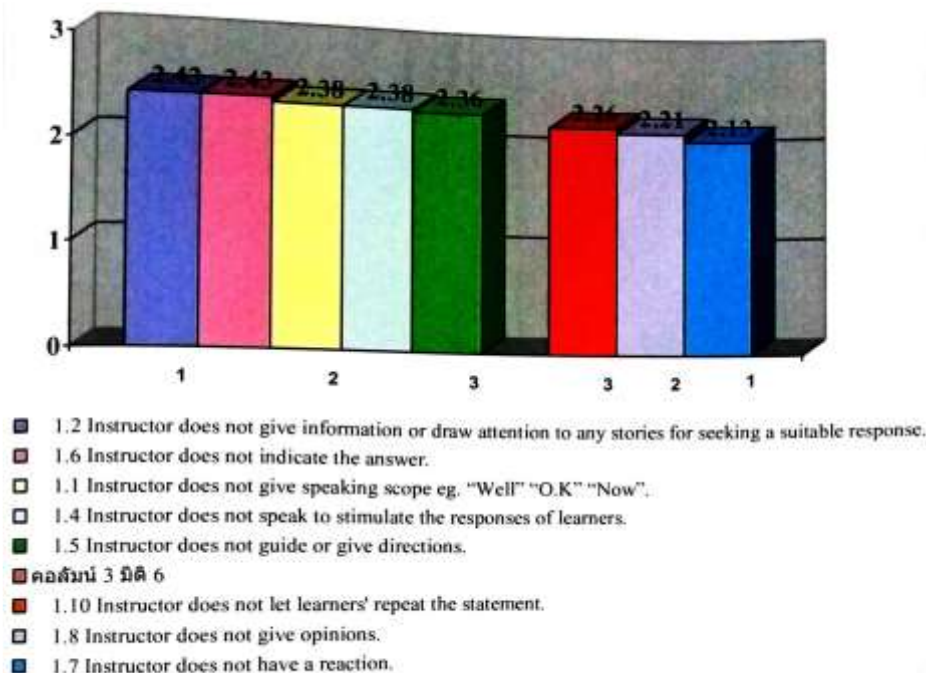
- 1) สถานศึกษาอาจปรับใช้ผลการวิจัยเพื่อจ้างผู้สอนชาวต่างชาติแทนเจ้าของภาษา
- 2) SAU อาจปรับใช้ผลการวิจัยในการมอบหมายงานแก่ผู้สอนชาวฟิลิปปินส์ในหลากหลายวัตถุประสงค์
- 3) SAU อาจปรับใช้ผลการวิจัยเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาการเรียนการสอนภาษาอังกฤษ และจัดกิจกรรมเสริม ทั้งในชั้นเรียนและใน SALC

2. ระเบียบวิธีวิจัย

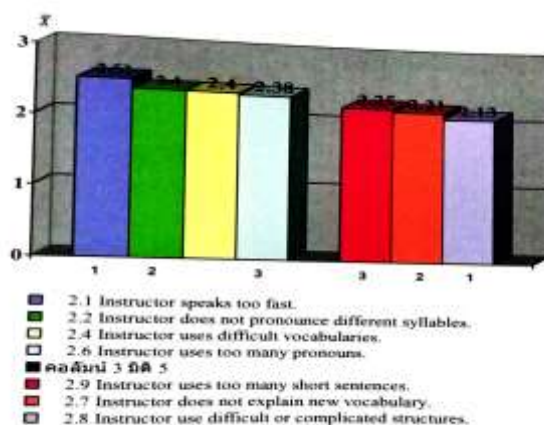
นักศึกษาชั้นที่ 1 ในชั้นเรียนสนทนาภาคการเรียนที่ 2 ต้องทำแบบสอบถาม 2 ชุดในระหว่างสัปดาห์ที่ 13 ของการเรียน โดยใช้ % ในการอธิบายคุณลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง $\bar{X}$ และ S.D ใช้ในการอธิบายปัญหาและเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อผู้สอนชาวฟิลิปปินส์, และ Dependent-samples t-test ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน (35 Engineering and 38 Arts and Science) ผู้วิจัยใช้ Descriptive statistics (percentage) อธิบายคุณลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง average ($\bar{x}$) and standard deviation (S.D) อธิบายปัญหาและเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อผู้สอนชาวฟิลิปปินส์ในชั้นเรียนสนทนาภาษาอังกฤษและ inferential statistic (T-test) เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

3. ผลการวิจัย

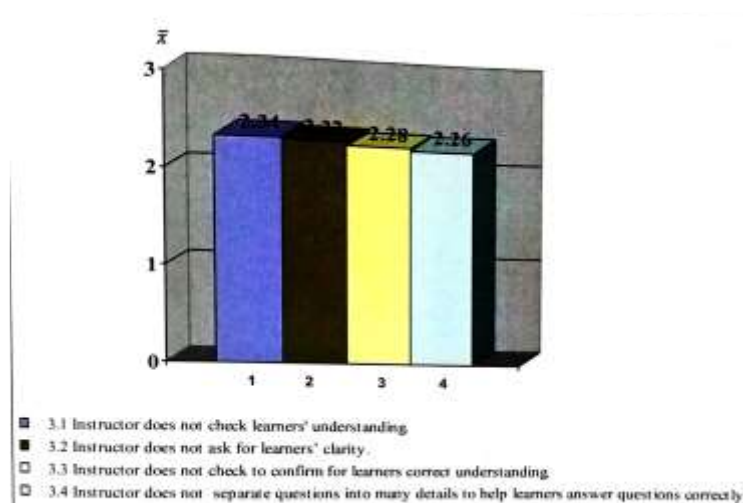
ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ปัญหาของนักศึกษาในการเข้าใจภาษาพูดของผู้สอนชาวฟิลิปปินส์แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ภาษาอังกฤษของผู้สอนชาวฟิลิปปินส์ก่อให้เกิดปัญหาในการเข้าใจในระดับต่ำ ($\bar{X}=2.31$) ในหลายด้าน ผู้เรียนมีปัญหาในการเข้าใจภาษาพูดภาษาอังกฤษที่ระดับต่ำสุด ($\bar{X}=2.72$) สามารถดูได้จากรายละเอียดตามรูปภาพ (3.1-3.5) และโดยทั่วไปแล้ว Divergent Thinking อยู่ในระดับเห็นด้วย ($\bar{X}=3.56$) และ Convergent thinking อยู่ในระดับเห็นด้วย ($\bar{X}=3.75$) นักศึกษาส่วนใหญ่มีเจตคติในเชิงบวกต่อการใช้ภาษาของผู้สอนในห้องเรียน การศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญในการฟังภาษาอังกฤษจากผู้พูดหลากหลายสำเนียงในบริบทของครูต่างชาติในประเทศไทย



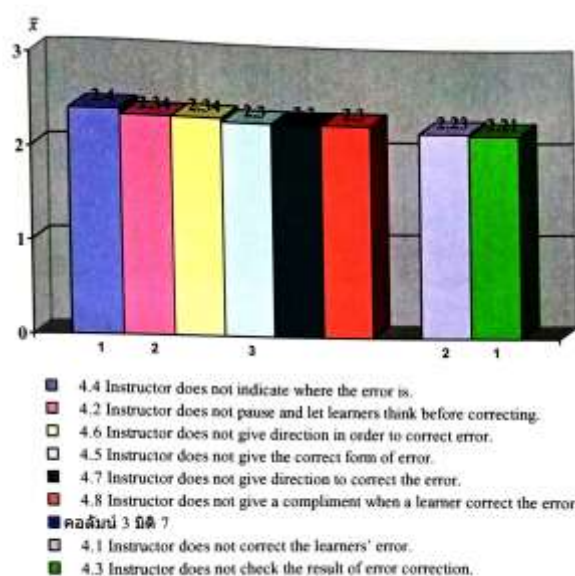
ภาพที่ 1 The First and the last Three Rank Average of Problem in Understanding Spoken English of Filipino Instructor: Language Functions the Instructor uses



ภาพที่ 2 English of Filipino Instructor: Language Adjustment of Instructor

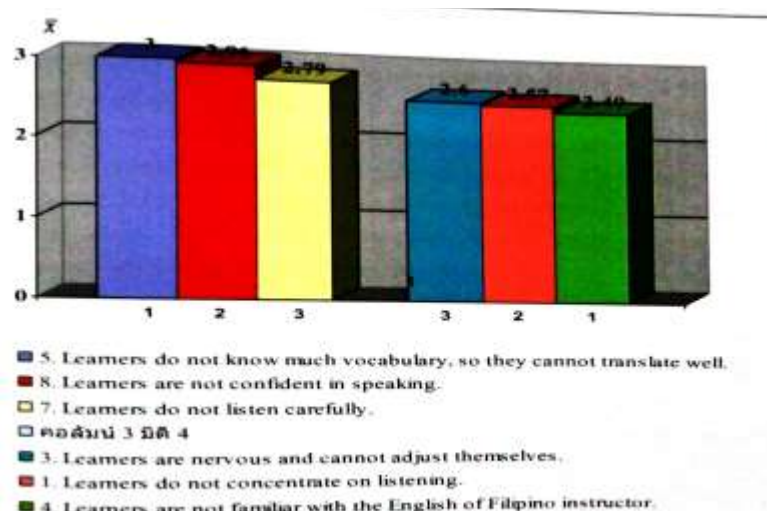


ภาพที่ 3 The First and the last Three Rank Average of Problem in Understanding Spoken English of Filipino Instructor: Interactive Language Usage



ภาพที่ 4 The First and the last Three Rank Average of Problem in Understanding Spoken English of Filipino Instructor: Interactive Language Usage

English of Filipino Instructor: Responses to Learner's Errors



ภาพที่ 5 The First and the last Three Rank Average of Problem in Understanding Spoken

English of Filipino Instructor: Learners

ผลการตรวจสอบสมมุติฐานที่ 1 แสดงให้เห็นว่า นักศึกษาต่างคณะไม่มีปัญหาในการเข้าใจภาษาพูดภาษาอังกฤษของผู้สอนชาวฟิลิปปินส์

ตารางที่ 1 Problems Characteristic

Problems Characteristic	Faculty of Engineering (n = 37)		Faculty of Arts and Science (n = 16)		t	Significance
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
Instructor	3.29	0.64	2.11	0.54	1.495	.378
- Language Functions the instructor used	2.39	0.70	2.14	0.57	1.256	.192
- Language adjustment of the instructor	2.45	0.65	2.00	0.54	2.400	.560
- Interactive language usage	2.31	0.70	2.26	0.78	.237	.737
- Responses to learners' errors	2.40	0.70	2.05	0.69	1.677	.242
- Learners	2.72	0.64	2.71	0.54	.017	.330

ผลการตรวจสอบสมมุติฐานที่ 2 แสดงให้เห็นว่า นักศึกษาต่างคณะมีเจตคติที่ไม่แตกต่างกันต่อผู้สอนภาษาอังกฤษชาวฟิลิปปินส์

ตารางที่ 1 Attitudes

Attitudes	Faculty of Engineering (n = 39)		Faculty of Arts and Science (n = 16)		t	Significance
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
Divergent Thinking	3.51	0.36	3.67	0.39	1.415	.349
Convergent Thinking	3.70	0.045	3.85	0.65	.914	.277
Total	3.61	0.37	3.76	0.50	1.203	.117

4. สรุปผล

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ปัญหาของนักศึกษาในการเข้าใจภาษาพูดของผู้สอนชาวฟิลิปปินส์แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ภาษาอังกฤษของผู้สอนชาวฟิลิปปินส์ก่อให้เกิดปัญหาในการเข้าใจในระดับต่ำ ($\bar{X}=2.31$) ในหลายด้าน ผู้เรียนมีปัญหาในการเข้าใจ ภาษาพูดภาษาอังกฤษที่ระดับต่ำสุด ($\bar{X}=2.72$) สามารถดูได้จากรายละเอียดตามรูปภาพ (3.1-3.5) และโดยทั่วไปแล้ว Divergent Thinking อยู่ในระดับเห็นด้วย ($\bar{X}=3.56$) และ Convergent thinking อยู่ในระดับเห็นด้วย ($\bar{X}=3.75$) นักศึกษาส่วนใหญ่มีเจตคติในเชิงบวกต่อการใช้ภาษาของผู้สอนในห้องเรียน การศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญในการฟังภาษาอังกฤษจากผู้พูดหลากหลาย สำเนียงในบริบทของครูต่างชาติในประเทศไทย

ผลการตรวจสอบสมมติฐานที่ 1 แสดงให้เห็นว่า นักศึกษาต่างคณะไม่มีปัญหาในการเข้าใจภาษาพูดภาษาอังกฤษของผู้สอนชาวฟิลิปปินส์ ทั้ง 4 ด้าน เมื่อเปรียบเทียบกับปัญหาในการเข้าใจภาษาอังกฤษของผู้สอนชาวฟิลิปปินส์จากผู้เรียนก็พบว่า ไม่แตกต่างกัน

ผลการตรวจสอบสมมติฐานที่ 2 แสดงให้เห็นว่า นักศึกษาต่างคณะมีเจตคติที่ไม่แตกต่างกันต่อผู้สอนภาษาอังกฤษชาวฟิลิปปินส์ เมื่อเปรียบเทียบกับเจตคติที่มีต่อภาษาอังกฤษของผู้สอนชาวฟิลิปปินส์ แสดงให้เห็นว่า Divergent Thinking และ Convergent Thinking ก็ไม่แตกต่างกัน

6. เอกสารอ้างอิง

สุชา จันทรเฒ. จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพมหานคร: บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2541.

สมิตรา อังวัฒนกุล. การวิจัยทางการเรียนการสอนภาษาอังกฤษ. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และ นิยะดา ศรีจันทร์. การสร้างแบบวัดทัศนคติต่อวิชาชีพครู. กรุงเทพมหานคร: กองวิชาการ ทบวงมหาวิทยาลัย 2523.

Soinam Chanita A Study of Attitudes towards autonomous English Language Learning of the Students at the Diploma of Vocational Education Level in Industrial Trades in Technical Colleges under the Jurisdiction of the Department of Vocational Education, Educational Region Nine Chulalongkorn University 1999, Bangkok, Thailand.

Wiriyaichitra, Arunee. English Language Teaching and Learning in Thailand in This Decade. Available online at <http://www.apecneted.org>.

การเปรียบเทียบทักษะการรู้ดิจิทัลของนักศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

Comparison of Digital Literacy Skills of Students in the Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology

สุชาดา เกตุดี¹ และ มนตรี บุญเรืองเศษ²

Suchada Katedee¹ and Montree Bunruangsas²

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร

Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok, THAILAND

* E-mail: suchada.k@rmupt.ac.th ; Tel: 0841318664

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบทักษะการรู้ดิจิทัลของนักศึกษาที่เพศต่างกัน ระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล จำนวน 375 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการวิจัย คือ เพศ ตัวแปรตาม คือ ทักษะการรู้ดิจิทัล 5 ด้าน เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบวัดทักษะการรู้ดิจิทัล วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ One-way MANOVA ผลการวิจัยพบว่า ความแปรปรวนพหุของทักษะการรู้ดิจิทัลของนักศึกษาที่เพศต่างกันนั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 เมื่อเปรียบเทียบทักษะการรู้ดิจิทัลของนักศึกษาที่เพศต่างกัน พบว่า นักศึกษานักศึกษาที่เพศต่างกันมีภาพรวมของทักษะการรู้ดิจิทัลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Wilk's Lambda=0.954 และ $F=3.527$, $p < .05$) โดยนักศึกษาเพศหญิง ($M=37.024$, $SD=4.675$) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่านักศึกษาเพศชาย ($M=35.314$, $SD=5.055$) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักศึกษามีทักษะการรู้ดิจิทัลแตกต่างกัน จำนวน 2 ด้าน และมีทักษะการรู้ดิจิทัลไม่แตกต่างกัน จำนวน 3 ด้าน

คำสำคัญ: ทักษะการรู้ดิจิทัล, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

Abstract

This research aimed to compare digital literacy skills of students of different genders. Bachelor's degree, Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology. The sample used in the research was 375 undergraduate students from the Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology in Bangkok and its vicinity. Using cluster random sampling method. The independent variable used in the research was gender. The dependent variable is the five digital literacy skills. Data collection using digital literacy assessment. Data were analyzed using One-way MANOVA statistics. The results revealed the multivariate variance of digital literacy skills of students of different genders. Statistically significant difference .05. When comparing digital literacy skills of students of different genders. It was found that students of different genders had significantly different overall digital literacy skills at a statistical level of .05 (Wilk's Lambda=0.954 and $F=3.527$, $p < .05$). Female students ($M=37.024$, $SD=4.675$) had a higher mean score than male students ($M=35.314$, $SD=5.055$). When considering each aspect, it was found that students had different digital literacy skills in 2 aspects and no different digital literacy skills in 3 aspects.

Keywords: Digital Literacy Skills, Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology

1. บทนำ

สื่อการเรียนรู้ดิจิทัลในปัจจุบันเกิดขึ้นมากมาย แหล่งการเรียนรู้ใกล้ตัวมากโดยเฉพาะสารสนเทศดิจิทัล จึงต้องอาศัยทักษะการเรียนรู้ดิจิทัลเป็นสำคัญ (แวตทา เตชาทวิวรรณและคณะ, 2559) สิ่งสำคัญในการพัฒนาการเรียนรู้ดิจิทัลคือกระบวนการการเรียนรู้ตลอดชีวิต ทักษะเฉพาะที่มีความจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ดิจิทัลจะแตกต่างจากคนหนึ่งถึงอีกคนหนึ่ง โดยขึ้นอยู่กับความต้องการและสถานการณ์ของผู้เรียน ซึ่งอาจครอบคลุมตั้งแต่การรับรู้ขั้นพื้นฐานและการฝึกอบรมสู่การประยุกต์ใช้งานที่มีความยุ่งยากและซับซ้อนยิ่งขึ้น นอกจากนี้การเรียนรู้ดิจิทัลมีความสำคัญมากกว่าแค่การเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี แต่ยังครอบคลุมถึงประเด็นต่าง ๆ เกี่ยวกับจริยธรรม สังคม และการสะท้อน (Reflection) ซึ่งฝังอยู่ในการทำงาน การเรียนรู้ การพักผ่อน และชีวิตประจำวันภายใต้ "การเรียนรู้ดิจิทัล" คือความหลากหลายของทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันซึ่งทักษะเหล่านั้นอยู่ภายใต้การรู้สื่อ (Media literacy) การรู้เทคโนโลยี (Technology literacy) การรู้สารสนเทศ (Information literacy) การรู้เกี่ยวกับสิ่งที่เห็น (Visual literacy) การรู้การสื่อสาร (Communication literacy) และการรู้สังคม (Social literacy) (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2559) การรู้ดิจิทัลเป็นทักษะในการค้นหา การประเมิน การใช้ร่วมกันและการสร้างเนื้อหาโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและอินเทอร์เน็ต (นิตยา วงศ์ใหญ่, 2560) การที่จะเป็นพลเมืองดิจิทัลที่สามารถปฏิสัมพันธ์และใช้ประโยชน์กับสารสนเทศได้อย่างปลอดภัยและมีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไป ทักษะการเรียนรู้ดิจิทัลจึงเป็นทักษะที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการศึกษาและการดำรงชีวิตของนักศึกษา ทักษะการเรียนรู้ดิจิทัลเป็นทักษะสำหรับบุคคลในศตวรรษที่ 21 นักศึกษาที่เข้าเรียนในมหาวิทยาลัย ต้องมีความรับผิดชอบและนำตนเองให้สำเร็จการศึกษา การมีทักษะการเรียนรู้ดิจิทัลจะเป็นตัวช่วยที่ให้นักศึกษาใช้ประโยชน์จากสื่อเทคโนโลยีในยุคปัจจุบันให้ประสบความสำเร็จในการศึกษาและเป็นการพัฒนาตนเองเพื่อเข้าสู่การประกอบอาชีพต่อไปในอนาคต จากข้อมูลเบื้องต้นพบว่านักศึกษาต่างเพศมีแนวโน้มทักษะการเรียนรู้ดิจิทัลแตกต่างกัน (Diego G. Campos and Ronny Scherer, 2024) จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัย จึงมุ่งศึกษาเพื่อเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้ดิจิทัลของนักศึกษาที่เพศต่างกัน เพื่อให้ได้สารสนเทศที่นำไปใช้ในการวางแผนพัฒนาการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียนที่เพศต่างกันในอนาคตต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้ดิจิทัลของนักศึกษาที่เพศต่างกัน

1.2 ขอบเขตของการวิจัย

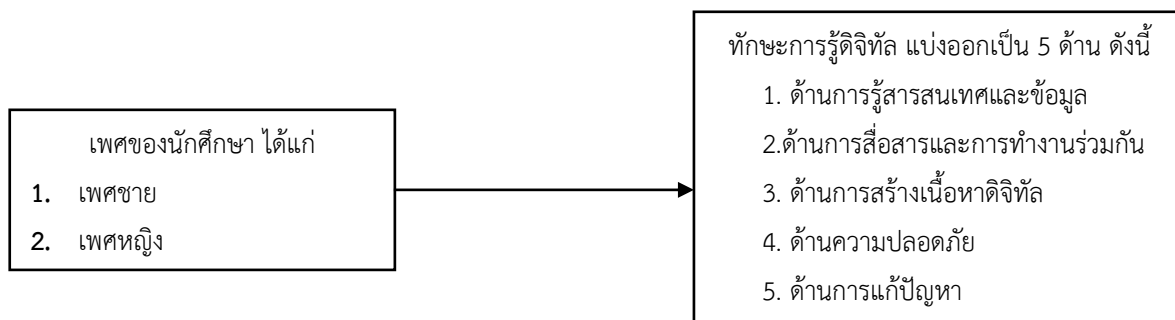
1.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 3 แห่ง ประกอบด้วย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จำนวนทั้งสิ้น 3,441 คน (สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, 2567) (สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2567) (สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, 2567)

1.2.2 ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย ตัวแปรอิสระ ได้แก่ เพศ ประกอบด้วย เพศชาย และเพศหญิง ตัวแปรตามมี 1 ตัวแปร คือ ทักษะการเรียนรู้ดิจิทัล ประกอบด้วย 5 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านการรู้สารสนเทศและข้อมูล 2) ด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน 3) ด้านการสร้างเนื้อหาดิจิทัล 4) ด้านความปลอดภัย และ 5) ด้านการแก้ปัญหา

1.3 กรอบแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การเรียนรู้ดิจิทัล (Digital Literacy) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือเพื่ออำนวยความสะดวกในการเข้าถึง จัดการ บูรณาการ ประเมินค่า วิเคราะห์ สังเคราะห์ รวมทั้งการสร้างความรู้ใหม่ สามารถพัฒนาเนื้อหา สร้างสารสนเทศดิจิทัลในรูปแบบใหม่ สื่อสารและนำเสนอในสภาพแวดล้อมแบบดิจิทัลได้ อีกทั้งยังต้องมีความสามารถในการพัฒนาความคิดควบคู่ไปกับการใช้เทคโนโลยี เพื่อแก้ไขปัญหาและดำเนินชีวิตในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบดิจิทัลได้อย่างเหมาะสม การสร้างความร่วมมือเพื่อสร้างและแบ่งปันความรู้ โดยตระหนักถึงความรับผิดชอบต่อส่วนบุคคลและการเคารพในสิทธิ์ทั้งต่อตนเองและผู้อื่น รวมทั้งประเด็นที่เกี่ยวข้องด้านจริยธรรม ความปลอดภัยในการใช้สารสนเทศ

ผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้สรุปตัวแปรทักษะการรู้ดิจิทัล แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านการรู้สารสนเทศและข้อมูล (2) ด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน (3) ด้านการสร้างเนื้อหาดิจิทัล (4) ด้านความปลอดภัย (5) ด้านการแก้ปัญหา (Annarelli et al., 2021; Australian Government, 2022; JISC, 2024; Lewellyn, n.d.; Vuorikari et al., 2022) จากการสรุปงานวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยนำเสนอกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัยได้ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 ประชากรและตัวอย่างการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 3 แห่ง ประกอบด้วย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ซึ่งมีนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวนทั้งสิ้น 3,441 คน (สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, 2567) (สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2567) (สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, 2567)

2.2 ตัวอย่างวิจัย

การสุ่มตัวอย่างเพื่อกำหนดขนาดตัวอย่าง การกำหนดขนาดตัวอย่าง โดยใช้หลักการหาค่าขนาดของตัวอย่างคำนวณจากสูตรของ Yamane (1973 อ้างถึงใน สุวิมล ติรกานันท์, 2556) นักศึกษาจำนวน 375 คน

2.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบทักษะการรู้ดิจิทัล ดังนี้

- 1) กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบทักษะการรู้ดิจิทัลของนักศึกษา
- 2) ศึกษา นิยาม แนวคิด ทฤษฎี จากหนังสือ ตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบทักษะการรู้ดิจิทัลของนักศึกษา
- 3) เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการของคุณลักษณะที่มุ่งวัด ได้แก่ ทักษะการรู้ดิจิทัลของนักศึกษา
- 4) ดำเนินการสร้างแบบทดสอบทักษะการรู้ดิจิทัลของนักศึกษา ตามนิยามเชิงปฏิบัติการ ครอบคลุมทักษะการรู้ดิจิทัลของนักศึกษา ทั้ง 5 ด้าน จำนวน 88 ข้อ ดังนี้ 1) ด้านการรู้สารสนเทศและข้อมูล จำนวน 12 ข้อ 2) ด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน จำนวน 29 ข้อ 3) ด้านการสร้างเนื้อหาดิจิทัล จำนวน 17 ข้อ 4) ด้านความปลอดภัย จำนวน 16 ข้อ 5) ด้านการแก้ปัญหา จำนวน 14 ข้อ ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ

5) นำแบบทดสอบทักษะการรู้ดิจิทัลที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา เพื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อคำถามให้สอดคล้องกับนิยามที่กำหนดไว้ ได้ค่าดัชนีสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามที่ได้จากงานวิจัยฉบับนี้มีค่าระหว่าง 0.67 ถึง 1.00

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

- 1) ทำหนังสือเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับตัวอย่าง โดยการให้ตัวอย่างเป็นผู้ทำแบบทดสอบด้วยตนเอง จนได้จำนวนครบตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ ได้แบบทดสอบกลับมาทั้งสิ้น 375 ชุด คิดเป็นอัตราการตอบกลับร้อยละ 100
- 2) รวบรวมแบบทดสอบที่ได้จากการเก็บข้อมูลจากตัวอย่าง ตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบทดสอบ โดยแบบทดสอบต้องมีข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์
- 3) นำแบบทดสอบทั้งหมดมาจัดระเบียบข้อมูล ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน เช่น ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- 2) เปรียบเทียบทักษะการรู้ดิจิทัลของนักศึกษาที่เพศต่างกันด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุ (MANOVA)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการวิจัย

1) ผลการเปรียบเทียบทักษะการรู้ดิจิทัลของนักศึกษาหลักสูตรการเรียนที่แตกต่างกัน พบว่า นักศึกษาที่เพศต่างกันมีภาพรวมของทักษะการรู้ดิจิทัลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Wil' Lamda=0.954 และ $F=3.527$, $p < .05$) โดยนักศึกษาเพศหญิง (M=37024, SD=4.675) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่านักศึกษาเพศชาย (M=35.314, SD=5.055)

1.1) ด้านการรู้สารสนเทศและข้อมูล พบว่า นักศึกษาที่เพศต่างกัน มีทักษะด้านการรู้สารสนเทศและข้อมูล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F=10.406$) โดยนักศึกษาเพศหญิง (M=10.782, SD=2.847) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่านักศึกษาเพศชาย (M=9.784, SD=2.801)

1.2) ด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน พบว่า นักศึกษาที่เพศต่างกัน มีทักษะด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F=5.569$) โดยนักศึกษาเพศหญิง (M=10.411, SD=2.371) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่านักศึกษาเพศชาย (M=9.761, SD=2.450)

1.3) ด้านการสร้างเนื้อหาดิจิทัล พบว่า นักศึกษาที่เพศต่างกัน มีทักษะด้านการสร้างเนื้อหาดิจิทัล ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F=0.661$) โดยนักศึกษาเพศหญิง (M=5.790, SD=1.801) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่านักศึกษาเพศชาย (M=5.629, SD=1.771)

1.4) ด้านความปลอดภัย พบว่า นักศึกษาที่เพศต่างกัน มีทักษะด้านความปลอดภัย ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F=0.087$) โดยนักศึกษาเพศชาย (M=5.944, SD=1.810) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่านักศึกษาเพศหญิง (M=5.887, SD=1.663)

1.5) ด้านการแก้ปัญหา พบว่า นักศึกษาที่เพศต่างกัน มีทักษะด้านการแก้ปัญหา ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F=0.661$) โดยนักศึกษาเพศชาย (M=4.195, SD=1.641) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่านักศึกษาเพศหญิง (M=4.153, SD=1.628)

รายละเอียดปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการรู้ดิจิทัลของนักศึกษาที่เพศต่างกัน

ผลการเปรียบเทียบ	n	M	SD	SS	df	MS	F
1) ด้านการรู้สารสนเทศและข้อมูล							
เพศชาย	251	9.784	2.801	82.566	1	82.566	10.406
เพศหญิง	124	10.782	2.847				

ผลการเปรียบเทียบ	n	M	SD	SS	df	MS	F
2) ด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน							
เพศชาย	251	9.761	2.450	35.102	1	35.102	5.969
เพศหญิง	124	10.411	2.371				
3) ด้านการสร้างเนื้อหาดิจิทัล							
เพศชาย	251	5.629	1.771	2.147	1	2.147	0.661
เพศหญิง	124	5.790	1.862				
4) ด้านความปลอดภัย							
เพศชาย	251	5.944	1.810	0.271	1	0.271	0.087
เพศหญิง	124	5.887	1.663				
5) ด้านการแก้ปัญหา							
เพศชาย	251	4.195	1.641	0.146	1	0.146	0.055
เพศหญิง	124	4.153	1.608				
ภาพรวมของทักษะการรู้ดิจิทัล							
เพศชาย	251	35.314	5.005	242.537	1	242.537	9.964
เพศหญิง	124	37.024	4.675				

*p<.05

3.2 สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการทดสอบความแปรปรวนของทักษะการรู้ดิจิทัล ที่พบว่า เพศของนักศึกษา มีความแปรปรวนของทักษะการรู้ดิจิทัล พบว่า เพศของนักศึกษา มีความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งพบว่า ภาพรวม นักศึกษาเพศหญิงมีคะแนนสูงกว่านักศึกษาเพศชาย อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เป็นผลมาจากนักศึกษาเพศหญิงมีทัศนคติที่ดีต่อ เทคโนโลยีและการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Diego G. Campos and Ronny Scherer (2023) ที่แสดงให้เห็นว่าผู้หญิงมี ผลการเรียนรู้ด้านความรู้และทักษะดิจิทัลสูงกว่าผู้ชาย ด้วยปัจจุบันผู้หญิงสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีที่เท่าเทียมกัน การได้รับการ สนับสนุนจากครอบครัว การได้รับการส่งเสริมทักษะดิจิทัลในระบบการศึกษาที่เท่าเทียมเสมอภาค

ทั้งนี้ เมื่อพิจารณารายด้าน มีรายละเอียดดังนี้

1) ด้านการรู้สารสนเทศและข้อมูล นักศึกษาเพศหญิงมีแนวโน้มที่จะใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้และ การศึกษามากกว่านักศึกษาเพศชาย ซึ่งส่งผลให้นักศึกษาเพศหญิงมีทักษะด้านการรู้สารสนเทศและข้อมูลที่สูงกว่า มีความมั่นใจใน ทักษะการรู้สารสนเทศของตนเองสูงกว่านักศึกษาเพศชาย และให้ความสำคัญกับทักษะด้านการค้นหาข้อมูล ซึ่งเป็นองค์ประกอบ สำคัญของการรู้สารสนเทศ ที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gebhardt, et al. (2019)

2) ด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน นักศึกษาเพศหญิงมีทักษะด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน สูงกว่า นักศึกษาเพศชาย เนื่องจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสื่อสารและพฤติกรรมทางสังคม ที่มีการสื่อสารที่เน้นการสนับสนุนและ สร้างความสัมพันธ์ ที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Feng et al. (2023) พบว่า นักศึกษาเพศหญิงมีแนวโน้มที่จะใช้รูปแบบการสื่อสาร ที่เน้นการสนับสนุนและสร้างความสัมพันธ์ ซึ่งส่งผลให้มีความสามารถในการทำงานร่วมกันที่ดีกว่า ในขณะที่นักศึกษาเพศชายมักใช้ รูปแบบการสื่อสารที่เน้นการควบคุมสถานการณ์และมั่นใจในตนเอง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการทำงานร่วมกัน จึงแสดงให้เห็นว่า นักศึกษาเพศหญิงมีทักษะด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกันที่สูงกว่านักศึกษาเพศชาย เนื่องจากรูปแบบการสื่อสารที่ เน้นการสนับสนุนและสร้างความสัมพันธ์ รวมถึงความสามารถในการสื่อสารที่เหนือกว่าในบริบทของการเรียนรู้ร่วมกัน

3) ด้านการสร้างเนื้อหาดิจิทัล นักศึกษาเพศหญิงมีทักษะด้านการสร้างเนื้อหาดิจิทัล สูงกว่านักศึกษาเพศชายเนื่องจาก ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับทัศนคติ ประสบการณ์ และการเข้าถึงเทคโนโลยี ที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Scherer and Siddiq (2019) พบว่า นักศึกษาเพศหญิงมีทัศนคติที่ดีและความมั่นใจในทักษะการใช้เทคโนโลยีมากกว่าเพศชาย ซึ่งส่งผลให้นักศึกษาหญิงมี ความสามารถในการสร้างเนื้อหาดิจิทัลที่สูงกว่า ความมั่นใจนี้ทำให้เพศหญิงกล้าที่จะทดลองและใช้เทคโนโลยีในการสร้างสรรค์

เนื้อหามากกว่าเพศชาย และปัจจุบันนักศึกษาหญิงมีการเข้าถึงและใช้งานเทคโนโลยีที่มากกว่า ที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Liu et al. (2015) ซึ่งเห็นว่า นักศึกษาเพศหญิงมักมีการเข้าถึงและใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัลมากกว่าเพศชาย จึงมีโอกาสนในการเรียนรู้และฝึกฝนทักษะด้านการสร้างเนื้อหาดิจิทัลมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีความรู้และทักษะที่สูงกว่าในด้านนี้

4) ด้านความปลอดภัย นักศึกษาเพศชายมีทักษะด้านความปลอดภัย สูงกว่านักศึกษาเพศหญิงเนื่องจากการเข้าถึงและใช้งานเทคโนโลยีที่มากกว่า ด้วยนักศึกษาเพศชายมักมีการเข้าถึงและใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัลมากและบ่อยกว่าเพศหญิง จึงทำให้มีโอกาสนในการเรียนรู้และฝึกฝนทักษะด้านความปลอดภัยดิจิทัลมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีความรู้และทักษะที่สูงกว่าในด้านนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ SN Maon , et al. (2021) ที่พบว่า เพศชายที่มีทักษะด้านความปลอดภัยดิจิทัลสูงกว่าเพศหญิง แสดงถึงแนวโน้มของการใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างต่อเนื่องและเข้าถึงทรัพยากรดิจิทัลได้มากกว่า ส่งผลให้เพศชายมีโอกาสนเรียนรู้ฝึกฝน และพัฒนาทักษะความปลอดภัยดิจิทัลอย่างชัดเจน

5) ด้านการแก้ปัญหา นักศึกษาเพศชายมีทักษะด้านการแก้ปัญหาสูงกว่านักศึกษาเพศหญิงเนื่องจากความมั่นใจในทักษะการใช้เทคโนโลยีมากกว่าเพศหญิง ซึ่งส่งผลให้นักศึกษาชายมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางดิจิทัลที่สูงกว่า ความมั่นใจนี้ทำให้นักศึกษาเพศชายกล้าที่จะทดลองและใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหามากกว่านักศึกษาเพศหญิง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Scherer and Siddiq (2019) ที่พบว่า นักศึกษาเพศชายมีการเข้าถึงและใช้งานเทคโนโลยีดิจิทัลมากกว่าเพศหญิง จึงทำให้มีโอกาสนในการเรียนรู้และฝึกฝนทักษะด้านการแก้ปัญหาทางการรู้ดิจิทัลมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีความรู้และทักษะที่สูงกว่าในด้านนี้

4. สรุปผล

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัย พบว่า ทักษะการรู้ดิจิทัลของนักศึกษาเพศหญิงมีคะแนนสูงกว่านักศึกษาเพศชาย 3 ด้าน และทักษะการรู้ดิจิทัลของนักศึกษาเพศชายมีคะแนนสูงกว่านักศึกษาเพศหญิง 2 ด้าน โดยการจัดการเรียนการสอนผู้สอนสามารถปรับวิธีการสอนให้สอดคล้องกับทักษะของนักศึกษาที่เพศต่างกัน เช่น การใช้กิจกรรมที่หลากหลายและตรงกับความสนใจของเพศนักศึกษา เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาให้เกิดการพัฒนาทักษะการรู้ดิจิทัลกับนักศึกษาทุกเพศอย่างเท่าเทียม ซึ่งจะช่วยเพิ่มโอกาส เพิ่มทักษะการรู้ดิจิทัลมากขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการเรียน การทำงานในอนาคต

โดยมีข้อเสนอแนะแบ่งตามด้านดังนี้

1) ด้านทักษะการรู้สารสนเทศและข้อมูล ควรจัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักศึกษาเพศชายมีโอกาสได้ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษามากขึ้น ไม่จำกัดอยู่แค่การใช้งานเพื่อความบันเทิง เช่น การเรียนรู้ผ่านสื่อดิจิทัล แพลตฟอร์มการค้นคว้า จัดกิจกรรมเชิงปฏิบัติที่เน้นการค้นหา วิเคราะห์ และประเมินข้อมูล เพื่อสร้างประสบการณ์ตรง และเพิ่มความมั่นใจในการใช้ทักษะสารสนเทศ สนับสนุนการให้ feedback รายบุคคลในลักษณะสร้างสรรค์ เพื่อเสริมแรงจูงใจ จัดเวิร์กช็อปที่เน้นการใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาและค้นคว้าข้อมูล โดยให้ทั้งชายและหญิงได้ร่วมมือกันในโครงการ เช่น การวิเคราะห์บทความออนไลน์ หรือการผลิตสื่อความรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เน้นการพัฒนาองค์ประกอบของการรู้สารสนเทศ เช่น การเข้าถึง การประเมิน และการใช้ข้อมูลอย่างมีจริยธรรม พร้อมทั้งฝึกฝนผ่านสถานการณ์จริง

2) ด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน ควรจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Digital Learning) โดยจัดการเรียนรู้ที่ให้นักศึกษาทุกเพศร่วมมือกันในโครงการที่ใช้เทคโนโลยี เช่น การสร้างเนื้อหาดิจิทัลแบบกลุ่ม หรือการใช้เครื่องมือออนไลน์ในการระดมความคิดและแก้ปัญหา (เช่น Google Workspace) ให้นักศึกษาเพศหญิงเป็นผู้นำในกลุ่ม เพื่อส่งต่อทักษะการสื่อสารและการร่วมมือที่ดีให้กับเพศชาย พัฒนาเพศชายด้านการสื่อสารในโลกดิจิทัล โดยจัดเวิร์กช็อปหรือแบบฝึกหัดที่เน้นการฝึกการสื่อสารอย่างสร้างสรรค์ เช่น การตอบกลับอีเมลอย่างมีมารยาท การสื่อสารในทีมผ่านแอป เช่น Microsoft Teams ,Zoom หรือ Google Workspace ฝึกฝนการให้และรับ feedback อย่างมีอาชีพในสภาพแวดล้อมดิจิทัล ใช้กิจกรรมเน้นทักษะทางสังคมในสื่อดิจิทัล ส่งเสริมให้นักศึกษาทุกเพศได้มีส่วนร่วมในการสร้างและดูแลชุมชนออนไลน์ เช่น กลุ่มเรียน หรือฟอรัม ซึ่งช่วยเสริมทั้งทักษะการสื่อสารและความรับผิดชอบในสังคมดิจิทัล

3) ด้านการสร้างเนื้อหาดิจิทัล ควรจัดกิจกรรมส่งเสริมสร้างเวทีแสดงผลงานและแลกเปลี่ยนความรู้ โดยเปิดโอกาสให้นักศึกษาเพศหญิงได้นำเสนอผลงาน เช่น อินโฟกราฟิก วิดีโอ พอดแคสต์ หรือบทความดิจิทัลที่พวกเขาผลิตในชั้นเรียนหรือกิจกรรมนอกหลักสูตร จัดนิทรรศการออนไลน์หรือบล็อกประจำวิชาเพื่อรวบรวมและเผยแพร่ผลงาน พร้อมเปิดโอกาสให้เพศชายได้เรียนรู้จากแนวคิดและกระบวนการผลิตของเพื่อนร่วมชั้น ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันข้ามเพศ โดยจับคู่นักศึกษาเพศชายและหญิงในโครงการผลิตเนื้อหาดิจิทัลเพื่อให้เกิดการถ่ายทอดทักษะ เช่น การตัดต่อ การออกแบบ การวางโครงเรื่อง หรือการสื่อสารอย่างสร้างสรรค์ ให้นักศึกษาเพศหญิงที่มีทักษะเด่นในด้านนี้ทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงหรือที่ปรึกษาเชิงเทคนิคในโครงการกลุ่ม จัดหลักสูตรฝึกอบรมแบบเจาะลึก พัฒนาหลักสูตรเสริมทักษะการสร้างสรรเนื้อหาดิจิทัลที่ครอบคลุมการใช้งานโปรแกรมต่าง ๆ (เช่น Canva,) ให้นักศึกษาทุกเพศ โดยเน้นความเข้าใจพื้นฐานและการประยุกต์ใช้ในวิชาชีพ ส่งเสริมให้นักศึกษาเพศชายเข้าร่วมผ่านโครงการที่เน้นความสนใจ เช่น เกม การตลาด หรือเทคโนโลยี สร้างแรงจูงใจโดยเชื่อมโยงกับโอกาสในโลกอาชีพ โดยแสดงให้เห็นว่าทักษะการสร้างเนื้อหาดิจิทัลเป็นที่ต้องการสูงในตลาดแรงงาน เช่น งานด้านคอนเทนต์ งานสื่อสารการตลาด การศึกษาออนไลน์ ฯลฯ ซึ่งจะกระตุ้นให้เพศชายสนใจเรียนรู้ทักษะนี้มากขึ้น ประเมินผลตามกระบวนการมากกว่าผลลัพธ์ โดยใช้การประเมินที่เน้นกระบวนการคิด การทำงานเป็นทีม และความคิดสร้างสรรค์ มากกว่าความสมบูรณ์ของผลงานเพียงอย่างเดียว เพื่อให้เพศชายไม่รู้สึกเสียเปรียบหรือหลีกเลี่ยงการมีส่วนร่วม

4) ด้านความปลอดภัย ควรจัดกิจกรรมส่งเสริมความมั่นใจผ่านกิจกรรมที่ปลอดภัยต่อการลองผิดลองถูก จัดกิจกรรมฝึกแก้ปัญหาในรูปแบบที่ไม่เน้นการแข่งขัน เช่น เกมจำลองสถานการณ์ดิจิทัล หรือการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์จริง (case-based learning) โดยให้นักศึกษาหญิงฝึกการตัดสินใจในสภาพแวดล้อมที่เป็นมิตรและไม่ถูกตัดสินทันที เพื่อเพิ่มความกล้าคิด กล้าทดลอง ออกแบบกิจกรรมที่ให้เพศหญิงได้มีบทบาทนำ ในการเรียนรู้แบบกลุ่มควรมอบหมายบทบาทการวางแผน วิเคราะห์ปัญหา หรือเสนอทางออกให้กับนักศึกษาเพศหญิงอย่างสม่ำเสมอ เพื่อสร้างทักษะการเป็นผู้นำในการแก้ปัญหาทางดิจิทัล ส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีที่ใช้จริง เช่น จัดเวิร์กช็อปหรือกิจกรรมที่ให้นักศึกษาเพศหญิงได้ฝึกใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา เช่น การใช้เครื่องมือ Collaboration Tools การจัดการข้อมูลหรือการวิเคราะห์ข้อมูลผ่านซอฟต์แวร์ต่าง ๆ จัดระบบพี่เลี้ยงหรือโค้ช จับคู่ mentorหญิงที่มีทักษะด้านการใช้เทคโนโลยีหรือแก้ปัญหาได้ดี กับนักศึกษาหญิงที่ต้องการพัฒนาในด้านนี้ เพื่อสร้างแรงบันดาลใจและการเรียนรู้จากแบบอย่าง มีการประเมินและสะท้อนผลอย่างต่อเนื่อง ใช้การประเมินแบบ formatives (ระหว่างเรียน) ที่เน้นการสะท้อนคิด (reflection) เช่น ให้เขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้และวิธีที่แก้ปัญหาได้ในแต่ละกิจกรรม เพื่อช่วยให้นักศึกษาหญิงเห็นความก้าวหน้าและเข้าใจขั้นตอนการแก้ปัญหามากขึ้น

5) ด้านการแก้ปัญหา ควรจัดกิจกรรมส่งเสริมที่บูรณาการเนื้อหาด้านความปลอดภัยดิจิทัลในหลักสูตร โดยเพิ่มเนื้อหาหรือกิจกรรมเกี่ยวกับการป้องกันภัยไซเบอร์ การตั้งรหัสผ่านอย่างปลอดภัย การจัดการข้อมูลส่วนบุคคล และการรับมือกับภัยคุกคามออนไลน์ในทุกวิชา โดยเฉพาะในรายวิชาทั่วไปที่นักศึกษาหญิงมีสัดส่วนมาก จัดกิจกรรมเชิงปฏิบัติและสถานการณ์จำลอง (Simulation-Based Learning) จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนเผชิญสถานการณ์ความเสี่ยงดิจิทัลจำลอง เช่น การตกเป็นเป้าหมายของฟิชชิ่ง การถูกละเมิดความเป็นส่วนตัว และให้ฝึกตัดสินใจแก้ไขปัญหาได้อย่างปลอดภัย ส่งเสริมการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน โดยใช้กลยุทธ์ "peer learning" โดยให้ผู้มีความรู้สูงกว่า (ซึ่งอาจเป็นนักศึกษาเพศชาย) ช่วยแนะนำแนวทางด้าน digital safety ให้นักศึกษาเพศหญิงผ่านกิจกรรมกลุ่มหรือพี่เลี้ยงรายคู่ เน้นการสื่อสารเชิงสร้างสรรค์ในประเด็นความปลอดภัย เช่น ใช้สื่ออินโฟกราฟิก วิดีโอสั้น หรือบทความที่เข้าใจง่าย เพื่อสื่อสารข้อมูลเกี่ยวกับภัยคุกคามออนไลน์ในแบบที่เข้าถึงได้ โดยเฉพาะกับกลุ่มนักศึกษาที่ไม่ค่อยใช้เทคโนโลยีขั้นสูง สร้างแรงจูงใจและความตระหนักรู้ โดยเชิญวิทยากรผู้หญิงในสายงาน cybersecurity หรือผู้มีประสบการณ์ด้านการจัดการภัยคุกคามดิจิทัล มาแบ่งปันประสบการณ์ เพื่อกระตุ้นแรงบันดาลใจและสร้างภาพจำว่าความปลอดภัยดิจิทัลไม่ใช่เรื่องของเพศชายเท่านั้น

5. เอกสารอ้างอิง

- กาญจนา หุทธิพงษ์พงศ์. (2562). การรู้ดิจิทัลของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์*, 5(2), 27-40.
- แววตา เตชาทวิวรรณและคณะ. (2559). การประเมินการรู้ดิจิทัลของนักศึกษาระดับปริญญาตรีในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. *วารสารสารสนเทศศาสตร์*, 34(4).
- นิตยา วงศ์ใหญ่.(2560). แนวทางการพัฒนาทักษะการรู้ดิจิทัลของดิจิทัลเนทีฟ. *ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ*. 10(2).
- สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. (2561). *ประกาศคณะกรรมการการอุดมศึกษา เรื่อง แนวทางการปฏิบัติตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติเกี่ยวกับสมรรถนะดิจิทัลสำหรับคุณวุฒิปริญญาตรี*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.
- สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน. (2560). *ทักษะด้านดิจิทัลของข้าราชการและบุคลากรภาครัฐเพื่อการปรับเปลี่ยนเป็นรัฐบาลดิจิทัล*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน.
- สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2562). *ผลการสำรวจสถานภาพการรู้เท่าทันสื่อและสารสนเทศของประเทศไทย ปี พ.ศ.2562*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.
- สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2562). *หลักสูตรการเข้าใจดิจิทัลสำหรับพลเมืองไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.
- สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. (2567). *สถิตินักศึกษา*. สืบค้น 10 สิงหาคม พ.ศ.2567 จาก <https://regis.rmutp.ac.th/>
- สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. (2567). *สถิตินักศึกษา*. สืบค้น 10 สิงหาคม พ.ศ. 2567 จาก <https://oreg.rmutt.ac.th/>
- สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ. (2567). *สถิตินักศึกษา*. สืบค้น 10 สิงหาคม พ.ศ.2567 จาก <https://www.rmutk.ac.th/>
- สุวิมล ติरणานนท์. 2555. *ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางสู่การปฏิบัติ* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Annarelli, A., Battistella, C., Nonino, F., Parida, V., & Pessot, E. (2021). Literature review on digitalization capabilities: Co-citation analysis of antecedents, conceptualization and consequences. *Technological Forecasting and Social Change*, 166, 120635.
- Australian Government. (2023, March 6). *Australian Digital Capability Framework*. Australian Government, Department of Employment and Workplace Relations. <https://www.dewr.gov.au/skills-and-training/resources/australian-digital-capability-framework>
- Campos, D. G., & Scherer, R. (2024). Digital gender gaps in students' knowledge, attitudes and skills: An integrative data analysis across 32 countries. *Education and Information Technologies*, 29, 655–693. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12272-9>
- Feng, Q., Luo, H., Li, W., Chen, T., & Song, N. (2023). Effects of gender diversity on college students' collaborative learning: From individual gender to gender pairing. *Heliyon*, 9(5), e16237. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16237>
- Gebhardt, E., Thomson, S., Ainley, J., & Hillman, K. (2019). Gender differences in computer and information literacy: An in-depth analysis of data from ICILS. *Springer*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-26203-7>

- Llewellyn, R. (n.d.). *Digital Capability Framework. About Rob Llewellyn*. Retrieved Aug 17, 2024, from <https://robllewellyn.com/the-digital-capability-framework/>
- Laorach, C. (2024). ความสามารถทางดิจิทัลสำหรับนวัตกรรมเพื่อพัฒนาชุมชนแห่งการเรียนรู้. *Research Community and Social Development Journal*, 18(1), 21-38.
- Maon, S. N., Hassan, N. M., Yunus, N. M., Jailani, S. F. A. K., & Kassim, E. S. (2021). Gender Differences in Digital Competence Among Secondary School Students. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(4).
- Scherer, R., & Siddiq, F. (2019). The relation between students' socioeconomic status and ICT literacy: Findings from a meta-analysis. *Computers & Education*, 134, 103–123.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.003>
- Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens—With new examples of knowledge, skills and attitudes* (EUR 31006 EN, JRC Report No. JRC128415). Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/115376>

2 SESSION

เทคโนโลยีเกษตรและนวัตกรรมอาหาร



การขยายพันธุ์บัวมินูต้าลูกผสมสายพันธุ์สีเหลืองในสภาพปลอดเชื้อ

In vitro Propagation of *Nymphaea Minuta* Yellow Hybrid

รุ่งอรุณ ดอนจันทร์ทอง^{1*} ณ. นพชัย ชาญศิลป์² กฤตตินกานต์ ทองมา² และ จินตนา มุงคุณโคตร²

Rungaroon Donjanthong^{1*} N. Nopchai Chansilpa² Kritinnakan Thongma²
and Jintana Mungkunkhot²

¹คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

²สถาบันบัวราชมงคลตะวันออก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

¹Faculty of Agriculture and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-ok

²Rajamangala Tawan-ok Waterlily Institute, Rajamangala University of Technology Tawan-ok

rungaroon_do@rmutto.ac.th, 08-1006-4435

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการขยายพันธุ์บัวมินูต้าลูกผสมสายพันธุ์สีเหลือง (*Nymphaea minuta*) yellow hybrid ในสภาพปลอดเชื้อ ทดลองโดยนำเมล็ดบัวจากฝักมาล้างน้ำทำความสะอาด ฟอกฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ 1 นาที สารละลายคลอโรกซ์ 15 เปอร์เซ็นต์ 15 นาที และตามด้วยสารละลายคลอโรกซ์ 5 เปอร์เซ็นต์ 5 นาที ล้างน้ำกลั่นนิ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ๆ ละ 3 นาที นำเมล็ดมาเพาะในอาหารเหลว 8 สูตร ได้แก่ 1) สูตร MS 2) MS ที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร 3) MS ที่เติม TDZ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร 4) MS ที่เติม IAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร 5) MS ที่เติม NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร 6) MS ที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร 7) MS ที่เติม TDZ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 8) MS ที่เติม TDZ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 8 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 8 ซ้ำ ซ้ำละ 4 เมล็ด เป็นเวลา 1 เดือน ผลการวิจัยพบว่า เมล็ดที่เพาะในสูตร MS ที่เติม TDZ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด (87.50%) โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) และใช้เวลาออกเร็วที่สุด (14.63 วัน) เมื่อทำการ subculture ตันอ่อนในอาหารสูตรเดิม วางแผนแบบ CRD จำนวน 6 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 16 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น เมื่อเพาะเลี้ยงครบ 2 เดือน พบว่า สูตร MS ที่เติม TDZ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนยอดและใบ (1.00 ยอด และ 6.00 ใบ) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ขณะที่สูตร MS ที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนราก (1.38 ราก) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) จากนั้นนำต้นอ่อนจากสูตรเดิมมาเพาะในสูตร MS ที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร วางแผนแบบ CRD จำนวน 6 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 16 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น เพาะเลี้ยงอีก 3 เดือน พบว่าต้นอ่อนที่มาจากสูตร MS ที่เติม TDZ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการเจริญเติบโตดีที่สุด (1 ยอด, 11.50 ใบ, 2.75 ราก, รากยาว 2.11 ซม.) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ TDZ และ NAA มีประสิทธิภาพสูงต่อการกระตุ้นการงอก และการเจริญเติบโตของต้นอ่อนบัวในระยะแรก และการเปลี่ยนไปใช้อาหารที่มี BA และ NAA ในระยะต่อมาส่งผลเสริมให้ต้นเติบโตแข็งแรง เป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการขยายพันธุ์ในห้องปฏิบัติการ

คำสำคัญ: ขยายพันธุ์ ปลอดเชื้อ บัวมินูต้าลูกผสม

Abstract

This study aims to investigate *In vitro* mass propagation of *Nymphaea minuta* yellow hybrid was experimental by washing seeds from the pods with clean water and then sterilizing with 70% alcohol for 1 minute, 15% Clorox for 15 minutes, and 5% Clorox for 5 minutes, and washing with sterilized water three times, 3 minutes each. The seeds were grown in 8 liquid mediums: 1) MS, 2) MS, 2 mg/L BA, 3) MS, 0.1 mg/L TDZ, 4) MS, 1 mg/L IAA, 5) MS, 1 mg/L NAA, 6) MS, 2 mg/L BA and 1 mg/L IAA, 7) MS, 0.1 mg/L TDZ and 1 mg/L IAA, and 8) MS, 0.1 mg/L TDZ and 4 mg/L NAA, cultured at room temperature with 16 hours of light per day. The experiment was designed in a completely randomized design with 8 treatments, 8 replications, and 4 seeds were tested in each replication and grew for one month. The results showed seeds in MS, 0.1 mg/L TDZ had the highest germination percentage (87.50%) with a statistically significant difference ($P < 0.01$) and the fastest germination time (14.63 days). The seedlings were subcultured in the original medium, the CRD with 6 treatments, 16 replications per treatment, and 1 plant per replication. After 2 months of cultivation, it was found that the MS, 0.1 mg/L TDZ and 4 mg/L NAA gave the number of shoots and leaves (1.00 shoots and 6.00 leaves) that were statistically significantly different ($P < 0.01$), while the MS, 2 mg/L BA and 1 mg/L IAA gave the number of roots (1.38 roots) that were statistically significantly different ($P < 0.05$). Then, the seedlings from the original mediums were grown in the MS, 2 mg/L BA and 0.25 mg/L NAA, the CRD with 6 treatments, 16 replications per treatment, 1 plant per replication, and cultured for another 3 months. It was found that the seedlings from the MS, 0.1 mg/L TDZ and 4 mg/L NAA are the best growth (1 shoot, 11.50 leaves, 2.75 roots, root length 2.11 cm), which was significantly different ($P < 0.01$). This experiment demonstrated that TDZ and NAA application were highly effective in stimulating germination and growth of waterlily seedlings at early stages and that switching to BA and NAA medium at later stages resulted in enhanced plant growth, suggesting a suitable approach for laboratory propagation.

Keywords: Propagation, *In vitro*, *Nymphaea minuta* Hybrid

1. บทนำ

บัว *Nymphaea minima* สกุล *Nymphaea* จัดอยู่ในวงศ์ Nymphaeaceae เป็นพืชบัวแคระที่ได้รับความนิยมปลูกเลี้ยงในปัจจุบันมีการค้นพบบัวขนาดเล็ก 2 ชนิด คือ *N. minima* และ *N. thermarum* ซึ่งสามารถปลูกเลี้ยงในภาชนะจำกัดและเลี้ยงในอาคารได้เพื่อตอบสนองการขยายตัวแบบแนวตั้งสำหรับการอยู่อาศัยในยุคนี้ และในอนาคตสำหรับชาวคอนโดมิเนียมหรืออาคารชุด บัวทั้ง 2 ชนิด มีดอกสีขาว ขนาดเท่ากับเหรียญบาท จึงไม่มีความหลากหลายในธรรมชาติ ณ.นพชัย ชาญศิลป์ จากสถาบันบัวราชชมกมลตะวันออก ได้ทำการพัฒนาพันธุ์บัวดอกเล็กหรือบัวจิ๋ว ให้มีสีสันแปลกใหม่เพิ่มเติมไปจากเดิม เพื่อสร้างความหลากหลายในบัวประดับ เพื่อตอบสนองความต้องการตลาดของผู้ปลูกเลี้ยง โดยบัว *N. minima* จัดเป็นบัวสายเขตร้อนบานกลางวันที่มีขนาดเล็กที่สุดในโลก ถูกค้นพบบนเกาะมาดากัสการ์ ทวีปอาฟริกา และได้มีการแนะนำเป็นบัวชนิดใหม่ของโลก เมื่อปี ค.ศ. 2006 (Landon, Edwards & Nozaic, 2006) ดังนั้นในการพัฒนาพันธุ์จึงใช้ *N. minima* เป็นคู่ผสมหลัก เนื่องจากลูกผสมที่ได้ลักษณะแข็งแรง โตเร็ว ให้สีสันหลากหลายตามความประสงค์ของผู้ปรับปรุงพันธุ์ตั้งบัวมินูต้าลูกผสมสายพันธุ์สีเหลือง เป็นบัวลูกผสมของบัว *N. minima* ผสมกับ บัวผัน แต่ข้อจำกัดของบัวจิ๋วลูกผสมส่วนใหญ่ คือ การขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศทำได้ยากมาก ต้นต้องใช้ระยะเวลาและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตเต็มที่ จึงจะมีการผลิตเหง้าใหม่เกิดขึ้น (Landon et al, 2006) เนื่องจากได้รับอิทธิพลต้นแม่ *N. minima* ที่มักไม่แตกหน่อ โอกาสที่จะได้ต้นจำนวนครั้งละมาก ๆ ใช้เวลานาน ส่งผลต่อปริมาณที่ผลิตได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด บัวจิ๋วลูกผสมเริ่มได้รับความสนใจจากตลาดทั้งในและต่างประเทศ การขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาการขยายพันธุ์ ใช้ระยะเวลาสั้น ลดต้นทุนการผลิตทั้งด้านแรงงาน พื้นที่ได้มากกว่าการเพาะปลูกในสภาพธรรมชาติของบัวประดับได้ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อสร้างสายต้น (clone) ของบัวจิ๋วลูกผสมในสภาพปลอดเชื้อจึงมีความสำคัญต่อการเพิ่มปริมาณจำนวนต้นต่อไป ทั้งนี้มีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบัวประดับโดยใช้เมล็ด เช่น *N. carpentariae* hybrid (กฤตตินกานต์ ทองมา รุ่งอรุณ ดอนจันทร์ทอง ณ. นพชัย ชาญศิลป์ และจินตนา มงคุณโคตร, 2566) *N. minima* hybrid (รุ่งอรุณ ดอนจันทร์ทอง กฤตตินกานต์ ทองมา และจินตนา มงคุณโคตร, 2564) *N. gigantea* 'Atrans' (เยาวมาลย์ น้อยใหม่, 2561) *N. rubra* 'Maeploi' (Khaenthong, Chuenboonnngarm & Muengkrut, 2021) *N. nouchali* (Perera, et al., 2021; Bodhipadma, Noichinda, Wachirabongkoth, Pukpoomin, Punnakanta & Nathalang, 2011) *N. alba* L. (Sumlu, Atar & Khawar, 2010) และ *N. tetragona* (Dang, 2005) ซึ่งให้ผลการเจริญเติบโตและการตอบสนองที่แตกต่างกัน คณะผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษาและพัฒนาเทคนิคการเพาะเลี้ยงบัวมินูต้าลูกผสมสายพันธุ์สีเหลืองในสภาพปลอดเชื้อ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการขยายพันธุ์และงานปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาการขยายพันธุ์บัวมินูต้าลูกผสมสายพันธุ์สีเหลือง (*Nymphaea minima*) yellow hybrid ในสภาพปลอดเชื้อ

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การเตรียมและฟอกชิ้นส่วนพืช

นำเมล็ดจากฝักบัวมาล้างน้ำทำความสะอาด แช่แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ 1 นาที และฟอกฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ 1 นาที สารละลายคลอโรกซ์ 15 เปอร์เซ็นต์ 15 นาที และฟอกต่อด้วยสารละลายคลอโรกซ์ 5 เปอร์เซ็นต์ 5 นาที ล้างน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ๆ ละ 3 นาที วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD)

2.2 สูตรอาหารที่มีผลต่อการชักนำยอด

แบ่งเป็น 8 ทริตเมนต์ ๆ ละ 8 ซ้ำ ๆ ละ 4 เมล็ด เพาะเลี้ยงในอาหารเหลว 8 สูตร เป็นเวลา 1 เดือน ดังนี้

- 1) สูตร MS (Murashige & Skoog, 1962)
- 2) สูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร (Ubonprasirt, Chansilpa. & Donjanthong, 2011)
- 3) สูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (ณัฐวุฒิ รอดบุตร, 2560)
- 4) สูตร MS ที่เติม IAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (ณัฐวุฒิ รอดบุตร, 2560)

5) สูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (ดัดแปลงบัวทิพย์ อุบลประเสริฐ สรรลภ สวงวดีกุล และ กฤษฎา สไลรักษ์, 2555)

6) สูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (ดัดแปลงบัวทิพย์ อุบลประเสริฐ และคณะ, 2555)

7) สูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (ณัฐวุฒิ รอดบุตร, 2560)

8) สูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร (รุ่งอรุณ ดอนจันทร์ทอง และคณะ, 2560)

2.3 สูตรอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้น

นำเมล็ดทั้งอง (โดยมีใบอ่อน 1 - 2 ใบ) จากอาหารสูตรเดิมข้างต้นที่มีการงอก จำนวน 6 ทรีตเมนต์ ๆ ละ 32 ช้ำ ๆ ละ 1 เมล็ด เพาะเลี้ยงในอาหารเหลว 6 สูตร เป็นเวลาอีก 1 เดือน

2.4 สูตรอาหารที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณต้น

นำต้นเนื้อเยื่อจากอาหารสูตรเดิมทั้ง 6 สูตร มาเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร (กาญจนาธิ พงษ์นวิ รัฐภัทร์ ประดิษฐ์สรรพ วรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย วีระวัชรกรโยธิน และนิติกร ผิวผ่อง, 2558) จำนวน 6 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 16 ช้ำ ช้ำละ 1 ต้น

2.5 วางแผนการทดลอง และสภาพการเพาะเลี้ยง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง 30 ± 2 องศาเซลเซียส ให้แสง 40 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน ทำการ sub culture ต้นเนื้อเยื่อแก้วทุก 14 วัน

2.6 บันทึกผลการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูล

บันทึกเปอร์เซ็นต์การงอก จำนวนวันที่ยังงอก การเจริญเติบโต ได้แก่ จำนวนยอด จำนวนใบ จำนวนราก และความยาวราก การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลมาแปลงข้อมูลด้วยวิธีการแปลงข้อมูลแบบ สแควร์รูท (Square-root Transformation) [Square-root of $(x + 0.05)$] ก่อนทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Range Test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ด้วยโปรแกรม STAR

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 การงอกของเมล็ด

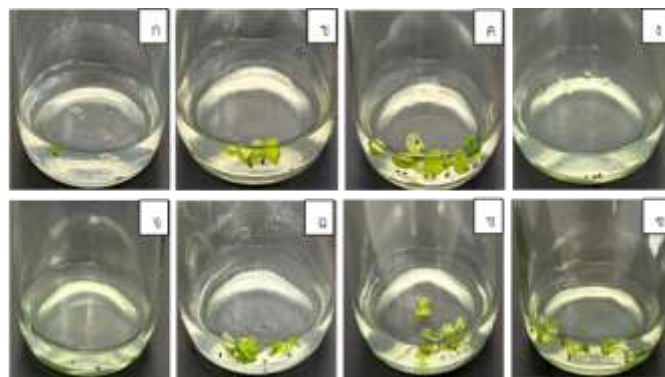
ผลการทดลองการเพาะเมล็ดบัวมินูต้าลูกผสมสายพันธุ์สีเหลืองในสภาพปลอดเชื้อ ในอาหารเหลวสูตรต่าง ๆ พบว่า ภายหลังการเพาะเลี้ยง 1 เดือน เปอร์เซ็นต์การงอกโดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยเมล็ดที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การงอกและจำนวนวันที่ยังงอกเร็วที่สุด คือ 87.50 เปอร์เซ็นต์ และ 14.63 วัน ไม่แตกต่างกับเมล็ดที่เพาะในอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ 0.1 ร่วมกับ IAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ NAA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การงอก 84.38 และ 81.25 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ รองลงมา สูตร MS ที่เติม BA 2 ร่วมกับ IAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูตร MS ที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การงอก 53.13 และ 50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนอาหารสูตร MS (ชุดควบคุม) ให้เปอร์เซ็นต์การงอกต่ำ คือ 9.38 เปอร์เซ็นต์ และอาหารสูตร MS ที่เติม IAA หรือ NAA พบว่าไม่มีการงอกของเมล็ด และมีจำนวนวันที่ยังงอก คือ 16.38, 16.50, 18.63, 16.77 และ 23.80 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 1 ภาพที่ 1) เมล็ดบัวมินูต้าลูกผสมสายพันธุ์สีเหลือง สามารถงอกได้เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต กลุ่มไซโทไคนิน ชนิด BA และงอกได้ดีในไซโทไคนินที่เติมเพียงชนิดเดียว คือ TDZ เมื่อเทียบกับอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต (ชุดควบคุม) ที่ให้เปอร์เซ็นต์การงอกต่ำกว่าและยอดมีขนาดเล็กที่สุด (ภาพที่ 1 ก) และไม่งอกในอาหารสูตรที่เติมออกซินเพียงอย่างเดียว ทั้งชนิด IAA หรือ NAA ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจาก TDZ เพิ่มอัตราการดูดน้ำ และกระตุ้นการงอก (มณฑา บัวหนอง, 2558; วราภรณ์ ฉุยฉาย, 2552) อีกทั้ง TDZ จัดอยู่ในกลุ่ม urea มีประสิทธิภาพสูงกว่ากลุ่ม amino purine กระตุ้นการเจริญของเซลล์ได้

(Sunagawa, Agarie, Umemoto, Makishi & Nose, 2007) สอดคล้องกับบัว *N. carpentariae* hybrid, *N. gigantea* 'Atrans', *N. alba* L. (กฤตตินกานต์ ทองมา และคณะ, 2566; เยาวมาลย์ น้อยใหม่, 2561, Sumlu, Atar & Khawar, 2010) เมล็ดงอกได้ดีที่สุดในอาหารที่เติม TDZ ส่วนอาหารสูตรที่เติมออกซิน IAA หรือ NAA เมล็ดไม่งอก ให้ผลการทดลองไปทางเดียวกับเมล็ดถั่วเหลืองที่เป็นกลุ่มพืชใบเลี้ยงคู่แบบเดียวกับพืชบัว การใช้ IAA ทำให้เมล็ดถั่วเหลืองงอกช้า และยับยั้งการงอก ทั้งนี้การออกซินกระตุ้นการพักตัวของเมล็ด โดยเพิ่มการถ่ายทอดสัญญาณ ABA ที่ส่งเสริมการพักตัวและยับยั้งการงอก (Shuai et al., 2017)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด และจำนวนวันที่ยอกของเมล็ดบัวมินูตากลุ่มผสมสีเหลือง เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารสูตรต่าง ๆ ในสภาพปลอดเชื้อหลังจากเพาะเลี้ยง 1 เดือน

สูตรอาหาร (มก./ล.)	เปอร์เซ็นต์การงอก (%)	จำนวนวันที่ยอก (วัน)
MS	9.38 ^c	23.8
MS+BA 2	50.00 ^b	16.77
MS+TDZ 0.1	87.50 ^a	14.63
MS+IAA 1	0.00 ^c	0
MS+NAA 1	0.00 ^c	0
MS+BA 2+IAA 1	53.13 ^b	18.63
MS+TDZ 0.1+IAA 1	84.38 ^a	16.38
MS+TDZ 0.1+NAA 4	81.25 ^a	16.50
F-test	**	-
CV%	46.37	-

หมายเหตุ: ** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ($P \geq 0.01$)



ภาพที่ 1 การงอกของเมล็ดบัวมินูตากลุ่มผสมสายพันธุ์สีเหลือง เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารสูตรต่าง ๆ ในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 1 เดือน (ก) MS (ข) MS+NAA 1 มก./ล. (ค) MS+IAA 1 มก./ล. (ง) MS+BA 2 มก./ล. (จ) MS+TDZ 0.1 มก./ล. (ฉ) MS+BA 2 มก./ล. + IAA 1 มก./ล. (ช) MS+TDZ 0.1 มก./ล. + IAA 1 มก./ล. (ซ) MS+TDZ 0.1 มก./ล. + NAA 4 มก./ล.

3.2 การเจริญเติบโตของต้นอ่อนบัว

หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 เดือน พบว่าต้นอ่อนบัวมีการเจริญเติบโต โดยให้จำนวนยอด จำนวนใบ โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) จำนวนราก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และความยาวราก ไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) อาหารเหลวสูตร MS ที่เติม TDZ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนยอด และจำนวนใบมากที่สุด (1 ยอด และ 6 ใบ) สูตร MS ที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนรากและความยาวรากสูงสุด 1.38 ราก 0.83 เซนติเมตร) จะเห็นได้ว่าอาหารสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่ม ไซโทไคนิน ชนิด BA และ TDZ และไซโทไคนินร่วมกับออกซิน (BA + IAA, TDZ + IAA, NAA) ให้จำนวนยอดเฉลี่ยมากกว่า อาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต (ชุดควบคุม) ที่ให้จำนวนยอด จำนวนใบ ความยาวราก ต่ำกว่า (0.25 ยอด 1.62 ใบ 0.19

เซนติเมตร) และยอดมีขนาดเล็กที่สุด (ตารางที่ 2 และภาพที่ 2 ก) ดังนั้นสารควบคุมการเจริญเติบโตมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชในด้านต่าง ๆ เช่น การแบ่งเซลล์ และการขยายตัวของเซลล์ (ทวีศักดิ์ แสงอุดม, 2559)

เมื่อเพาะเลี้ยงครบ 2 เดือน ได้ทำการย้ายเนื้อเยื่อจากอาหารสูตรเดิมที่มีการออก (ทั้ง 6 สูตร) มาเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลาอีก 3 เดือน พบว่า เนื้อเยื่อที่ย้ายมาจากอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ให้จำนวนยอด จำนวนใบ จำนวนราก และความยาวรากมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (1 ยอด 11.50 ใบ 2.75 ราก และ 2.11 เซนติเมตร) และต้นมีการเจริญเติบโต และมีขนาดใหญ่กว่าเนื้อเยื่อที่ย้ายมาจากอาหารสูตรอื่น ๆ ทั้งนี้สอดคล้องกับ วราภรณ์ ฉุยฉาย (2552) รายงานว่า การออกฤทธิ์ของ TDZ เกี่ยวข้องกับการเพิ่มระดับของออกซิน และไซโทไคนิน ภายในเซลล์พืชให้สูงขึ้น จึงส่งเสริมให้พืชมีแบ่งเซลล์ เนื่องจากได้รับจากอาหารสูตรเดิมมาระดับหนึ่ง และเนื้อเยื่อที่มาจากอาหารสูตรเดิมเกือบทุกสูตร ให้จำนวนยอดลดลง ยกเว้น อาหารสูตร MS (ชุดควบคุม) (ตารางที่ 3 ภาพที่ 3) ลำดับการได้รับไซโทไคนิน มีผลต่อการเกิดยอดของพืชตระกูลหญ้า โดยยอดเลี้ยงในอาหารที่มี BA แล้วย้ายไปลงอาหารที่มี TDZ เกิดยอดได้ดีกว่า ยอดที่เลี้ยงในอาหารที่มี TDZ แล้วย้ายไปลงอาหารที่มี BA เป็นไปได้ว่าในเซลล์พืช TDZ จับกับตัวรับก่อน จะทำให้การเข้าจับตัวรับของ BA และไซโทไคนิน ชนิดที่เป็นอนุพันธ์ของอะดินีนตัวอื่น ๆ ลดลง ส่งผลให้ไซโทไคนินในพืชลดลง (Nielsen, Hansen & Brandr, 1995) และจากการทดลองพบว่า เนื้อเยื่อที่ย้ายมาจากอาหารสูตร MS ที่เติม TDZ 0.1 พบว่า ไม่เกิดราก และเนื้อเยื่อใบมีสีเขียวอมเหลือง (ภาพที่ 3 ค) การใช้ TDZ ส่งผลให้เกิดการสะสม และมีผลยับยั้งการเกิดราก (Andrabi et al., 2018) ให้ผลไปทางเดียวกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อฟีโลเดนดรอนด้วยอาหาร MS ที่มี TDZ 0.05-1 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้ปริมาณของคลอโรฟิลล์ลดลงจนทำให้เซลล์เนื้อเยื่อตาย และกระตุ้นการสร้างเอทิลีน (Han & Park, 2008; วราภรณ์ ฉุยฉาย, 2552)

อาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงบัวมินูต้าลูกผสมสายพันธุ์สีเหลืองในการทดลองนี้ ให้จำนวนยอดเพียง 1 ยอด ทั้งนี้อาจเนื่องจากได้รับอิทธิพลต้นแม่ *N.minuta* ที่มักไม่แตกหน่อ และสอดคล้องกับ Dewir, Nurmansyah, Naidoo & Teixeira da Silva (2018) กล่าวว่า การใช้ TDZ อาจก่อให้เกิดความผิดปกติของเนื้อเยื่อ และยับยั้งการเพิ่มจำนวนต้นอ่อน ทั้งนี้เนื่องมาจากความเข้มข้นของ TDZ สูงเกินไป หรือเกิดจากการได้รับ TDZ เป็นระยะเวลานาน การเพาะเลี้ยงเมล็ดบัวมินูต้าลูกผสมสายพันธุ์สีเหลือง ด้วยอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม TDZ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 2 เดือน ก่อนย้ายลงอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลาอีก 3 เดือน จะให้ต้นที่มีการเจริญเติบโตดีที่สุด คือ มีลักษณะต้นแข็งแรง ก้านใบยาว ใบใหญ่ และมีรากยาว เป็นอีกแนวทางของงานปรับปรุงพันธุ์ ย่นระยะเวลาในการคัดเลือกลักษณะกลุ่มประชากรเนื้อเยื่อที่แสดงออก ลดต้นทุนของแรงงาน และพื้นที่ในแปลงเพาะพันธุ์บัวได้

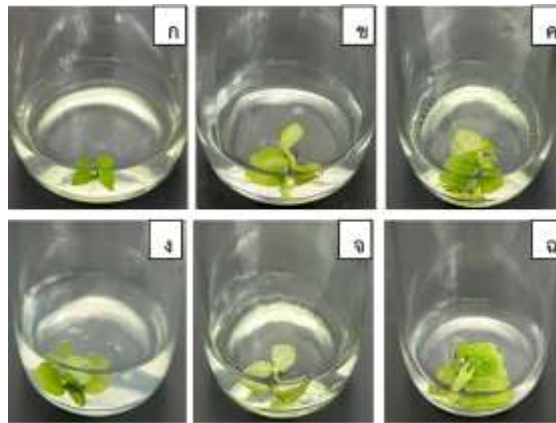
ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย จำนวนยอด จำนวนใบ จำนวนราก และความยาวรากของบัวมินูต้าลูกผสมสายพันธุ์สีเหลืองเมื่อเพาะเลี้ยงในสูตรอาหารต่าง ๆ ในสภาพปลอดเชื้อ เป็นเวลา 2 เดือน

สูตรอาหาร (มก./ล.)	จำนวนยอด (ยอด)	จำนวนใบ (ใบ)	จำนวนราก (ราก)	ความยาวราก (เซนติเมตร)
MS	0.25 ^b	1.62 ^b	0.62 ^b	0.19
MS+BA 2	1.00 ^a	5.62 ^a	0.50 ^b	0.59
MS+TDZ 0.1	1.00 ^a	5.38 ^a	0.38 ^b	0.43
MS+BA 2+IAA 1	0.88 ^a	5.00 ^a	1.38 ^a	0.83
MS+TDZ 0.1+IAA 1	1.00 ^a	5.88 ^a	0.50 ^b	0.50
MS+TDZ 0.1+NAA 4	1.00 ^a	6.00 ^a	1.12 ^a	0.48
F-test	**	**	*	ns
CV%	10.71	24.87	32.74	30.84

หมายเหตุ: แปลงข้อมูลด้วยวิธี square-root transformation ก่อนการคิดวิเคราะห์ผลทางสถิติ และแปลงข้อมูลกลับมายังค่าเดิมเพื่อนำเสนอ

ผลการทดลอง * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $p < 0.05$, ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $p < 0.01$, ns

ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 2 การเจริญเติบโตของต้นอ่อนบัวมินูต้าลูกผสมสีเหลือง เมื่อเพาะเลี้ยงในสูตรอาหารต่างๆ ในสภาพปลอดเชื้อ เป็นเวลา 2 เดือน

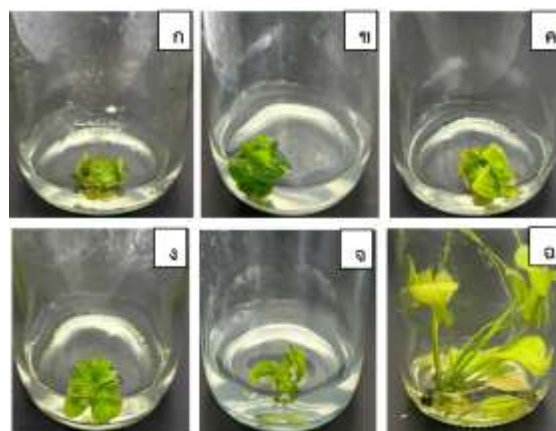
(ก) MS (ข) MS+BA 2 มก./ล. (ค) MS+TDZ 0.1 มก./ล. (ง) MS+BA 2 มก./ล.+ IAA 1 มก./ล.

(จ) MS+TDZ 0.1 มก./ล.+IAA 1 มก./ล. (ฉ) MS+TDZ 0.1 มก./ล.+ NAA 4 มก./ล.

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยจำนวนยอด จำนวนใบ จำนวนราก และความยาวรากของต้นอ่อนบัวมินูต้าลูกผสมสีเหลือง ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตรเดิม ย้ายลงอาหารสูตร MS ที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 3 เดือน

อาหารสูตรเดิม (มก./ล.)	จำนวนยอด (ยอด)	จำนวนใบ (ใบ)	จำนวนราก (ราก)	ความยาวราก (เซนติเมตร)
MS	0.25 ^c	1.75 ^c	0.62 ^b	0.28 ^b
MS+BA 2	0.88 ^{ab}	6.50 ^b	0.00 ^b	0.00 ^b
MS+TDZ 0.1	0.50 ^{bc}	3.62 ^{bc}	0.00 ^b	0.00 ^b
MS+BA 2+IAA 1	0.62 ^{abc}	3.62 ^{bc}	0.62 ^b	0.76 ^b
MS+TDZ 0.1+IAA 1	0.62 ^{abc}	3.75 ^{bc}	0.75 ^b	0.89 ^b
MS+TDZ 0.1+NAA 4	1.00 ^a	11.50 ^a	2.75 ^a	2.11 ^a
F-test	*	**	**	**
CV%	21.86	43.28	35.66	38.18

หมายเหตุ: แปลงข้อมูลด้วยวิธี square-root transformation ก่อนการคิดวิเคราะห์ผลทางสถิติ และแปลงข้อมูลกลับมายังค่าเดิมเพื่อนำเสนอผลการทดลอง, * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $p < 0.05$, ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น $p < 0.01$



ภาพที่ 3 การเจริญเติบโตของต้นบัวมินูต้าลูกผสมสายพันธุ์สีเหลือง ที่ย้ายมาจากอาหารสูตรเดิมมาเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 3 เดือน

(ก) MS (ข) MS+BA 2 มก./ล. (ค) MS+TDZ 0.1 มก./ล. (ง) MS+BA 2 มก./ล.+ IAA 1 มก./ล.

(จ) MS+TDZ 0.1 มก./ล.+IAA 1 มก./ล. (ฉ) MS+TDZ 0.1 มก./ล.+ NAA 4 มก./ล.

4. สรุปผล

การเพาะเลี้ยงเมล็ดบัวมีนุ้ด้าลูกผสมสายพันธุ์สีเหลือง ด้วยอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม TDZ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 2 เดือน ก่อนย้ายลงอาหารเหลวสูตร MS ที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลาอีก 3 เดือน เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง ได้รับแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นวิธีการเหมาะสมให้เปอร์เซ็นต์การงอกสูง มีจำนวนวันที่งอกเร็ว และต้นมีการเจริญเติบโตดีที่สุด คือ มีลักษณะต้นแข็งแรง ก้านใบยาว ใบใหญ่ และมีราก

ข้อเสนอแนะควรมีการทดสอบสูตรอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต เช่น สูตรที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตหลังเมล็ดงอก สูตรหรือวิธีการเพิ่มปริมาณยอดโดยปัจจัยอื่นร่วม เช่น ชนิดของแสง ชนิดของอาหารประเภทอาหารแข็ง ที่มีการเติมสารอื่น ๆ ที่กระตุ้นการแตกยอด

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนส่งเสริม ววน. ประจำปี งบประมาณ พ.ศ. 2567 และขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ผศ.ดร.ณ.นพชัย ขาญศิลป์ ผู้ปรับปรุงพันธุ์บัวมีนุ้ด้าลูกผสมสายพันธุ์สีเหลือง บุคลากรของสถาบันบัวราชมงคลตะวันออกทุกท่าน ที่ได้ให้การสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- กาญจนา นพชัย, รัชฎ์ ประดิษฐ์สรพ์, วรณดา พิพัฒน์เจริญชัย, วีระ วัชรโยธิน และนิติกร ผิวม่วง. (2558). *การเพาะขยายพันธุ์พรรณไม้น้ำ*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและพรรณไม้น้ำ กรมประมง.
- กฤตตินกานต์ ทองมา, รุ่งอรุณ ดอนจันทร์ทอง, ณ. นพชัย ขาญศิลป์ และจินตนา มุ่งคุณโคตร. (2566). ผลของอุณหภูมิและอาหารเพาะเลี้ยงต่อการงอกและเจริญเติบโตของเมล็ดบัวยักษ์คาร์เพนทาเรียลูกผสมในสภาพปลอดเชื้อ. ใน *รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 20 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน* (หน้า 88-95). นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณัฐภูมิ รอดบุตร. (2560). *อิทธิพลของ TDZ และ IAA ต่อการเพิ่มปริมาณยอดบัวผันในสภาพปลอดเชื้อ*. (ปัญหาพิเศษปริญญาโทมหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก.
- ทวีศักดิ์ แสงอุดม. (2559). *สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชและแนวทางการใช้กับไม้ผล*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.
- บัวทิพย์ อุบลประเสริฐ, สรรลภ สงวนดีกุล และกฤษฎา สไลรักษ์. (2555). *การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบัวประดับ*. (รายงานการวิจัย). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก.
- มณฑา บัวหนอง. (2558). *การใช้สารในกลุ่มไซโทไคนินในการปรับปรุงคุณภาพและยืดอายุไม้ดอกไม้ประดับ*. เข้าถึงได้จาก <https://www.phtnet.org/2015/07/152/>.
- เยาวมาลย์ น้อยใหม่. (2561). ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการกระตุ้นการงอกของเมล็ดบัวยักษ์ลูกผสมสายพันธุ์ เอทรานส์ในสภาพปลอดเชื้อ. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*, 2(17), 54-64.
- รุ่งอรุณ ดอนจันทร์ทอง, กฤตตินกานต์ ทองมา และ จินตนา มุ่งคุณโคตร. (2564). ผลของสูตรอาหารต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของบัวมีนุ้ด้าลูกผสมในสภาพปลอดเชื้อที่อุณหภูมิห้อง. ใน *รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติ “ราชมงคลสุรินทร์ ครั้งที่ 12”*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ (หน้า A123-A129). สุรินทร์: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.
- วราภรณ์ ฉุยฉาย. (2552). บทบาทของ Thidiazuron ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 4(2), 123-135.
- Andrabi, S.B.A. Tahara M., Matsubara, R., Toyama, T., Aonuma, H., Sakakibara, H., Suematsu, M., Tanabe, K., Nozaki, T., & Nagamune, K. (2018). Plant Hormone Cytokinins Control Cell Cycle Progression and Plastid Replication in Apicomplexan Parasites. *Parasitology International*, 67(1), 47-58.

- Bodhipadma K., Noichinda S., Wachirabongkoth P., Pukpoomin E., Punnakanta L. & Nathalang K. (2011). *Nymphaea nouchali* var. *versicolor* 'Bua Phuean': Seed Morphology and Germination in Vitro. *Environmental and natural resources*, 9(2), 19-25.
- Dang J.C. (2005). *Micropropagation of Ilex Khasiana Hook F. and Nymphaea tetragona (AIT) George-rare and Endangered Plants of Meghalaya, India*. (Doctoral Dissertation). Meghalaya: North-Eastern Hill University.
- Dewir, Y.H., Nurmansyah, N., Naidoo, Y., & Teixeira da Silva, J.A. (2018). Thidiazuron-induced Abnormalities in Plant Tissue Cultures. *Plant Cell Rep*, 37, 1451-1470
- Han, B.H., & Park, B.M. (2008). In Vitro Micropropagation of *Philodendron Cannifolium*. *Journal of Plant Biotechnology*, 35, 203-208.
- Khaenthong, I., Chuenboonngarm, N., & Muengkrut, A. (2021). *In vitro* Self and Cross Pollinated Seed Culture of *Nymphaea rubra* 'Maeploi', a Night-blooming Tropical Waterlily Hybrid (Nymphaeaceae) from Thailand. *Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi*, 20(1), 123-133. DOI: 10.14456/rj-rmutt.2021.12
- Landon K., Edwards A.R. & Nozaic P.I. (2006). A New Species of Waterlily (*nymphaea minuta*, nymphaeaceae) from Madagascar. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 22(2), 887-893.
- Murashige, T. & Skoog, F. (1962). A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassay Tobacco Tissue Culture. *Physiol Plant*, 15(3), 473-497.
- Nielsen, J.M., Hansen, J., & Brandr. K. (1995). Synergism of Thidiazuron and Benzyladenine in Axillary Shoot Formation Depends on Sequence of Application in *Miscanthus x ogiformis* 'Giganteus'. *Plant Cell Tissue Organ Cult*, 41, 165-170.
- Perera P., Attanayaka D., Yakandawala K., Yakandawala D., Fernando C., Arachchi U., Gunawardhana W. & Weerasinghe W. (2021) *In Vitro* Culture of *Nymphaea nouchali* Seeds: A Conservation Approach for Vulnerable Species. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 49(3), 393-402.
- Shuai, H., Meng, Y., Luo, X., Chen, F., Zhou, W., Dai, Y., ... Shu, K. (2017). Exogenous Auxin Represses Soybean Seed Germination Through Decreasing the Gibberellin/Abscisic Acid (GA/ABA) Ratio. *Scientific Reports*, 7, 12620. DOI: 10.1038/s41598-017-13093-w
- Sumlu S., Atar H.H. & Khawar K.M. (2010). Breaking Seed Dormancy of Water Lily (*Nymphaea alba* L.) Under *In Vitro* Conditions. *Biotechnology & Biotechnology Equipment*, 24(1), 1582-1586.
- Sunagawa, H., Agarie, S., Umemoto, M., Makishi, Y., & Nose, A. (2007). Effect of Urea Type Cytokinins On The Adventitious Shoots Regeneration From Cotyledonary Node Explant in Thecommon Ice Plant, *Mesembryanthemum crystallinum*. *Plant Production Science - PLANT PROD SCI*, 10, 47-56. DOI: 10.1626/ppp.10.47
- Ubonprasirt, B., Chansilpa., N.N., & Donjanthong, R. (2011). Micropropagation of Tropical Night Blooming Waterlily (*Nymphaea pubescens*). *Rajamangala University of Technology Tawan-ok Research Journal*, 4(2), 10-15.

ผลของชนิดรำข้าวต่อการเจริญของเส้นใยและผลผลิตเห็ดแครง

Effects of Type of Rice Bran on Mycelium Growth and Yield of Split Gill Mushroom (*Schizophyllum commune* Fr.)

พรศิลป์ สีเผือก¹ วิลาวณีย์ สุวรรณมณี¹ วุฒิชัย สีเผือก¹ สุภาวดี มากอัน² นันทพงษ์ พงษ์พิริยเดชะ²

รัสมนต์ ยุระพันธ์³ ทิพย์สุดา จันทรเกื้อ³ ปัญญรัตน์ ลือขจร⁴ สาลินี ทิพย์เพ็ง⁴ และ วณิดา บุรีภักดี⁴

Pornsil Seephueak¹, Wilawan Suwanmanee¹, Wuttichai Seephueak¹, Supawadee Mak-on²,

Nantapong Pongpiriyadecha², Russamon Yuraphan³, Thipayasuda Junker³,

Panjaras Leukajorn⁴, Salinee Tippeng⁴ and Wanida Bureepakdee⁴

¹ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

¹ Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya

² วิทยาลัยรัตภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

² Rattaphum College, Rajamangala University of Technology Srivijaya

³ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

³ Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology

⁴ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

⁴ Faculty of Liberal Arts, Rajamangala University of Technology

* E-mail: pornsil.s@rmutsv.ac.th, 08-6747-2345

บทคัดย่อ

เห็ดแครง (*Schizophyllum commune* Fr.) เป็นเห็ดที่มีคุณสมบัติเป็นยา มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เจริญเติบโตได้ง่าย บนอินทรีย์วัตถุ ราคาจำหน่ายสูง เป็นที่ต้องการของตลาดและผู้บริโภค งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาชนิดของรำข้าวที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นอาหารเสริมเพื่อเพาะเห็ดแครง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) 4 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย การใช้รำข้าว 100 กรัม/ถุง การใช้รำข้าว 50 กรัม/ถุง การใช้รำข้าว 25 กรัม/ถุง และรำข้าว 12.5 กรัม/ถุง โดยปริมาตร บรรจุก้อนละ 600 กรัม ผลการวิจัยพบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.01) โดยกรรมวิธีการใช้รำข้าว 100 กรัม/ถุง ให้ผลผลิตสูงสุด เท่ากับ 137.80 กรัม/ถุง (B.E.=36.07 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ กรรมวิธีการใช้รำข้าว 50 กรัม/ถุง ให้ผลผลิต เท่ากับ 96.50 กรัม/ถุง (B.E.=25.53 เปอร์เซ็นต์) 85.50 กรัม/ถุง (B.E.=22.44 เปอร์เซ็นต์) และ 15.30 กรัม/ถุง (B.E.=4.50 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ

คำสำคัญ: รำข้าว, เห็ดแครง, รำละเอียด, วัสดุเพาะ

Abstract

Schizophyllum commune Fr. is a medicinal mushroom with high nutritional value. It can grow easily on organic matter, has a high market price, and is in great demand among consumers. This research aimed to determine the most suitable type of rice bran to be used as a nutritional supplement for cultivating *S. commune*. The experiment was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and four replications. The treatments included: rubber wood sawdust mixed with polished rice bran, jasmine rice bran, wheat bran, and rice bran (control). The cultivation formula consisted of 100 kg of rubber wood sawdust, 50 kg of rice bran, 2 kg of pumice sulfate, and 0.2 kg of magnesium sulfate, by volume. Each cultivation bag contained 600 grams of substrate. The results showed statistically significant differences ($P < 0.01$). The treatment using rubber wood sawdust mixed with polished rice bran yielded the highest production of *S. commune*, at 137.80 g/bag, with a biological efficiency (B.E.) of 36.07%. This was followed by the jasmine rice bran (96.50 g/bag, B.E. = 25.53%), the control with fine rice bran (85.50 g/bag, B.E. = 22.44%), and the wheat bran treatment (15.30 g/bag, B.E. = 4.50%), respectively.

Keywords: Sawdust, Spill Gill, Rice Bran, Substrates

1. บทนำ

เห็ดแครง (*Schizophyllum commune* Fr.) หรือ เห็ดตีนตุ๊กแก เป็นเห็ดที่เจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนชื้น พบได้บนท่อนไม้ยางพาราและไม้เนื้ออ่อนทั่วไป เกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ เป็นเห็ดพื้นถิ่นที่ประชาชนทั่วไปนิยมบริโภคโดยเฉพาะทางภาคใต้ พบมากในช่วงฤดูฝน ดอกเห็ดมีขนาดเล็กลักษณะคล้ายพัด ส่วนฐานดอกมีก้านขนาดสั้น ๆ ผิวด้านบนมีสีขาวปนเทาปกคลุมทั่วไป ลักษณะดอกเหนียวและแข็งแรง เห็ดแครงที่พบในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ลักษณะของดอกเห็ดก็อาจแตกต่างกันไป เห็ดแครงเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง จากการศึกษาวิจัยพบว่า เห็ดแครง 100 กรัม ให้โปรตีน 17.0 กรัม ไขมัน 0.5 กรัม แคลเซียม 90 มิลลิกรัม ธาตุเหล็ก 280 มิลลิกรัม และ ฟอสฟอรัส 640 มิลลิกรัม ๆ เห็ดแครงมีประโยชน์ใช้เป็นอาหารและมีสรรพคุณทางยามีสารต้านเชื้อไวรัส สารยับยั้งเซลล์มะเร็ง เป็นแหล่งโปรตีนสำคัญสำหรับผู้รักสุขภาพ มีกรดอะมิโนจำเป็นทุกชนิดเหมือนกับเนื้อสัตว์ และมีไฟเบอร์สูง ช่วยในระบบการย่อยและการขับถ่าย (นงมล มงคลธนวัฒน์, 2557) สารสกัดจากเห็ดแครงสามารถนำไปเป็นส่วนประกอบของเครื่องสำอาง นอกจากนี้เห็ดแครงเป็นเห็ดที่มีรสชาติดี สามารถนำไปแปรรูปได้อย่างหลากหลาย ดังนั้นเห็ดแครงจึงเป็นเห็ดที่ได้รับความนิยมปลูกทั้งในและต่างประเทศ ราคาจำหน่ายในท้องตลาดค่อนข้างสูง กิโลกรัมละ 180-200 บาท

เห็ด (mushroom) เป็นกลุ่มเชื้อราที่ต้องการแหล่งอาหารที่หลากหลาย เพื่อการเจริญเติบโตของเส้นใย และพัฒนาเป็นดอกเห็ด เช่น แหล่งคาร์บอน ไนโตรเจน ธาตุอาหาร และวิตามิน เป็นต้น สำหรับวัตถุประสงค์หลักสำหรับเพาะเห็ดแครง ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา และรำละเอียด โดยขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นแหล่งอาหารกลุ่มคาร์บอน ในขณะที่รำละเอียดเป็นอาหารเสริมซึ่งเป็นแหล่งของโปรตีน มีความสำคัญช่วยในการส่งเสริมการเจริญของเส้นใยและการเพิ่มผลผลิต นอกจากนี้ยังมีธาตุอาหารอื่น ๆ เช่น แคลเซียม และแมกนีเซียม มีส่วนช่วยในการปรับสภาพอาหารให้เหมาะสมแก่การเจริญของเส้นใยเห็ด ช่วยสร้างความแข็งแรงของเส้นใย และโครงสร้างของเห็ดให้มีคุณภาพ โดยทั่วไปการเพาะเห็ดแครงเกษตรกรจะเพาะในถุงพลาสติก โดยใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นวัสดุเพาะหลัก และใช้รำละเอียดเป็นอาหารเสริมในอัตรา 50 เปอร์เซ็นต์ของขี้เลื่อย ซึ่งเป็นสัดส่วนที่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับ การเพาะเห็ดชนิดอื่น ทั้งนี้เพื่อให้ปริมาณสารอาหารเพียงพอต่อการเจริญของเส้นใย และการออกดอกของเห็ดแครง (พรศิลป์ สีเผือก, 2565) ดังนั้นรำละเอียดจึงมีความสำคัญต่อการเพาะเห็ดแครง โดยรำละเอียดที่เลือกใช้เป็นอาหารเสริม ควรมีคุณภาพดี มีคุณค่าทางอาหารสูง สดและใหม่ มีระดับเยื่อใยไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด และไม่มีสารปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์หรือแมลงศัตรู (อุทัย คันธ., 2560) รำข้าว คือ เยื่อที่ห่อหุ้มเมล็ดข้าวกล้อง มีสีน้ำตาลอ่อน จัดเป็นผลิตภัณฑ์ได้จากกระบวนการขัดสีข้าว ส่วนใหญ่นำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ โดยรำข้าว 100 กิโลกรัม สามารถสกัดน้ำมันดิบได้ 16-17 กิโลกรัม และกากรำข้าว 80-81 กิโลกรัม (Naivikul, Klinkesorn, & Santiwattana, 2008) โดยองค์ประกอบและโครงสร้างที่สำคัญต่าง ๆ ในรำข้าว คือ ขนาดอนุภาค และองค์ประกอบทางด้านกายภาพและเคมี ทั้งนี้คุณค่าทางโภชนาการของรำข้าวขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ สภาวะที่ใช้ในการเพาะปลูก และกระบวนการขัดสี เป็นต้น สำหรับองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญในรำข้าว ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน ลิพิด แร่ธาตุ วิตามิน และเอนไซม์ โดยในรำข้าวส่วนใหญ่จะมีโปรตีน ไขมัน โยอาหาร และเถ้า แต่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและพลังงานลดลง (Fat and Oil Research Center for Excellency, 2025; Irakli, Lazaridou, & Biliaderis, 2021) ดังนั้นจึงสันนิษฐานได้ว่า ชนิดของรำซึ่งมีองค์ประกอบต่างกัน จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดแตกต่างกัน โดยเฉพาะเห็ดแครงซึ่งต้องใช้รำในปริมาณมาก การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้รำละเอียด 4 ชนิด ได้แก่ รำข้าวขัดขาว รำข้าวหอมมะลิ รำข้าวสาลิ และรำข้าวละเอียด เป็นอาหารเสริมต่อการเจริญของเส้นใยและการออกดอกของเห็ดแครง ผลการศึกษาสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้แก่เกษตรกรผู้เพาะเห็ด เพื่อพัฒนาและยกระดับการผลิตเห็ดแครงให้มีปริมาณและคุณภาพที่สูงขึ้น และลดต้นทุนในการผลิต

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาชนิดของรำข้าวที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นอาหารเสริมเพื่อเพาะเห็ดแครง

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การเตรียมหัวเชื้อเห็ดแครง

หัวเชื้อเห็ดแครง (*S. commune*) แยกโดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Tissue Culture) ย้ายเชื้อเห็ดแครงบริสุทธิ์ที่เลี้ยงไว้ในหลอดทดลอง ไปเลี้ยงบนอาหารพีดีเอ (Potato Dextrose Agar; PDA) เมื่อเส้นใยเห็ดอายุ 5 วัน ใช้มีดผ่าตัดคนไฟฆ่าเชื้อ ตัดเส้นใยพร้อมชิ้นวุ้น ขนาด 1 x 1 ตารางเซนติเมตร นำไปใส่ในขวดแก้วทรงกลมขนาดบรรจุ 250 มิลลิลิตร ภายในบรรจุเมล็ดข้าวฟ่าง ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ เป็นระยะเวลา 20 นาที ด้วยหม้อนึ่งแรงดันสูง อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28-32 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 7 วัน นำหัวเชื้อที่ได้ไปขยายต่อในวัสดุเพาะเห็ดแครงต่อไป

2.2 การผลิตก้อนเชื้อเห็ดและการหยอดเชื้อเห็ดแครง

- 1) สูตรอาหารสำหรับเพาะเห็ดแครง ประกอบด้วย ซีลี้อยไม้ยางพารา 100 กิโลกรัม รำข้าว 50 กิโลกรัม ภูไมท์ซัลเฟต 2 กิโลกรัม และดีเกลือ 0.2 กิโลกรัม ผสมวัสดุเพาะให้เข้ากัน ปรับความชื้นให้ได้ 65-70 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบโดยการกำวัสดุเพาะแล้วบีบให้แน่น และเมื่อคลายมือออกจะไม่มีน้ำออกจากกำมือ
- 2) บรรจุวัสดุเพาะลงถุงพลาสติกทนร้อน ขนาด 6.5 x 10.0 นิ้ว น้ำหนัก 600 กรัม/ถุง ปิดด้วยจุกพลาสติก
- 3) นำก้อนวัสดุเพาะเห็ดไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยตู้ตั้งไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-6 ชั่วโมง นับจากน้ำเดือด
- 4) หลังนึ่งฆ่าเชื้อ ปลอวัสดุเพาะให้เย็น ใช้แท่งเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว สันไฟฆ่าเชื้อ เจาะตรงกลางก้อนเชื้อให้ลึกประมาณ 3-4 นิ้ว หยอดหัวเชื้อเมล็ดข้าวฟ่างลงในรูที่เจาะไว้ จำนวน 20-25 เมล็ด นำก้อนเชื้อไปบ่มในโรงเรือนบ่มเชื้อ ที่อุณหภูมิ 28-32 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 85 เปอร์เซ็นต์

2.3 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) 4 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ก้อน กรรมวิธีมีดังนี้

- กรรมวิธีที่ 1 ซีลี้อยไม้ยางพารา + รำข้าวขัดขาว
- กรรมวิธีที่ 2 ซีลี้อยไม้ยางพารา + รำข้าวหอมมะลิ
- กรรมวิธีที่ 3 ซีลี้อยไม้ยางพารา + รำข้าวสาลี
- กรรมวิธีที่ 4 ซีลี้อยไม้ยางพารา + รำข้าวละเอียด (ชุดควบคุม)

2.4 วิธีการเก็บข้อมูล

1) วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน

หลังจากนึ่งฆ่าเชื้อวัสดุเพาะเห็ด ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างวัสดุเพาะไปวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน โดยวิธี Micro-Kjeldahl ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

2) การเจริญของเส้นใยเห็ด

วัดความยาวของเส้นใย โดยวางสายวัดแนบชิดกับผิวของก้อนเชื้อเห็ด เริ่มวัดที่บริเวณขอบล่างของคอขวด วัดลงมาด้านล่างจนถึงจุดปลายสุดของเส้นใยเห็ด ก้อนเห็ดแต่ละก้อนจะทำการวัดความยาวเส้นใยเห็ด 4 ตำแหน่ง โดยแต่ละตำแหน่งจะมีระยะห่างเท่า ๆ กัน ทำการตรวจวัดความยาวเส้นใยเห็ดทุก 5 วัน จนเส้นใยเจริญเต็มถุงก้อนเชื้อ

3) ผลผลิตเห็ด

บันทึกน้ำหนักดอกเห็ดสด และคำนวณค่าประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Biological Efficiency ; % B.E.) (Noonsong, Puttakun, Tinsirisuk, & Seephueak, 2017) จากสูตร

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักเห็ดสด}}{\text{น้ำหนักแห้งของวัสดุเพาะ}} \times 100$$

4) การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้บันทึกได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนตามการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ หากพบความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยในแต่ละทรีทเมนต์ จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละทรีทเมนต์โดยใช้วิธีการ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษา

1) ปริมาณไนโตรเจนในวัสดุเพาะเห็ดแคร้ง

วัสดุเพาะเห็ดแคร้งในแต่ละสูตรอาหาร เมื่อนำไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจน พบว่า สูตรอาหารที่ใช้รำข้าวขัดขาวมีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด เท่ากับ 2.40 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ รำข้าวละเอียด รำข้าวหอมมะลิ และรำข้าวสาลี ปริมาณไนโตรเจน เท่ากับ 1.86, 1.53 และ 1.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ลักษณะของรำข้าวแต่ละชนิดแสดงไว้ในภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณไนโตรเจนในวัสดุเพาะเห็ดแคร้งเมื่อใช้รำข้าวต่างชนิดกันเป็นอาหารเสริม

กรรมวิธี	ปริมาณไนโตรเจน (%)
1. ซีเลี่ยมมายางพารา + รำข้าวขัดขาว	2.40
2. ซีเลี่ยมมายางพารา + รำข้าวหอมมะลิ	1.53
3. ซีเลี่ยมมายางพารา + รำข้าวสาลี	1.15
4. ซีเลี่ยมมายางพารา + รำข้าวละเอียด (ชุดควบคุม)	1.86



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 1 ลักษณะของรำข้าวที่ใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับเพาะเห็ดแคร้ง;
รำข้าวขัดขาว (ก), รำข้าวหอมมะลิ (ข), รำข้าวสาลี (ค) และ รำข้าวละเอียด (ง)

2) เจริญเติบโตและลักษณะของเส้นใยเห็ดแครง

การเจริญของเส้นใยเห็ดแครงหลังจากหยอดเชื้อ วัดความยาวของเส้นใยทุก 5 วัน จนครบ 20 วัน พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) หลังหยอดเชื้อ 5 วัน พบว่า การใช้เชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวละเอียด (ชุดควบคุม) ทำให้เส้นใยเห็ดเจริญเร็วที่สุด เท่ากับ 3.30 เซนติเมตร รองลงมาคือ การใช้เชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวขัดขาว และการใช้เชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวหอมมะลิ เส้นใยเห็ดยาวเฉลี่ย 3.22 และ 3.20 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่การใช้เชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวสาลี เส้นใยเห็ดเจริญน้อยที่สุดเท่ากับ 2.80 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

สำหรับการเจริญของเส้นใยเห็ดแครงหลังหยอดเชื้อ 10 วัน พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) การใช้เชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวขัดขาว เส้นใยเห็ดเจริญเร็วที่สุด เท่ากับ 8.08 เซนติเมตร รองลงมาคือ การใช้เชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวหอมมะลิ และการใช้เชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวละเอียด (ชุดควบคุม) เส้นใยเห็ดเจริญ 7.22 และ 6.70 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่การใช้เชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวสาลี เส้นใยเห็ดเจริญน้อยที่สุดเฉลี่ย 4.70 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

การเจริญของเส้นใยเห็ดแครงหลังหยอดเชื้อ 15 วัน พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) พบว่า การใช้เชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวขัดขาว เส้นใยเห็ดเจริญเร็วที่สุด เท่ากับ 11.24 เซนติเมตร รองลงมาคือ การใช้เชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวละเอียด (ชุดควบคุม) และการใช้เชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวหอมมะลิ เส้นใยเห็ดเจริญ 10.45 และ 10.08 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่การใช้เชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวสาลี เส้นใยเห็ดเจริญน้อยที่สุดเฉลี่ย 6.53 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

ส่วนการเจริญของเส้นใยเห็ดแครงหลังหยอดเชื้อ 20 วัน พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) พบว่า การใช้เชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวขัดขาว เส้นใยเห็ดเจริญเร็วที่สุดเต็มถ่วงก่อนเชื้อ เท่ากับ 12.50 เซนติเมตร รองลงมาคือ การใช้เชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวหอมมะลิ และการใช้เชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวละเอียด (ชุดควบคุม) เส้นใยเห็ดเจริญ 12.40 และ 11.69 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่การใช้เชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวสาลี เส้นใยเห็ดเจริญน้อยที่สุด เฉลี่ย 6.60 เซนติเมตร (ตารางที่ 2) ทั้งนี้ความเร็วในการเจริญของเส้นใยเมื่อใช้รำข้าวขัดขาว อาจเกิดจากความละเอียดของอนุภาคและปริมาณไนโตรเจนที่สูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับค่าที่ได้จากหัวข้อ 3.1 ซึ่งพบว่า รำข้าวขัดขาวมีปริมาณไนโตรเจนสูงที่สุด (2.40 เปอร์เซ็นต์) จึงส่งผลต่อการเจริญของเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อพิจารณาความหนาแน่นและสีของเส้นใยเห็ดแครง พบว่า มีลักษณะแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือ การใช้เชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวขัดขาว เชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวหอมมะลิ และเชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวละเอียด เส้นใยเห็ดมีสีขาวเข้มและผานตัวกันแน่น (+++) (ภาพที่ 2ก) และเมื่อครบระยะเวลารบเชื้อ 20 วัน เส้นใยเห็ดจะเริ่มสร้างตุ่มดอก และหลังจากกรีดถุง และนำเข้าไปเปิดดอกในโรงเรือน เส้นใยเห็ดสามารถสร้างดอกได้ทันที ในขณะที่การใช้เชื้อเลี้ยงไมยารพาราสมร่าข้าวสาลี เส้นใยเห็ดมีสีขาว เส้นใยบาง (+) (ภาพที่ 2ข) ในช่วงบ่มเชื้อ 5 วันแรก สังเกตพบว่า ก้อนเชื้อเห็ดมีความร้อนมากกว่าก้อนเชื้อที่เพาะด้วยอาหารเสริมชนิดอื่น และหลังจากบ่มเส้นใย 10 วัน พบว่า เส้นใยมีลักษณะบาง ประสานกันอย่างหลวม ๆ และเส้นใยเห็ดเจริญช้าลง เมื่อเส้นใยอายุครบ 20 วัน เส้นใยเจริญเพียง 6.60 เซนติเมตร (ตารางที่ 2) และเมื่อนำเข้าไปเปิดดอกในโรงเรือนเพื่อปรับสภาพ พบว่า เส้นใยเจริญเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามหลังจากกรีดถุงเพื่อให้เห็ดออกดอก พบว่า ก้อนเชื้อเห็ดสร้างดอกเช่นเดียวกับกรรมวิธีอื่น ๆ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ความหนาแน่นของเส้นใยและอัตราการเจริญของเส้นใยเห็ดแครง เมื่อใช้รำข้าวต่างชนิดกันเป็นอาหารเสริม

กรรมวิธี	ความหนาแน่นของเส้นใย ^{2/}	อัตราการเจริญของเส้นใยเห็ด (ซม.)				อัตราการเจริญ (ซม./วัน)	วันที่เก็บผลผลิต
		5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน		
1. เชื้อเลี้ยงไมยารพารา + รำข้าวขัดขาว	+++	3.22±0.07 ^{a1/}	8.08±0.20 ^a	11.24±0.21 ^a	12.50±0.20 ^a	0.624 ^a	25±0.00
2. เชื้อเลี้ยงไมยารพารา + รำข้าวหอมมะลิ	+++	3.20±0.03 ^a	7.22±0.21 ^b	10.08±0.30 ^b	12.40±0.40 ^a	0.619 ^a	25±0.00

กรรมวิธี	ความหนาแน่นของเส้นใย ^{2/}	อัตราการเจริญของเส้นใยเห็ด (ชม.)				อัตราการเจริญ (ชม./วัน)	วันที่เก็บผลผลิต
		5 วัน	10 วัน	15 วัน	20 วัน		
3. ใช้เชื้อไมยารพารา + รำข้าวสาลี	+	2.80±0.03 ^b	4.70±0.05 ^d	6.53±0.20 ^c	6.60±1.10 ^b	0.329 ^c	26±0.00
4. ใช้เชื้อไมยารพารา + รำข้าวละเอียด (ชุดควบคุม)	+++	3.30±0.06 ^a	6.70±0.13 ^c	10.45±0.30 ^b	11.69±0.30 ^a	0.569 ^b	26±0.00
C.V. (%)		1.63	2.44	2.52	5.56	2.80	5.60
F-test		**	**	**	**	**	ns

หมายเหตุ ^{1/} ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกัน ที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

^{2/}เส้นใยบาง (+), เส้นใยสีขาว ประสานปานกลาง (++), เส้นใยขาว ประสานกันแน่น (+++)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2 ลักษณะและความหนาแน่นของเส้นใยเห็ดแครง เส้นใยประสานกันแน่น +++ (ก) เส้นใยบาง + (ข)

3) ผลผลิตเห็ดแครง

น้ำหนักของเห็ดแครงในรุ่นที่ 1 พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) โดยการใช้เชื้อไมยารพาราผสมรำข้าวขัดขาว เห็ดให้น้ำหนักมากที่สุด เท่ากับ 103.50 กรัม/ถุง รองลงมาคือ การใช้เชื้อไมยารพาราผสมรำข้าวหอมมะลิ และการใช้เชื้อไมยารพาราผสมรำข้าวละเอียด (ชุดควบคุม) และการใช้เชื้อไมยารพาราผสมรำข้าวสาลี น้ำหนักเห็ด เท่ากับ 84.75, 82.80 และ 15.30 กรัม/ถุง ตามลำดับ ลักษณะดอกเห็ดในรุ่นนี้มีขนาดใหญ่ อยู่รวมกันเป็นกระจุก ติดกันแน่น ลักษณะดอกสีขาวครีม คุณภาพเห็ดอยู่ในระดับดี (+++) (ตารางที่ 3)

น้ำหนักของเห็ดแครงในรุ่นที่ 2 พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) จำนวนและน้ำหนักดอกเห็ดลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยที่การใช้เชื้อไมยารพาราผสมรำข้าวขัดขาว เห็ดแครงให้น้ำหนักมากที่สุด เท่ากับ 31.0 กรัม/ถุง รองลงมาคือ การใช้เชื้อไมยารพาราผสมรำข้าวหอมมะลิ การใช้เชื้อไมยารพาราผสมรำข้าวละเอียด (ชุดควบคุม) เห็ดแครงมี น้ำหนัก 6.7 และ 2.7 กรัม/ถุง คุณภาพดอกเห็ดอยู่ในระดับดี (+++) ในขณะที่การใช้เชื้อไมยารพาราผสมรำข้าวสาลี เห็ดไม่ให้ผลผลิต สำหรับผลผลิตเห็ดแครงในรุ่นที่ 3 พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยการใช้เชื้อไมยารพาราผสมรำข้าวหอมมะลิ เห็ดให้น้ำหนักมากที่สุด เท่ากับ 5.05 กรัม/ถุง รองลงมาคือ การใช้เชื้อไมยารพาราผสมรำข้าวขัดขาว เท่ากับ 3.30 กรัม/ถุง ในขณะที่การใช้เชื้อไมยารพาราผสมรำข้าวละเอียด (ชุดควบคุม) และการใช้เชื้อไมยารพาราผสมรำข้าวสาลี เห็ดไม่ให้ผลผลิต (ตารางที่ 3)

เมื่อพิจารณาน้ำหนักและค่าประสิทธิภาพการใช้อาหาร (% B.E.) ของเห็ดแครง พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01) โดยการใช้เชื้อไมยารพาราผสมรำข้าวขัดขาว ทำให้เห็ดแครงมีผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 137.80 กรัม/ถุง (B.E. = 36.07 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือการใช้เชื้อไมยารพาราผสมรำข้าวหอมมะลิ และการใช้เชื้อไมยารพาราผสมรำข้าวละเอียด ผลผลิตเห็ดแครงเท่ากับ 96.50 และ 85.50 กรัม/ถุง ประสิทธิภาพการใช้อาหารเท่ากับ 25.53 และ 22.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่การใช้เชื้อไมยารพาราผสมรำข้าวสาลี เห็ดให้ผลผลิตต่ำที่สุด เท่ากับ 15.30 กรัม/ถุง (B.E. = 4.50 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 น้ำหนักดอกเห็ด และประสิทธิภาพการใช้อาหาร (% B.E.) ของเห็ดแครง (*S. commune*) เมื่อใช้รำข้าวเป็นอาหารเสริมต่างชนิดกัน

กรรมวิธี	น้ำหนักเห็ด รุ่นที่ 1	น้ำหนักเห็ด รุ่นที่ 2	น้ำหนักเห็ด รุ่นที่ 3	น้ำหนักรวมเฉลี่ย (กรัม/ถุง)	(% B.E.)	คุณภาพ ดอกเห็ด
1. ขี้เลื่อยไม้ยางพารา + รำข้าวขัดขาว	103.50±7.29 ^{a1/}	31.0±3.23 ^a	3.30±2.24	137.80±3.54 ^a	36.07±3.54 ^a	+++ ^{2/}
2. ขี้เลื่อยไม้ยางพารา + รำข้าวหอมมะลิ	84.75±3.84 ^b	6.7±4.98 ^b	5.05±5.27	96.50±13.95 ^b	25.53±4.43 ^b	+++
3. ขี้เลื่อยไม้ยางพารา + รำข้าวสาลี	15.30±6.85 ^c	0±0.00 ^b	0.00±0.00	15.30±7.17 ^c	4.50±1.65 ^c	++
4. ขี้เลื่อยไม้ยางพารา + รำข้าวละเอียด (ชุดควบคุม)	82.80±4.85 ^b	2.7±1.55 ^b	0.00±0.00	85.50±6.18 ^b	22.44±1.89 ^b	+++
C.V. (%)	8.21	30.42	137.23	11.03	11.21	
F-test	**	**	ns	**	**	

หมายเหตุ ^{1/}ค่าเฉลี่ยในสดมภ์เดียวกัน ที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P<0.01)

^{2/}ดอกเห็ดคุณภาพดี (+++), ดอกเห็ดคุณภาพปานกลาง (++), ดอกเห็ดคุณภาพต่ำ (+)

3.2 อภิปรายผล

การเลือกใช้อาหารเสริมสำหรับเพาะเห็ด ต้องพิจารณาปริมาณสารอาหารประเภทโปรตีน ให้เพียงพอและเหมาะสมกับชนิดของเห็ด กล่าวคือ สารอาหารในวัสดุเพาะนั้นต้องอุดมไปด้วยธาตุไนโตรเจน เพื่อให้เส้นใยเห็ดนำไปใช้ในการสะสมอาหาร และพัฒนาเป็นดอกเห็ดได้อย่างสมบูรณ์ (Rajchman, Gutiérrez, Curutchet, & Cozzano, 2021) สอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้พบว่า ผลผลิตเห็ดแครงที่ได้แปรผันตามปริมาณไนโตรเจนในสูตรวัสดุเพาะ โดยมีปัจจัยด้านกายภาพของชนิดรำข้าวมาเกี่ยวข้อง โดยกรรมวิธีการใช้รำข้าวขัดขาวเป็นอาหารเสริม ซึ่งมีปริมาณไนโตรเจนมากที่สุด 2.40 เปอร์เซ็นต์ (มีโปรตีนประมาณ 14.30 เปอร์เซ็นต์) เห็ดแครงให้ผลผลิตสูงสุด เท่ากับ 137.80 กรัม/ถุง (เห็ดออกดอก 3 รุ่น) ลักษณะทั่วไปของรำข้าวขัดขาวหรือรำไม่ จะมือนูภาคขนาดเล็กมาก เนื้อละเอียดมีสีขาวเหมือนแป้ง กรรมวิธีการการใช้รำข้าวหอมมะลิ ซึ่งเป็นรำที่ได้จากโรงสีข้าวซึ่งสีเฉพาะข้าวหอมมะลิ อนุภาครำมีขนาดเล็ก สีครีม เนื้อละเอียดน้อยกว่ารำข้าวขัดขาว มีปริมาณไนโตรเจน เท่ากับ 1.15 เปอร์เซ็นต์ เห็ดแครงให้ผลผลิตเท่ากับ 96.50 กรัม/ถุง (เห็ดออกดอก 3 รุ่น) กรรมวิธีการใช้รำข้าวละเอียด (ชุดควบคุม) ซึ่งเป็นรำที่ได้จากโรงสีข้าวที่สีข้าวหลายชนิด อนุภาคเนื้อรำละเอียด สีครีมอ่อน มีปริมาณไนโตรเจน 1.83 เปอร์เซ็นต์ เห็ดแครงให้ผลผลิต 85.50 กรัม/ถุง (เห็ดออกดอก 2 รุ่น) และกรรมวิธีการใช้รำข้าวสาลี ลักษณะอนุภาครำข้าวสาลีมีขนาดใหญ่ โกล่เคียงกับขี้เลื่อยไม้ยางพารา เนื้อหยาบ สีน้ำตาล มีความฟามสูง มีปริมาณไนโตรเจน 1.15 เปอร์เซ็นต์ เห็ดแครงให้ผลผลิตน้อยที่สุด เท่ากับ 15.30 กรัม/ถุง (เห็ดออกดอก 1 รุ่น) เมื่อพิจารณาลักษณะทางโครงสร้างของวัสดุเพาะ พบว่า สูตรผสมของวัสดุเพาะขี้เลื่อยไม้ยางพารากับชนิดของรำข้าวที่ใช้เป็นอาหารเสริมเพาะเห็ดแครงมีความแตกต่างกัน โดยการใช้รำข้าวขัดขาวเป็นอาหารเสริม วัสดุเพาะที่ได้จะมีลักษณะเหนียวและเป็นเนื้อเดียวกับขี้เลื่อยไม้ยางพารา การจับตัวแน่นกว่าการใช้รำข้าวหอมมะลิ และรำละเอียด เส้นใยมีสีขาวและประสานตัวหนาแน่น ในขณะที่การใช้รำข้าวสาลี ส่วนผสมวัสดุเพาะที่ได้จะไม่เป็นเนื้อเดียวกัน เส้นใยเห็ดบาง และเจริญช้ามาก วันที่ 20 ของการบ่มเชื้อ เส้นใยเห็ดเจริญเพียงครึ่งถุง

จากผลการศึกษาพบว่า ผลผลิตเห็ดแครงที่ได้มีปริมาณค่อนข้างสูงกว่าทดลองก่อนหน้านี้ โดยกาญจณี เตชะวรวิทย์ (2556) รายงานว่าผลผลิตเห็ดแครงที่ตีควรรอยู่ที่ 110-130 กรัม/ถุง ในขณะที่ ชัยสิทธิ์ ปรีชา, พรศิลป์ สี่เผือก และศิริวรรณ ทองเลี่ยมนาถ (2561) รายงานว่า ผลผลิตเห็ดแครงที่เพาะได้อู้อยู่ระหว่าง 80-100 กรัม/ถุง นอกจากนี้ รัฐพล ศรประเสริฐ และสยาม อรุณศรีมรกต (2557) รายงานว่าเห็ดแครงให้ผลผลิต 101.03 กรัม/ถุง ในขณะที่กรมวิชาการเกษตร (2555) รายงานว่าโดยทั่วไปผลผลิตเห็ดแครงต่อก่อนเชื้อเห็ดน้ำหนัก 1,000 กรัม จะได้ผลผลิตเฉลี่ย 130-150 กรัม/ถุง และเมื่อเพาะในวัสดุน้ำหนัก 600 กรัม ได้ผลผลิต 80 กรัม/ถุง (กรมวิชาการเกษตร, 2567) โดยทั่วไปรำข้าวละเอียดเป็นอาหารเสริมที่เกษตรกรผู้เพาะเห็ดทั่วไปนิยมใช้ เนื่องจากมี

โปรตีนค่อนข้างสูง เกษตรกรมักซื้อจากร้านจำหน่ายวัสดุเพาะเห็ดหรือโรงสีในท้องถิ่นซึ่งสามารถนำมาใช้เพาะเห็ดได้ทุกชนิด มักเป็นรำข้าวที่ได้จากโรงสีข้าวที่สีข้าวรวมกันหลายชนิด ซึ่งอาจมีการปลอมปนของชนิดรำข้าวหรือมีข้าวบดปะปนมา ในขณะที่รำข้าวขัดขาวจะเป็นรำข้าวที่ไม่อย่างละเอียด ได้จากโรงสีที่มีขนาดใหญ่ เครื่องสีข้าวสามารถผลิตรำข้าวหลายชนิด เป็นรำข้าวที่มีคุณภาพสูง นิยมใช้เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงปลา ส่วนรำข้าวสาลิยมนำมาใช้ทำเป็นส่วนประกอบของอาหารสัตว์เล็ก

รำข้าวเป็นแหล่งอาหารเสริมที่สำคัญ เป็นแหล่งของวิตามินและแร่ธาตุ โดยวิตามินที่พบมากคือ วิตามินบี ส่วนแร่ธาตุที่พบมากคือ ฟอสฟอรัส ซึ่งมีมากกว่าร้อยละ 90 ของแร่ธาตุทั้งหมด ปริมาณแร่ธาตุทั้งหมดในรำข้าวมีประมาณ 9.0-11.5 เปอร์เซ็นต์ของถั่ว ดังนั้น เกษตรกรผู้เพาะเห็ดจึงนิยมใช้รำข้าวเป็นอาหารเสริมสำหรับเพาะเห็ด อีกทั้งราคาไม่สูงมากนัก จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่าประสิทธิภาพการใช้อาหารของเห็ด ที่ได้จากรำข้าวขัดขาวมีค่าค่อนข้างสูง ($BE = 36.07$ เปอร์เซ็นต์) เนื่องจากเป็นรำข้าวที่มีคุณภาพสูง (ปริมาณไนโตรเจน 2.40 เปอร์เซ็นต์) และเนื้อละเอียด เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของรัชนิกร ใจกระจ่าง (2559) รายงานค่าประสิทธิภาพการใช้อาหารเห็ดแครงเมื่อใช้รำละเอียดเป็นอาหารเสริม เท่ากับ 30.79 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ Debnath, Bhattacharya, Das, & Saha (2020) รายงานค่าประสิทธิภาพการใช้อาหารเห็ดแครงอยู่ในช่วง 7.55-12.157 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ปัจจัยด้านอาหารเสริม เช่น รำละเอียดที่มีผลต่อการออกดอกของเห็ดแครงแล้ว พบว่า หัวเชื้อเห็ด และเทคนิคในการดูแลเห็ดแครงในทุกขั้นตอนของการผลิตก็มีส่วนสำคัญ ที่ทำให้เห็ดเจริญอย่างรวดเร็ว และให้ผลผลิตสูง จากการศึกษาครั้งนี้คณะผู้วิจัย ได้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และขยายเชื้อเองจากดอกเห็ดที่คุณภาพดี ประกอบกับรำข้าวที่เลือกใช้ในการทดลองเป็นรำข้าวใหม่ตันฤดู ไม่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์หรือแมลงศัตรูพืช เมื่อนำมาใช้เป็นอาหารเสริมทำให้เส้นใยเห็ดแครงมีความสมบูรณ์แข็งแรง ดอกเห็ดมีคุณภาพ และเมื่อพิจารณาถึงต้นทุนการเพาะเห็ดแครง พบว่า ราคารำข้าวขัดขาวที่จำหน่ายในท้องตลาด ราคาจำหน่ายกิโลกรัมละ 8-10 บาท ซึ่งราคาน้อยกว่า รำข้าวละเอียดที่เกษตรกรนิยมใช้ ราคาจำหน่ายกิโลกรัมละ 12-15 บาท (สมบัติพาร์ม, 2567) ดังนั้น เกษตรกรสามารถเลือกใช้รำข้าวขัดขาวมาเป็นอาหารเสริมสำหรับเพาะเห็ดแครงได้เป็นอย่างดี ช่วยลดต้นทุนในการผลิต ดอกเห็ดมีคุณภาพ และทำให้เห็ดแครงมีผลผลิตเพิ่มขึ้น

4. สรุปผล

การเพาะเห็ดแครงด้วยกรรมวิธีซีล้อยไม้ยางพาราผสมรำข้าวขัดขาว ทำให้เส้นใยเห็ดแครงเจริญเต็มถ่วงก่อนเชื้อ ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับการใช้รำข้าวหอมมะลิ เส้นใยเจริญ 0.624 และ 0.619 เซนติเมตร/วัน เก็บผลผลิตได้ในวันที่ 25 ของหลังการหยอดเชื้อ โดยกรรมวิธีเพาะด้วยสูตรอาหารที่ใช้รำข้าวขัดขาว เห็ดแครงให้ผลผลิตสูงสุด เท่ากับ 137.80 กรัม/ถุง (B.E. = 36.07 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ การใช้รำข้าวหอมมะลิ ผลผลิตเห็ดแครง เท่ากับ 96.50 กรัม/ถุง (B.E. = 25.53 เปอร์เซ็นต์) และ การใช้รำข้าวละเอียด (ชุดควบคุม) ผลผลิตเห็ดแครง เท่ากับ 85.50 กรัม/ถุง (B.E. = 22.44 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่การใช้รำข้าวสาลิเห็ดแครงให้ผลผลิตน้อยที่สุด เท่ากับ 15.30 กรัม/ถุง (B.E. = 4.50 เปอร์เซ็นต์)

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณเพื่อการส่งเสริมการนำวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตเศรษฐกิจชุมชน ปีงบประมาณ 2565-2567 (โครงการหมู่บ้านวิทยาศาสตร์) ขอขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้เพาะเลี้ยงเห็ดแครง และองค์การบริหารส่วนตำบลท่าข้าม อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา สำหรับความร่วมมือในการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

กาญจณี เตชะวรวิทย์. (2556). เทคนิคการเพาะเห็ดแครง. เข้าถึงได้จาก <http://www.dailynews.co.th>.

กรมวิชาการเกษตร. (2555). การเพาะเห็ดแครง. เข้าถึงได้จาก <http://www.doa.go.th/biotech/pdf-document/sheet13.pdf>.

กรมวิชาการเกษตร. 2567. การเพาะเห็ดเศรษฐกิจ พืชเสริมรายได้เกษตรกร เห็ดแครง. เข้าถึงได้จาก

<https://www.doa.go.th/hort/wp-content/uploads/2024/07/การเพาะเห็ดแครง.pdf>.

- ชัยสิทธิ์ ปรีชา, พรศิลป์ สีเผือก และศิริวรรณ ทองเลี่ยมนาค. (2561). การพัฒนาสูตรเพาะเลี้ยงเห็ดแครงในถุงโดยการนำกากมะพร้าวทดแทนรำข้าวละเอียด (รายงานการวิจัย). นครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- นฤมล มงคลธวัช. (2557). เห็ดแครง : เห็ดพื้นบ้านที่มากด้วยคุณค่า. วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง, 23(1), 138-147.
- พรศิลป์ สีเผือก. (2565). คู่มือการเพาะเห็ดแครง. นครศรีธรรมราช: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- รัชนิกร ใจกระจ่าง. (2559). การใช้โคนทางใบปาล์มน้ำมันสำหรับเป็นวัสดุเพาะเห็ดแครง (ปัญหาพิเศษ). นครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- รัฐพล ศรประเสริฐ และสยาม อรุณศรีมรกต. (2557). การเพาะเห็ดแครง (*Schizophyllum commune*) เสริมด้วยใบหญ้าแฝกกลุ่ม (*Vetiveria zizanioides*) ในวัสดุเพาะเชื้อเลี้ยงไมยงพารา. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 22(6), 838. เข้าถึงได้จาก <https://li01.tcithaijo.org/index.php/tstj/article/download/22434/19210/48209>.
- สมบัติพารม. (2567). รำไม่อาหารสัตว์ลดต้นทุน. เข้าถึงได้จาก https://www.facebook.com/sombat.saeung?__cft=.
- อุทัย คั่นโธ. (2560). “รำข้าว” วัตถุดิบอาหารสัตว์ปีกและสุกร. เข้าถึงได้จาก <https://pasusart.com/catogory/>.
- Debnath, S., Bhattacharya, S., Das., & Saha, A.K. (2020). Cultivation of A Wild Strain of *Schizophyllum commune* on Agro-industrial Wastes. *Kavaka*, 55, 77-83. Retrieved from <http://doi:10.36460/Kavaka/55/2020/77-83>.
- Fat and Oil Research Center for Excellency. (2025). รำข้าว. เข้าถึงได้จาก <https://force.kmutt.ac.th/>.
- Irakli, M., Lazaridou, A., & Biliaderis, C. G. (2021). Comparative Evaluation of The Nutritional, Antinutritional, Functional, and Bioactivity Attributes of Rice Bran Stabilized by Different Heat Treatments. *Foods*, 10, 57. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/foods10010057>.
- Naivikul, O, Klinkesorn, U., & Santiwattana, P. (2008). *Rice Bran Oil* (1st ed.). Bangkok: The Natl. Innovation Agency (NIA).
- Noonsong, V, Puttakun, N., Tinsirisuk, M., & Seephueak, P. (2017). Recycling of Spent *Pleurotus* Compost for Production of The *Agrocybe cylindracea*. *Mycosphere*, 7(1), 36-43.
- Rajchman, M., Gutiérrez, M. B., Curutchet, A., & Cozzano, S. (2021). *Green Extraction of Rice Bran Proteins And Full Revaluation of The Remaining by-products*. Retrieved from <https://sci-hub.se/downloads/2021-06-30/3b/rajchman2021.pdf>.

ผลของน้ำส้มควันไม้ในการควบคุมวัชพืชในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Effect of Wood Vinegar on Weed Control in Feed Corn Cultivation

อารียา ทับวิเชียร^{1*} สุภาภรณ์ เอี่ยมแข่ง¹ อภิสิทธิ์ ชิตวณิช¹, นัจัก สุขสวัสดิ์²

Areeya Tubwichian^{1*} Supaporn Ieamkheng¹ Apisit Chittawanij¹ and Najjapak Sooksawat²

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ

¹ Department of Plant Production Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Bang Phra Campus

² สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมเกษตรและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ

² Department of Agricultural Engineering and Technology, Faculty of Agricultural and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Bang Phra Campus

* E-mail: areeya.tub@rmutto.ac.th, 09-9712-1048

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของน้ำส้มควันไม้ในการควบคุมวัชพืชในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยเปรียบเทียบผลของน้ำส้มควันไม้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์และผักโขมในแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และศึกษาผลของน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จัดหน่วยทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design: RCBD) จำนวน 5 สิ่งทดลอง แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุด ชุดที่ 1 ปลูกหญ้าเนเปียร์ จำนวน 8 ซ้ำ 40 กระถาง ชุดที่ 2 ปลูกผักโขม จำนวน 8 ซ้ำ 40 กระถาง และชุดที่ 3 ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จำนวน 5 ซ้ำ 25 กระถาง ประกอบด้วย สิ่งทดลองที่ 1 น้ำเปล่า สิ่งทดลองที่ 2 น้ำส้มควันไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณ สิ่งทดลองที่ 3 น้ำส้มควันไม้เหงำมัน สิ่งทดลองที่ 4 น้ำส้มควันไม้ไผ่ และ สิ่งทดลองที่ 5 Atrazine การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ในหญ้าเนเปียร์ พบว่า ความสูงเฉลี่ยของต้นหญ้าเนเปียร์ในแต่ละชุดการทดลอง ได้แก่ น้ำเปล่า น้ำส้มควันไม้เหงำมันสำปะหลัง น้ำส้มควันไม้ไผ่ และ Atrazine มีค่าเท่ากับ 33.94, 36.63, 35.94, 40.14 และ 35.44 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ การฉีดพ่นในผักโขม พบว่า น้ำส้มควันไม้ไผ่ มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 41.75 เซนติเมตร ไม่แตกต่างน้ำส้มควันไม้เหงำมันสำปะหลัง และไม้สนทะเลผสมไม้เบญจพรรณ ที่มีค่า 37.88 และ 28.00 เซนติเมตร ตามลำดับ รวมถึงน้ำเปล่า ที่มีค่า 17.63 เซนติเมตร ในขณะที่การใช้สาร Atrazine ในผักโขมเกิดการเหี่ยวและตาย ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ได้รับน้ำส้มควันไม้เหงำมันสำปะหลัง มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดมีค่าเท่ากับ 59.30 เซนติเมตร รองลงมาคือ น้ำส้มควันไม้ไผ่ น้ำเปล่า น้ำส้มควันไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณ และ Atrazine ซึ่งมีค่าเท่ากับ 56.94, 50.70, 48.30 และ 43.56 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่น้ำส้มควันไม้ไผ่มีแนวโน้มในการส่งเสริมการเจริญเติบโตสูงสุด รองลงมาคือน้ำส้มควันไม้เหงำมันสำปะหลัง และไม้สนทะเลผสมไม้เบญจพรรณ การฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่าให้ผลปานกลาง ในขณะที่ Atrazine สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด เนื่องจากการปลูกไม่มีการควบคุมแมลงศัตรูพืชซึ่งเข้าพบทำลายพืช และหลังฉีดน้ำส้มควันไม้พบการทำลายของแมลงลดลง

คำสำคัญ: น้ำส้มควันไม้, การควบคุมวัชพืช, ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, หญ้าเนเปียร์, ผักโขม

Abstract

This study aimed to investigate the effects of wood vinegar on weed control in forage corn cultivation by comparing its impact on the growth of Napier grass and amaranth grown alongside forage corn, as well as to evaluate the effect of wood vinegar on the growth of forage corn itself. The experiment was conducted using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with five treatments, divided into three sets. Set 1 involved planting Napier grass with 8 replications (40 pots), Set 2 involved planting amaranth with 8 replications (40 pots), and Set 3 involved planting forage corn with 5 replications (25 pots). The five treatments were: (1) plain water, (2) wood vinegar from sea pine and mixed hardwood, (3) wood vinegar from cassava rhizome, (4) wood vinegar from bamboo, and (5) Atrazine (a chemical herbicide). Spraying wood vinegar on Napier grass resulted in average plant heights of 33.94, 36.63, 35.94, 40.14, and 35.44 cm for treatments 1 through 5, respectively. These differences were not statistically significant. In amaranth, bamboo wood vinegar resulted in the highest average height at 41.75 cm, which was not significantly different from cassava rhizome wood vinegar (37.88 cm) and sea pine with mixed hardwood wood vinegar (28.00 cm), as well as plain water (17.63 cm). However, treatment with Atrazine led to wilting and plant death, with a statistically significant difference ($p < 0.05$). For forage corn, the highest average plant height was observed in the cassava rhizome wood vinegar treatment (59.30 cm), followed by bamboo wood vinegar (56.94 cm), plain water (50.70 cm), sea pine and mixed hardwood wood vinegar (48.30 cm), and Atrazine (43.56 cm). Bamboo wood vinegar showed the greatest potential for promoting plant growth, followed by cassava rhizome wood vinegar and the sea pine with mixed hardwood. Plain water produced moderate growth, while Atrazine was most effective at suppressing plant growth. Notably, no pest control measures were applied during cultivation, but pest damage was observed to decrease after spraying with wood vinegar.

Keywords: Wood Vinegar, Weed Control, Animal Feed Corn, Napier Grass, Spinach

1. บทนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จัดเป็นวัตถุดิบสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารสัตว์ของไทย ผลผลิตมากกว่าร้อยละ 95 ใช้ใน อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ จากความต้องการใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์มีมากขึ้น ตามการขยายตัวของ อุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด เลี้ยงสัตว์ที่สำคัญในภูมิภาคอาเซียน (กรมวิชาการเกษตร, 2564) ความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามการขยายตัวของ ภาคอุตสาหกรรมเลี้ยงสัตว์ ขณะที่ผลผลิตในประเทศมีปริมาณไม่เพียงพอความต้องการใช้ทำให้มีการนำเข้า วัตถุดิบทดแทน เช่น ข้าวสาลี และกากข้าวโพด ที่เหลือจากขบวนการผลิตเอทานอลมาใช้ทดแทนในการผลิต อาหารสัตว์สำหรับราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มสูงขึ้น (กรมวิชาการเกษตร, 2562) วัชพืชคือ พืชที่ไม่ต้องการให้เกิดในพื้นที่ปลูก เป็นปัญหาสำคัญในการทำเกษตร เนื่องจากวัชพืชแย่งแสงแย่งปัจจัยที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของพืชปลูก (Sardana, Mahajan, Jabran & Chauhan, 2017) การใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืช เป็นการควบคุมวัชพืชที่มีประสิทธิภาพสูงสุด แต่การใช้สารเคมีเป็นเวลานาน อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ (กนกทิพย์ ต่อสนา บรรยง ทุมแสน พิชริน สงศรี และ สันติไมตรี ก้อนคำ, 2561) การใช้สารธรรมชาติในการกำจัดวัชพืชเป็นทางเลือกหนึ่งที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม และไม่ก่อให้เกิดสารพิษตกค้าง การใช้ใช้น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเผาถ่านแทนการฉีดพ่นด้วยสารเคมี สามารถใช้เป็นสารปรับปรุงดิน สารป้องกัน กำจัดศัตรูพืช (ติณกร ภูวดิน ปรีชา ชันติโกมล และ ไหมตรี พลสงคราม, 2561) นอกจากนี้ น้ำส้มควันไม้ยังสามารถกระตุ้นการออกของเมล็ดพืชและวัชพืชบางชนิดได้เร็วขึ้น และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชในการเข้าทำลายได้เร็วขึ้นอีกด้วย (กนกทิพย์ ต่อสนา และคณะ, 2561)

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อเปรียบเทียบผลของน้ำส้มควันไม้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์และผักโขมในแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์
- 2) เพื่อศึกษาผลของน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การเตรียมน้ำส้มควันไม้ เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการกรองน้ำส้มควันไม้ โดยใช้เครื่องกรองสุญญากาศ วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง น้ำส้มควันไม้ ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) น้ำส้มควันไม้มีค่า pH 4.36 ± 0.05 นำน้ำส้มควันไม้มาผสมกับสารจับใบโดยใช้อัตราส่วน น้ำส้มควันไม้ 200 มิลลิลิตรต่อสารจับใบ 7 กรัม คือ 1) น้ำส้มควันไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณ 2) น้ำส้มควันไม้เหง้ามันสำปะหลัง และ 3) น้ำส้มควันไม้ไผ่

การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบอินทรีย์ร่วมกับหญ้าเนเปียร์และผักโขมในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ การเตรียมดิน อัตราส่วนผสมดินปลูก โดยใช้หน้าดิน 1 ส่วน : มูลวัว 1 ส่วน ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วใส่กระถางขนาด 12 นิ้ว ระยะห่างระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างต้น 20 – 25 เซนติเมตร หยอดเมล็ดกระถางละ 1 - 2 เมล็ด กลบดินให้แน่น รดน้ำวันละ 1 ครั้ง

การทดลองผลของน้ำส้มควันไม้การยับยั้งการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์และผักโขมในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ผสมสารจับใบในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ผสมสารจับใบ เก็บผลการทดลองแบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 เก็บข้อมูลก่อนการฉีดพ่นหลังออก 14 วัน ระยะที่ 2 เก็บข้อมูลหลังการฉีดพ่น 7 วัน และระยะที่ 3 เก็บข้อมูลหลังการฉีดพ่น 14 วัน

การฉีดพ่น จำนวน 5 สิ่งทดลอง ประกอบด้วย สิ่งทดลองที่ 1 น้ำเปล่า สิ่งทดลองที่ 2 น้ำส้มควันไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณ สิ่งทดลองที่ 3 น้ำส้มควันไม้เหง้ามันสำปะหลัง สิ่งทดลองที่ 4 น้ำส้มควันไม้ไผ่ และสิ่งทดลองที่ 5 Atrazine อัตราส่วน น้ำ : Atrazine 1 ลิตร ต่อ Atrazine 4 กรัม ทุกสิ่งทดลองทำการฉีดพ่นต้นละ 30 มิลลิลิตร จำนวน 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 หลังการออก 14 วัน ครั้งที่ 2 หลังการออก 21 วัน

จัดหน่วยทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design: RCBD) จำนวน 3 ชุดการทดลอง 5 สิ่งทดลอง ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 การใช้น้ำส้มควันไม้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ จำนวน 5 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 8 ซ้ำ ทั้ง 40 กระถาง สิ่งทดลองที่ 1 น้ำเปล่า สิ่งทดลองที่ 2 น้ำส้มควันไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณ สิ่งทดลองที่ 3 น้ำส้มควันไม้เหงำมันสำปะหลัง สิ่งทดลองที่ 4 น้ำส้มควันไม้ไผ่ และสิ่งทดลองที่ 5 Atrazine อัตราส่วน น้ำ 1 ลิตร ต่อ Atrazine 4 กรัม

ชุดการทดลองที่ 2 การใช้น้ำส้มควันไม้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของผักโขม จำนวน 5 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 8 ซ้ำ ทั้ง 40 กระถาง สิ่งทดลองที่ 1 น้ำเปล่า สิ่งทดลองที่ 2 น้ำส้มควันไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณ สิ่งทดลองที่ 3 น้ำส้มควันไม้เหงำมันสำปะหลัง สิ่งทดลองที่ 4 น้ำส้มควันไม้ไผ่ และสิ่งทดลองที่ 5 Atrazine อัตราส่วน น้ำ : Atrazine 1 ลิตร ต่อ Atrazine 4 กรัม

ชุดการทดลองที่ 3 การใช้น้ำส้มควันไม้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จำนวน 5 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 5 ซ้ำ ทั้ง 25 กระถาง สิ่งทดลองที่ 1 น้ำเปล่า สิ่งทดลองที่ 2 น้ำส้มควันไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณ สิ่งทดลองที่ 3 น้ำส้มควันไม้เหงำมันสำปะหลัง สิ่งทดลองที่ 4 น้ำส้มควันไม้ไผ่ และสิ่งทดลองที่ 5 Atrazine อัตราส่วน น้ำ 1 ลิตร ต่อ Atrazine 4 กรัม

การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ ผักโขมและข้าวโพด คือ 1) ความสูงต้น (เซนติเมตรต่อต้น) 2) จำนวนใบ (ใบต่อต้น) 3) ความกว้างใบ (เซนติเมตรต่อต้น) 4) ความยาวใบ (เซนติเมตรต่อต้น) 5) ความยาวราก (เซนติเมตรต่อต้น) 6) น้ำหนักสด (กรัมต่อต้น) และ 7) น้ำหนักแห้ง (กรัมต่อต้น)

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์เปรียบเทียบผลการทดลองโดยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของการหาค่าเฉลี่ย One-Way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้การทดลองแบบ Duncan's multiple range test ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การศึกษาผลของน้ำส้มควันไม้ในการควบคุมวัชพืชในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยเปรียบเทียบผลของน้ำส้มควันไม้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์และผักโขมในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จัดหน่วยทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design: RCBD) จำนวน 5 สิ่งทดลอง แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุด ชุดที่ 1 ปลูกหญ้าเนเปียร์ ชุดที่ 2 ปลูกผักโขม และชุดที่ 3 ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ประกอบด้วย สิ่งทดลองที่ 1 น้ำเปล่า สิ่งทดลองที่ 2 น้ำส้มควันไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณ สิ่งทดลองที่ 3 น้ำส้มควันไม้เหงำมัน สิ่งทดลองที่ 4 น้ำส้มควันไม้ไผ่ และสิ่งทดลองที่ 5 Atrazine การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ในหญ้าเนเปียร์ พบว่า ความสูงเฉลี่ย จำนวนใบ ความกว้างใบ และความยาวใบของต้นหญ้าเนเปียร์ในแต่ละชุดการทดลอง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ผลการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต (ค่าเฉลี่ย) ก่อนการฉีดพ่น ด้านความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ และความยาวใบ ของหญ้าเนเปียร์

สิ่งทดลอง	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	จำนวนใบ (ใบ)	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	ความยาวราก (เซนติเมตร)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
น้ำเปล่า	23.50±5.01	6.63±1.41	1.79±0.30	19.00±5.24	26.60±9.10	27.74±13.56	10.40±6.63
น้ำส้มควันไม้สนทะเล และไม้เบญจพรรณ	28.13±7.75	5.88±1.55	1.75±0.29	22.38±3.70	26.60±9.10	27.74±13.56	10.40±6.63
น้ำส้มควันไม้เหงำมัน สำปะหลัง	25.38±8.57	5.88±2.64	1.65±0.35	20.50±7.19	26.60±9.10	27.74±13.56	10.40±6.63
น้ำส้มควันไม้ไผ่	25.50±6.26	6.50±1.51	1.70±0.25	18.38±7.65	26.60±9.10	27.74±13.56	10.40±6.63
Atrazine	29.13±10.66	5.88±1.96	1.64±0.52	23.50±8.37	26.60±9.10	27.74±13.56	10.40±6.63
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
c.v. (%)	3.40	3.41	5.02	3.14	2.92	2.05	1.57

การใช้น้ำส้มควันไม้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ ก่อนการฉีดพ่น พบว่า ทุกชุดการทดลองมีค่าเฉลี่ยของความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2 ผลการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต (ค่าเฉลี่ย) หลังการฉีดพ่น 7 วัน ด้านความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของหญ้าเนเปียร์

สิ่งทดลอง	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	จำนวนใบ (ใบ)	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	ความยาวราก (เซนติเมตร)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
น้ำเปล่า	33.94±5.24	8.38±1.51 ab	1.61±0.38	27.39±4.40	23.68±7.42	36.28±6.55	7.95±1.87
น้ำส้มควันไม้สน ทะเลและไม้ เบญจพรรณ	36.63±3.70	7.38±2.00 ab	1.69±0.29	27.63±4.05	23.55±2.93	39.52±12.79	10.39±6.03
น้ำส้มควันไม้ เหงำมัน สำปะหลัง	35.94±7.19	7.75±2.92 ab	1.68±0.38	26.90±8.54	23.63±7.09	60.20±16.74	16.91±6.41
น้ำส้มควันไม้ไผ่	40.14±7.65	10.25±3.88 b	1.55±0.35	27.39±10.64	25.00±4.95	51.44±21.35	17.03±9.69
Atrazine	35.44±8.37	6.50±3.96 a	1.60±0.31	27.68±11.11	26.00±10.35	43.61±17.82	12.58±6.61
F-test	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
c.v. (%)	3.32	2.57	4.94	3.48	3.89	2.77	1.89

การใช้น้ำส้มควันไม้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ หลังการฉีดพ่น 7 วัน พบว่า การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ไผ่ มีค่าเฉลี่ยของจำนวนใบ สูงที่สุดคือ 10.25 ใบ ในขณะที่การฉีดพ่นน้ำเปล่า น้ำส้มควันไม้เหงำมันสำปะหลัง และน้ำส้มควันไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ มีค่า 8.38, 7.75 และ 7.38 ใบ ตามลำดับ ส่วนการฉีดพ่นหญ้าเนเปียร์ด้วยสาร Atrazine ทำให้ใบมีแนวโน้มลดลงคือ มีค่า 6.50 ใบ การทดสอบการฉีดพ่นน้ำเปล่า น้ำส้มควันไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณ น้ำส้มควันไม้เหงำมันสำปะหลัง น้ำส้มควันไม้ไผ่ และ Atrazine ในการทดสอบด้านความสูงต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวราก พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้เหงำมันสำปะหลัง พบว่า น้ำหนักสดเฉลี่ยสูงสุดคือ 51.44 กรัม ในขณะที่การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ไผ่ น้ำหนักแห้งมีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 17.03 กรัม การใช้น้ำส้มไม้ และการใช้สาร Atrazine ให้ผลทางสถิติไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 3 ผลการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต (ค่าเฉลี่ย) หลังการฉีดพ่น 14 วัน ด้านความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของหญ้าเนเปียร์

สิ่งทดลอง	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	จำนวนใบ (ใบ)	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	ความยาวราก (เซนติเมตร)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
น้ำเปล่า	59.15±26.50	19.75±8.77 b	2.63±0.54 b	42.50±8.05	35.15±5.76	63.23±14.99 ab	11.51±6.84 a
น้ำส้มควันไม้สนทะเล และไม้เบญจพรรณ	63.20±29.19	14.75±10.47 ab	3.08±0.22 b	46.78±5.17	35.40±6.26	80.11±6.42 ab	18.84±7.29 ab
น้ำส้มควันไม้เหงำมัน สำปะหลัง	55.98±21.64	13.25±6.80 ab	2.63±0.81 b	41.38±15.45	29.00±11.97	62.35±36.35 ab	16.76±5.38 ab
น้ำส้มควันไม้ไผ่	66.18±5.96	19.50±7.42 b	3.20±0.50 b	49.55±9.39	26.13±4.55	87.16±9.59 b	23.60±2.72 b
Atrazine	47.27±32.67	6.67±6.43 a	2.00±0.44 a	36.40±22.77	22.43±19.14	46.55±27.13 a	11.26±7.07 a
F-test	ns	*	*	ns	ns	*	*
c.v. (%)	2.75	1.60	3.00	2.71	2.68	0.26	2.27

การใช้น้ำส้มควันไม้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ หลังการฉีดพ่น 14 วัน พบว่า การฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า และน้ำส้มควันไม้ไผ่ มีค่าเฉลี่ยจำนวนใบสูงที่สุดคือ 19.75 และ 19.50 ใบ ตามลำดับ ในการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ไผ่ น้ำส้มควันไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณ น้ำส้มควันไม้เหงำมันสำปะหลัง และน้ำเปล่า มีค่าเฉลี่ยความกว้างใบที่ไม่แตกต่างกันคือมีค่า 3.20, 3.08, 2.63 และ 2.63 เซนติเมตร ตามลำดับ การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ไผ่ ทำให้หญ้าเนเปียร์มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงสุดคือ 87.16 กรัม และ 23.60 กรัม การทดสอบด้านความสูงต้น ความยาวใบ และความยาวราก พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในขณะที่การฉีดพ่นหญ้าเนเปียร์ด้วยสาร Atrazine ทำให้หญ้าเนเปียร์มีแนวโน้มการเจริญเติบโตด้านความสูง จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งลดลง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4 ผลการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต (ค่าเฉลี่ย) ก่อนการฉีดพ่น ด้านความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของผักโขม

สิ่งทดลอง	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	จำนวนใบ (ใบ)	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	ความยาวราก (เซนติเมตร)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
น้ำเปล่า	9.50±1.31	8.75±1.49	2.84±0.46	4.94±0.18	20.00±4.58	1.84±0.99	0.27±0.14
น้ำส้มควันไม้สนทะเล และไม่เบญจพรรณ	9.75±1.75	8.75±1.58	3.18±0.62	5.06±0.86	20.00±4.58	1.84±0.99	0.27±0.14
น้ำส้มควันไม้เหง้ามัน สำปะหลัง	9.19±2.46	9.75±2.05	3.05±0.90	5.11±1.13	20.00±4.58	1.84±0.99	0.27±0.14
น้ำส้มควันไม้ไผ่	9.35±1.73	10.00±3.16	3.24±0.84	5.28±1.45	20.00±4.58	1.84±0.99	0.27±0.14
Atrazine	9.45±2.53	10.88±3.64	3.05±0.52	5.86±0.57	20.00±4.58	1.84±0.99	0.27±0.14
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
c.v. (%)	4.93	3.79	4.59	5.50	4.36	1.86	1.94

การใช้น้ำส้มควันไม้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ ก่อนการฉีดพ่น พบว่า ทุกชุดการทดลองมีค่าเฉลี่ยของความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 5 ผลการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต (ค่าเฉลี่ย) หลังการฉีดพ่น 7 วัน ด้านความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของผักโขม

สิ่งทดลอง	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	จำนวนใบ (ใบ)	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	ความยาวราก (เซนติเมตร)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
น้ำเปล่า	12.29±5.54 b	10.63±5.50 b	3.28±1.61 b	6.74±3.00 b	25.93±3.82 b	5.52±1.38 b	0.57±0.25 b
น้ำส้มควันไม้สนทะเล และไม่เบญจพรรณ	16.69±2.90 bc	10.88±3.91 b	4.13±0.35 bc	7.30±0.84 bc	22.70±9.81 b	6.82±1.61 b	0.63±0.10 b
น้ำส้มควันไม้ เหง้ามันสำปะหลัง	18.84±6.52 c	16.88±8.37 c	5.18±1.76 c	8.90±2.61 c	27.33±6.60 b	10.50±2.82 c	1.11±0.25 c
น้ำส้มควันไม้ไผ่	18.04±4.19 c	13.63±3.16 bc	4.68±0.85 c	8.85±1.50 c	23.35±5.05 b	6.71±3.50 b	0.85±0.35 bc
Atrazine	- a	- a	- a	- a	- a	- a	- a
F-test	*	*	*	*	*	*	*
c.v. (%)	1.60	1.40	1.60	1.67	1.71	1.48	1.47

หมายเหตุ : - หมายถึง การเหี่ยวเฉาและตาย

การใช้น้ำส้มควันไม้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของผักโขม หลังการฉีดพ่น 7 วัน พบว่า ผักโขมที่ฉีดพ่นด้วยน้ำส้มควันไม้เหง้ามันสำปะหลัง มีค่าเฉลี่ยความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งสูงที่สุด คือ 18.84 เซนติเมตร 16.88 ใบ 5.18 เซนติเมตร 8.90 เซนติเมตร 27.33 เซนติเมตร 10.50 กรัม และ 1.11 กรัมตามลำดับ รองลงมาคือ ผักโขมที่ฉีดพ่นด้วยน้ำส้มควันไม้ไผ่ น้ำส้มควันไม้สนทะเลและไม่เบญจพรรณ ซึ่งดีกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่าที่เป็นตัวควบคุม ในขณะที่การฉีดพ่นด้วยสาร Atrazine ต้นผักโขมเหี่ยวและตายไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 6 ผลการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต (ค่าเฉลี่ย) หลังการฉีดพ่น 14 วัน ด้านความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของผักโขม

สิ่งทดลอง	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	จำนวนใบ (ใบ)	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	ความยาวราก (เซนติเมตร)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
น้ำเปล่า	17.63±14.40 ab	15.50±20.53 ab	3.43±3.02 b	6.48±4.48 b	16.50±14.89 b	11.10±14.99 ab	1.12±1.42
น้ำส้มควันไม้ สนทะเลและไม้ เบญจพรรณ	28.00±8.11 abc	25.25±10.63 bc	4.93±1.27 bc	9.25±2.07 bc	26.25±7.93 b	13.40±6.42 ab	1.57±0.65
น้ำส้มควันไม้ เหง้ามัน สำปะหลัง	37.88±19.81 bc	43.50±16.42 cd	7.73±2.70 c	13.53±4.61 c	26.00±7.39 b	44.74±52.39 b	5.83±7.99
น้ำส้มควันไม้ไผ่	41.75±8.53 c	50.25±11.15 d	7.78±0.49 c	13.43±1.14 c	26.63±3.86 b	46.99±19.67 b	4.88±1.36
Atrazine	- a	- a	- a	- a	- a	- a	-
F-test	*	*	*	*	*	*	ns
c.v. (%)	1.33	1.20	1.39	1.46	1.48	0.77	0.67

หมายเหตุ : - หมายถึง การเหี่ยวเฉาและตาย

การใช้น้ำส้มควันไม้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของผักโขม หลังการฉีดพ่น 7 วัน พบว่า ผักโขมที่ฉีดพ่นด้วยน้ำส้มควันไม้ไผ่ มีค่าเฉลี่ยความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวราก และน้ำหนักสดสูงสุด คือ 41.75 เซนติเมตร 50.25 ใบ 7.78 เซนติเมตร 13.43 เซนติเมตร 26.63 เซนติเมตร และ 46.99 กรัม ซึ่งมีแนวโน้มช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักโขม ซึ่งใกล้เคียงกับการฉีดพ่นผักโขมด้วยน้ำส้มควันไม้ไผ่ และน้ำส้มควันไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณ เมื่อเทียบกับการฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า การฉีดพ่นผักโขมด้วยน้ำส้มควันไม้ไผ่ และน้ำส้มควันไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า เนื่องจากในการทดลองฉีดพ่นน้ำเปล่าในผักโขมเกิดการรบกวนของแมลงทำให้ ค่าเฉลี่ยความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งต่ำคือ 17.63 เซนติเมตร 15.50 ใบ 3.43 เซนติเมตร 6.48 เซนติเมตร 16.50 เซนติเมตร 11.10 กรัม และ 1.12 ตามลำดับในขณะที่การฉีดพ่นด้วยสาร Atrazine ต้นผักโขมเหี่ยวและตายไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 7 ผลการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต (ค่าเฉลี่ย) ก่อนการฉีดพ่น ความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

สิ่งทดลอง	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	จำนวนใบ (ใบ)	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	ความยาวราก (เซนติเมตร)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
น้ำเปล่า	25.40±13.90 b	4.00±2.12	2.02±1.01 c	20.80±11.64 b	19.76±11.26	1.99±2.08	0.26±0.27
น้ำส้มควันไม้สนทะเล และไม้เบญจพรรณ	11.00±5.74 a	3.00±1.38	1.32±0.55 a	8.80±4.89 a	19.76±11.26	1.99±2.08	0.26±0.27
น้ำส้มควันไม้เหง้ามัน สำปะหลัง	18.00±11.10 ab	3.80±1.72	1.84±0.90 c	14.50±9.34 ab	19.76±11.26	1.99±2.08	0.26±0.27
น้ำส้มควันไม้ไผ่	15.60±12.13 ab	2.80±1.63	1.50±0.66 ab	11.06±10.02 ab	19.76±11.26	1.99±2.08	0.26±0.27
Atrazine	16.22±11.20 ab	3.40±1.72	1.68±0.71 abc	13.00±9.30 ab	19.76±11.26	1.99±2.08	0.26±0.27
F-test	*	ns	*	*	ns	ns	ns
c.v. (%)	1.83	3.27	4.33	1.66	1.75	0.96	0.97

การใช้น้ำส้มควันไม้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของข้าวโพด ก่อนการฉีดพ่น พบว่า ก่อนการทดสอบค่าเฉลี่ยความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ และความยาวใบของข้าวโพดที่ฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่าสูงที่สุดคือ 25.40 เซนติเมตร 4.00 ใบ 2.02 เซนติเมตร

และ 20.80 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่น้ำส้มควันไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณ น้ำส้มควันไม้เหงำมันสำปะหลัง น้ำส้มควันไม้ไผ่ และ Atrazine มีค่าเฉลี่ยความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ และความยาวใบใกล้เคียงกัน ในการเก็บตัวอย่างความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง มีความยาวและน้ำหนักไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 8 ผลการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต (ค่าเฉลี่ย) หลังการฉีดพ่น 7 วัน ความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ และความยาวใบของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

สิ่งทดลอง	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	จำนวนใบ (เซนติเมตร)	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)
น้ำเปล่า	37.80±20.65 c	5.60±2.94	3.24±1.71 b	27.16±14.25 b
น้ำส้มควันไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณ	23.20±9.73 a	4.60±2.04	1.86±0.80 a	17.36±7.24 a
น้ำส้มควันไม้เหงำมันสำปะหลัง	35.22±15.59 bc	5.60±2.34	2.86±1.70 ab	26.24±11.60 b
น้ำส้มควันไม้ไผ่	32.10±14.39 abc	5.60±2.50	2.26±1.14 ab	24.58±20.99 ab
Atrazine	27.54±13.30 ab	5.20±2.42	2.08±0.99 ab	21.92±10.72 ab
F-test	*	ns	*	*
c.v. (%)	3.78	4.98	2.65	3.91

การศึกษาการใช้น้ำส้มควันไม้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หลังการฉีดพ่น 7 วัน พบว่า การฉีดพ่นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วยน้ำเปล่า มีค่าเฉลี่ยความสูงต้น ความกว้างใบ และความยาวใบสูงสุดคือ 37.80 เซนติเมตร 5.60 ใบ 3.24 เซนติเมตร และ 27.16 เซนติเมตร ตามลำดับ ใกล้เคียงกับการฉีดพ่นด้วยน้ำส้มควันไม้เหงำมันสำปะหลัง น้ำส้มควันไม้ไผ่ และ Atrazine ในขณะที่การฉีดพ่นด้วยน้ำส้มควันไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณ มีค่าเฉลี่ยความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ และความยาวใบน้อยที่สุดคือ 23.20 เซนติเมตร 4.60 ใบ 1.86 เซนติเมตร และ 17.36 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 9 ผลการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต (ค่าเฉลี่ย) ความสูงต้น จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หลังการฉีดพ่น 14 วัน

สิ่งทดลอง	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	จำนวนใบ (ใบ)	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	ความยาวราก (เซนติเมตร)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
น้ำเปล่า	50.70±27.65	6.40±3.26	3.30±1.81	35.20±18.24	26.10±13.37 ab	26.37±16.20	3.67±2.17 ab
น้ำส้มควันไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณ	48.30±20.20	5.80±2.40	3.78±1.63	38.02±15.92	23.68±10.89 a	15.03±7.40	1.49±0.74 a
น้ำส้มควันไม้เหงำมันสำปะหลัง	59.30±25.39	6.60±2.81	4.84±2.19	43.52±18.96	33.80±16.22 b	30.17±21.77	4.38±2.66 b
น้ำส้มควันไม้ไผ่	56.94±25.32	6.40±2.88	4.18±2.24	41.58±18.58	28.00±12.32 ab	27.65±17.30	3.38±2.20 ab
Atrazine	43.56±20.89	6.80±3.01	3.38±1.88	33.76±15.82	20.38±8.44 a	14.98±12.21	1.96±1.61 a
F-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	*
c.v. (%)	4.46	6.15	3.15	4.97	3.63	1.62	1.60

การใช้น้ำส้มควันไม้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ หลังการฉีดพ่น 14 วัน พบว่า การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้เหงำมันสำปะหลัง มีค่าเฉลี่ยความสูงต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ และความยาวรากสูงสุดคือ 59.30 เซนติเมตร 4.84 เซนติเมตร 43.52 เซนติเมตร และ 33.80 เซนติเมตร การฉีดพ่น Atrazine มีค่าเฉลี่ยความสูงต้น ความกว้างใบ ความยาวใบ และความยาวรากน้อยที่สุดคือ 43.56 เซนติเมตร 3.38 เซนติเมตร 33.76 เซนติเมตร และ 20.38 เซนติเมตร การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้เหงำมันสำปะหลัง มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดสูงสุดคือ 30.17 กรัม การฉีดพ่นด้วยน้ำส้มควันไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณ มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งน้อยที่สุดคือ 1.49 กรัม ในการทดสอบความยาวราก และน้ำหนักแห้งของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ และหลังฉีดน้ำส้มควันไม้พบการทำลายของแมลงลดลง แมลงมีการเจริญเติบโตผิดปกติ และน้ำส้มควันไม้ยังไปยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง (ประทีป น้อยเจริญ, 2559)

4. สรุปผล

ผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ พบว่า น้ำส้มควันไม้ไผ่ น้ำส้มควันไม้เหง้ามัน สำปะหลัง และไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณ มีผลต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของหญ้าเนเปียร์ได้ดี ในการใช้น้ำส้มควันไม้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของผักโขม พบว่า น้ำส้มควันไม้ไผ่ น้ำส้มควันไม้จากเหง้ามันสำปะหลัง และ ไม้สนทะเลและไม้เบญจพรรณ มีค่าเฉลี่ยในการเจริญเติบโตสูงที่สุด รองลงมาคือ น้ำเปล่า ในขณะที่ Atrazine ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของผักโขมได้ดีที่สุด ในการใช้น้ำส้มควันไม้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า น้ำส้มควันไม้จากเหง้ามันสำปะหลัง และ น้ำส้มควันไม้ไผ่ มีผลทำให้ต้นข้าวโพดมีการเจริญเติบโตด้านความสูง จำนวนใบ ความกว้างใบ ความยาวใบ ความยาวราก น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง มีแนวโน้มส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ดีที่สุด การใช้สาร Atrazine มีผลต่อการยับยั้งเจริญเติบโตมากที่สุด และการใช้ Atrazine จะทำให้การเจริญเติบโตของข้าวโพดลดลง (Frank, Whited & Knight, 2014) เนื่องจากในการปลูกไม่มีการควบคุมแมลงศัตรูพืชซึ่งเข้าพบทำลายพืช และหลังฉีดน้ำส้มควันไม้พบการทำลายของแมลงลดลง

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขต บางพระ และเพื่อนครูโรงเรียนผืนดินงามวิสาขอน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

กนกทิพย์ ต่อเสนา, บรรยง ทุมแสน, พัชริน ส่งศรี และสันติเมตรี ก้อนคำ. (2561). การยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชและพืช

ปลูกบางชนิดโดยการใช้น้ำส้มควันไม้ร่วมกับสารกำจัดวัชพืชก่อนงอก. *แก่นเกษตร*, 46(5), 901-910.

กรมวิชาการเกษตร. (2562). *การจัดการแปลงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์คุณภาพ*. เข้าถึงได้จาก

<https://www.doa.go.th>.

กรมวิชาการเกษตร. (2564). *วิจัยและพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์*. เข้าถึงได้จาก <https://www.doa.go.th/plan/wp-content/uploads/2023/08/23-1.pdf>

ติณกร ภูวดิน, ปรีชา ชันติโกมล, และไมตรี พลสงคราม. (2561). การผลิตน้ำส้มควันไม้จากไม้สะเดาด้วยเตาไพโรไลซิสแบบแก๊ส

หมุนวนปิด. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*, 10(19), 50-59.

ประทีป น้อยเจริญ. (2559). *ประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ในการควบคุมด้วงหมัดผักและการศึกษาการผลิต การใช้ประโยชน์ของ*

น้ำส้มควันไม้ในจังหวัดปทุมธานี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

ธัญบุรี.

Frank A., Whited, M., & Knight, P. (2014). Would Banning Atrazine Benefit Farmers. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 20(1), 61-70.

Sardana V., Mahajan, G., Jabran, K., & Chauhan, B.S. (2017). Role of Competition in Managing Weeds: An Introduction to the Special Issue. *Crop Protection*, 95, 1-7.

The Efficacy of Using Biological Product of *Bacillus subtilis* to Control New Leaf Fall Disease of the Rubber Tree Caused by *Colletotrichum siamense*

Pornsil Seephueak¹ and Patchraporn Vanichpakorn¹

¹ Agricultural Science Division, Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya,
Thung Yai, Nakhon Si Thammarat 80240

* E-mail: pornsil.s@rmutsv.ac.th Tel. 086-7472345

Abstract

New leaf fall disease caused by *Colletotrichum* spp. is an important disease in *Hevea brasiliensis*. The aim of this research was evaluated the efficacy of three isolates of biological products from *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* (RUTs001, *B. subtilis* RUTs002, and *B. subtilis* RUTs003) for inhibiting mycelial growth in the new leaf fall disease of rubber trees caused by *Colletotrichum siamense*. The biological products of the *Bacillus* spp. were tested for their ability to inhibit the mycelial growth of pathogens using the dual culture and poisoned food techniques. The results showed that the biological product *B. subtilis* RUTs003 showed the highest inhibition of the mycelial growth of *C. siamense*, with percentages being 75.50 and 72.20%, using dual culture and poisoned food techniques, respectively. The combination of *B. subtilis* RUTs002 and *B. subtilis* RUTs003 was the most effective in suppressing the development of new leaf fall disease, with the lowest disease incidence and disease severity indices at 4.20 and 0.80%, respectively. This research highlights the potential of *B. subtilis* biological agents as a promising strategy for managing new leaf fall disease infections in rubber tree plantations.

Keywords: Antagonistic, Bioagent, Combination, *Hevea Brasiliensis*

1. Introduction

The rubber tree (*Hevea brasiliensis*) is an important economic plant worldwide. In Thailand, rubber trees generate significant income for the country. In 2024, Thailand was the top exporter of rubber, with a production quantity of approximately 2.87 million tons (The Office of Industrial Economics, 2025). The new leaf fall disease has become significant in rubber tree plantations in Southeast Asia, India, China, and Colombia, causing severe outbreaks (Darojat *et al.*, 2023). It could be caused by various fungal genus such as *Fusarium* (Febbiyanti *et al.*, 2018) *Pestalotiopsis* (Alchemi and Jamin, 2022; Aliya *et al.*, 2022; Febbiyanti and Fairuza, 2019; Kusdiana *et al.*, 2020; Rodesuchit, 2020), *Neopestalotiopsis* (Darojat *et al.*, 2023; Li *et al.*, 2021; Pornsuriya *et al.*, 2020), *Colletotrichum* (Aliya *et al.*, 2022; Pornsuriya *et al.*, 2020; Rodesuchit *et al.*, 2021) and *Phyllosticta* (Guevara *et al.*, 2022).

The symptoms of the new leaf fall disease are commonly observed by farmers and scientists, and are similar to each other, although they may vary in the size of lesions and the severity of the disease due to differences in resistance levels to various pathogens among rubber tree cultivars. However, the distinctive characteristics of the new leaf fall disease that can be clearly observed are that the lesions tend to be large, circular spots. The lesions have a pale brown colour in the center and a dark border, leading to continuous falling of rubber leaves, appearing to be similar to nonpathogenic leaf shedding. Due to the increasing prevalence and severity of the disease, alternative control strategies are urgently needed, especially those that are environmentally friendly. Biological products from antagonistic bacteria such as *B. subtilis* are effective in preventing and controlling diseases on a large scale (Pujade-Renaud *et al.*, 2019; Rabiey *et al.*, 2019).

Therefore, the objective of this research is to evaluate the efficacy of *Bacillus* spp. bioproducts in inhibiting the growth of *Colletotrichum siamense*, the causal agent of the new leaf fall disease in rubber trees.

2. Materials and Methods

2.1 Isolation of the fungal pathogens

New leaf fall disease affected tree samples were collected from the rubber RRIM 600 variety plantations in Narathiwat Province, Trang Province, and Nakhon Si Thammarat Province, all being provinces of Thailand. Samples were collected from the diseased leaves with symptoms of circular spots. Rubber leaves were cut into squares measuring 5 x 5 mm. They were sterilized by soaking in 75% ethanol for 3-5 minutes. This was followed by two times of rinsing with distilled water for 3 minutes each. The sample pieces were dried on sterilized filter paper. After that, they were placed on potato dextrose agar (PDA) and incubated at room temperature (28-32 °C) for 7-10 days.

2.2 Pathogenicity test

The pathogenicity of fungal isolates was evaluated by the experimenters in a laboratory using the modified detached leaf assay method (Darojat *et al.*, 2023). Samples of healthy rubber leaves from the RRIM 600 variety were cleaned by soaking in a 10% sodium hypochlorite for 5 minutes, followed by rinsing twice with sterilized distilled water for 3 minutes and then being air-dried. Inoculation procedures were created on the rubber leaves using a sterile needle, with 10 lesions per leaf. These lesions were topped with mycelial plugs of *Colletotrichum* spp. (5 mm diameter), which was grown on PDA medium for 7 days. The inoculated leaves were placed in a moist chamber for 48 hours, after that the experimenters removed the mycelial plugs.

The leaves were examined for disease symptoms, and the isolate that induced the most severe symptoms was triangulated. The emerging acervuli of *Colletotrichum* spp. were then isolated from symptomatic leaves to conduct Koch's postulates and identified by molecular techniques involving the internal transcribed spacer (ITS) and ribosomal DNA (rDNA), at the National Centre for Genetic Engineering and Biotechnology (Biotech), Thailand.

2.3 Antagonistic bacteria test

Three isolates of *B. subtilis* subsp. *subtilis* RUTs001, *B. subtilis* RUTs002 and *B. subtilis* RUTs003 were identified previously, based on the partial sequence of their 16S rDNA gene at the National Centre for Genetic Engineering and Biotechnology (Biotech), Thailand (Noochaichaw *et al.*, 2024). Dual culture tests were used to examine the effects of cell *Bacillus* spp. for their inhibitory effectiveness against six isolates of *C. siamense* isolated from Narathiwat, Trang, and Nakhon Si Thammarat provinces. A 5 mm diameter mycelial plug from 7-day-old *Colletotrichum* spp. grown on PDA was placed approximately 2 cm from the edge of a Petri dish. After 24 hours, a loopful of *Bacillus* was streaked 2 cm away from the edge of the Petri dish opposite the mycelial plug and incubated at room temperature (28-32 °C). The experimental was setup completely randomized design (CRD) consist of 6 treatments and 4 replicates (4 plates/replicates). In the control, only mycelial plugs of the *Colletotrichum* spp.

The inhibition zone between the *Colletotrichum* spp. and *Bacillus* species were measured, and the percent inhibition of radial growth (PIRG) was calculated using the formula $\%PIRG = (R1 - R2) / R1 \times 100$, where R1 is the radius of the fungal pathogen in the control plates, and R2 is the radius of the area of visible fungal pathogen in the presence of *Bacillus* sp. The calculated PIRG was interpreted as follows Al-Daghari *et al.* (2023).

> 75.00%	= Highly effective inhibition
61.00 - 75.00%	= High inhibition effectiveness
50.00 - 60.00%	= Moderate inhibition effectiveness
< 50.00%	= Low inhibition effectiveness

2.4 The efficacy of *Bacillus* spp. biological products in inhibiting the growth of *C. siamense*

1) Dual culture technique

C. siamense was grown on a PDA plate for 7 days. A 5 mm mycelial plug was placed 2 cm from the edge of a Petri Dish containing PDA. Plates were incubated for 24 hours at room temperature. The bioproducts *B. subtilis* were produced in the laboratory at a concentration of 1×10^9 CFU/g WP confirmed by plate count technique (Noochaichaw *et al.*, 2024). A 0.25 g sample of each bioproduct formulation was mixed with 100 mL of water to create a suspension and incubated at room temperature (28-32 °C) for 2 hours. After that, one loopful cell suspension was streaked opposite the fungal mycelium. The percent inhibition of radial mycelial growth of *C. siamense* was measured every 7 days for 28 days after test. The percent inhibition of radial growth was calculated by using the formula above.

2) The poisoned food technique

Poisoned food technique was used to evaluate the efficiency of bioproduct *Bacillus* against pathogens. The 0.625 g of bioproduct of *Bacillus* was mixed with 250 mL PDA malt (50-55 °C) and 20 mL were poured into a petri dish. After the media were cooled, a 5 mm diameter mycelial plug of *C. siamense* was placed at the

center of a Petri dish (Asthana *et al.*, 2016). The colony diameter of the fungal pathogens on medium was recorded and percent inhibition in each treatment was calculated for 7 days. The percent of inhibition of *C. siamense* growth was calculated using the formula $[(A - C) - (B - C)] / (A - C) \times 100$, where A is the diameter of the colony in the control (mm), B is the diameter of the colony on the medium in the treatment (mm), and C is the diameter of the cork borer (5 mm) (Tayuan *et al.*, 2016). The experimental design for the dual culture test and poisoned food technique were performed using CRD, consisting of 4 treatments and 4 replicates. In the control, only mycelial plugs of *C. siamense* were used.

2.5 Efficacy of *Bacillus* spp. bioproducts in controlling *C. siamense* on rubber leaves

The leaf detected method was used to test the efficacy of *Bacillus* spp. bioproducts (single and combination) in controlling *C. siamense* on rubber leaves. *C. siamense* was cultured on PDA medium for 10 days. Spore suspensions of *C. siamense* were prepared using a haemocytometer, with the concentration adjusted to 10^8 spores/mL. A 20 μ L drop of the spore suspension was placed on wounds made on rubber leaves, which were then incubated in a moist chamber at room temperature (28-32°C) for 24 hours. After that, *Bacillus* spp. bioproducts, single and combined was prepared at a concentration of 0.25 g/100 mL. The suspension was applied to the inoculated wounds at a volume of 20 μ L/wound. The data were recorded at 7 days after inoculated. The experimental design was setup a CRD with 10 treatments, 4 replications.

The efficacy of the *Bacillus* spp. bioproduct formulations in controlling disease on rubber leaves was calculated by determining the disease incidence (%DI), which is the number of diseased leaves / the total number of leaves $\times 100$. The disease severity index (%DSI) was calculated using a method modified from Phialathounheune *et al.* (2012), with the formula $\%DSI = [\sum (N_i \times V_i)] / [(N \times V)] \times 100$, Where N_i is the number of occurrences at each disease level, V_i is the disease score level (0, 1, 2, 3, or 4), V is the maximum disease score level, N is the total number of leaves tested. The disease score levels were defined as level 0: no disease (0.00-0.99%), level 1: disease initial at the wound (1.00-1.99%), level 2: disease at the wound begins to expand (2.00-2.99%), level 3: disease spreading to other parts of the leaf (3.00-3.99%), level 4: whole leaf is diseased ($\geq 4.00\%$).

3. Results and Discussion

3.1 Observation and symptoms of new leaf fall disease

This research study on a new leaf fall disease in rubber trees in the southern provinces of Thailand. The symptoms on the leaves appear as distributed spots. These spots are circular or nearly circular, large, dark brown with a pale center, and have dark edges (Figure 1a). When the symptoms are severe, the rubber tree leaves turn reddish-brown and eventually fall off (Figure 1b). In this study, six isolates of *Colletotrichum* spp. were collected from three rubber plantations in Narathiwat, Trang, and Nakhon Si Thammarat provinces. The pathogenicity test showed the disease occurrence within 5 days after inoculation using the leaf detection technique (Figure 1c).

The morphology of *Colletotrichum* spp. cultivated on the PDA medium shows rapid mycelial growth, covering the entire petri dish within 7 days (Figure 2a). The mycelium is whitish grey, slightly aerial, and loosely intertwined. Spore masses appear as orange-colored nodules in the center of the colony (Figure 2b). The conidia

are barrel shaped with rounded ends (Figure 2c). The identification by ITS rDNA molecular comparison with GenBank data revealed it to be *C. siamense* (Accession MT434645 = 100%).

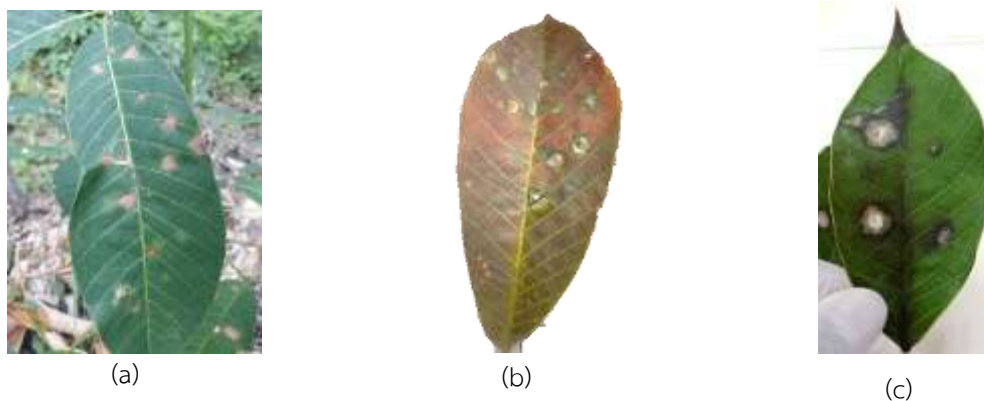


Figure 1 The symptoms of new leaf fall disease of rubber tree RRIM 600 on rubber tree (a), fallen leaf (b), and pathogenicity test at 5 days after inoculation (c).

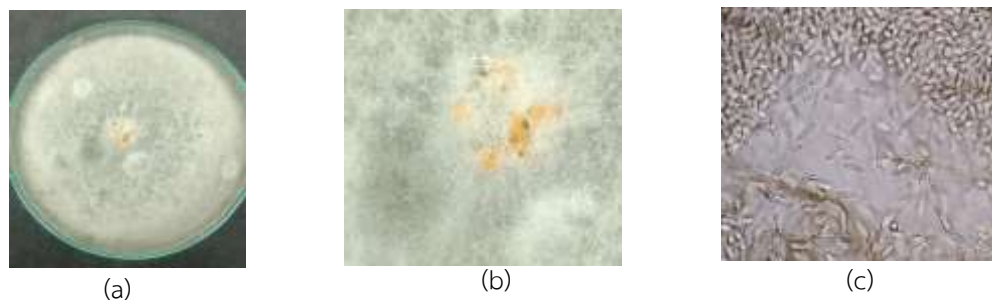


Figure 2 The colonies of *C. siamense* NS03 on PDA at 10 days (a), spore mass (b), and conidia (c).

In this study focus on a new leaf fall disease caused by *C. siamense*. Previously, new leaf fall disease reported caused by various fungi via *N. cubana*, *N. formicarum*, *N. aotearoa* (Li *et al.*, 2021), *N. saprophytica* (Darojat *et al.*, 2023), *P. microspora* (Kusdiana *et al.*, 2020), *Colletotrichum* spp. (Kusdiana *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2021), *Pestalotiopsis* spp. (Aliya *et al.*, 2022; Febbiyanti and Fairuza, 2019). Which, the new leaf fall disease was associated with a single pathogen and a combination of two pathogens, such as *Colletotrichum* spp. and *Pestalotiopsis* spp. (Aliya *et al.*, 2022), or with another genus (Thaochan *et al.*, 2020).

This study presents the report in Thailand of the recorded of *C. siamense* as the causal agent of a new leaf fall disease in rubber tree. According to Aliya *et al.* (2020); Kaewchai *et al.* (2024) reported that *C. siamense* is the cause of a new leaf fall disease found to be spreading in southern Thailand and Malaysia. Rodesuchit (2020); Guyot *et al.* (2021); Damiri *et al.* (2022) reported that the leaf fall disease of rubber trees is caused by *C. gloeosporioides* Penz. which is a species complex with relatively high intraspecific variability. Which, *C. siamense* is classified as a subspecies of *C. gloeosporioides* (Aliya *et al.*, 2022; Rodesuchit, 2020). According to Li *et al.* (2022); Liu *et al.* (2018) reported that *C. siamense* is a subspecies of *C. gloeosporioides*, belonging to a species complex that displays genetic variability and diversity.

Leaf fall disease of rubber is a major problem in rubber plantations. The original causes of leaf fall disease are often attributed to pathogens such as *Corynespora cassiicola* (*Corynespora* leaf fall), *Oidium heveae*

(powdery mildew), *C. gloeosporioides* (*Colletotrichum* leaf fall), *Phytophthora citrophthora* (Laohasakul *et al.*, 2019) and *Phytophthora* spp. (Bengi *et al.*, 2014). However recently, a new leaf fall disease in rubber trees that infected and began to distributed since 2017 in Indonesia, Malaysia, Sri Lanka, Thailand, India, China, and Colombia. The causative agents infect mature leaves, the lesion spreading on the leaves and then causing severe leaf fall, similar to leaf shedding. The researcher reported that may be caused by the same pathogens as before, such as genus *Colletotrichum*, or new pathogens via *Pestalotiopsis* spp. (Kusdiana *et al.*, 2020) and *Neopestalotiopsis* spp. (Aliya *et al.*, 2022) and it may be caused by a single pathogen or combined pathogens.

3.2 Antagonistic effect of *Bacillus* spp. against *C. siamense* by dual culture

The results showed that the antagonistic *Bacillus* spp. effectively inhibited the mycelial growth of *C. siamense* to varying extents. *B. subtilis* RUTs003 and *B. subtilis* RUTs002 showed high efficacy inhibition (>75%) against five isolates, with inhibition rates ranging from 87.39 - 94.98% and 86.45 - 93.98%, respectively. Whereas, *B. subtilis* subsp. *subtilis* RUTs001 showed high efficacy inhibition against two isolates, with inhibition rates of 86.68 and 91.92% (Table 1).

Table 1 Efficacy of *B. subtilis* subsp. *subtilis* RUTs001, *B. subtilis* RUTs002 and *B. subtilis* RUTs003 for controlling mycelium growth of *C. siamense* by dual culture technique.

Treatments	% inhibition		
	<i>B. subtilis</i> subsp. <i>Subtilis</i> RUTs001	<i>B. subtilis</i> RUTs002	<i>B. subtilis</i> RUTs003
<i>C. siamense</i> NT006 ^{2/}	11.74±0.08 ^{f1/}	86.57±0.08 ^e	87.39±0.14 ^d
<i>C. siamense</i> NT008	91.92±0.07 ^a	86.45±0.11 ^d	87.45±0.22 ^d
<i>C. siamense</i> PL005	29.10±0.08 ^e	91.69±0.08 ^c	92.55±0.16 ^c
<i>C. siamense</i> PT008	86.68±0.07 ^b	93.74±0.08 ^b	94.59±0.02 ^b
<i>C. siamense</i> PT010	64.67±0.01 ^c	93.98±0.17 ^a	94.98±0.00 ^a
<i>C. siamense</i> NS03	41.83±0.12 ^d	67.57±0.00 ^f	73.36±0.10 ^e

1/ = Means followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test (P<.01).

2/ = NT006, NT008 isolated from Narathiwat Province, PL005, PT008, PT010 isolated from Trang Province, NS03 isolated from Nakhon Si Thammarat Province.

3.3 Efficacy of *Bacillus* spp. bioproducts in inhibiting mycelial growth of *C. siamense*

The use of bioproduct *B. subtilis* RUTs003 showed the highest inhibition rate at 75.50%, followed by *B. subtilis* RUTs002 at 64.30% (Table 2). In contrast, *B. subtilis* subsp. *subtilis* RUTs001 was able to inhibit the growth of *C. siamense* for only 14 days, with an inhibition rate of 15.00% (Table 2). However, considering the efficacy in inhibiting the mycelial growth of *C. siamense*, it was found that use of bioproduct *B. subtilis* RUTs002 and bioproduct *B. subtilis* subsp. *subtilis* RUTs001 showed the highest inhibition rates at 7 days after inoculation, with rates of 93.80 and 54.20%, respectively, which then tended to decrease. Whereas, the use of bioproduct *B. subtilis* RUTs003 showed the highest inhibition at 14 days after testing (94.40%), which also tended to decrease but still maintained high inhibition effectiveness (Table 2).

For the results, the efficacy of *Bacillus* spp. bioproducts in inhibiting the mycelial growth of *C. siamense* using the poisoned food method showed a statistically significant difference (P<0.01). These results were according to the dual culture method. The use of bioproducts *B. subtilis* RUTs003 and *B. subtilis* RUTs002 showed high efficacy in inhibiting the mycelial growth of *C. siamense*, with inhibition rates of 72.20 and 63.33%,

respectively. Whereas, the use of *B. subtilis* subsp. *subtilis* RUTs001 showed the low inhibition effectiveness was 48.80% (Table 3).

Table 2 Efficacy of biological product of *Bacillus* spp. for controlling the mycelial growth of *C. siamense* using the dual culture technique.

Treatments	Inhibition mycelial growth (%)					
	3 days	5 days	7 days	14 days	21 days	28 days
<i>B. subtilis</i> subsp. <i>subtilis</i> RUTs001	19.60±1.20 ^{c1/}	40.10±0.60 ^c	54.20±1.70 ^c	15.00±1.40 ^c	0.0±0.00 ^c	0.0±0.00 ^c
<i>B. subtilis</i> RUTs002	28.90±2.40 ^b	64.40±1.80 ^b	93.80±0.70 ^a	88.60±3.00 ^b	79.50±3.10 ^b	64.30±3.50 ^b
<i>B. subtilis</i> RUTs003	32.00±0.80 ^a	68.60±2.60 ^a	80.00±1.60 ^b	94.40±2.50 ^a	83.70±2.20 ^a	75.50±2.10 ^a
Control	0.0±0.00 ^d	0.0±0.00 ^d	0.0±0.00 ^d	0.0±0.00 ^d	0.0±0.00 ^c	0.0±0.00 ^c

^{1/}= Means followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test (P<.01).

Table 3 Efficacy of biological product of *Bacillus* spp. for controlling the mycelial growth of *C. siamense* by poisoned food technique

Treatments	Inhibition mycelial growth (%)
<i>B. subtilis</i> subsp. <i>subtilis</i> RUTs001	48.80 ± 0.57 ^{c1/}
<i>B. subtilis</i> RUTs002	63.33 ± 0.27 ^b
<i>B. subtilis</i> RUTs003	72.20 ± 0.49 ^a
Control	0.00 ± 0.00 ^d

^{1/}= Means followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test (P<.01).

3.4 Effects of *Bacillus* spp. bioproducts for controlling leaf fall disease

The use of the *B. subtilis* RUTs002 bioproduct and the combined *B. subtilis* RUTs002 + *B. subtilis* RUTs003 formulation showed the lowest disease incidence at 4.20%, which was not significantly different from the control checked (healthy plants) with 0% disease incidence. This was followed by *B. subtilis* RUTs003, *B. subtilis* subsp. *subtilis* RUTs001, and the combined formulations *B. subtilis* subsp. *subtilis* RUTs001 + *B. subtilis* RUTs002, *B. subtilis* subsp. *subtilis* RUTs001 + *B. subtilis* RUTs003, and Mancozeb, all of which had a disease incidence of 10.40%. While, the combined bioproduct *B. subtilis* subsp. *subtilis* RUTs001 + *B. subtilis* RUTs002 + *B. subtilis* RUTs003 had a disease incidence of 14.60%. The control (distilled water) showed the highest disease incidence at 16.70% (Table 4).

The disease severity index (%DSI) showed highly significant statistical differences (P<0.01). The combined *B. subtilis* RUTs002 + *B. subtilis* RUTs003 formulation had the lowest disease severity index at 0.80%, which was not significantly different from *B. subtilis* RUTs002, *B. subtilis* RUTs003, Mancozeb, combined *B. subtilis* subsp. *subtilis* RUTs001 + *B. subtilis* RUTs002, and combined *B. subtilis* subsp. *subtilis* RUTs001 + *B. subtilis* RUTs003, which had disease severity indices of 1.30, 2.90, 3.30, 3.80 and 3.80%, respectively. Whereas, *B. subtilis* subsp. *subtilis* RUTs001 bioproduct and the combined *B. subtilis* subsp. *subtilis* RUTs001 + *B. subtilis* RUTs002 + *B. subtilis* RUTs003 had disease severity indices of 5.40 and 6.30%, respectively, which were not significantly different from the control (distilled water) with a disease severity index of 10.40% (Table 4).

Table 4 Disease incidence and disease severity index of new rubber leaf fall disease at different formulations of *Bacillus* sp. using the leaf detached method

Treatments	Disease incidence (%)	Disease severity index (%)
<i>B. subtilis</i> subsp. <i>subtilis</i> RUTs001	10.40±4.17 ^{ab1/}	5.40±1.60 ^{ab}
<i>B. subtilis</i> RUTs002	4.20±4.81 ^b	1.30±1.60 ^b
<i>B. subtilis</i> RUTs003	8.30±9.62 ^{ab}	2.90±3.44 ^b
<i>B. subtilis</i> subsp. <i>subtilis</i> RUTs001 + <i>B. subtilis</i> RUTs002	10.40±7.98 ^{ab}	3.80±4.38 ^b
<i>B. subtilis</i> RUTs001 + <i>B. subtilis</i> RUTs003	10.40±12.50 ^{ab}	3.80±4.38 ^b
<i>B. subtilis</i> RUTs002 + <i>B. subtilis</i> RUTs003	4.20±8.33 ^b	0.80±1.67 ^b
<i>B. subtilis</i> subsp. <i>subtilis</i> RUTs001 + <i>B. subtilis</i> RUTs002 + <i>B. subtilis</i> RUTs003	14.60±4.17 ^{ab}	6.30±2.85 ^{ab}
Mancozeb	10.40±7.98 ^{ab}	3.30±2.36 ^b
Control (distilled water)	16.70±0.00 ^a	10.40±2.85 ^a
Control checked (healthy plant)	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b

^{1/} = Means followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test (P<0.01).

As the results, the bioproduct *B. subtilis* RUTs003 was a very high inhibition rate (>75.00%), while the bioproduct *B. subtilis* RUTs002 has a high inhibition rate (61.00-75.00%). Moreover, the combination of *B. subtilis* RUTs002 and *B. subtilis* RUTs003 shows high efficacy in controlling *C. siamense* when using the leaf detachment method. Disease incidence and disease severity index showed 4.20 and 0.80% (Table 4) according to Yanti *et al.* (2020) reported that combinations of *Bacillus* spp. (4 isolates) were able to control anthracnose disease caused by *C. capsica* and increase the growth of chili plants. The results showed that combinations of two bioproduct *B. subtilis* have the potential for controlling *C. siamense* caused by leaf fall disease in rubber tree.

Bacillus is a beneficial bacterium that is effective in widely preventing and controlling plant diseases. It can produce various enzymes and antibiotics, such as iturin A2, bacilomycin, mycosubtilin, fungistatin, and subsporin, which can effectively inhibit *Colletotrichum* spp. (Russi *et al.*, 2024). Moreover, they are capable of adapting to and tolerating adverse environmental conditions and can have remarkable properties such as seen with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). According to Ashwini and Srividya (2014) reported that *B. subtilis* can effectively inhibit various disease-causing pathogens such as *Alternaria* spp., *C. gloeosporioides*, *P. capsici*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *F. oxysporum* and *Verticillium* sp., and this has been demonstrated under laboratory and greenhouse conditions. Therefore, this research showed that the bioproduct that is a combination of *B. subtilis* RUTs002 and *B. subtilis* RUTs003 can be an alternative method for controlling the new leaf fall disease in rubber trees and may be used to develop real world applications for controlling this disease under field conditions in the future.

4. Conclusion

The biological product of *B. subtilis* RUTs003 showed the highest efficacy in inhibiting the growth of *C. siamense*, the cause of the new leaf fall disease in rubber trees, when tested using dual culture and poisoned food methods. The inhibition efficacy was 75.50 and 72.20%, respectively. The combination of *B. subtilis* RUTs002 with *B. subtilis* RUTs003 and *B. subtilis* RUTs002 alone were the most effective in controlling new leaf

fall disease, resulting in a disease incidence of 4.2%. The disease severity index was 0.80 and 1.30%, respectively, with no significant difference when compared with the control.

5. Acknowledgment

This work was supported by Rajamangala University of Technology Srivijaya.

6. References

- Alchemi, P. J. K., and Jamin, S. (2022). *Impact of Pestalotiopsis leaf fall disease on leaf area index and rubber plant production*. In Sriwijaya Conference on Sustainable Environment, Agriculture and Farming System. [online]. Retrieved from <https://doi.org/10.1088/1755-1315/995/1/012030>.
- Al-Daghari, D.S.S., Al-Sadi, A.M., Al-Mahmooli, I.H., Janke, R., and Velazhahan, R. (2023). *Biological control efficacy of indigenous antagonistic bacteria isolated from the rhizosphere of cabbage grown in biofumigated soil against Pythium aphanidermatum damping-off of cucumber*. Agriculture 13: 626. [online]. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/agriculture13030626>.
- Aliya, S. S. S., Ali, N. S., Mahyudin, M. M., Yun, W. M., and Yusop, M. R. (2022). *Colletotrichum siamense and Pestalotiopsis jesterias potential pathogens of new rubber leaf spot disease via detached leaf assay*. Journal of Rubber Research 25: 195-212.
- Ashwini, N., and Srividya, S. (2014). *Potentiality of Bacillus subtilis as biocontrol agent for management of anthracnose disease of chilli caused by Colletotrichum gloeosporioides OGC1*. Biotech 4: 127-136.
- Asthana, S., Vajpayee, G., and Sundaram, S. (2016). *Evaluation of antagonist potential of Bacillus spp. against plant pathogenic fungus*. Indian Journal of Natural Sciences 36: 10996-11003.
- Bengi, V. I., Manju, M. J., Shankarappa, T. H., Kuruvilla Jacob, C., and Sabu, P. I. (2014). *Antifungal activity of some biological agents against Corynespora cassicola causing Corynespora leaf fall disease of rubber (Hevea brasiliensis Muell. Arg.)*. Indian Journal of Advances in Plant Research 1: 30-32.
- Damiri, N., Pratama, Y., Febbiyanti, T. R., Rahim, S. E., Astuti, D. T., and Purwanti, Y. (2022). *Pestalotiopsis sp. infection causes leaf fall disease of new arrivals in several clones of rubber plants*. Biodiversita 23: 3943-3949.
- Darojat. M. R., Agdie, S. W., Oktavia, F., and Sudarsono. (2023). *New leaf fall disease in rubber-pathogen characterization and rubber clone resistance evaluation using detached leaf assay*. Biodiversita 24: 1935-1945.
- Febbiyanti, T. R., and Fairuza, Z. (2019). *Identification of causes of rubber leaves outbreak in Indonesia*. Journal of Natural Rubber Research 37: 193-206.
- Febbiyanti, T. R., Fairuzah, Z., and Kusdiana, A. P. J. (2018). *The outbreak of Fusicoccum leaf disease in Indonesia and the potential yield loss*. In: International Plant Protection Workshop, Mahkota Hotel, Melaka Malaysia.
- Guevara, A., Lopez, M., Rivano, F., and Castro, O. (2022). *First report of secondary leaf fall in rubber trees caused by Phyllosticta capitalensis in the eastern plains of Colombia*. New Disease Reports 45: e12096. [online]. Retrieved from <http://doi:10.1002/ndr2.12096>.

- Guyot, J., Omanda, E. N., Ndoutoume, A., Otsaghe, A. A. M., Enjalri, C. F., and Assoumou, H. G. N. (2021). *Effect of controlling Colletotrichum leaf fall of rubber tree on epidemic development and rubber production*. Crop Protection 20: 581-590.
- Kaewchai, S., Paopradit, P., Chaninun, P., Jayawardena, R. S., and Hyde, K. D. (2024). *Pathogenicity and molecular phylogenetic analysis reveal Colletotrichum siamense as causal agent of leaf fall disease in rubber trees (Hevea brasiliensis) in southern Thailand*. Agriculture and Natural Resources 58: 49-58.
- Kusdiana, A. P. J., Sinaga, M. S., and Tondok, E. T. (2020). *Diagnosis of causal agent of new rubber leaf fall disease (Hevae brasiliensis Muel. Arg)*. Journal Penelitian Karet 38: 165-178.
- Laohasakul, B., Boonyapipat, P., and Plodpai, P. (2017). *First report of Phytophthora citrophthora causing leaf fall of para rubber tree (Hevea brasiliensis) in Thailand*. Plant Disease 10: 1057. [online]. Retrieved from <http://doi.org/10.1094/PDIS-07-16-0973-PDN>.
- Li, B., Liu, X., Cai, J., Feng, Y., and Huang, G. (2021). *First report on Neopestalotiopsis aotearoa of rubber tree in China*. Plant Disease 105: 1223. [online]. Retrieved from <http://doi:10.1094/PDIS-09-20-1930-PDN>.
- Li, M., Feng, W., Yang, J., Gao, Z., Zhang, Z., Zhang, W., Wang, S., Wang, W., Gong, D., and Hu, M. (2022). *First report of anthracnose caused by Colletotrichum siamense on avocado fruits in China*. Crop Protection 155: 105922. [online]. Retrieved from <https://doi:10.1016/j.cropro.2022.105922>.
- Liu, X., Li, B., Cai, J., Zheng, X., Feng, Y., and Huang, G. 2018. *Colletotrichum species causing anthracnose of rubber trees in China*. Science Reports 8: 10435. [online]. Retrieved from <https://doi:10.1038/s41598-018-28166-7>.
- Mazlan, S., Jaafar, N.M., Wahab, A., Sulaiman, Z., Rajandas, H., and Zulperi, D. 2019. *Major diseases of rubber (Hevea brasiliensis) in Malaysia*. Pertanika Journal of Scholarly Research Review 5: 10-21.
- Noochaichaw, W., Vanichpakorn, P., and Seephueak, P. (2024). *The efficacy of bioproduct of Bacillus spp. on mycelium growth and controlling green mold disease of Ganoderma lucidum*. Songklanakarin Journal of Science and Technology 46: 499-506.
- Office of Agricultural Economics. (2023). *Para rubber*. [online]. Retrieved from <https://www.oae.go.th/view>.
- Pornsuriya, C., Chairin, T., Thaochan, N., and Sunpapao, A. 2020. *Identification and characterization of Neopestalotiopsis fungi associated with a novel leaf fall disease of rubber trees (Hevea brasiliensis) in Thailand*. Journal of Plant Pathology 168: 7-8.
- Phialathounheune, K., Thummabenjapone, P., Hiransalee, A., and Techawongstien, S. (2012). *Screening chilli cultivars for broad spectrum resistance to anthracnose*. Khon Kaen Agriculture Journal 40: 41-47.
- Pujade-Renaud, M., Deon, M., Gazis, R., Ribeiro, S., Dessially, F., Granet, F., and Chaverri, P. (2019). *Endophytes from wild rubber trees as antagonists of the pathogen Corynespora cassiicola*. Biological Control 109: 1888-1899.
- Rabiey, M., Hailey, L. E., Roy, S. R., Grenz, K., Al-Zadjali, M. A. S., Barrett, G. A., and Jackson, R. W. (2019). *Endophytes vs. tree pathogens and pests: can they be used as biological control agents to improve tree health*. European Journal of Plant Pathology 155: 711-729.

- Rodesuchit, A. 2020. *Currently situation of the new leaf fall disease in Thailand. Meeting of experts on Pestalotiopsis leaf disease, Surat Thani, Thailand*. [online]. Retrieved from <https://km.raot.co.th/>.
- Rodesuchit, A., Daengkanit, C., Salaya, N., Supreeya, Y., Pongsakorn, T., Krueakhuean, P., and Jhutin, P. (2021). *New leaf fall disease caused by Pestalotiopsis sp. or Colletotrichum sp.* Para Rubber Elect Bullet 41: 3-19.
- Russi, A., Granada, C. E., and Schwambach, J. (2024). *Bacterial agents for controlling anthracnose and soft rot in strawberries: present status and perspectives*. Biocontrol Science and Technology 34: 166-188.
- Tayuan, C., Rachaisawan, K., and Sriphadet, S. 2016. *Control of Pyricularia grisea casing of rice blast disease*. Khon Kaen Agriculture Journal 44: 972-976.
- Thaochan, N., Pornsuriya, C., Chairin, T., and Sunpapao, A. (2020). *Roles of systemic fungicide in antifungal activity and induced defense responses in rubber tree (Hevea brasiliensis) against leaf fall disease caused by Neopestalotiopsis cubana*. Physiological and Molecular Plant Pathology 111: 101511. [online]. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2020.101511>.
- Yanti, Y., Mamid, H., Reflin, Warnita, and Habazar, T. (2020). *The ability of indigenous Bacillus spp. consortia to control the anthracnose disease (Colletotrichum capsici) and increase the growth of chili plants*. Biodiversita 21: 179-186.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบจากพืช

Product Development of Plant-Based Crispy Pork

ปรีญากร ฤกษ์จันทร์¹ ธนพร อินทร¹ อริศรา พรจตุณรงค์¹ ณนันท แดงสังวาลย์¹ ศุภักษร มาแสง¹
และคันสนีย์ ทิมทอง^{1*}

Preeyakorn Thungjan¹ Thanaporn Intorn¹ Arisara Pronjatunrong¹ Nanoln Dangsungwal¹
Supuksorn Masavang¹ and Sansanee Thimthong^{1*}

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

¹ Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

* E-mail: Sansanee.th@rmutp.ac.th; Tel. 0813479688

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอัตราส่วนของแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปรในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบจากพืชและศึกษาการยอมรับทางการตลาดของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบจากพืช ผลการศึกษา พบว่า อัตราส่วนของแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่แตกต่างกัน 3 อัตราส่วน คือ อัตราส่วนที่ 1 (60:40) อัตราส่วนที่ 2 (55:45) และอัตราส่วนที่ 3 (50:50) การทดสอบทางประสาทสัมผัสผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับทุกด้านที่ไม่แตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ พบว่า ผลค่าสี ค่า L^* a^* b^* ทั้ง 3 อัตราส่วนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติร้อยละ 95 ผลค่าน้ำมันพบค่าความแข็งทั้ง 3 อัตราส่วนไม่แตกต่างกัน และค่าความเหนียว กับค่าการต้านทานความเคี้ยวทั้ง 3 อัตราส่วนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติร้อยละ 95 และค่าความชื้นพบว่า ทั้ง 3 อัตราส่วนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยค่าเฉลี่ยอัตราส่วนที่ 3 มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมมากที่สุด ผลวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า ผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเทียมปริมาณ 26 กรัม มีพลังงานทั้งหมด 35.48 กิโลแคลอรี โปรตีน 1.92 กรัม คาร์โบไฮเดรต 5.61 กรัม ไขมัน 0.58 กรัม โซเดียม 1.51 มิลลิกรัม และน้ำตาล 2.54 กรัม ผลการศึกษาการยอมรับทางการตลาดของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบจากพืชพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้ออยู่ในระดับมากที่สุด (4.27) พบว่า ปัจจัยด้านช่องทางการจำหน่าย (4.33) ด้านการส่งเสริมการตลาด (4.30) และด้านราคา (4.29) มีผลต่อการเลือกซื้ออยู่ในระดับมากที่สุดตามลำดับ ส่วนด้านผลิตภัณฑ์ (4.18) มีผลต่อการเลือกซื้ออยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: หมูแผ่น ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืช หมูแผ่นกรอบจากพืช

Abstract

This study aimed to evaluate the substitution of gluten flour with modified tapioca starch in the development of a plant-based crispy pork product, as well as to investigate consumer acceptance and marketing-related factors influencing purchasing decisions. Three different substitution ratios of gluten flour to modified tapioca starch were tested: Ratio 1 (60:40), Ratio 2 (55:45), and Ratio 3 (50:50). Sensory evaluation indicated that there were no significant differences in panelists' acceptance across all samples. However, physical property analysis revealed statistically significant differences ($p < 0.05$) among the three ratios in terms of color parameters (L, a, b* values). Texture profile analysis showed no significant differences in hardness, while gumminess and chewiness differed significantly among the formulations ($p < 0.05$). Moisture content analysis also indicated significant differences across all ratios, with Ratio 3 showing the closest moisture level to the control sample. Nutritional analysis of 26 grams of the plant-based crispy pork product indicated that it contained 35.48 kcal of energy, 1.92 gram of protein, 5.61 grams of Carbohydrates, 0.58 grams of fat, 1.51 milligrams of sodium, and 2.54 grams of sugar. In terms of consumer marketing acceptance, the most influential factors affecting purchase decisions were distribution channels (mean score = 4.33), marketing promotions (4.30), and pricing (4.29). Product-related attributes also played a significant role, with an average score of 4.18.

Keywords: Crispy Pork, Plant-Based Meat Products, Plant-Based Crispy Pork Slices

1. บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคหันมาให้ความสำคัญกับการรับประทานอาหารที่ต่อสุขภาพ หลายคนเริ่มบริโภคอาหารจำพวกมังสวิรัตียืดหยุ่น (Flexitarian) คือ การเลือกที่จะบริโภคเนื้อสัตว์ในบางโอกาส ส่งผลให้อาหารจากพืช เป็นทางเลือกที่ดีสำหรับผู้บริโภคยุคใหม่ ในปี 2564 ตลาดอาหารจากโปรตีนพืช (Plant-based Food) ทั่วโลก มีมูลค่า 23.4 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ ซึ่งยอดขายส่วนใหญ่อยู่ในเอเชีย ยุโรป และอเมริกาเหนือ ตามลำดับ โดยคาดว่าตลาดอาหารจากโปรตีนพืช จะโตต่อเนื่องเฉลี่ย (CAGR) ร้อยละ 16.4 ต่อปี สำหรับประเทศไทยอาหารจากโปรตีนพืช มีมูลค่าตลาดราว 2.4 หมื่นล้านบาท เติบโตเป็นร้อยละ 20 ต่อปี (ฐานเศรษฐกิจ, 2565) ซึ่งต่อไปตลาดอาหารจากโปรตีนพืช จะสำคัญยิ่งขึ้นในบริบทของการสร้างความมั่นคงทางอาหารและพัฒนานวัตกรรมอุตสาหกรรมอาหารแห่งอนาคต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของการป้องกันผลกระทบจากปัญหาโลกร้อน ซึ่งอาหารจากโปรตีนพืช จะเป็นที่จับตาและตอบโจทย์ผู้ประกอบการจากแรงกดดันด้านการดำเนินมาตรการด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อบรรลุเป้าหมาย Net Zero (กสิกรไทย, 2565)

อาหารโปรตีนจากพืช (plant-based meat) เป็นผลิตภัณฑ์ที่เลียนแบบเนื้อสัตว์โดยใช้พืชเป็นวัตถุดิบหลัก เช่น ถั่ว ธัญพืช ผัก และเมล็ดพืช โดยอาศัยเทคนิคการพัฒนาสูตรและส่วนผสมเพื่อเลียนแบบทั้งรสชาติ กลิ่น สี และเนื้อสัมผัส หนึ่งในวัตถุดิบสำคัญที่นิยมใช้คือ แป้งหมี่กึ่ง (wheat gluten) ซึ่งเป็นโปรตีนจากข้าวสาลีที่มีคุณสมบัติเด่นด้านการยืดหยุ่นทนต่อการเคี้ยว ทำให้สามารถเลียนแบบเส้นใยของเนื้อสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Sadler, 2004) นอกจากนั้น ยังมีการใช้ แป้งมันสำปะหลังดัดแปร (modified tapioca starch) ซึ่งเป็นแป้งที่ผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีหรือกายภาพ เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติ เช่น ความเหนียว ความคงตัว และการคืนตัวของเนื้อสัมผัส ทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีความคล้ายคลึงกับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จริงมากยิ่งขึ้น ทั้งยังมีบทบาทในการประสานเนื้อวัสดุพืชให้ยึดเกาะกันได้ดีในรูปแบบแผ่น (Tharanathan, 2005) ในด้านสีของผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนเนื้อสัตว์ มีการใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติเพื่อสร้างสีที่ใกล้เคียงกับเนื้อสัตว์สุก โดยเฉพาะ บีทรูท (beetroot) ซึ่งมีสาร เบตาเลน (betalains) ที่ให้สีแดงอมชมพูคล้ายสีของเนื้อหมูหรือเนื้อวัว และมีความคงตัวในกระบวนการให้ความร้อนระดับหนึ่ง บีทรูทยังมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ จึงเหมาะสมในการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ (Clifford et al., 2015)

หมูแผ่นแบบดั้งเดิมแม้จะมีรสชาติอร่อยและได้รับความนิยม แต่ยังมีข้อจำกัดด้านสุขภาพ เช่น ปริมาณไขมันสูง และความเสี่ยงจากการใช้สารปรุงแต่งบางชนิดในกระบวนการแปรรูปอาจมีการใส่สารไนเตรตและไนไตรท์ มีโอกาสที่จะทำปฏิกิริยากับสารกลุ่มเอมีนในเนื้อสัตว์ และเกิดสารก่อมะเร็ง ที่ชื่อว่า ไนโตรซามีน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคมะเร็งหลายชนิด เช่น มะเร็งลำไส้ใหญ่ มะเร็งกระเพาะอาหาร มะเร็งหลอดอาหาร มะเร็งตับ (Mgrronline All rights reserved, 2563) หมูแผ่นกรอบจากพืชจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยต่อสุขภาพ ทั้งมีประโยชน์ทางสารอาหาร ให้พลังงานต่อร่างกาย โปรตีนสูง และมีใยอาหาร เพราะส่วนประกอบหลักทำมาจากพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นใยอาหารที่ได้จากพืชช่วย ป้องกันโรคอ้วน มะเร็งลำไส้ เบาหวาน และลดปริมาณโคเลสเตอรอล และ ช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลชนิดแอลดีแอล (LDL-cholesterol) (ทองกร, 2563)

จากแนวโน้มดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์หมูกรอบจากพืชโดยใช้แป้งหมี่กึ่งร่วมกับแป้งมันสำปะหลังดัดแปร และบีทรูทเป็นแหล่งสีธรรมชาติ เพื่อเลียนแบบคุณลักษณะของหมูแผ่นดั้งเดิม พร้อมทั้งศึกษารายอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เพื่อส่งเสริมการพัฒนาอาหารทางเลือกในอุตสาหกรรมอาหารแห่งอนาคต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนของแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ในผลิตภัณฑ์หมูกรอบจากพืชและเพื่อศึกษารายอมรับทางการตลาดของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเทียม

2. วิธีการทดลอง

2.1 ศึกษาอัตราส่วนของแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปรในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเทียม

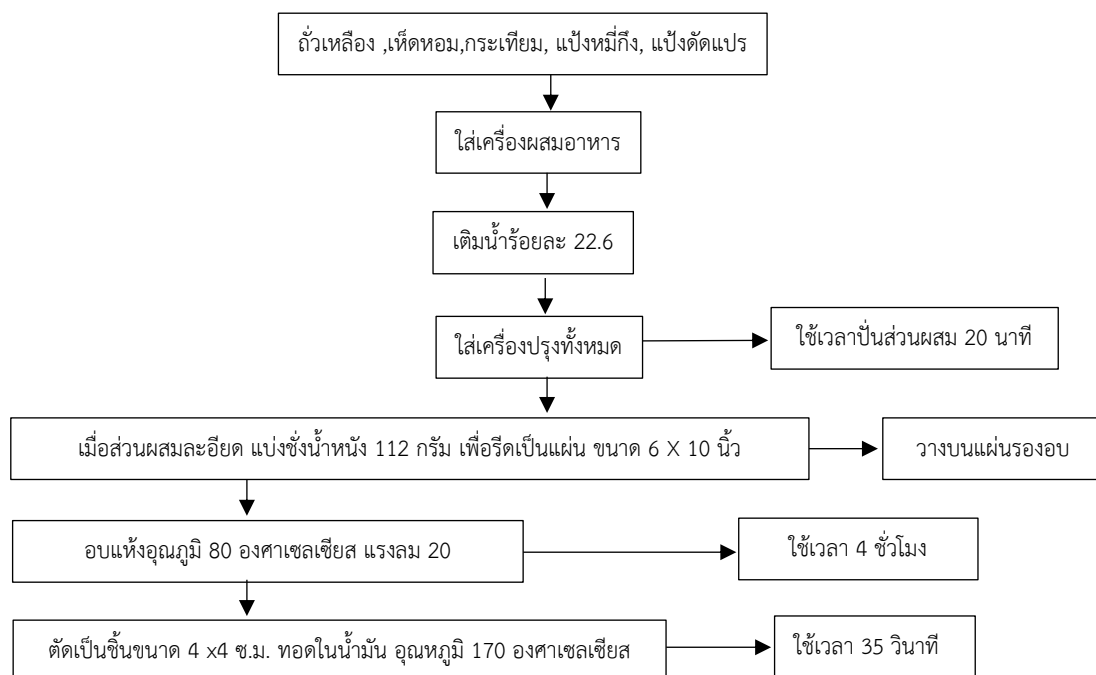
นำสูตรจากหมูแผ่นพริทีย์ (2566) มาดัดแปลงด้วยวิธีการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์หมูกรอบจากพืช ประกอบด้วย เนื้อหมูบดปริมาณร้อยละ 86.0 น้ำตาลทรายปริมาณร้อยละ 7.0 ซอสถั่วเหลืองปริมาณร้อยละ 4.0 น้ำเปล่าปริมาณร้อยละ 3.0 ดังนั้นผู้ศึกษาได้ นำถั่วเหลืองซีกนึ่งสุก เห็ดหอมแห้ง และบีทรูท ทดแทนเนื้อหมูดัดแปลงส่วนผสมของ นพ และคณะ

(2564) ทำการเพิ่มกระเทียม นำส่วนผสมปั่นให้ละเอียด ขึ้นรูป นำไปอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แรงลม 20 เวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นทดลองนำไปทอด และเพื่อเพิ่มเนื้อสัมผัสให้มีความกรอบเหมือนลักษณะของหมูแผ่น ผู้ศึกษาจึงศึกษาอัตราส่วนของแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ใน 3 อัตราส่วน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานและการใช้อัตราส่วนแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ทั้ง 3 อัตราส่วน

วัตถุดิบ	ปริมาณ (ร้อยละ)			
	สูตรพื้นฐาน	อัตราส่วนที่ 1 (60:40)	อัตราส่วนที่ 2 (55:45)	อัตราส่วนที่ 3 (50:50)
ถั่วเหลือง	17	17	17	17
เห็ดหอมแห้ง	20.4	20.4	20.4	20.4
แป้งหมี่กึ่ง	-	6.4	5.6	4.9
แป้งมันสำปะหลังดัดแปร	-	3.4	4.2	4.9
ปี๋ทุทสด	11	11	11	11
น้ำเปล่า	22.6	22.6	22.6	22.6
น้ำตาล	11.3	11.3	11.3	11.3
กระเทียม	2.2	2.2	2.2	2.2
ซอสถั่วเหลือง	4.5	4.5	4.5	4.5
เกลือ	0.4	0.4	0.4	0.4

สูตรพื้นฐานและการใช้อัตราส่วนแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ทั้ง 3 อัตราส่วน จากตารางที่ 1 มาศึกษาอัตราส่วนแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์หมูกรอบจากพืชโดยใช้ความต่างของอัตราส่วนแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ที่แตกต่างกัน 3 อัตราส่วน ได้แก่ 60:40 55:45 และ 50:50 ประเมินคุณภาพทางประสาทในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) ใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ บุคลากร และนักศึกษาปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตหมูแผ่นกรอบจากพืช

จากนั้นศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์หมุกรอบจากพืชโดยใช้การวัดค่าทางกายภาพ ค่าสี ค่าความชื้น และค่าเนื้อสัมผัสโดยมีรายละเอียดดังนี้

วิเคราะห์ค่าสีโดยใช้เครื่องวัดค่าสี Konica Minolta Spectrophotometer CM - 3500d จำนวน 3 ซ้ำแล้วบันทึกค่า L^* , a^* และ b^* โดยค่าความสว่าง L^* มีค่าตั้งแต่ 0-100 ค่าความเป็นสีแดง-สีเขียว (a^*) เมื่อค่า a^* มีค่าบวกบ่งบอกถึงความเป็นสีแดง หากค่า a^* มีค่าลบ บ่งบอกถึงความเป็นสีเขียว และค่าความเป็นสีเหลืองน้ำเงิน (b^*) เมื่อค่า b^* มีค่าบวกบ่งบอกถึงความเป็นสีเหลือง หากค่า b^* มีค่าลบบ่งบอกถึงความเป็นสีน้ำเงิน

การวัดค่าเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA-xt2i ในการทดสอบแรงกด (Compression test) โดยใช้หัวกด (Compression probe) P90 ตั้งโปรแกรมให้หัวกดลงไปในตัวอย่าง ด้วยความแรง (Trigger force) 5 กรัม, แรงกด (Load cell) 90 กิโลกรัม ความแรงในการกด 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และรายงานเนื้อสัมผัสเป็น Texture Profile Analysis (TPA) ได้แก่ ค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความเหนียวหนืด (Gumminess) และค่าความต้านทานการเคี้ยว (Chewiness) โดยวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

การวัดความชื้น (Moisture Analysis) ด้วยวิธีการอบแห้ง (Drying method) ชั่งน้ำหนักแล้วนำมาคำนวณหาปริมาณความชื้นในอาหาร จำนวน 3 ซ้ำ

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design; RCBD) สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมุกรอบจากพืชและวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) สำหรับการทดสอบทางกายภาพของผลิตภัณฑ์หมุกรอบจากพืชและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 95 (กรวิทย์ และคณะ, 2563) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Thai nutri survey 2.00 (Bureau of Nutrition, 2020) ในการหาค่าคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์หมุกรอบเปรียบเทียบ

2.2 ศึกษาการยอมรับทางการตลาดของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์หมุกรอบเปรียบเทียบ

ทดสอบการยอมรับทางการตลาดของผลิตภัณฑ์หมุกรอบจากพืชจากการสอบถามกลุ่มตัวอย่าง บุคลากรและนักศึกษาปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และบุคคลทั่วไป จำนวน 100 คน ด้วยแบบสอบถามการยอมรับทางการตลาดของผลิตภัณฑ์หมุกรอบจากพืชในรูปแบบออนไลน์ ทั้งหมด 4 ส่วน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลการยอมรับทางการตลาดของผลิตภัณฑ์หมุกรอบจากพืชซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติทั้งหมดใช้การวิเคราะห์โดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม แบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) จำนวน 5 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา เพื่อแจกแจงความถี่แบบร้อยละ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภคผลิตภัณฑ์หมุกรอบจากพืชแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) จำนวน 8 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา เพื่อแจกแจงความถี่และร้อยละ

ส่วนที่ 3 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์หมุกรอบจากพืช(แบบมาตราส่วนประมาณค่า) วิเคราะห์แบบค่าเฉลี่ยข้อมูลความเห็นในแต่ละหัวข้อ โดยใช้หลักการส่วนประสมทางการตลาด (4Ps) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยมีหลักเกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจ 5 ระดับ ดังนี้ มีพึงพอใจมากที่สุด 5 คะแนน มีพึงพอใจมาก 4 คะแนน มีพึงพอใจปานกลาง 3 คะแนน มีพึงพอใจน้อย 2 คะแนน และมีพึงพอใจน้อยที่สุด 1 คะแนน นำมาวิเคราะห์หาค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย โดยคะแนนเฉลี่ยนำมาแปลความหมายตามเกณฑ์ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 4.21 - 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.41 - 4.20 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.61 - 3.40 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.81 - 2.60 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00 - 1.80 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะ เป็นคำถามปลายเปิด (Open ended) วิเคราะห์เนื้อหา (Contents Analysis) เรียบเรียงเป็นค่าความถี่

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล หรือผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษาอัตราส่วนของแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเทียม

ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเทียม

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของอัตราส่วนของแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเทียม

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	อัตราส่วนของแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร		
	อัตราส่วนที่ 1 60:40	อัตราส่วนที่ 2 55:45	อัตราส่วนที่ 3 50:50
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.08±1.52	7.36±1.35	7.18±1.48
สี ^{ns}	6.84±1.68	7.20±1.34	7.40±1.26
กลิ่น ^{ns}	7.00±1.41	6.86±1.60	6.70±1.52
รสชาติ ^{ns}	6.70±1.79	6.86±1.64	6.67±1.70
ความกรอบ ^{ns}	7.66±1.37	7.74±1.27	7.80±1.27
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.26±1.49	7.20±1.51	7.16±1.29

หมายเหตุ : ns คือ ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของการใช้อัตราส่วนของแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเทียมที่ต่างกันได้ 3 อัตราส่วน ได้แก่ อัตราส่วนที่ 1 (60:40) อัตราส่วนที่ 2 (55:45) และอัตราส่วนที่ 3 (50:50) พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในทุกด้านที่ไม่แตกต่างกัน ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

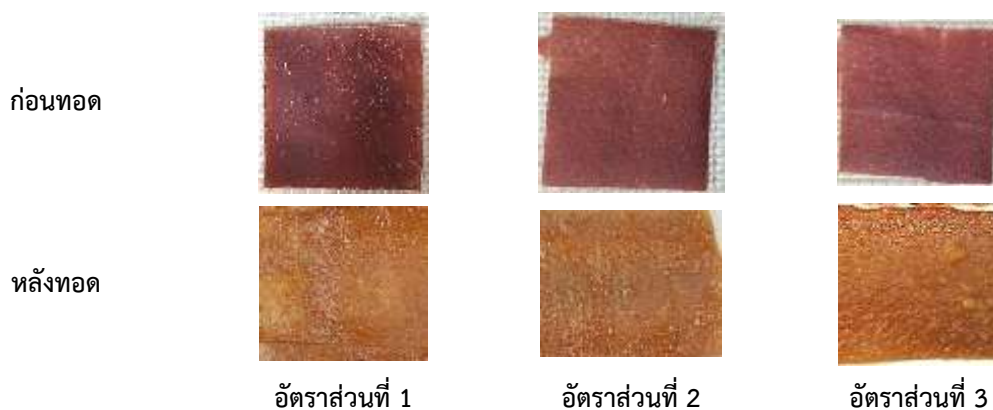
ด้านสี พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับอัตราส่วนของแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ทั้ง 3 อัตราส่วนไม่ต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากการใช้สีผสมอาหารเพื่อทดแทนสีของเนื้อสัตว์ ซึ่งในปืทุท มีสารตาเลน เป็นกลุ่มของรงควัตถุที่ให้สีแดงและสีเหลือง สารในกลุ่มปีตาเลนประกอบด้วยเบต้าไซยานิน ที่ให้สีในช่วงสีแดงถึงสีม่วง และเบต้าแซนทินที่ให้สีเหลืองส้ม โครงสร้างหลักของเบต้าไซยานินประกอบด้วยกรดเบตาลามิกส่งผลให้สีผลิตภัณฑ์เลียนแบบเนื้อสัตว์ไม่ต่างกัน (พรภัสสร และคณะ, 2564)

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาคูณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเทียม

ลักษณะการทดสอบ	อัตราส่วนของแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร			
	ตัวอย่างควบคุม	อัตราส่วนที่ 1 (60:40)	อัตราส่วนที่ 2 (55:45)	อัตราส่วนที่ 3 (50:50)
ค่าสี				
L*	45.47±2.15 ^a	40.17±1.81 ^b	41.73±3.10 ^{ab}	41.15±0.24 ^b
a*	9.44±0.60 ^a	7.49±0.75 ^b	8.84±0.41 ^a	7.12±0.77 ^b
b*	13.10±1.04 ^a	5.81±0.40 ^d	10.02±0.47 ^b	7.37±0.66 ^c
ค่าเนื้อสัมผัส				
Hardness(N) ^{ns}	23050.41 ± 1596.30	24864.08 ± 4954.79	26066.30 ± 4793.19	18746.78 ± 1887.45
Gumminess	15260.99 ± 2410.79 ^b	21061.83 ± 4167.61 ^{ab}	23838.08 ± 4381.55 ^a	17001.62 ± 1945.13 ^b
Chewiness	4353.23 ± 55555.64 ^c	12668.74 ± 1357.90 ^b	23768.97 ± 4489.63 ^a	10539.43 ± 641.69 ^b
ความชื้น	1.97 ^{ab}	2.11±0.56 ^b	3.37±0.60 ^a	2.73±0.73 ^{ab}

หมายเหตุ : 1) ตัวอักษร a - d ที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2) ns คือ ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพที่ 2 การใช้แป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ทั้ง 3 อัตราส่วน

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของอัตราส่วนของแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเทียมในอัตราส่วนที่ 1 (60:40) อัตราส่วนที่ 2 (55:45) และ อัตราส่วนที่ 3 (50:50)

คุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์

การใช้อัตราส่วนของแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปรที่แตกต่างกัน 3 อัตราส่วน ส่งผลให้ ค่าความสว่าง L^* ค่า a^* และ b^* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และพบว่า ค่า L^* a^* และ b^* ในตัวอย่างควบคุม มีค่าสูงกว่าอัตราส่วนทั้ง 3 และการเพิ่มแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ค่า L^* มีแนวโน้มลดลง ผลิตภัณฑ์จะมีสีเข้มขึ้นใกล้เคียงกับหมูแผ่นตัวอย่างควบคุม สอดคล้องกับค่า a^* (แดง) สูตรควบคุมและสูตร 2 มีค่า a^* สูงที่สุด (9.44 และ 8.84 ตามลำดับ) บ่งบอกถึงความเป็นสีแดงที่ใกล้เคียงกับเนื้อหมูมากกว่า สูตร 1 และ 3 มีค่าต่ำกว่าชัดเจน อาจเกิดจากการลดปริมาณแป้งหมี่กึ่งซึ่งมีคุณสมบัติดูดสีได้ดีกว่า หรือจากการที่แป้งมันสำปะหลังดัดแปร ลดการเกิดสีน้ำตาลจาก Maillard reaction การเพิ่มสัดส่วนแป้งหมี่กึ่งช่วยเพิ่มความแดงของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากแป้งหมี่กึ่งมีโปรตีนที่สามารถทำปฏิกิริยา Maillard ได้ดี ส่งผลให้เกิดสีแดงที่คล้ายกับเนื้อสัตว์จริง ค่า b^* (เหลือง) สูตรควบคุมยังคงมีค่าสูงสุด (13.10) บ่งบอกถึงโทนสีเหลืองชัดเจนที่สุด สูตร 1 มีค่าต่ำสุด (5.81) และสูตร 2 มีค่าค่อนข้างสูง (10.02) แสดงว่าอัตราส่วน 55:45 ให้โทนสีที่ใกล้เคียงกับเนื้อจริงและสมดุลระหว่างสีแดง-เหลือง สูตรที่มีแป้งมันสำปะหลังดัดแปร สูงแสดงค่าความเหลืองที่สูงกว่า ซึ่งเนื่องมาจากแป้งมันสำปะหลังดัดแปร มีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตที่สูงกว่า ทำให้เกิดสีเหลืองมากขึ้นเมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อน (Wu et al., 2024) การใช้แป้งหมี่กึ่งร่วมกับแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ในสัดส่วนที่ต่างกันส่งผลต่อคุณสมบัติด้านสีของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ สูตรที่มีแป้งหมี่กึ่งมาก (สูตรควบคุม และสูตร 2) ให้สีที่สว่างและแดงใกล้เคียงกับหมูแผ่นจริงมากกว่า การใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปร มีแนวโน้มลดการเกิดสีจากปฏิกิริยา Maillard เนื่องจากมีความชื้นสูงและมีความสามารถในการกักเก็บน้ำมาก ส่งผลให้เนื้อผลิตภัณฑ์มีลักษณะสีจางลง

คุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัส

ค่าความแข็ง (Hardness) ทั้ง 3 สูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าสูตรที่ 2 ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด (26,066.30) สะท้อนถึงโครงสร้างที่แน่นและแข็งแรง ซึ่งสอดคล้องกับบทบาทของแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ในการเสริมสร้างเนื้อสัมผัสผ่านการสร้างโครงสร้างเจลร่วมกับโปรตีนพืช (Baig et al., 2024) ค่าความเหนียวหนืด (Gumminess) พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (23,838.08) รองลงมาคือสูตร 1 (21,061.83) และสูตร 3 ต่ำที่สุด (17,001.62) แสดงให้เห็นว่าการใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปร ในระดับปานกลางสามารถเพิ่มความแน่นของเนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์ได้ (Mabrouki et al., 2023) ค่าความต้านทานการเคี้ยว (Chewiness) สูตร 2 แสดงค่าที่สูงที่สุด (23,768.97) ซึ่งหมายความว่าผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวแน่นมากขึ้น ต้องใช้แรงเคี้ยวสูงกว่าสูตรอื่น ๆ ขณะที่สูตร 1 และ 3 มีความนุ่มนวลมากกว่า เหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการผลิตภัณฑ์ที่เคี้ยวง่าย แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ในสัดส่วนที่เหมาะสมสามารถเพิ่มความเหนียวหนืดของผลิตภัณฑ์ได้ อย่างไรก็ตาม สูตรควบคุมและสูตร 3 มีค่าความเหนียวหนืดต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจส่งผลต่อความรู้สึกใน

ปากของผู้บริโภค Mabrouki, S., et al. (2023) การศึกษานี้พบว่าแป้งมีบทบาทสำคัญในการสร้างโครงสร้างของผลิตภัณฑ์เนื้อจากพืช โดยการปรับสัดส่วนของแป้งและโปรตีนสามารถส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ได้

ความชื้นของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ในสูตรที่ 2 มีค่าความชื้นเฉลี่ยสูงสุด (3.37%) อย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาคือสูตรที่ 3 (2.73%) และสูตรที่ 1 (2.11%) การใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปร ในสัดส่วนที่เหมาะสมสามารถช่วยเพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำในผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยแป้งมันสำปะหลังดัดแปร เช่น ไคสตาร์ชฟอสเฟต จากมันสำปะหลังมีคุณสมบัติในการทนแรงเค้น และช่วยคงรูปร่างของผลิตภัณฑ์ได้ดีภายใต้ความร้อนและความเย็น (ธนากร, 2560) ในขณะที่แป้งหมี่ก็มีคุณสมบัติในการดูดซับความชื้นได้ดีเนื่องจากโครงสร้างโปรตีนกลูเตนินและไกลอะดิน (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2563)

เมื่อพิจารณาจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส และการทดสอบทางกายภาพของอัตราส่วนของแป้งหมี่ถึงต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเทียมทั้ง 3 อัตราส่วน พบว่า อัตราส่วนที่ 3 มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุมมากที่สุด

ผลการศึกษาการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเทียม

การศึกษาในครั้งนี้ ผู้ศึกษาต้องการหาคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ พลังงาน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โซเดียม น้ำตาล และใยอาหาร ของอัตราส่วนของแป้งหมี่ถึงต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ในปริมาณร้อยละ 60:40 55:45 และ 50:50 โดยใช้โปรแกรม Thai Nutri survey (สำนักโภชนาการ กรมอนามัย, 2563) พบว่า ผลิตภัณฑ์หมูกรอบจากพืชต่อปริมาณ 26 กรัม หรือหนึ่งถู ให้พลังงานทั้งหมด 35.48 กิโลแคลอรี โปรตีน 1.92 กรัม คาร์โบไฮเดรต 5.61 กรัม ไขมัน 0.58 กรัม โซเดียม 1.51 มิลลิกรัม และน้ำตาล 1.85 กรัม

3.2 ผลการศึกษาการยอมรับทางการตลาดของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเทียมผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไปผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุระหว่าง 21-30 ปี มีรายได้อยู่ที่ 5,001-15,000 บาท ส่วนใหญ่เป็นนักเรียนและนักศึกษา มีระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการเลือกซื้อหมูแผ่นกรอบ วิเคราะห์ค่าความถี่ และสรุปผลเป็นค่าร้อยละ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่รู้จักผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ทำมาจากพืช คิดเป็นร้อยละ 32.0 รองลงมาคือคนมาจากพืช คิดเป็นร้อยละ 30.0 รองลงมาเป็นอาหารสำเร็จรูปจากพืช คิดเป็นร้อยละ 27.0 ไข่จากพืช ร้อยละ 9.0 และไม่รู้จัก คิดเป็นร้อยละ 2.0 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เคยบริโภค ร้อยละ 84.0 ส่วนใหญ่เลือกบริโภคผลิตภัณฑ์ทดแทนเนื้อสัตว์จากพืชเพื่อสุขภาพที่ดี คิดเป็นร้อยละ 30.0 รองลงมาเป็นรสชาติอร่อย ร้อยละ 11.0 และมีความสะดวกในการบริโภคคิดเป็นร้อยละ 17.0 ส่วนใหญ่จ่ายเงินให้ผลิตภัณฑ์ทดแทนเนื้อสัตว์จากพืช 100-200 บาท ร้อยละ 45.0 ส่วนใหญ่ได้รับความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ทดแทนเนื้อสัตว์จากพืช อินเทอร์เน็ต คิดเป็นร้อยละ 67.0 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ได้รับอิทธิพลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ทดแทนเนื้อสัตว์จากพืช จากตนเอง คิดเป็นร้อยละ 46.0 เพื่อน

ผลการวิเคราะห์ผลการวิเคราะห์การทดสอบการยอมรับของผู้ตอบแบบสอบถามต่อผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเทียม

ผลการวิเคราะห์การทดสอบการยอมรับของผู้ตอบแบบสอบถามต่อผลิตภัณฑ์หมูกรอบจากพืชวิเคราะห์ความถี่ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์หมูกรอบจากพืชแสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเทียม

ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อ	คะแนนค่าเฉลี่ย $\bar{x}$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ระดับความสำคัญ
1. ด้านผลิตภัณฑ์	4.18	0.51	มาก
2. ด้านราคา	4.29	0.69	มากที่สุด
3. ด้านช่องทางการจำหน่าย	4.33	0.58	มากที่สุด
4. ด้านการส่งเสริมการตลาด	4.30	0.58	มากที่สุด
รวม	4.27	0.53	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยสำคัญที่มีต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์หมูกรอบจากพืช ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อโดยรวมอยู่ในระดับที่มากที่สุด 4.27 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ปัจจัยด้านช่องทางการจำหน่าย 4.33 อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับ กาญจนา กิจเจริญ (2565) ที่กล่าวว่าการเข้าถึงผลิตภัณฑ์ผ่านช่องทางการจำหน่ายที่หลากหลายและสะดวกสบายเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค รองลงมาคือ ด้านการส่งเสริมการตลาด 4.30 อยู่ในระดับมากที่สุด การส่งเสริมการตลาดที่มีประสิทธิภาพ เช่น การโฆษณา การจัดกิจกรรมส่งเสริมการขาย และการให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ สามารถเพิ่มความสนใจและความเข้าใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์จากพืช การสื่อสารถึงประโยชน์ด้านสุขภาพ และสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์สามารถกระตุ้นความต้องการและการยอมรับของผู้บริโภคได้ (หัสบง สุทธิรัฐหา, 2566) ด้านราคา 4.29 มีผลต่อการเลือกซื้ออยู่ในระดับมากที่สุด ดังที่ Suwannaporn, P., & Piyachaturawat, P. (2024) ได้กล่าวว่า ราคาของผลิตภัณฑ์เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค การตั้งราคาที่เหมาะสมและสามารถแข่งขันกับผลิตภัณฑ์จากคู่แข่งได้ และด้านผลิตภัณฑ์ 4.18 มีผลต่อการเลือกซื้ออยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับ Rai, S., & Sabri, M. F. (2023) คุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการ มีผลต่อความพึงพอใจและการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์จากสัตว์สามารถเพิ่มความน่าสนใจและการยอมรับของผู้บริโภคได้

ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเทียมควรให้ความสำคัญกับการกำหนดราคาที่เหมาะสม การขยายช่องทางการจำหน่ายที่เข้าถึงง่าย และการส่งเสริมการตลาดที่เน้นประโยชน์ต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มการยอมรับและความตั้งใจซื้อของผู้บริโภค

4. สรุปผล

การศึกษาอัตราส่วนของแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ในผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเทียม

4.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ที่แตกต่างกัน 3 อัตราส่วน พบว่า การใช้อัตราส่วนแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 อัตราส่วนที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด

4.2 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของอัตราส่วนแป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ที่แตกต่างกัน 3 อัตราส่วน พบว่า การใช้แป้งหมี่กึ่งต่อแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ได้รับการยอมรับมากที่สุดในอัตราส่วนที่ 3 ที่ค่าความสว่าง (L^*) 41.15 และอัตราส่วนที่ 2 มีค่าความเป็นสีแดง (a^*) 8.84 และมีค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) 10.02 แต่ไม่ส่งผลต่อผลิตภัณฑ์ ค่าเนื้อสัมผัส อัตราส่วนที่ 3 ด้านความแข็ง 18746.78 กับค่าความเหนียวหนืด 17001.62 และอัตราส่วนที่ 1 มีค่าความต้านทานการเคี้ยว 10539.43 และอัตราส่วนที่ 3 มีค่าความชื้น 2.73 ผลการศึกษากาารวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์หมูกรอบจากพืช ได้แก่ พลังงาน 35.48 กรัม โปรตีน 1.92 กรัม คาร์โบไฮเดรต 5.61 กรัม ไขมัน 0.58 กรัม โซเดียม 1511.90 ไมโครกรัม และน้ำตาล 1.85 กรัม

4.3 ผลการศึกษากาารยอมรับทางการตลาดของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเทียม

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามในด้าน เพศ อายุ รายได้ และอาชีพ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุระหว่าง 21-30 ปี มีรายได้อยู่ที่ 5,001-15,000 บาท ส่วนใหญ่เป็นนักเรียนและนักศึกษา มีระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการเลือกซื้อ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่รู้จักผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ทำมาจากพืช และเคยบริโภคผลิตภัณฑ์ทดแทนเนื้อสัตว์จากพืช ได้รับความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ทดแทนเนื้อสัตว์จากพืชจากอินเทอร์เน็ต ได้รับอิทธิพลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ทดแทนเนื้อสัตว์จากพืชจากตนเอง

ผลการวิเคราะห์การทดสอบการยอมรับของผู้ตอบแบบสอบถามต่อผลิตภัณฑ์หมูกรอบจากพืชพบว่า ปัจจัยสำคัญที่มีต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์หมูแผ่นกรอบเทียมโดยรวมอยู่ในระดับที่มากที่สุด 4.27 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ปัจจัยด้านช่องทางการจำหน่าย 4.33 อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านการส่งเสริมการตลาด 4.30 อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านราคา 4.29 มีผลต่อการเลือกซื้ออยู่ในระดับมากที่สุด และด้านผลิตภัณฑ์ 4.18 มีผลต่อการเลือกซื้ออยู่ในระดับมาก

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์ สถานที่ในการทำวิจัยจนกระทั่งสำเร็จลุล่วงด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2564). Plant-based food อาหารแห่งโลกอนาคต. อุตสาหกรรมสาร. *วารสารอุตสาหกรรม*, 63, 6-14
- กสิกรไทย. (2565). ตลาดโปรตีนทางเลือกที่มาจากนวัตกรรมอาหารใหม่ของไทยปี'65 อาจโต 5.1%ท่ามกลางความท้าทายหลายด้าน. ค้นเมื่อ 24 พฤษภาคม 2566, จาก <https://www.kasikornresearch.com>
- กาญจนา กิจเจริญ. (2565). การศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืช ทราย มีท ชีโร่. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- ณัฐพัช ทรัพย์สรณ์. (2563) ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพของพนักงานการประปานครหลวงสำนักงานใหญ่. มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.
- ทองกร พลอยเพชร. (2563). แนวทางการวิจัยด้าน Plant-based protein. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 35 (2), 36-39.
- พรภัสสร จุฬาลักษณ์นกุล, อรุษา เขาวนลิขิต และปฎิมาภรณ์ พลแสน. (2564). การพัฒนาสีสผสมอาหารและคุณสมบัติของสีจากบีทรูท. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 26(13), 74.
- หัสบง สุขธีร์จุฑา. 2566. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ Plant-based food ของผู้บริโภค. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ) มหาวิทยาลัยมหิดล
- Baig, M. A., Mostafa, H., Sivapragasam, N., Aslam, R., Zhou, W., & Maqsood, S. (2024). Investigating the role of starch in the structuring of meat alternatives from mung bean and pea protein isolates via heat-induced gelation. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1473663.
- Bühler, J. M., Schlangen, M., Möller, A. C., Bruins, M. E., & van der Goot, A. J. (2022). Starch in plant-based meat replacers: a new approach to using endogenous starch from cereals and legumes. *Starch - Stärke*, 74(1-2), 2100157.
- Bureau of Nutrition. (2020). *Thai Nutri Survey 2.00*. Retrieved from <https://nutrition2.anamai.moph.go.th/th/thai-nutri-survey>
- Clifford, T., Howatson, G., West, D. J., & Stevenson, E. J. (2015X). The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. *Nutrients*, 7(4), 2801-2822.

- Kyriakopoulou, K., Dekkers, B., & van der Goot, A. J. (2019). *Plant-based meat analogues*. In Sustainable meat production and processing (pp. 103-126). Academic Press.
- Mabrouki, S., Brugiapaglia, A., Glorio Patrucco, S., Tassone, S., & Barbera, S. (2023). Texture profile analysis of homogenized meat and plant-based patties. *International Journal of Food Properties*, 26(2), 2757-2771.
- Rai, S., & Sabri, M. F. (2023). Food product quality, environmental and personal characteristics affecting consumer perception toward food. *Journal of Food Quality and Preference*, 95, 104123.
- Sadler, M. J. 2004. Meat alternatives—market developments and health benefits. *Trends in Food Science & Technology*, 15(5), 250-260.
- Suwannaporn, P., & Piyachaturawat, P. (2024). Maybe eating more local food is what we need: Qualitative views on plant-based food among Thai consumers. *International Journal of Food Science & Technology*, 59(4), 2375–2382. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16965>
- Tharanathan, R. N. (2005). Starch—value addition by modification. *Critical reviews in food science and nutrition*, 45(5), 371-384.
- Wu, H., Sakai, K., Zhang, J., & McClements, D. J. (2024). Plant-based meat analogs: color challenges and coloring agents. *Food, Nutrition and Health*, 1(1), 4.

ผลของการเสริมใบมันสำปะหลังหมักต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการปลดปล่อยก๊าซในสุกรกะโดน

Effects of Supplementing Fermented Cassava Leaves on Growth Performance, Protein Utilization Efficiency, and Gas Emission in Kadon Pigs

ภัณฑิรา แจนพิมาย¹ ไกรสิทธิ์ วสุเพ็ญ¹ ศศิกานต์ มุ่งเอื้อมกลาง¹ พนิดา ใจอาสา¹
ศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาส¹ เฉลิมพล เยื้องกลาง¹ เบญจมาศ คนแข็ง¹ และ จิระวัลย์ โคตรศักดิ์¹
Pantira Chaenphimai¹ Kraisit Vasupen^{1*} Sasikan Munguamklang¹ Panida Chaiasa¹
Sasiphan Wongsuthavas¹ Chalermpon Yuangklang¹ Benjamad Khonkhaeng¹ and
Jiravan Khotsakdee¹

¹ สาขาสัตวศาสตร์ คณะวนัตกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา

¹ Animal Science Department, Faculty of Agricultural Innovation and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima

* E-mail: kraisit.va@rmuti.ac.th; Tel. 088-5732990

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมใบมันสำปะหลังหมักต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนและการปลดปล่อยก๊าซในสุกร ใช้สุกรพันธุ์กะโดนเพศเมีย 2 ตัว เพศผู้ 2 ตัว รวมทั้งสิ้นจำนวน 4 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 22 กิโลกรัม แบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 อาหารกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ 2 การเสริมใบมันสำปะหลังหมัก 5% รวมระยะเวลาในการทดลอง 42 วัน ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Student's t-test ผลการวิจัยพบว่า การเสริมใบมันสำปะหลังหมักในอาหารสุกรทำให้การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (FCR) ในกลุ่มที่เสริมใบมันสำปะหลังหมักดีกว่ากลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตามค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของอาหารที่เสริมใบมันสำปะหลังหมักลดลงโดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยการปลดปล่อยก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ของอาหารที่เสริมใบมันสำปะหลังหมักกับอาหารควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งการเสริมใบมันสำปะหลังหมักในระดับ 5% ไม่มีผลทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากตัวสุกรเพิ่มขึ้นแต่มีผลทำให้สมรรถนะการเจริญเติบโตดีขึ้น

คำสำคัญ: ใบมันสำปะหลังหมัก, การเจริญเติบโต, สุกรพื้นเมือง, การปลดปล่อยก๊าซ

Abstract

This experiment aims to study the effects of fermented cassava leaf supplementation on growth performance, protein utilization efficiency, and gas emissions in pigs. Four Kadon pigs were used, including two females and two males, with an initial average weight of 22 kg. The experiment was divided into two groups: Group 1 (control diet) and Group 2 (diet supplemented with 5% fermented cassava leaves). The experiment lasted 42 days, and statistical comparisons were performed using Student's t-test. The results showed that pigs in the fermented cassava leaf group had significantly higher average daily growth and improved feed conversion ratio (FCR) compared to the control group ($P < 0.05$). However, the protein utilization efficiency in the supplemented diet decreased but was not significantly different ($P > 0.05$). Furthermore, methane and carbon dioxide emissions did not differ significantly between the supplemented and control diets ($P > 0.05$). The supplementation with 5% fermented cassava leaves did not increase methane emission from pigs but did improve growth performance.

Keywords: Fermented Cassava Leaves, Growth Performance, Native Pigs, Gas Emissions

1. บทนำ

ปัจจุบันสภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) และสภาวะโลกร้อน (Global Warming) ที่เป็นผลมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) โดยการทำการปศุสัตว์ ถือเป็นส่วนหนึ่งในกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ ซึ่งเป็นสาเหตุของสภาวะโลกร้อน จากแผนการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศปี พ.ศ. 2564-2573 ภาคการเกษตรมีการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพิ่มขึ้นจาก 46,294 ktCO₂eq ในปี พ.ศ. 2548 เป็น 76,630 ktCO₂eq ในปี พ.ศ. 2573 หรือคิดเป็นร้อยละ 16.6 และ 13.8 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2548 และ พ.ศ. 2573 ตามลำดับ และคิดเป็นอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 2 ต่อปี การเลี้ยงสัตว์ในฟาร์มเพื่อความต้องการเนื้อสัตว์จะเพิ่มขึ้นในทศวรรษหน้าโดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 11 สำหรับสัตว์ปีก ร้อยละ 9 สำหรับสุกร ร้อยละ 2 สำหรับโคเนื้อ ร้อยละ 18 สำหรับแกะ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซจากภาคปศุสัตว์ (ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของก๊าซมีเทน) โดยคาดว่าจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ภายในปี พ.ศ. 2573 ทั้งนี้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตเนื้อสัตว์จะมีการเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากในทวีปแอฟริกา (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2566) ก๊าซมีเทนที่ปล่อยออกมาจากการจัดการมูลสัตว์เกิดขึ้นจากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุภายใต้การขาดก๊าซออกซิเจน ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดและปล่อยออกมา ขึ้นอยู่กับวิธีการจัดการของเสียจากสัตว์ประสิทธิภาพ จำนวนของสัตว์ อายุและน้ำหนักของสัตว์ พลังงานที่สัตว์ต้องใช้ ชนิดของระบบย่อยอาหาร และชนิดและปริมาณของอาหารที่สัตว์ใช้บริโภค (เทวา หมิ่นจันทร์, 2555) โดยสุกรเป็นสัตว์กระเพาะเดี่ยวที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ และเป็นสัตว์ชนิดหนึ่งที่ผลิตก๊าซมีเทนออกมาทำให้เกิดภาวะโลกร้อนได้ การจัดการด้านอาหารโดยการกำหนดสูตรอาหารให้ใกล้เคียงกับความต้องการของสุกรมากที่สุด เป็นที่ทราบว่าช่วยให้อุณหภูมิการเจริญเติบโตที่ดี อย่างไรก็ตามปัจจุบันที่วัตถุดิบแหล่งโปรตีนมีราคาสูงเป็นปัจจัยที่เกษตรกรต้องหาวิธีทดแทนเพื่อลดต้นทุน การใช้ไขมันสำปะหลังที่เหลือจากการเกษตรนำมาใช้เป็นวัตถุดิบโปรตีนสำหรับผสมในอาหารสุกร (เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์, 2562) ซึ่งไขมันสำปะหลังสามารถใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองได้ แม้ใช้เพียงเล็กน้อยประมาณ 10% ประเทศไทยจะสามารถลดการนำเข้าโปรตีน (จากกากถั่วเหลือง) ได้ถึง 4,035 ล้านบาท นอกจากคุณค่าทางโปรตีนที่สูงแล้ว ยังมีสารแซนโทฟิลล์ที่ช่วยการเจริญเติบโตของสัตว์ และสารแทนนินที่ช่วยป้องกันพยาธิในสัตว์ได้เช่นกัน แต่การใช้แหล่งอาหารที่มีโปรตีนและเยื่อใยสูงเช่นไขมันสำปะหลังสูงอาจเพิ่มการปล่อยก๊าซมีเทนจากสุกรได้ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้มีความสนใจการเสริมไขมันสำปะหลังหมักต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในสุกร

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการเสริมไขมันสำปะหลังหมักต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนและการปลดปล่อยก๊าซในสุกร

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การเตรียมสัตว์ทดลอง

ใช้สุกรพันธุ์กะโตน เพศเมีย 2 ตัว เพศผู้ 2 ตัว รวมทั้งสิ้นจำนวน 4 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 22 กิโลกรัม การทดลองแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา มีระยะเวลาในการปรับตัว 17 วัน เก็บตัวอย่าง 4 วัน เป็นหนึ่งช่วง รวมเวลาทดลองทั้งหมด 42 วัน และสูตรอาหารทดลองดังแสดงในตารางที่ 1



ภาพที่ 1 กรงทดลองวัดก๊าซรายตัวและเครื่องวัดปริมาณก๊าซ Horiba รุ่น Gas Analyzer VA-5000

1) กรงทดลองที่ใช้ในการทดลอง

กรงทดลองมีขนาดความยาว 2.12 เมตร × กว้าง 1.08 เมตร × สูง 1.48 เมตร สร้างด้วยโครงโลหะ ซึ่งส่วนล่างทำด้วยเหล็ก แต่ละกรงกว้างพอที่สุกรจะยืนหรือนอนได้อย่างอิสระ แต่ละกรงมีหน้าต่างหนึ่งบานและประตูหนึ่งบาน เพื่อสะดวกต่อการให้อาหาร ซึ่งแผ่นเหล็กด้านล่างที่ติดกับกรงด้านในกรงเดียวมีหน้าที่รองรับอุจจาระที่ขับถ่ายออกมาจากสุกร ระบายอากาศโดยท่อ PVC ที่ติดอยู่ด้านบนของกรงทดลอง ใช้ในการสูมอากาศเพื่อวัดก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์จากภายในกรง

ตารางที่ 1 วัตถุดิบและส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลอง

Ingredient (Kg/DM)	Treatment	
	Control	Control + Cassava Leaves
Soybean meal	20.00	18.00
Broken rice	80.00	77.00
Cassava leaf	0	5
Total	100.00	100.00



(ก) การสับใบมันด้วยเครื่อง



(ข) ใบมันหมักที่ใช้ทดลอง

ภาพที่ 2 การเตรียมใบมันหมัก

2) การเตรียมไขมันสำหรับหลังหมัก

ไขมันสำหรับหลังที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นส่วนของใบและลำต้นที่ติดใบ หรือเรียกว่าไขมันลำเขียว เป็นผลพลอยได้จากการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ฟาร์มสาธิตคณะนวัตกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร นำมาสับด้วยเครื่องสับให้ได้ชิ้นขนาด 2-3 เซนติเมตร แล้วหมักลงในถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร ที่มีฝาปิดอย่างแน่นหนา 21 วัน เมื่อครบระยะเวลาหมัก ลักษณะของไขมันสำหรับหลังหมัก จะสีเหลืองอมเขียว กลิ่นหอมเปรี้ยว แล้วจึงนำมาเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ในอาหารทดลอง

2.2 วิธีการดำเนินการทดลองและแผนการทดลอง

1) แผนการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้ ข้อมูลที่ได้จากการทดลองทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Student's t-test วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแบบจำแนกทางเดียว (One – Way ANOVA) โดยใช้สุรกะโดนทั้งหมด 4 ตัว แบ่งอาหารออกเป็น 2 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 อาหารควบคุม

สูตรที่ 2 อาหารควบคุม + ไขมันหมัก 5%

2) วิธีการดำเนินการ

สุรกะโดน 4 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 22 กิโลกรัม ให้อาหารและน้ำ 2 ครั้งต่อวัน เวลา 8:00 น. และ 16:00 น. โดยปริมาณอาหารที่ให้ 3% ของน้ำหนักตัวสุรกะโดน แบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 อาหารควบคุม เลี้ยงในกรงเดี่ยว 21 วัน วัดการปล่อยก๊าซ และเก็บตัวอย่างอาหารและมูลในช่วง 4 วันสุดท้าย ช่วงเวลาที่ 1 กลุ่มที่ 2 อาหารเสริมไขมันหมัก 5% (ใช้สุรกะโดนเดิมเปลี่ยนอาหารที่ใช้เลี้ยง) ช่วงเวลาที่ 2 ทำการทดลองเช่นเดียวกับกลุ่มควบคุม รวมระยะเวลาในการทดลอง 42 วัน

2.3 การเก็บข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง

1) สุ่มเก็บตัวอย่างอาหาร เพื่อนำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง (DM) เถ้า (ash) และโปรตีนหยาบ (Crude Protein) ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1990)

2) จัดบันทึกปริมาณอาหารที่ให้ปริมาณอาหารเหลือในแต่ละวัน โดยทำการชั่งอาหารออกทุกครั้งที่ให้อาหารใหม่ในช่วงเช้าของวันถัดมา พร้อมสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารเหลือเพื่อวิเคราะห์หาวัตถุแห้ง นำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณการกินได้ดังสมการดังนี้

$$\text{ปริมาณการกินได้เฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Feed Intake: ADFI) = \frac{\text{ปริมาณการกินได้ทั้งหมด (กก.)}}{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง (วัน)}}$$

3) จัดบันทึกน้ำหนักสัตว์เมื่อเริ่มเข้าทดลอง และวันสุดท้ายของการทดลอง นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหา อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ โดยคำนวณตามวิธีการดังนี้ (บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, 2541)

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Growth: ADG) (กก./วัน) = \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)}}{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง (วัน)}}$$

การหาค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed Conversion Ratio : FCR)

$$\text{อัตราแลกเนื้อ} = \frac{\text{ปริมาณน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กก.)}}{\text{อาหารที่กิน (กก.)}}$$

4) คำนวณหาประสิทธิภาพการใช้โปรตีน

บันทึกน้ำหนักสัตว์เมื่อเริ่มเข้าทดลอง และวันสุดท้ายของการทดลอง นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนหยาบในอาหาร คำนวณน้ำหนักโปรตีนที่สุรกะโดนได้ จากนั้นคำนวณหาประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ตามวิธีดังสมการ (เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ, จิราธิ์ วนจันทร์ และทศพล มูลมณี, 2564)

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein Efficiency Ratio, PER)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กก.)}}{\text{ปริมาณโปรตีนที่กิน (กก.)}}$$

5) การคำนวณการผลิตก๊าซ CH₄ และ CO₂

นำสุกรเข้ากรงที่มีระบบตรวจวัดก๊าซ โดยใช้เครื่องวัดก๊าซของบริษัท Horiba รุ่น Gas Analyzer VA-5000 ตั้งค่าอากาศเข้าออกที่อัตราการไหลผ่าน (Out Flow Rate) 160 ลิตร/นาที โดยค่าคงที่ของเครื่อง 0.8 ลิตร/นาที แสดงผลความเข้มข้นเป็นร้อยละของ CH₄ และ CO₂ แต่ละนาที เป็นเวลา 24 ชั่วโมงต่อสุกรหนึ่งตัว ทั้งหมด 4 ตัว ต่อหนึ่งช่วงเวลาการทดลอง ข้อมูลที่บันทึกได้นำไปคำนวณหาปริมาตรของก๊าซ และคำนวณหาปริมาณโมลของก๊าซ CH₄ และ CO₂ จากสมการ PV=nRT ที่อุณหภูมิ (T) 25°C

6) การคำนวณค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ

เก็บตัวอย่างอาหารและมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าวัตถุแห้ง (Dry Matter) และค่าอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) เพื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุตามวิธีการดังนี้ (บุญล้อม ชีวะอิสระกุล, 2541)

$$\text{ค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (DOM\%)} = \frac{\text{อินทรีย์วัตถุที่กินได้} - \text{อินทรีย์วัตถุในมูล}}{\text{อินทรีย์วัตถุที่กินได้}} \times 100$$

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลจากงานทดลองวิเคราะห์ความแปรปรวนทดสอบสมมติฐานแบบ Student's t-test โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองพบว่า การเสริมไขมันสำปะหลังหมักทำให้อาหารมีโปรตีนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อเทียบกับอาหารควบคุม เนื่องจากไขมันสำปะหลังหมักมีโปรตีน 18.78 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารทดลอง

Items	Control	Cassava Leaf	Cassava Leaf Silage	Control + Cassava Leaf Silage
Dry Matter	91.47	22.95	23.00	91.85
Organic Matter	96.63	93.00	90.73	96.34
Crude Protein	10.62	19.10	18.78	11.03

ในการทดลองนี้มีข้อจำกัดเรื่องจำนวนสุกรพันธุ์กะโโดน จึงใช้สุกรชุดเดียวในการทดลอง แต่ใช้ช่วงเวลาทดลองเป็นสองช่วง การคิดค่าการกินได้และการเจริญเติบโต จึงมีการใช้น้ำหนักตัวเมตาบอริกเป็นตัวปรับในการเปรียบเทียบ ผลการทดลองพบว่า สุกรมีการกินได้ต่อน้ำหนักเมตาบอริก (FI/BW^{0.75}) ที่ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามพบว่า ค่าการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันต่อน้ำหนักเมตาบอริก (ADG/BW^{0.75}) สุกรที่ได้รับไขมันสำปะหลังมีค่าสูงกว่าอาหารควบคุม มีค่าเท่ากับ 22.53 ± 2.52 และ 29.00 ± 3.70 กรัมต่อวันต่อน้ำหนักตัวสุกร 1 กิโลกรัมเมตาบอริก เมื่อนำมาคำนวณ FCR พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) ของอาหารควบคุมและอาหารที่เสริมไขมันสำปะหลังหมักไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ตามค่า PER ของกลุ่มควบคุมสูงกว่าเล็กน้อย (ตารางที่ 3) แสดงให้เห็นว่าการใช้แหล่งโปรตีนจากไขมันสำปะหลังหมักที่ระดับ 5% มีประสิทธิภาพไม่เท่ากับแหล่งโปรตีนจากกากถั่วเหลือง สอดคล้องกับรายงานของ Williams et al. (2023) ที่ศึกษาการใช้เปลือกและไขมันสำปะหลังหมักทดแทนลงในสูตรอาหารสุกร 25% พบว่า การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนในอาหารลดลงเช่นกัน

ตารางที่ 3 ผลของการเสริมไขมันสำหรับสัตว์ในอาหารควบคุมต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในสุกร

Items	Treatment		P-value
	Control	Control+ Cassava Leaf Silage	
ADFI/BW ^{0.75} (g/kg)	64.03 ± 2.70	65.92 ± 2.75	0.18
ADG/BW ^{0.75} (g/d)	22.53 ^b ± 2.52	29.00 ^a ± 3.70	0.01
FCR	2.86 ^a ± 0.20	2.30 ^b ± 0.24	0.01
PER	3.61 ± 0.26	3.34 ± 0.33	0.12

BW^{0.75}=Metabolic body weight, Means within row different (P<0.05)

ตารางที่ 4 ผลของการเสริมไขมันสำหรับสัตว์ในอาหารควบคุมต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และค่าการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ

Item	Treatment		P - value
	Control (mol/d)	Control + Cassava Leaf Silage (mol/d)	
CH ₄	0.024 ± 0.023	0.029 ± 0.026	0.396
CO ₂	12.84 ± 7.82	9.69 ± 4.71	0.258
DOM%	97.58 ^a ± 0.49	96.50 ^b ± 0.48	0.010

CH₄=ก๊าซมีเทน, CO₂=ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, Digestibility of Organic Matter (DOM) % =การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ

Means within Row Different (P<0.05)

การปลดปล่อยก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ของสุกรที่กินอาหารเสริมไขมันสำหรับสัตว์ในอาหารควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าการปลดปล่อยก๊าซมีเทน เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในอาหารที่เสริมไขมันสำหรับสัตว์ในอาหารควบคุม การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) จากรายงานของ Jensen & Jorgensen (1994) พบว่า สุกรน้ำหนัก 130 กิโลกรัมที่ได้รับอาหารที่มีเยื่อใยสูง จะมีการปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าถึง 9 เท่า (12.5 เทียบกับ 1.4 ลิตรต่อสุกร) เมื่อเทียบกับสุกรที่ได้รับอาหารที่มีเยื่อใยต่ำ และ Seradj, Balcells, Morazan, Alvarez-Rodriguez, Babot, & Fuente. (2018) รายงานว่าการปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นตามอายุของสุกร และอาหารที่มีเยื่อใยสูงมีผลต่อการปล่อยมีเทน แต่ระดับโปรตีนในอาหารไม่มีผลต่อการปล่อยมีเทน Jørgensen, Theil, & Knudsen. (2011) รายงานว่าลูกสุกรน้ำหนัก 4.9 กิโลกรัม จะผลิตแก๊สมีเทนเฉลี่ย 0.13 ลิตรต่อวัน หรือ 0.005 โมลต่อวัน ส่วนสุกรรุ่นน้ำหนัก 51 กิโลกรัม ผลิตก๊าซมีเทนเฉลี่ยวันละ 3.6 ลิตร หรือ 0.147 โมล ซึ่งมากกว่าสุกรระยะโตที่มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 22 กิโลกรัม ผลิตมีเทนเฉลี่ยวันละ 0.65 ลิตร หรือ 0.026 โมล จากข้อมูลการปล่อยก๊าซมีเทนในการทดลองนี้ใกล้เคียงกับรายงานการศึกษาของ Jørgensen, Theil, & Knudsen. (2011) หากมีการปรับด้วยน้ำหนักตัว แม้ว่าสุกรจะต่างสายพันธุ์ ขนาดของสุกรที่ไม่เท่ากัน อย่างไรก็ตามมีข้อสังเกตที่น่าสนใจเรื่องผลกระทบจากระดับของโภชนาการในอาหารที่สุกรได้รับที่มีผลต่อปริมาณการผลิตมีเทนของสุกรที่เหมือนกัน

4. สรุปผล

จากการทดลองนี้การเสริมไขมันสำหรับสัตว์ในอาหารสุกรในระดับ 5% เพื่อเป็นแหล่งโปรตีน ทำให้สมรรถนะการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามการย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุในอาหารที่เสริมไขมันสำหรับสัตว์มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของอาหารและการปล่อยก๊าซมีเทนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ดังนั้นจากผลการทดลองนี้การเสริมไขมันสำหรับสัตว์ในอาหารสุกรมีผลดีต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต แต่ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการปล่อยก๊าซมีเทน

5. เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2566). ยุทธศาสตร์กรมปศุสัตว์ พ.ศ. 2566-2570. เข้าถึงได้จาก <https://planning.dld.go.th/th/index.php/th/plan-menu/1473-2566-2580>.
- เกรียงไกร แก้วตระกูลพงษ์. (2562). ใบมันสำปะหลังอาหารสัตว์เพื่อสุขภาพสัตว์และอุตสาหกรรมอาหารสัตว์. เข้าถึงได้จาก https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article_30535.
- เทวา หมื่นจันทร์. (2555). การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการหมักในระบบย่อยอาหารสัตว์และการจัดการมูลสัตว์ของฟาร์มปศุสัตว์ ในจังหวัดพะเยา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยพะเยา.
- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. (2541). โภชนศาสตร์สัตว์ (พิมพ์ครั้งที่ 6). เชียงใหม่: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เสาวลักษณ์ แยมหมื่นอาจ, จิรารัตน์ วุ่นจันทร์ และทศพล มูลมณี. (2564). ผลของระดับโปรตีนในอาหารผสมครบส่วนต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแกะขนในพื้นที่สถานีกะพรหมวังอินทนนท์. *แก่นเกษตร*, 49(4), 967-973.
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis* (15th ed.). Washington DC: Association of Official Analytical Chemist.
- Jensen, B.B. & Jorgensen, H. (1994). Effect of Dietary Fiber on Microbial Activity and Microbial Gas Production in Various Regions of the Gastrointestinal Tract of Pigs. *Journal of Environmental Microbiology*, (6), 1897-1904.
- Jørgensen, H., Theil, P. K., & Knudsen, K. E. B. (2011). Enteric Methane Emission from Pigs. Retrieved from <https://pure.au.dk/portal/en/publications/enteric-methane-emission-from-pigs>
- Seradj, A.R., Balcells, J., Morazan, H., Alvarez-Rodriguez, J., Babot, D., & Fuente, G.D.L. (2018). The Impact of Reducing Dietary Crude Protein and Increasing Total Dietary Fiber on Hindgut Fermentation, The Methanogen Community and Gas Emission in Growing Pigs. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 245, 54-66.
- Williams GA., Mafimidiwo AN., Akinola OS., Adeleye TM., Irekhore OT., Oso AO. and Ogunrombi JO. (2023). Processing Strategies Modifies Nutrient Composition of Cassava Peel- leaf Blends, Influences Nutrient Digestibility and Nitrogen Balance of Growing Pigs. *Acta Scientific Veterinary Sciences*, 5(2), 43-52.

การสกัดแอนโทไซยานินจากวัสดุเศษเหลือในข้าวเบายอดม่วงและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ Anthocyanin Extraction from Agricultural By-products of Bao Yod Muang Rice and Antioxidant Activity

อุไรวรรณ วัฒนกุล^{1*} นพรัตน์ มะเห¹ วรณิณี จันทรแก้ว² และอริชา วัฒนกุล³

Uraiwan Wattanakul^{1*}, Nopparat Mahae¹, Wanninee Chankaew² and Athicha Wattanakul³

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

¹Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang Campus

²คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช

²Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Nakhon Si Thammarat Campus

³สำนักวิชาเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

³School of Pharmacy, Walailak University

* E-mail: uraiwan.w@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

ข้าวเบายอดม่วง จัดเป็นข้าวกลุ่มที่มีรงควัตถุสารสีแอนโทไซยานินและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นแหล่งผงสีธรรมชาติ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดแอนโทไซยานินจากรำข้าว แกลบ และซังข้าวเบายอดม่วง เพื่อให้ได้ปริมาณสารแอนโทไซยานินรวมในรูปแบบไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ และมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ซึ่งจะช่วยให้มูลค่าวัสดุเศษเหลือจากการปลูกข้าว จากผลการทดลองพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดให้ได้ปริมาณร้อยละผลผลิตและการละลายกลับเหมาะสมที่สุด ได้แก่ ซังข้าวที่สกัดในน้ำร้อนใช้ระยะเวลาการแช่ 2 ชั่วโมง ขณะที่การสกัดรำข้าวด้วยกรดในเอทานอล ระยะเวลาแช่ 4 ชั่วโมง กลับให้ปริมาณของแอนโทไซยานินรวมมากที่สุดเท่ากับ 47.47 มิลลิกรัม ไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ต่อกรัม รองลงมาคือ รำข้าวที่ระยะเวลาการสกัด 2 ชั่วโมง และแกลบที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง เท่ากับ 38.22-38.70 มิลลิกรัมไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ต่อกรัม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อพิจารณาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ ABTS พบว่า แกลบข้าวที่สกัดด้วยกรดในเอทานอลที่ระยะเวลา 2 ชั่วโมง ให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.097 และ 0.018 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ ซังข้าวที่สกัดด้วยน้ำร้อน ผลการทดลองนี้บ่งชี้ว่า สามารถใช้รำข้าวเป็นแหล่งผลิตผงสีแอนโทไซยานิน และแกลบข้าวเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพื่อพัฒนาเป็นแหล่งสารสีธรรมชาติต่อไปได้

คำสำคัญ: ผงสีธรรมชาติ, สารแอนโทไซยานิน, ข้าวเบายอดม่วง, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

Bao Yod Muang rice contained high levels of anthocyanins and antioxidant, making them promising sources of natural colorants powder. This research investigated the optimal extraction conditions for obtaining high yields of total anthocyanins, particularly cyanidin-3-glucoside, with highly antioxidant activity from by-products of Bao Yod Muang rice, including bran, husk, and rice stubble. The results revealed that hot water extraction of rice stubble for 2 hours provided the most suitable yield and solubility. In contrast, the highest total anthocyanin content (47.47 mg of cyanidin-3-glucoside per gram) was achieved by extracting rice bran with acid in ethanol for 4 hours. This was significantly different ($P < 0.05$) higher than that from rice bran extraction for 2 hours and husk extraction for 6 hours (38.22-38.70 mg of C3G per gram). Antioxidant activities, measured by DPPH and ABTS assays, showed that rice husk extracted with acidified ethanol for 2 hours exhibited the highest activity, with IC_{50} values of 0.097 and 0.018 mg/ml, respectively, followed by hot water extraction of rice stubble. These results indicate that rice bran can be utilized as potential sources of anthocyanin-rich natural colorants powder, while rice husk serves as an antioxidant activity for natural color source product development.

Keywords: Natural Colorants Powder, Anthocyanin, Bao Yod Muang Rice, Antioxidant Activity

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดแอนโทไซยานินจากรำข้าว แกลบ และซังข้าวเบายอดม่วง เพื่อให้ได้ปริมาณสารแอนโทไซยานินรวมในรูปแบบไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ และมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การเตรียมสารสกัดและการผลิตแอนโทไซยานิน

เก็บตัวอย่างวัสดุเศษเหลือของข้าวเบายอดม่วง ในพื้นที่ปลูกในตำบลวังศรี อำเภอยางยอ จังหวัดตรัง ปีผลิต 2565-2566 เพื่อใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบในการสกัดสารแอนโทไซยานิน ได้แก่ รำข้าว เปลือกข้าว (แกลบ) และซังข้าว (ฟาง) ใช้วิธีการสกัด 2 แบบ ได้แก่ การสกัดในน้ำร้อน (ซังข้าว) และสกัดด้วยเอทานอลร่วมกับกรดไฮโดรคลอริกร้อยละ 0.1 (แกลบกับรำข้าว) เพื่อให้ได้สารสกัดหยาบปริมาณมากที่สุด และตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

1) การเตรียมผงสีแอนโทไซยานินจากแกลบ รำข้าว และซังข้าว

ซังน้ำหนักแกลบ และรำข้าว 100 กรัม แยกใส่ในขวดสีชา และสกัดด้วย HCl in Ethanol ร้อยละ 0.1 ปริมาตร 1 ลิตร ปิดฝาให้สนิท บ่มในตู้บ่มร้อนอุณหภูมิ 60°C ใช้เวลาสกัดต่างกัน 3 ระดับ (2 4 และ 6 ชั่วโมง) จากนั้นนำสารสกัดที่ได้กรองผ่านกระดาษกรอง สกัดซ้ำ 2 ครั้ง นำไประเหยแห้งด้วยเครื่องกลั่นระเหยสุญญากาศ จนได้ผงสีแอนโทไซยานิน ส่วนของซังข้าวให้สกัดโดยใช้อัตราส่วน ซัง : น้ำ เท่ากับ 1 : 10 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ใส่อ่างควบคุมอุณหภูมิแบบแช่ที่ความเร็ว 120 รอบ/นาที อุณหภูมิ 87.5±1°C ใช้เวลาสกัด 3 ระดับ (1 2 และ 3 ชั่วโมง) ครบเวลา นำมากรองสารสกัดออกจากซัง โดยใช้เครื่องบีบอัดระเหยน้ำออกจากสารสกัดในระบบปิดภายใต้สภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 40°C จนมีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 5 นำไประเหยแห้ง ใช้เวลา 24-48 ชั่วโมง จนได้ผงสีจากซังข้าว

2) การตรวจวัดคุณภาพทางกายภาพ และศักยภาพของสารสกัดหยาบสารสี

นำผงสีจากทั้ง 3 ส่วนสกัด มาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณผลผลิต (Yield), ปริมาณการละลาย (Solubility) และค่าสี (Color Analysis) ส่วนการออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เป็นสมบัติทางเคมีหรือการทำงาน (Functional) ได้แก่ ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดด้วยวิธีพีเอช-ดีฟเฟอเรนเชียล และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และ ABTS เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระกับสารมาตรฐานวิตามินซี

2.2 การทดสอบสมบัติทางกายภาพ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของผงสีสกัดจากรำ แกลบ และซังข้าว

1) ปริมาณการละลาย ดัดแปลงจากวิธีของ Sangeeta et al., (2015) โดยใช้ตัวอย่าง 0.5 กรัม ในน้ำกลั่น ปริมาตร 25 มิลลิลิตร คนสารด้วยความเร็ว 100 rpm เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปั่นเหวี่ยงที่ 3,000 rpm นาน 10 นาที เทส่วนของเหลวลงถ้วยอลูมิเนียมที่ผ่านการอบจนได้น้ำหนักคงที่ นำตัวอย่างเข้าตู้อบ 105°C นาน 4 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ซังน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมหลังอบ นำมาคำนวณในสมการหาค่าการละลาย ดังนี้

$$\text{การละลาย (\%)} = \left[\frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)}} \right] \times 100$$

2) ปริมาณผลผลิต วิเคราะห์โดยสกัดตัวอย่างตามวิธีการที่ 2.2.1 และระเหยแห้งด้วยเครื่องกลั่นระเหยสุญญากาศที่ความดัน 50 มิลลิบาร์ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จนได้สารละลายเข้มข้น นำมาชั่งน้ำหนักและคำนวณ ตามสูตร

$$\text{ปริมาณร้อยละผลผลิต} = \left(\frac{\text{น้ำหนักสารละลายเข้มข้น}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \right) \times 100$$

3) ค่าสี ระบบ L^*, a^*, b^* วิเคราะห์โดยนำตัวอย่างผงสีใส่ภาชนะสำหรับบรรจุตัวอย่าง เกลี่ยตัวอย่างให้ครอบคลุม ไม่มีช่องว่างภายใน นำภาชนะที่บรรจุตัวอย่างไปวางบนเครื่องวัดสี (Hunter Lab, Color Flex EZ, UK) และจดบันทึกค่าสี L^*, a^*, b^* ที่เครื่องวัดสีอ่านได้

4) ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด ด้วยวิธี pH differential

ดัดแปลงตามวิธีการของ Worsltad, Durst & Lee, (2005) โดยวิธี pH differential ทำโดยปรับระดับความเจือจางของตัวอย่างในสารละลายบัฟเฟอร์ของโพแทสเซียมคลอไรด์เข้มข้น 0.025 โมลาร์ ที่ pH 1.0 และสารละลายบัฟเฟอร์ของโซเดียมอะซิเตตเข้มข้น 0.40 โมลาร์ ที่ pH 4.5 วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 และ 700 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รายงานผลในรูปของ Monomeric Anthocyanins Pigment (มิลลิกรัมไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ต่อกรัมตัวอย่าง) ซึ่งคำนวณจากสมการ

$$\text{ปริมาณแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัมไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ต่อกรัม)} = (A \times MV \times DF \times 1,000) / \beta \times L$$

$$\text{โดยที่ } A = (A_{510} - A_{700})_{\text{pH}1.0} - (A_{510} - A_{700})_{\text{pH}4.5}, MV = \text{มวลโมเลกุล (449.2)}$$

$$\beta = \text{ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงต่อโมลาร์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ } 26,900 \text{ L/mol/cm (Molar absorptivity) สำหรับ cyanidin-3-glucoside, } DF = \text{Dilution factor, } L = \text{ขนาดความกว้างของคิวเวต (เซนติเมตร)}$$

5) การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการทำลายอนุมูลอิสระดีพีพีเอ (DPPH scavenging activity)

นำสารสกัดจากสภาวะการสกัดที่แตกต่างกัน ปริมาตร 100 ไมโครลิตร แล้วเติมสารละลาย 1 mM DPPH ในเมทานอลปริมาตร 900 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้องในที่มืดนาน 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm เปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งใส่เมทานอล แทนสารสกัด(blank) และสารละลาย 10 mM ascorbic acid เป็น Positive Control ทดลอง 3 ซ้ำ นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาร้อยละการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH^o จากสมการ

$$\text{ร้อยละ DPPH scavenging activity} = [(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}] \times 100$$

$$\text{โดยที่ } A_{\text{sample}} = \text{ค่าการดูดกลืนแสงของชุดทดสอบ, } A_{\text{control}} = \text{ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม}$$

จากนั้นคำนวณหาค่า IC₅₀ จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละ Scavenging กับความเข้มข้นของสารละลาย

6) การต้านอนุมูลอิสระด้วยการฟอกสีอนุมูลอิสระเอบีทีเอส (ABTS Assay)

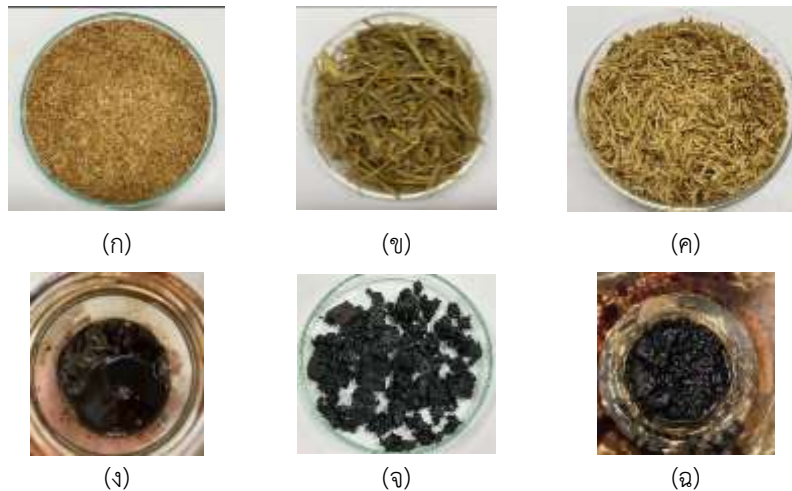
นำสารสกัดจากสภาวะการสกัดที่แตกต่างกัน ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เติมสารละลาย ABTS cation radical ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เก็บไว้ในที่มืด นาน 5 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาร้อยละการยับยั้ง และคำนวณหาค่า IC₅₀

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (One-Way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่าง Treatment ด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากตัวอย่างวัสดุเศษเหลือของข้าวเบายอดม่วง ได้แก่ รำข้าว (ภาพที่ 1ก) ชังข้าว (ภาพที่ 1ข) และเปลือกหรือแกลบ (ภาพที่ 1ค) เมื่อนำมาสกัดเป็นผงจะได้สารสกัดหยาบชั้นหนืด (ภาพที่ 1ง-ฉ) มีลักษณะเป็นสารชั้นหนืดสีม่วงคล้ำเหลือบแดงเล็กน้อย เมื่อทำให้แห้งจะได้ของแข็งสีม่วงเข้มออกดำ ให้ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพดังนี้



ภาพที่ 1 รำข้าว แกลบ ชังข้าว สารสกัดผงสีรำข้าว แกลบ และชังข้าวของข้าวเบายอดม่วง

3.1 ความสามารถในการละลาย และร้อยละผลผลิต (ร้อยละ)

ค่าความสามารถในการละลายของผงสีจากรำข้าว แกลบข้าว และชังข้าว (ตารางที่ 1) ในข้าวเบายอดม่วงที่สกัดด้วยเวลาแตกต่างกันพบว่า ค่าการละลายกลับมีค่าสูงที่สุด ได้แก่ ชังข้าวที่แช่สกัด 1 ชั่วโมง (ร้อยละ 89.20) รำข้าวทั้ง 3 ระยะเวลาแช่สกัด (ร้อยละ 83.40 - 87.40) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนผงสีในแกลบข้าวที่แช่นาน 6 ชั่วโมง ให้ค่าการละลายกลับได้น้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 63.65 สังเกตได้ว่า เมื่อใช้เวลาในการแช่สกัดนานขึ้น ค่าการละลายกลับของผงสีจะมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้ Wong, Teoh & Putri (2017) กล่าวถึงความสามารถในการละลายสามารถบ่งชี้ถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผงสีได้ และแตกต่างกันไปในแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยเมื่อนาวผงอยู่ในช่วงร้อยละ 94.34 - 98.08 สูงกว่าในสับปะรดผงที่มีค่าร้อยละ 81.56 ส่วนปริมาณร้อยละผลผลิตของผงสี (Crude) มีค่ามากที่สุดในช่วงข้าวเบายอดม่วงที่ใช้เวลาแช่ 2 ชั่วโมง เท่ากับร้อยละ 7.72 รองลงมาคือ ชังข้าวที่แช่ 1 ชั่วโมง (ร้อยละ 6.46) และรำข้าวที่แช่ 6 ชั่วโมง (ร้อยละ 5.93) ตามลำดับ ขณะที่แกลบข้าวที่แช่นาน 2 ชั่วโมง ให้ค่าปริมาณร้อยละผลผลิตต่ำสุด (ร้อยละ 1.14) ที่เป็นเช่นนี้ อาจเพราะเวลาในการสกัดมีผลกับความสามารถในการสกัดสารของตัวทำละลายคือถ้าเวลาในการสกัดน้อยเกินไป สารที่อยู่ในพืชก็จะละลายออกมาได้น้อย หากใช้เวลาในการสกัดนานขึ้น จะทำให้ได้รับร้อยละของผลผลิตสูงเพราะสารในพืชละลายออกมาได้ดี แต่หากใช้เวลานานเกินไป สารสกัดไม่คงตัวที่อุณหภูมิ 50°C บางส่วนของสารสกัดอาจเกิดการสลายตัวได้ ทำให้ได้ร้อยละของผลผลิตต่ำลงมา รวมถึงชนิดตัวทำละลายที่ใช้ จึงเป็นเหตุผลที่จะต้องเลือกอุณหภูมิให้เหมาะสมในการสกัดที่ต้องการ (ศิรินาถ เทียงธรรม, 2556) นอกจากนี้เวลาก็คือปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัด โดยเวลาที่ใช้นั้นขึ้นอยู่กับชนิดของตัวอย่างที่ใช้สกัด (Yaqin, Ye, Hao, Xu, Xu & Liu, 2008) โดยวชิราภรณ์ ภักดี (2558) สกัดสารจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ด้วย เอทานอล : น้ำ (50 : 50) ให้ร้อยละของผลผลิต (Yield) สูงที่สุด เท่ากับ 3.24 แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบของสารสกัดข้าวไรซ์เบอร์รี่ประกอบด้วยสารที่มีความเป็นขี้สูง ขณะที่ในการทดลองข้าวเบายอดม่วงให้ผลผลิตสูงกว่าเมื่อสกัดในน้ำ อาจเนื่องจากน้ำเป็นสารประกอบมีความเป็นขี้มาก จึงสกัดสารกลุ่มอื่น ๆ และแอนโทไซยานินหลายรูปแบบออกมาด้วยได้ ส่งผลให้สารสกัดหยาบได้น้ำหนักมาก

3.2 ค่าสี

จากตารางที่ 2 แสดงค่าสีของผงสีที่สกัดจากรำข้าว แกลบ และชังข้าวสกัดโดยระยะเวลาต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ของรำข้าว แกลบ และชังข้าว มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 2.78 - 9.52, 2.32 - 3.27 และ 2.12 - 3.26 ตามลำดับ โดยค่าความสว่างมีค่าช่วงต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน เพราะตัวอย่างข้าวเป็นกลุ่มข้าวสีแดง ค่าความเป็นสีแดง (a^*) ในรำข้าวและแกลบแสดงค่าต่ำ พบว่า มีค่าเป็นบวก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.02 - 0.23 จึงมองเห็นสีแดงไม่เด่นชัด ขณะที่ชังข้าวมีสีออกเหลืองเขียว ไม่แสดงค่าสีแดง ค่าที่ได้จึงเป็นลบ ส่วนค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ในรำข้าวและชังข้าว แสดงค่าต่ำ สีโทนเหลืองเหลืองจาง อยู่ในช่วง 0.60 - 1.43 และ 0.33 - 0.39 ตามลำดับ ส่วนแกลบมีค่าเป็นลบ ไม่ปรากฏสี

เหลือง แสดงให้เห็นว่าส่วนต่าง ๆ ในต้นข้าวมีการสะสมของรงควัตถุสารสีได้ต่างกัน เนื่องจากข้าวเบายอดม่วงเป็นกลุ่มข้าวสีแดงต่างจากผงสีในข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่พบว่าให้ค่าสี L^* , a^* , b^* เท่ากับ 17.74, 3.83 และ 2.13 ตามลำดับ (ศรีธัญญา มณีทอง และธัญพรพรณ อ้อบรรทัด, 2566)

ตารางที่ 1 การละลายและร้อยละผลผลิต (% yield) ในสารสกัดหยาบผงสีข้าว กล้วย และซังข้าวเบายอดม่วง

ข้าวเบายอดม่วง	เวลาที่แช่ (ชั่วโมง)	การละลาย (%)	ปริมาณผลผลิต (%)
รำข้าว	2	87.40±1.30 ^a	4.74±0.02 ^e
	4	84.80±3.20 ^{ab}	5.88±0.01 ^d
	6	83.40±0.50 ^{ab}	5.93±0.02 ^c
กล้วย	2	74.15±2.68 ^{de}	1.14±0.02 ⁱ
	4	71.15±2.76 ^e	1.41±0.02 ^g
	6	63.65±0.85 ^f	1.35±0.01 ^h
ซังข้าว	1	89.20±2.60 ^a	6.46±0.01 ^b
	2	80.75±2.35 ^{bc}	7.72±0.03 ^a
	3	77.70±7.64 ^{cd}	4.36±0.02 ^f

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 2 ค่าสี L^* , a^* , b^* ในสารสกัดหยาบผงสีข้าว กล้วย และซังข้าวเบายอดม่วง

ข้าวเบายอดม่วง	เวลาที่แช่ (ชั่วโมง)	ปริมาณค่าสี		
		L^*	a^*	b^*
รำข้าว	2	2.78±0.10 ^{cd}	0.23±0.07 ^a	0.60±0.03 ^b
	4	3.57±0.07 ^b	0.02±0.00 ^d	0.74±0.06 ^b
	6	9.52±0.90 ^a	-0.36±0.03 ^{ef}	1.43±0.22 ^a
กล้วย	2	2.32±0.02 ^{de}	0.14±0.02 ^b	0.01±0.11 ^d
	4	2.44±0.05 ^{de}	0.10±0.04 ^{bc}	-0.22±0.07 ^e
	6	3.27±0.02 ^{bc}	0.05±0.02 ^{cd}	-0.62±0.09 ^f
ซังข้าว	1	3.26±0.04 ^{bc}	-0.56±0.04 ^g	0.34±0.02 ^c
	2	2.12±0.03 ^e	-0.33±0.06 ^e	0.33±0.03 ^c
	3	2.17±0.01 ^e	-0.41±0.02 ^f	0.39±0.03 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.3 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดในรูปของไซยานิดิน -3- กลูโคไซด์

ปริมาณสารสกัดแอนโทไซยานินทั้งหมดในรูปของไซยานิดิน -3- กลูโคไซด์จากวัสดุเศษเหลือในข้าวเบายอดม่วงมีปริมาณมากที่สุดในรำข้าว กล้วย และซังข้าว ตามลำดับ (ตารางที่ 3) พบว่า ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (TAC) ที่ได้จากสารสกัดในรูปของไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ (มิลลิกรัมต่อกรัม) มีค่าสูงที่สุดในรำข้าวที่แช่นาน 4 ชั่วโมง เท่ากับ 47.47 มิลลิกรัมไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ต่อกรัม รองลงมาคือ รำข้าวที่แช่สกัด 2 ชั่วโมง และกล้วยที่แช่นาน 6 ชั่วโมง เท่ากับ 38.22 และ 37.03 มิลลิกรัมไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนซังข้าวทุกระยะเวลาแช่สกัดให้ค่าต่ำที่สุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งนี้มีรายงานพบว่า การสกัดในสภาวะที่เป็นกรดจะช่วยให้เกิดการละลายตัวของแอนโทไซยานินน้อยที่สุด และแอนโทไซยานินที่ได้ยังมีความเสถียรที่ดี (Qin, Li, Niu, Ding, Zhang & Shang, 2010) เช่นเดียวกับการทดลองครั้งนี้ที่ใช้ตัวสกัดเป็นกรดในเอทานอล และ Hou, Qin, Zhang, Cui & Ren, (2013) สกัดแอนโทไซยานินจากข้าวดำในส่วนต่างๆ พบว่ารำข้าวให้ปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด สอดคล้องกับ สุภาพร พาเจริญ (2562) ที่พบว่าเสถียรภาพของสารสกัดแอนโทไซยานินจากรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ผ่านการห่อหุ้มด้วยโปรตีนรำข้าวที่ค่าเป็นกรด ได้แก่ pH 1.0 และ 4.0 ให้ค่า 385.47 และ 251.15 มิลลิกรัมไซยานิดินต่อ 100 กรัม สูงกว่าค่า

pH ที่เป็นกลางและต่าง แสดงว่าวัสดุเศษเหลือจากข้าวเบายอดม่วงมีประสิทธิภาพในการนำไปผลิตเป็นผงสีแอนโทไซยานินด้วยวิธีการสกัดดังกล่าว ซึ่งให้ค่าแอนโทไซยานินรวมไม่น้อยไปกว่ารำข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยแอนโทไซยานินที่วิเคราะห์ตามวิธี pH differential เป็นการวัดปริมาณแอนโทไซยานินในรูปโมโนเมอร์ทั้งหมด อาศัยหลักการเปลี่ยนโครงสร้างของแอนโทไซยานินเมื่อค่าพีเอชเปลี่ยน โดยที่ pH 1.0 แอนโทไซยานินจะอยู่ในรูปออกโซเนียม ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีสี ส่วนที่ pH 4.5 แอนโทไซยานินจะอยู่ในรูปเฮมิคิโวลซึ่งไม่มีสี วิธีนี้ใช้การวัดค่าการดูดกลืนแสงของแอนโทไซยานินที่ pH 1.0 หักลบด้วยค่าการดูดกลืนแสงที่ pH 4.5 เพื่อลดการรบกวนจากสารอื่นๆ (Lee, Durst & Wrolstad, 2005) ฉะนั้นในสารละลายที่มีค่า pH สูงกว่า 4.5 ขึ้นไป ส่งผลให้คุณสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระลดลง แต่ถ้าค่า pH ต่ำหรืออยู่ในสภาวะเป็นกรด จะมีสีแดงถึงสีแดงเข้ม ความคงตัวของแอนโทไซยานินจะมีค่าสูง

3.4 ผลทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผงสีแอนโทไซยานินที่สกัดได้

การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay เมื่อรายงานผลในรูป IC_{50} (mg/ml) ค่าตัวเลขต่ำ แสดงว่าสารสกัดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง โดยค่า IC_{50} ของสารมาตรฐานวิตามินซี ตามวิธี DPPH และ ABTS เท่ากับ 0.0012 และ 0.0019 mg/ml ตามลำดับ พบว่า ผงสีจากกลบที่แช่เป็นเวลา 2, 4, 6 ชั่วโมง ให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) มีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง 0.097-0.110 mg/ml รองลงมา ได้แก่ ผงสีจากซังข้าว (0.287-0.407 mg/ml) และรำข้าว (0.561-0.816 mg/ml) ตามลำดับ (ภาพที่ 2) ซึ่งฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมีค่าสูงขึ้นตามระยะเวลาที่แช่ เมื่อเปรียบเทียบกับผงสีธรรมชาติสกัดจากซังข้าวโพดม่วงลูกผสมแอนโทไซยานินสูงพันธุ์ KPSC901 ได้ประสิทธิภาพในการกำจัดสารอนุมูลอิสระเมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH พบว่า มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.425 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เวรณี สุรวนนิชวร วิษุตา จันทราพรชัย วิชัย หฤทัยธนาสน์ อุดมลักษณ์ สุขอิตตะ และโชคชัย เอกทัศนาวรรณ (2557) พบว่า ผงสีที่สกัดได้จากซังข้าวและกลบข้าวเบายอดม่วงให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่า ส่วนฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS assay ในผงสีสกัดจากกลบข้าวที่แช่นาน 2 ชั่วโมง และซังข้าวที่แช่ 3 ชั่วโมง ให้ค่าดีที่สุด (IC_{50} 0.018-0.020 mg/ml) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) รองลงมาคือ ผงสีจากกลบที่แช่ 6 ชั่วโมง และซังข้าวที่แช่ 2 ชั่วโมง มีค่า IC_{50} 0.032 และ 0.035 mg/ml ตามลำดับ (ภาพที่ 3) ส่วนในรำข้าวให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุด ซึ่งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระทั้ง 2 วิธี ให้ผลตรงกันในกลบข้าว ให้ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าในซังข้าว และรำข้าว ตามลำดับ ผลที่ได้ตรงข้ามกับปริมาณแอนโทไซยานินที่มีค่าสูงที่สุดในรำข้าวเบายอดม่วง ซึ่งอาจเป็นเพราะข้าวกลุ่มที่มีเปลือกสีน้ำตาลอ่อนมีสารฟีนอลิกส่วนใหญ่ในรูปเฟอร์รูริกและกรดควมาริก ความเข้มข้นของฟีนอลิกเกี่ยวพันเชิงบวกกับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (Kim, Kim, Koh, Kim, Lee & Kim, 2008) เช่นเดียวกับรายงานของสุภาภรณ์ ญะเมืองมอญ และชนากานต์ เทโบลต์ พรหมอุทัย (2559) ที่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างสารสีแอนโทไซยานินกับฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่วัดได้โดยวิธี DPPH แม้ว่าสารสีแอนโทไซยานินมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ แต่สารแอนโทไซยานินก็เป็นเพียงกลุ่มหนึ่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่หลายชนิดในพืช ซึ่งสุภาภรณ์ ญะเมืองมอญ และชนากานต์ เทโบลต์ พรหมอุทัย (2559) พบว่า ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่วัดโดยวิธี FRAP ไม่แตกต่างกันในข้าวเยื่อหุ้มเมล็ดสีดากับข้าวเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง ที่มีปริมาณแอนโทไซยานินเท่ากับ 109.5 - 256.6 และ 0.3 - 1.4 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ บ่งชี้ว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผงสีจากกลบ อาจมาจากสารออกฤทธิ์กลุ่มอื่น ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ดังเช่น สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวน ฟลาโวนอยด์ และแคโรทีนอยด์ เป็นต้น สารสีแอนโทไซยานิน อาจเป็นเพียงสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพบางส่วน การทดลองครั้งนี้ จึงให้ผลของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณแอนโทไซยานินในเศษเหลือจากข้าวเบายอดม่วง ไม่สอดคล้องตรงกัน

ตารางที่ 3 ปริมาณแอนโทไซยานินรวม (TAC) ในรูปของไซยานิดิน -3- กลูโคไซด์ ในข้าวเบายอดม่วง

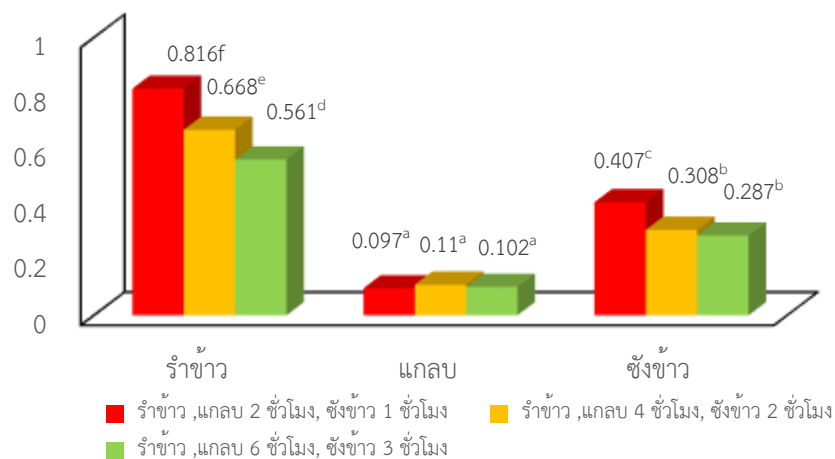
ข้าวเบายอดม่วง	เวลาที่แช่สกัด (ชั่วโมง)	ปริมาณแอนโทไซยานินรวม (มิลลิกรัมไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ต่อกรัม)
รำข้าว	2	38.22±0.41 ^b
	4	47.47±0.89 ^a
	6	25.40±1.82 ^c

ข้าวเบายอดม่วง	เวลาที่ใช้แช่สกัด (ชั่วโมง)	ปริมาณแอนโทไซยานินรวม (มิลลิกรัมไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ต่อกรัม)
แกลบ	2	12.25±1.54 ^d
	4	24.66±3.08 ^c
	6	38.70±2.70 ^b
ซังข้าว	1	13.18±0.52 ^d
	2	13.60±0.11 ^d
	3	12.07±0.29 ^d

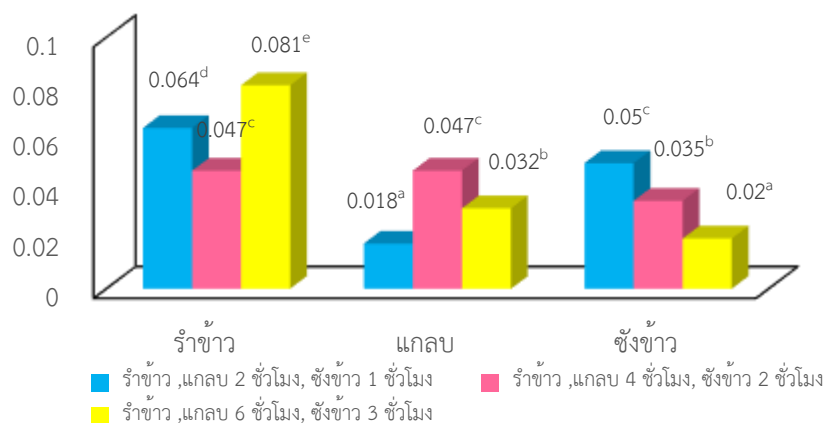
หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4. สรุปผล

ผลจากการสกัดแอนโทไซยานินที่ผลิตได้จากวัสดุเศษเหลือของข้าวเบายอดม่วง มีความเหมาะสมในการนำไปใช้พัฒนาต่อเป็นสารสีธรรมชาติ เนื่องจากให้ปริมาณร้อยละผลผลิต ค่าการละลาย และปริมาณแอนโทไซยานินในรูปของไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ ได้แก่ รำข้าวที่ใช้เวลาแช่สกัด ตั้งแต่ 2 - 4 ชั่วโมง ส่วนสารสกัดที่มีความเหมาะสมในการเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ สารสกัดจากแกลบข้าว ดังนั้น วัสดุเศษเหลือจากข้าวเบายอดม่วงสามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์สารสีธรรมชาติต่อไปได้



ภาพที่ 2 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH (IC₅₀; mg/ml) ในสารสกัดรำข้าว แกลบ และซังข้าวเบายอดม่วง



ภาพที่ 3 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ABTS (IC₅₀; mg/ml) ในสารสกัดรำข้าว แกลบ และซังข้าวเบายอดม่วง

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง สำหรับการอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการทดลอง

6. เอกสารอ้างอิง

- มณฑา แก้วกิติพงษ์, ผจญ แข่งเงิน, เปลี่ยน วาทยโยธา และพงษ์ศักดิ์ พรหมกร. (2546). *พืชข้าว*. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.
- วชิราภรณ์ ภักดี. (2558). *การพัฒนาสารสกัดจากข้าวไรซ์เบอร์รี่เพื่อเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ*. เชียงราย: มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
- เวชนี สุรวณิชนิธร, วิชิตา จันทราพรชัย, วิชัย หฤทัยธนาสันดี, อุดมลักษณ์ สุขอิตตะ และ โชคชัย เอกทัศนาวรรณ. (2557). การศึกษาความคงตัวของผงสีธรรมชาติจากข้าวโพดม่วงลูกผสมแอนโธไซยานินสูงพันธุ์ KPSC901 และการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร. *รายงานการประชุม การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52* (279-286). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศรัณญา มณีทอง และ ธัญพรพรณ อ้อบรรทัด. (2566). การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดแอนโธไซยานินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดจากข้าวไรซ์เบอร์รี่เพื่อแปรรูปเป็นผงแอนโธไซยานิน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 7(2), 37-52.
- ศิรินาถ เทียงธรรม. (2556). *การสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากกากองุ่นแดงด้วยวิธีการช่วยสกัดด้วยอัลตราโซนิก*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ศศิฉาย รักฉิม และ กัญญาณัฐ เปี่ยมงาม. (2567). การยับยั้งอนุมูลอิสระและการต้านไกลเซชันของสารสกัด จากกลีบข้าวไทยที่มีรศวิตฤ. *วารสารเทคนิคการแพทย์*, 52(1), 8845-8858.
- สุนัย เครือหิ, นภัสวรรณ เลี่ยมนิมิต, รัตนา อุ่นจันทร์ และพิมพ์ชนา วงศ์พิศาล. (2568). การคัดเลือกข้าวเบายอดม่วงให้เป็นพันธุ์บริสุทธิ์ตามคุณค่าทางโภชนาการ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มจร*, 10(1), 30-37.
- สุภาพร พาเจริญ. (2562). เสถียรภาพของสารสกัดแอนโธไซยานินจากรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ผ่านการห่อหุ้มด้วยโปรตีนรำข้าวเข้มข้นภายใต้สภาวะค่าความเป็นกรด-ด่างและความร้อนที่แตกต่างกัน. *วารสารวิชาการ มทร.สุวรรณภูมิ*, 7(2), 205-215.
- สุภาพรณ ญะเมืองมอญ และชนากานต์ เทโบลต์ พรหมอุทัย. (2559). ความแปรปรวนของปริมาณแอนโธไซยานินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองของไทย. *วารสารเกษตร*, 32(2), 191-199.
- Center of Fuels and Energy from Biomass. (2017). *Biomass Potential in Thailand*. Retrieved from <http://www.iscisaraburee.sc.chula.ac.th/2017/index.php/2016/06/06/i-sink-under-the-weight-of-the-splendour/>.
- Chooklin, S., Muadsri, T., & Purintrapibal, P. (2020). Nutritional Values of Trang Indigenous Brown Rice. *Rajamangala University of Technology Srivijaya Research Journal*, 12(2), 285-296.
- Hou, Z., Qin, P., Zhang, Y., Cui, S., & Ren, G. (2013). Identification of Anthocyanins Isolated from Black Rice (*Oryza sativa* L.) and their Degradation Kinetics. *Food Research International*, 50(2), 691-697.
- Kim, MK., Kim, HA., Koh, K., Kim, HS., Lee, YS., & Kim, YH. (2008). Identification and Quantification of Anthocyanin Pigments in Colored Rice. *Nutr Res Pract*, 2(1), 46-49.
- Lee, J., Durst, RW., & Wrolstad, RE. (2005). Determination of Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines by the pH Differential Method: Collaborative Study. *Journal of AOAC International*, 88, 1269-1278.
- Qin, C., Li, Y., Niu, W.N., Ding, Y., Zhang, R.J. & Shang, X.Y. (2010). Analysis and Characterization of Anthocyanins in Mulberry Fruit. *Czech Journal of Food Sciences*, 28, 117-126.

- Rattanachaisit, P and Kongkiattikajorn, J. (2015). Antioxidative Activities of Bran Extracts from Pigmented Rice Cultivars. *Isan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 10(1), 33-42.
- Sangeetha, M. K., Mariappan, M., Madhurambal, G., & Mojumdar, S.C. (2015). TG-DTA, XRD, SEM, EDX, UV, and FT-IR Spectroscopic Studies of *L*-Valine Thiourea Mixed Crystal. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 119, 907–913. DOI: 10.1007/s10973-014-4210-5
- Tengkaew, S. & Wiwattanadate, D. (2014). Study of Source and Potential of Biomass from Field Corn in Thailand. *Prince of Naradhiwas University Journal*, 6(3), 103-111.
- Wong, C. W., Teoh, C. Y., & Putri, C. E. (2017). Effect of Enzymatic Processing, Inlet Temperature, and Maltodextrin Concentration on the Rheological and Physicochemical Properties of Spray Dried Banana (*Musa acuminata*) Powder. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(2), e13451.
- Worsltad, R.E., Durst, R.W., & Lee, J. (2005). Tracking Color and Pigment Changes in Anthocyanin Products. *Trends in Food Science & Technology*, 16, 423-428.
- Yaqin, M., Ye, X., Hao, Y., Xu, G., Xu, G., & Liu, D. (2008). Ultrasound-assisted extraction of Hesperidin from Penggan (*Citrus reticulata*) Peel. *Ultrasonics Sonochemistry*, 15(3), 227–232.

การประเมินความเสี่ยงจากการได้รับโลหะหนักจากการบริโภคกุ้ง อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

Risk Assessment of Heavy Metal Exposure from Shrimp Consumption, Pak

Phanang District, Nakhon Si Thammarat Province

รัตติยา สารดิษฐ์^{1*} และ กฤตยา กาญจนะคลอด¹Rattiya Saradit^{1*} and Kittaya Kanjanaklod¹¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย¹ Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya

* E-mail: rattiya.s@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ปรอท ตะกั่ว และแคดเมียม ที่สะสมอยู่ในกุ้งขาว บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช และประเมินความเสี่ยงจากการได้รับโลหะหนักจากการบริโภคกุ้งขาว โดยทำการเก็บตัวอย่างกุ้งขาวบริเวณ อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ทั้งหมด 15 ตัวอย่าง นำมาย่อยและสกัดเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ปรอท ตะกั่วและแคดเมียม ด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer (ICP-OES) ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณแคดเมียมในกุ้งขาวอยู่ในช่วง 0.009 - 0.217 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยค่าเฉลี่ยปริมาณแคดเมียมเท่ากับ 0.0799 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.0678 ปริมาณตะกั่วในกุ้งขาวอยู่ในช่วง 0.011 - 0.069 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยค่าเฉลี่ยปริมาณตะกั่วเท่ากับ 0.0379 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.0209 และไม่พบปริมาณปรอทในกุ้งขาว ปริมาณโลหะหนักทุกตัวที่ตรวจพบในกุ้งขาวพบว่า มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ค่าความเสี่ยง (HQ) สำหรับแคดเมียม และตะกั่วคือ 1.066×10^{-4} และ 5.058×10^{-5} ตามลำดับ (HQ < 1 หมายถึงความเสี่ยงที่ไม่สำคัญ) บ่งชี้ว่าไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคกุ้งอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: โลหะหนัก, กุ้ง, การประเมินความเสี่ยง

Abstract

This research studied the quantity of heavy metals, including mercury, lead, and cadmium, that accumulated in white shrimp. Pak Phanang Bay area Nakhon Si Thammarat Province and assess the risk of exposure to heavy metals from the consumption of white shrimp. A total of 15 samples of white shrimp were collected in Pak Phanang District, Nakhon Si Thammarat Province, digested and extracted for analysis of heavy metals, including mercury, lead and cadmium with the Inductively Coupled Plasma- Optical Emission Spectrometer (ICP-OES). It was found that the cadmium content in white shrimp was in the range of 0.009 - 0.217 mg/kg. The average cadmium amount was 0.0799 mg/kg. and standard deviation equal to 0.0678. Lead content in white shrimp is in the range of 0.011 - 0.069 mg/kg. The average amount of lead was 0.0379 mg/kg. and the standard deviation was equal to 0.0209 and no mercury content was found in white shrimp. The amounts of all heavy metals detected in white shrimp were found to be lower than the standard values. The risk factors (HQ) for cadmium and lead were 1.066×10^{-4} and 5.058×10^{-5} , respectively (HQ < 1 indicates insignificant risk), indicating no significant health risk from shrimp consumption.

Keywords: heavy metal. Shrimp, risk assessment

1. บทนำ

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี การขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมและการเติบโตของชุมชนอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม เกิดการปนเปื้อนมีสารพิษตกค้างในดิน น้ำและตะกอนใต้พื้นดิน โดยเฉพาะโลหะหนักเป็นสารที่มีพิษสูงต่อสิ่งมีชีวิต ไม่สามารถสลายตัวได้เองตามธรรมชาติ สามารถสะสมในสิ่งแวดล้อมและในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ เช่น กุ้ง ปู ปลา และหอย เมื่อมนุษย์บริโภคสัตว์น้ำเหล่านี้เข้าไปก็จะรับสารพิษนี้เข้าสู่ร่างกาย ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและชีวิตเป็นอย่างมาก จะเห็นได้ว่าการปนเปื้อนของโลหะหนักในแหล่งน้ำ ส่งผลกระทบทั้งในแง่คุณภาพน้ำ สัตว์น้ำ รวมถึงผู้บริโภคด้วย ซึ่งปัญหาล้างสิ่งแวดล้อมชุมชน และการตกค้างของโลหะหนัก สารพิษ กากของเสีย เป็นปัญหาที่กำลังทวีความรุนแรง และเป็นข้อจำกัดของการพัฒนาประเทศในอนาคต โดยเฉพาะบริเวณอ่าวปากพนังหรืออ่าวนครศรีธรรมราช ตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช มีลักษณะภูมิศาสตร์ทางกายภาพเป็นอ่าวตื้น (กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2545) มีลักษณะของน้ำเป็นทั้งน้ำกร่อยและน้ำเค็ม สถานการณ์คุณภาพน้ำทะเล พ.ศ. 2563 ประเมินโดยดัชนีคุณภาพน้ำทะเล (Marine Water Quality Index ; MWQI) พบว่า บริเวณปากแม่น้ำปากพนัง อำเภอปากพนัง คุณภาพน้ำทะเลอยู่ในเกณฑ์พอใช้ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล ประเภทที่ 1 พบว่า ไม่เป็นไปตามประเภท การใช้ประโยชน์ที่กำหนด พารามิเตอร์ที่บ่งชี้ ปัญหาคุณภาพน้ำ คือ ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน-ไนโตรเจน และแบคทีเรียกลุ่มฟิโคคิลลิฟอร์ม (FCB) บริเวณปากแม่น้ำปากพนัง มีค่าสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนด (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2563) อ่าวปากพนังเป็นแหล่งที่มีความอุดมสมบูรณ์ด้วยทรัพยากรสัตว์น้ำ รอบอ่าวเป็นป่าชายเลน วิถีชีวิตของชุมชนประมงรอบอ่าวปากพนัง มีการประกอบอาชีพทำการประมงพื้นบ้าน โดยใช้ภูมิปัญญาและเครื่องมือประมงพื้นบ้านในการจับสัตว์น้ำและเก็บเกี่ยวผลผลิตจากป่าชายเลน เป็นกลุ่มชาวประมงหลักของจังหวัด อาศัยกันเป็นชุมชนชาวประมงหรือหมู่บ้าน ตั้งอยู่บริเวณริมฝั่งคลองสองปากแม่น้ำที่มีเขตติดต่อกับชายฝั่งทะเล เครื่องมือที่ใช้ เช่น อวนลอยปลา อวนจมน้ำ อวนจมน้ำ และอวนจมน้ำ เป็นต้น มีจำนวนชุมชนชาวประมงประมาณ 96 ชุมชน จำนวนชาวประมงที่ขึ้นทะเบียน 4,500 ราย (สำนักงานประมงจังหวัดนครศรีธรรมราช, 2564) จากอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรและการบุกรุกและทำลายพื้นที่ป่าชายเลนทำให้ป่าชายเลนได้ถูกเปลี่ยนสภาพไปอย่างรวดเร็ว จากจำนวน 96,875 ไร่ ใน พ.ศ. 2518 เหลือเพียง 48,012 ไร่ ใน พ.ศ. 2535 รวมทั้งการใช้เครื่องมือดักจับสัตว์ที่ผิดวิธี มีความทันสมัยมากขึ้น และหนาแน่นจนเกินไป การใช้สารเคมีที่มีพิษในการจับสัตว์น้ำ ขยะมูลฝอยจากบ้านเรือน การสร้างส้วมริมฝั่งคลอง คราบน้ำมันจากเรือประมง น้ำเสียจากร้านค้า บ้านเรือน รวมทั้งสถานที่ราชการ และโรงงานอุตสาหกรรมที่ระบายผ่านท่อน้ำทิ้งลงสู่อ่าวปากพนัง ทำให้เกิดผลกระทบต่อปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมและคุณภาพของสัตว์น้ำได้ ปัจจุบันอาหารทะเลยังคงได้รับความนิยมบริโภคจากประชาชน โดยเฉพาะกุ้งเนื่องจากเป็นแหล่งของโปรตีนและแร่ธาตุที่สำคัญ เช่น ไอโอดีน ซึ่งช่วยป้องกันโรคคอพอกได้ การศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในกุ้งทะเลที่เป็นสัตว์พื้นถิ่นในภาคใต้เหล่านี้จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ค่ามาตรฐานจากประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 98 พ.ศ.2529 เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน (กองอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2568)ได้กำหนดมาตรฐานปริมาณโลหะหนักในอาหารทะเล ได้แก่ ตะกั่ว ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แคดเมียม ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และปรอทไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เพื่อเป็นข้อมูลด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่ได้รับความนิยมในการบริโภค

จากปัญหาดังกล่าวจึงได้ทำงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาหาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ปรอท ตะกั่ว และแคดเมียม ที่สะสมอยู่ในกุ้งขาว บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช และประเมินความเสี่ยงจากการได้รับโลหะหนักจากการบริโภคกุ้งขาว เพื่อเป็นข้อมูลแจ้งเตือนความปลอดภัยในการบริโภคกุ้งขาวต่อผู้บริโภค และเป็นข้อมูลพื้นฐานนำไปสู่การจัดการน้ำและสิ่งแวดล้อมบริเวณอ่าวปากพนังที่มีประสิทธิภาพต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาหาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ปรอท ตะกั่ว และแคดเมียม ที่สะสมอยู่ในกุ้งขาว บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช และประเมินความเสี่ยงจากการได้รับโลหะหนักจากการบริโภคกุ้งขาว

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การเก็บตัวอย่างและเตรียมตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างกุ้งขาวทั้งหมด 15 ตัวอย่าง นำตัวอย่างกุ้งบดให้ละเอียด ใส่ลงในบีกเกอร์แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในตู้อบความชื้น และนำไปชั่งน้ำหนัก ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าน้ำหนักของตัวอย่างคงที่ นำตัวอย่างไปบดให้ละเอียด อบให้แห้งอีกครั้งทิ้งไว้ให้เย็นในตู้อบความชื้น ปิดปากบีกเกอร์ด้วยกระดาษอลูมิเนียม ปิดป้ายให้เรียบร้อย

2.2 การย่อยและสกัดตัวอย่าง

ใช้วิธีย่อย AOAC โดยชั่งเนื้อกุ้งที่แห้งบดประมาณ 2 กรัม ใส่ในหลอดย่อย เติมกรดไนตริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร ลงในหลอดย่อยปิดฝาแล้วใส่ในเครื่องย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 360 นาที เติมกรดเปอร์คลอริกประมาณ 8 มิลลิลิตร ในหลอดย่อยปิดฝาแล้วใส่ในเครื่องย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 420 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นและเติมน้ำกลั่นปราศจากไอออน กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 และปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนในขวดวัดปริมาตร ขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วนำไปเทใส่ขวดพลาสติกเพื่อป้องกันการดูดซับโลหะหนักและนำไปวิเคราะห์ (AOAC, 1990)

2.3 การหาปริมาณโลหะหนัก

ศึกษาปริมาณปรอท ตะกั่วและแคดเมียม ด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer (ICP-OES) ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

2.4 การวิเคราะห์ความเสี่ยง

ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ความเสี่ยงเป็นข้อมูลที่เก็บเพียงครั้งเดียว จึงนำค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองซ้ำ มาคำนวณ ดังสมการที่ 1

$$\text{สมการที่ 1 Intake (mg/kg-day)} = \frac{\text{CF} \times \text{IR}}{\text{BW}}$$

CF	คือ ปริมาณปรอท แคดเมียม และตะกั่ว ที่ปนเปื้อนในกุ้ง หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)
IR	คือ ปริมาณกุ้งที่รับประทาน หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อวัน (kg/day)
BW	คือ น้ำหนักตัว หน่วยเป็นกิโลกรัม (kg)

การอธิบายลักษณะของความเสี่ยงจากการบริโภคกุ้ง โดยพิจารณาจากผลการประเมินกรณีที่แล้วร้ายที่สุด ที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ อธิบายได้จากค่า HQ หรือ Hazard Quotient ซึ่งแสดงค่าสัดส่วนของตัวแปร ดังสมการที่ 2

$$\text{สมการที่ 2 HQ} = \text{Daily Intake/RfD}$$

Daily Intake	คือ ปริมาณโลหะหนักที่เข้าสู่ร่างกาย หน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน (mg/kg-day)
RfD	คือ ความเข้มข้นอ้างอิงของปรอท แคดเมียม และตะกั่ว (Reference Dose) หน่วยเป็น มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัมต่อวัน (mg/kg-day)

ถ้าค่า HQ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 แสดงว่า ปริมาณโลหะหนักที่ได้รับไม่มากพอที่จะก่อให้เกิดผลทางสุขภาพได้ หรือไม่มีความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญ (No Significant Risk) แต่ถ้าค่า HQ มากกว่า 1 แสดงว่าปริมาณโลหะหนักที่ได้รับเกินค่ามาตรฐาน หรือถือว่าอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพ มีความเสี่ยงต่อสุขภาพ (เบญญาภา ชีระวิทย์เลิศ, นิลาวรรณ งามขำ, วรางคณา วิเศษมณี, ลี ยิ่งเจริญ คูสกุลรัตน์ และธวัช เพชรไทย, 2560)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการศึกษาหาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ โปรท ตะกั่ว และแคดเมียม ที่สะสมอยู่ในกุ้งขาว บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยทำการเก็บตัวอย่างกุ้งขาวบริเวณรอบ ๆ อำเภอปากพนัง ทั้งที่เกิดจากการทำประมงด้วยเรือเล็ก และเรือใหญ่ ทั้งหมด 15 ตัวอย่าง นำมาย่อย สกัด และวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer (ICP-OES) ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณโปรท ตะกั่วและแคดเมียม ในกุ้งขาว

ตัวอย่างกุ้ง	แคดเมียม (mg/kg)	ตะกั่ว (mg/kg)	ปรอท (mg/kg)
ตัวอย่างที่ 1	0.014	0.014	ไม่พบ
ตัวอย่างที่ 2	0.069	0.013	ไม่พบ
ตัวอย่างที่ 3	0.106	0.035	ไม่พบ
ตัวอย่างที่ 4	0.087	0.069	ไม่พบ
ตัวอย่างที่ 5	0.217	0.017	ไม่พบ
ตัวอย่างที่ 6	0.027	0.011	ไม่พบ
ตัวอย่างที่ 7	0.063	0.040	ไม่พบ
ตัวอย่างที่ 8	0.126	0.063	ไม่พบ
ตัวอย่างที่ 9	0.112	0.067	ไม่พบ
ตัวอย่างที่ 10	0.007	0.035	ไม่พบ
ตัวอย่างที่ 11	0.013	0.038	ไม่พบ
ตัวอย่างที่ 12	0.009	0.036	ไม่พบ
ตัวอย่างที่ 13	0.155	0.049	ไม่พบ
ตัวอย่างที่ 14	0.178	0.017	ไม่พบ
ตัวอย่างที่ 15	0.016	0.065	ไม่พบ
ค่าเฉลี่ย	0.0799	0.0379	-
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.0678	0.0209	-

หมายเหตุ : *ไม่พบ คือค่าที่วัดได้น้อยกว่าค่าต่ำสุดที่เครื่องสามารถตรวจพบได้ (MDL)

** ค่าต่ำสุดที่เครื่องสามารถตรวจพบได้ของปรอท (Mercury) = 0.050 mg/Kg

จากตารางที่ 1 พบว่าปริมาณแคดเมียมในกุ้งขาวอยู่ในช่วง 0.009 - 0.217 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยค่าเฉลี่ยปริมาณแคดเมียมเท่ากับ 0.0799 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.0678 ปริมาณตะกั่วในกุ้งขาวอยู่ในช่วง 0.011 - 0.069 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยค่าเฉลี่ยปริมาณตะกั่วเท่ากับ 0.0379 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.0209 ปริมาณปรอทในกุ้งขาว ซึ่งไม่พบปริมาณปรอทในกุ้งขาว แสดงว่าไม่พบปรอทต่ำกว่าค่าต่ำสุดที่เครื่องมือสามารถตรวจพบได้ของปรอท (Mercury) คือ 0.050 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่ามาตรฐานสำหรับอาหารทะเล คือ 0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

จากปริมาณโลหะหนักทุกตัวที่ตรวจพบในกุ้งขาวพบว่า มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานจากประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 98 (พ.ศ.2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนได้กำหนดมาตรฐานปริมาณโลหะหนักในอาหารทะเล ได้แก่ ตะกั่ว ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แคดเมียม ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และปรอท ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

3.2 การวิเคราะห์ความเสี่ยง

อัตราการบริโภคอาหารทะเล (Consumption Rate) ของคนไทยในแต่ละวัน โดยใช้ข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทย โดยสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2559) ซึ่งได้ทำการศึกษาค่าการบริโภคอาหารในแต่ละช่วงอายุ อัตราการบริโภคเฉลี่ยเท่ากับ 37 กรัม/คน/วัน และค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวของประชากรไทยเฉลี่ยทุกช่วงอายุเท่ากับ 55.45 กิโลกรัม (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2559) การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคอาหารทะเลกรณีการได้รับ

ปรอท แคดเมียม และตะกั่วในปริมาณที่มีการปนเปื้อนอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภค หากได้รับสารนั้นเข้าสู่ร่างกายอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน และเนื่องจากข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ความเสี่ยงเป็นข้อมูลที่เกิดขึ้นเพียงครั้งเดียว จึงนำค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองซ้ำ มาคำนวณ ปริมาณการบริโภคปรอท ตะกั่ว และแคดเมียม ในกึ่งชาวต่อวัน (Intake (mg/kg-day)) และความเสี่ยงจากการบริโภคกึ่งชาว (HQ) แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณการบริโภคปรอท ตะกั่วและแคดเมียม ในกึ่งชาว ต่อวัน (Intake (mg/kg-day)) และความเสี่ยงจากการบริโภคกึ่งชาว (HQ)

ชนิดของโลหะ	Intake (mg/kg-day)	HQ
แคดเมียม	5.330×10^{-5}	1.066×10^{-4}
ตะกั่ว	2.529×10^{-5}	5.058×10^{-5}
ปรอท	-	-

จากการวิจัยพบว่าความเสี่ยงจากการบริโภคกึ่งชาวของแคดเมียมและตะกั่ว มีค่าเท่ากับ 1.066×10^{-4} และ 5.058×10^{-5} ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าปริมาณ โลหะหนักที่ได้รับไม่มากพอที่จะก่อให้เกิดผลทางสุขภาพได้ หรือไม่มีความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญ (No Significant Risk) การบริโภคกึ่งชาวในปริมาณที่เหมาะสมจากแหล่งในอำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ถือว่ามีความปลอดภัยต่อสุขภาพ เนื่องจากปริมาณโลหะที่ได้รับจากการบริโภคกึ่งชาวยังคงต่ำกว่าค่าความปลอดภัย

4. สรุปผล

งานวิจัยนี้ศึกษาหาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ปรอท ตะกั่ว และแคดเมียม ที่สะสมอยู่ในกึ่งชาว บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช และประเมินความเสี่ยงจากการได้รับโลหะหนักจากการบริโภคกึ่งชาว เพื่อเป็นข้อมูลแจ้งเตือนความปลอดภัยในการบริโภคกึ่งชาวต่อผู้บริโภคต่อไป โดยทำการเก็บตัวอย่างกึ่งชาวบริเวณรอบ ๆ อำเภอปากพนัง ทั้งที่เกิดจากการทำประมงด้วยเรือเล็ก และเรือใหญ่ ทั้งหมด 15 ตัวอย่าง นำมาย่อยและสกัดเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ปรอท ตะกั่วและแคดเมียม ด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer (ICP-OES) พบว่า ปริมาณแคดเมียมในกึ่งชาว อยู่ในช่วง 0.009 - 0.217 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยค่าเฉลี่ยปริมาณแคดเมียมเท่ากับ 0.0799 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.0678 ปริมาณตะกั่วในกึ่งชาวอยู่ในช่วง 0.011 - 0.069 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยค่าเฉลี่ยปริมาณตะกั่วเท่ากับ 0.0379 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.0209 ปริมาณปรอทในกึ่งชาว ซึ่งไม่พบปริมาณปรอทในกึ่งชาว แสดงว่ามีปรอทต่ำกว่าค่าต่ำสุดที่เครื่องสามารถตรวจพบได้ของปรอท (Mercury) คือ 0.050 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่ามาตรฐานสำหรับอาหารทะเล คือ 0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

จากปริมาณโลหะหนักทุกตัวที่ตรวจพบในกึ่งชาวพบว่า มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานจากประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 98 (พ.ศ.2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนได้กำหนดมาตรฐานปริมาณโลหะหนักในอาหารทะเล ได้แก่ ตะกั่ว ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แคดเมียม ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และปรอทไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

อัตราการบริโภคอาหารทะเล (consumption rate) ของคนไทยในแต่ละวัน โดยใช้ข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศ ไทย โดยสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ซึ่งได้ทำการศึกษการบริโภคอาหารในแต่ละช่วงอายุ อัตราการบริโภคเฉลี่ยเท่ากับ 37 กรัม/คน/วัน และค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวของประชากรไทยเฉลี่ยทุกช่วงอายุเท่ากับ 55.45 กิโลกรัม (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2559) การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคอาหารทะเลกรณีการได้รับปรอท แคดเมียม และตะกั่วในปริมาณที่มีการปนเปื้อนอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภค หากได้รับสารนั้นเข้าสู่ร่างกายอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน จากการวิจัยพบว่า ความเสี่ยงจากการบริโภคกึ่งชาวของแคดเมียมและตะกั่ว มีค่าเท่ากับ 1.066×10^{-4} และ 5.058×10^{-5} ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าปริมาณ โลหะหนักที่ได้รับไม่มากพอที่จะก่อให้เกิดผลทางสุขภาพได้ หรือไม่มีความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญ (no significant risk) การบริโภคกึ่งชาวในปริมาณที่เหมาะสมจากแหล่งในอำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ถือว่ามีความปลอดภัยต่อสุขภาพ อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าการประเมินความปลอดภัยของการบริโภคสัตว์น้ำที่ปนเปื้อนโลหะหนัก ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัย แต่การบริโภคอย่างต่อเนื่องอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อ

ผู้บริโภคได้ การบริโภคอาหารทะเลติดต่อกันเป็นเวลานาน อาจเกิดการสะสมของโลหะหนัก หากได้รับสารนั้นเข้าสู่ร่างกายอย่างต่อเนื่อง จากการวิจัยสามารถนำข้อมูลแจ้งเตือนความปลอดภัยในการบริโภคกุ้งขาวต่อผู้บริโภคและเป็นข้อมูลพื้นฐานนำไปสู่การจัดการน้ำและสิ่งแวดล้อมบริเวณอ่าวปากพนังที่มีประสิทธิภาพต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีการศึกษา 2566 จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

6. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. (2545). *ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2545) เรื่อง กำหนดมาตรฐานการปล่อยทิ้งไอน้ำมันเบนซินจากคลังก้นน้ำมันเชื้อเพลิง*. เข้าถึงได้จาก <https://www.pcd.go.th/laws/2902/>
- กองอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. (2568). *ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 98) พ.ศ. 2529 เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน*. เข้าถึงได้จาก <https://food.fda.moph.go.th/food-law/category/contaminated-01/>.
- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2563). *รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2563*. เข้าถึงได้จาก <https://www.pcd.go.th/waters/>
- เบญญาภา อีระวิทยเลิศ, นิลาวรรณ งามขำ, วรางคณา วิเศษมณี สี่, ยิ่งเจริญ, คูสกุลรัตน์ และธวัช เพชรไทย. (2560). การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากโลหะหนักที่ปนเปื้อนในกุ้ง. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ห้วเฉียวเฉลิมพระเกียรติ*, 3(1), 52-60.
- สำนักงานประมงจังหวัดนครศรีธรรมราช. (2564). *ข้อมูลพื้นฐานด้านการประมง พ.ศ. 2564*. เข้าถึงได้จาก https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20210817062326_1_file.pdf
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2559). *ข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์*. เข้าถึงได้จาก https://e-book.acfs.go.th/Book_view/137
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis*. (15th ed.). Arlington: Association official Analytical Chemists.

อัตราการเจริญเติบโตของแพะที่ใช้ต้นกล้วยเป็นแหล่งอาหารหยาบ

Growth Rate of Goats Using Banana Stems as a Roughage Source

วุฒิชัย สีเผือก¹ บุญธรรม แสงแก้ว¹ เทอดศักดิ์ ปุระมงคล² ปาริชาติ ปุระมงคล² และ ฉัตรชัย ศรีเพิ่ม¹

Wuttichai Seephueak¹ Buntham Sangkaew¹ Terdsak Puramongkol²

Parichat Puramongkol² and Chatchai Sriperm¹

¹ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช 80240

¹ Animal Science Division, Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thung Yai, Nakhon Si Thammarat 80240

² สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี อ.เขาชีมณภูมิ จ.จันทบุรี

² Animal production Technology Division, Faculty of Agro-Industrial Technology, Rajamangala University of Technology, Tawan-OK Chanthaburi Campus 22210

* E-mail: wuttichai.s@rmutsv.ac.th Tel. 083-3887337

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการกินได้ และสมรรถภาพการผลิตของแพะขุนโดยใช้อาหารหยาบจากต้นกล้วยในรูปแบบต่าง ๆ ดำเนินการทดลองกับแพะลูกผสมเบอร์-พื้นเมือง จำนวน 16 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 18.88 ± 1.66 กิโลกรัม ออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยเปรียบเทียบอาหารหยาบ 4 ชนิด ได้แก่ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1, ต้นกล้วยสดผสมกากน้ำตาล 3 เปอร์เซ็นต์, ต้นกล้วยหมักกับกากน้ำตาล 3 เปอร์เซ็นต์, และต้นกล้วยหมักร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 อัตราส่วน 1:1 ผสมกากน้ำตาล 3 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่า แพะที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีปริมาณการกินได้ การเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) อย่างไรก็ตาม กลุ่มที่ได้รับต้นกล้วยสามารถนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบทางเลือกเพื่อลดต้นทุนการผลิตได้

คำสำคัญ: ต้นกล้วย, แพะขุน, หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

Abstract

This study aimed to evaluate feed intake and growth performance of fattening goats fed different forms of banana stem as roughage. Sixteen Boer–Native crossbred goats with an initial average weight of 18.88 ± 1.66 kg were used in a completely randomized design (CRD). Four roughage treatments were compared: 1) Pakchong 1 Napier grass, 2) fresh banana stem mixed with 3% molasses, 3) fermented banana stem with 3% molasses, and 4) fermented banana stem mixed with Napier Pakchong 1 grass at a 1:1 ratio plus 3% molasses. The results showed that goats fed Napier Pakchong 1 grass had significantly higher feed intake, growth rate, and feed conversion efficiency compared to other groups ($p < 0.01$). However, banana stem-based roughage can serve as a viable alternative to reduce production costs.

Key words: Banan stem, fattening goat, Napier Pakchong 1 grass

1. บทนำ

แพะเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่รัฐบาลส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงเพื่อสร้างรายได้เสริม และยังเป็นวัตถุดิบสำคัญในการสนับสนุนอุตสาหกรรมฮาลาล ทำให้ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ความต้องการแพะในตลาดเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ราคาปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม หลังการระบาดของโควิด-19 ประเทศไทยต้องเผชิญกับภาวะเศรษฐกิจชะลอตัว ส่งผลให้กำลังซื้อของผู้บริโภคลดลง และเป็นปัจจัยที่ทำให้ราคาแพะปรับตัวลดลงตามไปด้วย เกษตรกรที่ขาดการปรับตัวต้องเผชิญกับภาวะขาดทุนจนบางรายต้องเลิกเลี้ยงแพะ ในขณะที่เกษตรกรที่สามารถปรับตัวได้ยังคงดำเนินกิจการต่อไปและสามารถผ่านพ้นวิกฤตได้ หนึ่งในแนวทางสำคัญที่ช่วยให้เกษตรกรสามารถรับมือกับปัญหาด้านทุนและราคาสัตว์ลดลงได้ คือ การบริหารจัดการต้นทุนอาหาร เนื่องจากอาหารเป็นต้นทุนหลักของการเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะแพะซึ่งเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องที่สามารถบริโภคอาหารหญ้าได้ดี อีกทั้งยังสามารถใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นแหล่งอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ วัสดุเหลือใช้เหล่านี้มีความหลากหลายและแตกต่างกันไปตามแต่ละพื้นที่ หนึ่งในตัวเลือกที่น่าสนใจคือ ต้นกล้วยซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่พบได้ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย มีคุณสมบัติที่โดดเด่นคือ ทุกส่วนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ อีกทั้งยังเป็นพืชที่ปลูกง่าย ไม่ต้องใช้สารเคมีมากนัก จากรายงานของ Viswanathan *et al.* (1989) เฉพาะส่วนของลำต้นกล้วยพันธุ์คาเวนดิช (Cavendish banana) มีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นโปรตีนสูงถึง 7.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของต้นกล้วย ได้แก่ ยีสต์ (Yeast) และจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective microorganism, EM) ส่งผลให้โปรตีนเพิ่มขึ้น (สินีนานู และคณะ, 2565) ทำให้สามารถนำมาเป็นแหล่งอาหารหญ้าสำหรับแพะได้อย่างปลอดภัย ช่วยลดต้นทุนค่าอาหาร และลดความเสี่ยงจากสารตกค้างในกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ การศึกษาเกี่ยวกับศักยภาพของต้นกล้วยในการใช้เป็นอาหารหญ้าสำหรับแพะจึงเป็นเรื่องสำคัญ เนื่องจากอาจเป็นทางเลือกที่ช่วยให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการเลี้ยงแพะได้อย่างยั่งยืน

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 สัตว์ทดลอง

ใช้แพะลูกผสมบอร์เพศผู้ อายุประมาณ 6-10 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 18.88 ± 1.66 กก. จำนวน 16 ตัว โดยคัดเลือกแพะที่มีสุขภาพสมบูรณ์ มีน้ำหนัก และอายุใกล้เคียงกัน ก่อนนำสัตว์เข้าทดลองทำการกำจัดพยาธิภายนอก และภายใน แพะทุกตัวได้รับหญ้าแห้ง และอาหารข้นแบบเต็มที่ได้ โดยได้รับน้ำและแร่ธาตุก้อนอย่างอิสระเป็นเวลา 15 วัน เพื่อให้แพะทุกตัวมีสภาพที่ใกล้เคียงกัน

2.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) แพะทดลองแต่ละตัวเลี้ยงในคอกขังเดี่ยว ได้รับอาหารหญ้าแบบเต็มที่ (ad lib) ดังนี้

ทริทเมนต์ที่ 1 ต้นกล้วยสดผสมกากน้ำตาล 3 เปอร์เซ็นต์

ทริทเมนต์ที่ 2 ต้นกล้วยหมักด้วยกากน้ำตาล 3 เปอร์เซ็นต์

ทริทเมนต์ที่ 3 ต้นกล้วยหมักร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 สัดส่วน 1:1 ร่วมกับกากน้ำตาล 3 เปอร์เซ็นต์

ทริทเมนต์ที่ 4 ใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

2.3 อาหารทดลอง

1) อาหารข้น ใช้อาหารข้นสำเร็จรูปของบริษัทที่มีโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 2.5 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 13 เปอร์เซ็นต์ และความชื้น 13 เปอร์เซ็นต์

2) อาหารหญ้า ใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่มีอายุการตัด 50-60 วัน และต้นกล้วยเป็นแหล่งอาหารหญ้า

2.4 การเตรียมอาหารหญ้า

1) หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ก่อนนำไปใช้เลี้ยงแพะสับด้วยเครื่องสับอาหารหญ้าให้มีขนาดความยาว 1-2 เซนติเมตร

2) ต่อกกล้วยสด ใช้ต่อกกล้วยป่า (*Musa balbisiana*) ซึ่งขึ้นอยู่ตามธรรมชาติ และมีจำนวนมากภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช พื้นที่ทุ่งใหญ่ ตัดส่วนที่เป็นใบออกเอาเฉพาะส่วนที่เป็นลำต้นนำมาหั่นด้วยเครื่องหั่นหอยกกล้วย หรือมีดให้มีขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร ก่อนนำไปใช้เลี้ยงแพะ

3) การทำต่อกกล้วยหมัก วิธีการเตรียมเช่นเดียวกับข้อ 2.4.2 จากนั้นนำมาผสมคลุกเคล้ากันร่วมกับกากน้ำตาลปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ นำมาหมักในถังหมักขนาด 40 ลิตร อัดไล่อากาศออกจนหมด ปิดฝาปิดให้สนิท ใช้ระยะเวลาในการหมักอย่างน้อย 14 วัน จึงนำมาใช้เลี้ยงแพะ

4) การทำต่อกกล้วยหมักร่วมหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 นำต่อกกล้วยมาหั่นด้วยเครื่องหั่นหอยกกล้วย หรือมีดให้มีขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร ส่วนหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 นำไปสับด้วยเครื่องสับอาหารหยาบ จากนั้นนำมาผสมคลุกเคล้ากันร่วมกับกากน้ำตาลปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ก่อนนำมาหมักในถังหมัก อัดไล่อากาศออกจนหมด ปิดฝาปิดให้สนิท ใช้เวลาในการหมักอย่างน้อย 14 วัน จึงนำมาใช้เลี้ยงแพะ

2.5 การทดลองและการเก็บข้อมูล การทดลองแบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้

1) ระยะปรับตัว ระยะปรับตัวในคอกขังเดี่ยว ใช้ระยะเวลา 14 วัน เพื่อให้แพะคุ้นเคยกับสภาพการทดลอง และอาหารทดลอง ให้แพะทดลองได้รับอาหารขึ้นตามปริมาณที่กำหนด คือ 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และอาหารหยาบแบบเต็มที แบ่งให้วันละ 2 ครั้ง ในตอนเช้าให้อาหารเวลาประมาณ 08.00 น. และในตอนบ่ายเวลาประมาณ 16.00 น. จัดบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือทั้งเช้าและเย็นทุกวันเพื่อนำไปคำนวณปริมาณการกินได้แต่ละวัน

2) ระยะทดลอง ใช้ระยะเวลาเก็บข้อมูล 120 วัน ให้แพะได้รับอาหารตามกลุ่มทดลองเหมือนระยะปรับตัว ให้อาหารให้วันละ 2 ครั้ง ในเวลา 08.00 น. และ 16.00 น. ทำความสะอาดภาชนะที่ใส่น้ำและอาหารทุกวัน และทำการเก็บข้อมูล และเก็บตัวอย่าง ดังนี้

2.1) บันทึกปริมาณการกินได้ของอาหารตลอดระยะทดลอง โดยชั่งน้ำหนักและบันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือในเช้าของวันถัดไป แล้วนำมาคำนวณปริมาณการกินได้ในแต่ละวัน สุ่มเก็บอาหารทั้งอาหารหยาบ อาหารข้นก่อนให้สัตว์ทดลอง และอาหารที่เหลือในแต่ละวัน นำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์ความชื้นและคำนวณเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง เพื่อใช้ปรับปริมาณการกินได้ให้อยู่ในรูปของวัตถุแห้ง

2.2) สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารขึ้นทุกครั้งที่ทำกรผสมอาหารเพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

2.3) สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และต่อกกล้วย เพื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

2.4) ทำการชั่งน้ำหนักแพะทุกครั้งตั้งแต่เริ่มการทดลอง และชั่งทุกๆ 15 วัน จนถึงสิ้นสุดการทดลองเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักในแต่ละช่วงและนำไปคำนวณปริมาณการกินได้ในรูปเปอร์เซ็นต์ น้ำหนักตัว และกรมต่อน้ำหนักเมแทบอลิซึมระยะเวลาในการทดลอง 90 วัน

2.6 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่าง

นำอาหารที่สุ่มเก็บไว้ มาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำไปบดผ่านรูดะแกรขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อเก็บไว้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ วัตถุแห้ง โปรตีน และเถ้า ตามวิธีการของ AOAC (1990) วิเคราะห์ผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนิน ตามวิธีการของ Goering and Van Soest (1970)

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's multiple range test (Steel and Torrie, 1980)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารชั้นที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยวัตถุดิบแห้ง โปรตีน ไขมัน และเยื่อใย ซึ่งมีค่าที่ใกล้เคียงกับข้อมูลที่ระบุบนฉลากของกระสอบอาหารสัตว์ ดังตารางที่ 1. ส่วนใหญ่นาเนียร์ปากช่อง 1 ที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งมีอายุการตัด 50-60 วัน พบว่าองค์ประกอบทางเคมีสอดคล้องกับรายงานของ ประณต และคณะ (2558), อนุสรณ์ และคณะ (2558), สุลิตา และคณะ (2560), จิตารัตน์ และคณะ (2558) และไกรลาศ (2556) ปัจจุบัน กรมปศุสัตว์ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกหญ้าเนียร์ปากช่อง 1 เป็นพืชอาหารสัตว์ เนื่องจากให้ผลผลิตสูงและมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดี สำหรับต้นกล้วยที่ใช้ในการทดลอง พบว่ามีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับรายงานของสินีนาง และคณะ (2565) และ Viswanathan *et al*, (1989) เมื่อนำองค์ประกอบทางเคมีของต้นกล้วยมาเปรียบเทียบกับผลพลอยได้ทางการเกษตรที่นิยมใช้เลี้ยงสัตว์ เช่น ฟางข้าว และทางใบปาล์มน้ำมัน พบว่าฟางข้าวมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน 2.9 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ 80.2 เปอร์เซ็นต์ ลิกโนเซลลูโลส 56.4 เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน 9.4 เปอร์เซ็นต์ (บุญเสริม และคณะ, 2558) ขณะที่ทางใบปาล์มน้ำมันมีโปรตีน 5.3 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ 68.8 เปอร์เซ็นต์ ลิกโนเซลลูโลส 56.4 เปอร์เซ็นต์ และลิกนิน 22.5 เปอร์เซ็นต์ (ประดิษฐ์ และคณะ, 2551) ทั้งนี้ ต้นกล้วยมีปริมาณเยื่อใยต่ำกว่าฟางข้าว แต่มีปริมาณโปรตีนสูงกว่า และมีค่าใกล้เคียงกับทางใบปาล์มน้ำมัน ทำให้ต้นกล้วยเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ อย่างไรก็ตาม ต้นกล้วยมีปริมาณน้ำสูง อาจส่งผลให้สัตว์มีอุจจาระเหลวและได้รับสารอาหารต่ำกว่าที่ควร เนื่องจากมีสัดส่วนวัตถุดิบในระดับต่ำ

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ทดลอง (เปอร์เซ็นต์วัตถุดิบแห้ง)

องค์ประกอบทางเคมี	ต้นกล้วย + กากน้ำตาล	ต้นกล้วยหมัก กากน้ำตาล	หญ้าเนียร์+ ต้นกล้วยหมัก	หญ้าเนียร์	ต้นกล้วย	อาหารชั้น
วัตถุดิบแห้ง	5.47	5.56	9.03	15.81	4.79	91.74
เถ้า	28.56	30.11	22.61	11.68	29.85	7.13
อินทรีย์วัตถุ	71.44	69.99	81.41	88.32	70.15	92.87
โปรตีนหยาบ	4.56	4.78	6.96	9.36	4.63	14.57
ไขมัน	1.02	1.12	1.04	1.43	0.83	2.6
ผนังเซลล์	62.87	60.15	63.52	68.72	55.80	23.42
ลิกโนเซลลูโลส	37.66	36.42	42.39	45.39	34.27	13.64
ลิกนิน	6.2	7.1	7.12	12.24	5.17	6.59

3.2 ปริมาณการกินได้ของแพะที่ใช้ต้นกล้วยเป็นแหล่งอาหารหยาบ

ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการกินอาหารชั้นของแพะทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>.05$) ดังตารางที่ 2. เนื่องจากการจำกัดปริมาณการให้อาหารชั้นในปริมาณที่เท่ากัน เมื่อพิจารณาจากปริมาณการกินอาหารหยาบสด พบว่าแพะในทุกกลุ่มมีการบริโภคใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม เมื่อปรับเป็นรูปวัตถุดิบแห้ง แพะกลุ่มที่ได้รับหญ้าเนียร์ปากช่อง 1 มีปริมาณการกินได้สูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.01$) ขณะที่แพะที่ได้รับต้นกล้วยเพียงอย่างเดียวมีปริมาณการกินต่ำที่สุด เนื่องจากต้นกล้วยมีปริมาณวัตถุดิบแห้งเพียง 4.79 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของพิชาติ และธีระยุทธ (2559) ที่เลี้ยงแพะด้วยหญ้าขอม และหญ้าเนียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ พบว่าแพะทั้ง 4 กลุ่มในการทดลองนี้มีปริมาณการกินอาหารทั้งหมดต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของมาเหต (2559) ซึ่งใช้หญ้าเนียร์เป็นแหล่งอาหารหยาบในสูตรอาหารผสมเสร็จ พบว่าแพะที่เลี้ยงด้วยต้นกล้วยมีปริมาณการกินอาหารทั้งหมดใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ ปริมาณความชื้นในอาหารหยาบถือเป็นข้อจำกัดสำคัญในการใช้เป็นอาหารสัตว์ เนื่องจากอาหารที่มีความชื้นสูงแม้สัตว์จะสามารถกินได้มากในรูปสด แต่เมื่อคิดเป็นวัตถุดิบแห้งแล้วจะได้ปริมาณต่ำ ทำให้สัตว์ได้รับโภชนาการไม่เพียงพอ ดังนั้น การใช้ต้นกล้วยเป็นอาหารหยาบเพียงอย่างเดียว อาจทำให้แพะบริโภคได้น้อย และได้รับสารอาหารไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตาม หากนำมาใช้ร่วมกับอาหารหยาบอื่น เช่น หญ้าเนียร์ปากช่อง

1 จะช่วยเพิ่มปริมาณการได้รับวัตถุดิบ และส่งผลให้แพะได้รับโภชนาที่เพียงพอ ในด้านสุขภาพ พบว่าแพะในทุกกลุ่มมีลักษณะอาการปกติ เป็นก้อนแข็ง เช่นเดียวกับแพะที่ได้รับอาหารทั่วไป แม้ว่าต้นกล้วยจะมีปริมาณความชื้นสูง ซึ่งอาจก่อให้เกิดความกังวลว่าอาจทำให้สัตว์ถ่ายอุจจาระเหลว อย่างไรก็ตาม ปัญหาดังกล่าวไม่พบในแพะต่างจากในโคที่มีรายงานว่าเมื่อนำต้นกล้วยมาใช้เป็นอาหารหลัก จะมีอุจจาระเหลว ทำให้สัตว์เป็นอืด และจำเป็นต้องทำความสะอาดคอกบ่อยขึ้น แม้จะไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตของสัตว์ (พรทับ, 2560)

ตารางที่ 2 ผลของการใช้ต้นกล้วยเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อปริมาณการกินได้ (บนฐานวัตถุดิบ) ของแพะ

รายการ	แหล่งอาหารหยาบ			
	ต้นกล้วย+กากน้ำตาล	ต้นกล้วยหมัก+กากน้ำตาล	หญ้าเนเปียร์+ต้นกล้วยหมัก	หญ้าเนเปียร์สด
ปริมาณการกินได้ของอาหารข้น				
กก./ตัว/วัน	0.28	0.28	0.29	0.29
เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว	1.28	1.28	1.26	1.24
กรัม/กิโลกรัม ^{0.75}	27.61	27.61	27.36	27.08
ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ				
กก./ตัว/วัน	0.11 ^c	0.11 ^c	0.19 ^b	0.33 ^a
เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว	0.53 ^c	0.52 ^c	0.85 ^b	1.46 ^a
กรัม/กิโลกรัม ^{0.75}	11.31 ^c	11.21 ^c	18.42 ^b	31.81 ^a
ปริมาณการกินได้ของอาหารทั้งหมด				
กก./ตัว/วัน	0.40 ^c	0.39 ^c	0.47 ^b	0.61 ^a
เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว	1.81 ^c	1.81 ^c	2.11 ^b	2.70 ^a
กรัม/กิโลกรัม ^{0.75}	38.92 ^c	38.83 ^c	45.78 ^b	58.94 ^a

^{abc} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<.01)

3.3 สมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะที่ได้รับอาหารหยาบต่างกัน

การเจริญเติบโตของแพะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณโภชนาที่ได้รับ โดยเฉพาะโปรตีนและพลังงาน จากการศึกษาพบว่าแพะในกลุ่มที่ 4 ซึ่งกินอาหารได้มากที่สุด มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าแพะกลุ่มอื่นๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<.01) (ตารางที่ 3) Viswanathan et al. (1989) รายงานว่าแพะที่เลี้ยงโดยใช้ต้นกล้วยทดแทนหญ้าขนแห้งที่ระดับ 0, 20, 40 หรือ 50 เปอร์เซ็นต์ แกะจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นต่ำมากเพียง 27-39 กรัม อาจเกิดจากต้นกล้วยมีสมบัติการย่อยได้ของโปรตีนเพียง 13.9 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Pieltain et al. (2021) พบว่าการย่อยได้ของต้นกล้วยที่พบในหลอดทดลอง และในตัวสัตว์มีค่าต่ำ มีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ (Metabolizable energy, ME) เพียง 6.66 เมกะจูล/กิโลกรัมวัตถุดิบ โดยแพะที่กินต้นกล้วยเพียงอย่างเดียวจะมีปริมาณการกินได้ 19.3 กรัม/กก.^{0.75} ซึ่งจะได้รับ ME ต่ำกว่าความต้องการเพื่อการดำรงชีพถึง 0.30 เมกะจูล/กิโลกรัมวัตถุดิบ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของ พิชาด และธีระยุทธ (2559) พบว่าแพะกลุ่มที่ได้รับต้นกล้วยร่วมกับหญ้าเนเปียร์หมัก และกลุ่มที่ได้รับหญ้าเนเปียร์เพียงอย่างเดียว มีอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ มาเหียด (2559) พบว่าแพะที่ใช้ต้นกล้วยเป็นอาหารหยาบมีอัตราการเจริญเติบโตในระดับที่ใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนในการเลี้ยงแพะ แม้ว่าแพะกลุ่มที่ใช้ต้นกล้วยเป็นอาหารหยาบจะมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่า โดยราคาต้นกล้วยสดที่สับแล้วอยู่ที่ 0.20 บาท/กก. (พรทับ, 2560) ซึ่งถูกกว่าการเลี้ยงด้วยหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่มีต้นทุนการผลิต 1.5 บาท/กก. (จิรนนท์ และคณะ, 2560) อย่างไรก็ตาม การนำต้นกล้วยมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ประกอบด้วย ไม่ว่าจะเป็น ปริมาณความเพียงพอตลอดทั้งปี ช่วงอายุของแพะ และระดับการให้ผลผลิตของสัตว์ หากเป็นแพะที่ต้องการผลผลิตสูง เช่น แพะขุนหรือแพะให้นม การใช้ต้นกล้วยเพียงอย่างเดียวอาจไม่สามารถให้โภชนาที่เพียงพอได้ อย่างไรก็ตาม หากนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารสัตว์ในช่วงที่หญ้าหรืออาหารสัตว์อื่นๆ ขาดแคลน ต้นกล้วยก็ถือเป็นทางเลือกที่มีศักยภาพและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 3 สมรรถภาพการเจริญเติบโตและต้นทุนการผลิตของแพะที่ใช้ต้นกล้วยเป็นแหล่งอาหารหยาบ

รายการ	ต้นกล้วย+กากน้ำตาล	ต้นกล้วยหมักกากน้ำตาล	หญ้าเนเปียร์+ต้นกล้วยหมัก	หญ้าเนเปียร์สด
จำนวนแพะ, ตัว	4	4	4	4
ระยะเวลาทดลอง, วัน	90	90	90	90
น้ำหนักเริ่มต้น, กก.	18.88	18.63	19.00	19.00
น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง, กก.	24.75	24.35	26.10	26.70
น้ำหนักเพิ่ม, กก.	5.88 ^c	5.73 ^c	7.10 ^b	7.70 ^a
อัตราการเจริญเติบโต				
กรัม/วัน	65.28 ^c	63.61 ^c	78.89 ^b	85.56 ^a
กรัม/กิโลกรัม ^{0.75}	6.51 ^c	6.39 ^c	7.65 ^b	8.19 ^a
ต้นทุนค่าอาหาร, บาท				
ต้นทุนค่าอาหารชั้น	346.82	342.49	352.51	351.80
ต้นทุนค่าอาหารหยาบ	50.37 ^c	54.28 ^c	194.62 ^b	283.86 ^a
ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด	397.19 ^c	396.76 ^c	547.12 ^b	635.66 ^a
ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กก.	67.72 ^c	69.34 ^c	77.04 ^b	82.64 ^a
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	6.02 ^b	6.10 ^b	6.00 ^b	7.20 ^a

abc ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<.01)

4. สรุปผล

การใช้ต้นกล้วยเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงแพะขุนจะทำให้ปริมาณการกินได้ของอาหารหยาบ และอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นแหล่งอาหารหยาบ แต่แพะกลุ่มที่ใช้ต้นกล้วยเป็นแหล่งอาหารหยาบจะมีต้นทุนค่าอาหาร และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวจะดีกว่าที่ใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นแหล่งอาหารหยาบ อย่างไรก็ตามการใช้ต้นกล้วยเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงแพะไม่ควรใช้กับแพะที่ให้ผลผลิตสูง เช่น แพะขุน แพะกำลังให้นม เนื่องจากต้นกล้วยมีความชื้นสูง (วัตถุแห้งต่ำ) จึงทำให้ปริมาณโภชนาที่ได้รับต่ำตามไปด้วย ดังนั้นถ้าจะนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ควรใช้แก้ปัญหาการขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ในบางฤดู หรือใช้เลี้ยงสัตว์ที่ไม่ต้องการโภชนาในปริมาณมาก หรืออาจจะใช้ต้นกล้วยเป็นอาหารหยาบร่วมกับพืชอาหารสัตว์ชนิดอื่น เช่น ใช้ร่วมกับหญ้าเนเปียร์ เป็นต้น

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สำหรับการสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย ขอขอบคุณแผนกโคนมและสัตว์เศรษฐกิจอื่นๆ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ในการทดลอง ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือในการวิเคราะห์ทางเคมี

6. เอกสารอ้างอิง

ไกรลาส เชี่ยวทอง. 2556. *คู่มือการปลูกหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1*. ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา กองอาหารสัตว์กรมปศุสัตว์. 20 หน้า.

จิรนนท์ พูลแก้ว, นุสรรา ชัยยศ และ สุณารี สุขจิตร. 2560. *ต้นทุนการผลิตแพะเทศเมีย และแพะขุนที่ใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นอาหารหยาบ*. ปัญหาพิเศษ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

อิดารัตน์ กันชะ, อธิพล เผ่าไพศาล และ กฤตพลย์ สมมาตย์. (2558). อิทธิพลของอายุตัดเก็บเกี่ยวหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ต่อองค์ประกอบทางเคมี ความสามารถในการย่อยได้ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้และการปลดปล่อยแก๊สมีเทนจากกระเพาะหมักของโคเนื้อ. *วารสารแก่นเกษตร* 43 : 565-572.

- บุญเสริม พรจันทิก, นลอง วชิราภกร, อนุสรณ์ เชิดทอง, ณพพงศ์ จันสุภาพ และ จันทิรา วงศ์เนตร. (2558). ผลของการใช้กาก มัน
สำหรับหลังจากการผลิตเอทานอลในสูตรอาหารผสมสำเร็จต่อปริมาณการกินได้ การย่อยได้ และสมรรถภาพการ
เจริญเติบโตของแพะเนื้อ. *สัตวแพทย์มหานครสาร*, 10 : 81-97.
- ประณต มณีอินทร์, ปิตพงษ์ โตบันลือภาพ, นพ ตันมยุกุล สุขุมาลัย เลิศมงคล และ จักรพงษ์ ไชยวงศ์. (2558). *ผลของระยะเวลา
ตัดหญ้าเนเปียร์ ต่อผลผลิต องค์ประกอบทางเคมีและผลิตภาพก้างชีวภาพ*. การประชุมทางวิชาการของ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53 วันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ 2558 หน้า 703-710.
- ประดิษฐ์ อางชมพู, ศิริศักดิ์ บริรักษ์ธนกุล, เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ, สมจิตร ถนอมวงศ์วัฒนะ และ สมพร จันทระ. (2551). *การ
พัฒนาทาง ใบปาล์มน้ำมันเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับแพะ*. เอกสารประกอบสัมมนาวิชาการ การพัฒนาอาชีพ การ
เลี้ยงแพะอย่าง ยั่งยืน งานแพะแห่งชาติครั้งที่ 5 ณ สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ นครศรีธรรมราช 23 เมษายน 2551,
หน้า 57-66
- พิชาด เขจรศาสตร์ และ ธีระยุทธ จันทะนาม. (2559). ผลของการใช้ข้าวฟ่างอาหารสัตว์หมัก และหญ้าเนเปียร์หมักต่อสมรรถภาพ
การให้ผลผลิตของแพะเนื้อ. *วารสารแก่นเกษตร* 44 ฉบับพิเศษ 1 : 517-522.
- พรทัต มากชู. (2560). *การใช้กากเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันทดแทนอาหารชั้นต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของโคนมสาวที่ใช้
ต้นกล้วยเป็นอาหารหยาบ*. ปัญหาพิเศษ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
มาหาด เถาวัลย์. (2559). ผลของการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ในสูตรอาหารผสมสำเร็จต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตของแพะ และ
การยอมรับของกลุ่มเกษตรกรรายย่อย. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์* 27 : 116-122.
- สินีนาน พLOYราช, ธนชัย สิทธิไกรพงษ์, ปณิมาศ ผดุงชอบ และ รัชมี นามักดี. (2565). การเพิ่มคุณค่าทาง โภชนะของลำต้น
กล้วยโดยใช้จุลินทรีย์ต่อองค์ประกอบทางเคมีและความสามารถในการย่อยได้ในโคเนื้อโดยใช้ in vitro gas
production technique. *วารสารแก่นเกษตร* 50 : 1-8.
- สุลิตา แพรอตร์, พงศ์ธร คงมัน, ทรงยศ โชติขุติมา, สวิช บุญโปร่ง และสมเกียรติ ประสานพานิช. (2560). *ผลของการเสริมใบ
กระถินสดร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 เป็นแหล่งอาหารหยาบในกระบือปลัก*. การประชุมทางวิชาการของ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55 วันที่ 31 มกราคม-3 กุมภาพันธ์ 2560 หน้า 335-342.
- อนุสรณ์ เชิดทอง, ดำรงรักษ์ รักวงศ์ฤทธิ, นลอง วชิราภกร, ธีระชัย หายทุกข์, สายัน คันธรินทร์, กษมา ตั้งมูททาภักทรกุล และ
ธนากร สายสิงค์. (2558). *ผลของการเสริมกระถินหมักและหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมัก ต่อปริมาณการกินได้
นิเวศวิทยา ในรูเมน และสมรรถนะการเจริญเติบโตของโคพื้นเมือง*. *วารสารแก่นเกษตร* 43 ฉบับพิเศษ 1 : 484-490.
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analyses 14th ed*. Washington. D. C.: Association of Official Analytical
Chemists.
- Goering, H. K., and Van Soest, P. J. 1970. Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures, and some
applications). *Agriculture Handbook*. No. 397. Washington, D. C.: USDA.
- Pieltain, M. C., Castanon. J. I. R., Ventura, M. R. and Flores, M. P. (2021). The nutritive value of banana (*Musa
cuminata* L.) by-products for maintaining goats. *Animal Science*. 69: 213-216.
- Steel, R. G., and Torrie. J. H. (1980). *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrial Approach*. 2nd ed.
New York: McGraw-Hill.
- Viswanathan, K., Kadirvel, R., and Chandrasekaran. D. 1989. *Nutritive value of banana stalk
(Musa cavendishi) as a feed for sheep*. *Animal Feed Science Technology* 22: 327-332.

สมรรถภาพการให้ผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงแพะในสวนยางพารา Productivity and Economic Returns of Goat Farming in Rubber Tree Plantations

วุฒิชัย สีเผือก¹, บุญธรรม แสงแก้ว¹, เทิดศักดิ์ ปุระมงคล² ปาริชาติ ปุระมงคล² และฉัตรชัย ศรีเพิ่ม¹

Wuttichai Seephueak¹, Buntham Sangkaew¹, Terdsak Puramongkol²,
Parichat Puramongkol² and Chatchai Sriperm¹

¹สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช 80240

¹Animal Science Division, Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thung Yai,
Nakhon Si Thammarat 80240

²สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี อ.เขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี

²Animal Production Technology Division, Faculty of Agro-Industrial Technology, Rajamangala University of Technology,
Tawan-OK Chanthaburi Campus 22210

* E-mail: wuttichai.s@rmutsv.ac.th; Tel. 083-3887337

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสมรรถภาพการให้ผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงแพะในสวนยางพารา อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช ดำเนินการทดลองในสวนยางพาราที่มีอายุประมาณ 12 ปี บนพื้นที่ 10 ไร่ โดยใช้แพะจำนวน 10 ตัว ซึ่งประกอบด้วยแพะพันธุ์ลูกผสมบอร์-พื้นเมืองเทศเมย์ 5 ตัว และแพะพันธุ์พื้นเมืองเทศเมย์ 5 ตัว และแพะพันธุ์แองโกล-นูเบียนเพศผู้จำนวน 1 ตัว สำหรับใช้เป็นพ่อพันธุ์คุมฝูง โดยแพะจะถูกปล่อยให้แทะเล็มในสวนยางพาราในช่วงเวลา 15.00-17.00 น. บันทึกข้อมูลที่สำคัญ ได้แก่ ชนิดของพืชอาหารสัตว์ที่พบในสวนยางพารา สุขภาพของแพะ วันเดือนปีเกิดของลูกแพะ น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักหย่านม และอัตราการรอดชีวิตของลูกแพะ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์สมรรถภาพการให้ผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการเลี้ยงแพะ ผลการศึกษาพบว่าพืชอาหารสัตว์ที่พบในสวนยางพาราประกอบด้วยหญ้าขี้เฒ่า หญ้าเหล็กไผ่ หญ้าเห็บ หญ้ามาเลย์ บุนนาค และพืชตระกูลเฟิร์น สำหรับสมรรถภาพการให้ผลผลิตของแพะพบว่า ลูกแพะที่เกิดจากแม่พันธุ์ลูกผสมบอร์-พื้นเมืองมีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยมากกว่าลูกแพะที่เกิดจากแม่พันธุ์พื้นเมือง รวมถึงมีน้ำหนักหย่านมและช่วงห่างระหว่างการให้ลูกที่ดีกว่า ในขณะที่แพะพันธุ์พื้นเมืองมีอัตราการให้ลูกแฝดสูงกว่า แต่ก็มีอัตราการตายของลูกแพะสูงกว่าลูกแพะที่เกิดจากแม่พันธุ์ลูกผสมบอร์-พื้นเมือง จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจพบว่า การเลี้ยงแพะในสวนยางพาราจะสามารถคืนทุนได้ภายในปีที่ 3 ของการเลี้ยง นอกจากนี้ การเลี้ยงแพะยังช่วยลดต้นทุนในการกำจัดวัชพืชในสวนยางพารา เนื่องจากแพะสามารถกินพืชที่ขึ้นเองในสวนได้ ทำให้ลดความจำเป็นในการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช ซึ่งเป็นการช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมและคุณภาพของดิน อีกทั้งมูลแพะยังสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์เพื่อบำรุงดิน หรือจำหน่ายเพื่อเป็นรายได้เสริมให้กับเกษตรกรได้อีกด้วย

คำสำคัญ: ยางพารา, การเลี้ยงแพะ, ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

Abstract

This study aims to evaluate the productivity and economic returns of goat farming in rubber tree plantations in Thung Yai District, Nakhon Si Thammarat Province. The experiment was conducted in a 12-year-old rubber plantation covering an area of 10 rai. A total of 10 goats were used in the study, consisting of five Boer-native crossbred females, five native breed females, and one Anglo-Nubian male for breeding purposes. The goats were allowed to graze in the plantation from 3:00 to 5:00 PM. The data were recorded, including the types of forage plants found in the rubber tree plantation, the health status of the goats, the birth dates of the kids, birth weight, weaning weight, and survival rates. These data were analyzed to assess the goats' productivity and the economic viability of goat farming in rubber tree plantations. The results revealed that the forage plants found in the plantation included *Microstegium ciliatum* (Trinius) A. Camus, *Centotheca latifolia* (Osborn) Trin., *Paspalum conjugatum* Bergius, *Axonopus compressus* (Swartz) Beauv., *Thysanostigma siamensis* J. B. Imla and various ferns. In terms of productivity, kids born to Boer-native crossbred does had a higher average birth weight, a shorter kidding interval, and a greater weaning weight compared to those born to native does. However, native does exhibit a higher rate of twin births but also had a higher mortality rate among their kids. Economic analysis indicated that goat farming in rubber tree plantations could break even within three years. Additionally, this practice helps reduce weed control costs, as goats naturally graze on the vegetation, minimizing the need for chemical herbicides. This, in turn, contributes to environmental sustainability and soil quality. Moreover, goat manure can be utilized as organic fertilizer to enhance soil fertility or sold as an additional source of income for farmers.

Keywords: Para Rubber, Goat Rearing, Economic Return

1. บทนำ

ปัจจุบันเกษตรกรให้ความสนใจในการทำสวนยางพาราเพิ่มมากขึ้น ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากแรงจูงใจด้านราคายางพารา แม้ว่าราคายางจะมีวัฏจักรขึ้นลงตามกลไกตลาด แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงยึดมั่นในอาชีพนี้ เนื่องจากยังไม่มีพืชเศรษฐกิจชนิดอื่นที่สามารถทดแทนได้อย่างสมบูรณ์ อีกทั้งภาครัฐยังมีนโยบายส่งเสริมให้มีการขยายพื้นที่ปลูกยางพารา ทำให้สามารถพบเห็นสวนยางพาราได้แทบทุกภูมิภาคของประเทศ จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2568) ปี พ.ศ. 2566 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพารา 24,043,535 ไร่ ให้ผลผลิต 4,810,350 ตัน อย่างไรก็ตาม ต้นยางพาราต้องใช้เวลาจนถึง 7 ปี กว่าจะเริ่มให้ผลผลิตได้ ซึ่งในระหว่างช่วงเวลานี้ เกษตรกรจำเป็นต้องหาทางใช้ประโยชน์จากพื้นที่เพื่อสร้างรายได้ แนวทางที่ได้รับความนิยมคือ การทำเกษตรแบบผสมผสาน ไม่ว่าจะเป็นการปลูกพืชร่วมยางพาราหรือการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งหนึ่งในทางเลือกที่กำลังได้รับความสนใจคือ การเลี้ยงแพะในสวนยางพารา เป็นอีกหนึ่งแนวทางที่ช่วยเพิ่มมูลค่าของพื้นที่สวนและสร้างรายได้เสริมให้แก่เกษตรกร แพะเป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่าย ใช้พื้นที่ไม่มาก และสามารถกินพืชหลากหลายชนิด รวมถึงหญ้าและใบไม้ที่ขึ้นตามธรรมชาติในสวนยางพาราได้ดี นอกจากการจำหน่ายเนื้อและนมแล้ว การเลี้ยงแพะยังมีประโยชน์ในด้านการควบคุมวัชพืช ลดต้นทุนด้านแรงงาน (Tajuddin, 1986) และช่วยปรับปรุงคุณภาพดินผ่านมูลแพะ ซึ่งมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส (P_2O_5) และ โพแทสเซียม (K_2O) เท่ากับ 1.58-2.37, 0.74-1.32 และ 1.32-3.41 เปอร์เซ็นต์ (ทัศนีย์ และคณะ, 2556) ทำให้ระบบนิเวศของสวนยางมีความสมดุลมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงแพะในสวนยางพาราจำเป็นต้องมีการวางแผนที่ดี ทั้งในด้านการจัดการอาหาร โรงเรือน และการดูแลสุขภาพสัตว์ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งต่อแพะและต้นยางพารา การศึกษาวิธีการเลี้ยงแพะในสวนยางพาราอย่างรอบด้านจึงเป็นสิ่งสำคัญ สำหรับเกษตรกรที่ต้องการใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ควบคู่ไปกับการรักษาคุณภาพของสวนยางพาราให้สามารถให้ผลผลิตได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 สัตว์ทดลอง

ใช้แพะพันธุ์แองโกล-นูเบียน อายุประมาณ 2 ปีเป็นพ่อพันธุ์คุมฝูงจำนวน 1 ตัว แพะพันธุ์พื้นเมืองเทศเมียว อายุประมาณ 6-7 เดือน จำนวน 5 ตัว และแพะพันธุ์ลูกผสมบอร์-พื้นเมืองเทศเมียว อายุประมาณ 10-12 เดือน จำนวน 4 ตัว

2.2 สวนยางพารา

ทำการทดลองในสวนยางพาราที่ปลูกในตำบลปริก อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช อายุประมาณ 12 ปี เปิดกรีดมาแล้ว 6 ปี (เส้นรอบวงเฉลี่ย 57.25 ± 6.25 เซนติเมตร) จำนวน 20 ไร่ เป็นพื้นที่ทดลอง ยางพาราที่ปลูกเป็นพันธุ์ RRIM 600 ที่มีระยะปลูกระหว่างต้น $\times$ ระหว่างแถว เท่ากับ 3×8 เมตร โดยการยกทรงสูงประมาณ 50 เซนติเมตร

2.3 คอกแพะ

เพื่อลดต้นทุนในการทำโรงเรือน คอกแพะทำจากวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น ยกพื้นสูงจากพื้นดิน 1.50 เมตร เพื่อป้องกันน้ำท่วม และความชื้น ซึ่งจะทำให้การเก็บกวาดมูลแพะทำได้สะดวก ภายในคอกแพะจะได้ไม่ชื้นมาก สามารถป้องกันโรคที่เกิดจากระบบหายใจได้

2.4 การทดลองและการเก็บข้อมูล

1) การจัดการสวนยาง

- 1.1) ทำการกำจัดวัชพืชในสวนยางพารา เช่น ไม้พุ่มเตี้ย หรือวัชพืชที่ไม่สามารถใช้เป็นอาหารแพะได้
- 1.2) การจัดการสวนยางพารามีการใส่ปุ๋ยเคมีบำรุงสวนยางพาราตามคำแนะนำของการยางแห่งประเทศไทย ปีละ 2 ครั้ง ส่วนแปลงที่ปล่อยแพะลงแทะเล็มจะมีการใส่ปุ๋ยมูลแพะปีละ 1 ครั้ง

2) การเลี้ยงแพะทดลอง

- 2.1) ก่อนทดลองทำการล้อมพื้นที่สวนยางพาราด้วยรั้วไฟฟ้า และปล่อยแพะให้หากินเองภายในพื้นที่ที่กำหนดวันละประมาณ 2 ชั่วโมง โดยปล่อยแพะในตอนบ่ายเวลา 15.00-17.00

2.2) ทำวัคซีน และถ่ายพยาธิแพะตามโปรแกรมที่กำหนด บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพของแพะ วัน เดือน ปีเกิด น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักหย่านม และการตายของลูกแพะ

2.3) จะต้องจัดหาน้ำดื่มที่สะอาดให้แพะได้กินอย่างเพียงพอตลอดเวลา มีการจัดเตรียมอาหารสำรอง เช่น หญ้า เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่หาได้ง่ายเพื่อใช้เป็นอาหารสำรองในกรณีที่มีฝนตก ไม่สามารถปล่อยแพะได้ นอกจากนี้ยังมีการจัดเตรียมอาหารขึ้นเพื่อเสริมให้กับแม่แพะที่คลอดลูกใหม่ ลูกแพะ และแพะขุน

2.5 การวางแผนการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้เป็นการเก็บข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสมรรถภาพการผลิตของแพะที่เลี้ยงร่วมในสวนยางพารา โดยไม่ได้ออกแบบเป็นการทดลองเชิงเปรียบเทียบ ทั้งนี้ ได้รวบรวมข้อมูลด้านสมรรถภาพการให้ผลผลิตของแพะจากฟาร์มในพื้นที่ศึกษา ซึ่งประกอบด้วย น้ำหนักแรกเกิด ช่วงห่างระหว่างการให้ลูก น้ำหนักหย่า ร้อยละของลูกแฝด และร้อยละของการตายของลูกตั้งแต่แรกเกิดจนถึงหย่านม ข้อมูลทั้งหมดถูกนำมาวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive statistics) เพื่อหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 ชนิดของพืชที่แพะใช้เป็นอาหาร

พืชอาหารสัตว์ที่พบในสวนยางพารา ได้แก่ หญ้าหลาด หรือ หญ้าข่มคา (*Microstegium ciliatum*), หญ้าเหล็กไผ่ หรือ ขนหมอยแม่หม้าย (*Centotheca latifolia*), หญ้ามนหนอน หรือ หญ้าเห็บ (*Paspalum conjugatum*), หญ้ามาเลเซีย หรือ หญ้าใบมัน (*Axonopus compressus*), บุหนานรา (*Thysanostigma siamensis*) และพืชตระกูลเฟิร์น ซึ่งสามารถพบได้กระจายทั่วไปในสวนยางพารา (เกียรติสุรักษ์ และคณะ, 2546) ในปีแรกของการทดลอง พบว่าปริมาณพืชอาหารสัตว์ในสวนยางพารามีค่อนข้างน้อย เนื่องจากก่อนหน้านี้มีการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช ส่งผลให้ชนิดและปริมาณของพืชลดลง อีกทั้งต้นยางพารายังให้ร่มเงามาก ทำให้พืชที่ขึ้นส่วนใหญ่ต้องมีความสามารถในการเจริญเติบโตภายใต้สภาพแสงน้อย อย่างไรก็ตาม ในปีที่สองของการทดลอง พบว่าปริมาณพืชอาหารสัตว์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะ บุหนานรา ซึ่งสามารถขยายพันธุ์และเติบโตได้ดี จากการศึกษาของ สมเกียรติ และคณะ (2555) พบว่า บุหนานรา ที่ถูกตัดทุก 45 วัน ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงสุดถึง 416.2 กิโลกรัมต่อไร่ และมีปริมาณโปรตีน 14.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าเป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ปริมาณพืชอาหารสัตว์ในสวนยางพาราขึ้นอยู่กับฤดูกาล โดยในช่วงฤดูฝน พืชอาหารสัตว์จะมีปริมาณเพียงพอสำหรับการปล่อยแพะลงแพะเล็มตามธรรมชาติ แต่ในช่วงหน้าแล้ง (ประมาณเดือนกุมภาพันธ์ - พฤษภาคม) ปริมาณพืชอาหารสัตว์จะลดลง ทำให้เกษตรกรจำเป็นต้องเสริมอาหารหยายจากแหล่งอื่น เช่น ฟางข้าว ต้นกระถิน และ อาหารข้น เพื่อให้แพะได้รับสารอาหารที่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ในระบบการเลี้ยงแพะของเกษตรกรส่วนใหญ่มักมีการขออนุญาตเจ้าของสวนยางพาราข้างเคียงเพื่อนำแพะไปปล่อยแพะเล็มในพื้นที่ ซึ่งเจ้าของสวนยางพาราส่วนใหญ่ยินยอมอนุญาต เนื่องจากแพะช่วยกำจัดวัชพืชโดยไม่ต้องใช้สารเคมี นอกจากนี้ จากการสังเกตสวนยางพาราที่มีการปล่อยแพะลงแพะเล็มและมีการใส่มูลแพะลงในพื้นที่ พบว่า ปริมาณพืชอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลดีต่อทั้งระบบนิเวศของสวนยางพาราและการเลี้ยงแพะในระยะยาว

3.2 สมรรถภาพการให้ผลผลิตของแพะที่เลี้ยงในสวนยางพารา

แพะลูกผสมพันธุ์บอร์-พื้นเมืองมีน้ำหนักแรกเกิดสูงกว่าแพะพันธุ์พื้นเมือง เนื่องจากแพะบอร์เป็นสายพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่ ส่งผลให้น้ำหนักแรกเกิดของลูกแพะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ น้ำหนักแรกเกิดของแพะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับน้ำหนักหย่านม นั่นหมายความว่าลูกแพะที่มีน้ำหนักแรกเกิดมากก็มักจะมีย่านมสูงตามไปด้วย จากรายงานของปรัชญาและสรยุทธา (2549) พบว่าแพะลูกผสมระหว่างบอร์และแองโกล-นูเบียนมีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย 3.17 กิโลกรัม และน้ำหนักหย่านมที่อายุ 90 วันเฉลี่ย 14.87 กิโลกรัม เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดลอง พบว่าแพะที่ใช้ทดลองมีน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่า แต่กลับมีย่านมสูงกว่า ปัจจัยที่อาจมีผลต่อผลลัพธ์นี้คือการปล่อยให้แพะหากินตามธรรมชาติ ทำให้แม่แพะและลูกแพะสามารถเลือกบริโภคอาหารได้อย่างหลากหลาย อีกทั้งยังมีพืชอาหารสัตว์เพียงพอต่อความต้องการของแพะ สำหรับแพะลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองและแองโกลนูเบียน พบว่าน้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่ารายงานของสุรศักดิ์ และคณะ (2544) ซึ่งระบุว่าแพะลูกผสมพื้นเมือง-แองโกลนูเบียนมีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ย 2.1 กิโลกรัม และน้ำหนักหย่านมเฉลี่ย 8.5 กิโลกรัม สาเหตุที่น้ำหนักแรกเกิดต่ำอาจเป็นเพราะแพะที่ใช้ในการ

ทดลองถูกซื้อมาจากฟาร์มที่มีการผสมพันธุ์แบบเลือดชิดเป็นเวลานาน อย่างไรก็ตาม น้ำหนักหย่านมที่สูงกว่าอาจเกิดจากการที่แพะสามารถเลือกกินพืชอาหารสัตว์ได้อย่างอิสระและมีปริมาณอาหารเพียงพอ ข้อได้เปรียบของแพะพันธุ์พื้นเมืองคือช่วงระยะเวลาระหว่างการให้ลูกที่สั้นกว่า เนื่องจากแพะพื้นเมืองมีขนาดตัวเล็ก ทำให้สามารถขยายพันธุ์ได้เร็วกว่า ในขณะที่แพะลูกผสมบอร์-พื้นเมืองมีอัตราการให้กำเนิดลูกแฝดสูงกว่าแพะพันธุ์พื้นเมือง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความแตกต่างของขนาดระหว่างแม่พันธุ์พื้นเมืองและพ่อพันธุ์แองโกลนูเบียน โดยทั่วไป แพะเพศเมียพันธุ์พื้นเมืองที่มีอายุ 1 ปีจะมีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 12.8 กิโลกรัม ในขณะที่แพะแองโกลนูเบียนเพศผู้ที่โตเต็มวัยมีน้ำหนักเฉลี่ย 70 กิโลกรัม (วินัย, 2542) ส่งผลให้การผสมพันธุ์ทำได้ยากขึ้น เนื่องจากตัวเมียมีขนาดเล็ก ทำให้หาหลังรับน้ำหนักตัวของตัวผู้ได้ไม่มั่นคง อีกทั้งการสอดใส่ในระหว่างการผสมพันธุ์ก็ทำได้ยาก ส่งผลให้ความสำเร็จในการผสมพันธุ์ลดลง ในทางกลับกัน แพะลูกผสมบอร์-พื้นเมืองมีขนาดตัวที่ใกล้เคียงกับพ่อพันธุ์แองโกลนูเบียน ทำให้ไม่มีอุปสรรคในการป้อนยาเพื่อผสมพันธุ์ ส่งผลให้มีความสำเร็จในการผสมพันธุ์ในแต่ละรอบของการเป็นสัดสูงกว่า และเพิ่มโอกาสการให้กำเนิดลูกแฝด อย่างไรก็ตาม ในแง่ของความสมบูรณ์พันธุ์ของแพะทั้งสองสายพันธุ์ไม่น่ามีความแตกต่างกันมากนัก เนื่องจากแพะทุกตัวมีสภาพร่างกายที่สมบูรณ์เหมือนกัน อัตราการตายของลูกแพะพันธุ์พื้นเมืองตั้งแต่แรกเกิดจนถึงหย่านมสูงกว่าแพะลูกผสมบอร์-พื้นเมือง ซึ่งส่วนใหญ่มักเกิดจากปัญหาการจัดการ เนื่องจากความแตกต่างของขนาดตัวระหว่างแพะทั้งสองพันธุ์ การเลี้ยงให้อยู่รวมกันในคอกเดียวกันอาจทำให้แพะลูกผสมบอร์-พื้นเมือง ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า มักจะไล่ชนแพะพื้นเมืองที่ตัวเล็กกว่า ส่งผลให้ลูกแพะพื้นเมืองมีโอกาสถูกเหยียบ ได้รับบาดเจ็บ หรือเสียชีวิตมากกว่า ดังนั้น ควรมีการแบ่งคอกเลี้ยงแยกกันเพื่อลดความเสี่ยงดังกล่าว จากผลการศึกษา พบว่าแพะลูกผสมบอร์-พื้นเมืองมีสมรรถภาพการให้ผลผลิตที่ดีกว่าแพะพันธุ์พื้นเมือง อย่างไรก็ตาม สาเหตุการตายของลูกแพะไม่ได้เกิดจากการจัดการเพียงอย่างเดียว แต่อาจมีสาเหตุมาจากภาวะโภชนาการของแม่แพะด้วย หากแม่แพะได้รับอาหารไม่เพียงพอโดยเฉพาะในช่วงเดือนสุดท้ายก่อนคลอด อาจทำให้ลูกแพะมีน้ำหนักแรกเกิดต่ำ ซึ่งส่งผลให้มีอัตราการตายสูง เนื่องจากลูกแพะที่มีน้ำหนักแรกเกิดต่ำมักมีพลังงานสะสมในร่างกายน้อย ทำให้ร่างกายอ่อนแอ และยังไม่สามารถแย่งนมจากแม่ผู้เลี้ยงแพะที่แข็งแรงกว่าได้ ส่งผลให้ได้รับน้ำนมไม่เพียงพอ (สุรศักดิ์, 2545)

ปัญหาด้านสุขภาพของแพะที่พบได้บ่อย คือ โรคระบบทางเดินหายใจ เช่น อาการไอหรือจาม ดังนั้น หลังจากตอนแพะขึ้นคอกในช่วงเย็น ควรก่อไฟเพื่อให้ความอบอุ่น ซึ่งนอกจากจะช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคทางเดินหายใจแล้ว ควันท้องยังช่วยขับไล่แมลงและยุงที่อาจรบกวนแพะได้อีกด้วย นอกจากนี้ ปัญหาพยาธิในแพะยังถือเป็นอีกหนึ่งอุปสรรคสำคัญของการเลี้ยงแพะ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสุรพล และ ธีรญา (2547) สาเหตุที่ทำให้แพะที่เลี้ยงในภาคใต้ป่วยและตายที่สำคัญมาจากพยาธิภายใน ปอดอักเสบ เมลิออยโดซิส การติดเชื้อ ความอ่อนแอและการขาดอาหาร สุนัขกัด และอุบัติเหตุ จากผลการศึกษาของ Kaewnoi *et al.* (2025) พบว่าแพะในภาคใต้ของไทยมีการติดเชื้อพยาธิในลำไส้ในอัตราสูง โดยเฉพาะพยาธิที่สามารถติดต่อสู่คนได้ ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อเกษตรกร ผู้ดูแลฟาร์ม และผู้บริโภคหากไม่มีการจัดการที่เหมาะสมจึงควรมีการส่งเสริม การถ่ายพยาธิอย่างครอบคลุม (mass deworming) ด้วยยาถ่ายพยาธิที่เหมาะสม และมีการใช้ หลักปฏิบัติการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practices:GAP)โดยหน่วยงานรัฐควรมีบทบาทในการผลักดันเรื่องนี้ ผู้ที่มีโอกาสสัมผัสแพะควรปฏิบัติสุขอนามัยอย่างเคร่งครัด การจัดการฟาร์มควรใช้ระบบเลี้ยงแบบเข้มข้น (intensive system) ร่วมกับการหมุนเวียนแปลงหญ้าเลี้ยงสัตว์ เพื่อลดการปนเปื้อนไข่พยาธิในแหล่งเลี้ยง และควรหลีกเลี่ยงการใช้มูลแพะแบบสดใหม่เป็นปุ๋ย

ตารางที่ 1 สมรรถภาพการให้ผลผลิตของแพะที่เลี้ยงในสวนยางพารา

รายการ	พื้นเมือง	ลูกผสมบอร์-พื้นเมือง
น้ำหนักแรกเกิด (กก.)	1.88 (19) ¹	2.88 (17) ¹
ช่วงห่างการให้ลูก (วัน)	228.29 (7)	249.13 (7)
น้ำหนักหย่านม (90 วัน)	10.03 (14)	17.75 (17)
เปอร์เซ็นต์ลูกแฝด	11.11 (18)	30.77 (13)
เปอร์เซ็นต์การตายของลูกตั้งแต่แรกเกิด-หย่านม	26.32 (19)	0.00 (17)

หมายเหตุ ^{1/} ตัวเลขในวงเล็บหมายถึงจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.3 ต้นทุน และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงแพะในสวนยางพารา

ต้นทุนหลักในการเริ่มต้นเลี้ยงแพะมักอยู่ที่ค่าซื้อพันธุ์แพะ ซึ่งราคาจะขึ้นอยู่กับภาวะตลาดในช่วงเวลานั้น อาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความต้องการของตลาด ความนิยมของสายพันธุ์ และปริมาณแพะที่มีจำหน่ายในแต่ละพื้นที่ ในช่วงเวลาที่มีการทดลอง พบว่าราคาแพะในตลาดค่อนข้างต่ำ โดยราคาแพะเนื้อที่มีชีวิตในตลาดท้องถิ่นเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 100 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนการเริ่มต้นเลี้ยงแพะอยู่ในระดับที่ไม่สูงมากนัก นอกจากต้นทุนค่าพันธุ์แพะแล้ว อีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณาคือต้นทุนในการสร้างโรงเรือนสำหรับเลี้ยงแพะ โรงเรือนมีบทบาทสำคัญในการปกป้องแพะจากสภาพอากาศ เช่น ฝน ลม และแสงแดดที่รุนแรง รวมถึงช่วยลดความเสี่ยงจากโรคและศัตรูตามธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม เพื่อให้การลงทุนคุ้มค่า การออกแบบโรงเรือนจึงควรคำนึงถึงความคุ้มค่าเป็นหลัก โดยเลือกใช้โครงสร้างที่เรียบง่ายและประหยัดค่าใช้จ่าย หากสามารถใช้วัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น เช่น ไม้ไผ่ เศษไม้ หรือวัสดุเหลือใช้จากฟาร์ม ก็จะช่วยลดต้นทุนได้มากขึ้นอีก จากข้อมูลที่น่าสนใจในตารางที่ 2 พบว่า หากเริ่มต้นเลี้ยงแพะจำนวน 10 ตัว จะต้องใช้ต้นทุนรวมประมาณ 39,750 บาท ซึ่งรวมทั้งต้นทุนค่าพันธุ์แพะและค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมโรงเรือนและอุปกรณ์เบื้องต้น โดยอัตราต้นทุนนี้อาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อม เช่น แหล่งที่ซื้อพันธุ์แพะ วัสดุที่ใช้ในการสร้างโรงเรือน และระบบการจัดการฟาร์มของแต่ละพื้นที่ แม้ว่าการเลี้ยงแพะจะต้องมีต้นทุนเริ่มต้น แต่หากมีการวางแผนที่ดีและเลือกแนวทางที่เหมาะสม ก็สามารถลดต้นทุนและเพิ่มโอกาสสร้างผลกำไรได้ในระยะยาว

ตารางที่ 2 ต้นทุนเริ่มต้นในการเลี้ยงแพะ

รายการ	ต้นทุนในการเลี้ยงแพะ (บาท)
โรงเรือน	5,000
ค่าพันธุ์แพะ	25,800
พ่อพันธุ์แองโกลนูเบียน	4,800
แม่พันธุ์แพะพื้นเมือง (5 ตัวๆ ละ 1,000 บาท)	5,000
แม่พันธุ์แพะพันธุ์บอร์ (4 ตัวๆ ละ 4,000 บาท)	16,000
อุปกรณ์รั้วไฟฟ้า	2,350
ยา วัคซีน และเวชภัณฑ์ที่จำเป็นภายในฟาร์ม	1,000
อาหารชั้น	5,000
แร่ธาตุก้อน	600
รวม	39,750

3.4 ผลตอบแทนจากการเลี้ยงแพะ

โดยทั่วไปเกษตรกรจะเริ่มจำหน่ายแพะเมื่อลูกแพะมีอายุ 8 เดือนขึ้นไป เพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า จากข้อมูลการทดลอง พบว่าลูกแพะ พันธุ์ลูกผสมบอร์-พื้นเมือง x แองโกลนูเบียน ที่สามารถจำหน่ายได้ในปีที่ 2 มีรายละเอียดดังนี้: 1) แพะเพศผู้ อายุ 10 เดือน จำหน่ายได้ 6 ตัว แต่ละตัวมีน้ำหนักเฉลี่ย 26.5 กิโลกรัม ราคาขายกิโลกรัมละ 120 บาท รวมรายได้ 19,080 บาท 2) แพะเพศเมีย อายุ 8 เดือน จำหน่ายเป็นแม่พันธุ์ได้ 3 ตัว แต่ละตัวมีน้ำหนักเฉลี่ย 24.8 กิโลกรัม ราคาขายกิโลกรัมละ 150 บาท รวมรายได้ 11,160 บาท รวมรายได้จากแพะพันธุ์ลูกผสมบอร์-พื้นเมือง x แองโกลนูเบียน อยู่ที่ 30,240 บาท สำหรับแพะพันธุ์ลูกผสมพื้นเมือง x แองโกลนูเบียน ที่สามารถจำหน่ายในปีที่ 2 มีดังนี้: 1) แพะเพศผู้ อายุ 10 เดือน จำหน่ายได้ 2 ตัว แต่ละตัวมีน้ำหนักเฉลี่ย 16.4 กิโลกรัม ราคาขายกิโลกรัมละ 120 บาท รวมรายได้ 3,936 บาท ดังนั้น รายได้รวมจากการจำหน่ายแพะในปีที่ 2 คิดเป็น 34,176 บาท เมื่อหักค่าใช้จ่าย ค่าอาหารชั้น 5,000 บาท คงเหลือกำไรสุทธิ 29,176 บาท และในปีที่ 3 เกษตรกรยังสามารถจำหน่ายแพะที่เหลือ รวมถึงลูกแพะเพศเมียที่เกิดในปีที่ 2 ซึ่งจะสามารถผสมพันธุ์และเริ่มให้ลูกได้ จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การเลี้ยงแพะเป็นอาชีพเสริม สามารถสร้างรายได้ที่ดี และหากไม่คิดค่าเสื่อมของโรงเรือน ค่าเสียโอกาส ค่าแรงงาน ค่าน้ำ ค่าไฟ และค่าดอกเบี้ย เกษตรกรสามารถคืนทุนได้ภายใน ปีที่ 3 ของการเลี้ยง การศึกษาของ Sorabut et al. (2021) พบว่า การเลี้ยงแพะในสวนยางพาราและปาล์มน้ำมัน บนพื้นที่ 22 ไร่ โดยใช้แพะจำนวน 30 ตัว ให้ผลตอบแทนในรูปของ อัตรากำไรขั้นต้น

(Gross Margin) ที่สูงกว่าการเลี้ยงแพะร่วมกับการปลูกพืชชนิดอื่น ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า การเลี้ยงแพะในระบบดังกล่าวเป็นทางเลือกที่มีศักยภาพสำหรับเกษตรกร ทั้งในแง่ของผลตอบแทนทางเศรษฐกิจและการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า

นอกจากผลตอบแทนจากการจำหน่ายแพะแล้ว การเลี้ยงแพะในสวนยางพารายังช่วยลดต้นทุนด้านแรงงานและค่าใช้จ่ายในการกำจัดวัชพืช ซึ่งโดยทั่วไปค่าใช้จ่ายประมาณ 300-400 บาทต่อไร่ โดยแบ่งเป็นค่าจ้างตัดหญ้าประมาณ 300 บาทต่อไร่ และค่าจ้างพ่นยาฆ่าหญ้าอยู่ที่ประมาณ 350-400 บาทต่อไร่ ขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมีที่ใช้ ข้อมูลนี้สอดคล้องกับรายงานของ Tajuddin (1986) ที่ระบุว่า การเลี้ยงแพะในสวนยางพาราสามารถช่วยลดต้นทุนในการกำจัดวัชพืชได้ถึง 21 เปอร์เซ็นต์ Cena and Siladan (2016) ได้ศึกษาระบบการปลูกโกโก้ กาแฟ ในสวนยางพารา ร่วมกับการเลี้ยงแพะ ผลการศึกษาพบว่า ในระยะเวลา 3 ปี แพะจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 92.66 เปอร์เซ็นต์ และมีประชากรเพิ่มขึ้นจาก 10 ตัว เป็น 23 ตัว นอกจากช่วยลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดวัชพืชแล้ว การเลี้ยงแพะยังช่วยลดการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม โดยปกติสารเคมีกำจัดวัชพืชมักทิ้งสารตกค้างในดิน ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ เช่น ไล่เดือน แมลงที่เป็นตัวห้ำและตัวเบียน รวมถึงจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ นอกจากนี้ เมื่อฝนตกสารเคมีเหล่านี้อาจถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำและมนุษย์ที่ใช้น้ำจากแหล่งดังกล่าวทั้งในด้านอุปโภคและบริโภค อีกทั้ง ผู้ที่ทำหน้าที่ฉีดพ่นสารเคมียังเสี่ยงต่ออันตรายจากสารพิษ หากไม่มีอุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสม อีกหนึ่งผลประโยชน์ที่ได้ที่สำคัญจากการเลี้ยงแพะคือ มูลแพะ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปรับปรุงคุณภาพดินและส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นยางพารา ช่วยให้เกษตรกรประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ยเคมีได้เป็นอย่างดี โดยแพะ 1 ตัว สามารถถ่ายมูลได้ประมาณ 0.52-0.76 กิโลกรัมต่อวัน (ไชยวรรณ และคณะ, 2564) หากเกษตรกรมีปริมาณมูลแพะจำนวนมาก ยังสามารถนำไปจำหน่ายเป็นรายได้เสริมในราคากระสอบละ 40-50 บาท ซึ่งปัจจุบันมีความต้องการสูงและมักไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด

ดังนั้นการเลี้ยงแพะในสวนยางพารานอกจากจะมีประโยชน์ในด้านการควบคุมวัชพืช ลดต้นทุนด้านแรงงาน และช่วยปรับปรุงคุณภาพดินผ่านมูลแพะ ทำให้ระบบนิเวศของสวนยางมีความสมดุลมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การเลี้ยงแพะในสวนยางพาราจำเป็นต้องมีการวางแผนที่ดี ทั้งในด้านการจัดการอาหาร โรงเรือน และการดูแลสุขภาพสัตว์ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งต่อแพะและต้นยางพารา เป็นการใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ควบคู่ไปกับการรักษาคุณภาพของสวนยางพาราให้สามารถให้ผลผลิตได้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

4. สรุปผล

- 1) พืชอาหารสัตว์ที่พบในสวนยางพาราส่วนใหญ่เป็นพืชที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ หน่ออ้มเงา
- 2) ในการเลี้ยงแพะควรเลือกพันธุ์แพะที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูง หน่อสภาพแวดล้อม ซึ่งควรเลือกใช้พันธุ์ลูกผสม บอร์-พื้นเมือง หรือแองโกลนูเบียน-พื้นเมือง
- 3) การเลี้ยงแพะในสวนยางพาราจะเริ่มคืบคลานเมื่อเข้าสู่ปีที่ 3 ของการเลี้ยง
- 4) การเลี้ยงแพะในสวนยางพารานอกจากจะมีประโยชน์ในด้านการควบคุมวัชพืช ลดต้นทุนด้านแรงงาน และช่วยปรับปรุงคุณภาพดินผ่านมูลแพะ นอกจากนี้ยังลดการใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืช

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สำหรับการสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย ขอขอบคุณแผนกโคนมและสัตว์เศรษฐกิจอื่นๆ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ในการทดลอง ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือในการวิเคราะห์ทางเคมี

6. เอกสารอ้างอิง

เกียรติสุรักษ์ โภคสวัสดิ์, ศศิธร ถิ่นนคร, สมพล ไวยัญญา, โสระยา รัชดาภรณ์วานิช, เกียรติศักดิ์ กล้าเอม, วารุณี พานิชผล, เฉลียว ศรีชู และ จิระวัชร เข้มสวัสดิ์. (2546). *พืชอาหารสัตว์พื้นเมือง*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

- ไชยวรรณ วัฒนจันทร์, นฤมล พุกษา และ ประทุม มะลิเครือ. (2564). *คู่มือการเลี้ยงแพะฉบับเกษตรกร*. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
- ทัศนีย์ แก้วมรกฏ, จำเป็น อ่อนทอง และอัจฉรา เฟื่องหนู. (2556). *องค์ประกอบและการปลดปล่อยธาตุอาหารของหมอด่างมูลแพะและกระดูกโคเผาป่น*. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 8 : 1130-145.
- ปรัชญา สังวรกาญจน์ และ สรรพยา อินทจินดา. (2549). *สมรรถภาพการเจริญเติบโตของแพะพันธุ์แองโกลนูเบียน-บอร์ลูกผสมบอร์-แองโกลนูเบียน ลูกผสมบอร์-ชาเนน และลูกผสมบอร์-แองโกลนูเบียน-ชาเนน*. [online]. เข้าถึงจาก <https://dspace.tarr.arda.or.th/bitstream/handle/6622815955/6070/file.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- วินัย ประถมพิกาญจน์. (2542). *การผลิตแพะเนื้อและแพะนมในเขตร้อน*. นครศรีธรรมราช: ไทม์ ฟรินตัง.
- สมเกียรติ กิจรุ่งโรจน์, พิสุทธิ สุขเกษม, ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา และเกียรติศักดิ์ กล้าเอม. (2555). *ความสูงและความถี่ในการตัดที่มีต่อผลผลิต และส่วนประกอบทางเคมีของบุหงานราในชุดดินบ้านทอน*. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี 2555 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร. หน้า 73-85.
- สุรศักดิ์ คชภักดี. (2545). *ศักยภาพของแพะพันธุ์บัวในการใช้เป็นแพะเนื้อในประเทศไทยเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์แองโกลนูเบียน*. นิตยสารสัตว์เศรษฐกิจ.
- สุรศักดิ์ คชภักดี, สุพล ชลดำรงกุล, สมเกียรติ สายธนู, วันวิศาฯ งามผ่องใส, อภิชาติ หล่อเพชร, วินัย ประถมกาญจน์ และ เสาวนิต คูประเสริฐ. (2544). *น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักหย่านมและอัตราการเจริญเติบโตก่อนหย่านมของแพะพื้นเมืองไทยและลูกผสมพื้นเมือง-แองโกลนูเบียน*. [online]. เข้าถึงจาก <http://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/5391/6/ch1.pdf>.
- สุพล ชลดำรงกุล และธัญญา สุขย์อัย. (2547). *รายงานผลการวิจัยเรื่อง การศึกษาวิเคราะห์ปัญหาทางด้านสุขภาพ สาเหตุอัตราการป่วยและอัตราการตายของแพะที่เลี้ยงในชนบทภาคใต้*. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2568). *ยางพารา*. [online]. เข้าถึงจาก <https://www.oae.go.th/view/1/ยางพารา/TH-TH> : 2568.
- Cena, R. L., and Siladan, M. U. (2016). *Performance of rubber under sustainable farming system model (cocoa, coffee and goat intercrop)*. CRRI & IRRDB International Rubber Conference, Siem Reap, Cambodia.
- Kaewnoi, D., Kaewmanee, S., Wiriaprom, R., Prachantasena, S., Pitaksakulrat, O., and Ngasaman, R. (2024). *Prevalence of zoonotic intestinal parasites in meat goats in Southern Thailand*. Vector Borne and Zoonotic Disease. [online]. เข้าถึงจาก <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/vbz.2023.0046>
- Tajuddin, S. (1986). Integration of animal in rubber plantation. *Agroforestry System*, 4: 55-66.
- Sorabut, T., Jongrungrot, V., and Chunjula, P. 2021. Simulation modeling of raising meat goat farming system: Case study of farm in Stun, Thailand. *PSAKU International Journal of Interdisciplinary Research*, 10: 1-11.

อิทธิพลของปุ๋ยหมักผักตบชวา-ถ่านชีวภาพมูลแพะต่อกิจกรรมเอนไซม์ในดิน ที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและผลผลิตกระเจี๊ยบเขียว

Effect of Water Hyacinth-Goat Manure Biochar Compost on Soil Enzyme Activity Related to Green Okra Growth and Yield

ชาชิต กมลมานิต¹ ณัฐกิตติยา ไพบูลย์² และ อัจฉรวาดิ เครือภักดี^{3*}

Chasit Kamolmanit¹ Natthakittiya Paiboon² and Ajcharawadee Kruapakdee^{3*}

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

¹ Associate Prof., Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University

²สาขาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

² Applied Biology major, Faculty of Science and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan

³คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

³ Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus Surin Province

* E-mail: bhanudacha@yahoo.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยหมักผักตบชวา-ถ่านชีวภาพมูลแพะ (WH-GMBC) ที่ส่งผลต่อกิจกรรมเอนไซม์ในดิน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียว ประกอบด้วย 4 กรรมวิธีทดลอง ดังนี้ 1) ควบคุม (Control); 2) ดิน+ปุ๋ยเคมี (soil+CF); 3) ดิน+ถ่านชีวภาพมูลแพะ (soil+GMB); และ 4) ดิน+ปุ๋ยหมักผักตบชวา-ถ่านชีวภาพมูลแพะ (soil+WH-GMBC) วางแผนการทดลองแบบ RCBD กรรมวิธีละ 20 ซ้ำ ผลการวิจัยพบว่ากรรมวิธี soil+CF ส่งผลให้กระเจี๊ยบเขียวมีความสูงยอดสูงสุดเท่ากับ 30.9 cm ($P<0.001$) ขณะที่กรรมวิธี soil+WH-GMBC ส่งผลให้จำนวนใบมีค่าสูงสุดเท่ากับ 7 ใบ ($P<0.001$) พื้นที่ใบในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยหมักส่งผลไม่แตกต่างทางสถิติมีค่าระหว่าง 40.8-45.1 cm² การใส่ปุ๋ยหมักผักตบชวา-ถ่านชีวภาพมูลแพะส่งผลให้จำนวนฝักกระเจี๊ยบเขียวมีค่าเท่ากับ 3.4 ฝัก สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี (2.93 ฝัก) แต่คุณลักษณะของฝักมีขนาดสั้น (13.07 cm) เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยเคมี (15.07 cm) กิจกรรมของบีตา-กลูโคซิเดสมีค่าสูงสุดในกรรมวิธี soil+WH-GMBC ตามด้วยกรรมวิธี soil+GMB และกรรมวิธี soil+WH-GMBC มีค่าเท่ากับ 41.69 25.37 และ 13.8 $\mu\text{g p-nitrophenol/g soil DW/h}$ ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ (r) แสดงความสัมพันธ์ในทางบวกระหว่างกิจกรรมบีตา-กลูโคซิเดสกับจำนวนใบทั้งในระยะ 7 วันหลังย้ายปลูก ($r=0.6083$, $P<0.001$) และช่วงหลังเก็บฝัก ($r=0.6229$, $P<0.001$) และพบความสัมพันธ์ในทางบวกระหว่างกิจกรรมของเอนไซม์กับจำนวนฝักในช่วงท้ายการเก็บผลผลิต ($r=0.5327$, $P<0.001$) การตรวจวัดกิจกรรมบีตา-กลูโคซิเดสในดินสามารถบ่งชี้ระดับสารประกอบคาร์บอนอินทรีย์ที่เข้าสู่ดินได้และช่วยประเมินระยะเวลาการปลดปล่อยธาตุอาหารที่สัมพันธ์กับการดูแลใช้ของกระเจี๊ยบเขียวได้

คำสำคัญ: ปุ๋ยหมัก, ผักตบชวา, ถ่านชีวภาพมูลแพะ, กระเจี๊ยบเขียว, กิจกรรมบีตา-กลูโคซิเดส

Abstract

This study investigated the influence of a water hyacinth-goat manure biochar compost on enzyme activity in the soil related to the growth and yield of Green Okra. The experiment consists of four experimental treatments as follows: 1) control (soil with no addition; control); 2) soil + chemical fertilizer (CF); 3) soil + goat manure biochar (GMB); and 4) soil + water hyacinth-goat manure biochar compost (WH-GMBC). The experiment used a RCBD with 20 replications for each treatment. Results indicated that the soil CF treatment resulted in the highest average shoot height of Green Okra at 30.9 cm ($P < 0.001$), while the soil WH-GMBC treatment resulted in the highest average number of leaves at 7 leaves ($P < 0.001$). The leaf areas under chemical fertilizer and compost treatments were not significantly different, with values ranging from 40.8 to 45.1 cm². The application of water hyacinth-goat manure biochar compost resulted in a number of okra pods of 3.4 pods, higher than the application of chemical fertilizer (2.93 pods), but the pods were shorter (13.07 cm) than the chemical fertilizer treatment (15.07 cm). The B-glucosidase activity was highest in the soil+WH-GMBC treatment, followed by the soil+GMB and the soil+CF treatments with a value of 41.69, 25.37, and 13.8 µg p-nitrophenol/g soil DW/h, respectively. A positive correlation (r) was observed between B-glucosidase activity and leaf number both at 7 days post-transplanting ($r=0.6083$, $P < 0.001$) and after pod harvest ($r=0.6229$, $P < 0.001$), and a positive relationship between enzyme activity and pod number at the end of harvest ($r=0.5327$, $P < 0.001$). In addition to indicating the level of organic carbon compounds entering the soil, measurement of B-glucosidase activity in the soil also helps in estimating the release time of nutrients in relation to the uptake of Green Okra.

Keywords: Compost, Water Hyacinth, Goat Manure Biochar, Green Okra, B-glucosidase Activity

1. บทนำ

ดินส่วนใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินปนกรวด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารพืชต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) ส่งผลให้การเพาะปลูกพืชต้องพึ่งพาการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณมาก ดินที่มีสัดส่วนอนุภาคทรายหรือทรายแป้งสูงจะมีศักยภาพในการกักเก็บธาตุอาหารพืชต่ำ ทำให้ปุ๋ยส่วนเกินถูกชะล้างและสูญเสียไปโดยไม่จำเป็น วัสดุอินทรีย์หลากหลายชนิด ได้แก่ เศษซากพืช (Song, Yu, Li, & Du, 2023) มูลสัตว์ (Chen et al., 2022) ปุ๋ยหมัก (Ho et al., 2022) และถ่านชีวภาพ (Joseph et al., 2021) มีศักยภาพเพิ่มธาตุอาหารพืชและคาร์บอนอินทรีย์ การใช้อ่านชีวภาพเพื่อปรับปรุงดินและเพิ่มผลผลิตพืชได้มีการศึกษาและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Butnan, Deenik, Toomsan, Antal, & Vityakon, 2015; Shetty & Prakash, 2020) หลายงานวิจัยนำถ่านชีวภาพมาใช้ผลิตปุ๋ยหมักเนื่องจากมีศักยภาพลดการสูญเสียไนโตรเจนระหว่างการย่อยสลาย กระตุ้นการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์และส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ (Sanchez-Monedero, Cayuela, Roig, Jindo, Mondini, & Bolan, 2018; Vandecasteele, Sinicco, D'Hose, Vanden Nest, & Mondini, 2016; Zhang, Chen, Sun, Zhou, & Zou, 2016) ผักตบชวาเป็นพืชน้ำที่ได้รับความสนใจนำมาใช้เป็นวัสดุตั้งต้นสำหรับผลิตปุ๋ยหมักเนื่องจากมีองค์ประกอบของเอมิเซลลูโลสประมาณ 30% และเซลลูโลสประมาณ 20% (Rathod et al., 2018; Varanasi et al., 2017) อีกทั้งสามารถหาได้ง่ายเนื่องจากเจริญเติบโตเร็วและพบได้ทุกภาคของประเทศไทย (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5, 2554) ทำให้เหมาะสมสำหรับนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตปุ๋ยหมักและยังเป็นแนวทางที่ดีในการเพิ่มธาตุอาหารพืชหลายชนิด (Fan et al., 2015; Goswami et al., 2017) การใช้อ่านชีวภาพจากมูลสัตว์เป็นส่วนผสมในปุ๋ยหมักเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารเนื่องจากมีรายงานว่าถ่านชีวภาพมูลสัตว์มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูงกว่ามูลสด (ภาณุเดชา กมลมานิย์ และพลกษา หล้าวงษา, 2564) อย่างไรก็ตามข้อมูลการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยหมักถ่านชีวภาพมูลสัตว์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชที่สัมพันธ์กับการทำงานของจุลินทรีย์ดินยังมีจำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเข้าใจบทบาทของเอนไซม์ในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์และปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชที่ปลูก เอนไซม์บีตา-กลูโคซิเดส (B-glucosidase) เป็นเอนไซม์สำคัญในวัฏจักรคาร์บอนและเกี่ยวข้องกับการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ในดิน การวัดกิจกรรมของเอนไซม์นี้บ่งชี้การหมุนเวียนคาร์บอนได้ดีกว่าเอนไซม์อื่นในกลุ่มเดียวกัน (Gil-Sotres, Trasar-Cepada, Leiros, & Seoane, 2005) กิจกรรมของบีตา-กลูโคซิเดสจะช่วยให้เข้าใจกลไกการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ใส่ลงในดินได้ลึกซึ้งขึ้น รูปแบบการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเอนไซม์อาจใช้การประเมินช่วงเวลาการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชที่สัมพันธ์กับการดูดใช้และนำไปสู่การเลือกใช้วัสดุอินทรีย์ที่เหมาะสม กระเจียบเขียวเป็นพืชผักเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยในปี 2565 มีปริมาณการผลิต 5,377 ตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2568) พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่อยู่ในภาคกลางซึ่งเป็นดินร่วนเหนียวที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง (กรมวิชาการเกษตร, 2565) การปลูกกระเจียบเขียวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เป็นดินเนื้อทรายจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงดินเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ การใช้วัสดุอินทรีย์ทดแทน เช่น ปุ๋ยหมักถ่านชีวภาพมูลสัตว์ ไม่เพียงแต่ช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมี แต่ยังส่งเสริมการเพิ่มขึ้นของอินทรีย์วัตถุในดินซึ่งส่งผลดีต่อความอุดมสมบูรณ์ในระยะยาว ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยหมักผักตบชวา-ถ่านชีวภาพมูลแพะต่อกิจกรรมของเอนไซม์บีตา-กลูโคซิเดสในดินที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระเจียบเขียว

1.1 วัตถุประสงค์งานวิจัย

เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยหมักผักตบชวา-ถ่านชีวภาพมูลแพะ (WH-GMBC) ที่ส่งผลต่อกิจกรรมเอนไซม์ในดิน

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การเตรียมหน่วยทดลอง

มูลแพะที่ใช้ศึกษาได้จากศูนย์ฝึกอบรมและวิจัยทางการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ฟาร์มเลี้ยงโดยวิธีปล่อยตามธรรมชาติ ผลิตถ่านชีวภาพมูลแพะโดยไพโรไลซิสด้วยเตาประดิษฐ์จากเหล็กผสมขนาดปริมาตร 200 ลิตร ภายในเตาบรรจุปุ๋ยขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 0.25m x 0.25m x 0.35m ได้ 2 ปี๊บต่อการอบการผลิต ใช้แหล่งเชื้อเพลิงจากไม้ยูคาลิปตัส อุณหภูมิเฉลี่ยในการไพโรไลซิส $\approx 335^{\circ}\text{C}$ ผักตบชวาได้จากแหล่งน้ำลำสะเทตเขตพื้นที่ อ.ประทาย จ.นครราชสีมา พิกัด $14^{\circ} 51' 18'' \text{ N } 102^{\circ} 04' 22'' \text{ E}$ และลำมูลเขตพื้นที่ อ.พิมาย จ.นครราชสีมา พิกัด $15^{\circ} 13' 31'' \text{ N } 102^{\circ} 29' 39'' \text{ E}$ เตรียมปุ๋ยหมักโดยผสมผักตบชวาทั้งต้น มูลแพะ

และถ่านชีวภาพมูลแพะให้ได้ค่า C/N ratio เริ่มต้นเท่ากับ 30 : 1 เดิมจุลินทรีย์เชื้อเร่งของกรมพัฒนาที่ดินอัตรา 100 g/t จำนวนอัตราการใช้วัตถุดิบบนฐานเปอร์เซ็นต์คาร์บอนอินทรีย์ที่ออกซิไดซ์ได้ (oxidizable organic C) ไนโตรเจนทั้งหมดและความชื้นโดยโปรแกรมคำนวณออนไลน์ (Cornell Waste Management Institute, 1996) คิดเป็นปริมาณการใช้ผักตบชวา มูลแพะ และถ่านชีวภาพมูลแพะเท่ากับ 10 20 และ 10 kg ตามลำดับ พิจารณาความสมบูรณ์การย่อยสลายหลังการหมักจากตัวชี้วัดอุณหภูมิ ความชื้น ค่า C/N ratio และค่าวิเคราะห์ธาตุอาหาร กรรณวิธีใส่ปุ๋ยเคมี (N : P : K = 15 : 15 : 15) ในอัตรา 50 kg/rai (อัญญา และวรรณพร, 2562) โดยแบ่งใส่สองครั้ง กรรณวิธีใส่ถ่านชีวภาพมูลแพะและปุ๋ยหมักผักตบชวา-ถ่านชีวภาพมูลแพะใส่ในอัตรา 10 t/rai (ภาณุเดชา และพุกษา, 2564) คิดเป็นอัตราการใส่วัสดุอินทรีย์ 0.88% ของน้ำหนักดินแห้ง (Dry Weight) สมบัติบางประการของวัสดุอินทรีย์แสดงใน Table 1 เก็บตัวอย่างดินโดยวิธีสุ่มอย่างง่ายด้วย auger ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 cm ความหนาแน่นดินที่ระดับความลึก 0-20 cm เท่ากับ 1.58 g/cm³ วิเคราะห์เนื้อดินโดยวิธี Pipette method เป็นดินร่วนปนทราย องค์ประกอบอนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียวเท่ากับ 71.1 12.6 และ 16.3% ตามลำดับ ค่า pH ของดิน (soil : water = 1 : 2.5) เท่ากับ 5.8 คาร์บอนอินทรีย์ในดิน (soil organic carbon, SOC) เท่ากับ 2.7 g/kg เทียบเท่าอินทรีย์วัตถุ 0.48% ไนโตรเจนทั้งหมด 0.15 g/kg ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่สกัดได้เท่ากับ 5.7 และ 15 mg/kg ตามลำดับ ค่า C/N ratio ของดินเท่ากับ 18 : 1 ร่อนดินและวัสดุอินทรีย์ผ่านตะแกรงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 mm ก่อนการใช้ทดลองในสภาพโรงเรือน

2.2 การศึกษาในสภาพโรงเรือน

เตรียมดินในแต่ละกรรณวิธีทดลองโดยผสมคลุกเคล้าวัสดุกับดินให้ทั่วในกระถางขนาดความสูง x เส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 15 x 15 cm บรรจุดิน 2,000 g (Dry Weight) กระทั่งดินในภาชนะให้มีความสูงจากฐาน 10 cm เพื่อให้ดินมีความหนาแน่นเท่ากับสภาพพื้นที่จริง (1.58 g/cm³) สำหรับกรรณวิธีปุ๋ยเคมีทำการแบ่งใส่ครั้งที่สองเมื่อกระเจียวเขียวเริ่มแตกตาดอก ทำการเพาะเมล็ดกระเจียวเขียว (*Green Okra*) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Abelmoschus esculentus* สายพันธุ์ทางการค้า ชนิดผักสีเขียวลักษณะห้าเหลี่ยม คัดกล้าเมื่อมีอายุ 14 วัน ย้ายลงกระถางและนับเป็นวันแรกหลังย้ายกล้า (day after transplanting) เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์บีตา-กลูโคซิเดสในวันที่ 7 หลังย้ายปลูก กรรณวิธีทดลองประกอบด้วย 1) ควบคุม (soil with no addition; control) 2) ดิน + ปุ๋ยเคมี (soil + chemical fertilizer, CF) 3) ดิน + ถ่านชีวภาพมูลแพะ (soil + goat manure biochar; GMB) และ 4) ดิน + ปุ๋ยหมักผักตบชวา-ถ่านชีวภาพมูลแพะ (soil + WH-GMBC) แต่ละกรรณวิธีมี 20 กระถาง คิดเป็นจำนวนทั้งหมด 80 หน่วยทดลอง รดน้ำหน่วยทดลองด้วยน้ำกรองวันละ 2 ครั้ง ครั้งละ 350-500 ml จัดหน่วยทดลองตามแผนการทดลองแบบ randomized complete block design RCBD ภายในโรงเรือนแบบเปิดมีหลังคา อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 33.5 °C และ 79.5% ตามลำดับ จัดวางหน่วยทดลองภายใน Block แบบสุ่มทุก 15 วัน วัดการเจริญเติบโตทางต้นของกระเจียวเขียว ได้แก่ ความสูงยอด จำนวนใบ วันที่เริ่มติดดอก (นับรวมเวลาก่อนย้ายปลูก) และพื้นที่ใบ จำนวนโดยโปรแกรม Leafscan, version 1.3.21 วัดผลผลิต ดังนี้ ความยาวฝักโดยใช้สายวัดแนบตามความโค้งของฝัก ความกว้างฝักโดยเวอร์เนียร์ (Mitutoyo, Japan) น้ำหนักฝักสด จำนวนฝักต่อต้น และจำนวนเมล็ดต่อฝัก

2.3 การวิเคราะห์ดินและวัสดุอินทรีย์

วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมัก ดังนี้ ค่า pH โดย pH meter (วัสดุ : น้ำ อัตราส่วน 1 : 10) คาร์บอนอินทรีย์ที่ออกซิไดซ์ได้ด้วยไดโครเมตโดยวิธี Wet digestion (Walkley & Black, 1947) ค่าวิเคราะห์โดยประมาณ (Proximate analysis) ของปุ๋ยหมักตามวิธีมาตรฐาน ASTM 1762-84 (American Standard of Testing Material, 1990) ดังนี้ อบวัสดุที่อุณหภูมิ 105 °C กระทั่งน้ำหนักคงที่ วิเคราะห์ปริมาณสารระเหย (Volatile matter) โดยเผาที่อุณหภูมิ 950 °C เป็นเวลา 6 นาที วิเคราะห์ปริมาณเถ้า (Ash) โดยเผาที่อุณหภูมิ 750 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ และคำนวณปริมาณคาร์บอนคงตัว (fixed C) วิเคราะห์ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง ดังนี้ Total N โดยวิธี Micro Kjeldahl (Alef & Nannipieri, 1995) เตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ total P total K Ca Mg และ S โดยย่อยตัวอย่างด้วยกรดไนตริกและเปอร์คลอริก สำหรับ Total P พัฒนาสีด้วยสารละลาย Vanadomolybdate วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 nm (Olsen & Sommers, 1982) วัดปริมาณ K Ca และ Mg โดยใช้ Atomic absorption spectrophotometer (Thomas, 1982) วิเคราะห์ปริมาณซัลเฟตโดยวิธีวัดความขุ่น turbidity (Jones, 2001) วัดกิจกรรมของบีตา-

กลูโคซิเดสโดยบ่มดินกับสารละลาย *p*-nitrophenyl-B-D-glucoside เข้มข้น 25 mm ที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 400 nm (Alef & Nannipieri, 1995) รายงานผลวิเคราะห์หมีหน่วยเป็น $\mu\text{g } p\text{-nitrophenol/g soil DW/h}$

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีเป็นรายคู่ด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) วิเคราะห์ค่า standard error of the difference (SED) และ standard error of the mean (SEM) โดยใช้โปรแกรม Statistix, version 8.0

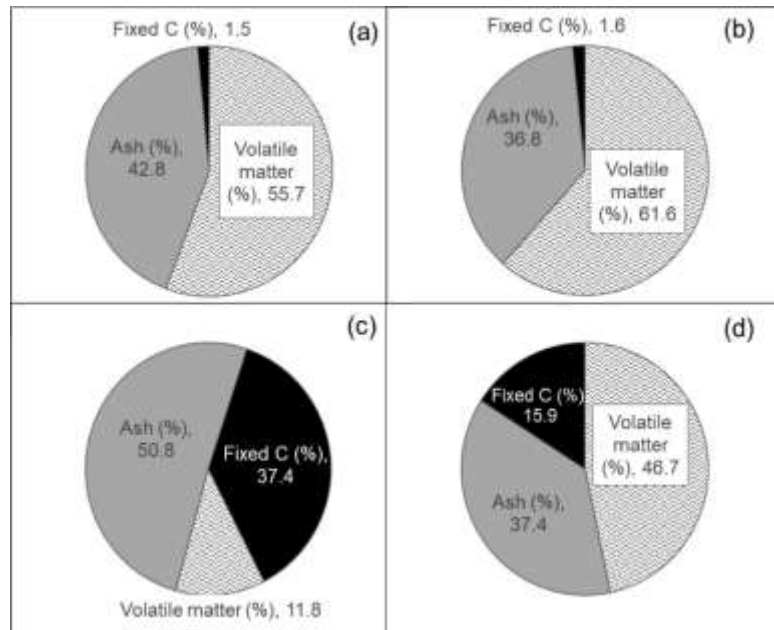
3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 สมบัติบางประการของวัสดุอินทรีย์

ผลการวิเคราะห์สมบัติพื้นฐานของวัสดุอินทรีย์พบว่าผักตบชวามีสารระเหยสูงเท่ากับ 55.7% ขณะที่มูลแพะมีสารระเหยต่ำกว่าประมาณ 6% โดยปริมาณเถ้าของผักตบชวาและมูลแพะมีค่าใกล้เคียงกัน (1.5-1.6%) (ภาพที่ 1a, 1b) ในขณะที่ถ่านชีวภาพมูลแพะมีปริมาณคาร์บอนคงตัวเท่ากับ 37.4% และปริมาณเถ้า 50.8% ในทางตรงกันข้ามปุ๋ยหมักที่ผลิตจากผักตบชวาและถ่านชีวภาพมูลแพะมีปริมาณคาร์บอนคงตัวและเถ้าลดลงเหลือ 15.9% และ 37.4% ตามลำดับ (ภาพที่ 1c, 1d) บ่งชี้ว่าปริมาณสารระเหยที่สูงในปุ๋ยหมักเมื่อเทียบกับถ่านชีวภาพมีสาเหตุจากวัตถุดิบตั้งต้นที่ใช้ผลิต ถ่านชีวภาพมูลแพะมีค่า pH เท่ากับ 8.71 เป็นผลจากปริมาณเถ้าที่สูง 50.8% (ภาพที่ 1c) การผลิตปุ๋ยหมักส่งผลให้ค่า pH ลดลงเท่ากับ 7.54 และไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 1.6% เมื่อเทียบกับถ่านชีวภาพมูลแพะ (1.13%) อย่างไรก็ตามการผลิตปุ๋ยหมักส่งผลให้คาร์บอนอินทรีย์ลดลงเท่ากับ 29.9% เมื่อเทียบกับผักตบชวาที่ไม่ผ่านการหมัก (35.89%) และถ่านชีวภาพมูลแพะ (49.69%) (ตารางที่ 1) การผลิตปุ๋ยหมักยังส่งผลให้ธาตุอาหารพืชบางชนิดเพิ่มสูงขึ้น ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้น 41.6% แมกนีเซียมเพิ่มขึ้น 7.1% และกำมะถันเพิ่มขึ้น 196% ในทางตรงกันข้ามพบว่าฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียมมีค่าลดลง -29.8% -69% และ 28.9% ตามลำดับ

3.2 การเจริญเติบโตและผลผลิตกระเจียบเขียว

กรรมวิธี Soil + CF ส่งผลให้กระเจียบเขียวมีความสูงเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 30.9 cm ($P < 0.001$) ขณะที่กรรมวิธี Soil + WH-GMBC ให้จำนวนใบเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 7 ใบ ($P < 0.001$) อย่างไรก็ตามพื้นที่ใบภายใต้กรรมวิธี Soil + CF และ Soil + WH-GMBC ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 40.8-45.1 cm^2 ระยะเวลาการออกดอกครั้งแรก (รวมระยะเวลาก่อนย้ายปลูก) ของกระเจียบเขียวภายใต้กรรมวิธี Soil + CF, Soil + GMB และ Soil + WH-GMBC มีค่าระหว่าง 33.2-33.6 วัน โดยไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างสามกรรมวิธี ขณะที่กรรมวิธีควบคุมพบว่าออกดอกเร็วที่สุด คือ 32.3 วัน การออกดอกที่เร็วในกรรมวิธีควบคุมบ่งชี้ความไม่สมดุลของธาตุอาหารในดิน โดย Achieng, Ouma, Odhiambo, & Muyekho (2010) รายงานว่าการออกดอกของกระเจียบเขียวขึ้นอยู่กับความสมดุลของธาตุอาหาร ซึ่งในการทดลองนี้กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุอินทรีย์มีการเติมธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการพัฒนาของดอกและผล ยกเว้นกรรมวิธีควบคุมที่มีระดับธาตุอาหารต่ำ กรรมวิธีควบคุมยังส่งผลให้การเจริญเติบโตทางต้นในทุกตัวชี้วัดมีค่าต่ำที่สุด (ตารางที่ 2) ในด้านผลผลิตพบว่ากรรมวิธี Soil + CF ให้ผลผลิตสูงสุดในเกือบทุกตัวชี้วัด ได้แก่ ความยาวฝัก (15.07 cm) ความกว้างฝัก (2.58 cm) น้ำหนักฝัก (0.93 g) และจำนวนเมล็ดต่อฝัก (61.33 seed per pod) ($P < 0.001$) ยกเว้นจำนวนฝักต่อต้นที่มีค่าสูงสุดในกรรมวิธี Soil + WH-GMBC (3.40 pod per plant, $P < 0.001$) การทดลองชี้ให้เห็นว่าการเจริญเติบโตและผลผลิตกระเจียบเขียวต้องการธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยเคมีเป็นหลัก โดยเฉพาะหากปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ สอดคล้องกับรายงานของกรมพัฒนาที่ดิน (2548) ที่ระบุว่า การปลูกพืชในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยจำเป็นต้องมีการจัดการดินร่วมกับการเพิ่มอินทรีย์วัตถุเพื่อปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินและใช้ปุ๋ยเคมีอย่างเหมาะสม (ตารางที่ 3)



ภาพที่ 1 shows the proportions of biochar volatile matter, ash, and fixed C as a percentage of Dry Weight in water hyacinth (a), goat manure (b), goat manure biochar (c), and water hyacinth-goat manure biochar compost (d).

ตารางที่ 1 Some physicochemical properties of raw materials for composting

Parameters	Water hyacinth (WH)	Goat manure (GM)	Goat manure biochar (GMB)	Water hyacinth-Goat manure biochar compost (WH-GMBC)
pH (material: H ₂ O) = 1: 10)	6.76 ± 0.08	8.16 ± 0.03	8.71 ± 0.08	7.54 ± 0.04
Moisture content (% w/w)	18.92 ± 0.85	12.98 ± 1.75	5.25 ± 0.10	15.5 ± 0.15
Oxidizable organic C (%)	35.89 ± 0.07	29.52 ± 0.26	49.69 ± 0.73	29.9 ± 0.12
Total nitrogen (%)	0.99 ± 0.01	1.34 ± 0.06	1.13 ± 0.06	1.60 ± 0.01
Total phosphorus (%)	0.25 ± 0.02	0.66 ± 0.04	1.21 ± 0.06	0.85 ± 0.06
Total potassium (%)	0.22 ± 0.03	2.47 ± 0.05	3.39 ± 0.11	1.05 ± 0.04
Calcium (mg/kg)	1.28 ± 0.06	1.45 ± 0.07	1.59 ± 0.04	1.13 ± 0.03
Magnesium (mg/kg)	1.15 ± 0.05	0.99 ± 0.01	0.85 ± 0.01	0.91 ± 0.02
Sulfur (mg/kg)	9.90 ± 0.02	1.51 ± 0.01	1.25 ± 0.02	3.70 ± 0.02
C/N ratio	36.25	22.03	43.97	18.69

Error (±) represent the standard error of the three means measurement. ND: not determined.

ตารางที่ 2 Influence of chemical and organic amendments on vegetative growth of Green Okra

Treatment	Parameters			
	Shoot height ^s (cm)	Number of leaves ^s	Leave area ^s (cm ²)	Days to flower ^y
Control (no addition)	19.2 d	5.1 c	26.0 c	32.3 b
Soil + CF	30.9 a	6.2 b	45.1 a	33.6 a
Soil + GMB	23.5 c	6.1 b	34.5 b	33.2 a
Soil + WH-GMBC	28.5 b	7.0 a	40.8 a	33.6 a
P	***	***	***	***
SED	0.68	0.24	2.26	0.32
CV	7.3	10.9	16.9	2.6

CF: chemical fertilizer; GMB: goat manure biochar; WH-GMBC: water hyacinth-goat manure biochar compost.

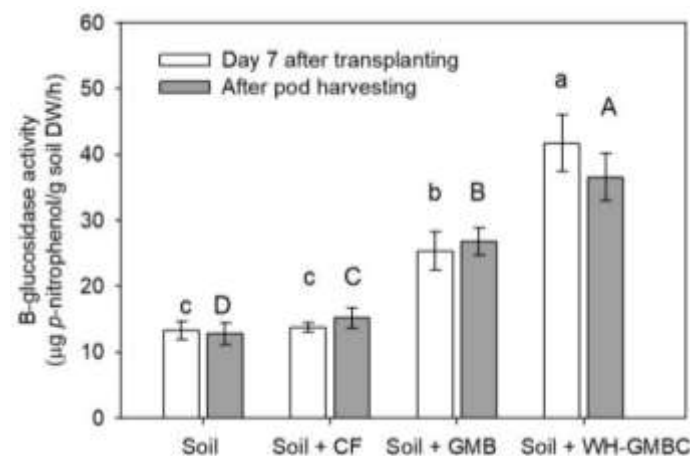
| P |: probability. SED: standard error of the differences. [§]measurements were taken at the first flowering. * measurements were taken after transplanting. ***Significant at the 0.001 probability level. Mean within a column followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ (LSD).

ตารางที่ 3 Influence of chemical and organic amendments on yield of Green Okra

Treatment	Parameters				
	Pod length	Pod width	Pod weight	Pod per plant	Seed per pod
	cm		(g)	Number	
Control (no addition)	11.75 c	1.85 b	0.65 c	2.20 c	48.27 c
Soil + CF	15.07 a	2.58 a	0.93 a	2.93 b	61.33 a
Soil + GMB	13.43 c	2.51 a	0.80 b	2.93 b	55.80 b
Soil + WH-GMBC	13.07 b	2.45 a	0.89 a	3.40 a	60.60 a
P	***	***	***	***	***
SED	0.22	0.07	0.05	0.22	0.96
CV	4.39	7.87	15.36	21.15	4.64

CF: chemical fertilizer; GMB: goat manure biochar; WH-GMBC: water hyacinth-goat manure biochar compost.

| P |: probability. SED: standard error of the differences. *** Significant at the 0.001 probability level. Mean within a column followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ (LSD).



ภาพที่ 2 B-glucosidase activity in soil treated with fertilizer and organic amendments before transplanting (white bars) and after harvesting (gray bars). CF: chemical fertilizer, GMB: goat manure biochar, WH-GMBC: water hyacinth-goat manure biochar compost. Vertical error bars indicate standard error of the mean.

Different letters above bars within the same day indicate significant differences ($P < 0.05$, LSD).

ตารางที่ 4 Correlation coefficients relating soil enzyme activities and plant parameters

Enzyme in soil	Day	plant parameters	
		Number of leaves	Number of Pod
B-glucosidase activity	Day 7 after transplanting	0.6083***	nd
	After pod harvesting	0.6229***	0.5327***

LSD test at significance levels: $P < .001$. nd: not determined.

3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างเอนไซม์ในดินกับการเจริญเติบโตและผลผลิตกระเจียบเขียว

กรรมวิธี Soil + WH-GMBC มีกิจกรรมเอนไซม์บีตา-กลูโคซิเดสสูงสุด ($41.69 \mu\text{g } p\text{-nitrophenol/g soil DW/h}$) รองลงมา คือ Soil + GMB ($25.37 \mu\text{g } p\text{-nitrophenol/g soil DW/h}$) และ Soil + CF ($13.8 \mu\text{g } p\text{-nitrophenol/g soil DW/h}$) ($P \leq 0.05$) ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีกิจกรรมเอนไซม์ต่ำสุด ($13.3 \mu\text{g } p\text{-nitrophenol/g soil DW/h}$) การเพิ่มขึ้นของกิจกรรมบีตา-กลูโคซิเดสในดินสัมพันธ์กับการเติมวัสดุอินทรีย์ที่เป็นแหล่งคาร์บอนสูง สอดคล้องกับรายงานของ Allison & Jastraw (2006) ที่ระบุว่ากิจกรรมของเอนไซม์นี้สูงสุดในส่วนของอินทรีย์วัตถุ ($1.5 \mu\text{mol } p\text{-nitrophenol/g fraction/h}$) เมื่อเทียบกับดินควบคุม ($0.6 \mu\text{mol } p\text{-nitrophenol/g fraction/h}$) การปรับปรุงองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุอินทรีย์โดยทำปุ๋ยหมักเป็นการเพิ่มความสามารถของดินในการคงอินทรีย์วัตถุและกิจกรรมจุลินทรีย์ได้มากขึ้น การผลิตปุ๋ยหมักถ่านชีวภาพยังช่วยเพิ่มธาตุอาหารพืช ส่งเสริมการเจริญเติบโต สอดคล้องกับภาณุเดชา กมลมานิตย์ และคณะ (2561) ที่พบว่าดินใส่ปุ๋ยหมักถ่านชีวภาพมีไนโตรเจนสูงกว่าดินใส่ถ่านชีวภาพล้วน (7.89 และ 0.71 g/kg ตามลำดับ) การศึกษานี้พบว่าปุ๋ยหมักผักตบชวา-ถ่านชีวภาพมูลแพะมีกิจกรรมบีตา-กลูโคซิเดสเริ่มต้นสูงเท่ากับ $263 \mu\text{g } p\text{-nitrophenol/g/h}$ แต่ลดลงหลังใส่ดิน 7 วัน ($41.69 \mu\text{g } p\text{-nitrophenol/g/h}$) และหลังเก็บเกี่ยว ($36.58 \mu\text{g } p\text{-nitrophenol/g/h}$) (ภาพที่ 2) ขณะเดียวกันดินที่ใส่ปุ๋ยเคมีมีกิจกรรมบีตา-กลูโคซิเดสสูงขึ้นหลังเก็บเกี่ยว ($15.2 \mu\text{g } p\text{-nitrophenol/g/h}$) เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ($12.8 \mu\text{g } p\text{-nitrophenol/g/h}$) ($P < 0.05$) อาจเนื่องมาจากไนโตรเจนในปุ๋ยเคมีกระตุ้นกิจกรรมจุลินทรีย์ (Liu, Shen, Li, Xiao, & Song, 2021; Sinsabaugh et al., 2008) โดย Liu, Gan, Li, Xiao, & Song (2022) พบว่าดินปลูกพืชตระกูลถั่วที่ได้รับไนโตรเจน 30 kg/ha/year มีกิจกรรมบีตา-กลูโคซิเดสสูงกว่าดินที่ไม่ได้รับไนโตรเจน ≈ 830 และ $\approx 710 \text{ nmol/h/g soil}$ ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์พบว่ากิจกรรมของบีตา-กลูโคซิเดสมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับจำนวนใบและจำนวนฝักกระเจียบเขียว ($P < 0.001$) โดยมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับจำนวนใบทั้งหลังย้ายปลูก 7 วัน ($r = 0.6083$, $P < 0.001$) และหลังเก็บฝัก ($r = 0.6229$, $P < 0.001$) รวมถึงจำนวนฝักในช่วงท้ายของการเก็บเกี่ยว ($r = 0.5327$, $P < 0.001$) (ตารางที่ 4) ความสัมพันธ์นี้บ่งชี้ว่ากิจกรรมของจุลินทรีย์ในการสลายอินทรีย์วัตถุมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตในบางตัวชี้วัด การใช้ปุ๋ยหมักผักตบชวา-ถ่านชีวภาพมูลแพะส่งเสริมการปลดปล่อยธาตุอาหารอย่างค่อยเป็นค่อยไปตลอดการปลูก ซึ่งจำเป็นต่อการสร้างฝัก ขณะที่การใส่ถ่านชีวภาพล้วนอาจลดกิจกรรมของเอนไซม์บีตา-กลูโคซิเดส (Thirukkumaran & Parkinson, 2000) เนื่องจากจุลินทรีย์อาจเลือกใช้คาร์บอนที่ย่อยยากทำให้ลดการใช้คาร์บอนที่ย่อยง่าย ดังนั้นถ่านชีวภาพล้วนอาจส่งผลต่อพืชอายุสั้นไม่ชัดเจน การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าแม้เอนไซม์บีตา-กลูโคซิเดสมีความจำเพาะต่อเซลลูโลสแต่ปัจจัยสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะแหล่งไนโตรเจนจากปุ๋ยเคมีสามารถกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์นี้ได้ ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมจุลินทรีย์กับการเพิ่มจำนวนใบและผลผลิตฝักยังอาจเกี่ยวข้องกับฮอร์โมนที่จุลินทรีย์สร้างระหว่างการหมักปุ๋ย ซึ่งกระตุ้นการเพิ่มจำนวนใบและส่งผลต่อเนื่องถึงจำนวนฝัก จุลินทรีย์บางจำพวกโดยเฉพาะ *Streptomyces* spp. ซึ่งพบได้ใน พด. 1 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2550) ที่มีรายงานว่าสร้างฮอร์โมนพืชหลายชนิด เช่น ออกซิน จิบเบอเรลลิน และสารคล้ายไซโตไคนินที่ส่งเสริมการเจริญเติบโต (Nazari et al., 2023) จึงควรมีการศึกษาเชิงลึกในประเด็นนี้ต่อไป

4. สรุปผล

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า (1) ปุ๋ยหมักผักตบชวาถ่านชีวภาพมูลแพะส่งผลให้จำนวนใบกระเจียบเขียวมีค่าสูงสุด ถึงแม้ว่าฝักมีขนาดสั้นลงเมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมี กิจกรรมของเอนไซม์บีตา-กลูโคซิเดสในดินมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับจำนวนใบและจำนวนฝัก บ่งชี้ว่าการตรวจวัดกิจกรรมของเอนไซม์ในดินช่วยประเมินระยะเวลาการปลดปล่อยธาตุอาหารที่สัมพันธ์กับการดูดใช้ของพืช ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกระเจียบเขียว (2) การใช้ปุ๋ยหมักสามารถเพิ่มไนโตรเจนในดินได้ประมาณ 42% เมื่อเทียบกับการใส่ถ่านชีวภาพมูลแพะเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามการใช้เพียงปุ๋ยหมักอาจทำให้ผลผลิตมีความไม่สม่ำเสมอได้ ดังนั้นจึงควรพิจารณาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีหรือการสลับการให้ปุ๋ยทั้งสองชนิด (3) การวัดกิจกรรมของเอนไซม์บีตา-กลูโคซิเดสในดินมีความสำคัญต่อการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินและการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากเอนไซม์นี้เกี่ยวข้องกับ การย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์จึงช่วยให้เข้าใจกลไกการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ที่ใส่ลงในดิน และ (4) ผักตบชวาและมูลแพะที่

ใช้เป็นวัตถุดิบไม่มีต้นทุน มีเพียงค่าใช้จ่ายในการสร้างเตาผลิตถ่านซึ่งเป็นการลงทุนระยะยาว รวมถึงค่าแรงงานในการกลับกองปุ๋ยหมักเท่านั้น ดังนั้นการใช้ปุ๋ยหมักทดแทนฟิโอมสได้ร้อยละ 50 จึงเพิ่มความคุ้มค่าทางการลงทุนในระยะยาว

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (ววน.) ประเภท {Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2567

6. เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. (2548). *ลักษณะและสมบัติของชุดดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย*. เข้าถึงได้จาก http://oss101.ddd.go.th/web_soils_for_youth/pdf/D_NEseries_thai.pdf.
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2550). *การผลิตปุ๋ยหมักโดยใช้สารเร่ง ชุปเปอร์ พด.1 เอกสารทางวิชาการเผยแพร่*. เข้าถึงได้จาก http://www.ddd.go.th/menu_Dataonline/G1/G1_13.pdf.
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2556). *ดินของประเทศไทย*. เข้าถึงได้จาก <http://r02.ddd.go.th/KMLDD/soil.pdf>.
- กรมวิชาการเกษตร. (2565). *การประเมินสมบัติของดินในพื้นที่ปลูกกระเจี๊ยบเขียว*. เข้าถึงได้จาก <https://www.doa.go.th/share/attachment.php?aid=3147>.
- ภาณุเดชา กมลมานิตย์, ณัฐพงษ์ พานวงษ์ และพฤกษา หล้าวงษา. (2561). อิทธิพลของอัตราส่วนถ่านชีวภาพต่อฟางข้าวร่วมกับมูลแพะต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีววิทยาของปุ๋ยหมัก. *วารสารแก่นเกษตร*, 46(5), 843-856.
- ภาณุเดชา กมลมานิตย์ และพฤกษา หล้าวงษา. (2564). อิทธิพลของปุ๋ยหมักถ่านชีวภาพมูลแพะต่อการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินและการสร้างเม็ดดิน. *วารสารแก่นเกษตร*, 49(5), 1194-1204.
- สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 5. (2554). *คู่มือการจัดการผักตบชวา*. เข้าถึงได้จาก <http://lib.mnre.go.th/book/paktob.pdf>.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2568). *กระเจี๊ยบเขียว: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2565*. เข้าถึงได้จาก <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/green%20bean%20%E0%B8%9B%E0%B8%B5%2065.pdf>.
- อัญญา จันทรปะทิว และวรรณพร สิทธิกันต์. (2562). อิทธิพลของระยะปลูกและอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบของผลผลิตกระเจี๊ยบเขียว. *วารสารแก่นเกษตร*, 47(ฉบับพิเศษ 1), 1557-1562.
- Achieng, J.O., Ouma, G., Odhiambo, G., & Muyekho, F. (2010). Effect of Farmyard Manure and Inorganic Fertilizers on Maize Production on Alfisols and Ultisols in Kakamega, Western Kenya. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1(4), 430-439. DOI: 10.5251/abjna.2010.1.4.430.439
- Alef, K., & Nannipieri, P. (1995). *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry: Enzyme Activities*. London: Academic Press.
- Allison, S.D. & Jastraw, J.D. (2006). Activities of Extracellular Enzymes in Physically Isolated Fractions of Restored Grassland Soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(11), 3245-3256. DOI: 10.1016/j.soilbio.2006.04.011
- American Standard of Testing Material. (1990). *Standard Test Method for Chemical Analysis of Wood Charcoal*. Pennsylvania: ASTM International.
- Butnan, S., Deenik, J.L., Toomsan, B., Antal, M.J., & Vityakon, P. (2015). Biochar Characteristics and Application Rates Affecting Corn Growth and Properties of Soils Contrasting in Texture and Mineralogy. *Geoderma*, 237-238, 105-116. DOI: 10.1016/j.geoderma.2014.08.010.
- Chen, G.L., Yuan, J.H., Chen, H., Zhao, X., Wang, S.Q., Zhu, Y.Y. & Wang, Y. (2022). Animal Manures Promoted

- Soil Phosphorus Transformation Via Affecting Soil Microbial Community in Paddy Soil. *Science of The Total Environment*, 831, 154917. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.154917.
- Cornell Waste Management Institute. (1996). *Calculate C/N Ratio for Three Materials*. Retrieved from <https://compost.css.cornell.edu/calc/2.html>.
- Fan, R., Luo, J., Yan, S., Wang, T., Liu, L., Gao, Y., & Zhang, Z. (2015). Use of Water Hyacinth (Eichhornia Crassipes) Compost as a Peat Substitute in Soilless Growth Media. *Compost Scienc and Utilization*. 23(4), 237-247. DOI: 10.1080/1065657X.2015.1046614.
- Gil-Sotres, F., Trasar-Cepada, C., Leiros, M.C., & Seoane, S. (2005). *Different Approaches to Evaluating Soil Quality Using Biochemical Properties*. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(5), 877-887. DOI: 10.1016/j.soilbio.2004.10.003
- Goswami, L., Nath, A., Sutradhar, S., Bhattacharya, S.S., Kalamdhad, A., Vellingiri, K., & Kim, K.H. (2017). Application of Drum Compost and Vermicompost to Improve Soil Health, Growth, and Yield Parameters for Tomato and Cabbage Plants. *Journal of Environmental Management*, 200, 243-252. DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.05.073
- Ho, T.T.K., Tra, V.T., Le, T.H., Nguyen, N.K.Q., Tran, C.S., Nguyen, P.T., Vo, T.D.H., Thai, V.N., & Bui, X.T.. (2022). Compost to Improve Sustainable Soil Cultivation and Crop Productivity. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 6(23624), 100211. DOI: 10.1016/j.cscee.2022.100211.
- Jones, B.J. (2001). *Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis*. Boca Raton: CRC Press.
- Joseph, S., Cowie, A.L., Zwieten, L.V., Bolan, N., Budai, A., Buss, W., ... Lehmann, J. (2021). How Biochar Works, and when it doesn't: A Review of Mechanisms Controlling Soil and Plant Responses to Biochar. *GCB Bioenergy*, 13(11), 1731-1764. DOI: 10.1111/gcbb.12885.
- Liu, M., Shen, Y., Li, Q., Xiao, W., & Song, X. (2021). Arbuscular Mycorrhizal Fungal Colonization and Soil pH Induced by Nitrogen and Phosphorus Additions Affects Leaf C:N:P Stoichiometry in Chinese Fir (Cunninghamia lanceolata) Forests. *Plant and Soil*, 461, 421-440.
- Liu, M., Gan, B., Li, Q., Xiao, W., & Song, X. (2022). Effects of Nitrogen and Phosphorus Addition on Soil Extracellular Enzyme Activity and Stoichiometry in Chinese Fir (Cunninghamia lanceolata) Forests. *Frontiers in Plant Science*, 13. DOI: 10.3389/fpls.2022.834184.
- Nazari, M.T., Schommer, V.A., Braun, J.C.A., Dos Santos, L.F., Lopes, S.T., Simon, V., Machado, B.S., Ferrari, V., Colla, L.M., & Piccin, J.S. (2023). Using Streptomyces spp. as plant growth promoters and biocontrol agents. *Rhizosphere*, 27, 100741. DOI: 10.1016/j.rhisph.2023.100741.
- Olsen, S.R. & Sommers, L.E. (1982). Phosphorus, pp. 403-430. In A.L. Page, et al., eds. *Methods of soil analyses. Part 2. Chemical and microbiological properties*. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Rathod, V.P., Bhale, P., Mehta, R., Harmani, K., Bilimoria, S., Mahida, A. & Champaneri, H. (2018). Biogas Production from Water Hyacinth in the Batch type Anaerobic Digester. *Materrialstoday Proceedings*, 5(11) Part 2, 23346-23350.
- Sanchez-Monedero, M., Cayuela, M., Roig, A., Jindo, K., Mondini, C. & Bolan, N. (2018). Role of Biochar as an Additive in Organic Waste Composting. *Bioresource Technology*, 247, 1155-1164. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.09.193

- Sinsabaugh, R.L., Lauber, C.L., Weintraub, M.N., Ahmed, B., Allison, S.D., Crenshaw, C., ... Zeglin, L.H. (2008). Stoichiometry of Soil Enzyme Activity at Global Scale. *Ecology Letter*, 11, 1252-1264. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2008.01245.x.
- Song, Y., Yu, Y., Li, Y., & Du, M. (2023). Leaf Litter Chemistry and its Effects on Soil Microorganisms in Different Ages of *Zanthoxylum Planispinum* var. *Dintanensis*. *BMC Plant Biology*, 23(262). doi: 10.1186/s12870-023-04274-z.
- Thirukkumaran, C.M. & Parkinson, D. (2000). Microbial Respiration, Biomass, Metabolic Quotient and Litter Decomposition in a Lodgepole Pine Forest Floor Amended with Nitrogen and Phosphorous Fertilizers. *Soil Biology and Biochemistry*, 32(1), 59-66. DOI:10.1016/S0038-0717(99)00129-7.
- Thomas, G. W. (1982). Exchangeable cations. In A. L. Page (Ed.), *Methods of Soil Analysis: Part 2. Chemical and Microbiological Properties* (2nd ed., Agronomy Monograph No. 9, pp. 159–165). Madison, WI: American Society of Agronomy & Soil Science Society of America..
- Vandecasteele, B., Sinicco, T., D'Hose, T., Vanden Nest, T., & Mondini, C. (2016). Biochar Amendment before or after Composting Affects Compost Quality and N losses, but not P Plant Uptake. *Journal of Environmental Management*, 168, 200–209.
- Varanasi, J. L., Kumari, S., & Das, D. (2017). Improvement of Energy Recovery from Water Hyacinth by using Integrated System. *International Journal of Hydrogen Energy*, 43, 1303–1318.
- Zhang, J., Chen, G., Sun, H., Zhou, S., & Zou, G. (2016). Straw Biochar Hastens Organic Matter Degradation and Produces Nutrient-rich Compost. *Bioresource Technology*, 200, 876–883.

เครื่องสับย่อยเศษพืชใช้เพลลาอำนวยกำลังรถแทรกเตอร์เป็นต้นกำลัง

Plant Multi Purpose Shredder Mounted PTO Tractor

ชวกร มุกสาน¹ เศรษฐวัฒน์ ถนิมกาญจน์¹ และนศพร ธรรมโชติ^{2*}

Chavakorn Muksan¹ Setthawat Thanimkarn¹ and Nassaporn Thammachot^{2*}

¹คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดนครศรีธรรมราช

¹Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Nakhon Si Thammarat

²คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดสงขลา

²Faculty of Industrial Education and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla

* E-mail: nasaporn.t@rmutsv.ac.th, 095-2652643

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องสับย่อยเศษพืช โดยใช้เพลลาอำนวยกำลัง (Power Take-Off: PTO) ของรถแทรกเตอร์เป็นต้นกำลัง ตามหลักวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร เครื่องต้นแบบมีขนาดความกว้าง 50 เซนติเมตร ความยาว 90 เซนติเมตร และความสูง 60 เซนติเมตร ประกอบด้วยส่วนสำคัญ ได้แก่ (1) โครงสร้างหลักทำจากเหล็กฉาก (2) ช่องป้อนวัสดุ (3) ช่องระบายวัสดุ (4) ระบบต่อพ่วงแบบสามจุด (5) ชุดเพลลาถ่ายทอดกำลังจาก PTO (6) ล้อเหล็กสำหรับเคลื่อนย้าย และ (7) ชุดใบมีด 2 ชุด ชุดละ 2 ใบ ผลิตจากเหล็กกล้าชุบแข็ง ติดตั้งบนเพลลาขับที่เชื่อมต่อกับเพลลา PTO เพื่อทำหน้าที่ในการสับย่อยวัสดุ การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องกับวัสดุ 3 ชนิด ได้แก่ ทางปาล์มน้ำมัน กระถิน และปอเทือง ด้วยความเร็วรอบเพลลา PTO 3 ระดับ คือ 540 750 และ 1,000 รอบต่อนาที โดยกำหนดความเร็วรอบเครื่องยนต์คงที่ที่ 2,400 รอบต่อนาที ผลการทดสอบพบว่า ที่ความเร็วรอบ PTO 540 รอบต่อนาที เครื่องสามารถสับย่อยทางปาล์มน้ำมัน กระถิน และปอเทือง ได้ด้วยประสิทธิภาพ 93.5 92.4 และ 95.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ความเร็วรอบ 750 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพ 93.7 94.1 และ 94.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และที่ความเร็วรอบสูงสุด 1,000 รอบต่อนาที มีประสิทธิภาพ 94.1 93.3 และ 95.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่าเครื่องสับย่อยที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในภาคเกษตรกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยความเร็วรอบของเพลลา PTO มีผลต่อประสิทธิภาพในการสับย่อย และประสิทธิภาพดังกล่าวขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของเศษพืชแต่ละชนิด

คำสำคัญ: เครื่องสับย่อยเศษพืช, เพลลาอำนวยกำลัง, รถแทรกเตอร์, เครื่องจักรเกษตร

Abstract

This research aims to design and develop a plant biomass shredder powered by a tractor's Power Take-Off (PTO) system, based on agricultural machinery engineering principles. The prototype machine has dimensions of 50 centimeters in width, 90 centimeters in length, and 60 centimeters in height. The main components of the machine consist of (1) a steel frame structure, (2) a feeding chute, (3) an outlet chute, (4) a three-point hitch system, (5) a PTO shaft coupling, (6) steel wheels for mobility, and (7) two sets of hardened steel blades, with each set comprising two blades mounted on a PTO-driven shaft to perform the shredding operation. The machine's performance was evaluated using three types of plant materials: oil palm fronds, *Leucaena leucocephala* (lead tree), and *Crotalaria juncea* (sunn hemp). The tests were conducted at three PTO rotational speeds: 540, 750, and 1,000 revolutions per minute (RPM), with the tractor engine speed maintained at 2,400 RPM. The results revealed that at 540 RPM, the machine achieved shredding efficiencies of 93.5, 92.4, and 95.0 percent for oil palm fronds, lead tree, and sunn hemp, respectively. At 750 RPM, the efficiencies were 93.7, 94.1, and 94.0 percent, respectively, while at 1,000 RPM, the efficiencies reached 94.1, 93.3, and 95.5 percent, respectively. The findings indicate that the developed shredder can be effectively applied in agricultural operations. Moreover, PTO speed significantly affects the shredding performance, which also depends on the physical characteristics of each plant material.

Keywords: Plant Residue Shredder, Power Take-Off (PTO), Tractor, Agricultural Machinery

1. บทนำ

ประเทศไทยถือเป็นประเทศที่มีภาคเกษตรกรรมเป็นรากฐานทางเศรษฐกิจที่สำคัญอย่างต่อเนื่อง โดยมีเกษตรกรกระจายอยู่ในทุกภูมิภาคของประเทศ ประกอบอาชีพหลักเกี่ยวกับการผลิตพืชไร่และพืชสวน จากข้อมูล พบว่า ภาคเกษตรกรรมดำเนินกิจกรรมอยู่บนพื้นที่กว่า 140 ล้านไร่ สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจรวมประมาณ 1.4 ล้านล้านบาท หรือเฉลี่ยประมาณ 10,000 บาทต่อไร่ต่อปี (อนันต์ พลธานี, 2565) หนึ่งในพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศคือปาล์มน้ำมัน ซึ่งมีบทบาททั้งในภาคอุตสาหกรรมอาหารและพลังงาน รวมถึงเป็นพืชน้ำมันที่มีศักยภาพในการแข่งขันสูงกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่น ๆ ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันรวมทั้งสิ้นประมาณ 6.4 ล้านไร่ โดยพื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่กระจุกตัวอยู่ในภาคใต้ตอนบน จำนวนประมาณ 5.2 ล้านไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 81.61 ของพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมันทั่วประเทศ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566)

การเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจในปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะเพิ่มจำนวนรอบการผลิตต่อปี ส่งผลให้เกิดปริมาณวัสดุเศษเหลือทางการเกษตรเพิ่มมากขึ้น เกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงเลือกใช้วิธีการกำจัดวัสดุเศษเหลือด้วยการเผา เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว และมีต้นทุนต่ำ ซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศ ได้แก่ หมอกควันและฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM 2.5) ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน (บุญฤทธิ์ สโมสร และกัมปนาท วงษ์วัฒนพงษ์, 2567)

ในกระบวนการผลิตปาล์มน้ำมัน เศษวัสดุที่เกิดขึ้นเป็นประจำคือหางปาล์มน้ำมัน ซึ่งจำเป็นต้องทำการตัดแต่งทุกระยะประมาณ 15 วัน นอกจากนี้ยังรวมถึงวัชพืชที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงและกำจัดได้ยาก เช่น กระจับปี่ รวมถึงพืชคลุมดินที่นิยมใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดิน เช่น ปอเทือง วัสดุเหล่านี้หากไม่ได้รับการจัดการอย่างเหมาะสมจะกลายเป็นภาระต่อกระบวนการผลิต และพื้นที่เพาะปลูก ดังนั้น การนำวัสดุเศษเหลือทางการเกษตรเหล่านี้เข้าสู่กระบวนการสับย่อยเพื่อลดปริมาตรและแปรรูปเป็นวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น ปุ๋ยหมัก วัสดุคลุมดิน หรือเป็นวัตถุดิบสำหรับกระบวนการผลิตพลังงานชีวภาพ ถือเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพ ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน ทั้งนี้ การดำเนินงานดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยเครื่องจักรกลเกษตรที่มีประสิทธิภาพ สามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว สะดวก และเหมาะสมกับบริบทของเกษตรกรรายย่อยในแต่ละพื้นที่

ในปัจจุบัน รถแทรกเตอร์ขนาดเล็กและขนาดกลางเป็นเครื่องจักรกลพื้นฐานที่เกษตรกรไทยนิยมใช้ในการเตรียมดิน การปลูกพืช และการเก็บเกี่ยว ซึ่งโดยทั่วไปแล้วรถแทรกเตอร์จะมีระบบเพลาอำนวยกำลัง (Power Take-Off: PTO) ที่สามารถส่งกำลังไปยังอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ ได้ การใช้ต้นกำลังจาก PTO จึงเป็นแนวทางที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพในการขับเคลื่อนเครื่องจักรที่ใช้ในฟาร์ม โดยไม่จำเป็นต้องมีเครื่องยนต์แยกต่างหาก

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีการพัฒนาเครื่องสับหรือหั่นวัสดุเศษเหลือทางการเกษตร เพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ปุ๋ยหมัก หรืออาหารสัตว์เพิ่มมากขึ้น ตัวอย่างเช่น เครื่องสับอเนกประสงค์เพื่อการเกษตร โดยใช้ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า (อัศวิน สืบบุญธรรม และคณะ, 2564) ซึ่งผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องกับพืช 3 ชนิด ได้แก่ หญ้าเนเปียร์ ใบไม้สด และใบไม้แห้ง ที่จำนวน 10 กิโลกรัม เท่ากัน เปรียบเทียบกับการสับด้วยคน พบว่า สามารถลดเวลาในการทำงานลงได้ 2 ใน 3 เท่าของเวลาปกติ ส่วนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ เครื่องย่อยกิ่งไม้ชนิดใบเลื่อยวงเดือน (ชัยยุทธ เหลืองรุ่งทรัพย์ และธนเดช ศรีวิโรจน์วงศ์, 2546) เครื่องตัดย่อยหางปาล์มด้วยเครื่องยนต์ (ภิญโญ ทองดีพันธุ์ และคณะ, 2548) เครื่องย่อยใบไม้กิ่งไม้ (โชคอนันต์ พันหลวง และคณะ, 2554) เครื่องแยกใบปาล์มและเครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมันเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง (กภาพล ประทีปชัยกุล และคณะ, 2557) และอีกงานวิจัยเป็นการพัฒนาเครื่องสับและผสมอาหารสัตว์ที่ต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ (มานพ ดอนหมื่น และคณะ, 2567) ที่สามารถนำไปใช้ในพื้นที่ปลูกพืชได้โดยตรงเพราะไม่ต้องใช้ไฟฟ้า เครื่องนี้ถูกออกแบบให้สามารถสับอาหารสด เช่น ต้นข้าวโพด หญ้าเนเปียร์ และผสมอาหารแห้งได้ ซึ่งมีการพัฒนาตามหลักการออกแบบทางวิศวกรรม เครื่องมีความแข็งแรง โดยใช้วัสดุและชิ้นส่วนที่หาได้ง่ายตามท้องตลาด เป็นเครื่องที่สามารถสับอาหารและผสมอาหารสัตว์ได้โดยใช้ต้นกำลังจากรถแทรกเตอร์มีความจุถังผสม 100 กิโลกรัม ซึ่งพบว่าสามารถสับได้ประมาณ 498.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และผสมใช้เวลาเฉลี่ย 7 นาทีต่อ 100 กิโลกรัม

ด้วยพื้นที่ภาคใต้มีพืชเศรษฐกิจคือปาล์มน้ำมัน วัสดุเศษเหลือที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์อื่นได้นอกจากทำปุ๋ย คือ หางปาล์ม ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างเครื่องสับย่อยเศษพืชโดยใช้เพลาอำนวยกำลังรถแทรกเตอร์เป็นต้นกำลัง

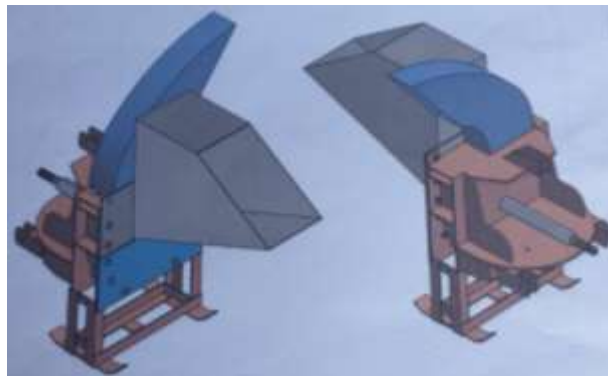
1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องสับย่อยเศษพืช โดยใช้เพลลาอำนาจกำลัง (Power Take-Off: PTO) ของรถแทรกเตอร์เป็นต้นกำลัง ตามหลักวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร

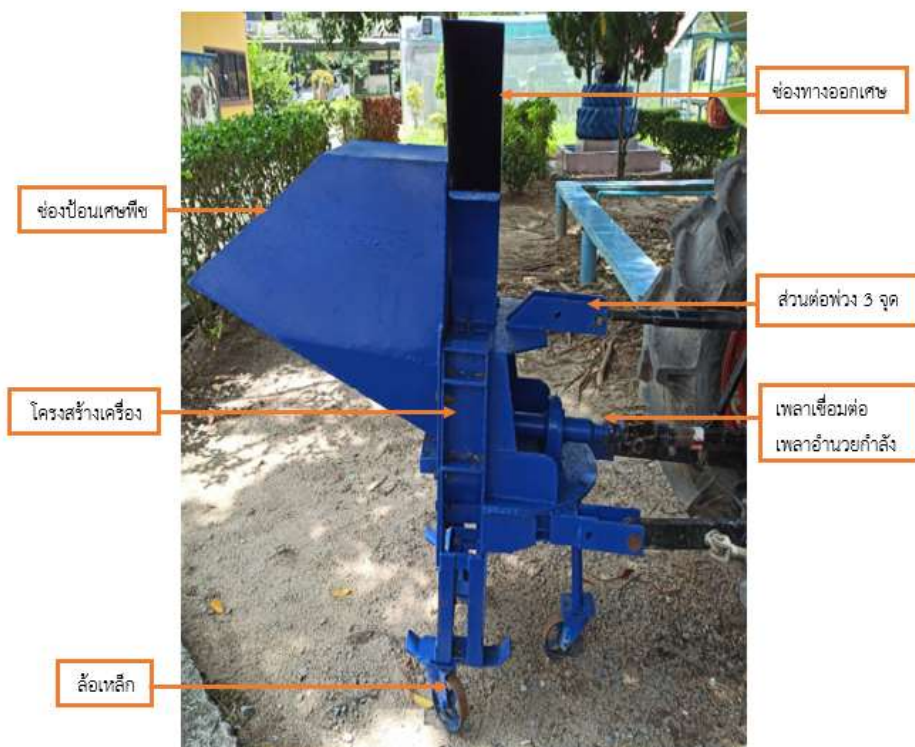
2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

การออกแบบและสร้างเครื่องสับย่อยดำเนินการตามหลักการออกแบบทางวิศวกรรมที่เน้นความง่ายต่อการใช้งาน ความคงทนต่อสภาพการใช้งานในภาคสนาม และการบำรุงรักษาที่สะดวก โดยออกแบบให้มีขนาดกว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 50 x 90 x 60 เซนติเมตร ดังภาพที่ 1 ส่วนประกอบหลักของเครื่อง ได้แก่ (1) โครงเครื่องทำด้วยเหล็กฉากขนาด 2 นิ้ว 2 หุน ขับเคลื่อนด้วยเพลลาอำนาจกำลัง (PTO) ของรถแทรกเตอร์ (2) ช่องป้อนเศษพืช จะเป็นช่องเปิดกว้างให้ใส่เศษกิ่งไม้เข้าได้ง่าย (3) ช่องทางออกเศษ เพื่อปล่อยเศษพืชที่ผ่านการสับย่อย (4) ส่วนต่อฟาง 3 จุด (5) เพลลาเชื่อมต่อเพลลาอำนาจกำลัง และ (6) ล้อเหล็กเพื่อให้เคลื่อนย้ายได้สะดวก แสดงดังภาพที่ 2 โครงสร้างหลัก ด้านในมีชุดใบมีด 2 ชุด ชุดละ 2 ใบ ทำจากเหล็กกล้าชุบแข็งยึดติดอยู่กับแกนเพลลาอำนาจกำลัง



ภาพที่ 1 แบบเครื่องสับย่อยเศษพืชโดยใช้เพลลาอำนาจกำลังรถแทรกเตอร์เป็นต้นกำลัง



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบและเครื่องสับย่อยเศษพืชที่สร้างขึ้น

2.2 การทดสอบการทำงานและหาประสิทธิภาพของเครื่องสับย่อยเศษพืช

1) การเตรียมวัสดุและเครื่องมือทดสอบ

1.1) วัสดุที่ใช้ในการทดสอบเครื่องประกอบด้วยเศษพืช 3 ชนิด ได้แก่ ทางปาล์มน้ำมัน กระถิน และปอเทือง โดยเก็บตัวอย่างในสภาพที่เหมาะสมและมีปริมาณที่เพียงพอสำหรับการทดลองแต่ละครั้ง เหตุผลในการเลือกพืช 3 ชนิดนี้ เนื่องจาก ปาล์มน้ำมัน เป็นพืชเศรษฐกิจของภาคใต้ ส่วนกระถิน เป็นวัชพืชที่มีปริมาณมากในพื้นที่พืชไร่ และพืชสวน และปอเทือง เป็นพืชปกคลุมดินที่นิยมปลูกหลังการเก็บเกี่ยวในพืชไร่ เพื่อปรับปรุงคุณภาพดิน

1.2) รถแทรกเตอร์ขนาดกลาง 55 แรงม้า ยี่ห้อคลาส กำหนดความเร็วรอบการทำงานของเครื่องยนต์ที่เหมาะสมอยู่ที่ 2,400 รอบต่อนาที

1.3) การทำงานจะอาศัยเพลาคู่ต่อตรงสวมต่อเข้าเพลานำของรถแทรกเตอร์ ซึ่งจะสามารถใช้งานได้ทันทีโดยไม่ต้องอาศัยการทดรอบ เพียงแต่เหยียบคลัชเลือกใช้ความเร็วรอบเพลานำที่ต้องการเท่านั้น

1.4) เครื่องมือวัดประสิทธิภาพการสับ ได้แก่ เครื่องวัดความเร็วรอบดิจิตอล นาฬิกาจับเวลา เครื่องวัดความละเอียดของเศษที่สับ และอุปกรณ์เก็บรวบรวมข้อมูล

2) ขั้นตอนการทดสอบการทำงานของเครื่องสับย่อยเศษพืช

2.1) เตรียมเศษพืชที่ใช้ในการทดสอบเครื่องสับย่อยทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ทางปาล์มน้ำมัน กระถิน และปอเทือง

2.2) ทำการทดสอบย่อยเศษพืชทั้ง 3 ชนิด จำนวน 5 ครั้ง ที่ความเร็วรอบของเพลานำกำลัง (PTO) 3 ระดับ ได้แก่ 540 750 และ 1,000 รอบต่อนาที โดยทดสอบแยกแต่ละระดับความเร็วกับเศษพืชทั้ง 3 ชนิด

2.3) บันทึกเวลา น้ำหนัก และความยาวของพืชแต่ละชนิด

2.4) คำนวณหาความสามารถในการทำงาน ประสิทธิภาพในการสับย่อยพืชแต่ละชนิด คำนวณได้จากสมการที่ (1) (ปิ่นณวิชัย ทองคำ จตุรงค์ ลังกาพินธุ์ รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ และสุนัน ปานสาคร, 2565)

$$C_2 = \frac{W_1}{W} \times 100$$

เมื่อ

C_2 = ประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่อง (เปอร์เซ็นต์)

W_1 = น้ำหนักของพืชหลังย่อย (กิโลกรัม)

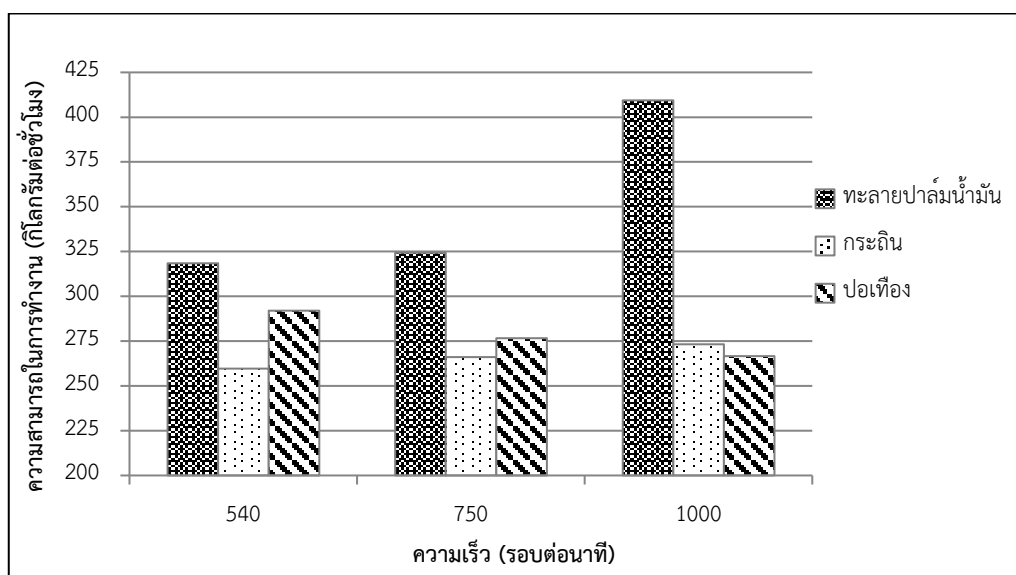
W = น้ำหนักของพืชก่อนสับย่อย (กิโลกรัม)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการทดสอบการทำงานของเครื่องสับย่อยเศษพืชทั้ง 3 ชนิด ได้ผลความสามารถในการทำงานเฉลี่ยแยกตามแต่ละความเร็วเพลานำกำลังดังตารางที่ 1 ซึ่งพบว่า ที่ความเร็วรอบเพลานำกำลัง 540 รอบต่อนาที เครื่องสับย่อยมีความสามารถในการสับย่อยทางปาล์มน้ำมันได้สูงที่สุด รองลงมาคือปอเทือง และต่ำสุดคือกระถิน มีค่า 318.5 291.9 และ 259.7 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ ความเร็วรอบเพลานำกำลัง 750 รอบต่อนาที เครื่องสับย่อยมีความสามารถในการสับย่อยทางปาล์มน้ำมันได้สูงที่สุด รองลงมาคือปอเทือง และต่ำสุดคือกระถิน มีค่า 324.3 276.7 และ 266.0 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ สุดท้ายความเร็วรอบเพลานำกำลัง 1,000 รอบต่อนาที เครื่องสับย่อยมีความสามารถในการสับย่อยทางปาล์มน้ำมันได้สูงที่สุด รองลงมาคือปอเทือง และต่ำสุดคือกระถิน มีค่า 409.4 273.3 และ 266.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ตารางที่ 1 ความสามารถในการทำงานของเครื่องสับย่อยเศษพืชของพืชทั้ง 3 ชนิด

ชนิดพืช	ความเร็วรอบเพลาดำนวกำลัง (รอบต่อนาที)	ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)
ทางปาล์มน้ำมัน	540	318.5
	750	324.3
	1,000	409.4
กระถิน	540	259.7
	750	266.0
	1,000	273.3
ปอเทือง	540	291.9
	750	276.7
	1,000	266.6

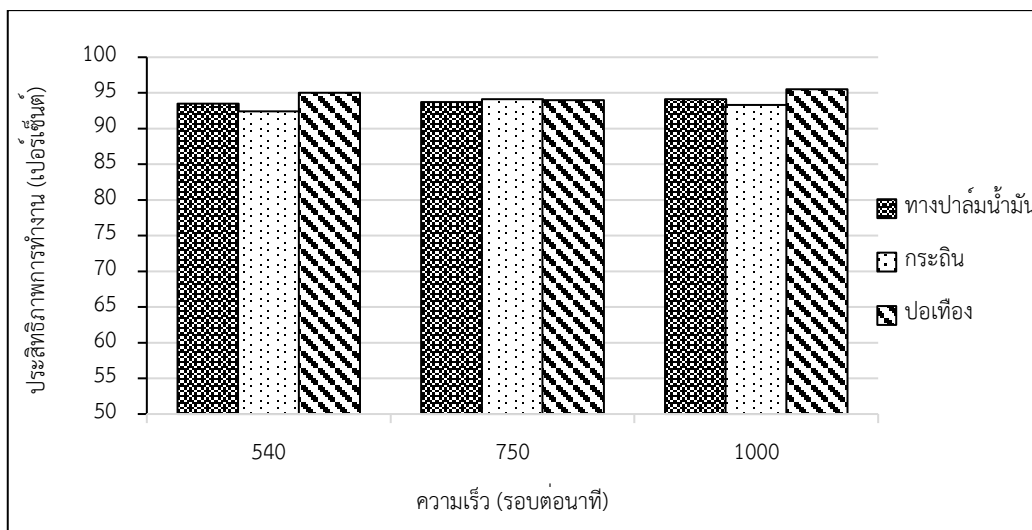


ภาพที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความสามารถในการทำงานของเครื่องกับความเร็วของพืชทั้ง 3 ชนิด

จากภาพที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความสามารถในการทำงานของเครื่องกับความเร็วของพืชทั้ง 3 ชนิด พบว่า เครื่องสามารถสับทะลายปาล์ม และกระถิน มีแนวโน้มสูงขึ้นตามความเร็วรอบของเพลาดำนวก ส่วนปอเทืองมีความสามารถในการสับย่อยลดลงตามความเร็วรอบของเพลาดำนวกที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการสับย่อย (เปอร์เซ็นต์) ของเครื่องที่มีต่อเศษพืชทั้ง 3 ชนิด

เศษพืช	ความเร็ว (รอบต่อนาที)	น้ำหนักเฉลี่ยก่อนสับย่อย (กิโลกรัม)	น้ำหนักเฉลี่ยหลังสับย่อย (กิโลกรัม)	ประสิทธิภาพการสับย่อย (เปอร์เซ็นต์)
ทางปาล์มน้ำมัน	540.0	21.4	20.0	93.5
	750.0	14.2	13.3	93.7
	1,000.0	20.0	19.7	94.1
กระถิน	540.0	20.0	18.1	92.4
	750.0	20.0	19.0	94.1
	1,000.0	21.0	19.2	93.3
ปอเทือง	540.0	20.2	19.2	95.0
	750.0	16.8	15.8	94.0
	1,000.0	25.0	24.0	95.5



ภาพที่ 4 ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสับย่อยเศษพืช

จากตารางที่ 2 และภาพที่ 4 การหาประสิทธิภาพในการสับย่อยเครื่องสับย่อยเศษพืชโดยใช้เพลาลำเลียงกำลัง รถแทรกเตอร์เป็นต้นกำลัง พบว่า ความเร็วรอบของเพลาลำเลียงที่ 540 รอบต่อนาที จะมีประสิทธิภาพในการสับย่อยทางปาล์ม น้ำมันได้ 93.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ 750 รอบต่อนาที ได้ 93.7 เปอร์เซ็นต์ และที่ 1,000 รอบต่อนาที ได้ 94.1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกระถิน เพลาลำเลียงที่ 750 รอบต่อนาที ได้ 92.4 เปอร์เซ็นต์ ที่ 750 รอบต่อนาที ได้ 94.1 เปอร์เซ็นต์ และที่ 1,000 รอบต่อนาที ได้ 93.3 เปอร์เซ็นต์ และปอเทืองเพลาลำเลียงที่ 540 รอบต่อนาที ได้ 95.0 เปอร์เซ็นต์ ที่ 750 รอบต่อนาที ได้ 94.0 เปอร์เซ็นต์ และที่ 1,000 รอบต่อนาที ได้ 95.5 เปอร์เซ็นต์

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของอัศวิน สืบบุญธรรม ภูเมศร์ นิยมมาก วัชรภรณ์ จันโสม และนันทพัทธ์ ปัดภัย (2564) เครื่องสับเอนกประสงค์เพื่อการเกษตร มีต้นกำลังจากมอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า ซึ่งไม่เหมาะสมกับการใช้งานในแปลงที่ไม่มีไฟฟ้า ส่วนงานวิจัยของมานพ ดอนหมื่น และคณะ (2567) ที่พัฒนาเครื่องสับและผสมอาหารสัตว์ต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ พบว่ามีความเร็วในการสับย่อยหญ้าเนเปียร์เฉลี่ย 8.31 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ในขณะที่เครื่องสับย่อยที่พัฒนาขึ้นสามารถสับย่อยทางปาล์ม น้ำมัน ที่ความเร็วรอบเพลาลำเลียง 1,000 รอบต่อนาที ได้เพียง 6.82 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในการทำงานของเครื่องขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่นำมาสับย่อย เพราะมีลักษณะและความแข็งไม่เหมือนกัน

4. สรุปผล

เครื่องสับย่อยเศษพืชที่พัฒนาขึ้นโดยใช้เพลาลำเลียงกำลังของรถแทรกเตอร์ พบว่า เครื่องสับย่อยมีความสามารถในการสับทะลายปาล์ม และกระถิน มีแนวโน้มสูงขึ้นตามความเร็วรอบของเพลาลำเลียง ส่วนการสับย่อยปอเทืองมีความสามารถลดลงตามความเร็วรอบของเพลาลำเลียงที่เพิ่มขึ้น ส่วนประสิทธิภาพในการสับย่อยเศษพืชทั้ง 3 ชนิด ให้ค่าสูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ทุกความเร็วรอบ อีกทั้งเครื่องที่สร้างขึ้นสามารถนำไปสับย่อยเศษพืชในแปลงของเกษตรกรได้ง่ายหากเกษตรกรมีรถแทรกเตอร์ใช้งานอยู่แล้ว จะก่อให้เกิดรายได้เสริมในการนำเศษพืชที่สับย่อยไปใช้ในการทำปุ๋ยหมักต่อไปหรือเป็นการสับย่อยเพื่อนำไปเป็นเชื้อเพลิง เครื่องสับย่อยสามารถนำไปใช้งานได้ทุกพื้นที่ ไม่ต้องอาศัยกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า จึงเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรอย่างยิ่ง

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ประจำปีงบประมาณ 2562

6. เอกสารอ้างอิง

- กำพล ประทีปชัยกูร, สมเกียรติ นาคกุล, กฤษ สมนึก, ประยูร ดำรงศิริ และนิยม พรหมรัตน์. (2557). *เครื่องแยกใบปาล์มน้ำมันและเครื่องสับย่อยใบปาล์มน้ำมันเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง* (รายงานการวิจัย). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ชัยยุทธ เหลืองรุ่งทรัพย์ และธนศ ศรีวิโรจน์วงศ์. (2546). *เครื่องย่อยกิ่งไม้ชนิดใบเลื่อยวงเดือน* (รายงานการวิจัย). นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- โชคอนันต์ พันหลวง, สมมิตร นวลมา และอนรรักษ์ เทศสวัสดิ์. (2554). *เครื่องย่อยใบไม้กิ่งไม้*. (ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- บุญฤทธิ์ สโมสร และกัมปนาท วงษ์วัฒนพงษ์. (2567). แนวทางการบริหารจัดการเพื่อเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. *Journal of Modern Learning Development*, 9(9), 628-641.
- ปิ่นณวิชญ์ ทองคำ, จตุรงค์ ลังกาพันธ์, รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ และสุนัน ปานสาคร. (2565). การออกแบบและสร้างเครื่องตัดฟางข้าว. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 17(2), 31-41.
- ภิญโญ ทองดีพันธ์, สุขสันต์ มั่นคง และสุรสิทธิ์ ฤทธิชัยเจริญ. (2548). *เครื่องตัดย่อยทางปาล์มด้วยเครื่องยนต์*. (ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มานพ ดอนหมื่น, โยธิน สุริยมาตร, เจษฎา คำภูมิ และปริญญวัตร ทินบุตร. (2567). เครื่องสับและผสมอาหารสัตว์ต่อฟางรถแทรกเตอร์. *Industrial Technology Journal*, 9(1), 179-189.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2566). *สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2565*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อนันต์ พลธานี. (2565). อนาคตการเกษตรไทย. *ASRJ : Art and Science Great Mekong Subregion Research Journal*, 30(2), 99-106.
- อัศวิน สืบบุญการณ, ภูเมศร์ นิยมมาก, วัชรการณ จันโสม และนันทพัฑฒ ปัดภัย. (2564). การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสับอเนกประสงค์เพื่อการเกษตร. *Industrial Technology Journal*, 6(1), 1-7.

เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางปลูกพืชจากปาล์มน้ำมันโดยใช้เพลลาอำนาจกำลังรถแทรกเตอร์ Oil Palm-based Plant Pot Compression Machine Powered by Mounted Tractor PTO

ชวกร มุกสาน¹ เศรษฐวัฒน์ ถนิมกาญจน์¹ และ นศพร ธรรมโชติ^{2*}

Chavakorn Muksan¹ Setthawat Thanimkarn¹ and Nassaporn Thammachot^{2*}

¹ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดนครศรีธรรมราช

¹ Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Nakhon Si Thammarat

² คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดสงขลา

² Faculty of Industrial Education and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla

* E-mail: nasaporn.t@rmutsv.ac.th 095-2652643

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางปลูกพืชจากปาล์มน้ำมัน โดยใช้พลังงานจาก เพลลาอำนาจกำลัง (PTO) ของรถแทรกเตอร์ชนิด 540 รอบ/นาที เครื่องจักรถูกออกแบบให้เหมาะสมสำหรับการใช้งานในพื้นที่เกษตรกรรมที่ไม่มีไฟฟ้า เพื่อช่วยลดต้นทุนการจัดการของเสียจากปาล์มน้ำมัน และเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรม การเกษตร เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางปลูกที่สร้างขึ้นมีขนาดความสูง 170 เซนติเมตร ประกอบด้วยโครงหลักที่แข็งแรง ติดตั้งชุดแม่พิมพ์สำหรับการขึ้นรูปกระถาง ที่สามารถอัดกระถางได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางปากกระถาง 230 มิลลิเมตร สูง 170 มิลลิเมตร และระบบไฮดรอลิกที่ใช้แรงดันในการอัดขึ้นรูป สำหรับกระบวนการทดสอบอัดขึ้นรูปกระถาง จะใช้เส้นใยทะเลลายปาล์มน้ำมันเป็น วัสดุหลัก ผสมกับตัวประสานในอัตราส่วน 1:1 และทำการทดสอบอัดจำนวน 5 ครั้ง ผลการวิจัยพบว่า เครื่องอัดขึ้นรูปสามารถผลิต กระถางได้เฉลี่ย 155.75 วินาทีต่อกระถาง หรือ 23 กระถางต่อชั่วโมง กระถางที่ผลิตได้มีความสมบูรณ์และผิวเรียบ คุณสมบัติ สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ เหมาะสำหรับการใช้งานในฟาร์มขนาดเล็กถึงขนาดกลาง กระถางที่ได้มีความแข็งแรงและ เหมาะสมต่อการใช้งานจริงในภาคเกษตรกรรม การวิจัยนี้แสดงถึงศักยภาพในการจัดการวัสดุเหลือใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ลด ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสร้างมูลค่าเพิ่มในระบบเศรษฐกิจเกษตรกรรม

คำสำคัญ: เครื่องอัดขึ้นรูป, กระถางปลูกพืช, ปาล์มน้ำมัน, เพลลาอำนาจกำลังรถแทรกเตอร์

Abstract

This study aims to design and develop a machine for molding plant pots from oil palm by-products, powered by a tractor's Power Take-Off (PTO) system operating at 540 revolutions per minute (RPM). The machine is designed to be suitable for use in agricultural areas without access to electricity, with the purpose of reducing the cost of managing oil palm waste and increasing the value of agricultural residues in the farming industry. The constructed plant pot molding machine has a height of 170 centimeters and comprises a robust steel frame, a mold assembly for shaping plant pots with a top diameter of 230 millimeters and a height of 170 millimeters, and a hydraulic system that provides pressure for the molding process. In the molding trials, oil palm empty fruit bunch (EFB) fibers were used as the main material, mixed with a binder in a 1:1 ratio (tapioca starch and water). A total of five compression trials were conducted. The results showed that the machine was capable of producing pots with an average cycle time of 155.75 seconds per pot, equivalent to 23 pots per hour. The molded pots exhibited completeness and smooth surfaces, were naturally biodegradable, and were suitable for use on small- to medium-scale farms. The pots also demonstrated sufficient strength and practicality for real agricultural applications. This research demonstrates the potential for efficient utilization of agricultural waste, reduction of environmental impact, and the creation of added value within the agricultural economy.

Keywords: Compression Machine, Plant Pot, Oil Palm, Power Take Off

1. บทนำ

การจัดการของเสียทางการเกษตรเป็นหนึ่งในประเด็นที่สำคัญสำหรับการพัฒนาที่ยั่งยืนในภาคเกษตรกรรม ซึ่งการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตสามารถช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเพิ่มคุณค่าให้กับวัตถุดิบที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ ของเสียทางการเกษตรมักมีลักษณะที่หลากหลาย เช่น ชังข้าวโพด ชังข้าว เศษพืชผล ทะลายปาล์มน้ำมัน กากสับปะรด และอื่น ๆ ซึ่งหากไม่มีการจัดการอย่างเหมาะสมอาจส่งผลกระทบต่อทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของคนในประเทศ การจัดการของเสียทางการเกษตรสามารถทำได้หลากหลายวิธี เช่น การนำของเสียไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ การผลิตพลังงานจากชีวมวล หรือการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า ซึ่งจะช่วยลดการทิ้งของเสียในเป็นขยะและสามารถใช้สร้างมูลค่าได้ การจัดการของเสียจึงเป็นกุญแจสำคัญในการสร้างความยั่งยืนทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมในภาคการเกษตร (บุญฤทธิ์ สโมสร และกัมปนาท วงษ์วัฒนพงษ์, 2567)

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญในภาคใต้ของประเทศไทย เนื่องจากมีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศและดินของพื้นที่การผลิตน้ำมันปาล์มจึงเป็นกิจกรรมหลักที่สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรและภาคอุตสาหกรรมของประเทศ อย่างไรก็ตาม การผลิตน้ำมันปาล์มในแต่ละปีจะมีเศษวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต และมีการนำไปใช้ประโยชน์ ดังนี้ 1) ทะลายปาล์ม สามารถนำไปทำปุ๋ยอินทรีย์ ผลิตกระแสไฟฟ้า และเชื้อเพลิงเพื่อผลิตน้ำมันจากผลปาล์ม 2) กะลา สามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงได้ 3) ใบปาล์ม สามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงได้ 4) น้ำเสีย ผลิตไบโอแก๊ส 5) กากผลปาล์มนำไปเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตไบโอดีเซล (อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันของไทย, ม.ป.ป.) นอกจากนี้ มีการนำวัสดุเศษเหลือจากการแปรรูปน้ำมันปาล์มมาทำกระถางต้นไม้ย่อยสลายได้ เช่น กระถางต้นไม้จากวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันปาล์มและเยื่อกระดาษ (พรฤดี สงวนสุข, 2552) และกระถางต้นไม้จากใบปาล์มน้ำมันกับเถาปาล์มน้ำมัน (อดิสร ไกรนรา, 2554) กระถางต้นไม้ย่อยสลายได้จากกากตะกอนโรงงานยางพาราร่วมกับวัสดุเหลือทิ้งจากก้อนเชื้อเห็ดและทะลายปาล์ม (จุฑามาศ แก้วมณี, 2564) และกระถางเพาะกล้าไม้ที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างทะลายปาล์มน้ำมันและขี้เลื่อยไม้ยางพารา (นศพร ธรรมโชติ และคณะ, 2565) ซึ่งการผลิตกระถางจากวัสดุเศษเหลือทางการเกษตรขึ้นอยู่กับการใช้ประโยชน์ในพื้นที่นั้น ๆ และส่วนใหญ่นิยมใช้ทดแทนถุงเพาะกล้าพลาสติก อายุการย่อยสลายของกระถางอยู่ที่ 3-6 เดือน และสามารถฝังกระถางลงดินพร้อมปลูกกล้าไม้ได้ ปัจจุบันมีการพัฒนาเครื่องอัดกระถางจากวัสดุเศษเหลือทางการเกษตรมากมาย ตัวอย่างเช่น เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว (อดิศักดิ์ ไสวอมร และคณะ, 2566) เป็นการขึ้นรูปแบบร้อนและมีต้นกำลังจากมอเตอร์ส่งไปยังปั๊มไฮดรอลิก เครื่องอัดระบบไฮดรอลิกเพื่อขึ้นรูปกระถางต้นไม้จากวัสดุธรรมชาติ (สุขสวัสดิ์ แก้วชลคราม, 2566) ซึ่งจะเห็นวาระบบต้นกำลังที่ใช้ขับเคลื่อนเครื่องอัดกระถางถือเป็นองค์ประกอบสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่ไม่มีระบบไฟฟ้าเข้าถึง การใช้เพลาอานวยกำลัง (Power Take-Off: PTO) ของรถแทรกเตอร์เป็นต้นกำลัง จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสม เนื่องจากสามารถนำพลังงานจากรถแทรกเตอร์ที่มีอยู่แล้วในภาคเกษตรมาใช้ขับเคลื่อนเครื่องจักรได้โดยไม่ต้องติดตั้งเครื่องยนต์แยกต่างหาก การประยุกต์ใช้ PTO กับเครื่องจักรเกษตรได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่อง เช่น เครื่องสับและผสมอาหารสัตว์ต่อพ่วงรถแทรกเตอร์ (มานพ ดอนหมื่น และคณะ, 2567) เครื่องพ่นหมอก (มงคล กวางวโรภาส, 2538)

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางปลูกพืชจากปาล์มน้ำมันโดยใช้เพลาอานวยกำลังรถแทรกเตอร์
- 2) เพื่อสนับสนุนการใช้งานในระดับพื้นที่การเกษตร และส่งเสริมความยั่งยืนทั้งในเชิงเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมช่วยลดต้นทุนการลงทุนในอุปกรณ์เพิ่มเติม และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 ออกแบบเครื่องอัดขึ้นรูป เป็นการออกแบบโครงสร้างและขนาดของเครื่องให้เหมาะสมกับการใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อน โดยความสูงของเครื่อง 170 เซนติเมตรเพื่อให้่ายต่อการเคลื่อนย้าย รวมทั้งออกแบบแม่พิมพ์ให้เหมาะสมกับการเพาะกล้า กำหนดให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางปากกระถาง 230 มิลลิเมตร สูง 170 มิลลิเมตร

2.2 สร้างโครงสร้างและประกอบเครื่อง โครงสร้างทำด้วยเหล็กที่แข็งแรงรองรับการทำงาน และติดตั้งแม่พิมพ์และระบบไฮดรอลิก เชื่อมต่อระบบส่งกำลังกับเพลา PTO

2.3 ปรับตั้งค่าเครื่อง ตรวจสอบการทำงานของระบบไฮดรอลิก และปรับแต่งระบบส่งกำลังให้สอดคล้องกับรอบหมุนของเพลลา PTO

2.4 เตรียมวัสดุสำหรับทดลองขึ้นรูปกระถาง โดยนำทะเลายปาล์มเปล่านั้นมาบดให้เป็นเส้นใย และเตรียมตัวประสาน ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง และน้ำ โดยการตวงแป้งมันสำปะหลัง และน้ำในอัตราส่วนที่ต้องการ คือ แป้งมันสำปะหลัง 1 ส่วนต่อน้ำ 2 ส่วน ต้้งไฟกวนด้วยไฟอ่อนถึงกลาง จนส่วนผสมมีลักษณะข้นเหนียวและโปร่งใส พักให้เย็น

2.5 ทดลองการขึ้นรูปกระถาง โดยการผสมเส้นใยทะเลายปาล์มน้ำมัน กับ ตัวประสาน 1:1 ให้เข้ากัน แล้วนำส่วนผสมเข้าแม่พิมพ์และเปิดเครื่องเพื่อทำการอัด จำนวน 5 ครั้ง บันทึกผลผลิต (ระยะเวลาขึ้นรูป และสภาพกระถางที่ขึ้นรูปได้)

2.6 ปรับปรุงและทดสอบ



ภาพที่ 1 เส้นใยทะเลายปาล์มน้ำมัน



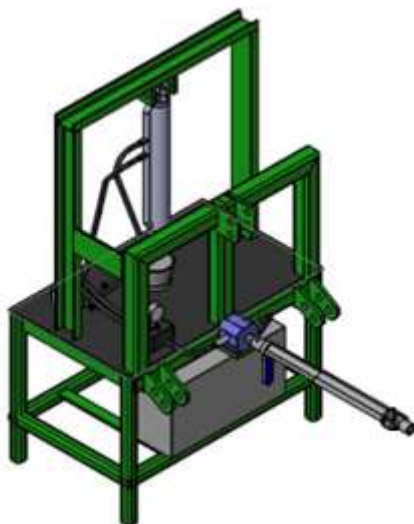
ภาพที่ 2 แป้งมันสำปะหลัง

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

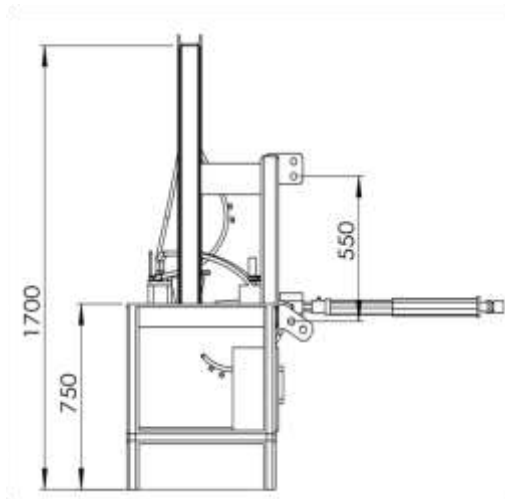
การวิจัยเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางปลูกพืชจากปาล์มน้ำมันโดยใช้เพลลาอานวยกำลังรถแทรกเตอร์ ได้ดำเนินการออกแบบและทดสอบเพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง รวมถึงคุณภาพของกระถางปลูกพืชที่ผลิตได้ โดยมีผลการวิจัยดังนี้

3.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่อง

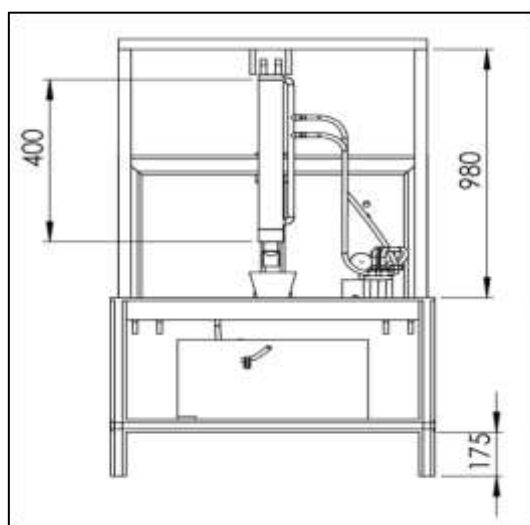
เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางปลูกพืชจากปาล์มน้ำมันโดยใช้เพลลาอานวยกำลังรถแทรกเตอร์มีโครงสร้างหลักทำด้วย เหล็กฉาก และใช้รถแทรกเตอร์เป็นต้นกำลัง ขนาดความสูง 170 เซนติเมตร ตัวเครื่องประกอบด้วย แม่พิมพ์อัดกระถางที่สามารถอัดกระถางได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางปากกระถาง 230 มิลลิเมตร สูง 170 มิลลิเมตร ชุดไฮดรอลิก และชุดส่งกำลัง ดังภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3 ภาพ Isometric เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางปลุกพืช



ภาพที่ 4 ภาพด้านข้างเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางปลุกพืช



ภาพที่ 5 ภาพด้านหน้าเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางปลุกพืช

3.2 ผลการหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง

เครื่องอัดขึ้นรูปกระถางได้รับการออกแบบให้สามารถเชื่อมต่อกับเพลอาำนวยกำลัง (PTO) ของรถแทรกเตอร์ชนิด 540 รอบ/นาที อัตราการผลิตของเครื่องอยู่ที่ประมาณ 23 กระถางต่อชั่วโมง กระถางที่อัดได้แสดงดังภาพที่ 6 และผลการทดลองหาความสามารถของเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางปลูกพืชจากปาล์มน้ำมันโดยใช้เพลอาำนวยกำลังรถแทรกเตอร์ ที่มีอัตราส่วนผสม เส้นใย ทะลายปาล์มน้ำมัน ต่อ ตัวประสาน (แป้งมันสำปะหลัง กับ น้ำ) 1 ต่อ 1 ดังตารางที่ 1



ภาพที่ 6 กระถางที่อัดได้จากเครื่อง

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองหาความสามารถของเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางปลูกพืชจากปาล์มน้ำมันโดยใช้เพลอาำนวยกำลังรถแทรกเตอร์

ครั้งที่	ระยะเวลาขึ้นรูป (วินาที)				สภาพของรูปร่างกระถาง		หมายเหตุ
	เวลาอัด	เวลารอขึ้นรูป	เวลาถอดกระถาง	รวม	ดี	ไม่ดี	
1	124	20	10	154	√		ผิวเรียบ กระถางสมบูรณ์
2	124	20	10	154	√		ผิวเรียบ กระถางสมบูรณ์
3	127	20	10	157	√		ผิวเรียบ กระถางสมบูรณ์
4	128	20	10	158	√		ผิวเรียบ กระถางสมบูรณ์
เฉลี่ย				155.75			

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองหาความสามารถของเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางปลูกพืชจากปาล์มน้ำมันโดยใช้เพลอาำนวยกำลังรถแทรกเตอร์ ใช้เวลาอัดรวมเฉลี่ย 155.75 วินาที กระถางที่อัดได้มีผิวเรียบ และกระถางสมบูรณ์

4. สรุปผล

การออกแบบและสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางปลูกพืชจากปาล์มน้ำมันโดยใช้เพลอาำนวยกำลังรถแทรกเตอร์ เป็นการนำวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน เช่น เส้นใยทะลายปาล์ม มาสร้างมูลค่าเพิ่มในรูปแบบของกระถางปลูกพืชที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม กระถางที่ผลิตได้มีผิวเรียบ ขึ้นรูปได้สมบูรณ์ สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ และเหมาะสมสำหรับการใช้งานในภาคการเกษตร เครื่องอัดขึ้นรูปดังกล่าวถูกออกแบบให้สามารถขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเพลอาำนวยกำลัง (PTO) ของรถแทรกเตอร์ ซึ่งช่วยลดการพึ่งพาแหล่งพลังงานไฟฟ้า ทำให้เหมาะสำหรับพื้นที่เกษตรกรรมที่ไม่มีไฟฟ้าหรืออยู่ในพื้นที่ห่างไกล

นอกจากนี้ เครื่องยังมีอัตราการผลิตที่เหมาะสม ประมาณ 23 กระถาง/ชั่วโมง และใช้งานได้สะดวก ทำให้เกษตรกรสามารถนำไปใช้ในพื้นที่จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีข้อเสนอแนะ คือ 1) การพัฒนาเครื่องเพิ่มเติม เช่น การปรับปรุงระบบส่งกำลังเพื่อเพิ่มอัตราการผลิต และ 2) การทดลองวัสดุผสมอื่นเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของกระถางให้หลากหลายยิ่งขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยประจำปีงบประมาณ 2561

6. เอกสารอ้างอิง

- จุฬามาศ แก้วมณี. (2564). การผลิตกระถางต้นไม้ย่อยสลายได้จากกากตะกอนโรงงานยางพารา ร่วมกับวัสดุ เหลือทิ้งจากก้อนเชื้อเห็ดและทะลายปาล์ม. *ASEAN Journal of Scientific and Technological Report*, 24(1), 84-93.
- นศพร ธรรมโชติ, ขวกร มุกสาน, ชโลธร ศักดิ์มาศ, เศรษฐวิวัฒน์ ถนิมกาญจน์ และชาตรี หอมเขียว. (2565). สมบัติทางกายภาพของกระถางเพาะกล้าไม้ที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างทะลายปาล์มน้ำมันต่อขี้เลื่อยไม้ยางพารา. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม*, 15(1), 65-74.
- บุญฤทธิ์ สโมสร และกัมปนาท วงษ์วัฒนพงษ์. (2567). แนวทางการบริหารจัดการเพื่อเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร. *Journal of Modern Learning Development*, 9(9), 628-641.
- พรฤดี สงวนสุข. (2552). การพัฒนาบรรจุภัณฑ์กระถางจากกากตะกอนน้ำมันปาล์มและกากตะกอน เยื่อกระดาษจากบ่อบำบัดน้ำเสียสำหรับกล้าไม้. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มงคล กวางวโรภาส และณรงค์ อุ่นคง. (2538). การวิจัยและพัฒนาเครื่องพ่นหมอกชนิดใช้พัดลมแบบ Propeller เพื่อใช้ในสวนผลไม้. *วารสารวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์*, 29(1), 77-86.
- มานพ ดอนหมื่น, โยธิน สุริยมาตย์, เจษฎา คำภูมิ และปริญญวัตร ทินบุตร. (2567). เครื่องสับและผสมอาหารสัตว์ต่อพ่วงรถแทรกเตอร์. *Industrial Technology Journal*, 9(1), 179-189.
- สุขสวัสดิ์ แก้วชลคราม, ทศนีย์ ทองก้านเหลือง, สายนที จากถิ่น และภัทราวรรณ คหะวงศ์. (2566). เครื่องอัดระบบไฮดรอลิกเพื่อขึ้นรูปกระถางต้นไม้จากวัสดุธรรมชาติ. *วารสารวิชาการเทพสตรี I-TECH*, 18(2), 172-182.
- อดิสร ไกรนรา. (2554). การผลิตกระถางต้นไม้จากเศษวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์ม. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม*, 15(1), 65-74.
- อดิศักดิ์ ไสวอมร, วิฑูรย์ โคตรมณี และสุประวิทย์ เมืองเจริญ. (2566). การออกแบบและสร้างเครื่องอัดขึ้นรูปกระถางด้วยฟางข้าว. *Journal of Science and Technology Thonburi University*, 7(1), 78-87.
- อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันของไทย. (ม.ป.ป.). (รายงานฉบับสมบูรณ์). *โครงการพัฒนาความร่วมมือด้านอุตสาหกรรมกับประเทศเพื่อนบ้าน (ยุทธศาสตร์การพัฒนาความร่วมมือด้านอุตสาหกรรม ภายใต้กรอบโครงการพัฒนาเขตเศรษฐกิจสามฝ่าย อินโดนีเซีย – มาเลเซีย – ไทย : IMT - GT)*. ศูนย์ศึกษาการค้าระหว่างประเทศ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

การศึกษาและการออกแบบแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร
ร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเก่าในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น

The Study and Design of Green Wall Panel from Agricultural Waste mixed with
Spent Mushroom Substrate in Tropical Climate

ไตรภพ บุญธรรม^{1*} กมลชนก บุญพิมพ์¹ อัครเดช มารยาตร¹ และ นวพร ลาภส่งผล²

Tripob Boontham^{1*} Kamolchanok Bunpim¹ Akadet Marayat¹ and Nawaporn Lapsongphon²

¹ สาขาเทคโนโลยีภูมิทัศน์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Division of Landscape Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

² สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี¹

² Division of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology,

Rajamangala University of Technology Thanyaburi

* E-mail: tripob_b@rmutt.ac.th; Tel.081-7428140

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเก่าต่อคุณสมบัติของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง โดยทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของ ฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบดำ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า (เห็ดนางรม) จำนวน 5 ชุดการทดลอง ได้แก่ สูตรที่ 1 (30:30:40:0), สูตรที่ 2 (30:30:30:10), สูตรที่ 3 (30:30:20:20), สูตรที่ 4 (30:30:10:30) และ สูตรที่ 5 (30:30:0:40) ซึ่งเป็นการทดแทนแกลบดำด้วยก้อนเชื้อเห็ดเก่าร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 ตามลำดับ จากนั้นทำการออกแบบและขึ้นรูปแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งขนาด 30x30x10 เซนติเมตร เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติการดูดซึมน้ำของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งและทดสอบการเจริญเติบโตของต้นหลิวใบในช่วงระยะเวลา 30 วัน ผลการวิจัยพบว่าแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งที่มีการทดแทนแกลบดำด้วยก้อนเชื้อเห็ดเก่าร้อยละ 0-25 ให้ค่าการดูดซึมน้ำ (ร้อยละ 136.05-136.54) ที่สูงกว่าแผ่นปลูกพืชที่มีการทดแทนแกลบดำด้วยก้อนเชื้อเห็ดเก่าที่ร้อยละ 50, 75 และ 100 (ร้อยละ 127.77-132.22) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ผลการทดสอบการเจริญเติบโตของต้นหลิวใบบนแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง 30 วัน พบว่าการทดแทนแกลบดำในแผ่นปลูกพืชด้วยก้อนเชื้อเห็ดเก่าในอัตราส่วนร้อยละ 50-75 มีผลทำให้ต้นหลิวใบมีค่าความสูงของลำต้น จำนวนใบ และความกว้างของแผ่นใบสูงที่สุด และสูงกว่าสูตรอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

คำสำคัญ: แผ่นปลูกพืช, สวนแนวตั้ง, วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร, ก้อนเชื้อเห็ดเก่า

Abstract

This research aimed to study the effect of agricultural wastes mixed with spent mushroom substrate on the properties of green wall panel from agricultural wastes. Five experimental sets were studied with different ratios of rice straw: coconut coir: rice husk ash: spent mushroom substrate (*Pleurotus ostreatus*), such as Formula 1 (30:30:40:0), Formula 2 (30:30:30:10), Formula 3 (30:30:20:20), Formula 4 (30:30:10:30), and Formula 5 (30:30:0:40), which is the replacement of rice husk ash with spent mushroom substrate at 0, 25, 50, 75, and 100%, respectively. Then, the design and molding of 30x30x10 centimeter green wall panel were performed to test the water absorption properties of the green wall panel and to test the growth of the *Phyllanthus myrtifolius* over a period of 30 days. The experimental results showed that the green wall panel with the replacement of rice husk ash with spent mushroom substrate at 0-25% gave significantly higher water absorption values (136.05-136.54%) than the green wall panel with the replacement of rice husk ash with spent mushroom substrate at 50, 75, and 100% (127.77-132.22%) ($p < 0.05$). The highest stem height, number of leaves, and leaf width of *Phyllanthus myrtifolius* was obtained in green wall panel by substitution rice husk ash with spent mushroom substrate at the ratio of 50-75% for 30 days ($p < 0.05$).

Keywords: Green Wall Panel, Green Façade, Agricultural Waste, Spent Mushroom Substrate

1. บทนำ

ปัจจุบันเมืองและอาคารต่าง ๆ ล้วนได้รับผลกระทบความร้อนจากแสงอาทิตย์ เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร โดยการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารนั้นมีหลายวิธี เช่น การสร้างระแนงไม้เพื่อปกคลุมอาคาร การใช้วัสดุป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร การใช้สวนแนวตั้งปกปิดผนังอาคาร การใช้พรรณไม้เลื้อยปกคลุมอาคาร ดังนั้นระบบสวนแนวตั้ง (Vertical greenery system) จึงเป็นสิ่งที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นแนวทางในการออกแบบสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน เพราะเป็นการใช้พรรณไม้เพื่อช่วยลดอุณหภูมิของพื้นที่บริเวณนั้น (Sheweka and Mohamed, 2012) นอกจากนี้การใช้สวนแนวตั้งปกคลุมอาคารยังก่อให้เกิดสภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิ (Thermal comfort) แก่ผู้ใช้อาคารได้อีกทางหนึ่ง เนื่องจากระบบเสมือนเป็นแผงกันแดดที่สามารถช่วยลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร อีกทั้งพรรณไม้ในสวนแนวตั้งยังสามารถสังเคราะห์แสงจากแสงอาทิตย์กลับเข้าสู่ชั้นบรรยากาศ และสามารถดูดซับรังสีจากแสงอาทิตย์เพื่อนำมาใช้ในการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) และการคายน้ำ (Evapotranspiration) จึงช่วยลดปริมาณความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารได้ และส่งผลต่อการประหยัดพลังงานแก่อาคารได้อีกทางหนึ่ง (พาสินี สุนากร และทิพาพรรณ ศิริเวชฎารักษ์, 2555)

สำหรับอุตสาหกรรมการก่อสร้างและงานภูมิทัศน์ในปัจจุบันมีการผลิตแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง ซึ่งเป็นการใช้พลาสติกเป็นองค์ประกอบ (Cantor and Manea, 2015) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร คือ ฟางข้าว ขุยมะพร้าว แกลบดำ ก้อนเชื้อเห็ดเก่า (เห็ดนางรม) เพื่อนำกลับมาใช้และพัฒนาให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยฟางข้าวมีปริมาณเซลลูโลส 37.70% เฮมิเซลลูโลส 22.06% และลิกนิน 21.00% (Seki, Sever, Erden, Sarikanat, Neser, & Ozes, 2012) ส่วนขุยมะพร้าวเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีส่วนประกอบของลิกโนเซลลูโลสที่มีจำนวนมากในประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยมีพื้นที่การปลูกมะพร้าวราว 1.4 ล้านไร่ และมีผลผลิตเฉลี่ย 1.38 ล้านตันต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) สำหรับแกลบดำประกอบด้วยสารอินทรีย์ 20-25% เซลลูโลส 30-40% ลิกนิน 19-47% และน้ำตาลประมาณ 17-26% นอกจากนี้ยังมีความพรุนของช่องอากาศและความจุในการอุ้มน้ำมาก (รัชดาภรณ์ ปันทะรส, 2553) ส่วนก้อนเชื้อเห็ดเก่าประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งธาตุอาหารหลัก คือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ส่วนธาตุอาหารรอง คือ แมกนีเซียม แคลเซียม (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2557)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีการศึกษาผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของเมล่อนโดยระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน (นพพล ชุ่มอินทร์ และทัศนพันธ์ุ กุศลสถิตย์, 2563) ซึ่งเป็นการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเมล่อน คือ แกลบเผา แกลบดิบ ขุยมะพร้าว และกากตะกอน พบว่าการใช้แกลบเผาเป็นวัสดุปลูกทำให้เมล่อนมีคุณภาพผลผลิตที่ดีขึ้น เนื่องจากแกลบเผามีคุณสมบัติทางกายภาพด้านความหนาแน่นรวม ความจุในการอุ้มน้ำ และความพรุนรวมเหมาะสมต่อการปลูก ส่วนอีกงานมีการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักก้อนเชื้อเห็ดเก่าด้วยแอคติโนมัยสีทต่อการเจริญและการเกิดโรคของต้นหอมที่เกิดจากเชื้อรา (วาริรัตน์ แสนมาโนช, 2564) ซึ่งเป็นการปรับปรุงคุณภาพของก้อนเชื้อเห็ดเก่า โดยการนำมาผ่านกระบวนการหมักแบบกองปุ๋ยร่วมกับเชื้อแอคติโนมัยสีท จำนวน 2 ไอโซเลท พบว่าปุ๋ยหมักที่ได้มีลักษณะทางกายภาพและมีปริมาณธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นหอม นอกจากนี้ยังมีการศึกษา Thermal analysis of a new modular system for green walls (Manso and Gomes, 2016) โดยเป็นการใช้แผ่นไม้คอร์กมาอัดเป็นแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง พบว่าสามารถช่วยลดอุณหภูมิภายในอาคารได้ 7 องศาเซลเซียส และช่วยลดค่าความหนาแน่นความร้อน (Heat Flux) ภายในอาคารได้ 75% และภายนอกอาคารได้ 60% จากการศึกษานี้ยังไม่มีการศึกษาการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร คือ ฟางข้าว ขุยมะพร้าว แกลบดำ ก้อนเชื้อเห็ดเก่า (เห็ดนางรม) มาพัฒนาเป็นแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง ซึ่งการพัฒนาดังกล่าวจะช่วยให้แผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งมีน้ำหนักลดลงกว่าการใช้ดินปลูกตามปกติและช่วยลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร นอกจากนี้ยังเป็นการนำฟางข้าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุดและยังส่งผลดีต่อชาวนาในทุกจังหวัดของประเทศไทย โดยงานวิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นการศึกษาผลของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเก่าต่อคุณสมบัติของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง โดยทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของ ฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบดำ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า (เห็ดนางรม)

เพื่อเป็นการพัฒนาแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งรูปแบบใหม่ที่มีน้ำหนักเบาในประเทศและต่างประเทศ อีกทั้งยังเป็นการตอบโจทย์ในการเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Eco Product) และแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน (SDGs) ของสหประชาชาติ

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดแก่ต่อคุณสมบัติของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาและการออกแบบแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดแก่ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) โดยมีหน่วยการทดลองทั้งหมด 5 หน่วยการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

- 1) ตัวแปรต้น คือ แกลบดำ ก้อนเชื้อเห็ดแก่ (เห็ดนางรม)
- 2) ตัวแปรตาม คือ การดูดซึมน้ำ และการเจริญเติบโตของพรรณไม้
- 3) ตัวแปรควบคุม คือ ฟางข้าว ขุยมะพร้าว กาวไอโซไซยาเนต รูปแบบและขนาดของจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดแก่ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น

2.2 การเตรียมวัตถุดิบ

- 1) ฟางข้าว ซึ่งได้มาจากโรงเห็ดของคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และนำมาตากแดดเป็นระยะเวลา 7 วัน ต่อมาทำการตัดด้วยเครื่องบดสับให้มีขนาดความยาว 3 เซนติเมตร ดังแสดงในภาพที่ 1
- 2) ขุยมะพร้าว แกลบดำ ทำการตากแดดเป็นระยะเวลา 7 วัน จนมีความชื้นน้อยกว่า 15% ดังแสดงในภาพที่ 1
- 3) ก้อนเชื้อเห็ดแก่ (เห็ดนางรม) นำไปตากแดดเป็นระยะเวลา 7 วัน จนมีความชื้นน้อยกว่า 15% และทำให้ขนาดเล็กกลงด้วยเครื่องปั่น ต่อมาแยกด้วยตะแกรงร่อน ขนาด 45 ไมครอน (ขามญช์ แดงพราหม์ สุดาพิทย์ จันทร และสุนีย์ นิธิสินประเสริฐ, 2556) ดังแสดงในภาพที่ 1



ก. การเตรียมฟางข้าว ข. การเตรียมขุยมะพร้าว ค. การเตรียมแกลบดำ ง. การเตรียมก้อนเชื้อเห็ดแก่

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ (ฟางข้าว ขุยมะพร้าว แกลบดำ ก้อนเชื้อเห็ดแก่)

2.3 การกำหนดอัตราส่วน

ทำการออกแบบส่วนผสมของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดแก่ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น โดยประกอบด้วย ฟางข้าว ขุยมะพร้าว แกลบดำ ก้อนเชื้อเห็ดแก่ จำนวน 5 ชุดการทดลอง โดยน้ำหนักที่แตกต่างกัน และได้กำหนดให้สูตรที่ 1 เป็นสูตรควบคุม (Control) ซึ่งไม่มีส่วนผสมของก้อนเชื้อเห็ดแก่ (เห็ดนางรม) สำหรับสูตรที่ 2, 3, 4 และ 5 ได้ทำการทดแทนแกลบดำด้วยก้อนเชื้อเห็ดแก่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 โดยน้ำหนัก ซึ่งทุกสูตรใช้กาวไอโซไซยาเนตเป็นตัวประสานร้อยละ 10 ของน้ำหนักวัสดุแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรและอัตราส่วนผสมที่ใช้ในการขึ้นชิ้นงานทดสอบขนาด 5x5x5 เซนติเมตร

สูตร	อัตราส่วนผสม (โดยน้ำหนัก)				กาวยาโซไซยาเนต ของ น้ำหนักวัสดุแผ่นปลูก พืชสวนแนวตั้ง	การทดสอบเพื่อดูแนวโน้ม ความเป็นไปได้ก่อนนำไป พัฒนาต่อ
	ฟางข้าว	ขุยมะพร้าว	แกลบดำ	ก้อนเชื้อเห็ดเก่า		
1 (Control)	30	30	40	0	10	
2	30	30	30	10	10	
3	30	30	20	20	10	
4	30	30	10	30	10	
5	30	30	0	40	10	

หมายเหตุ: สูตรที่ 1 คือ สูตรควบคุม

 แผ่นตัวอย่างมีลักษณะหลุดลุ่ยและการเกาะตัวไม่แน่น

 แผ่นตัวอย่างยึดเกาะกันแน่น สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดการทดสอบได้

2.4 การทดสอบการดูดซึม

ทำการขึ้นมวลทดสอบตามอัตราส่วนผสมที่ได้ทำการออกแบบทั้ง 5 สูตร สูตรละ 3 ชิ้น จำนวน 15 ชิ้นงาน โดยแต่ละชิ้นงานมีขนาด 5x5x5 เซนติเมตร หลังจากนั้นนำมวลทดสอบเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ $110 \pm 5^\circ\text{C}$ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และทำการทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง ต่อมาทำการนำมวลทดสอบไปชั่งน้ำหนักก่อนแช่น้ำ (W_2) และนำมวลทดสอบไปแช่น้ำสะอาดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดนำมวลทดสอบขึ้นมาเช็ดให้แห้ง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักหลังแช่น้ำ (W_1) ดังแสดงในภาพที่ 2 และทำการบันทึกค่าน้ำหนักและคำนวณหาการดูดซึมน้ำดังสมการสูตรที่ 1

$$\text{การดูดซึมน้ำ (\%)} = \left[\frac{W_1 + W_2}{W_2} \right] \times 100$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักของชิ้นงานตัวอย่างหลังจากแช่น้ำ (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของชิ้นงานตัวอย่างหลังอบลมร้อนไล่ความชื้น (กรัม)

ที่มา: American Society for Testing and Material (1997)



ก. เครื่องอบลมร้อน

ข. การชั่งน้ำหนักมวลทดสอบก่อนและหลังอบลมร้อน

ภาพที่ 2 เครื่องมือและวิธีการทดสอบการดูดซึม

2.5 การออกแบบและขึ้นรูปแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง

ทำการการออกแบบรูปร่างและขนาดของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเก่าในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น โดยพิจารณาจากลักษณะการใช้งานของสวนแนวตั้งแบบ Living wall (Felt layer) และขนาดของพรรณไม้ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เช่น หลิวใบ หนวดปลาหมึกแคะ สับปะรดสี นอกจากนี้ยังได้ทำการสอบถามทางผู้เชี่ยวชาญและผู้รับเหมางานภูมิทัศน์ที่มีประสบการณ์ในด้านสวนแนวตั้งแบบต่าง ๆ ในประเทศไทย พบว่าควรมีช่องสำหรับใส่พรรณไม้อย่างน้อยขนาด

10x10x5 เซนติเมตร เพื่อให้พรรณไม้สามารถเจริญเติบโตได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเก่าในเขตภูมิอากาศร้อนชื้นให้มีขนาด คือ 30x30x10 เซนติเมตร โดยทำการผสมตามอัตราส่วนที่ได้กำหนดไว้จำนวน 5 สูตร เพื่อทำการขึ้นรูปเป็นแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งด้วยเครื่องอัดร้อนที่อุณหภูมิ 150°C ต่อมาทำการตัดช่องจำนวน 4 ช่อง เพื่อปลูกพรรณไม้สวนแนวตั้ง หลังจากนั้นทำการติดทั้งสองแผ่นเข้าด้วยกันด้วยกาวลาเท็กซ์ ดังแสดงในภาพที่ 3



ก. ผสมตามอัตราส่วนที่กำหนด ข. นำเข้าเครื่องอัดร้อน ค. ตัดช่องปลูกพรรณไม้ ขนาด 5x5 ซม. และนำแผ่นมาติดกัน

ภาพที่ 3 การออกแบบและการขึ้นรูปแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง

2.6 การคัดเลือกพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง

ทำการคัดเลือกพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเก่า จำนวน 1 ชนิด จากทั้งหมด 71 ชนิด โดยเกณฑ์การคัดเลือกพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้งดัดแปลงมาจาก Charoenkit and Yiemwattana (2017) ซึ่งประกอบด้วยเกณฑ์ 6 ข้อ คือ 1) พรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง 2) พรรณไม้สวนแนวตั้งแบบ Living Wall 3) พรรณไม้อายุยืนและดูแลรักษาง่าย 4) พรรณไม้ที่สามารถทนต่อการได้รับแสงแดดตลอดทั้งวัน 5) พรรณไม้ที่สามารถหาซื้อได้ในท้องตลาด และ 6) พรรณไม้ที่ได้รับความนิยมในงานภูมิทัศน์

2.7 การทดสอบการเจริญเติบโต

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการทดสอบการเจริญเติบโตของพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้งเป็นระยะเวลา 30 วัน และทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทุก ๆ 5 วัน โดยมีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

1) ทำการหุ้มแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเก่าขนาด 30x30x10 เซนติเมตร ด้วยแผ่นเส้นใยสังเคราะห์ (Felt) หลังจากนั้นทำการติดตั้งในโครงเหล็กพร้อมยึดติดกับกำแพงและทำการติดตั้งพรรณไม้สวนแนวตั้งบนแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งทั้ง 5 สูตร โดยแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเก่าแต่ละสูตรมีพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้งจำนวน 4 ต้น ดังแสดงในภาพที่ 4



ก. ทำการหุ้มแผ่น Felt รอบแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง ข. ติดตั้งแผ่นปลูกพืชและพรรณไม้บนแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งทั้ง 5 สูตร

ภาพที่ 4 การติดตั้งแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเก่า

2) วัดค่าการเจริญเติบโตของพรรณไม้บนแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเก่าเป็นระยะเวลา 30 วัน โดยทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทุก ๆ 5 วัน คือ 1) ความสูง โดยการใช้ไม้บรรทัดและเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ วัดจากโคนต้นจากวัสดุปลูกจนถึงปลายยอดของใบ 2) จำนวนใบ โดยการนับทุกใบของต้น 3) ขอบปล้อง โดยการใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ วัดขนาดขอบปล้องบริเวณตำแหน่งเดิมที่ได้ทำการกำหนดจุดไว้ และ 4) ความกว้างของแผ่นใบ โดยการใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ วัดจากขอบใบด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งในทางตรงข้าม

3) เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของพรรณไม้ต่อการดูดซึมน้ำของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น

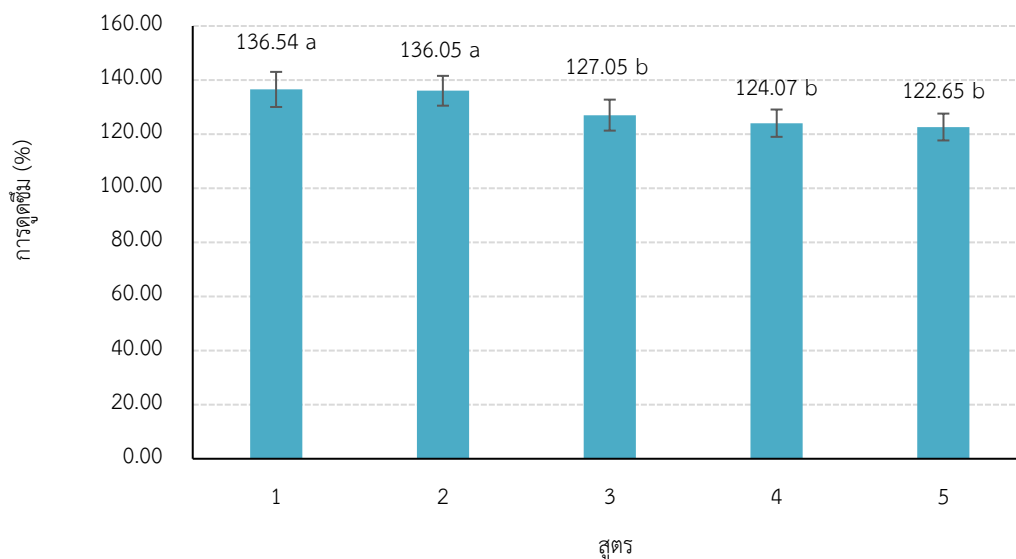
2.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) โดยมีหน่วยการทดลองทั้งหมด 5 หน่วยการทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างด้วยวิธี DMRT (Duncan's Multiple-Range Test) ใช้ระดับความเชื่อมั่น 0.05

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำ

การทดสอบการดูดซึมน้ำ พบว่าสูตรที่ 1 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบดำ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ในอัตราส่วนร้อยละ 30:30:40:0 มีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำเฉลี่ยมากที่สุด คือ 136.54 รองลงมาคือ สูตรที่ 2, 3, 4 และสูตรที่ 5 คือ 136.05, 132.22, 130.28 และ 127.77 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 5 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนิกา ดวงจันทร์ทิพย์ (2561) ที่ได้ทำการประยุกต์ใช้เชื้อก้อนเชื้อเห็ดเก่ากับถั่วลันเตาเป็นต้นเติมสำหรับกระบวนการผลิตโอฐมอย พบว่า ความหนาแน่นของโอฐจะลดลงเมื่อปริมาณเชื้อเห็ดเก่าและถั่วลันเตา เพิ่มขึ้นถึง 15-25% โดยน้ำหนัก ในขณะที่ส่งผลต่อค่าความพรุนตัวของโอฐที่เพิ่มขึ้น แต่ทำให้โอฐมีน้ำหนักเบาขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุขทัย พงศ์พัฒนศิริ (2563) ซึ่งได้ทำการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีเซรามิกดูดน้ำให้น้ำแก่พืชประดับ พบว่า เซรามิกดูดน้ำจากดินทั้ง 4 ชนิด มีประสิทธิภาพการให้น้ำแก่พืชที่แตกต่างกัน เนื่องจากขนาดรูพรุนแบบเปิดจากส่วนล่างของผลิตภัณฑ์ที่เป็นรูพรุนขนาดเล็กและขนาดใหญ่คละกัน ทำให้มีความสามารถในการอุ้มน้ำและแร่ธาตุสูงจะสามารถลำเลียงน้ำได้ โดยลักษณะดังกล่าวเป็นการเคลื่อนที่ด้วยแรงแคพิลลารี (Capillary) เพื่อนำน้ำและแร่ธาตุไปสู่พรรณไม้ด้านบน ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นว่าการแทนที่แกลบดำด้วยก้อนเชื้อเห็ดเก่าในปริมาณที่สูงขึ้นจะส่งผลต่อการดูดซึมน้ำของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง เนื่องจากขนาดของรูพรุนที่แตกต่างกันตามความเหมาะสมของพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้งตามสภาพแวดล้อมต่าง ๆ



ภาพที่ 5 การดูดซึมน้ำของแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรทั้ง 5 สูตร

3.2 ผลการคัดเลือกพรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง

ผลการคัดเลือกพรรณไม้สวนแนวตั้งเพื่อปลูกบนแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรร่วมกับก้อนเชื้อเห็ดเก่าในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น จำนวน 1 ชนิด จากพรรณไม้สวนแนวตั้งทั้งหมด 71 ชนิด โดยอ้างอิงจากหนังสือ Vertical & Roof Garden จัดสวนสวยบนผนังและหลังคา (พาสินี สุนากร และทิพาพรรณ ศิริเวชฎารักษ์, 2555) และหนังสือพรรณไม้ในงาน

ภูมิสถาปัตยกรรม 1 (เอี่ยมพร วิสมหมาย และคณะ, 2551) พบว่า หลิวใบ (*Phyllanthus myrtifolius*) เป็นพรรณไม้ที่เหมาะสมสำหรับสวนแนวตั้ง เนื่องจากผ่านเกณฑ์การคัดเลือกที่ได้กำหนดไว้ จำนวน 6 ข้อ คือ 1) พรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้ง 2) พรรณไม้สวนแนวตั้งแบบ Living Wall 3) พรรณไม้อายุยืนและดูแลรักษาง่าย 4) พรรณไม้ที่สามารถทนต่อการได้รับแสงแดดตลอดทั้งวัน 5) พรรณไม้ที่สามารถหาซื้อได้ในท้องตลาดจากเกณฑ์ และ 6) พรรณไม้ที่ได้รับความนิยมในงานภูมิทัศน์ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 พรรณไม้สำหรับสวนแนวตั้งที่ผ่านเกณฑ์สำหรับการปลูกบนแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง

ชนิดพรรณไม้	ลักษณะทางพฤกษศาสตร์
 หลิวใบ ชื่อวิทยาศาสตร์ : <i>Phyllanthus myrtifolius</i> ชื่อสามัญ : Ceylon Myrtle	ต้น : ไม้พุ่มเตี้ย แตกกิ่งราบไปกับพื้น แตกกิ่งมากแผ่ออกเป็นวง ใบ : ใบเดี่ยว เรียงสลับระนาบเดียว ดอกคล้ายใบประกอบ ดอก : ดอกเล็กสีแดง ตามซอกใบ การปลูก : ดินทั่วไป น้ำปานกลางหรือน้ำมาก แสงแดดจัดหรือร่มรำไร การขยายพันธุ์ : ปักชำ ตอนกิ่ง การใช้ : ปลูกคลุมดินปลูกในกระเบาะประดับบนอาคาร มีใบห้อย ประโยชน์ : ย่อยสลายงาม

3.3 ผลการทดสอบการเจริญเติบโตของพรรณไม้

1) ผลการทดสอบความสูงเฉลี่ยของหลิวใบ พบว่าสูตรที่ 4 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบดำ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ในอัตราส่วนร้อยละ 30:30:10:30 ส่งผลต่อการเจริญเติบโตมากที่สุด โดยมีความสูงเพิ่มขึ้น 8.08 เซนติเมตร รองลงมาคือ สูตรที่ 3, 2, 1 และ 5 ซึ่งมีค่า 7.35, 5.23, 5.08 และ 4.80 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

2) ผลการทดสอบจำนวนใบเฉลี่ยของหลิวใบ พบว่าสูตรที่ 4 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบดำ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ในอัตราส่วนร้อยละ 30:30:10:30 มีการเจริญเติบโตมากที่สุด โดยมีจำนวนใบเพิ่มขึ้น 28 ใบ สูตรที่ 3, 5, 2 และ 1 ซึ่งมีค่า 27, 24.25, 23.5 และ 22 ใบ ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4

3) ผลการทดสอบขนาดข้อปล้องเฉลี่ยของหลิวใบ พบว่าสูตรที่ 1-5 การเจริญเติบโตของข้อปล้องเฉลี่ย คือ 0.2 เซนติเมตร เนื่องจากหลิวใบมีลำต้นขนาดเล็กเท่ากันหมด ดังแสดงในตารางที่ 5

4) ผลการทดสอบความกว้างแผ่นใบเฉลี่ยของหลิวใบ พบว่าสูตรที่ 4 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของฟางข้าว : ขุยมะพร้าว : แกลบดำ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า ในอัตราส่วนร้อยละ 30:30:10:30 มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้มากที่สุด โดยมีความกว้างของแผ่นใบเพิ่มขึ้น 0.35 เซนติเมตร รองลงมาคือ สูตรที่ 3, 2, 2 และ 1 ซึ่งมีค่า 0.29, 0.25, 0.20 และ 0.16 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 6

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการทดแทนแกลบดำในแผ่นปลูกพืชด้วยก้อนเชื้อเห็ดเก่าในอัตราส่วนร้อยละ 0-75 มีผลทำให้ต้นหลิวใบมีความสูง จำนวนใบ และความกว้างของแผ่นใบที่เพิ่มขึ้น โดยจะส่งผลให้ความสูงของพรรณไม้ลดลงเมื่อมีการทดแทนแกลบดำด้วยก้อนเชื้อเห็ดเก่าในอัตราส่วนร้อยละ 100 สำหรับการทดแทนแกลบดำด้วยก้อนเชื้อเห็ดเก่าร้อยละ 50-75 มีผลทำให้ต้นหลิวใบมีความสูง จำนวนใบ และความกว้างของแผ่นใบเพิ่มขึ้นในวันที่ 30 สูงที่สุด และสูงกว่าการทดแทนแกลบดำด้วยก้อนเชื้อเห็ดเก่าที่ร้อยละ 0, 25 และ 100 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากการทดแทนแกลบดำด้วยก้อนเชื้อเห็ดเก่าร้อยละ 50-75 ให้ค่าการดูดซึมน้ำที่ร้อยละ 124.07-127.05 เป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นหลิวใบ เนื่องจากมีส่วนประกอบของปริมาณแร่ธาตุหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณีภูณิชา พรหมภักดี กนิษฐา เอื้องสวัสดิ์ ชูชาติ สันทรทรัพย์ จักรชัยวัฒน์ กาวิวงศ์ ญัฐภูมิ ลือศักดิ์ และฟ้าไพไลน ไชยวรรณ (2566) ที่ได้ทำการศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำของวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน ซึ่งมีขุยมะพร้าวเป็นส่วนผสมหลัก พบว่าวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของขุยมะพร้าวเพียงอย่างเดียวมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงที่สุด เนื่องจากการที่มีช่องว่างที่เชื่อมต่อกัน

มากกว่า จึงส่งผลต่อการกระจายขนาดของอนุภาคและลักษณะช่องว่างและส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่เหมาะสม และทำให้ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยณัฐ โตอ่อน วรรณพร ขันธิรัตน์ และจรรจรัตน์ พันธุ์สุวรรณ (2557) ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตของพรรณไม้ที่ใช้กระถางต้นไม้จากปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และใบมะพร้าว พบว่าอัตราส่วนผสม ขุยมะพร้าว : ใบมะพร้าว : ปุ๋ยคอก คือ 602.5:35:62.5 มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 75.6 เนื่องจากมีแร่ธาตุที่เหมาะสม ความยืดหยุ่นสูง รากของพรรณไม้สามารถชอนไชออกจากกันของกระถางได้ดี สามารถอุ้มน้ำ และระบายความร้อนได้ดี ซึ่งมาจากความหนาแน่นของวัสดุที่ทำการผสมในอัตราส่วนดังกล่าวจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพรรณไม้ ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าผลของการแทนที่แกลบดำด้วยก้อนเชื้อเห็ดเก๋าร้อยละ 0-25 ซึ่งให้ค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 136.05-136.54 ส่งผลต่อความหนาแน่น ขนาดรูพรุน และการกักเก็บน้ำในปริมาณที่เหมาะสมสำหรับพรรณไม้ที่ปลูกบนแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งเหลือทิ้งทางการเกษตร

ตารางที่ 3 ความสูงเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของหลิวใบบนแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง

สูตร	ระยะเวลา (วันที่) และความสูงเฉลี่ย (ซม.)							ความสูงที่เพิ่มขึ้น*
	1	5	10	15	20	25	30	
1	22.75	23.78	25.08	25.95	26.33	27.08	27.83	5.08 ^b
2	22.65	23.75	25.50	25.95	26.43	27.03	27.88	5.23 ^b
3	19.50	21.57	22.50	23.25	25.00	25.83	26.85	7.35 ^a
4	19.78	20.19	22.00	23.98	26.45	27.15	27.85	8.08 ^a
5	23.00	23.83	24.88	25.60	25.70	26.50	27.80	4.80 ^b

หมายเหตุ : * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4 จำนวนใบเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของหลิวใบบนแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง

สูตร	ระยะเวลา (วันที่) และจำนวนใบเฉลี่ย							จำนวนใบที่เพิ่มขึ้น*
	1	5	10	15	20	25	30	
1	736.75	739.00	746.75	749.25	752.75	756.50	758.75	22.00 ^c
2	748.50	750.50	757.75	760.25	764.50	767.75	772.00	23.50 ^c
3	778.00	780.00	789.00	792.25	795.50	800.25	805.00	27.00 ^{ab}
4	689.75	694.00	704.75	708.75	717.00	714.25	717.75	28.00 ^a
5	875.00	877.00	885.50	888.50	891.75	895.50	899.25	24.25 ^{bc}

หมายเหตุ : * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($p < 0.05$)

ตารางที่ 5 ขนาดข้อปล้องเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของหลิวใบบนแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง

สูตร	ระยะเวลา (วันที่) และขนาดข้อปล้องเฉลี่ย (ซม.)							ขนาดข้อปล้องที่เพิ่มขึ้น ^{ns}
	1	5	10	15	20	25	30	
1	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00
2	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00
3	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00
4	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00
5	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00

หมายเหตุ : ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 6 ความกว้างแผ่นใบเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของหลิวใบบนแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง

สูตร	ระยะเวลา (วันที่) และความกว้างแผ่นใบเฉลี่ย (ซม.)							ความกว้างแผ่นใบที่เพิ่มขึ้น*
	1	5	10	15	20	25	30	
1	0.63	0.65	0.70	0.74	0.76	0.79	0.79	0.16 ^c
2	0.60	0.70	0.75	0.75	0.80	0.80	0.80	0.20 ^{bc}
3	0.60	0.70	0.78	0.79	0.80	0.80	0.89	0.29 ^{ab}
4	0.45	0.55	0.68	0.70	0.75	0.80	0.80	0.35 ^a
5	0.55	0.70	0.73	0.75	0.78	0.80	0.80	0.25 ^{bc}

หมายเหตุ : * = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ($p < 0.05$)

4. สรุปผล

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าการทดแทนแกลบดำในแผ่นปลูกพืชด้วยก้อนเชื้อเห็ดเก๋าร้อยละ 0-25 ให้ค่าการดูดซึมน้ำ (ร้อยละ 136.05-136.54) ซึ่งสูงกว่าแผ่นปลูกพืชสูตรอื่น ๆ สำหรับการทดสอบการเจริญเติบโตของต้นหลิวบนแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง 30 วัน พบว่าการทดแทนแกลบดำในแผ่นปลูกพืชด้วยก้อนเชื้อเห็ดเก๋าร้อยละ 50-75 มีผลทำให้ต้นหลิวใบมีค่าความสูงของลำต้น จำนวนใบ และความกว้างของแผ่นใบสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการทดแทนแกลบดำด้วยก้อนเชื้อเห็ดเก๋าร้อยละ 3 และ สูตรที่ 4 เหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาเป็นแผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้ง นอกจากนี้แผ่นปลูกพืชสวนแนวตั้งดังกล่าวยังมีน้ำหนักที่เบาและราคาที่ถูกลงกว่าวัสดุปลูกทั่วไปตามท้องตลาดที่ใช้เป็นดินปลูกหรือปุ๋ยต่าง ๆ เนื่องจากเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรกลับมาใช้ใหม่อีกครั้ง อีกทั้งยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Eco Product) และตอบโจทย์แนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน (SDGs) ของสหประชาชาติ

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์ นักศึกษา และเจ้าหน้าที่ทุกท่านภายในคณะเทคโนโลยีการเกษตร รวมทั้งทุนสนับสนุนการวิจัยจากคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้ให้การช่วยเหลือในการติดต่อประสานงานต่าง ๆ จึงส่งผลทำให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- ณัฐธินา พรหมภักดี, กนิษฐา เอื้องสวัสดิ์, ชูชาติ สันทรทรัพย์, จักรชัยวัฒน์ กาวิวงศ์, ณัฐวุฒิ ลือศักดิ์ และฟ้าโพธิ์ ไชยวรรณ. (2566). การศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำของวัสดุปลูกที่แตกต่างกันโดยมีขุยมะพร้าวเป็นส่วนผสมหลัก. *วารสารแก่นเกษตร*, 51(5), 892-904.
- ธณิชา ดวงจันทร์ทิพย์. (2561). *การประยุกต์ใช้เศษก้อนเชื้อเห็ดร่วมกับเถ้าลอยเป็นตัวเติมสำหรับกระบวนการผลิตอิฐ*. (วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- นพดล ชุ่มอินทร์ และทัศนพันธ์ กุศลสถิตย์. (2563). ผลของวัสดุปลูกต่อการเจริญเติบโตของเมล่อนโดยระบบปลูกพืชไม่ใช้ดิน. *วารสารเกษตรพระวรุณ*, 17(1), 33-40.
- ปิยณัฐ โตอ่อน, วรณรพ ชันธิรัตน์ และจรัสรัตน์ พันธุ์สุวรรณ. (2557). การวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้กระถางต้นไม้จากปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว และขุยมะพร้าว โดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตของพืชที่ใช้ กระถางต้นไม้จากปุ๋ยคอก ขุยมะพร้าว โดยใช้หลักการออกแบบการทดลอง. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 8(1), 140-147.
- พาสินี สุนากร และทิพาพรรณ ศิริเวชฎารักษ์. (2555). *Vertical & Roof Garden จัดสวนสวยบนผนังและหลังคา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: บ้านและสวน.

- พิชามญช์ แดงพราหม, สุดาทิพย์ จันทร และสุนีย์ นิธิสินประเสริฐ. (2556). อิทธิพลของชนิดและปริมาณของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรต่อการผลิตการผลิตโอลิโกแซ็กคาไรด์ด้วยสารละลายเอนไซม์สกัดหยาบจาก *Penicillium oxalicum*. *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*, 36(1), 73-84.
- รัชดาภรณ์ ปันทะรส. (2553). มหัตถุภรณ์ของแอลบ. *วารสารแม่โจ้ปริทัศน์*, 11(3), 40-41.
- วารวิรัตน์ แสนมาโนช. (2564). การเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักก่อนเชื้อเห็ดเห็ดด้วยแอคติโนมัยซีตต่อการเจริญและการเกิดโรคของต้นหอม (*Allium cepa* var. *aggregatum*) ที่เกิดจากเชื้อรา. *วารสารเกษตรพระพิรุณ*, 18(2), 56-62.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2557). *สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2557*. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2552). *สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2552*. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สุขทัย พงศ์พัฒนศิริ. (2563). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิกรูปพรุนให้น้ำแก่พืชประดับเชิงพาณิชย์* (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: สมาคมพัฒนาเศรษฐกิจสีเขียวแห่งชุมชนอาเซียน.
- เอี่ยมพร วิสมหมาย, ศศิยา ศิริพานิช, อลิศรา มีนงกันขันธ์ และณัฐ พิษกรรม. (2551). *พรรณไม้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม 1* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: เอช.เอ็น.กรุ๊ป.
- American Society for Testing and Material. (1997). *Standard Test Method for Density, Absorption and Voids in Hardened Concrete*. West Conshohocken: ASTM International.
- Cantor, D.M., & Manea, D.L. (2015). Innovative building materials using agricultural waste. *Procedia Technology*, 19, 456-462.
- Charoenkit, S. & Yiemwattana, S. (2017). Role of Specific Plant Characteristics on Thermal and Carbon Sequestration Properties of Living Walls in Tropical Climate. *Building and Environment*, 115, 67-69.
- Manso, M., & Castro-Gomes, J.P. (2016). Thermal Analysis of a New Modular System for Green Walls. *Journal of Building Engineering*, 7, 53-62.
- Seki, Y., Sever, K., Erden, S., Sarikanat, M., Neser, G., & Ozes, C. (2012). Characterization of Luffa Cylindrical Fibers and the Effect of Water Aging on the Mechanical Properties of Its Composite with Polyester. *Journal of Applied Polymer Science*, 123(4), 2330-2337.
- Sheweka, S. M., & Mohamed, N. M. (2012). Green Facades as a New Sustainable Approach Towards Climate Change. *Energy Procedia*, 18, 507-520.

การผลิตโปรตีนผงจากจิ้งหรีด

Production of Cricket Protein Powder

ธนภพ โสตรโยม^{1*} และ พรนิภา จันทรภา¹

Thanapop Soteyome¹ and Pronnipa Chanthaphao¹

¹ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

¹ Faculty of Home Economics Technology

* E-mail: Thanapop.s@rmutp.ac.th, Tel. 0896629666

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสม โดยเปรียบเทียบระหว่างกระบวนการผลิตแบบแห้งและแบบเปียก พร้อมทั้งวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมี ดำเนินการทดลองโดยอบแห้งจิ้งหรีดทั้งกระบวนการผลิตแบบแห้งและเปียกที่อุณหภูมิ 3 ระดับ ได้แก่ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส พร้อมทั้งสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวัดค่าความชื้นและค่า water activity (aw) ทุก ๆ 2 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่า การอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากสามารถลดค่าความชื้นและค่า aw ได้รวดเร็วที่สุด ส่งผลให้ค่า aw ต่ำกว่า 0.6 ได้ในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งเป็นระดับที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ คุณสมบัติทางกายภาพ พบว่าอุณหภูมิการอบที่สูงขึ้นมีผลให้ค่าความสว่าง (L^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของผงจิ้งหรีดเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ผงจิ้งหรีดมีลักษณะสีเหลืองเข้มและสว่างเด่นชัดกว่าการอบที่อุณหภูมิต่ำกว่า เมื่อเปรียบเทียบกระบวนการผลิตแบบแห้งและแบบเปียก พบว่ากระบวนการผลิตแบบเปียกให้ผงจิ้งหรีดที่มีค่าความสว่าง (L^*), สีแดง (a^*) และสีเหลือง (b^*) สูงกว่าแบบแห้ง ผงจิ้งหรีดจากกระบวนการผลิตแบบเปียกมีค่า aw และความชื้นสูงกว่า ซึ่งอาจส่งผลต่ออายุการเก็บรักษา ในขณะที่กระบวนการผลิตแบบแห้งมีศักยภาพในการยืดอายุผลิตภัณฑ์และลดความเสี่ยงในการเกิดการเน่าเสียได้ดีกว่า เมื่อมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้า ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างผงจิ้งหรีดที่ได้จากกระบวนการผลิตทั้งแบบแห้งและแบบเปียก แสดงให้เห็นว่าทั้งกระบวนการผลิตแบบแห้งและแบบเปียกสามารถรักษาค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ได้ใกล้เคียงกัน

คำสำคัญ: แมลง, จิ้งหรีด, โปรตีนผง, การอบแห้ง

Abstract

This Project to determine the optimal conditions for producing cricket protein powder by comparing dry and wet processing methods, alongside analyzing the physical characteristics and chemical compositions of the resulting products. Experiments were conducted by drying cricket powder under both processing methods at three different temperatures: 50°C, 60°C, and 70°C. Samples were collected every two hours to measure moisture content and water activity (aw). The results revealed that drying at 70°C was the most suitable condition, as it achieved the fastest reduction in moisture content and aw, lowering the aw to below 0.6 in a shorter period. This level is considered effective in inhibiting the growth of microorganisms responsible for food spoilage. In terms of physical properties, higher drying temperatures increased both lightness (L*) and yellowness (b*) values, with 70°C producing cricket powder with a more intense yellow color and greater brightness compared to lower temperatures. When comparing dry and wet processing methods, it was found that the wet method produced cricket powder with higher values of lightness (L*), redness (a*), and yellowness (b*) than the dry method. However, the powder obtained through wet processing also exhibited higher moisture content and aw, which may negatively affect its shelf life. On the other hand, the dry processing method demonstrated greater potential for extending shelf life and reducing the risk of spoilage. Chemical composition analysis, including measurements of protein, fat, and ash contents, showed no significant differences between the powders obtained from the two methods. This indicates that both dry and wet processing methods can produce cricket protein powder with comparable nutritional value.

Keywords: Insect, Cricket, Protein Powder, Dehydration

1. บทนำ

ในปัจจุบัน "แมลง" ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นองค์ประกอบสำคัญในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อการบริโภคอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้ เนื่องจากมีหลักฐานทางวิชาการจากงานวิจัยหลายฉบับยืนยันว่า แมลงจัดเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพสูงที่สามารถใช้เป็นอาหารทางเลือก เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนอาหารในอนาคต โดยเฉพาะในบริบทของการเติบโตของประชากรโลกและความไม่มั่นคงทางอาหารที่ทวีความรุนแรงขึ้น จึงส่งผลให้แมลงได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางทั้งในตลาดเอเชียและยุโรป (Mongkon Leejoeiwara, 2021) สำหรับประเทศไทย การบริโภคแมลงถือเป็นวัฒนธรรมอาหารพื้นถิ่นที่แพร่หลายในทุกภูมิภาค โดยแมลงที่นิยมบริโภค ได้แก่ จิ้งหรีด แมลงกระซอน ตั๊กแตน แมลงสะตัง และจิ้งโกร่ง เป็นต้น โดยเฉพาะ "จิ้งหรีด" (Cricket) ซึ่งนับเป็นหนึ่งในแมลงเศรษฐกิจที่มีความสำคัญสูง เนื่องจากเลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว และมีคุณค่าทางอาหาร โดยเฉพาะโปรตีนในระดับสูง จึงได้รับความนิยมในตลาดบริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ โดยมีแนวโน้มการส่งออกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (วิศิษฐ์, 2563) ในปี พ.ศ. 2556 องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ได้ประกาศยอมรับแมลงอย่างเป็นทางการในเอกสารชื่อ *Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed Security* ซึ่งระบุว่า แมลงมีศักยภาพสูงในการเป็นแหล่งอาหารแห่งอนาคต เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เพาะเลี้ยงได้ง่าย ใช้ทรัพยากรน้อย ต้นทุนต่ำ และปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่าการเลี้ยงปศุสัตว์ทั่วไป จึงช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีนัยสำคัญ แมลงมีสารอาหารที่สำคัญหลากหลาย ได้แก่ โปรตีน ไฟเบอร์ กรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้งชนิดเชิงเดี่ยวและเชิงซ้อน ซึ่งเป็นแหล่งของกรดไขมันโอเมก้า 3 และโอเมก้า 6 นอกจากนี้ "จิ้งหรีด" ยังจัดเป็นแหล่งโปรตีนชั้นยอด โดยจิ้งหรีดเพียง 300 กรัม ให้ปริมาณโปรตีนเทียบเท่ากับเนื้อสัตว์ถึง 1 กิโลกรัม อีกทั้งยังย่อยง่าย อุดมด้วยวิตามินบี 12 แคลเซียมในระดับที่สูงกว่านม มีธาตุเหล็กมากกว่าผักขม และกรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วน จึงอาจกล่าวได้ว่าเป็น "ซูเปอร์ฟู้ด" (Superfood) ที่สำคัญชนิดหนึ่งแม้แมลงจะมีคุณสมบัติทางโภชนาการสูงและเป็นอาหารแห่งอนาคตที่มีศักยภาพสูง แต่ความท้าทายด้านจิตวิทยาการบริโภคนั้นยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญ โดยเฉพาะผู้บริโภคบางกลุ่มที่ไม่สามารถยอมรับการบริโภคแมลงในลักษณะของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กได้ ด้วยเหตุนี้ เทคโนโลยีการแปรรูปแมลงให้เป็น "ผงโปรตีน" จึงนับเป็นทางเลือกที่เหมาะสมและเป็นจุดเปลี่ยนที่สำคัญของอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากสามารถลดภาพลักษณ์ของแมลงโดยตรง ทำให้ผู้บริโภคสามารถบริโภคได้โดยไม่ต้องเห็นรูปลักษณ์ของแมลงนั้น ๆ กระบวนการแปรรูปโปรตีนผงจากแมลงโดยทั่วไป ได้แก่ การนำแมลงไปผ่านกระบวนการอบแห้ง จากนั้นจึงทำการบดละเอียดเป็นผง เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบประกอบอาหารในลักษณะเดียวกับเวย์โปรตีน (Whey Protein)

จากข้อมูลดังกล่าว จึงนำไปสู่แนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากจิ้งหรีดที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งมีศักยภาพในการเป็นแหล่งโปรตีนที่เปรียบได้กับไข่ไก่ หมูบด และเนื้อไก่ ทั้งยังสามารถตอบโจทย์ความต้องการของผู้บริโภคยุคใหม่ที่ใส่ใจสุขภาพ และเปิดโอกาสให้ผู้บริโภคมีทางเลือกใหม่ที่ยั่งยืนในอนาคต

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การผลิตโปรตีนผงจากจิ้งหรีดศึกษาสภาวะที่เหมาะสม โดยเปรียบเทียบระหว่างกระบวนการผลิตแบบแห้งและแบบเปียก มีขั้นตอนการเตรียมดังนี้ 1) กระบวนการผลิตโปรตีนผงจากจิ้งหรีดแบบแห้ง (Dry Processing Method) จิ้งหรีดแช่แข็งถูกนำมาละลายน้ำแข็งในน้ำอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 นาที จากนั้นทำความสะอาดและสะเด็ดน้ำ ก่อนนำไปชั่งน้ำหนัก แล้ววางกระจายบนถาดอบเพื่อนำเข้าสู่ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 3 ระดับ ได้แก่ 50°C, 60°C และ 70°C โดยทำการวัดค่า aw และความชื้นทุก ๆ 2 ชั่วโมง จนกว่าน้ำหนักและอุณหภูมิจะคงที่ จากนั้นนำจิ้งหรีดอบแห้งมาบดละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 และ 140 mesh ตรวจวัดค่าความชื้น aw แล้วบรรจุในถุงซิปล็อกสำหรับเก็บรักษา 2) กระบวนการผลิตโปรตีนผงจากจิ้งหรีดแบบเปียก (Wet Processing Method) หลังละลายน้ำแข็งและทำความสะอาดจิ้งหรีด นำมาชั่งน้ำหนัก และผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 จากนั้นทำการปั่นและกรองด้วยผ้าขาวบางหนึ่งชั้น นำของเหลวที่ได้เทใส่ถาดสแตนเลสแล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จิ้งหรีดที่แห้งแล้วจะถูกชูดอก นำมาบดละเอียด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 และ 140 mesh ตรวจวัดค่าความชื้นและ aw แล้วบรรจุเพื่อการเก็บรักษา

การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์

การประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์โปรตีนผงจากจิ้งหรีดในครั้งนี้ ประกอบด้วย การวิเคราะห์คุณสมบัติทั้งในด้านกายภาพและเคมี โดยมีจุดประสงค์เพื่อประเมินความเหมาะสมของกระบวนการผลิตทั้งแบบแห้งและแบบเปียก รวมถึงผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ 1) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผงโปรตีนจิ้งหรีดดำเนินการโดยการตรวจวัดค่าความชื้นและค่า water activity (a_w) ใช้เครื่องวัด a_w รุ่น AQUA CX3TE และเครื่องวิเคราะห์ความชื้นแบบอินฟราเรด การประเมินลักษณะทางกายภาพด้านค่าสี โดยใช้เครื่องวัดค่าสีชนิด Spectrophotometer ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น CM-3500d ทำการวัดค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง-เขียว (a^*) และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) วางแผนการทดลองตามแบบแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) และทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) เพื่อตรวจสอบความแตกต่างของข้อมูล เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลองต่าง ๆ

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

คุณภาพทางเคมีของผงโปรตีนจิ้งหรีด ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์หองค์ประกอบเบื้องต้น (Proximate Analysis) ตามมาตรฐานของสมาคม AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 2000) เพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์ในส่วนประกอบปริมาณโปรตีน ไขมัน เกล็ด และคาร์โบไฮเดรต การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตใช้วิธีการคำนวณจากร้อยละของมวลรวมคือ คำนวณจากค่าร้อยละ 100 ลบด้วยผลรวมของร้อยละโปรตีน ไขมัน เกล็ด และเส้นใยอาหารที่มีอยู่ในตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ ผลการวิเคราะห์ที่ได้นำมาใช้เปรียบเทียบเพื่อประเมินคุณภาพโดยรวมของผงโปรตีนจิ้งหรีดที่ได้จากแต่ละกระบวนการผลิต

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทำอบแห้งจิ้งหรีดทั้ง 3 อุณหภูมิ

จากการศึกษาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการทำอบแห้งจิ้งหรีด โดยทำการศึกษาอุณหภูมิการอบแห้งที่ 3 อุณหภูมิ คือ 50, 60 และ 70 °C โดยทำการสุ่มตรวจวัดค่า a_w และความชื้นทุก ๆ 2 ชั่วโมง จากนั้นนำจิ้งหรีดมาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและนำผลมาวิเคราะห์ หาคความแปรปรวน (Analysis of variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาคความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple's Range (DMRT) ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่า a_w ของผงจิ้งหรีดจากกระบวนการผลิตแบบแห้งที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 50, 60 และ 70 °C

เวลา(ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (°C)		
	50	60	70
0	0.98±0.03 ^{a, A}	0.98±0.05 ^{a, A}	0.99±0.03 ^{a, A}
2	0.98±0.00 ^{a, A}	0.98±0.02 ^{a, A}	0.97±0.01 ^{a, A}
4	0.97±0.01 ^{a, A}	0.96±0.05 ^{a, B}	0.74±0.01 ^{b, B}
6	0.95±0.01 ^{a, A}	0.74±0.04 ^{b, C}	0.18±0.01 ^{c, C}
8	0.84±0.01 ^{a, B}	0.30±0.05 ^{b, D}	-
10	0.50±0.06 ^c	-	-

หมายเหตุ : - ตัวอักษร a, b, c ในแนวนอนที่แตกต่างกันหมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

- ตัวอักษร A, B, C ในแนวตั้งที่แตกต่างกันหมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตาราง 3.1 พบว่า อุณหภูมิ 70 °C ชั่วโมงที่ 6 มีค่า a_w ลดลงต่ำกว่า 0.6 ได้เร็วกว่า อุณหภูมิ 50 และ 60 °C แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิ 70 °C มีสภาวะที่เหมาะสมต่อการอบแห้งจิ้งหรีดได้ดีกว่า อุณหภูมิ 50 และ 60 °C เนื่องจากเมื่อเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งส่งผลให้ค่า a_w ลดลง ซึ่งการควบคุมให้อาหารมี (a_w) ค่าน้อยกว่า 0.6 เป็นการป้องกันการ

เสื่อมเสียทำให้จุลินทรีย์ก่อโรคไม่สามารถเจริญเติบโตได้ และ ค่า a_w มีค่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์อาหารแห้งไม่เกิน 0.6 ทั้งนี้ ค่า a_w เป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์ (กมลวรรณ และแสนเชิง, 2565)

ตารางที่ 2 ค่าความชื้น (%) ของผงจิ้งหรีดจากกระบวนการผลิตแบบแห้งที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 50, 60 และ 70 °C

เวลา(ชั่วโมง)	อุณหภูมิ (°C)		
	50	60	70
0	67.43±0.20 ^{a, A}	66.60±0.71 ^{b, A}	63.53±1.27 ^{c, A}
2	62.89±1.02 ^{a, A}	57.82±1.33 ^{b, B}	44.31±0.30 ^{c, B}
4	54.97±1.63 ^{a, B}	45.85±1.30 ^{b, C}	13.33±0.50 ^{c, C}
6	40.32±0.73 ^{a, C}	15.77±0.34 ^{b, D}	4.23±0.05 ^{c, D}
8	17.77±0.87 ^{a, D}	5.90±0.32 ^{b, E}	-
10	9.70±0.30 ^{a, E}	-	-

หมายเหตุ : - ตัวอักษร a, b, c ในแนวนอนที่แตกต่างกันหมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

- ตัวอักษร A, B, C ในแนวตั้งที่แตกต่างกันหมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตาราง 2 พบว่า อุณหภูมิ 70 °C 6 ชั่วโมง มีค่าความชื้น(%) ลดลงเร็วกว่า อุณหภูมิ 50 และ 60 °C เมื่อเพิ่มอุณหภูมิและเวลาในการอบมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณความชื้นลดลง ซึ่งอุณหภูมิ 70 °C มีค่าความชื้นลดลงเร็วกว่า อุณหภูมิ 50 และ 60 °C ทำให้มี ความชื้น(%) ที่น้อยกว่า 15 % ได้เร็วกว่า อุณหภูมิ 50 และ 60 °C เมื่ออุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณความชื้นลดลง ซึ่งช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ โดยความชื้นของจิ้งหรีด น้อยกว่า 15% (อีลีหัยะ และคณะ, 2556.) เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดอาหารเสื่อมเสียถ้าความชื้นในอาหารเหลือไม่เกิน 15% อาหารเหล่านั้นจะสามารถเก็บไว้ได้นานที่สภาวะอุณหภูมิปกติโดยปราศจากการเน่าเสียจากเชื้อรา (Jay, 1998)

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งจิ้งหรีดที่มีผลต่อค่าสี (เก็บระยะเวลา 5 เดือน) 3 อุณหภูมิ คือ 50, 60 และ 70 °C

ค่าสี	อุณหภูมิ (°C)		
	50	60	70
L*	53.98±0.33 ^b	54.52±0.14 ^a	55.27±0.09 ^a
a*	5.49±0.07 ^b	5.32±0.06 ^a	5.59±0.08 ^a
b*	20.54±0.17 ^b	20.82±0.37 ^a	20.92±0.67 ^a

หมายเหตุ : - ตัวอักษรในแนวนอนที่แตกต่างกันหมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตาราง 3 พบว่า อุณหภูมิ 50 °C ใช้เวลาในการอบแห้งผงจิ้งหรีด 10 ชั่วโมง อุณหภูมิ 60 °C ใช้เวลาในการอบแห้งผงจิ้งหรีด 8 ชั่วโมง และ อุณหภูมิ 70 °C ใช้เวลาในการอบแห้งผงจิ้งหรีด 6 ชั่วโมง โดยอุณหภูมิ 50 °C มีค่า L* a* b* ต่ำกว่าสภาวะอื่น ($p \leq 0.05$) ในขณะที่อุณหภูมิ 60 และ 70 °C มีค่า L* a* b* ไม่แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) ซึ่งอุณหภูมิ 70 °C ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งผงจิ้งหรีดน้อยกว่า อุณหภูมิ 50 และ 60 °C จึงเป็นสภาวะที่มีความเหมาะสมต่อการใช้อบแห้งผงจิ้งหรีด โดยการอบที่อุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลให้ค่า L* a* b* เพิ่มขึ้นอาจเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ ได้แก่ ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard Reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างโมเลกุลของน้ำตาลรีดิวซิงและหมู่กรดอะมิโนของโปรตีน จากการเชื่อมต่อกันด้วยพันธะโควาเลนต์ ในระหว่างกระบวนการแปรรูปและการเก็บรักษาอาหาร (นิธิยา, 2549)

3.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผงจิ้งหรีดจากกระบวนการผลิตแบบแห้งและแบบเปียก

จากการศึกษากระบวนการผลิตแบบแห้งและแบบเปียกของผงจิ้งหรีด โดยทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพและเคมี นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple's Range (DMRT) ได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผงจิ้งหรีดจากกระบวนการผลิตแบบแห้งและแบบเปียก

ค่าสี	วิธีการผลิต	
	แบบแห้ง	แบบเปียก
L*	55.27±0.09 ^b	59.16±0.03 ^a
a*	5.59±0.08 ^b	9.45±0.02 ^a
b*	20.92±0.67 ^b	27.00±0.03 ^a
a _w	0.36±0.00 ^b	0.48±0.01 ^a
ความชื้น	3.74±0.03 ^b	6.92±0.11 ^a
โปรตีน (g)	63.87±3.36 ^a	62.88±0.13 ^a
ไขมัน (g)	15.94±2.18 ^a	16.92±1.05 ^a
เถ้า (g)	2.80±0.13 ^a	2.82±0.05 ^a

หมายเหตุ : - มีความแตกต่างกันหมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตาราง 4 พบว่า จากค่าสีของผงจิ้งหรีด (L*, a*, b*) แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตแบบเปียกทำให้ผงจิ้งหรีดมีสีที่สว่างกว่าโดยมีค่า L* สูงกว่า และมีโทนสีแดงจากที่มีค่า a* และโทนสีเหลืองจากค่า b* มากกว่ากระบวนการผลิตแบบแห้ง สำหรับค่า a_w กระบวนการผลิตผงจิ้งหรีดแบบเปียกมีค่า a_w ที่สูงกว่าซึ่งอาจส่งผลต่อความเสถียรและอายุการเก็บรักษาของผงจิ้งหรีด ส่วนค่าความชื้น กระบวนการผลิตผงจิ้งหรีดแบบเปียกมีค่าความชื้นที่สูงกว่า ซึ่งอาจส่งผลต่อน้ำสัมผัส และอายุการเก็บรักษาของผงจิ้งหรีด เนื่องจากค่า a_w ที่สูงขึ้นอาจเอื้อต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์จากกระบวนการผลิตแบบเปียกสูงกว่ากระบวนการผลิตแบบแห้ง ซึ่งอาจ มีผลต่อน้ำสัมผัสและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ จากค่าองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ค่าปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้าของผงจิ้งหรีดจากทั้งสองกระบวนการไม่มีความแตกต่างกันแสดงให้เห็นว่าทั้งสองกระบวนการผลิตให้คุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกัน โดยองค์ประกอบทางเคมีจากกระบวนการผลิตแบบแห้งและแบบเปียกมีค่าโปรตีน 63.87±3.36, 62.88±0.13 (g/100g) ตามลำดับ ไขมัน 15.94±2.18, 16.92±1.05 (g/100g) ตามลำดับ และ เถ้า 2.80±0.13, 2.82±0.05 (g/100g) ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการอบแห้งจิ้งหรีดด้วยลมร้อนและไมโครเวฟ โดยการอบแห้งจิ้งหรีดด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C มีค่า โปรตีน 61.97±1.09 (g/100g) ไขมัน 15.52±0.18 (g/100g) เถ้า 3.68±0.27 (g/100g) (เฉลิมขวัญ และคณะ, 2564) จากผลการทดลองพบว่ากระบวนการผลิตแบบแห้งมีข้อได้เปรียบในด้านค่า a_w และความชื้นที่ต่ำกว่า ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงในการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ดีขึ้น ขณะที่กระบวนการผลิตแบบเปียกให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีสว่างและมีโทนสีแดงและเหลืองมากกว่า อย่างไรก็ตาม ทั้งสองกระบวนการไม่มียผลต่อปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้า ดังนั้นการเลือกใช้กระบวนการผลิต จึงพิจารณาตามความต้องการด้านอายุการเก็บรักษาและลักษณะทางกายภาพของผงจิ้งหรีด

4. สรุปผล

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพของการอบแห้งที่ 3 อุณหภูมิ คือ 50, 60 และ 70 °C จากการศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งจิ้งหรีดที่ 3 ระดับอุณหภูมิ ได้แก่ 50, 60 และ 70 °C พบว่า เมื่อระยะเวลาในการอบเพิ่มขึ้น ค่า a_w และค่าความชื้นของจิ้งหรีดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยอุณหภูมิ 70 °C ทำให้ค่า a_w และค่าความชื้นลดลงเร็วกว่าการอบที่อุณหภูมิ 50 และ 60 °C ซึ่งช่วยให้สามารถลดค่า a_w ให้ต่ำกว่า 0.6 ได้เร็วขึ้น ส่งผลให้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย การวิเคราะห์ค่าความชื้นพบว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้ค่าความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว โดยอุณหภูมิ 70 °C สามารถลดความชื้นให้ต่ำกว่า 15% ได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิ 50 และ 60 °C ซึ่งช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ สำหรับคุณสมบัติทางกายภาพด้านค่าสี พบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) มากขึ้น โดยอุณหภูมิ 70 °C ทำให้ ผงจิ้งหรีดมีสีเหลืองเข้มและมีค่าสว่างกว่าที่อุณหภูมิ 50 และ 60 °C ผลจากการศึกษาความแตกต่างในคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผงจิ้งหรีดจากกระบวนการผลิตแบบแห้งและแบบเปียก จาก

ค่าสีของผงจิ้งหรีด (L^* , a^* , b^*) แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตแบบเปียกทำให้ผงจิ้งหรีดมีสีที่สว่างกว่าโดยมีค่า L^* สูงกว่า และมีโทนสีแดงจากที่มีค่า a^* และโทนสีเหลืองจากค่า b^* มากกว่ากระบวนการผลิตผงจิ้งหรีดแบบแห้ง สำหรับค่า a_w และความชื้นของผงจิ้งหรีดจากกระบวนการผลิตแบบเปียกสูงกว่ากระบวนการผลิตแบบแห้ง ซึ่งอาจส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาของผงจิ้งหรีดและกระบวนการผลิตแบบแห้งช่วยลดความเสี่ยงในการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ดีขึ้น จากค่าองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ค่าปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้าของผลิตภัณฑ์จากทั้งสองกระบวนการไม่มีความแตกต่างกันแสดงให้เห็นว่าทั้งสองกระบวนการผลิตให้คุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกัน

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างสูงต่อ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในด้านสถานที่ ห้องปฏิบัติการ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดจนให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ ทำให้การดำเนินงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำอันทรงคุณค่า รวมทั้งขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายที่มีส่วนสนับสนุนและช่วยเหลือในขั้นตอนต่าง ๆ ของการศึกษาในครั้งนี้

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณครอบครัว เพื่อนร่วมงาน และทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจ และเป็นแรงผลักดันสำคัญในการดำเนินงานวิจัยจนประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี

6. เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงพลังงาน. (2558). *การอบแห้ง Drying*. สืบค้นเมื่อ 24 กรกฎาคม 2567 จาก <https://ienergyguru.com>
- กมลวรรณ จิตจักร. และแสนเชิง พรหมจิต. (2565). *ห้องครัวจลนพลศาสตร์การอบแห้งปลาช่อนทะเลด้วยโรงเรือนอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์*. สืบค้นเมื่อ 24 กรกฎาคม 2567 จาก <https://ph01.tci-thaijo.org>
- เฉลิมขวัญ อริยะวงศ์, พิรุณ ชมศร, สาวิตรี ประภาการ และนาริรัตน์ สืบศรี. (2564). *การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการอบแห้งจิ้งหรีดต้มด้วยลมร้อนและไม่โครเวฟ*. สืบค้นเมื่อ 2 ตุลาคม 2567 จาก <https://research.rmutsb.ac.th>
- นิธิยา รัตนพานนท์. (2553). *อัตราการทำแห้ง*. สืบค้นเมื่อ 30 กรกฎาคม 2567 จาก <https://www.foodnetworksolution.com>
- ปรีชา สุวรรณพินิจ. และนงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. (2553). *จุลชีววิทยาทั่วไป*. สืบค้นเมื่อ 5 กรกฎาคม 2567 จาก <https://www.car.chula.ac.th>
- วิศิษฐ์ศิริ ชูสกุล. (2563). องค์ความรู้อาหารท้องถิ่นในฐานะผู้ถูกเยียนบนฐานรากของชุมชนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 1. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 9(10), 382-398.
- อัสหิยะ สนิโซ. (2556). *การอบแห้งเห็ดนางฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมอินฟราเรด*. สืบค้นเมื่อ 26 กันยายน 2567 จาก <http://wb.yru.ac.th/xmlui/handle/yrui/3546>
- AOAC. (2000). *Official Method of Analysis of AOAC International*. สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2567 จาก https://www.researchgate.net/publication/292783651_AOAC_2005
- Jay, J. (1998) *Modern food microbiology* สืบค้นเมื่อ 10 กันยายน 2567 จาก <https://www.foodnetworksolution.com>
- Mongkon, W., & Leejoeiwara, B. (2021). องค์ประกอบ ของ การ ยอมรับ โปรตีน จิ้งหรีด ใน ออสเตรเลีย. *Journal of Modern Learning Development*, 6(2), 208-222.

การหาสถานะที่เหมาะสมในการหมักน้ำส้มสายชูจากรำข้าวละเอียด Optimizing The Production of Vinegar from Fine Rice Bran

จุฑาทิพย์ พลรักษา¹, นิภาพร ก้านทอง¹ และ อัจฉรา มะโนวัฒนา^{1*}
Jutatip Ponraksa¹, Nipaporn kanthong¹ and Atchara Manowattana^{1*}

¹ สาขาเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

¹ Agricultural Biotechnology Program, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok

* E-mail: atchara_ma@rmutto.ac.th; Tel. 089-0208680

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสถานะที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากรำข้าวละเอียด โดยกระบวนการหมักสองขั้นตอน ได้แก่ กระบวนการหมักแอลกอฮอล์จากรำข้าวละเอียด และกระบวนการหมักน้ำส้มสายชู จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของรำข้าวละเอียดพบว่ามีปริมาณโปรตีน และคาร์โบไฮเดรตสูงถึง 17.17 และ 53.01 กรัมต่อรำละเอียด 100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งสามารถใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนและคาร์บอนในการเปลี่ยนแปลงชีวภาพของจุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี ในการทดลองหมักแอลกอฮอล์จากรำข้าวละเอียด พบว่า สามารถหมักแอลกอฮอล์จากรำข้าวละเอียดได้สูงสุดที่ร้อยละ 9.90±0.36 ปริมาตรต่อปริมาตร จากนั้นนำแอลกอฮอล์ที่ได้ไปผ่านกระบวนการหมักให้เป็นน้ำส้มสายชู โดยเชื้อ *Acetobacter aceti* TISTR1053 พบว่า สามารถผลิตน้ำส้มได้สูงสุดที่ร้อยละ 3.60±0.06 น้ำหนักต่อปริมาตร ภายใต้สภาวะอากาศเมื่อหมักเป็นระยะเวลา 9 วัน ผลการวิจัยพบว่ารำข้าวละเอียดสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำส้มสายชูหมักที่มีคุณภาพเทียบเท่า น้ำส้มสายชูข้าวเชิงพาณิชย์ได้ วิธีนี้ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการสีข้าวและส่งผลให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ

คำสำคัญ: รำข้าวละเอียด, น้ำส้มสายชูหมัก, แอลกอฮอล์, กระบวนการหมัก

Abstract

This study aimed to develop nutritionally enhanced pasta by incorporating protein derived from silkworm pupae powder. Three basic pasta formulations were initially developed, followed by the incorporation of silkworm pupae protein powder at three different levels 5%, 10%, and 15% of flour weight. The chemical properties of the enriched pasta were compared with the basic formula. The experimental design followed a Randomized Complete Block Design (RCBD). Sensory evaluation was conducted to assess appearance, color, aroma, taste, texture, and overall acceptability using a 9-point hedonic scale. The results indicated that pasta enriched with 10% silkworm pupae powder was the most acceptable among the panelists. In terms of chemical composition, the 10% enrichment formula showed improved nutritional value, containing 10.43% protein, 23.92% carbohydrates, 5.66% fat, and providing a total energy of 188.34 kilocalories per serving. These findings highlight the potential of silkworm pupae protein as a novel and functional ingredient to enhance the nutritional value of pasta products.

Keywords: Pasta, Protein, Silkworm Pupa Powder

1. บทนำ

พาสต้า (Pasta) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารเส้นที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในระดับโลก โดยเฉพาะเส้นพาสต้าชนิดแห้ง ซึ่งสามารถเก็บรักษาได้นานและเหมาะกับการบริโภคในชีวิตประจำวัน (กุลยา ลัมรุ่งเรืองรัตน์, อโนชา สุขสมบุรณ์ และอารัสรา แสงนาถ, 2558) อย่างไรก็ตาม พาสต้าแบบดั้งเดิมส่วนใหญ่ผลิตจากแป้งข้าวสาลีเซโมลินาซึ่งให้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรตเป็นหลัก และมีปริมาณโปรตีนไม่สูงนัก ในขณะที่ความต้องการอาหารโปรตีนสูงในกลุ่มผู้บริโภคยุคใหม่ เช่น นักกีฬา ผู้ที่ต้องการเสริมสร้างกล้ามเนื้อ และผู้ที่มีภาวะขาดโปรตีน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ในปัจจุบัน แมลงกินได้เริ่มได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นในหลายประเทศ เนื่องจากเป็นแหล่งโปรตีนและแร่ธาตุที่ดี โดยเฉพาะดักแด้ไหม (Silkworm pupae) ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยให้โปรตีนถึงร้อยละ 21.5 เทียบเท่ากับเนื้อสัตว์ (Wu, Wang, Wang, Dai, & Xu, 2021) การนำดักแด้ไหมมาใช้อุตสาหกรรมอาหารจึงถือเป็นแนวทางที่มีศักยภาพทั้งในด้านสุขภาพและเศรษฐกิจ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2567)

ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเส้นพาสต้าเสริมดักแด้ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะโปรตีน และเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับอุตสาหกรรมดักแด้ไหมในประเทศ

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาเส้นพาสต้าที่เสริมคุณค่าทางโภชนาการด้วยโปรตีนจากผงดักแด้
- 2) เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีของเส้นพาสต้าสูตรพื้นฐานกับสูตรเสริมผงดักแด้

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การศึกษาสูตรพื้นฐานของเส้นพาสต้า

การทดลองในครั้งนี้ได้ศึกษาสูตรพื้นฐานของเส้นพาสต้าจำนวน 3 สูตร (ดังตารางที่ 1) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยให้ผู้ชิมจำนวน 40 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษาด้านอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร หลังจากได้สูตรพื้นฐานของเส้นพาสต้าที่มีคะแนนความชอบสูงสุดแล้ว จึงนำไปศึกษาปริมาณผงดักแด้ที่เหมาะสมในการทำเส้นพาสต้าต่อไป

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานเส้นพาสต้า

วัตถุดิบ	น้ำหนักวัตถุดิบ (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งสาลีเนกประสงค์	200	-	150
แป้งเซโมลินา	-	200	50
ไข่ไก่ (ทั้งฟอง)	150	100	140
ไข่ไก่ (ไข่แดง)	-	20	-
เกลือ	2.5	7.5	2
น้ำมันมะกอก	7.5	15	10

ที่มา: สูตรที่ 1 Homemade Pasta (2556) สูตรที่ 2 สุติฉา (2560) สูตรที่ 3 Cook pad (2564)

1) ขั้นตอนการทำเส้นพาสต้าสูตรพื้นฐาน

1.1) ชั่งส่วนผสมและเตรียมเครื่องผสมอาหาร ตรา KitchenAid ขนาด 3.3 ลิตร Artisan Mini 5KSM3311ER กำลังไฟ 250 วัตต์ ใช้ตะขอนวดแป้ง

1.2) เตรียมร่อนส่วนผสมแป้งลงในอ่างผสม จากนั้นนำส่วนผสมทั้งหมดเทลงในเครื่องผสมอาหาร เปิดเครื่องนวดแป้งเป็นเวลา 10 นาที ปรับระดับความเร็วในการตีเริ่มจากเบอร์ 2 เป็นเวลา 2 นาที และเปลี่ยนเป็นระดับ 5 เป็นเวลา 8 นาที จากนั้นห่อด้วยฟิล์มยืด พักแป้งไว้ 30 นาที

1.3) เมื่อพักแป้งเสร็จ นำแป้งมาแบ่ง 4 ส่วน รีดด้วยไม้นวดแป้ง นำเข้าเครื่องรีดเส้น ตรา MARCATO รุ่น Atlas 180 ค่อย ๆ รีดจากเบอร์ 0 ไปถึงเบอร์ 6 ให้มีความหนา 2 มิลลิเมตร แล้วตัดเส้นตัดเส้นด้วยเครื่องตัดแป้ง ขนาด กว้าง 2.5 เซนติเมตร ยาว 20 เซนติเมตร หนา 1.5 มิลลิเมตร ตากเส้นบนราว 20 นาที

1.4) นำเส้นพาสต้าไปต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที

2) ขั้นตอนการเตรียมผงดกแด่

การเตรียมดกแด่ใหม่ คัดเลือกสิ่งเจือปนออกจากดกแด่ใหม่ ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำก๊อกไหลผ่าน ใช้กระชอนตักสะเด็ดน้ำ ลวกน้ำเดือดอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 2 นาทีเตรียมถาดวางแผ่นรองกระดาษซับน้ำไว้ในถาดอบเพื่อซับน้ำอบด้วยเตาอบร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 5 ชั่วโมงบดละเอียด เป็นเวลา 2 นาที ร้อนผ่านตะแกรงขนาด 60 เมชบรรจุในถุงออลูมิเนียมฟอยล์แบบสุญญากาศ

2.2) การศึกษาปริมาณผงดกแด่ในเส้นพาสต้า

นำสูตรพื้นฐานมาศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของผงดกแด่ที่เสริมในเส้นพาสต้า 3 ระดับ คือ ร้อยละ 5 10 และ 15 ของน้ำหนักแป้ง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 40 คน 2 ซ้ำ ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษา สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2.3) การศึกษาคุณภาพทางเคมีของสูตรพื้นฐานกับสูตรเสริมผงดกแด่

1) นำสูตรพื้นฐานกับสูตรที่เสริมผงดกแด่ที่ได้รับการคัดเลือก มาทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยอาหาร คาร์โบไฮเดรตรวม และพลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี/100 กรัม) ตามวิธีของ (AOAC, 2023)

2) นำผลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Least Significant Difference, LSD ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานเส้นพาสต้า

จากตารางที่ 2 พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูตรที่ 2 สูงสุดในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 8.50 8.17 7.92 8.25 8.08 8.50 ตามลำดับ อยู่ในลำดับชอบมาก เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่าด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) โดยสูตรที่ 1 มีลักษณะสีเหลืองอ่อน และมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มและ เนื่องจากมีส่วนผสมของแป้งสาลีเนกประสงค์ ส่วนสูตรที่ 3 มีลักษณะสีเหลืองอ่อน และมีเนื้อสัมผัสที่แข็งกระด้าง และสูตรที่ 2 มีส่วนผสมของแป้งเซโมลินา ไข่ไก่ (ทั้งฟอง) ไข่ไก่ (ไข่แดง) จึงทำให้เส้นพาสต้าสีเหลืองทอง ลักษณะเรียบแบน เนื้อสัมผัสเหนียวนุ่มมากกว่าสูตรที่ 1 และ 3 เนื่องจากแป้งเซโมลินาทำจากเอนโดสเปิร์มของข้าวสาลีชนิด “ดูรัม” (Durum Wheat) โดยผ่านกระบวนการบดหยาบ แล้วคัดแยกเยื่อหุ้มเมล็ดออก ทำให้มีลักษณะเป็นเม็ดหยาบ สีเหลืองอมทอง ซึ่งช่วยให้พาสต้าคงรูปไม่เละเวลาโดนน้ำร้อนด้วยเหตุผลนี้ (Serena, Dominique, & Giovanna, 2024) จึงส่งผลต่อผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับเส้นพาสต้าสูตรที่ 2 มากที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกสูตรพื้นฐานที่ 2 มาเสริมผงดกแด่ต่อไป

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส และค่าความแตกต่างสูตรพื้นฐานเส้นพาสต้า 3 สูตร

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ค่าเฉลี่ยและความแตกต่าง		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	7.13±0.91 ^b	8.50±0.72 ^a	7.10±0.90 ^b
สี	7.13±0.91 ^b	8.17±0.84 ^a	7.12±0.85 ^b
กลิ่น	6.83±0.78 ^b	7.92±1.05 ^a	6.88±0.76 ^b
รสชาติ	7.08±0.97 ^b	8.25±0.81 ^a	7.15±0.86 ^b
เนื้อสัมผัส	6.97±0.86 ^b	8.08±0.86 ^a	6.85±0.77 ^b
ความชอบโดยรวม	6.77±0.73 ^b	8.50±0.78 ^a	7.10±0.18 ^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรในตารางแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.2 ผลการศึกษาปริมาณผงดกแต่ในเส้นพาสต้า

จากตารางที่ 3 ผลการศึกษาปริมาณผงดกแต่ในเส้นพาสต้าที่เสริมจำนวน 3 ระดับ คือร้อยละ 5 10 และ 15 ของน้ำหนักแป้ง พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับที่ระดับร้อยละ 10 ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีคะแนนเฉลี่ย 8.06 8.20 8.38 และ 8.54 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับชอบมาก ในด้าน เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และความแตกต่างทางสถิติ พบว่าด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ระดับร้อยละ 5 10 และ 15 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากการทดลอง พบว่า ปริมาณผงดกแต่มีผลต่อสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสของเส้นพาสต้า หากเสริมเกินร้อยละ 10 จะทำให้เนื้อสัมผัส แน่น แห้งเล็กน้อย และกลิ่นของดกแต่ที่แรงขึ้น เนื่องจากปริมาณของผงดกแต่ที่เพิ่มเข้าไป สีของดกแต่ จากส่วนประกอบทางธรรมชาติ ซึ่งสามารถเปลี่ยนไปตามวิธีการแปรรูป เช่น ปฏิกริยามิลลาร์ด (Maillard) ระหว่างการอบแห้ง จึงทำให้สีของดกแต่เข้มขึ้น กลิ่นของดกแต่ เกิดจากการสลายของไขมันที่โดนความร้อนและออกซิเจน (Ewelina et al., 2023) เนื้อสัมผัสกรอบกรอบที่ได้มาจากไคติน ซึ่งเป็นส่วนประกอบของดกแต่ ทำให้มีความกรอบเพิ่มขึ้น (Deepak et al., 2023)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัส และค่าความแตกต่างของปริมาณผงดกแต่ในเส้นพาสต้าที่เสริมจำนวน 3 ระดับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ปริมาณผงดกแต่ (ร้อยละ)		
	5	10	15
ลักษณะปรากฏ	8.38±0.75 ^b	8.50±0.64 ^a	8.15±0.86 ^b
สี	8.14±0.69 ^b	8.36±0.64 ^a	7.33±0.82 ^b
กลิ่น	7.95±0.60 ^b	8.25±0.65 ^a	7.76±0.86 ^c
รสชาติ	7.88±0.80 ^b	8.41±0.70 ^a	7.13±0.78 ^c
เนื้อสัมผัส	7.86±0.71 ^b	8.49±0.66 ^a	7.13±0.76 ^c
ความชอบโดยรวม	8.04±0.65 ^b	8.65±0.55 ^a	7.24±0.72 ^c

หมายเหตุ : ตัวอักษรในตารางแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.3 ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีสูตรพื้นฐานกับสูตรเสริมผงดกแต่

จากตารางที่ 4 พบว่า คุณภาพทางเคมีของสูตรพื้นฐานกับสูตรเสริมผงดกแต่ร้อยละ 10 พบว่า สูตรพื้นฐานค่าความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรตรวม ร้อยละ 63.44 7.88 4.83 0.44 และ 23.41 ตามลำดับ มีพลังงานทั้งหมด 168.63 กิโลแคลอรี/100 กรัม ส่วนสูตรเสริมผงดกแต่ร้อยละ 10 พบว่า พลังงานทั้งหมด 188.34 กิโลแคลอรี/100 กรัม ค่าความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรตรวม ร้อยละ 59.47 10.43 5.66 0.52 และ 23.92 ตามลำดับ จากผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของเส้นพาสต้าที่เสริมผงดกแต่ใหม่ร้อยละ 10 พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงในองค์ประกอบทางโภชนาการเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน การเพิ่มผงดกแต่ใหม่ส่งผลให้ปริมาณโปรตีนในเส้นพาสต้าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 คุณภาพทางเคมีของสูตรพื้นฐานกับสูตรเส้นพาสต้าเสริมโปรตีนผงดักแด้ (ต่อตัวอย่าง 100 กรัม)

คุณภาพทางเคมี	สูตรพื้นฐาน ร้อยละ 0	สูตรเส้นพาสต้าเสริมผงดักแด้ (ร้อยละ10)
ความชื้น (ร้อยละ)	63.44±0.00 ^a	59.47±0.00 ^b
โปรตีน (ร้อยละ)	7.88±0.05 ^b	10.43±0.00 ^a
ไขมัน (ร้อยละ)	4.83±0.00 ^b	5.66±0.00 ^a
เถ้า (ร้อยละ)	0.44±0.00 ^b	0.52±0.00 ^a
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	23.41±0.00 ^b	23.92±0.00 ^a
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี/100 กรัม)	168.63±0.00 ^b	188.34±0.88 ^a

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ^{a,b,c...} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในกลุ่มตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (p<0.05)

4. สรุปผล

จากการคัดเลือกสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร พบว่าสูตรที่ 2 ซึ่งใช้แป้งเซโมลินา 100 เปอร์เซ็นต์ และมีไข่ไก่เป็นส่วนประกอบหลัก ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดในทุกด้านของประสาทสัมผัส เมื่อนำสูตรพื้นฐานดังกล่าวเสริมด้วยผงดักแด้ใหม่ใน 3 ระดับ พบว่า การเสริมที่ระดับร้อยละ 10 ให้ผลดีที่สุดในลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบมาก และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรอื่น นอกจากนี้ สูตรที่เสริมผงดักแด้ใหม่ร้อยละ 10 ยังแสดงให้เห็นถึงคุณค่าทางโภชนาการที่สูงขึ้นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 7.88 เป็น 10.43 รวมถึงไขมัน เถ้า และพลังงานทั้งหมด ที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย แสดงถึงศักยภาพของดักแด้ใหม่ในการเป็นแหล่งโปรตีนทางเลือกสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเส้น ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า การเสริมผงโปรตีนจากดักแด้ใหม่ในเส้นพาสต้าในสัดส่วนร้อยละ 10 เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนของงบประมาณกองทุนเพื่อการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568

6. เอกสารอ้างอิง

- กุลยา ลัมรุ่งเรืองรัตน์, อโนชา สุขสมบูรณ์ และอาภัสรา แสงนาค. (2558). *การศึกษารายล้อมรับผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าจากแป้งข้าวโพดผสมแป้งสาลี*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2567). *รายงานแนวโน้มอาหารจากแมลงในตลาดโลก*. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- AOAC. (2023). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis of AOAC International* (21st ed.). Washington DC: Association of Official Analytical Chemist.
- Deepak, K.M., Komal J., Ipsita, S., Tanmaya, K.B., Vinod, K.D., Kiranamaya, P., Aarthi, N., Rudra Gouda, M.N., Varun, S., Nikita, N., Sheenam, B., Hansa, K.J. & Deepika, J. (2023). Nutritional Aspects and Dietary Benefits of “Silkworms”: Current Scenario and Future Outlook. *Frontiers in Nutrition.*, 10(1), 1-15.
- Ewelina K. & Małgorzata M. (2023). Effect of Using Carrot Pomace and Beetroot-Apple Pomace on Physicochemical and Sensory Properties of Pasta. *Journal of Food Science & Technology.*, 168(1), 1-10.

- Serena, C., Dominique, L.W. & Giovanna, F. (2024). Influence of Semolina Characteristics and Pasta-Making Process on the Physicochemical, Structural, and Sensorial Properties of Commercial Durum Wheat Spaghetti. *Frontiers in Food Science and Technology*, 4, Retrieved from <https://doi.org/10.3389/frfst.2024.1416654>,
- Wu, Q., Wang, Y., Wang, W., Dai, L. & Xu, Y. (2021). Nutritional Composition and Safety Aspects of Edible Silkworm Pupae: A Review. *Trends in Food Science & Technology*, 113, 254–262. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.04.016>

การศึกษาผลของการใช้แป้งถั่วลูกไก่ทดแทนแป้งสาลีในราวีโอลิต่อคุณค่าทางโภชนาการ และการยอมรับของผู้บริโภค

The Effects of Replacing Wheat Flour with Chickpea Flour in Ravioli on Nutritional Value and Consumer Acceptance

บุษยมาลี ถนนทิพย์^{1*} พิชชาภา ยอดยิ่ง¹ และ ภูวดล โพธิ์ทอง¹

Budsayamalee Tanontip¹ Pitchapa Yodying² and Phuwadol Pothong¹

¹ สาขาวิชาอุตสาหกรรมบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

¹ Food Service Industry, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon.

* E-mail: budsayamalee.t@rmutp.ac.th, pitchapayodying@gmail.com, phowadonkk1@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้แป้งถั่วลูกไก่ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ราวีโอลี โดยพัฒนาสูตรราวีโอลีที่ใช้แป้งถั่วลูกไก่ในอัตราร้อยละ 30, 40 และ 50 เพื่อตรวจสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส ลักษณะทางกายภาพ และคุณค่าทางโภชนาการ รวมถึงศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคในระดับการผลิตเชิงอุตสาหกรรม ผลการวิจัยพบว่า สูตรที่ใช้แป้งถั่วลูกไก่ในอัตราร้อยละ 40 มีค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบสูงสุดในทุกด้าน ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยได้คะแนนเฉลี่ย 7.00, 7.21, 7.42, 6.67, 6.30 และ 6.30 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับ “ชอบปานกลางถึงชอบเล็กน้อย” ตามเกณฑ์การประเมินแบบ Hedonic Scale 9 ระดับ อย่างไรก็ตาม ระดับคะแนนดังกล่าวยังไม่เพียงพอต่อการจำหน่ายเชิงพาณิชย์ จึงควรพัฒนาองค์ประกอบของสูตรให้มีคุณลักษณะทางกายภาพ เช่น ความเหนียวและความยืดหยุ่นของแผ่นแป้งที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์พาณิชย์ โดยอาจใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางกายภาพในการวัดความเหนียวของแผ่นแป้ง และควรมีการทดสอบเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม เพื่อยกระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคให้อยู่ในช่วง “ชอบมากถึงชอบมากที่สุด” ด้านคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ราวีโอลีแป้งถั่วลูกไก่ต่อ 100 กรัม พบว่า มีไขมัน 4.28 กรัม โปรตีน 8.50 กรัม คาร์โบไฮเดรต 21.35 กรัม และใยอาหาร 4.83 กรัม ซึ่งสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งสาลี ผลการประเมินการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่า ร้อยละ 94 ยินดีบริโภคหากมีการวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด สะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ราวีโอลีแป้งถั่วลูกไก่ให้เป็นทางเลือกใหม่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และสามารถต่อยอดสู่เชิงพาณิชย์ได้ในอนาคต

คำสำคัญ: แป้งถั่วลูกไก่, ราวีโอลี

Abstract

This study aimed to investigate the effects of substituting chickpea flour for wheat flour in ravioli products. Ravioli formulas were developed using chickpea flour at substitution levels of 30%, 40%, and 50%. The products were evaluated based on sensory attributes, physical characteristics, and nutritional values, as well as consumer acceptance in an industrial-scale production context. The results indicated that the formula with 40% chickpea flour substitution received the highest mean scores in all sensory attributes, including color, aroma, taste, texture, and overall preference, with respective average scores of 7.00, 7.21, 7.42, 6.67, 6.30, and 6.30. These scores correspond to a moderate to slightly favorable level of consumer preference according to the 9-point Hedonic Scale. Although the product demonstrated promising nutritional benefits, its acceptability level was not yet sufficient for immediate commercial release. Further product development is recommended to improve the dough's elasticity and chewiness to be comparable to market-standard products. Comparative testing with a commercial control sample and the use of physical measurement tools, such as dough extensibility and stickiness analyzers, should be incorporated in future research. Nutritional analysis showed that 100 grams of the chickpea flour ravioli contained 4.28 grams of fat, 8.50 grams of protein, 21.35 grams of carbohydrates, and 4.83 grams of dietary fiber - demonstrating superior nutritional value compared to conventional wheat-based ravioli. A consumer acceptance survey involving 100 participants revealed that 94% were willing to consume the product if available in the market. These findings highlight the potential of chickpea flour ravioli as a functional food alternative with nutritional advantages and commercial viability.

Keywords: Chickpea Flour, Ravioli

1. บทนำ

ราวีโอลีเป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทพาสต้า (Pasta) ซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ มีลักษณะเป็นแป้งทอไส้ รูปทรงสี่เหลี่ยม ขอบหยัก มีลักษณะคล้ายหมอน ภายในสามารถบรรจุไส้ได้หลากหลายตามความต้องการของผู้บริโภค โดยส่วนประกอบหลักของแป้งราวีโอลีประกอบด้วย แป้งสาลี และไข่ไก่ ซึ่งแป้งสาลีที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นแป้งสาลีชนิดเบา มีปริมาณโปรตีนประมาณร้อยละ 10.5 เหมาะสำหรับทำผลิตภัณฑ์พาสต้าสด แป้งสาลีประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตประเภทแป้ง ได้แก่ อะไมโลส (Amylose) และอะไมโลเพกติน (Amylopectin) รวมถึงโปรตีนที่สร้างกลูเตน เช่น กลูเตนิน (Glutenin) และไกลอะดลิน (Gliadin) ซึ่งมีผลต่อโครงสร้าง ความยืดหยุ่น และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ (Marachai, Kwangpan and Phimolsiripol, 2013) แป้งสาลีไม่เหมาะสำหรับผู้ที่มีภาวะแพ้กลูเตน หรือผู้ที่ต้องการลดการบริโภคแป้งขัดขาว ส่งผลให้มีความสนใจในการพัฒนาแป้งทางเลือกจากพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง อาทิ ถั่วลูกไก่ (Chickpea; Cicer Arietinum L.) หรือที่รู้จักในชื่อถั่วชิกพี ซึ่งได้รับความนิยมในอาหารเมดิเตอร์เรเนียน อาหารตะวันออกกลาง และอาหารอินเดีย ถั่วลูกไก่เป็นพืชตระกูลถั่วชนิดไม่ให้น้ำมัน (Pulse) ที่มีการผลิตสูงเป็นอันดับ 3 รองจากถั่วแขก (Phaseolus Bean) และถั่วลันเตา (Pea) (สัมพันธ, 2564)

ถั่วลูกไก่มีคุณค่าทางโภชนาการที่โดดเด่น โดยในปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงาน 269 กิโลแคลอรี ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต 45 กรัม โปรตีน 20 กรัม ไขมัน 6 กรัม และใยอาหารสูงถึง 12.5 กรัม อีกทั้งยังเป็นแหล่งของแร่ธาตุสำคัญ ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และธาตุเหล็ก รวมถึงวิตามินกลุ่ม B วิตามิน A วิตามิน E และวิตามิน C ถั่วลูกไไ่ยังอุดมด้วยซาโปนิน (Saponins) ซึ่งเป็นสารประกอบธรรมชาติที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และมีรายงานว่าช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคเมอแรงบางชนิด ทั้งยังมีไฟเบอร์ชนิดละลายน้ำได้ซึ่งช่วยลดระดับไขมันในเลือด และควบคุมระดับน้ำตาล จึงจัดเป็นวัตถุดิบทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีความมุ่งหมายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ราวีโอลีที่ใช้แป้งถั่วลูกไก่เป็นส่วนประกอบบางส่วนแทนแป้งสาลี เพื่อยกระดับคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ และเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ รวมถึงตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคที่มีข้อจำกัดด้านการบริโภคกลูเตน นอกจากนี้ การพัฒนาแป้งพาสต้าจากถั่วลูกไไ่ยังมีแนวโน้มในการต่อยอดสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ โดยเฉพาะในกลุ่มอุตสาหกรรมบริการอาหารที่มุ่งเน้นผลิตภัณฑ์นวัตกรรมและอาหารเพื่อสุขภาพ การใช้ถั่วลูกไไ่ซึ่งสามารถเพาะปลูกได้ในหลายพื้นที่ของประเทศ ยังส่งผลเชิงบวกต่อชุมชนในด้านเศรษฐกิจและสังคม โดยช่วยลดการพึ่งพาการนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศ เพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตร และส่งเสริมการใช้วัตถุดิบท้องถิ่นอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเป็นแรงผลักดันให้เกิดการรวมกลุ่มของเกษตรกรหรือวิสาหกิจชุมชนในกระบวนการแปรรูป การผลิตแป้งถั่วลูกไไ่ การบรรจุภัณฑ์ และการจัดจำหน่ายในรูปแบบที่หลากหลายผลิตภัณฑ์ราวีโอลีแป้งถั่วลูกไไ่ยังสามารถเป็นต้นแบบสำหรับการสร้างอาชีพเสริมให้แก่กลุ่มแม่บ้าน เกษตรกรรายย่อย และผู้ประกอบการในท้องถิ่น ผ่านกิจกรรมอบรม ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต และการพัฒนาเมนูสุขภาพ เพื่อส่งเสริมการบริโภคอาหารที่ดีต่อสุขภาพในระดับครัวเรือนและชุมชน ดังนั้น งานวิจัยฉบับนี้จึงมีศักยภาพในการขยายผลสู่การใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์และเชิงสังคมได้อย่างเป็นรูปธรรม อันจะเป็นส่วนหนึ่งในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจฐานรากควบคู่ไปกับการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในระยะยาว

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการใช้แป้งถั่วลูกไไ่ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ราวีโอลี

2. ระเบียบวิธีวิจัย

ศึกษาดำเนินการพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ราวีโอลี สูตรพื้นฐาน 3 ตำรับ โดยอ้างอิงผลการศึกษามาจากผลการวิจัยจาก หทัยชนก ศรีประไพ ฉัตรชนก บุญไชย และยศสินี หัวดวง (2561) เรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์พาสต้าสดจากแป้งข้าวกล้อง มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

นำแป้งสาลีตราว่าวซึ่งมีปริมาณโปรตีนประมาณร้อยละ 10.5 เหมาะสำหรับทำเส้นพาสต้า นำแป้งผสมกับส่วนผสมของเหลว (เช่น ไข่ น้ำมัน หรือน้ำเปล่าตามสูตร) แล้วนวดให้เข้ากันนวดต่อเนื่องประมาณ 10 นาที จนแป้งเนียนและยืดหยุ่น ท่อ

แบ่งด้วยฟิล์มถนอมอาหาร แล้วพักไว้ในตู้เย็น 30 นาที แบ่งแบ่งที่พักไว้เป็น 4 ก้อน จากนั้นใช้เครื่องรีดแบ่งให้บางลงถึงระดับเบอร์ 2 วางใส่ (ประมาณ 1 ซ้อนชา) ลงบนแผ่นพาสต้าให้เป็นก้อนกลม เว้นระยะห่างระหว่างใส่ประมาณ 1 นิ้ว ใช้แปรงจุ่มน้ำ ทารอบ ๆ ไข่ เพื่อช่วยให้แผ่นแป้งติดกัน วางแผ่นพาสต้าอีกแผ่นลงประกบ และกดให้แบนสนิท ใส่อากาศออกให้หมด ใช้มีดหรือที่ตัดแบ่งแบบหยัก ตัดแบ่งให้เป็นชิ้นสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากนั้นกดลายให้เรียบร้อย เป็นอันเสร็จขั้นตอนการทำราวิโอลี

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรราวิโอลีโดยใช้แป้งถั่วลูกไก่แทนแป้งสาลีบางส่วน และศึกษาการยอมรับจากผู้บริโภค โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 สูตร ที่มีสัดส่วนแป้งถั่วลูกไก่แตกต่างกัน คือ สูตรที่ 1 แป้งถั่วลูกไก่ 30% สูตรที่ 2 แป้งถั่วลูกไก่ 40% และสูตรที่ 3 แป้งถั่วลูกไก่ 50% โดยทั้ง 3 สูตรใช้กรรมวิธีการผลิตเหมือนกัน จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบทางประสาทสัมผัสเบื้องต้นกับนักศึกษา จำนวน 40 คน โดยใช้แบบประเมินความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scale) ครอบคลุมด้านลักษณะที่ปรากฏ เนื้อสัมผัส การขึ้นฟู รสชาติ และความชอบโดยรวม วิเคราะห์ผลโดยใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (RCBD) ต่อมาได้ทำการประเมินการยอมรับจากผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน ซึ่งเป็นบุคคลทั่วไปจากคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ที่สุ่มแบบไม่เจาะจง โดยใช้แบบสอบถาม 3 ส่วน คือ ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค การให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ และความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ โดยให้คะแนนความชอบในระดับ 1 ถึง 9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ประเด็นหลักที่ศึกษา ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของลักษณะผลิตภัณฑ์เมื่อใช้แป้งถั่วลูกไก่ในสัดส่วนต่างกัน ความพึงพอใจของผู้บริโภค และการหาสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการทดลองครั้งนี้ได้ทำการศึกษาผลิตภัณฑ์ราวิโอลีแป้งถั่วลูกไก่ที่ผ่านการคัดเลือกจากตำรับพื้นฐาน นำมาศึกษาปริมาณแป้งถั่วลูกไก่ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ราวิโอลีแป้งถั่วลูกไก่ โดยศึกษาปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ แป้งถั่วลูกไก่ ร้อยละ 30 แป้งถั่วลูกไก่ ร้อยละ 40 และแป้งถั่วลูกไก่ ร้อยละ 50 และแสดงคะแนนเฉลี่ยดังตารางที่ 4.1 จากนั้นนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น สี เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม ให้คะแนนแบบ 9 - Point Hedonic Scale จำนวน 40 คน วางแผนในการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ RCBD : (Randomized Complete Block Design) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อเลือกตำรับที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 1 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัส

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ปริมาณแป้งถั่วลูกไก่ (ร้อยละ)		
	RC1	RC2	RC3
ลักษณะปรากฏ	5.18 ^c ±1.57	7.00 ^a ±0.68	5.38 ^b ±2.32
สี	6.43 ^b ±1.22	7.21 ^a ±0.61	6.38 ^b ±1.53
กลิ่น	6.12 ^b ±1.15	7.42 ^a ±0.68	4.53 ^b ±2.44
รสชาติ	5.48 ^b ±1.77	6.66 ^a ±1.07	5.38 ^b ±2.32
เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)	5.68 ^b ±1.38	6.30 ^a ±1.47	3.38 ^b ±1.53
ความชอบโดยรวม	5.68 ^b ±1.38	6.30 ^a ±1.47	4.50 ^b ±2.43

หมายเหตุ: 1) a b และ c อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางพบว่า ผลิตภัณฑ์ราวิโอลีแป้งถั่วลูกไก่ โดยที่กำหนดให้ RC1 = ปริมาณแป้งถั่วลูกไก่ที่ถูกทดแทน ร้อยละ 50 RC2 = ปริมาณแป้งถั่วลูกไก่ที่ถูกทดแทน ร้อยละ 40 RC3 = ปริมาณแป้งถั่วลูกไก่ที่ถูกทดแทนร้อยละ 30 โดยที่ RC2 ให้การยอมรับมากที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม มีค่าคะแนนเฉลี่ยคือ 7.00 7.21 7.42 6.67 และ 6.30 ตามลำดับ จัดอยู่ในระดับความชอบปานกลางถึงมาก RC1 ได้รับการยอมรับมากที่สุดในด้านสี และกลิ่น มีคะแนนเฉลี่ย 6.43 และ 6.12 ตามลำดับ จัดอยู่ในระดับความชอบเล็กน้อย และ RC3 ได้รับการยอมรับมากที่สุดในด้านสี มีคะแนนเฉลี่ย 6.38 จัดอยู่

ในระดับความชอบเล็กน้อย เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่า ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อ สัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 2 ลักษณะทางประสาทสัมผัสของแผ่นแป้งราวีโอลี่ที่ใช้แป้งถั่วลูกไก่ทดแทนแป้งสาลีในสัดส่วนต่างกัน จากการประเมินด้วยการสังเกตทางประสาทสัมผัส

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ผลิตภัณฑ์ราวีโอลี่แป้งถั่วลูกไก่		
	RC1	RC2	RC3
ลักษณะปรากฏ	ผิวเรียบเนียนคงตัวดี	ผิวเรียบเนียนคงตัวดี	ผิวเรียบเนียนคงตัวดี
สี	สีเหลืองอ่อน	สีเหลืองอ่อน	สีเหลือง
กลิ่น	มีกลิ่นถั่วลูกไก่อ่อน	มีกลิ่นถั่วลูกไก่ปานกลาง	มีกลิ่นถั่วลูกไก่อ่มาก
รสชาติ	มีรสชาติจืด	มีรสชาติจืด	มีรสชาติจืด
เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)	มีความนุ่ม	มีความนุ่มน้อยกว่าตัวรับที่ 1	มีความนุ่มน้อยที่สุด แต่เนื้อค่อยข้างแน่นและแข็ง



RC1



RC2



RC3

หมายเหตุ: RC1 (ตัวรับที่ 1) RC2 (ตัวรับที่ 2) และ RC3 (ตัวรับที่ 3)

จากตารางผลิตภัณฑ์ราวีโอลี่แป้งถั่วลูกไก่ โดยกำหนดให้ RC1 = ปริมาณแป้งถั่วลูกไก่ที่ถูกทดแทน ร้อยละ 50 RC2 = ปริมาณแป้งถั่วลูกไก่ที่ถูกทดแทน ร้อยละ 40 และ RC3 = ปริมาณแป้งถั่วลูกไก่ที่ถูกทดแทน ร้อยละ 30 โดย RC1 มีลักษณะทางด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส คือ มีลักษณะผิวเรียบเนียนคงตัวดี สีเหลืองอ่อน มีกลิ่นถั่วลูกไก่อ่อน มีรสชาติจืด และนุ่ม RC2 มีลักษณะทางด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส คือ มีลักษณะผิวเรียบเนียนคงตัวดี สีเหลือง มีกลิ่นถั่วลูกไก่อ่อนปานกลาง มีรสชาติจืด และมีความนุ่มน้อยกว่า RC1 และ RC3 มีลักษณะทางด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส คือ สูตรที่ใช้แป้งถั่วลูกไก่ในอัตรา ร้อยละ 50 (RC3) มีลักษณะผิวเรียบ เนียน คงตัวดี สีของแผ่นแป้งเป็นสีเหลือง มีกลิ่นของถั่วลูกไก่อ่อนชัดเจน รสชาติจืด และมีความนุ่มน้อยที่สุด เนื้อสัมผัสของแป้งค่อนข้างแน่นและแข็ง ซึ่งเป็นผลมาจากการที่แป้งถั่วลูกไก่อไม่มีกลูเตน โดยธรรมชาติของถั่วลูกไก่อเป็นแหล่งโปรตีนจากพืช แต่ไม่สามารถสร้างโครงสร้างแบบยืดหยุ่นได้เหมือนกับกลูเตนในแป้งสาลี กลูเตนเป็นโปรตีนหลักในแป้งสาลี ประกอบด้วย กลูเตนิน (Glutenin) และไกลอะดลิน (Gliadin) ซึ่งเมื่อได้รับน้ำและผ่านการนวด จะเกิดการเชื่อมโยงกันจนกลายเป็นโครงสร้างตาข่ายโปรตีนที่ยืดหยุ่น มีลักษณะเหนียว หนึบ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งสาลี เช่น พาสต้า ขนมปัง หรือผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ มีเนื้อสัมผัสที่ดีและคงรูปได้ ในขณะที่การใช้แป้งถั่วลูกไก่อในสัดส่วนสูง จะทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์แห้ง ไม่เหนียวหนึบ และอาจกระทบต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคในด้านเนื้อสัมผัส

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางเคมี ได้แก่ พลังงาน ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต น้ำตาล โซเดียม โยอาหาร

องค์ประกอบทางเคมี	ผลิตภัณฑ์ราวีโอลี่แป้งถั่วลูกไก่	ผลิตภัณฑ์ราวีโอลี่	หน่วย (100g)
พลังงาน	157.92	160.10	Kcal
ไขมัน	4.28	5.00	g
โปรตีน	8.50	2.50	g
คาร์โบไฮเดรต	21.35	14.00	g
เถ้า	1.20	1.00	g

องค์ประกอบทางเคมี	ผลิตภัณฑ์ราวีโอลี่แบ่งถั่วลูกไก่	ผลิตภัณฑ์ราวีโอลี่	หน่วย (100g)
ความชื้น	64.67	60.12	g
ใยอาหาร	4.83	1.30	g
โซเดียม	1774.56	1720.24	mg

จากตารางเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ราวีโอลี่ที่ใช้แบ่งถั่วลูกไก่ กับผลิตภัณฑ์ราวีโอลี่สูตรควบคุมที่ใช้แบ่งสาเลี 100% ต่อปริมาณ 100 กรัม พบว่า ทั้งสองสูตรมีค่าพลังงานใกล้เคียงกัน โดยสูตรแบ่งถั่วลูกไก่ให้พลังงาน 157.92 กิโลแคลอรี ขณะที่สูตรแบ่งสาเลีให้พลังงาน 160.10 กิโลแคลอรี อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางโภชนาการในด้านอื่น พบความแตกต่างที่ชัดเจน โดยเฉพาะในส่วนของโปรตีนและใยอาหาร ผลิตภัณฑ์ราวีโอลี่ที่ใช้แบ่งถั่วลูกไ้มีปริมาณโปรตีนสูงถึง 8.50 กรัมต่อ 100 กรัม ในขณะที่สูตรควบคุมมีเพียง 2.50 กรัม ซึ่งน้อยกว่าถึง 3 เท่า แสดงให้เห็นว่า แบ่งถั่วลูกไ้เป็นแหล่งโปรตีนจากพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการเพิ่มโปรตีนในอาหาร รวมถึงผู้บริโภคกลุ่มมังสวิรัดิหรือวีแกนที่มีใยอาหารสูงถึง 4.83 กรัมต่อ 100 กรัม ในขณะที่แบ่งสาเลีให้เพียง 1.30 กรัม ใยอาหารดังกล่าวมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการทำงานของระบบทางเดินอาหาร ช่วยให้อิ่มนาน และควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในด้านคาร์โบไฮเดรต สูตรแบ่งถั่วลูกไ้มีปริมาณ 21.35 กรัม ซึ่งสูงกว่าสูตรแบ่งสาเลีที่มีเพียง 14.00 กรัม เล็กน้อย มีค่าความชื้นสูงกว่าเล็กน้อยเช่นกัน ซึ่งไม่ได้ส่งผลต่อค่าพลังงานโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญ สรุปสูตรราวีโอลี่ที่ใช้แบ่งถั่วลูกไ้มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีกว่าสูตรควบคุม โดยเฉพาะในด้านโปรตีนและใยอาหาร จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการลดการใช้แบ่งสาเลีในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยยังคงคุณลักษณะด้านรสชาติและเนื้อสัมผัสให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

การศึกษานี้ดำเนินการประเมินการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ราวีโอลี่ที่ใช้แบ่งถั่วลูกไ้ โดยใช้การทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส (Hedonic Test) กับกลุ่มผู้บริโภคจำนวน 100 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่มีความสนใจเข้าร่วมการทดลอง โดยผู้บริโภคจะได้รับตัวอย่างผลิตภัณฑ์ราวีโอลี่แต่ละสูตร (RC1, RC2, RC3 และสูตรควบคุม) เพื่อชิมและประเมินความชอบการประเมินดำเนินการในห้องปฏิบัติการทางประสาทสัมผัส โดยใช้มาตราวัด Hedonic Scale แบบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) ซึ่งมีค่าคะแนนตั้งแต่ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 = ชอบมากที่สุด ผู้บริโภคให้คะแนนใน 6 ด้าน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมข้อมูลจากการทดสอบถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคในแต่ละสูตร และใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบต่อไป

ตารางที่ 4 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้บริโภค

ข้อมูลทั่วไป		จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	68	68.00
	หญิง	32	32.00
อายุ	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 ปี	17	17.00
	21 – 30 ปี	12	12.00
	31 – 40 ปี	9	9.00
	41 – 50 ปี	2	2.00
	51 – 60 ปี	0	0.00
ระดับการศึกษา	ต่ำกว่าปริญญาตรี	26	26.00
	ปริญญาตรี	62	62.00
	ปริญญาโท	11	11.00
	ปริญญาเอก	1	1.00
อาชีพ	นักเรียน นักศึกษา	80	80.00
	รับราชการ	6	6.00
	พนักงานรัฐวิสาหกิจ	1	1.00

ข้อมูลทั่วไป		จำนวน (คน)	ร้อยละ
	พนักงานเอกชน	7	7.00
	ประกอบธุรกิจส่วนตัว	6	6.00
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	ต่ำกว่า 5,000 บาท	17	17.00
	5,000 – 10,000 บาท	43	43.00
	10,001 – 15,000 บาท	23	23.00
	15,001 – 20,000 บาท	6	6.00
	มากกว่า 20,000 บาท	10	10.00
	ไม่มีรายได้	0	0.00

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งสิ้น 100 คน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 68.00 ขณะที่เพศหญิงมีสัดส่วนร้อยละ 32.00 ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการเข้าร่วมของเพศชายในสัดส่วนที่มากกว่าครึ่งหนึ่งของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ด้านช่วงอายุ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอายุอยู่ระหว่าง 21 - 30 ปี คิดเป็นร้อยละ 72.00 ซึ่งจัดอยู่ในช่วงวัยรุ่นตอนปลายถึงวัยผู้ใหญ่ตอนต้น รองลงมาคือ กลุ่มอายุต่ำกว่าหรือเท่ากับ 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 17.00 ซึ่งยังคงอยู่ในช่วงวัยศึกษาเล่าเรียน ขณะที่กลุ่มอายุ 31 - 40 ปี มีสัดส่วนร้อยละ 9.00 และกลุ่มอายุ 41 - 50 ปี มีเพียงร้อยละ 2.00 ทั้งนี้ ไม่พบผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุมากกว่า 50 ปี ซึ่งอาจสะท้อนถึงความสนใจในผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เน้นกลุ่มคนรุ่นใหม่เป็นหลัก ระดับการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 62.00 รองลงมาคือ กลุ่มที่อยู่ระหว่างการศึกษาระดับปริญญาตรี ร้อยละ 26.00 ขณะที่ผู้ที่จบการศึกษาระดับปริญญาโทและปริญญาเอกมีสัดส่วนร้อยละ 11.00 และร้อยละ 1.00 ตามลำดับ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงกลุ่มตัวอย่างที่มีการศึกษาระดับอุดมศึกษาเป็นส่วนใหญ่ อันอาจมีผลต่อการตัดสินใจเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์ที่เน้นคุณค่าทางโภชนาการหรือสุขภาพ เมื่อพิจารณาด้านอาชีพ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นนักเรียนหรือนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 80.00 แสดงให้เห็นถึงการมีส่วนร่วมอย่างมากจากกลุ่มเยาวชนและผู้ที่อยู่ระหว่างการศึกษา ขณะที่กลุ่มข้าราชการ พนักงานรัฐวิสาหกิจ และพนักงานบริษัทเอกชน มีสัดส่วนกลุ่มละร้อยละ 6.00 และกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพอิสระหรือเจ้าของธุรกิจ มีเพียงร้อยละ 2.00 ด้านรายได้เฉลี่ยต่อเดือน พบว่า กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 43.00 มีรายได้เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5,000 - 10,000 บาท ซึ่งนับว่าอยู่ในระดับรายได้เริ่มต้นตามบริบทของผู้ที่ยังอยู่ระหว่างการศึกษา หรือเพิ่งเริ่มต้นทำงาน รองลงมาคือ กลุ่มที่มีรายได้ 10,001 - 15,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 23.00 กลุ่มที่มีรายได้น้อยกว่า 5,000 บาท ร้อยละ 17.00 กลุ่มรายได้ 15,001 - 20,000 บาท ร้อยละ 8.00 และผู้ที่มีรายได้มากกว่า 20,000 บาทขึ้นไป ร้อยละ 9.00 ข้อมูลประชากรศาสตร์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงกลุ่มเป้าหมายของการวิจัยที่มีลักษณะเป็นคนรุ่นใหม่ โดยส่วนใหญ่อยู่ในช่วงวัยเปลี่ยนผ่านจากการศึกษาไปสู่การทำงาน มีรายได้ระดับต้นถึงปานกลาง และมีศักยภาพในการเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพ ทั้งนี้ ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปใช้วางแผนกลยุทธ์การพัฒนาผลิตภัณฑ์ การสื่อสารการตลาด และการเจาะกลุ่มผู้บริโภคได้อย่างตรงจุดในอนาคต

ตารางที่ 5 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้บริโภค

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ		จำนวน (คน)	ร้อยละ
ท่านรู้จักผลิตภัณฑ์พาสต้าที่มีส่วนผสมจากแป้งถั่วลูกไก่หรือไม่	รู้จัก	56	56.00
	ไม่รู้จัก	44	44.00
ท่านจะแนะนำผลิตภัณฑ์ราวีโอลีแป้งถั่วลูกไก่หรือไม่ ถ้ามีผลิตภัณฑ์วางจำหน่าย	แนะนำ	92	92.00
	ไม่แนะนำ	8	8.00
ท่านจะบริโภคผลิตภัณฑ์ราวีโอลีแป้งถั่วลูกไก่หรือไม่ ถ้ามีผลิตภัณฑ์วางจำหน่าย	บริโภค	94	94.00
	ไม่บริโภค	6	6.00
ความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์ราวีโอลีแป้งถั่วลูกไก่ ถ้ามีวางจำหน่าย	รู้สึกว่าเป็นสิ่งแปลกใหม่ น่าสนใจ	55	55.00
	มีคุณสมบัติช่วยร่างกาย	28	28.00
	ได้ลองผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ	17	17.00

ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ราวีโอลี่แบ่งถั่วลูกไก่ จากผลการสำรวจความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ราวีโอลี่ที่ใช้แบ่งถั่วลูกไก่เป็นส่วนประกอบ พบว่า ร้อยละ 56.00 ของผู้ตอบแบบสอบถามเคยรู้จักหรือเคยเห็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีส่วนผสมของแบ่งถั่วลูกไก่ ขณะที่ร้อยละ 44.00 ไม่เคยรู้จักหรือไม่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เมื่อสอบถามถึงความตั้งใจในการแนะนำผลิตภัณฑ์ราวีโอลี่แบ่งถั่วลูกไก่ให้ผู้อื่นในกรณีที่มีว่างจำหน่ายในท้องตลาด พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ ร้อยละ 92.00 มีแนวโน้มที่จะแนะนำผลิตภัณฑ์ให้บุคคลอื่น ขณะที่มีย่อยร้อยละ 8.00 เท่านั้นที่ไม่แนะนำ เมื่อสอบถามความตั้งใจในการบริโภคผลิตภัณฑ์ราวีโอลี่แบ่งถั่วลูกไก่ หากมีการจัดจำหน่ายจริง พบว่า ร้อยละ 94.00 มีความตั้งใจจะบริโภคผลิตภัณฑ์ ขณะที่อีกร้อยละ 6.00 ระบุว่าไม่บริโภค สำหรับความคิดเห็นเกี่ยวกับมุมมองต่อผลิตภัณฑ์ราวีโอลี่แบ่งถั่วลูกไก่ในฐานะผลิตภัณฑ์อาหารทางเลือกในอนาคต พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 55.00 เห็นว่า ผลิตภัณฑ์มีความแปลกใหม่และน่าสนใจ ร้อยละ 28.00 พิจารณาว่า ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางโภชนาการและเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ และอีกร้อยละ 17.00 เห็นว่า ผลิตภัณฑ์เป็นทางเลือกใหม่ที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดอาหารในปัจจุบัน ผลการศึกษานี้สะท้อนให้เห็นถึงระดับการยอมรับของผู้บริโภคที่อยู่ในระดับสูง ทั้งในด้านการรับรู้ ความตั้งใจในการบริโภค และความเต็มใจ ที่จะแนะนำผลิตภัณฑ์ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการต่อยอดพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ในอนาคต

4. สรุปผล

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาผลของการแทนที่แป้งสาลีด้วยแบ่งถั่วลูกไก่ในผลิตภัณฑ์ราวีโอลี่ โดยทดสอบในระดับร้อยละ 30, 40 และ 50 ของแบ่งทั้งหมด ผลการศึกษาพบว่า สูตรที่ใช้แบ่งถั่วลูกไกร้อยละ 40 (สูตร RC2) ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงสุดในทุกด้าน ได้แก่ ลักษณะภายนอก สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้านคุณค่าทางโภชนาการ ราวีโอลี่แบ่งถั่วลูกไก่ในปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงาน 157.92 กิโลแคลอรี มีโปรตีน 8.50 กรัม คาร์โบไฮเดรต 21.35 กรัม ใยอาหาร 4.83 กรัม และไขมัน 4.28 กรัม ซึ่งสูงกว่าสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญในด้านโปรตีนและใยอาหาร

ผลการสำรวจผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 68.00) อายุระหว่าง 21 - 30 ปี (ร้อยละ 72.00) ร้อยละ 92.00 แนะนำผลิตภัณฑ์ให้ผู้อื่น และร้อยละ 94.00 ยินดีซื้อหากมีว่างจำหน่าย เหตุผลหลักในการเลือกซื้อ ได้แก่ ความแปลกใหม่ (ร้อยละ 55.00) และคุณประโยชน์ต่อสุขภาพ (ร้อยละ 28) โดยรูปแบบการประชาสัมพันธ์ที่ได้รับความสนใจมากที่สุดคือ การจัดแสดงสินค้า (ร้อยละ 62.00) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ราวีโอลี่ที่ใช้แบ่งถั่วลูกไก่ในอัตราร้อยละ 40 มีศักยภาพเชิงพาณิชย์ และสามารถพัฒนาต่อยอดสู่ผลิตภัณฑ์อาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพในอุตสาหกรรมบริการอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เป็นอย่างสูงที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย และอำนวยความสะดวกในการดำเนินการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- กมลพิพัฒน์ ชนะสิทธิ์. (2563). *ขนมไทยจากไข่* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์.
- กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (2564). *เทคโนโลยีของแบ่ง* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กุลยา ลัมรุ่งเรืองรัตน์, อโนชา สุขสมบูรณ์ และอาภัสรา แสงนาค. (2558). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์พาสต้าข้าวเจ้าเพื่อสุขภาพเสริมแบ่งถั่ว* (รายงานการวิจัย). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. (2563). *เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 12). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิรนาถ บุญคง. (2564). *แบ่งที่มีบทบาทต่อสุขภาพ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสยาม.
- จริยา เดชบุญชร. (2564). *พาสต้า*. กรุงเทพฯ: ศรีสยามการพิมพ์.
- จริยา เดชบุญชร. (2564). *อาหารไทยภาคเหนือ* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: เพชรการเรือน.

- ชนิดา หันสวาสดี. (2564). *เคมีของแป้งและแป้งดัดแปร*. พิษณุโลก: คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชาจิโกะ มุราคามิ. (2547). *ปฏิบัติการพริกทำนวดพาสต้า*. กรุงเทพฯ: เกรย์ แมทเทอร์.
- ณัฐวุฒิ พรหมณะ และฐานวัฒน์ หาญฤทธิ์วรรณ. (2564). *การศึกษาการทดแทนแป้งถั่วลูกไก่แทนแป้งข้าวเจ้าในข้าวแรมฟีน* (โครงการพิเศษ). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- นิธยา รัตนานนท์. (2557). *เคมีอาหาร*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- นิธยา รัตนานนท์. (2564). *เคมีนัมและผลิตภัณฑ์นม*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พรีเมียม เอ็นเตอร์.
- พัชรินทร์ ชูไธสง. (2563). *การปรับปรุงคุณภาพทางโภชนาการของพาสต้าปราศจากกลูเตนอบแห้งเสริมสาหร่ายไก่อ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- ศิริลักษณ์ รอดยนต์. (2563). *พาสต้า* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: แสงแดด.
- สุทธินี สีสังข์. (2563). *คุณสมบัติของแป้งที่มีผลต่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ*. กรุงเทพฯ: กลุ่มวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ กรมประมง.
- สายชล สันสมบัติ. (2564). *สถิติการวางแผนการตลาดทางการเกษตร*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.
- หทัยชนก ศรีประไพ, ฉัตรชนก บุญไชย และยศสินี หวดง. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์พาสต้าสดจากแป้งข้าวกล้อง. *Thai Journal of Science and Technology*, 7(1), 56–69. <https://doi.org/10.14456/tjst.2018.18>
- อังคณา ศุภกิจฉา. (2557). *พาสต้าโฮมเมด*. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- Giallo Zafferano. (2023). *Homemade Pasta (Sheets and Shapes)*. Retrieved from <https://www.giallozafferano.com/recipes/homemade-pasta-sheets-and-shapes.html>
- Giese, J. (2020). Pasta: New twist on an old product. *Food Technology*, 46, 118–126.
- Gavin, J. (2020). *33 Types of Italian Pasta and Their Uses*. Retrieved from <https://www.jessicagavin.com/types-of-pasta/>
- Marachai W., Kwangpan S., Phimolsiripol Y. (2013). Glycemic index and certain qualities of macaroni containing lablab flour (*Dolichos lablab*). *Food and Applied Biosci J*, 1(3):146-159.

ผลการใช้ไคโตซานเคลือบแผงไข่ต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บนแผงไข่ ในกระบวนการเลี้ยงจิ้งหรีด

The Efficacy of Chitosan Coating on the Inhibition of Microorganism Growth on Paper Egg Trays Throughout the Cricket Production

อรรถพล ตันใสว^{1*} นันทยา เก่งเขตรกิจ¹ จุฑารัตน์ จินตวง¹ และ ณัฐริกา กำวันจันทร์¹

Uttapoln Tansawai^{1*} Nanthaya Kengkhetkit¹ Jutharut Jeendaung¹ and Nuttira Kavinchan¹

¹ สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก

¹ Department of Science, Faculty of Science and Agricultural Technology,
Rajamangala University of Technology Lanna, Phitsanulok,

* E-mail: uttapoln_tan@rmutl.ac.th, 06-2952-6695

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของไคโตซานที่เคลือบบนแผงไข่ต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงจิ้งหรีดในบ่อเลี้ยงจริง โดยใช้แผงไข่ขนาด 50 ตารางเซนติเมตร แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ แผงไข่ที่ไม่ได้เคลือบไคโตซาน และแผงไข่เคลือบ 0.5% (v/v) ไคโตซาน นำไปใส่ในบ่อเลี้ยงจิ้งหรีด 3 บ่อๆ ละ 6 แผ่น เก็บแผงไข่ในสัปดาห์ที่ 2 4 และ 6 มาตรวจปริมาณจุลินทรีย์รวม ปริมาณยีสต์และราด้วยเทคนิค swab test โดยแยกเชื้อลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar และ Dichloran rose bengal chloramphenicol agar ด้วยเทคนิค Spread plate ปริมาณจุลินทรีย์รวมที่พบบนแผงไข่ที่ไม่เคลือบและเคลือบไคโตซานอยู่ระหว่าง $3.98 \pm 0.26 - 4.26 \pm 0.55 \log \text{CFU}/\text{cm}^2$ และ $3.70 \pm 0.88 - 3.96 \pm 0.24 \log \text{CFU}/\text{cm}^2$ ตามลำดับ โดยไม่พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญของปริมาณเชื้อระหว่าง 2 กลุ่ม ($p > 0.05$) สำหรับปริมาณยีสต์และราบนแผงไข่ทั้ง 2 กลุ่ม มีปริมาณเชื่อน้อยกว่า $10 \text{ CFU}/\text{cm}^2$ ผลการวิจัยสรุปได้ว่าการใช้ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 0.5% (v/v) ในการเคลือบแผงไข่ อาจไม่เพียงพอต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บนแผงไข่ในสภาวะการเลี้ยงจริงได้

คำสำคัญ: ไคโตซาน, แผงไข่, จิ้งหรีด

Abstract

The objective of this research was to evaluate the efficacy of chitosan coating on paper egg trays in mitigating the proliferation of microorganism during the cricket production. The research protocol encompassed dividing 50 cm^2 paper egg trays into 2 distinct groups: those uncoated and those coated with 0.5% (v/v) chitosan. Six papers egg trays per group were allocated to 3 cricket boxes. During week 2, 4 and 6, the trays from all boxes were collected and examined for microorganisms on their surfaces using swab test. Subsequently, the samples were isolated on total plate count agar and dichloran rose bengal chloramphenicol agar using spread plate technique. The outcomes demonstrated that the total aerobic plate count on trays uncoated with chitosan ranged from $3.98 \pm 0.26 - 4.26 \pm 0.55 \log \text{CFU}/\text{cm}^2$, while those coated with chitosan exhibited a range of $3.70 \pm 0.88 - 3.96 \pm 0.24 \log \text{CFU}/\text{cm}^2$. Notably, no significant differences were observed between the 2 groups ($p > 0.05$). Furthermore, all results related to the numbers of yeast and mold were less than $10 \text{ CFU}/\text{cm}^2$. In conclusion, the 0.5% (v/v) chitosan coating on paper egg trays may not be sufficiently effective in controlling the growth of microorganisms throughout the cricket production process.

Keywords: Chitosan, Paper Egg Tray, Cricket

1. บทนำ

จิ้งหรีดเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่กำลังได้รับความนิยมทั้งในและต่างประเทศ เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรตีน ประเทศไทยมีจำนวนฟาร์มเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดมากกว่า 20,000 แห่ง มีอัตราผลผลิตต่อปีสูงถึง 7,500 – 8,000 ตัน คิดเป็นมูลค่าทางการตลาดประมาณ 1,000 ล้านบาท พื้นที่นิยมเลี้ยงส่วนใหญ่อยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมาคือ ภาคเหนือและตะวันออก (ฝ่ายวิจัยและข้อมูล สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม, 2564) จิ้งหรีดไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องโรคระบาดมากนักเหมือนกับสัตว์เศรษฐกิจอื่น ๆ แต่เมื่อจิ้งหรีดเป็นโรคแล้วสามารถระบาดจนทำให้จิ้งหรีดตายทั้งบ่อเลี้ยง หรือทั้งฟาร์มได้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจของเกษตรกร การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ เช่น ไวรัส แบคทีเรีย หรือรา ในอาหาร วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้เลี้ยงจิ้งหรีด และตัวจิ้งหรีด เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคในจิ้งหรีด โดยมีหลายปัจจัยที่ทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ระหว่างการเลี้ยง ได้แก่ การสะสมของอาหารและน้ำที่ตกค้างในบ่อเลี้ยง อุณหภูมิ ความชื้น และความหนาแน่นของประชากรจิ้งหรีด เป็นต้น (Maciel-Vergara, Jensen, Lecocq & Eilenberg, 2021) มีรายงานพบเชื้อ Enterobacteriaceae, *Pseudomonas* spp. และ *Staphylococcus* spp. ในกล่องสำหรับเลี้ยงจิ้งหรีด (Lulietto, Sechi, Grispoldi, Mezzio & Goga, 2018) เชื้อ *Achromobacter* spp., *Enterobacter* spp. และ *Klebsiella* spp. ในน้ำเลี้ยงจิ้งหรีด (Mitchothai, Grabowski, Lertpatarakomol, Trairatapiwan & Lukkananukool, 2024) รวมทั้งพบเชื้อกลุ่ม *Fusobacterium*, *Parabacteroides* และ *Erwinia* ในอาหารเลี้ยงจิ้งหรีด (Vandeweyer et al., 2018) วิธีการป้องกันที่ดี คือ การฆ่าเชื้อหรือทำความสะอาดวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ก่อนนำมาเลี้ยง อย่างไรก็ตามจุลินทรีย์ยังสามารถเพิ่มจำนวนระหว่างการเลี้ยง และอาจส่งผลให้จิ้งหรีดเป็นโรคได้

จิ้งหรีดสามารถได้รับจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหาร น้ำ และแมลงได้โดยตรงผ่านการกิน กัดแทะ หรือการสัมผัสระหว่างการอาศัย หากปัจจัยดังกล่าวมีจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มสูงขึ้นระหว่างการเลี้ยง จิ้งหรีดมีโอกาสติดเชื้อได้ง่าย อย่างไรก็ตามอาหารและน้ำสามารถลดจำนวนเชื้อที่สะสมได้โดยการเปลี่ยนใหม่ สำหรับแมลงซึ่งเป็นวัสดุที่นิยมนำมาใช้เลี้ยงจิ้งหรีด เนื่องจากมีราคาไม่แพงหาได้ง่าย อีกทั้งโครงสร้างของแมลงช่วยให้อากาศสามารถแลกเปลี่ยนได้ดี และหลบซ่อนจิ้งหรีดตัวอื่นๆได้ในช่วงจิ้งหรีดอ่อนแอหรือลอกคราบ ทั้งนี้มีรายงานพบการปนเปื้อนของเชื้อบนแมลง เช่น *Salmonella* (Regmi, Jones, Gast, Guard & Karcher, 2021) หากไม่มีการฆ่าเชื้อก่อนนำมาใส่ในบ่อเลี้ยง จะส่งผลให้เกิดการเพิ่มจำนวนเชื้อบนผิวแมลงสูงขึ้นระหว่างการเลี้ยงได้ และจิ้งหรีดจะได้รับเชื้อจากการกัดแทะแมลง นอกจากนี้แมลงยังเกิดการสะสมของเชื้อได้หลายสาเหตุ เช่น การเคลื่อนที่ของจิ้งหรีดเศษอาหารและน้ำที่ติดตามตัวจิ้งหรีดมาตกค้างบนแมลง การขับถ่ายสิ่งปฏิกูล รวมไปถึงการดูดซับความชื้นของแมลง เป็นต้น เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่มีการเปลี่ยนแมลงระหว่างการเลี้ยง ดังนั้นการลดปริมาณจุลินทรีย์บนแมลงระหว่างการเลี้ยงจึงเป็นสิ่งที่ควรคำนึงเพื่อลดโอกาสการเกิดโรคในจิ้งหรีด เนื่องจากเมื่อเกิดโรคกับจิ้งหรีดภายในบ่อแล้ว อาจส่งผลให้เกิดการระบาดทั้งฟาร์มวิธีแก้ไขที่เกษตรกรควรปฏิบัติ คือ การทำความสะอาดบ่อใหม่ทั้งหมด และทั้งช่วงการเลี้ยง (Maciel-Vergara et al., 2021) เพื่อไม่ให้เกิดการระบาดซ้ำ ซึ่งทำให้เกษตรกรเกิดการสูญเสียรายได้และเวลา

การศึกษาแนวทางการลดจำนวนจุลินทรีย์ที่สะสมบนแมลงตลอดระยะเวลาการเลี้ยง จึงอาจเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยป้องกันการเกิดโรคในจิ้งหรีดได้ การเคลือบแมลงด้วยสารที่มีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้หลายกลุ่มอย่างไคโตซาน ซึ่งเป็นโพลีเมอร์ชีวภาพที่ได้จากไคติน มีคุณสมบัติยับยั้งจุลินทรีย์ได้หลายกลุ่ม และมีตำแหน่งการออกฤทธิ์บนจุลินทรีย์ได้หลายตำแหน่ง เช่น รบกวนการสังเคราะห์สารต่าง ๆ ของเซลล์ รบกวนการสังเคราะห์ผนังเซลล์ เป็นต้น (บุญภพ ไชยศรีขวัญ ญัฐธิดา รักกะเปา อติพล พัตติยะ จรัสลักษณ์ เพชรวัช และอุไรวรรณ วีระพันธ์, 2560) จากผลการวิจัยของ อรรถพล ต้นไสว นันทยา เก่งเชตรกิจ จุฑารัตน์ จินดาง และณัฐธิดา กาวินจันทร์ (2566) ได้มีการทดสอบประสิทธิภาพของไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 0.2, 0.5 และ 1.0% (v/v) ที่ผสมในอาหารเลี้ยงเชื้อต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Escherichia coli* และ *Rhizopus* sp. พบว่า ทั้ง 3 ความเข้มข้นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้ง 2 ชนิด เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนและความสะดวกในการเตรียมสำหรับการใช้งานจริงของเกษตรกร คณะผู้วิจัยได้เลือกไคโตซานที่ความเข้มข้น 0.5% (v/v) ในการเคลือบแมลง เปรียบเทียบกับแมลงที่ไม่ได้เคลือบเพื่อทดสอบระดับห้องปฏิบัติการ และทำการหดยดสารละลายเชื้อ *Escherichia coli* ลงบนผิวหน้าแมลง ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ตลอดระยะเวลา 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าไคโตซานที่ความเข้มข้น 0.5% (v/v) มีประสิทธิภาพในการลด

จำนวนจุลินทรีย์บนแผงไข่เมื่อเปรียบเทียบกับแผงไข่ที่ไม่ได้เคลือบ โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อมูลถึงประสิทธิภาพของโคโตซานต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บนแผงไข่ในบ่อเลี้ยงจิ้งหรีดจริง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโคโตซานที่เคลือบบนแผงไข่ต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บนแผงไข่ในบ่อเลี้ยงจิ้งหรีดตลอดระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยเปรียบเทียบระหว่างแผงไข่ 2 กลุ่ม คือ แผงไข่ที่ไม่ได้เคลือบโคโตซานและแผงไข่ที่เคลือบ 0.5% (v/v) โคโตซาน ผลการวิจัยที่ได้อาจเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นระหว่างการเลี้ยงจิ้งหรีด ส่งผลต่อการลดโอกาสการเกิดโรคในจิ้งหรีดได้

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโคโตซานที่เคลือบบนแผงไข่ต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงจิ้งหรีดในบ่อเลี้ยงจริง

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การเตรียมบ่อเลี้ยงจิ้งหรีดและวิธีการเลี้ยงจิ้งหรีด

เตรียมบ่อเลี้ยงจิ้งหรีดโดยใช้วัสดุเดียวกับที่เกษตรกรใช้ โดยลดขนาดอัตราส่วนของบ่อเท่ากับ 1:4 ของขนาดปกติ บ่อเลี้ยงจิ้งหรีดมีขนาดกว้างxยาวxลึก เท่ากับ 60x120x60 เซนติเมตร จำนวน 3 บ่อ ทำการเลี้ยงจิ้งหรีดเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ จิ้งหรีดที่ใช้ในการวิจัยเป็นจิ้งหรีดพันธุ์ทองดำและทองแดง โดยซื้อไข่จิ้งหรีดจากเกษตรกรผู้เลี้ยงในเขตจังหวัดพิษณุโลก ไข่จิ้งหรีดถูกบรรจุอยู่ในชั้นที่มีขุยมะพร้าวเป็นวัสดุวางไข่ ทำการเตรียมแผงไข่สำหรับเรียงในบ่อเลี้ยงจิ้งหรีด โดยนำแผงไข่ไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาเรียงในบ่อ โดยวางในแนวตั้งประมาณ 35 แผงต่อบ่อ ดังภาพที่ 1 ทำการเตรียมแผงไข่สำหรับการทดสอบ โดยการตัดแผงไข่ให้มีขนาด 50 ตารางเซนติเมตร ดังภาพที่ 2 นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ จากนั้นแบ่งกลุ่มแผงไข่ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ แผงไข่ที่ไม่มีการเคลือบโคโตซาน (ชุดควบคุม) และแผงไข่ที่มีการเคลือบ 0.5% (v/v) โคโตซาน ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บนแผงไข่จากการทดสอบระดับห้องปฏิบัติการที่มีรายงานก่อนหน้านี้ (อรรถพล และคณะ, 2566) เตรียมสารละลายโคโตซานโดยการนำโคโตซานจากเปลือกกุ้ง (เกรดทางการค้า) ละลายในกรดอะซิติกเข้มข้น 99.85% นำมาเคลือบบนแผงไข่ด้วยเทคนิคการเคลือบแบบจุ่มเคลือบ (Dipping coating technique) นำแผงไข่ทั้ง 2 กลุ่ม ไปใส่ในบ่อเลี้ยงจิ้งหรีดทั้ง 3 บ่อๆ ละ 6 แผง โดยใส่ระหว่างแผงไข่ที่ใช้เลี้ยงตามปกติ ทำการเลี้ยงจิ้งหรีดโดยการวางชั้นที่มีไข่จิ้งหรีดจำนวน 1 ชั้นต่อ 1 บ่อ เพื่อให้จิ้งหรีดที่ฟักออกมามีระยะการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน ให้อาหารจิ้งหรีดโดยใส่ในถาดที่เตรียมไว้บนแผงไข่บนสุด และมีการเติมอาหารใหม่ทุกวัน ให้น้ำโดยใช้ขวดพลาสติกใส่น้ำที่มีการกรีดด้านข้างเพื่อใส่ผ้าสะอาดตรงรอยกรีด

2.2 การทดสอบประสิทธิภาพของโคโตซานที่เคลือบบนแผงไข่ต่อปริมาณจุลินทรีย์บนผิวแผงไข่

หลังจากเตรียมแผงไข่ที่เคลือบและไม่เคลือบโคโตซานแล้ว นำมาตรวจปริมาณจุลินทรีย์ (วันที่ 1) สำหรับตัวอย่างแผงไข่ที่ใส่ในบ่อเลี้ยงจิ้งหรีด เก็บตัวอย่างแผงไข่ทั้ง 2 กลุ่ม จากทั้ง 3 บ่อๆ ละ 2 ตัวอย่าง ในสัปดาห์ที่ 2, 4 และ 6 ของการเลี้ยงจิ้งหรีด ดังภาพที่ 3 ใช้แปรงปาดจากเชื้อปดมูลจิ้งหรีดหรืออาหารที่สะสมบนผิวหน้าแผงไข่ออก จากนั้นนำมาตรวจปริมาณจุลินทรีย์บนแผงไข่ด้วยเทคนิค Swab test (da Silva, Taniwaki, Junqueira, Silveira, do Nascimento & Gomes, 2013) โดยใช้ไม้พันสำลีปาดจากเชื้อจุ่มในสารละลาย เพป्टิน 0.1% ปริมาตร 10 มิลลิลิตร บิดสำลีให้พอหมาด นำมาป้ายให้ทั่วแผงไข่ทดสอบขนาด 50 ตารางเซนติเมตร จากนั้นนำมาใส่สารละลายเพป्टินหลอดเดิม เขย่าหลอด ใช้ไม้พันสำลีอันใหม่จุ่มในสารละลายและป้ายให้ทั่วแผงไข่อีกครั้ง นำมาเขย่าในสารละลายหลอดเดิม จากนั้นทำการเจือจางสารละลายเป็นลำดับขั้นเพื่อนำไปนับปริมาณจุลินทรีย์ด้วยเทคนิค Spread plate แบ่งเป็นการตรวจปริมาณจุลินทรีย์รวมบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) และการตรวจปริมาณยีสต์และราบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Dichloran rose bengal chloramphenicol agar (DRBC) ตามขั้นตอนของ BAM chapter 3 และ 18 ตามลำดับ (U.S. Food and Drug Administration, 2001a,b) แสดงผลปริมาณจุลินทรีย์เป็น logCFU/cm² นำปริมาณจุลินทรีย์ที่ตรวจนับได้บนแผงไข่ทั้ง 2 กลุ่ม มาวิเคราะห์ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปริมาณจุลินทรีย์ระหว่าง 2 กลุ่ม โดยการวิเคราะห์ทางสถิติ Independent t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป



ภาพที่ 1 บ่อเลี้ยงจิ้งหรีด



ภาพที่ 2 แผงไข่ขนาด 50 ตารางเซนติเมตร



ก



ข



ค

ภาพที่ 3 จิ้งหรีดอายุ 2 (ก), 4 (ข) และ 6 สัปดาห์ (ค)

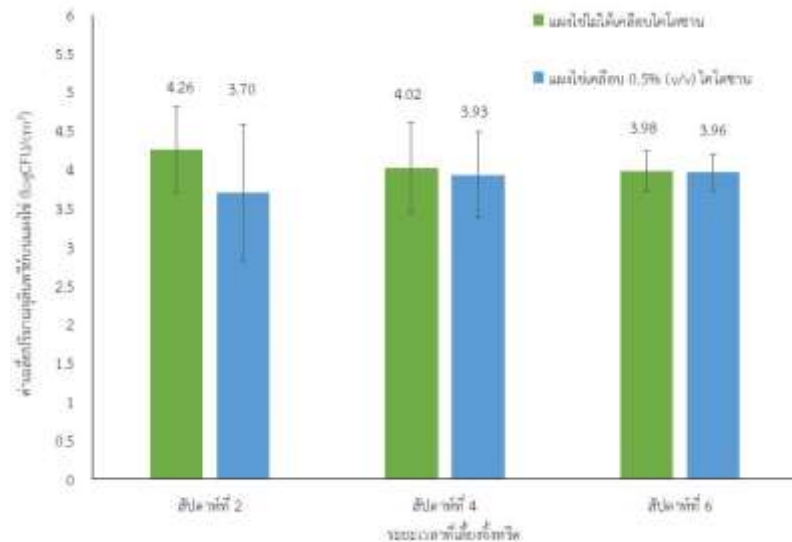
3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การทดสอบประสิทธิภาพของไคโตซานต่อปริมาณจุลินทรีย์รวมที่เจริญบนแผงไข่ โดยแบ่งกลุ่มแผงไข่ขนาด 50 ตารางเซนติเมตรออกเป็น 2 กลุ่ม คือ แผงไข่ที่ไม่มีการเคลือบและเคลือบ 0.5% (v/v) ไคโตซาน นำไปใส่ในแผงไข่สำหรับการเลี้ยงจิ้งหรีดในบ่อเลี้ยงเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ในวันที่ 1 แผงไข่ทั้ง 2 กลุ่ม มีการตรวจก่อนนำไปใส่ในบ่อเลี้ยง พบปริมาณจุลินทรีย์รวม ยีสต์ และรา มีโคโลนีของเชื้อน้อยกว่า 10 CFU/cm² เมื่อนำไปใส่ในบ่อเลี้ยงจิ้งหรีดและเก็บตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 2, 4 และ 6 มาตรวจปริมาณจุลินทรีย์รวม พบว่า แผงไข่ที่ไม่เคลือบไคโตซานมีปริมาณเชื้อระหว่าง 3.98±0.26 - 4.26±0.55 logCFU/cm² ในขณะที่แผงไข่ที่เคลือบไคโตซานมีปริมาณเชื้อระหว่าง 3.70±0.88 - 3.96±0.24 logCFU/cm² ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยปริมาณจุลินทรีย์รวมในทุกสัปดาห์ที่ตรวจพบบนแผงไข่เคลือบไคโตซานมีปริมาณน้อยกว่าแผงไข่ไม่เคลือบไคโตซาน โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แนวโน้มของการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์รวมบนแผงไข่ทั้ง 2 กลุ่ม มีลักษณะแตกต่างกัน คือ ปริมาณจุลินทรีย์รวมบนแผงไข่ที่ไม่เคลือบไคโตซานมีจำนวนลดลงในแต่ละสัปดาห์ ในขณะที่ปริมาณจุลินทรีย์รวมบนแผงไข่ที่เคลือบไคโตซานเพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของไคโตซานต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์รวม พบว่า สัปดาห์ที่ 2 มีความแตกต่างกันระหว่างแผงไข่ทั้ง 2 กลุ่มค่อนข้างชัดเจน ถึงแม้ว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับปริมาณจุลินทรีย์ในสัปดาห์ที่ 4 และ 6 ทั้ง 2 กลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน สันนิษฐานได้ว่า การเลือกใช้ไคโตซานที่ความเข้มข้น 0.5% (v/v) เคลือบแผงไข่สำหรับการเลี้ยงจิ้งหรีดในบ่อเลี้ยงจริง อาจไม่มีประสิทธิภาพพอที่จะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ถึงแม้ในสัปดาห์ที่ 2 จะมีแนวโน้มถึงการลดลงของปริมาณจุลินทรีย์ก็ตาม เนื่องจากในสภาวะการเลี้ยงจริงอาจมีปัจจัยที่ทำให้ประสิทธิภาพของไคโตซานลดลงตามระยะเวลาการเลี้ยง เช่น การสะสมความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ (Humidity) ภายในบ่อเลี้ยง อาจมีสาเหตุมาจากประชากรจิ้งหรีดที่เพิ่มขึ้น น้ำและอาหารที่วางในบ่อ ส่งผลต่อการสะสมความชื้น (Moisture) ของแผงไข่ ทำให้ความเข้มข้นของไคโตซานบริเวณผิวแผงไข่ลดลง จนความเข้มข้นไม่สูงพอต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ ซึ่งความชื้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่สัมพันธ์กับการเกิดโรคระบาดของแมลงในบ่อเลี้ยง (Maciel-Vergara et al., 2021) สำหรับการตรวจปริมาณยีสต์และรา พบว่า ทั้งสองกลุ่มให้ผลเหมือนกัน คือ มีปริมาณเชื้อน้อยกว่า 10 CFU/cm² ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ผลการวิจัยครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับการวิจัยก่อนหน้านี้ที่รายงานประสิทธิภาพของ 0.5% (v/v) ไคโตซานที่เคลือบแผงไข่สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์บนแผงไข่ได้ตลอดระยะเวลาการทดสอบ 6 สัปดาห์ โดยมีความแตกต่างสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับแผงไข่ที่ไม่เคลือบไคโตซาน (อรรถพล ต้นไสว และคณะ, 2566) อย่างไรก็ตามการทดลองดังกล่าวเป็นการทดสอบในห้องปฏิบัติการ เมื่อนำมาทดสอบในบ่อเลี้ยงจริงในงานวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่าการใช้ 0.5% (v/v) ไคโตซานอาจไม่มีประสิทธิภาพพอต่อการลดจำนวนจุลินทรีย์ที่สะสมบนแผงไข่ระหว่างการเลี้ยงจิ้งหรีดได้

ตารางที่ 1 ปริมาณจุลินทรีย์รวมบนแผงไข่ทั้ง 2 กลุ่ม ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงจิ้งหรีด 6 สัปดาห์

ระยะเวลา	ปริมาณจุลินทรีย์รวมบนแผงไข่ (logCFU/cm ²) (mean±SD)*	
	แผงไข่ที่ไม่เคลือบไคโตซาน	แผงไข่เคลือบไคโตซาน 0.5% (v/v)
สัปดาห์ที่ 2	4.26±0.55	3.70±0.88
สัปดาห์ที่ 4	4.02±0.59	3.93±0.56
สัปดาห์ที่ 6	3.98±0.26	3.96±0.24

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยในแถวแนวนเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)



ภาพที่ 4 ปริมาณจุลินทรีย์รวมบนแผงไข่ทั้ง 2 กลุ่ม ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงจิ้งหรีด 6 สัปดาห์

4. สรุปผล

ผลการวิจัยประสิทธิภาพของ 0.5% (v/v) โคโตซานที่เคลือบบนแผงไข่ต่อปริมาณจุลินทรีย์รวม ปริมาณยีสต์และเชื้อรา โดยทำการทดสอบในบ่อเลี้ยงจิ้งหรีดเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ร่วมกับการเปรียบเทียบกับแผงไข่ที่ไม่มีการเคลือบโคโตซาน ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณจุลินทรีย์บนแผงไข่ทั้ง 2 กลุ่ม ไม่พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แสดงให้เห็นว่า การใช้โคโตซานที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าว อาจไม่เพียงพอต่อการลดการสะสมของจุลินทรีย์บนแผงไข่ในบ่อเลี้ยงจิ้งหรีดได้ ควรมี การศึกษาแนวทางการใช้สารชนิดอื่น ๆ ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญจุลินทรีย์ร่วมกับการใช้โคโตซาน เช่น Sodium propionate หรือ Potassium sorbate เป็นต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการลดการสะสมของจุลินทรีย์บนแผงไข่เลี้ยงจิ้งหรีด

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยประจำปี 2564 และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ และครุภัณฑ์ในการทดลอง

6. เอกสารอ้างอิง

- บุญภาพ ไชยศรีขวัญ, ณัฐธิดา รักกะเปา, อติพล พัฒิยะ, จรัสลักษณ์ เพชรรัช และอุไรวรรณ วีระพันธ์. (2560).ฤทธิ์และกลไกการยับยั้งจุลินทรีย์ของโคโตซานตลอดจนอนุพันธ์และคอมพอสิตของโคโตซาน. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว*, 33(1), 297–316.
- ฝ่ายวิจัยและข้อมูล สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม. (2564). *การศึกษาตลาดผลิตภัณฑ์อาหารจากแมลงเพื่อรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารไทย (รายงานวิจัย)*. เข้าถึงได้จาก https://www.oie.go.th/assets/portals/1/files/study_report/IU64_Food_Insect_report.pdf.
- อรรถพล ต้นไสว, นันทยา เก่งเขตรกิจ, จุฑารัตน์ จินด่วง และณัฐริกา ก้าวินจันทร์. (2566). ประสิทธิภาพของโคโตซานที่เคลือบบนแผงไข่ต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์. *รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการวิจัยและนวัตกรรมสร้างสรรค์ ครั้งที่ 9 ประจำปี 2566. เล่มที่ 1 สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี* (น. 386-396). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.
- da Silva, N., Taniwaki, M.H., Junqueira, V.C., Silveira, N., do Nascimento, M. da S., & Gomes, R.A.R. (2013). *Microbiological Examination Methods of Food and Water: a Laboratory Manual*. London: CRC Press.

- Lulietto, M.F., Sechi, P., Grispoldi, L., Mezzio, G., & Goga, B.T.C. (2018). House Cricket Small-Scale Farming: On Site Monitoring of Microbial Levels. *Proceeding of Annual Scientific Conference and Annual General Meeting of the European College of Veterinary Public Health "Fading of the HACCP after four decades: new trends in VPH for food safety"*. Retrieved from https://ecvph.org/sites/default/files/paragraph-documents/ecvph_2018_perugia_proceedi.pdf.
- Maciel-Vergara, G., Jensen, A.B., Lecocq, A., & Eilenberg, J. (2021). Diseases in Edible Insect Rearing Systems. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7(5), 621–638. DOI: 10.3920/JIFF2021.0024.
- Mitchaothai, J., Grabowski, N.T., Lertpatarakomol, R., Trairatapiwan, T., & Lukkananukool, A. (2024). Bacterial Contamination and Antimicrobial Resistance in Two-Spotted (*Gryllus bimaculatus*) and House (*Acheta domesticus*) Cricket Rearing and Harvesting Processes. *Veterinary Sciences*, 11(7), 295. DOI: 10.3390/vetsci11070295.
- Regmi, P., Jones, D.R., Gast, R.K., Guard, J.Y., & Karcher, D.M. (2021). Egg Carton and Eggshell: Is There a Possibility of *Salmonella* Cross-Contamination. *Journal of Applied Poultry Research*, 30(4), 100185. DOI: 10.1016/j.japr.2021.100185.
- U.S. Food and Drug Administration. (2001a). *BAM Chapter 3: Aerobic Plate Count*. Retrieved from <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-3-aerobic-plate-count>.
- U.S. Food and Drug Administration. (2001). *BAM chapter 18: Yeasts, Mold and Mycotoxins*. Retrieved from <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-18-yeasts-molds-and-mycotoxins>.
- Vandeweyer, D. Wynants, E., Crauwels, S., Verreth, C., Viaene, N., Claes, J., Lievens, B., & Campenhout, L.V. (2018). Microbial Dynamics during Industrial Rearing, Processing, and Storage of Tropical House Crickets (*Grylloides sigillatus*) for Human Consumption. *Applied and Environmental Microbiology*, 82(12), e00255-18. DOI: 10.1128/AEM.00255-18.

การประยุกต์ใช้ไฮโดรเจลจากใบสับปะรดเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของกล้าผักสลัดกรีนโอ๊ค

Utilization of Pineapple Leaf-Based Hydrogel for Studying the Growth of Green Oak Lettuce Seedlings

อรณิด ค่ายง¹ สุวิมล เสมพล¹ พีรพันธ์ ทองเปลว¹ และ นันทยา เก่งเขตรกิจ^{2*}

Oranid Kumyong¹ Suwimon Seamphoo¹ Pheeraphan Thongplew¹ and Nanthaya Kengkhetkit^{2*}

¹ สาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

¹ Department of Plant Science, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna

² สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

² Department of Science, Faculty of Agricultural Science and Technology, Rajamangala University of Technology Lanna

* E-mail: nanthaya@rmutl.ac.th, Oranid@rmutl.ac.th; Tel. 06-1592-2665

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันปัญหาการจัดการวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่เพิ่มขึ้นส่งผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมอย่างมาก โดยเฉพาะการขยายตัวของ การปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิกส์ที่นิยมใช้ฟองน้ำเป็นวัสดุเพาะต้นกล้า ส่งผลให้มีขยะจากฟองน้ำที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ถูกทิ้งในปริมาณมาก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวัสดุปลูกพืชจากวัสดุธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ โดยทำการเตรียมและศึกษาคุณสมบัติของแผ่นไฮโดรเจลที่ผลิตจากใบสับปะรด ได้แก่ ร้อยละปริมาณการดูดซับน้ำและร้อยละการขยายตัว ตลอดจนประเมินผลของการประยุกต์ใช้แผ่นไฮโดรเจลดังกล่าวต่อการเจริญเติบโตของกล้าผักสลัดกรีนโอ๊ค แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นไฮโดรเจลจากใบสับปะรดภายใต้ 4 กรรมวิธี โดยแต่ละกรรมวิธีมี 6 ซ้ำ ได้แก่ (1) PALF + PVA 4% (ชุดควบคุม ไม่เติมบอแรกซ์) (2) PALF + PVA 4% + บอแรกซ์ 4% (3) PALF + PVA 2% + แป้งข้าวโพด 2% + บอแรกซ์ 4% และ (4) PALF + PVA 4% + บอแรกซ์ 2% ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ 4 ให้ค่าการดูดซับน้ำและการขยายตัวสูงที่สุด โดยมีค่าร้อยละการดูดซับน้ำและการขยายตัวเท่ากับ 83.38% และ 521.3% ตามลำดับ การทดลองที่ 2 ศึกษาการเจริญเติบโตของกล้าผักสลัดกรีนโอ๊คบนวัสดุเพาะที่ผลิตจากแผ่นไฮโดรเจลใบสับปะรด โดยเปรียบเทียบ 4 กรรมวิธี แบ่งเป็น 3 ซ้ำ ซ้ำละ 15 ต้น ได้แก่ (1) ฟองน้ำเพาะกล้า (ชุดควบคุม) (2) PALF + PVA 4% + บอแรกซ์ 4% (3) PALF + PVA 2% + แป้งข้าวโพด 2% + บอแรกซ์ 4% และ (4) PALF + PVA 4% + บอแรกซ์ 2% ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ 4 ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าด้านความสูงต้นและความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยสูง 5.22 และ 13.35 เซนติเมตร ตามลำดับ ในการทดลองนี้พบข้อจำกัดของวัสดุดังกล่าวบางประการคือ วัสดุอาจเกิดการเสื่อมสภาพเมื่อเกิดการแช่น้ำระยะยาว ซึ่งอาจต้องมีการปรับใช้ให้เหมาะสมหรืออาจมีการพัฒนาเพื่อเสริมความคงทนในอนาคต อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของไฮโดรเจลจากใบสับปะรดในการเป็นวัสดุเพาะที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถทดแทนฟองน้ำในระบบไฮโดรโปนิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ไฮโดรเจล, ใบสับปะรด, ระบบไฮโดรโปนิกส์

Abstract

Currently, the problem of increasing the management of agricultural waste materials has a significant impact on health and the environment. In particular, the trend of using sponges as seedling material in growing vegetables in hydroponic systems. As a result, non-biodegradable sponge waste is thrown away in large quantities. This research aims to develop plant planting materials from biodegradable natural materials. The properties of hydrogel produced from pineapple leaves were prepared and studied, focusing on their water absorption capacity and swelling ratio. Additionally, the study evaluated the potential application of these hydrogel sheets in promoting the growth of green oak lettuce seedlings. There were two experiments in the study. In the first experiment, four hydrogel formulations were examined, each with six replications: (1) PALF + PVA 4% (control, no borax), (2) PALF + PVA 4% + borax 4%, (3) PALF + PVA 2% + cornstarch 2% + borax 4%, and (4) PALF + PVA 4% + borax 2%. The results indicated that formulation (4) had the highest water absorption and swelling ratio, at 83.38% and 521.3%, respectively. In the second experiment, which had three replications per treatment and fifteen plants per replicate, the growth of green oak lettuce seedlings cultivated on hydrogel sheets under the same four treatments was monitored. The results showed that formulation (4) greatly increased plant height and canopy breadth which were 5.22 and 13.35 cm, respectively. In addition, some limitations of such materials have been found in the experiment, such as the material may deteriorate during long-term water immersion, which may need to be optimized or may be developed to enhance durability in the future. However, the experimental results show the potential of hydrogel from pineapple leaves as an environmentally friendly seed material and can effectively replace sponges in hydroponic systems.

Keywords: Hydrogel, Pineapple Leaf Fiber, Hydroponics

1. บทนำ

ในปัจจุบันเกษตรกรไทยเริ่มมีความพยายามในการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมากขึ้น แม้ว่าระดับการนำกลับมาใช้ใหม่ยังอยู่ในระดับปานกลาง อย่างไรก็ตามปริมาณเศษวัสดุที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากกระบวนการผลิตทางการเกษตรยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เช่น การเกิดมลพิษทางอากาศจากการเผาเศษวัสดุ และการสะสมของขยะเกษตรที่ย่อยสลายยาก (จิรวุฒน์ สืบโคด, 2564) หนึ่งในแนวทางเกษตรสมัยใหม่ที่ได้รับการนิยมนำมาเพิ่มคือการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน หรือที่เรียกว่า “ระบบไฮโดรโปนิคส์ (Hydroponics system)” ซึ่งเป็นการปลูกพืชโดยใช้น้ำผสมสารละลายธาตุอาหารแทนการใช้ดิน โดยระบบที่นิยมในประเทศไทยได้แก่ ระบบ Deep Flow Technique (DFT) และ ระบบ Nutrient Film Technique (NFT) ระบบ DFT เป็นการปลูกพืชโดยให้รากแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารที่ไหลผ่านอย่างช้า ๆ และใช้วัสดุที่สามารถถลอน้ำ เช่น แผ่นโฟม ในการยึดต้นพืช ส่วนระบบ NFT เป็นการปลูกพืชในรางที่มีความลาดเอียงเล็กน้อย โดยให้น้ำที่ผสมสารอาหารไหลผ่านรากพืชเป็นแผ่นบาง ๆ คล้ายฟิล์มอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้รากได้รับออกซิเจนและสารอาหารอย่างเพียงพอ (กรมวิชาการเกษตร, 2562) ผักสลัดที่นิยมปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ ได้แก่ กรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค คอส ฟิลเลย์ บัตเตอร์เฮด และปัตตาเวีย ซึ่งเป็นผักที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในค่าวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ระหว่าง 5.5–6.5 (สุทธิเกียรติ พุทธิรักษ์ และคณะ, 2563) แม้ระบบไฮโดรโปนิคส์จะช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร และลดการใช้ทรัพยากรดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่กระบวนการผลิตยังคงก่อให้เกิดวัสดุเหลือใช้ เช่น ฟองน้ำที่ใช้เพาะต้นกล้า ซึ่งมักถูกทิ้งในปริมาณมาก และหากไม่มีระบบจัดการที่ดี อาจนำไปสู่ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เช่น การสะสมของขยะพลาสติก และการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกที่ส่งผลต่อภาวะโลกร้อนในระยะยาว (จิรวุฒน์ สืบโคด, 2564)

จากปัญหาการสะสมของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ง่าย เช่น ฟองน้ำที่ใช้เป็นวัสดุเพาะต้นกล้าในระบบไฮโดรโปนิคส์ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แนวคิดการนำวัสดุธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายกว่า เช่น ใบสับปะรด มาพัฒนาเป็นวัสดุทดแทนจึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจ โดยใบสับปะรดเป็นวัสดุเหลือใช้ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายทางชีวภาพได้รวดเร็ว ทั้งยังสามารถนำมาผ่านกระบวนการแปรรูปเพื่อเสริมสมบัติในการดูดซับน้ำและคงรูปของวัสดุด้วยเทคนิคทางเคมี ร่วมกับการประยุกต์ใช้ไฮโดรเจล (Hydrogel) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่มีโครงสร้างตาข่ายสามมิติ (3D network) สามารถดูดซับน้ำหรือสารละลายจำนวนมากไว้ในโครงสร้างโดยไม่ละลายในน้ำ (Faheem, Sadeghi, & Hussain, 2023) ไฮโดรเจลสามารถผลิตได้จากพอลิเมอร์สังเคราะห์ เช่น พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl Alcohol: PVA) หรือจากพอลิเมอร์ธรรมชาติ เช่น เซลลูโลส ไคโตซาน ยางธรรมชาติ และพอลิแซ็กคาไรด์ ซึ่งได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งสาลี แป้งข้าวเหนียว และแป้งข้าวโพด เป็นต้น โดยพอลิเมอร์ธรรมชาติมีข้อดีหลายประการ ได้แก่ สามารถปลูกทดแทนได้ ราคาถูก ปลอดภัย และสามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ดี (เพียงฤทัย คำเพชร ชนิสร่า สุดใจ และนริศรา วรสาร, 2566) นอกจากนี้ ไฮโดรเจลยังมีคุณสมบัติเด่นด้านโครงสร้างที่มีความพรุน ความยืดหยุ่น และความสามารถในการกักเก็บน้ำสูง โดยทั่วไปจะสังเคราะห์ผ่านกระบวนการเชื่อมขวางของพอลิเมอร์โดยใช้สารเชื่อมขวาง เช่น บอแรกซ์ (Borax) ทำให้ได้โครงสร้างที่เสถียร ซึ่งช่วยเสริมความแข็งแรงของวัสดุ และเพิ่มความสามารถในการกักเก็บน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ละลายในน้ำ (Faheem, Sadeghi, & Hussain, 2023)

ในงานวิจัยนี้ทำการพัฒนาวัสดุไฮโดรเจลจากวัสดุธรรมชาติจำพวกใบสับปะรดเพื่อนำมาใช้เป็นวัสดุเพาะต้นกล้าในการปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิคส์ โดยในขั้นแรกจะนำแผ่นใบสับปะรดมาทำการแช่ในสารละลายพอลิเมอร์ (PVA หรือแป้งข้าวโพด) เพื่อให้เกิดเป็นโครงข่ายเชื่อมโยงกันระหว่างใบสับปะรดและพอลิเมอร์ จากนั้นทำการเชื่อมขวางเพื่อให้เป็นโครงสร้างไฮโดรเจลด้วยสารละลายบอแรกซ์ ปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ ชนิดของพอลิเมอร์และความเข้มข้นสารเชื่อมขวางที่ใช้ต่อคุณลักษณะของวัสดุไฮโดรเจลที่สังเคราะห์ได้ และทำการประเมินผลเบื้องต้นในการทดลองใช้แผ่นไฮโดรเจลดังกล่าวต่อการเจริญเติบโตของกล้าผักสลัดกรีนโอ๊คด้วย เพื่อให้ทราบถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาวัสดุต้นแบบสำหรับการปลูกพืชจากวัสดุธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาวัสดุไฮโดรเจลจากวัสดุธรรมชาติจำพวกใบสับปะรดเพื่อนำมาใช้เป็นวัสดุเพาะต้นกล้าในการปลูกผักระบบไฮโดรโปนิกส์

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การเตรียมและการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของแผ่นไฮโดรเจลจากใบสับปะรด

1) การเตรียมไฮโดรเจลจากใบสับปะรด

นำแผ่นใบสับปะรดบดความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตรมาตัดให้ได้ขนาด 3 x 3 เซนติเมตร นำมาเตรียมเป็นแผ่นไฮโดรเจลโดยนำแผ่นใบสับปะรดแช่ในสารละลาย PVA หรือแป้งข้าวโพด ที่มีความเข้มข้นตามกรรมวิธีที่กำหนด แช่ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง ทำการเชื่อมขวางโดยการนำมาแช่ในสารละลายบอแรกซ์ ความเข้มข้นตามกรรมวิธีที่กำหนด ให้ความร้อนเพื่อให้เกิดการเชื่อมขวาง ล้างสารบอแรกซ์ที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยาออกด้วยน้ำสะอาด นำชิ้นงานไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง (นันทยา เก่งเขตรกิจ และคณะ, 2568) เพื่อร่อนนำไปศึกษาร้อยละการดูดซับน้ำ และร้อยละการขยายตัวของแผ่นไฮโดรเจลเป็นลำดับต่อไป

2) การศึกษาร้อยละการดูดซับน้ำ และร้อยละการขยายตัวของแผ่นไฮโดรเจล (ดัดแปลงมาจาก Tanpichai, Phoothong, & Boonmahitthisud, 2022)

การทดสอบร้อยละการดูดซับน้ำ และร้อยละการขยายตัวของแผ่นไฮโดรเจลจากใบสับปะรด ทำการบันทึกผลน้ำหนัก (กรัม) ความกว้าง (มิลลิเมตร) ความยาว (มิลลิเมตร) และความสูง (มิลลิเมตร) ก่อนเริ่มทำการทดลอง จากนั้นนำเอาแผ่นไฮโดรเจลจากใบสับปะรดไปแช่น้ำและบันทึกผลการขยายตัวของแผ่นไฮโดรเจลจากใบสับปะรด ในระยะเวลา 30 นาที และ 1, 2, 4, 6, 8, 24, 32, 47 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) มีทั้งหมด 4 กรรมวิธี ๆ ละ 6 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 PALF+PVA (4%) ไม่ใส่บอแรกซ์ (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%)

กรรมวิธีที่ 3 PALF+PVA (2%) ผสมกับแป้งข้าวโพด (2%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%)

กรรมวิธีที่ 4 PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (2%)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณร้อยละการดูดซับน้ำและร้อยละการขยายตัวของแผ่นไฮโดรเจลจากใบสับปะรดได้โดยสมการที่

(1) และ (2) ตามลำดับ

$$\text{ร้อยละการดูดซับน้ำ} = \frac{W_t - W_0}{W_t} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{ร้อยละการขยายตัว} = \frac{W_t - W_0}{W_0} \times 100 \quad (2)$$

หมายเหตุ W_t คือ น้ำหนักของชิ้นงานไฮโดรเจลหลังแช่ที่ เวลา t ต่างๆ

W_0 คือ น้ำหนักของชิ้นงานไฮโดรเจลก่อนทดสอบที่ เวลาเริ่มต้น

2.2 การศึกษาการเจริญเติบโตของกล้าผักสลัดกรีนโอ๊คบนแผ่นไฮโดรเจลจากใบสับปะรด

ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized completely blocks design (RCBD) ทั้งหมด 4 กรรมวิธี ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 15 ต้น ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ฟองน้ำเพาะกล้า (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%)

กรรมวิธีที่ 3 PALF+PVA (2%) ผสมกับแป้งข้าวโพด (2%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%)

กรรมวิธีที่ 4 PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (2%)

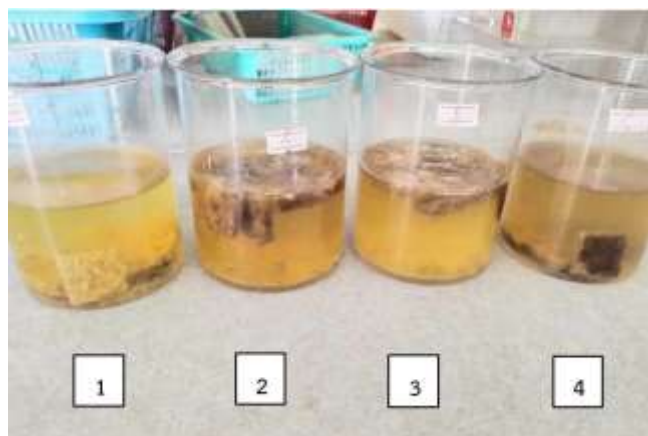
ทำการปลูกภายในโรงเรือนกึ่งปิด อุณหภูมิโรงเรือนเฉลี่ยอยู่ที่ 30-35 องศาเซลเซียส นำต้นกล้าที่อายุ 20 วัน ย้ายปลูกลงในแผ่นไฮโดรเจลจากใบสับปะรดตามแต่ละกรรมวิธี โดยปลูกต้นกล้าผักสลัดกรีนโอ๊คในน้ำเปล่า 2 วัน เพื่อให้ต้นกล้าผักสลัดฟื้นตัว หลังจากนั้นเติมสารละลายธาตุอาหาร A และ B ลงในกล่องปลูก โดยค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity; EC) ที่ใช้เท่ากับ 0.5-1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ และก่อนการเก็บเกี่ยว 5-7 วันทำการเปลี่ยนเป็นน้ำเปล่า บันทึกข้อมูลทุก ๆ 7 วัน (ในช่วง 08.00-9.00 น.) โดยนับจำนวนใบ (ใบ) วัดความสูงต้นและความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร) (ดัดแปลงมาจาก นพดล ชุ่มอินทร์, 2563)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ทางสถิติ (Analysis of Variance : ANOVA) โดยใช้โปรแกรม Statistical Analysis System 9.4 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละลักษณะด้วยวิธี Duncan's Multiple Rang test (DMRT)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการศึกษาอัตราการดูดซับน้ำของแผ่นไฮโดรเจลจากเส้นใยใบสับปะรดในช่วงระยะเวลาการแช่น้ำที่แตกต่างกัน (0.5–47 ชั่วโมง) แสดงดังตารางที่ 1 พบว่า ในช่วงเวลา 0.5–24 ชั่วโมง ทุกรูปแบบกรรมวิธีการผลิตไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.01$) โดยมีค่าร้อยละการดูดซับน้ำเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 77.79% ถึง 84.07% แสดงให้เห็นว่าในช่วงเวลาดังกล่าว ไฮโดรเจลจากทุกกรรมวิธีมีความสามารถในการดูดซับน้ำใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตาม ในช่วงเวลา 32–47 ชั่วโมง พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญสูง ($p<0.01$) โดยแผ่นไฮโดรเจลจากกรรมวิธีที่ 1 (PALF+PVA 4% ไม่เติมบอแรกซ์) ไม่สามารถคงรูปได้ เกิดการเน่าเสีย (ภาพที่ 1) ในขณะที่แผ่นไฮโดรเจลจากกรรมวิธีที่ 4 (PALF+PVA 4% ร่วมกับบอแรกซ์ 2%) มีค่าการดูดซับน้ำสูงสุดที่ 83.38% ณ ชั่วโมงที่ 47 ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีที่ 2 (PALF+PVA 4% ร่วมกับบอแรกซ์ 4%) และกรรมวิธีที่ 3 (PALF+PVA 2% ร่วมกับแป้งข้าวโพด 2% และบอแรกซ์ 4%) อย่างชัดเจน

ผลการศึกษาอัตราการขยายตัวของแผ่นไฮโดรเจลจากเส้นใยใบสับปะรดภายหลังการแช่น้ำในช่วงเวลา 0.5–47 ชั่วโมง แสดงดังในตารางที่ 2 พบว่า ในช่วงเวลา 0.5–24 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.01$) ระหว่างกรรมวิธีต่าง ๆ โดยมีค่าร้อยละการขยายตัวเฉลี่ยในช่วงนี้อยู่ในช่วง 392.70–537.00% ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแผ่นไฮโดรเจลจากทุกกรรมวิธีมีศักยภาพในการขยายตัวที่ใกล้เคียงกันในระยะเวลาดำเนินต้นของการแช่น้ำ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาช่วงเวลา 32–47 ชั่วโมง พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญสูง ($p<0.01$) โดยแผ่นไฮโดรเจลที่ผลิตตามกรรมวิธีที่ 1 (PALF+PVA 4% โดยไม่เติมบอแรกซ์) เกิดการเสื่อมสภาพ ไม่สามารถคงรูปได้ (ภาพที่ 1) ส่งผลให้ไม่มีการขยายตัว (0.00%) ทั้งในชั่วโมงที่ 32 และ 47 ขณะที่แผ่นไฮโดรเจลจากกรรมวิธีที่ 4 (PALF+PVA 4% ร่วมกับบอแรกซ์ 2%) มีค่าร้อยละการขยายตัวสูงสุดที่ 519.60% และ 521.30% ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ แผ่นไฮโดรเจลจากกรรมวิธีที่ 3 (PALF+PVA 2% ผสมกับแป้งข้าวโพด 2% และบอแรกซ์ 4%) มีค่าการขยายตัวรองลงมา โดยมีค่าสูงสุดที่ 461.80% ณ ชั่วโมงที่ 47 แสดงให้เห็นว่า การผสมแป้งข้าวโพดร่วมกับ PVA อาจมีผลช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำและคงโครงสร้างไฮโดรเจลไว้ได้ดีในระยะยาวเช่นกัน



ภาพที่ 1 แผ่นไฮโดรเจลจากใบสับปะรดที่แช่น้ำเป็นเวลา 47 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 ร้อยละการดูดซับน้ำของแผ่นไฮโดรเจลจากใบสับปะรด

กรรมวิธี	ช่วงเวลาการทดสอบ (ชั่วโมง)							
	0.5	2	4	6	8	24	32	47
PALF+PVA (4%) ไม่ใส่บอแรกซ์	81.40	82.59	83.10	83.55	83.89	84.07	0.00b	0.00b
PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%)	81.84	82.80	80.72	80.40	79.59	80.14	80.44a	80.87a
PALF+PVA (2%) ผสมกับแป้งข้าวโพด (2%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%)	77.79	79.65	77.76	79.07	79.72	79.55	79.57a	80.14a
PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (2%)	82.50	83.55	81.40	81.13	83.49	83.67	83.81a	83.38a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**
C.V.%	6.10	5.58	5.95	4.72	6.71	6.78	8.50	8.25

หมายเหตุ ns= ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, **= มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ ค่าเฉลี่ย (Mean) ในคอลัมน์เดียวกันที่ใช้ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's Multiple Rang test (DMRT)

ตารางที่ 2 ร้อยละการขยายตัวของแผ่นไฮโดรเจลจากใบสับปะรด

กรรมวิธี	ช่วงเวลาการทดสอบ (ชั่วโมง)							
	0.5	2	4	6	8	24	32	47
PALF+PVA (4%) ไม่ใส่บอแรกซ์	453.26	485.71	504.67	523.52	537.0	234.1	0.00b	0.00b
PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%)	452.28	482.29	419.02	416.24	507.2	427.9	434.16a	447.4a
PALF+PVA (2%) ผสมกับแป้งข้าวโพด (2%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%)	392.70	443.66	391.11	398.37	446.8	445.7	447.39a	461.8a
PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (2%)	474.66	510.75	443.64	439.72	415.0	514.1	519.60a	521.3a
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**
C.V.%	22.97	22.73	22.90	22.12	27.48	34.42	34.62	34.77

หมายเหตุ ns= ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, **= มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ ค่าเฉลี่ย (Mean) ในคอลัมน์เดียวกันที่ใช้ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's Multiple Rang test (DMRT)

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า การเติมบอแรกซ์ในสัดส่วนที่เหมาะสม (2%) ช่วยเสริมเสถียรภาพของโครงสร้างไฮโดรเจล ส่งผลให้สามารถคงสภาพและดูดซับน้ำได้ดี วัสดุสามารถคงรูปและคงประสิทธิภาพการขยายตัวได้อย่างต่อเนื่องในระยะเวลาที่ยาวนาน ขณะที่การไม่เติม อาจทำให้วัสดุไม่มีความคงทนในน้ำและการเติมบอแรกซ์ในปริมาณมากเกินไป (4%) ก็ส่งผลให้ความสามารถในการดูดซับน้ำลดลง เนื่องจากเมื่อความหนาแน่นของจุดเชื่อมขวางเพิ่มขึ้นมากเกินไป จะทำให้ช่องว่างระหว่างโครงสร้างโพลิเมอร์แคบลง ส่งผลให้ปริมาณน้ำที่สามารถซึมเข้าไปในโครงสร้างได้ลดลง ซึ่งเป็นผลจากข้อจำกัดด้านออสโมซิสและแรงดันตึงภายในโครงสร้างโพลิเมอร์ที่เพิ่มขึ้น (Peppas, Bures, Leobandung, & Ichikawa, 2000) การศึกษาก่อนหน้านี้ยังรายงานในทิศทางเดียวกันว่า การเพิ่มความหนาแน่นของสารเชื่อมขวางทำให้ค่าการดูดซับน้ำของไฮโดรเจลลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Zohuriaan-Mehr & Kabiri, 2008; Pourjavadi, Mahdavinia, & Hosseinzadeh, 2007) ดังนั้น การควบคุมสัดส่วนของสารเชื่อมขวางอย่างเหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาวัสดุไฮโดรเจลเพื่อให้ได้คุณสมบัติการดูดซับน้ำและความเสถียรทางกายภาพที่เหมาะสมกับการใช้งาน

ผลการประเมินเพื่อทดสอบการเจริญเติบโตของกล้าผักสลัดกรีนโอ๊คบนแผ่นไฮโดรเจลจากใบสับปะรด แสดงดังตารางที่ 3-5 โดยมีผลการศึกษาดังนี้

จากการศึกษาการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบของผักสลัดกรีนโอ๊คที่เจริญเติบโตบนแผ่นไฮโดรเจลจากใบสับปะรด (ตารางที่ 3) หลังย้ายลงปลูกเป็นเวลา 21 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ 2 PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%) กรรมวิธีที่ 3 PALF+PVA (2%) ผสมกับแป้งข้าวโพด (2%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%) และกรรมวิธีที่ 4 PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (2%) มีจำนวนใบค่าเฉลี่ย 4.66-4.73 ใบ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 1 ฟองน้ำสำหรับปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ (ชุดควบคุม) มีค่าเฉลี่ยจำนวนใบ 3.38 ใบ (ตารางที่ 3 และภาพที่ 2)

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตด้านจำนวนใบของผักสลัดกรีนโอ๊คบนแผ่นไฮโดรเจลจากใบสับปะรดหลังปลูก 21 วัน

กรรมวิธี	จำนวนใบเฉลี่ย (ใบ)		
	7	14	21 (วัน)
ฟองน้ำสำหรับปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ (ชุดควบคุม)	4.13ab	5.62	3.38b
PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%)	3.93b	5.00	4.85a
PALF+PVA (2%) ผสมกับแป้งข้าวโพด (2%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%)	4.73a	5.33	4.53a
PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (2%)	4.66a	5.46	4.38a
F-test	**	ns	**
C.V.%	18.08	17.09	27.72

หมายเหตุ ns= ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, **= มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย (Mean) ในคอลัมน์เดียวกันที่ใช้ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's Multiple Rang test (DMRT)

จากการศึกษาการเจริญเติบโตด้านความสูงต้นของผักสลัดกรีนโอ๊ค บนแผ่นไฮโดรเจลจากใบสับปะรด (ตารางที่ 4) หลังย้ายลงปลูกเป็นเวลา 21 วัน พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญโดยกรรมวิธีที่ 4 PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (2%) มีความสูงต้นเฉลี่ย 5.22 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ 2 PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%) และ กรรมวิธีที่ 3 PALF+PVA (2%) ผสมกับแป้งข้าวโพด (2%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%) มีค่าเฉลี่ยความสูงต้น 3.35 –3.56 เซนติเมตร (ตารางที่ 4 และภาพที่ 2)

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโตด้านความสูงต้นของผักสลัดกรีนโอ๊ค บนแผ่นไฮโดรเจลจากใบสับปะรดหลังปลูก 21 วัน

กรรมวิธี	ความสูงต้น (เซนติเมตร)		
	7 วัน	14 วัน	21 วัน
ฟองน้ำสำหรับปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ (ชุดควบคุม)	6.00a	7.65a	4.66ab
PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%)	3.46b	3.73b	3.35b
PALF+PVA (2%) ผสมกับแป้งข้าวโพด (2%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%)	4.00b	4.36b	3.56b
PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (2%)	5.66a	7.23a	5.22a
F-test	**	**	*
C.V.%	43.91	39.25	46.24

หมายเหตุ * = มีความแตกต่างทางสถิติ, **= มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ย (Mean) ในคอลัมน์เดียวกันที่ใช้ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's Multiple Rang test (DMRT)

จากการศึกษาการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่มของผักสลัดกรีนโอ๊ค บนแผ่นไฮโดรเจลจากใบสับปะรด (ตารางที่ 5) หลังย้ายลงปลูกเป็นเวลา 21 วัน พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยกรรมวิธีที่ 4 PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%) มีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 13.35 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับ กรรมวิธีที่ 2 PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%) และกรรมวิธีที่ 3 PALF+PVA (2%) ผสมกับแป้งข้าวโพด (2%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%) มีค่าเฉลี่ยความสูงต้น 6.28-8.16 เซนติเมตร (ตารางที่ 5 และภาพที่ 2)

ตารางที่ 5 การเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊คด้านความกว้างทรงพุ่มบนแผ่นไฮโดรเจลจากใบสับปะรดหลังปลูก 21 วัน

กรรมวิธี	ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร)		
	7 วัน	14 วัน	21 วัน
ฟองน้ำสำหรับปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ (ชุดควบคุม)	6.53a	11.22a	12.28a
PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%)	3.86b	5.82b	6.28b
PALF+PVA (2%) ผสมกับแป้งข้าวโพด (2%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%)	3.86b	6.21b	8.16b
PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (2%)	5.80a	11.24a	13.35a

กรรมวิธี	ความกว้างทรงพุ่ม (เซนติเมตร)		
	7 วัน	14 วัน	21 วัน
F-test	**	**	**
C.V.%	42.41	36.28	42.37

หมายเหตุ ** = มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ ค่าเฉลี่ย (Mean) ในคอลัมน์เดียวกันที่ใช้ตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเปรียบเทียบด้วยวิธี Duncan's Multiple Rang test (DMRT)



ภาพที่ 2 การเจริญเติบโตของกล้าผักสลัดกรีนโอ๊คหลังย้ายลงปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ 21 วัน

กรรมวิธีที่ 1 ฟองน้ำสำหรับปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ (ชุดควบคุม) (1),

กรรมวิธีที่ 2 PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%) (2),

กรรมวิธีที่ 3 PALF+PVA (2%) ผสมกับแป้งข้าวโพด (2%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%) (3),

กรรมวิธีที่ 4 PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (2%) (4)

สำหรับผลการศึกษาการเจริญเติบโตของกล้าผักสลัดกรีนโอ๊คบนแผ่นไฮโดรเจลจากไบสับปะรดที่มีกรรมวิธีที่ต่างกัน คือ กรรมวิธีที่ 1 ฟองน้ำสำหรับปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ (ชุดควบคุม) กรรมวิธีที่ 2 PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%) กรรมวิธีที่ 3 PALF+PVA (2%) ผสมกับแป้งข้าวโพด (2%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%) และกรรมวิธีที่ 4 PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (2%) เป็นเวลา 21 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ 2 PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (4%) มีผลต่อการเจริญเติบโตด้านจำนวนใบ นอกจากนี้กรรมวิธีที่ 4 PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (2%) มีผลต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงต้นและความกว้างทรงพุ่ม จะเห็นได้ว่า แผ่นไฮโดรเจลจากไบสับปะรดมีแนวโน้มสามารถปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คในระบบไฮโดรโปนิคส์ได้ โดยผักสลัดกรีนโอ๊คที่ปลูกมีลักษณะสัณฐานวิทยาและการเจริญเติบโตที่ดี เช่นเดียวกับผักสลัดชนิดอื่น เช่น กรีนคอส ฟินเลย์โอเบรีก บัตเตอร์เฮดที่ลักษณะทรงพุ่มขนาดใหญ่ (Kim, Moon, Tou, Mouand, & Waterland, 2016) และมีการรายงานการใช้สารละลายธาตุอาหาร สูตร Enshi สูตร NSRU 2 ส่งผลต่อเจริญเติบโตด้านจำนวนใบ ความกว้างทรงพุ่ม ความสูง และน้ำหนักสดมากในผักสลัดพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์ (นพดล ชุ่มอินทร์, 2563) จากการทดลองข้างต้นสอดคล้องกับรายงานของ (Le & Duong, 2017) ได้ศึกษาการเตรียมโพลิโกลแอลจินเนตอิมโมบายด์ไฮโดรเจลด้วยรังสีแกมมา พบว่า ไฮโดรเจลที่เตรียมด้วย CMC 20% PAM 20% โอลิโกลแอลจินเนต 1% และธาตุอาหารที่ฉายรังสี 15 kGy เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของพืช โดยไฮโดรเจลอิมโมบายด์ส่งเสริมการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของผักกาดและผักสลัด ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิคส์

4. สรุปผล

จากการประยุกต์ใช้แผ่นไฮโดรเจลจากไบสับประรดเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของกล้าผักสลัดกรีนโอ๊ค การใช้แผ่นไฮโดรเจลจากไบสับประรดที่มีความเข้มข้นของ PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (2%) มีร้อยละการดูดซับน้ำและร้อยละการขยายตัวสูงสำหรับการเจริญเติบโตของกล้าผักสลัดกรีนโอ๊คบนแผ่นไฮโดรเจลจากไบสับประรดโดย PALF+PVA (4%) ร่วมกับบอแรกซ์ (2%) ส่งผลทำให้ต้นกล้าผักสลัดกรีนโอ๊คสามารถเจริญเติบโตได้ดี แต่แผ่นไฮโดรเจลจากไบสับประรดมีการเสื่อมสภาพรวดเร็วจึงไม่เหมาะกับการนำมาเป็นวัสดุทดแทนฟองน้ำสำหรับการปลูกผักในระบบไฮโดรโปนิคส์ที่วัสดุปลูกต้องแช่น้ำตลอดเวลา ดังนั้นการประยุกต์ใช้แผ่นไฮโดรเจลจากไบสับประรดในอนาคตจึงควรมีการศึกษาวิจัยพัฒนาเพิ่มเติมสำหรับเรื่องพัฒนาคุณสมบัติความคงทนในการแช่น้ำให้เพิ่มขึ้นกว่าเดิม เช่น การทำก้อนไฮโดรเจลให้มีความหนาแน่นมากขึ้น ปรับสัดส่วนของเพอร์ลิเมออร์และสารเชื่อมขวางให้เหมาะสม หรืออาจปรับเปลี่ยนการประยุกต์ใช้งานในลักษณะที่ไม่ได้ต้องการแช่น้ำเป็นเวลานาน เช่น การเพาะต้นอ่อน การปลูกในระบบกึ่งไฮโดรโปนิคส์ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการประยุกต์ใช้

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณเพื่อสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund; FF) จัดสรรงบประมาณจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ปีงบประมาณ 2568 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา บันทึกข้อตกลงเลขที่ FF2568P088

6. เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. (2562). *แนวทางการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์และเกษตรผสมผสาน*. สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดชลบุรี.
- เข้าถึงได้จาก https://www.doa.go.th/oard6/wp-content/uploads/2024/03/คู่มือ_ชลบุรีโมเดล-.pdf
- จิรวัดน์ สืบอด. (2566). *แนวทางการส่งเสริมการจัดการเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในตำบลชาแระ อำเภोधุดดระ จังหวัดราชบุรี (วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต)*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นันทยา เก่งเขตรกิจ และคณะ. (2568). *วัสดุเชิงประกอบไฮโดรเจลจากเศษเหลือทิ้งจากการปลูกสับประรดสำหรับการประยุกต์ใช้ในงานด้านการเกษตร (รายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัย)*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
- นพดล ชุ่มอินทร์. (2563). ผลของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักสลัดพันธุ์กรีนโอ๊คในระบบไฮโดรโปนิคส์. *วารสารพระจอมเกล้า*, 38(3), 296–303.
- เพียงฤทัย คำเพชร, ชนิศรา สุดใจ, และนริศรา วรสาร. (2566). การพัฒนาไฮโดรเจลจากวัสดุธรรมชาติสำหรับใช้ในทางการเกษตร. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 54(1), 45–56.
- สุทธิเกียรติ พุทธิรักษ์ และคณะ. (2563). การควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีและนวัตกรรมอุตสาหกรรม*, 3(1), 43–52.
- Faheem, M., Sadeghi, M., & Hussain, Z. (2023). Recent Advances in Biodegradable Hydrogels for Agricultural Applications: Water Retention and Controlled Release. *Journal of Polymer Research*, 30(5), 1–18.
- Kim, M.J., Moon, Y., Tou, J.C., Mouand, B., & Waterland, N.L. (2016). Nutritional Value, Bioactive Compounds and Health Benefits of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 49, 19–34.
- Le, Q.L., & Duong, H.X. (2017). Preparation of Oligoalginate Immobilized Hydrogel by Radiation and Its Application for Hydroponic Culture. *Radioisotopes*, 66, 171–179.
- Peppas, N. A., Bures, P., Leobandung, W., & Ichikawa, H. (2000). Hydrogels in Pharmaceutical Formulations. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 50(1), 27–46.

- Pourjavadi, A., Mahdavinia, G. R., & Hosseinzadeh, H. (2007). Modified Chitosan-Based Superabsorbent Hydrogel with Salt- and pH-Responsiveness Properties. *Journal of Applied Polymer Science*, 105(4), 1991–1995.
- Tanpichai, S., Phoothong, F., & Boonmahitthisud, A. (2022). Superabsorbent Cellulose-Based Hydrogels Cross-Linked with Borax. *Scientific Reports*, 12, 8920. DOI: 10.1038/s41598-022-12688-2
- Zohuriaan-Mehr, M.J., & Kabiri, K. (2008). Superabsorbent Polymer Materials: A Review. *Iranian Polymer Journal*, 17(6), 451–477.



3

SESSION

วิศวกรรมศาสตร์



การระบุทิศทางตามแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไฟฟ้า สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัส

Identifying the Optimal Following Solar Ray Direction of Electricity Generation for Amorphous Photovoltaics

นเรศ ช้างสุทธิ์¹ นาวัน รอดเรือง¹ พูนศรี วรรณการ¹ วีรภัทร ดาวเรือง¹

สาคร วุฒิพัฒน์พันธุ์¹ มนัส บุญเกียรติทอง¹ และ นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ^{1*}

Narate Charlangsut¹ Nawin Rodrueang¹ Poonsri Wannakarn¹ Veerapat Dowrueng¹
Sakhon Woothipatanapan¹ Manat Boonthienthong¹ and Nattachote Rugthaicharoencheep¹

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

¹ Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

* E-mail: nattachote.r@rmutp.ac.th โทรศัพท์ 02-836-3000

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการระบุทิศทางตามแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไฟฟ้าสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัส โดยทำการทดสอบ ตั้งแต่เวลา 9.00 – 15.00 น. เพื่อค้นหาการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าได้มากที่สุด โดยมีการแบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 5 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์แบบหมุนตามแสงอาทิตย์ กรณีที่ 2 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์หันไปทางทิศเหนือทำมุม 13.5 องศา กรณีที่ 3 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์หันไปทางทิศใต้ทำมุม 13.5 องศา กรณีที่ 4 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์หันไปทางทิศตะวันออกทำมุม 13.5 องศา กรณีที่ 5 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์หันไปทางทิศตะวันตกทำมุม 13.5 องศา จากผลการทดสอบพบว่ากรณีที่ 1 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์แบบหมุนตามแสงอาทิตย์ เป็นการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ที่ดีที่สุดซึ่งสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าได้มากที่สุดในทุกกรณีศึกษา

คำสำคัญ: เซลล์แสงอาทิตย์, ทิศทาง, อะมอร์ฟัส

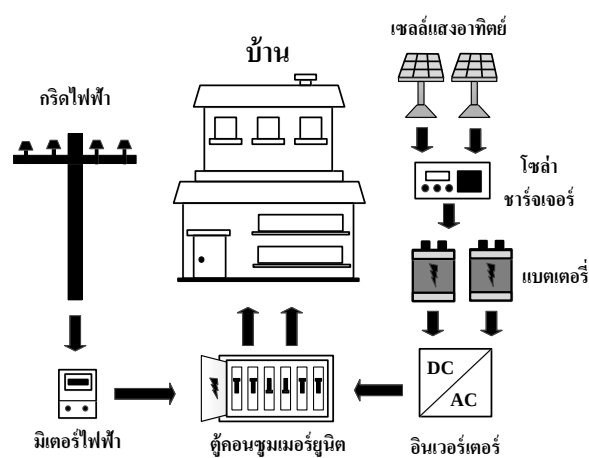
Abstract

This paper presents identifying the optimal following solar ray direction of electricity generation for amorphous photovoltaics. The test was conducted from 9:00 a.m. - 3:00 p.m. to find a photovoltaic installation that could generate the most electrical voltage, current and power. The case study is divided into 5 cases. Including case 1 photovoltaic installation that rotates to follow the sunlight. Case 2 photovoltaic installation facing north at an angle of 13.5 degrees. Case 3 photovoltaic installation facing south at an angle of 13.5 degrees. Case 4 photovoltaic installation facing east at an angle of 13.5 degrees. Case 5 installation of photovoltaic facing west at an angle of 13.5. From the test results, it was found that Case 1 installation of photovoltaic that rotate to follow the sunlight. It is the best photovoltaic installation which can generate electrical voltage, current and power at the greatest amount of electricity in every case study.

Keywords: Photovoltaics, Direction, Amorphous

1. บทนำ

ในปัจจุบันพลังงานแสงอาทิตย์คือ หนึ่งในพลังงานสะอาดที่กำลังจะเป็นพลังงานที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้แบบเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เซลล์แสงอาทิตย์นั้นถูกใช้ในครัวเรือน อาคาร หรือแม้กระทั่งโรงงานในปัจจุบันซึ่งจะติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากการใช้พลังงานไฟฟ้ารูปแบบเดิมมีราคาต้นทุนที่สูงมากขึ้น ทำให้พลังงานแสงอาทิตย์เข้ามามีบทบาทในการทำหน้าที่เป็นพลังงานที่ทดแทนหรือรวมถึงการที่นำพลังงานแสงอาทิตย์มาแปรรูปเป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อที่จะนำมาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในครัวเรือนหรือที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้า [1] พลังงานไฟฟ้าตอบสนองความต้องการต่อมนุษย์ในหลาย ๆ ด้าน สามารถที่จะใช้พลังงานแสงอาทิตย์ได้ทุกพื้นที่ ที่เป็นพลังงานหมุนเวียนที่มีความยั่งยืน ช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าได้มากจากการใช้ไฟฟ้าปกติ ช่วยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อีกทั้งยังช่วยลดมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง การที่จะติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ต้องสำรวจพื้นที่ ทิศทาง และประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีด้วยกัน 3 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัส เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ และเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ [2] แบบจำลองเซลล์แสงอาทิตย์แสดงดังภาพที่ 1



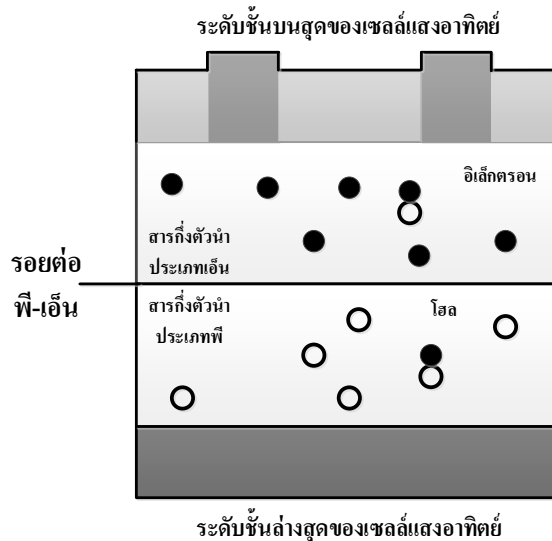
ภาพที่ 1 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์

ในปี 2020 [3] มีการวิเคราะห์โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าในอิรัก สํารวจสถานที่ 20 แห่งในอิรักเพื่อใช้ในการทดสอบเพื่อสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 100 เมกะวัตต์ การศึกษานี้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์จะเป็นวิธีแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพในอิรัก ในปี 2021 [4] มีงานวิจัยในระบบการวัดแสงอัจฉริยะที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าจากโครงข่ายโดยเสนอระบบวัดแสงอัจฉริยะที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ข้อมูลการจ่ายกริดไฟฟ้าและพลังงานแสงอาทิตย์จะถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายจะถูกเลือกโดยอัตโนมัติตามความต้องการของเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งมีพารามิเตอร์แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และการใช้พลังงานจะแสดงบนจอภาพ LCD และควบคุมโดยใช้โมดูล GSM ในปี 2023 [5] มีการนำเสนอการสร้างแบบจำลองและการจำลองเซลล์และโมดูลไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้แพลตฟอร์มซอฟต์แวร์แอปพลิเคชันจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ศึกษาผลกระทบของความแปรผันของสภาพแวดล้อมในการแผ่รังสีแสงอาทิตย์และอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพของเซลล์ โดยการเปรียบเทียบผลการจำลองกับค่าการทดลองและค่าที่คำนวณได้ของพารามิเตอร์ประสิทธิภาพระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ในปี 2024 [6] การออกแบบอินเวอร์เตอร์ที่เชื่อมต่อโครงข่ายไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบซบโมดูลาร์ อินเวอร์เตอร์หลายระดับ มีการเชื่อมต่อโทโพโลยีกับกริดเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อลดความถี่ในการสลับของสวิตช์ขั้นไฟฟ้าแรงสูง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าโทโพโลยีอินเวอร์เตอร์ที่เสนอ อัลกอริทึมควบคุมที่เชื่อมต่อกับกริด และอัลกอริทึมการแบ่งปันแรงดันไฟฟ้าของตัวเก็บประจุมีความเป็นไปได้ทางทฤษฎี

ดังนั้นบทความนี้จึงได้มีการระบุทิศทางที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไฟฟ้าสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสในทิศทางต่าง ๆ โดยทำการทดสอบ ตั้งแต่เวลา 9.00 – 15.00 น. เพื่อค้นหาการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าได้มากที่สุด มีการแบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 5 กรณี

2. เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัส

เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัส เป็นเทคโนโลยีฟิล์มบางช่วยลดปริมาณของวัสดุที่จำเป็นในการสร้างวัสดุที่ใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์คือ การนำเอาสารที่สามารถแปลงพลังงานจากความเข้มของแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง มาฉาบไว้บนฟิล์ม หรือชั้นบางๆ ซ้อนกันหลายชั้น โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสมีประสิทธิภาพอยู่ที่ร้อยละ 7-13 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาฉาบ แผงลักษณะนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ ได้หลากหลาย เช่น กระเบื้องเซลล์แสงอาทิตย์ หรือแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบพกพาพับเก็บได้ [7] ข้อดีของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสคือ การผลิตที่ง่ายและวัสดุที่ใช้ในการผลิตมีราคาถูกกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งสองชนิด ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำ มีน้ำหนักเบาและสามารถทำให้แผงมีความยืดหยุ่นได้ จึงสามารถติดตั้งบนพื้นผิวที่มีความโค้งหรือพื้นผิวที่ไม่ราบเรียบ ฟิล์มบางสามารถดูดซับแสงได้ดีในสภาพแสงที่ไม่แรงมาก โดยทั่วไปเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสมีอายุการใช้งานประมาณ 15 ปี การดูแลรักษายาก แผงฟิล์มบางอาจเสื่อมสภาพเร็วขึ้นเมื่อมีฝุ่นหรือคราบสกปรกติดอยู่ เนื่องจากพื้นผิวที่บางและวัสดุที่อาจไวต่อการเสื่อมสภาพ และเนื่องจากมีประสิทธิภาพต่ำกว่า จึงต้องใช้พื้นที่การติดตั้งมากขึ้น เพื่อให้ได้ปริมาณพลังงานเท่ากัน [8] โครงสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างเซลล์แสงอาทิตย์

สมการวงจรสมมูลของเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงดังสมการที่ 1 [9]

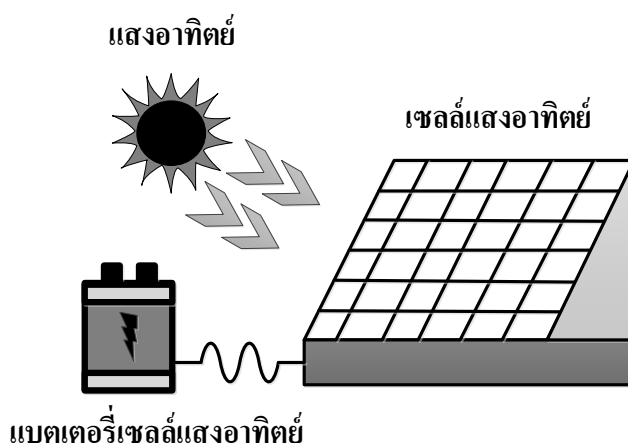
$$I = I_{ph} - I_s \left[\exp \frac{q(V \times I R_s)}{N \times K \times T} - 1 \right] - \frac{(V + I * R_s)}{R_{sh}} \quad (1)$$

โดย

I	คือ	กระแสของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (A)
I_s	คือ	กระแสรั่วในสภาวะอิ่มตัวขณะจ่ายไบอัสกลับของไดโอด (A)
q	คือ	ประจุอิเล็กตรอนค่าคงที่ 1.602×10^{-19}
N	คือ	ตัวประกอบทางอุดมคติ
K	คือ	ค่าคงที่ $1.3806504 \times 10^{-23}$ J/Kelvin
T	คือ	อุณหภูมิที่รอยต่อของเซลล์ทำงาน
V	คือ	แรงดันตกคร่อมไดโอด
R_s	คือ	ค่าความต้านทานอนุกรมของเซลล์
R_{sh}	คือ	ค่าความต้านทานขนานของเซลล์

3. ทิศทางการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

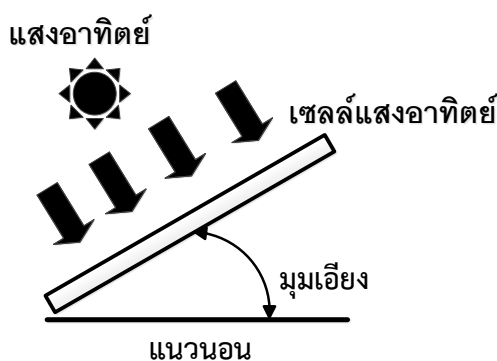
แสงจากดวงอาทิตย์เกิดจากปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ เมื่อเวลาผ่านไปแสงอาทิตย์ที่เดินทางมายังโลกจนถึงนอกชั้นบรรยากาศของโลกจะมีความเข้มแสงโดยเฉลี่ยประมาณ 1,350 วัตต์ต่อตารางเมตร แต่เมื่อผ่านชั้นบรรยากาศของโลก และลงมาถึงพื้นโลก จะเหลือประมาณ 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร โลกจะหมุนรอบตัวเองและรอบเส้นศูนย์สูตร ดังนั้นประเทศที่อยู่ติดกับเส้นศูนย์สูตรก็จะได้รับปริมาณแสงแดดที่เข้มข้นมากกว่าประเทศอื่น ๆ ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีภูมิประเทศอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ทำให้ได้รับปริมาณแสงแดดที่เข้มข้นเกือบทั้งปี แต่เนื่องจากตำแหน่งที่ประเทศไทยตั้งอยู่เหนือเส้นศูนย์สูตรขึ้นมาด้านบน ทำให้ดวงอาทิตย์ในประเทศไทย จะขึ้นจากทิศตะวันออก โดยอ้อมไปหาทางทิศใต้เสมอ และในกรุงเทพฯ ต้องวางแผงเซลล์แสงอาทิตย์เอียงแผงประมาณ 10-15 องศา กับแนวระนาบ และหันเซลล์แสงอาทิตย์ไปทางทิศใต้ [10] ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ทิศทางการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

4. มุมเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

มุมเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ คือ มุมเอียงระนาบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับแนวระนาบที่ติดตั้ง เพื่อให้รับความเข้มของแสงอาทิตย์ได้มากที่สุดโดยมุมดังกล่าวจะแปรเปลี่ยนไปตามวันในรอบปี เนื่องจากการเอียงของแกนโลก ทั้งนี้หากพิจารณาช่วงที่มีความเข้มของแสงอาทิตย์สูงสุด คือ เวลา 12.00 น. จะสามารถคำนวณมุมเอียงของเซลล์แสงอาทิตย์สูงสุดที่ตั้งฉากกับแสงอาทิตย์ที่เวลา 12.00 น. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มุมเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับแนวระนาบจึงมีความสำคัญ [11] มุมเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 มุมเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

สมการมุมเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงดังสมการที่ 2 [12]

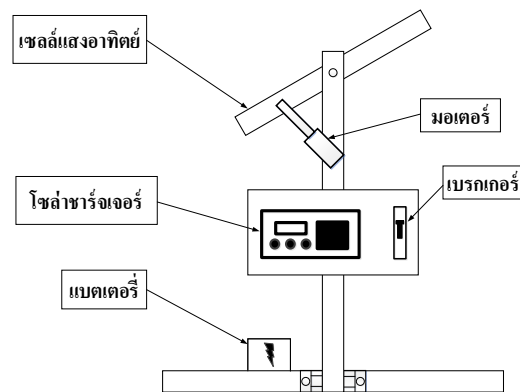
$$\beta = \delta + \phi \quad (2)$$

โดย

- β คือ มุมเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (องศา)
- δ คือ มุมเอียงของโลกมีค่าตั้งแต่ 23.45 ถึง -23.45 องศา
- ϕ คือ มุมละติจูดของสถานที่ตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (องศา)

5. ผลการศึกษา

บทความนี้ได้ทำการทดสอบการวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า ตั้งแต่เวลา 9.00 – 15.00 น. โดยแบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 5 กรณีซึ่งแต่ละกรณีใช้เวลาในการทดสอบ 4 วัน และหาค่าเฉลี่ยในแต่ละกรณีศึกษา ได้แก่ กรณีที่ 1 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์แบบหมุนตามแสงอาทิตย์ ซึ่งตั้งแต่วันที่ 2 ถึงวันที่ 5 จะเป็นการทดสอบที่มีทิศทางที่แตกต่างกันแต่จะใช้มุมเอียง 13.5 องศา กับแนวระนาบเท่ากันจากการวิจัยของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่ามุมเอียง 13.5 องศา กับแนวระนาบ เป็นมุมที่ดีที่สุดในการรับปริมาณแสงแดดในกรุงเทพฯ กรณีที่ 2 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์หันไปทางทิศเหนือทำมุม 13.5 องศา กรณีที่ 3 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์หันไปทางทิศใต้ทำมุม 13.5 องศา กรณีที่ 4 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์หันไปทางทิศตะวันออกทำมุม 13.5 องศา กรณีที่ 5 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์หันไปทางทิศตะวันตกทำมุม 13.5 องศา ขั้นตอนการดำเนินงานมีการสร้างชุดทดสอบเซลล์แสงอาทิตย์ โดยมีอุปกรณ์ประกอบด้วยดังนี้ 1.เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัส 48 โวลต์ 85 วัตต์ 2.โซลาชาร์จเจอร์ 60 แอมป์ 3.แบตเตอรี่ 12 โวลต์ 4.เบรกเกอร์ 16 แอมป์ 5.โมดูลเซ็นเซอร์ 6.มอเตอร์ 12 โวลต์ 7.โมดูลแหล่งจ่ายไฟ ซึ่งสามารถปรับองศาตามความเข้มของแสงอาทิตย์ โดยมีโมดูลเซ็นเซอร์ติดตามพลังงานแสงอาทิตย์และมอเตอร์แนวราบเพื่อขับเคลื่อนเซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์แสงอาทิตย์เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าซึ่งจะผ่านตัวของโซลาชาร์จเจอร์ และเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ที่แบตเตอรี่ โดยมอเตอร์จะหมุนต่อเมื่อเซ็นเซอร์ได้รับความเข้มของแสงอาทิตย์ จะมีการวัดกระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า แบบจำลองเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงดังภาพที่ 5 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 5 แบบจำลองเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพที่ 6 เซลล์แสงอาทิตย์ปรับองศาตามความเข้มของแสงอาทิตย์

ผลการทดสอบแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงดังตารางที่ 1 ผลการทดสอบกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงดังตารางที่ 2 ผลการทดสอบกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ของเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

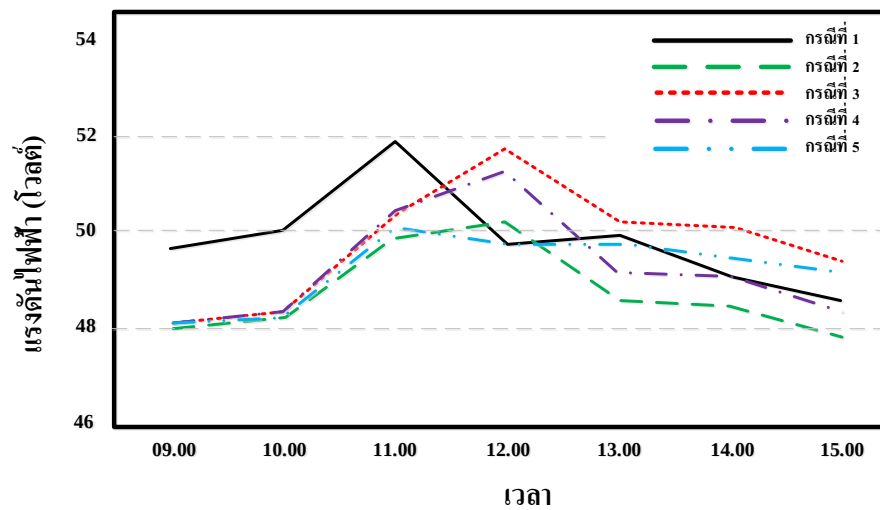
เวลา	กรณีที่ 1 (โวลต์)	กรณีที่ 2 (โวลต์)	กรณีที่ 3 (โวลต์)	กรณีที่ 4 (โวลต์)	กรณีที่ 5 (โวลต์)
09.00	49.64	48.00	48.10	48.10	48.00
10.00	50.02	48.10	48.30	48.20	48.10
11.00	51.84	49.79	50.31	50.43	50.10
12.00	49.73	50.10	51.74	51.19	49.70
13.00	49.81	48.52	50.20	49.11	49.65
14.00	49.03	48.36	50.00	49.07	49.40
15.00	48.57	47.73	49.29	48.30	49.15
ค่าเฉลี่ย	49.80	48.64	49.64	49.15	49.14

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

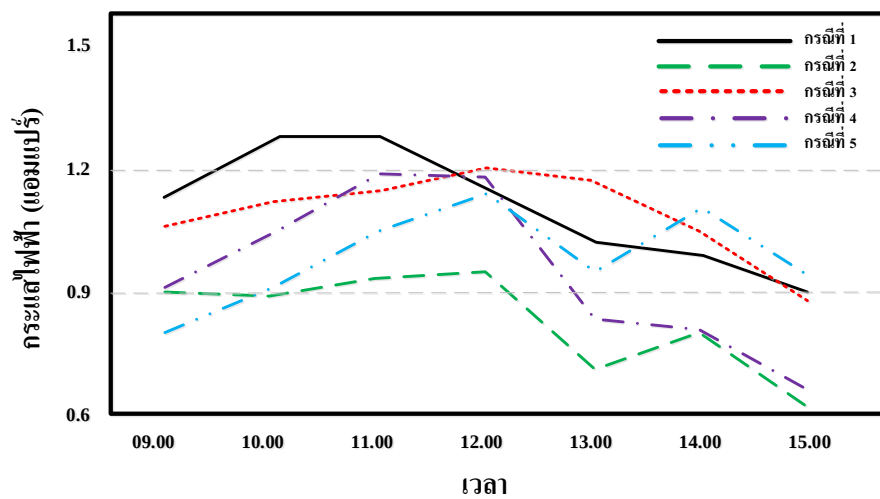
เวลา	กรณีที่ 1 (แอมแปร์)	กรณีที่ 2 (แอมแปร์)	กรณีที่ 3 (แอมแปร์)	กรณีที่ 4 (แอมแปร์)	กรณีที่ 5 (แอมแปร์)
09.00	1.14	0.90	1.06	0.91	0.80
10.00	1.27	0.89	1.12	1.04	0.91
11.00	1.29	0.93	1.15	1.19	1.05
12.00	1.15	0.95	1.20	1.18	1.14
13.00	1.02	0.71	1.17	0.84	0.95
14.00	0.99	0.80	1.05	0.81	1.10
15.00	0.90	0.62	0.88	0.66	0.94
ค่าเฉลี่ย	1.10	0.82	1.09	0.94	0.98

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

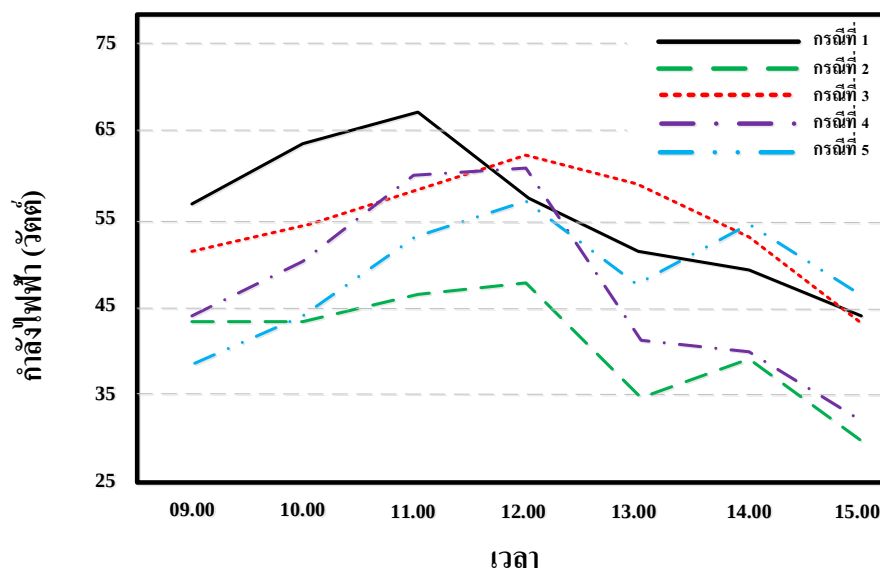
เวลา	กรณีที่ 1 (วัตต์)	กรณีที่ 2 (วัตต์)	กรณีที่ 3 (วัตต์)	กรณีที่ 4 (วัตต์)	กรณีที่ 5 (วัตต์)
09.00	56.58	43.20	50.99	43.77	38.40
10.00	63.52	42.81	54.09	50.13	43.77
11.00	66.87	46.30	57.86	60.01	52.60
12.00	57.19	47.59	62.09	60.40	56.66
13.00	50.81	34.45	58.73	41.25	47.17
14.00	48.84	38.69	52.50	39.75	54.34
15.00	43.71	29.59	43.37	31.88	46.20
ค่าเฉลี่ย	60.39	39.88	54.11	46.20	48.16



ภาพที่ 7 กราฟการทดสอบแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพที่ 8 กราฟการทดสอบกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพที่ 9 กราฟการทดสอบกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

6. สรุปผล

บทความนี้นำเสนอการระบุทิศทางตามแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตไฟฟ้าสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัส โดยทำการทดสอบการวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า ในช่วงเวลาในการทดสอบคือ ตั้งแต่เวลา 9.00 – 15.00 น. เพื่อค้นหาว่าการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์แบบหมุนตามแสงอาทิตย์หรือการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ในทิศทางที่แตกต่างกันแต่อยู่ในช่วงเวลาเดียวกันการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์แบบไหนจะสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าได้มากที่สุด โดยบทความนี้ได้แบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 5 กรณี ซึ่งแต่ละกรณีใช้เวลาในการทดสอบทั้งหมด 4 วัน และหาค่าเฉลี่ยในแต่ละกรณีศึกษา ระยะเวลาในการทำการทดสอบเป็นวันที่ 6 มกราคม 2568 ถึงวันที่ 25 มกราคม 2568 สถานที่ทดสอบคือสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 1381 ถ.พระราชานุรักษ์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร ละติจูด 13.81870 ลองจิจูด 100.51372 จากภาพที่ 7 กราฟการทดสอบแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ จากภาพที่ 8 กราฟการทดสอบกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ และจากภาพที่ 9 กราฟการทดสอบกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

กรณีศึกษา	ค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้า (โวลต์)	ค่าเฉลี่ยของกระแสไฟฟ้า (แอมป์)	ค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้า (วัตต์)
กรณีที่ 1	49.80	1.10	60.39
กรณีที่ 2	48.64	0.82	39.88
กรณีที่ 3	49.64	1.09	54.11
กรณีที่ 4	49.15	0.94	46.20
กรณีที่ 5	49.14	0.98	48.16

จากผลการทดสอบพบว่ากรณีที่ 1 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์แบบหมุนตามแสงอาทิตย์ เป็นการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ที่ดีที่สุดซึ่งสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าได้มากที่สุดในทุกกรณีศึกษา

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้การสนับสนุนและความช่วยเหลือให้บทความนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์

8. เอกสารอ้างอิง

- Ahmed Shah Rasheed Tajwar, Abir Ahmed, Md. Rifat Hazari and Mohammad Abdul Mannan. (2021). Solar Photovoltaic-Based Smart Metering System. *International Conference on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques*, pp.530-534, January 2021.
- Ahmed S. Al-akayshee, Oleg N. Kuznetsov and Hamdy M. Sultan. (2020). Viability Analysis of Large Photovoltaic Power Plants as a Solution of Power Shortage in Iraq. *IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering*, pp.1145-1150, January 2020.
- Abderrahim Taouni, Mohammed Akherraz, Ahmed Abbou, Abderrahmane Ouchattiand and Khalid Majdoub (2015). Solar Photovoltaic-Based Smart Metering System. *International Conference on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques*, December 2015.

- Deeksha Gupta, S. P. Koiry, P. Veerender, P. Jha, C. Sridevi and A. K. Chauhan. (2023). Modeling and Simulation of Photovoltaic Cell and Module for IoT applications. *International Conference on Intelligent Data Communication Technologies and Internet of Things*, pp.728-734, January 2023.
- Emil Lazarescu, Flaviu M. Frigura-Iliasa, Marius Mirica, Mihaela Frigura-Iliasa, Lia Dolga and Hannelore E. Filipescu. (2018). Hybrid analytical and numerical method of calculation the single-diode model parameters. *International Renewable and Sustainable Energy Conference, Computer Science and Informatics*, pp.7-11, October 2018.
- Lana Pantić, Ivana Radonjić, Stefan Dordević, Marko Krstić, Dragan Radivojević and Milutin Petronijević. (2024). Analysis of the Field Performances of South-facing Vertical Solar Module in Nis, Serbia. *International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering*, June 2024.
- Narate Charlangsut, Natchapol Ruangsap and Nattachote Rugthaicharoencheep. (2023). An Assessment of a Return from Carbon Credit of a Hybrid Solar Rooftop System. *International Conference on Power, Energy and Innovations*, pp.80-83, October 2023.
- Roxana Oprea, Marcel Istrate, Dragos Machidon and Razvan Beniuga. (2019). Determination of Optimum Tilt Angle for Fixed Photovoltaic Modules in Iasi, Romania. *International Conference on Modern Power Systems*, May 2019.
- Ting Zeng and Yifa Sheng. (2024). Design of series submodular photovoltaic grid-connected inverter. *International Conference on Energy, Power and Electrical Engineering*, pp.455-458, September 2024.
- Yansong Yang, Liuqing Gao, and Songbin Gong. (2022). Silicon-SAW Resonators and Delay Lines based on Submicron Lithium Niobate and Amorphous Silicon. *IEEE/MTT-S International Microwave Symposium*, June 2022.
- Yuexi Yang, Xiao Zhou, Sichao Wang, Chunpeng Li, Junwei Huang and Wenzheng Xu. (2023). A Coordinated MMC Control Strategy of Integrated Photovoltaic/Battery System". *IEEE International Conference on Energy Internet*, pp.241-245, October 2023.
- Z. Rasouli Dogahneh and V. Puig. (2019). Tilt Angle Optimization of Photovoltaic Panels. *International Conference on Control, Decision and Information Technologies*, pp.1847-1852, April 2019.

ค่าพารามิเตอร์ของระบบควบคุมเครื่องยนต์ 4 จังหวะในการแข่งขันรถประหยัดพลังงาน Electronic Control Unit Parameters of the 4-Stroke in Energy-Saving Racing Cars

สิริชัย จิรวงศ์นุสรณ์^{1*} ณัฐจิรา อินมนต์² สุรศักดิ์ แก้วจันทรา² และ ชานนท์ บุญมีพิพิธ²
Sirichai Jirawongnusun^{1*} Natjira Inmon² Surasak Keawjuntar² and Chanon Bunmephiphit²

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

¹ Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Rattanakosin,
Phutthamonthon Sai 5Rd., Sala Ya, Nakhon Pathom 73170, Thailand

² วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนรัตนโกสินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

² Rattanakosin College for Sustainable Energy and Environment, Rajamangala University of Technology Rattanakosin,
Phutthamonthon Sai 5Rd., Sala Ya, Nakhon Pathom 73170, Thailand

* E-mail : sirichai.jir@rmutr.ac.th; Tel. 028894585

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้จะมุ่งเน้นการปรับค่าระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยกล่องควบคุม (ECU) ที่พิจารณาระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงจากระบบการตรวจวัด (Sensor) ที่มีผลต่อการคำนวณของกล่องควบคุมโดยตัวแปรสำหรับการตรวจวัดและพิจารณาประกอบด้วย ตัวตรวจจับสัญญาณ ป้อนน้ำมันเชื้อเพลิง หัวฉีดเชื้อเพลิง หลอดไฟแสดงสถานการณ์ทำงานเครื่องยนต์ และกล่องควบคุมการทำงาน ผลการศึกษาพบว่าเทคนิคการลดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในช่วงออกตัวนั้นจะลดค่าความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงลงทั้งขณะการออกตัวและขณะเครื่องยนต์ลอยตัว การประหยัดน้ำมันที่สุดอยู่ที่การลดระยะเวลาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 0.25 ms โดยมีค่าเฉลี่ยการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 1.46 กรัม/การสตาร์ทออกตัว 1 ครั้ง และขณะเครื่องยนต์ลอยตัวการประหยัดน้ำมันที่ดีที่สุดที่ระยะเวลาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 1.4 ms โดยมีค่าเฉลี่ยการใช้ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 1.09 กรัม/การสตาร์ทลอยตัว 1 ครั้ง ดังนั้นผลการศึกษาจึงใช้ค่าการลดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงขณะออกตัวที่ 0.25 ms และการลดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงขณะลอยตัวที่ 1.4 ms จึงเป็นค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมต่อการประหยัดพลังงานสูงสุดของการศึกษาครั้งนี้

คำสำคัญ: เครื่องยนต์, 4 จังหวะ, กล่องควบคุม, การสิ้นเปลือง, เชื้อเพลิง

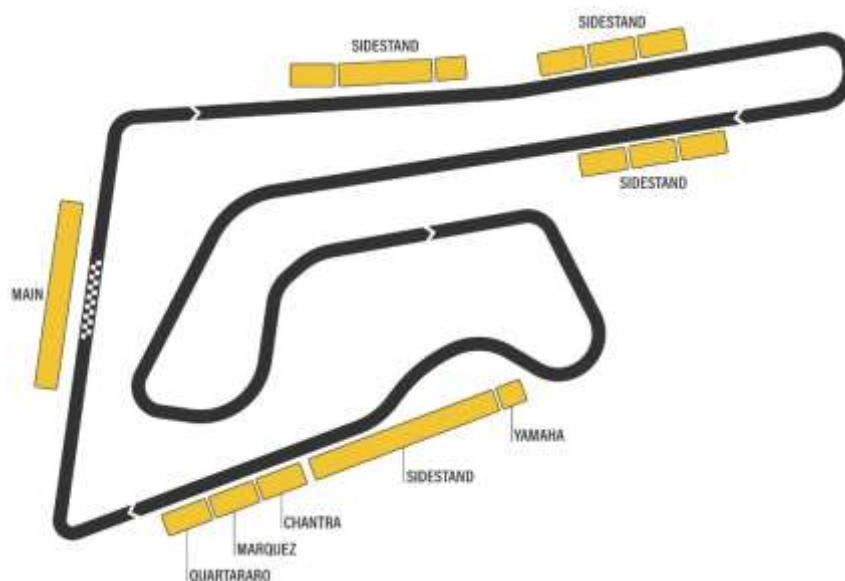
Abstract

This study focuses on adjusting the fuel injection timing with the control unit (ECU), which considers the fuel injection timing from the sensor system that affects the calculation of the control unit. The variables for measurement and consideration include signal detectors, fuel pumps, fuel injectors, engine status indicator lights, and the control unit. The study's results found that reducing the fuel injection timing during the start-up will minimize fuel consumption both during the start-up and while the engine is floating. The most fuel-saving is reducing fuel injection timing by 0.25 ms, with an average fuel consumption of 1.46 grams/1 start-up. While the engine is floating, the best fuel-saving is at a fuel injection timing of 1.4 ms, with average fuel consumption of 1.09 grams/1 floating start. Therefore, the study results use the fuel injection timing reduction at the start-up of 0.25 ms and the fuel injection timing reduction at the floating of 1.4 ms as the appropriate parameters for the maximum energy saving of this study.

Keywords: Engine, 4 Stoke, Electronic Control Unit, Consumption, Fuel

1. บทนำ

การแข่งขันรถประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงนั้นจะทำการแข่งขัน ณ สนามช้าง อินเตอร์เนชั่นแนล เซอร์กิต แสดงดังภาพที่ 1 ได้จัดขึ้นเพื่อเปิดโอกาสให้เกิดการพัฒนาทางด้านนวัตกรรมเครื่องยนต์และเทคโนโลยีต่างๆ โดยใช้การแข่งขันเป็นสื่อกลางที่มีระยะทาง 4.554 กิโลเมตรต่อรอบ ที่พิจารณาการใช้เชื้อเพลิงที่น้อยที่สุดต่อระยะทางที่มากที่สุด จึงทำให้การปรับตั้งค่าต่าง ๆ เช่น โครงสร้างรถ เทคนิคการขับจึงเป็นปัจจัยสำคัญลำดับต้น ๆ ของการออกแบบรถและสำหรับเครื่องยนต์เพื่อการแข่งขัน โดยการใช้เครื่องยนต์ 4 จังหวะ แบบเผาไหม้ภายในแบบลูกสูบและจุดระเบิดด้วยประกายไฟจากหัวเทียน วัฏจักรการทำงาน 4 จังหวะ ประกอบด้วย 1) จังหวะดูด (intake stroke) หรือจังหวะเอาไอดีเข้าเริ่มต้นเมื่อลูกสูบอยู่ที่ TC และสิ้นสุดเมื่อลูกสูบอยู่ที่ BC ไอดีจะถูกนำเข้าไปในกระบอกสูบโดยในระหว่างจังหวะดูดนี้วาล์วไอดีจะเปิดและวาล์วไอเสียจะปิด 2) จังหวะอัด (Compression stroke) สารผสมในกระบอกสูบถูกอัดให้ปริมาตรลดลงโดยลูกสูบเคลื่อนที่จาก BC ไปยัง TC ในขณะที่วาล์วทั้งสองปิดอยู่และเมื่อลูกสูบอยู่ที่ TC จะมีการจุดระเบิดและการเผาไหม้ของสารผสมอากาศกับเชื้อเพลิงทำให้ความดันกระบอกสูบเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว 3) จังหวะกำลังหรือจังหวะขยายตัว (power stroke หรือ expansion stroke) ซึ่งเริ่มต้นเมื่อลูกสูบอยู่ที่ TC และสิ้นสุดเมื่อลูกสูบอยู่ที่ BC โดยแก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ของอากาศกับเชื้อเพลิงซึ่งมีอุณหภูมิและความดันสูงจะดันลูกสูบลงและไปทำให้เพลาค้อเหวี่ยงหมุนในระหว่างจังหวะกำลังนั้นวาล์วไอดีและวาล์วไอเสียจะปิด และ 4) จังหวะคาย (exhaust stroke) เริ่มต้นเมื่อลูกสูบอยู่ที่ BC และวาล์วไอเสียเปิดส่วนวาล์วไอดียังคงปิดอยู่ แก๊สที่ขยายตัวแล้วถูกดันออกจากกระบอกสูบโดยลูกสูบเคลื่อนที่จาก BC ไปยัง TC [1, 2, 3, 4, 5]



ภาพที่ 1 แผนผังสนามสำหรับการทดสอบ

ที่มา <https://www.racingblog.de>

ระบบการควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ (Electronic Control Unit, ECU) จะทำหน้าที่ตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของเครื่องยนต์ [2, 3] ประกอบด้วย 1) ตัวตรวจจับความดันในท่อไอดี: MAP SENSOR ทำหน้าที่ตรวจจับความดันภายในท่อไอดีแล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ส่งข้อมูลไปยังกล่อง ECU เพื่อทำหน้าที่ประมวลผลหาปริมาณของอากาศ เพื่อกำหนดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงพื้นฐาน ถ้าปริมาณความดันอากาศมากก็จะสั่งให้จ่ายน้ำมันมาก และถ้าปริมาณอากาศน้อยก็จะสั่งให้จ่ายน้ำมันน้อย ตัวตรวจจับความดันภายในท่อไอดี 2) ตัวตรวจจับอุณหภูมิอากาศ: IAT SENSOR ทำหน้าที่ตรวจจับอุณหภูมิของอากาศที่บรรจุเข้ากระบอกสูบ แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่งข้อมูลไปยังกล่อง ECU เพื่อปรับเปลี่ยนระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสม อุณหภูมิต่ำความหนาแน่นมากจะจ่ายน้ำมันมาก อุณหภูมิสูงความหนาแน่นน้อยจะจ่ายน้ำมันน้อย ตัว

ตรวจจับอุณหภูมิของอากาศ 3) ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง : TP SENSOR ทำหน้าที่ตรวจจับตำแหน่งการเปิด - ปิด ของลิ้นเร่งแล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่งข้อมูลไปยังกล่อง ECU เพื่อประมวลผลในการหาปริมาณการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับความต้องการของเครื่องยนต์ในขณะนั้นและยังส่งข้อมูลสั่งตัดการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงขณะผ่อนคันเร่งโดยเปรียบเทียบกับสัญญาณของตัวตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์และสัญญาณของตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง ตัวตรวจจับตำแหน่งลิ้นเร่ง 4) ตัวตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่อง : EOT SENSOR ทำหน้าที่ตรวจจับอุณหภูมิน้ำมันเครื่องแล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่งเข้ากล่อง ECU เพื่อเพิ่มหรือลดปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับอุณหภูมิของเครื่องยนต์ ถ้าอุณหภูมิน้ำมันเครื่องต่ำการส่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงจะมากและถ้าอุณหภูมิน้ำมันเครื่องสูง การส่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงจะน้อยลงด้วย 5) ตัวตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์ : CKP SENSOR ทำหน้าที่ตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่งเข้ากล่อง ECU เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการประมวลผลหาอัตราการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง กำหนดจังหวะจุดระเบิดและตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของตำแหน่งเพลาคือเพลาเพื่อที่จะประมวลผลให้เหมาะสมและทันต่อสภาวะของเครื่องยนต์ ตัวตรวจจับความเร็วรอบเครื่องยนต์ 6) ตัวตรวจจับออกซิเจน : O₂ SENSOR ทำหน้าที่ตรวจจับออกซิเจนในไอเสียที่เครื่องยนต์ปล่อยออกมา แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าส่งเข้ากล่อง ECU เพื่อเพิ่มหรือลดปริมาณการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับการทำงานขอเครื่องยนต์ ถ้าตรวจจับออกซิเจนมีปริมาณน้อยการส่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงจะน้อยและถ้าตรวจจับออกซิเจนมีปริมาณมากการส่งจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงมาก 7) ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง (FUEL PUMP) ทำหน้าที่สร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงในระบบ โดยปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะสร้างแรงดันจากถังน้ำมันส่งไปยังหัวฉีดที่เป็นปั๊มแบบใบพัด (TURBINE) ทำงานด้วยมอเตอร์ 12 V.DC. จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยอัตราการไหลแบบคงที่ที่แรงดัน 294 KPa และจะมีกรองน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อกรองสิ่งสกปรกที่มี ขนาด 10 ไมครอนขึ้นไป และปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกส่งงานโดยกล่อง ECU 8) หัวฉีด (INJECTOR) ทำหน้าที่ฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงให้เป็นฝอยละอองเพื่อผสมกับอากาศบริเวณท่อไอดีก่อนผ่านวาล์วไอดีเข้าสู่กระบอกสูบ หัวฉีดที่ใช้เป็นแบบไฟฟ้าคือบังคับการเปิดของหัวฉีดโดยโซลินอยด์สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อยกเข็มหัวฉีดขึ้นและปิดโดยใช้แรงดันสปริง 9) ไฟแสดงการทำงานของเครื่องยนต์ (FI-INDICATOR) เป็นระบบที่ติดตั้งเข้ามาเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับนายช่าง โดยระบบนี้อยู่ภายในกล่อง ECU จะคอยตรวจสอบการทำงานของตัวตรวจจับทุกตัวอยู่ตลอดเวลา เมื่อระบบตรวจสอบพบความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับตัวตรวจจับระบบก็จะแสดงผลออกมาทางหลอดไฟ ซึ่งติดตั้งอยู่ที่หน้าปัดเรือนไมล์โดยการกะพริบของหลอดไฟ 10) กล่องควบคุม (ENGINE CONTROL Unit) มีหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบ PGM-FI โดยรับสัญญาณต่างๆจากตัวตรวจจับแล้วนำไปประมวลผล กำหนดจังหวะจุดระเบิดและระยะเวลาการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ และยังสามารถตรวจสอบความผิดปกติของระบบ [2, 3, 4, 5]

ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จึงเป็นการพิจารณาค่าพารามิเตอร์ของแรงดันน้ำมันของระบบระบบฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีผลต่อชุดจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าภายในเครื่องยนต์ด้วยระบบหัวฉีดแบบ PGM-FI โดยตัวแปรสำหรับการตรวจวัดและพิจารณาประกอบด้วย ตัวตรวจจับสัญญาณ ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง หัวฉีดเชื้อเพลิง หลอดไฟแสดงสถานการณ์ทำงานเครื่องยนต์ และกล่องควบคุมการทำงาน

2. ระเบียบวิธีวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติเครื่องยนต์ที่ใช้ในการศึกษา

รายการ	คุณสมบัติ
เครื่องยนต์ 4 จังหวะ	Honda WAVE 110i
อัตราส่วนการอัด	9:1
ขนาดกระบอกสูบ, ระยะชัก	50.0 × 55.6 mm.
ปริมาตรกระบอกสูบ	109.1 cc.
แรงบิดสูงสุด	8.76 N.m (6,000 rpm)
การระบายความร้อน	ระบายความร้อนด้วยอากาศ
การนำไอดีเข้าห้องเผาไหม้	ธรรมชาติ

การปรับตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับกล่องควบคุม ECU โดยเน้นเฉพาะระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง โดยการปรับลดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงช่วงออกตัวและช่วงลอยตัว เพื่อศึกษาค่าความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงการพิจารณาประกอบด้วย 1) ทำการปรับลดค่าระยะเวลาฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 2) ทำการชั่งน้ำมันเชื้อเพลิงก่อนทดลอง 3) ทำการขับทดสอบตามตารางที่ได้ออกแบบไว้ 4) ตรวจวัดน้ำมันเชื้อเพลิงหลังทดลองและบันทึกผลด้วยการชั่งน้ำหนักเชื้อเพลิง และ 5) สรุปผลการทดลองโดยกล่องควบคุม (ECU) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ประมวลผลเพื่อกำหนดจังหวะจุดระเบิดและระยะเวลาการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงให้เหมาะสมกับสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กล่องควบคุม (Electronic Control Unit: ECU) HONDA WAVE110i

การพิจารณาระยะเวลาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหมาะสมจากการปรับตั้งกล่องควบคุม (Electronic Control Unit: ECU) HONDA WAVE110i

1) การปรับลดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง การทดสอบนี้จะหาค่าระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่สุด โดยการทดสอบนี้จะใช้ค่าระยะเวลาการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงเดิมของโรงงานผู้ผลิตเพื่อมาปรับลดค่าเพื่อหาค่าที่เหมาะสม โดยจะพิจารณาความเหมาะสมจาก 1) ค่าความสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยที่สุด 2) เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่าย และ 3) เครื่องยนต์ไม่มีอาการสุด

2) การปรับตั้งค่าระยะเวลาในการฉีดเชื้อเพลิงนั้นจะเป็นความสัมพันธ์ขององศาปีกผีเสื้อและความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ซึ่งจะทำให้การแบ่งการปรับค่าระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงของค่าขณะออกตัวและช่วงของค่าขณะที่รถลอยตัว

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การลดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง โดยการปรับค่าระยะเวลาในการฉีดน้ำมันจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงได้แก่ ช่วงขณะออกตัวและช่วงขณะลอยตัว ซึ่งการปรับลดในแต่ละช่วงการทดลองนั้นจะทำการปรับลดลงจากค่าดั้งเดิมของข้อมูลกล่อง ECU ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานจากบริษัทผู้ผลิต

1) ช่วงขณะออกตัว โดยจะใช้กล่องควบคุมและเครื่องยนต์ของ wave110i และเครื่องยนต์จะใช้แบบ 2 หัวเทียน ใช้แรงดันลม 2.5 บาร์ และใช้เทคนิคการขับสำหรับการทดลองคือ ขณะรถออกตัวใช้ช่วงความเร็ว 0-35 km/h และใช้ชุดส่งกำลังแบบเฟืองสไลด์และใช้ขนาดอัตราทด 9.32 มี ภาพที่ 3 แสดงผลการทดสอบจากจุดสตาร์ทขณะออกตัวที่ช่วงความเร็วเริ่มต้น 0 km/hr กระทั่งมีความเร็ว 35 km/h จึงหยุดเครื่องยนต์ และบันทึกค่าความสิ้นเปลืองของน้ำมันเชื้อเพลิง

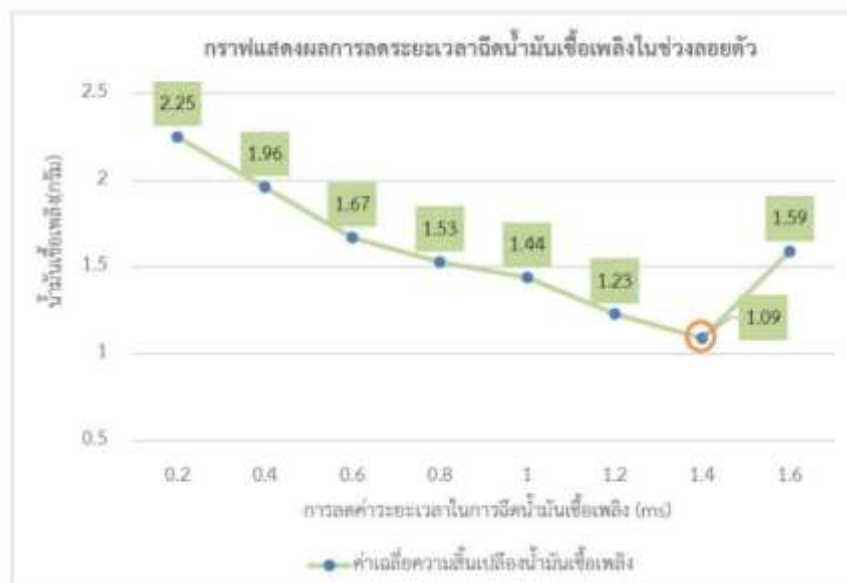
จากการทดสอบการลดระยะเวลาฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในช่วงออกตัวนั้นค่าความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะลดลงเรื่อยๆ แต่เมื่อทำการลดระยะเวลาฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ 0.3 ms ค่าความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากการลดระยะเวลาฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่มากเกินไปทำให้เครื่องยนต์มีอาการสุด จึงทำให้ค่าความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น ดังนั้นค่าการประหยัดน้ำมันที่ดีที่สุดอยู่ที่การลดระยะเวลาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 0.25 ms โดยมีค่าเฉลี่ยการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ที่ 1.46 กรัม/การสตาร์ทออกตัว 1 ครั้ง

2) ช่วงขณะลอยตัว โดยการทดลองนี้จะใช้กล่องควบคุมและเครื่องยนต์ของ wave110i และเครื่องยนต์จะใช้แบบ 2 หัว เทียน ใช้แรงดันลม 2.5 บาร์ และใช้เทคนิคการขับซึ่งสำหรับการทดลองคือขณะรถลอยตัวจะใช้ช่วงความเร็วที่ 25-40 km/h ใช้ชุดส่งกำลังแบบเฟืองสไลด์และใช้ขนาดอัตราทด 9.32 การศึกษานี้จะทดลองแสดงดังภาพที่ 4 โดยใช้จะทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง/การทดลอง 1 ครั้ง แต่ละการทดลองจะทำการสตาร์ทขณะรถลอยตัว 1 ครั้ง โดยจะเปรียบเทียบประสิทธิภาพจากความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง (กรัม)

จากการทดลองการลดระยะเวลาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงขณะลอยตัวจะเห็นได้ว่า การลดระยะเวลาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในช่วงออกตัวนั้นค่าความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะลดลงเรื่อยๆ แต่เมื่อทำการลดระยะเวลาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ 1.6 ms ค่าความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากการลดระยะเวลาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่มากเกินไปทำให้เครื่องยนต์มีอาการสะดุดจึงทำให้ค่าความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น ดังนั้นค่าการประหยัดน้ำมันที่ดีที่สุดอยู่ที่การลดระยะเวลาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 1.4 ms โดยมีค่าเฉลี่ยการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ที่ 1.09 กรัม/การสตาร์ทลอยตัว 1 ครั้ง



ภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ของระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงต่ออัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงขณะการออกตัว



ภาพที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ของระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงต่ออัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงขณะการเคลื่อนที่แบบลอยตัว

4. สรุปผล

ผลการทดลองศึกษาการปรับตั้งระบบควบคุม ด้วยเทคนิคการลดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงในช่วงออกตัวนั้นค่าความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะลดลง ทั้งขณะออกตัวและขณะลอยตัว แต่เมื่อถึงจุดค่าความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากการลดระยะเวลาฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงที่มากเกินไปทำให้เครื่องยนต์มีอาการสุดขณะออกตัว โดยมีค่าการประหยัดน้ำมันที่ดีที่สุดอยู่ที่การลดระยะเวลาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 0.25 ms โดยมีค่าเฉลี่ยการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ที่ 1.46 กรัม/การสตาร์ทออกตัว 1 ครั้ง และขณะลอยตัว ค่าการประหยัดน้ำมันที่ดีที่สุดอยู่ที่การลดระยะเวลาการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง 1.4ms โดยมีค่าเฉลี่ยการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ที่ 1.09 กรัม/การสตาร์ทลอยตัว 1 ครั้ง ดังนั้นจึงใช้ค่าการลดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงขณะออกตัวที่ 0.25 ms และการลดระยะเวลาในการฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงขณะลอยตัวที่ 1.4 ms

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ และผู้ร่วมดำเนินงานทุกคนมา ณ โอกาสนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- เดชชาติ เติดยัย และ อุทัย สุขสิงห์. (2566). พัฒนาระบบการฉีดเชื้อเพลิงรถจักรยานยนต์เพื่อใช้โปรแกรมประหยัดพลังงาน. *วารสารวิจัย มช. (บศ.)*. 13(4), 58-72.
- ธีรพงศ์ บริรักษ์, นาดยา เจริญสุข, สุนิสา บุตดา, อภิเชษฐ์ บุญพิมพ์ และ นิพนธ์ สว่างภพ. (2553). การทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์จักรยานยนต์ 4 จังหวะโดยใช้น้ำมันเบนซินแก๊สโซฮอล์ E20. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 4(1), 36-44.
- รวิภา ยงประยูร และปฐมพงศ์ พรหมมาบุญ. (2553). การออกแบบและสร้างรถต้นแบบประหยัดเชื้อเพลิง (The Design and Creation of an Economic Car Prototype). *วารสารวิชาการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ*. 3(1), 54-61.
- วสวัตดี เสาวดี และชวิน จันทระเสนาวงษ์. (2567). การออกแบบและสร้างต้นแบบชุดฝึกซ้อมการขับขี่สำหรับรถประหยัดเชื้อเพลิง (Design and Prototyping of Driving Test Kit for Eco Mileage Challenge Vehicle). *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 18(2), 27-41.
- สมเจตน์ ฅนอมพุทรา. (2550). การพัฒนายานยนต์ประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงเพื่ออนาคต : นนทรีอีสาน. *Engineering Journal of Research and Development*, 18(4), 66-71.

การสร้างเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกล โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

Building a Small, Remote-Controlled Surface Garbage Collection Vessel Using the Engineering Design Process

เตชิต บัวบังดัง¹ พงษ์เพชร ลีลามะณีกุล¹ อิศรพงษ์ กลักทองกรณ์¹
เอมริญ วัยโรจนวงศ์¹ สรญา เข้มเจริญ^{1*} และ นิลุบล วงศ์จำปา¹

Tachat Bowbangding¹ Pongpet Leelamatekul¹ Isarapong Klakthongkorn¹
Amarin Vairojanawong¹ Soraya Kemcharean^{1*} and Nilubon Wongchumpa¹

¹ โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

¹ Innovation Demonstration School of Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathumthani 12110, Thailand

* E-mail: soraya_k@mail.rmutt.ac.th; Tel. 095536688

บทคัดย่อ

ปัญหาขยะเป็นปัญหาที่ประเทศไทยได้รับผลกระทบมาโดยตลอด และเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของประชาชน จากสถานการณ์ปัญหาการปล่อยน้ำเสียและการทิ้งขยะลงในแม่น้ำในปัจจุบันทำให้น้ำในแม่น้ำลำคลองเน่าเสียจนไม่สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้ ด้วยปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้สร้างเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกล โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกล โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งสามารถพัฒนาและต่อยอดเพื่อใช้ในการเก็บขยะบริเวณผิวน้ำได้จริงในอนาคต เรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กต้นแบบที่มีการควบคุมระยะไกลประกอบด้วย รีโมทคอนโทรล รีเลย์บอร์ด มอเตอร์สปีดคอนโทรล ดีซีมอเตอร์ สายไฟ แบตเตอรี่ ส่วนโครงสร้างเรือทำจากแผ่นโฟม แท่งอลูมิเนียม แท่งพลาสติก แผ่นพีวีเจร์บอร์ด ส่วนดักขยะทำจากตาข่ายพลาสติก ผลการศึกษาพบว่า สามารถเก็บขยะชนิดต่าง ๆ ที่นำมาทดสอบ ได้แก่ ถังพลาสติก ขวดพลาสติก และกล่องโฟม ที่มีขนาดไม่เกิน 21 ซม. X 30 ซม. X 9 ซม. ได้ดี การรับน้ำหนักของเรือเก็บขยะสามารถรับน้ำหนักขยะที่มีน้ำหนักต่ำกว่า 1 กิโลกรัม เรือจะสามารถเคลื่อนที่ได้ปกติ ถ้าน้ำหนักของขยะมากกว่า 1.0 กิโลกรัมขึ้นไป เรือจะเคลื่อนที่ได้ช้าลงและหนักที่บริเวณด้านหลังของเรือจนน้ำล้นเล็กน้อย และถ้าน้ำหนักของขยะมากกว่า 1.5 กิโลกรัมขึ้นไป เรือจะเคลื่อนที่ได้ช้ามากและหนักที่ด้านหลังของเรือ และท้ายเรือจมลงในน้ำ เรือเก็บขยะให้เคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายได้อย่างดี ในระยะทางไม่เกิน 200 เมตร การควบคุมเรือเป็นปกติ ระยะทาง 220 เมตร และสัญญาณคลื่นเริ่มหาย และไม่สามารถควบคุมเรือเก็บขยะได้ในระยะทางตั้งแต่ 230 เมตรเป็นต้นไป การใช้งานแบตเตอรี่ของเรือเก็บขยะ พบว่าในเวลาไม่เกิน 20 นาที เรือสามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วคงที่ และในเวลา 25 นาที เรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ลดลง และในเวลา 30 นาที เรือไม่สามารถเคลื่อนที่ได้เนื่องจากแบตเตอรี่หมดลง

คำสำคัญ: เรือเก็บขยะ, การควบคุมระยะไกล, กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

Abstract

Garbage problems have always impacted Thailand, posing an environmental issue that directly affects the health and quality of life of people. The current situation of wastewater discharge and garbage dumping into rivers has rendered the water in rivers and canals so polluted that it cannot be used for consumption. To address this problem, the researchers developed a small, remote-controlled surface garbage collection vessel using the engineering design process. The objective of this research is to build this small, remote-controlled surface waste collection vessel and to build such a vessel, which can be further developed and extended for actual use in collecting waste on the water surface in the future. The prototype of the remote-controlled small surface garbage collection vessel consisted of a remote control, relay board, speed control motor, DC motor, wires, and batteries. The vessel's structure was made from foam sheets, aluminum bars, plastic bars, and PP flute boards, while the garbage trap was made from plastic mesh. The study found that the prototype vessel could effectively collect various types of waste used in the test, including plastic bags, plastic bottles, and foam boxes with dimensions not exceeding 21 cm × 30 cm × 9 cm. Regarding the vessel's weight capacity, it could carry waste weighing less than 1 kilogram and maintain normal movement. When waste weight exceeded 1.0 kilogram, the vessel moved more slowly, and the rear section slightly sank. If the waste weighs more than 1.5 kg, the vessel moved very slowly and the rear end sank deeper into the water. The vessel could be accurately controlled and reach its target within a distance of 200 meters. At 220 meters, the control signal began to weaken, and beyond 230 meters, the vessel could no longer be controlled. Regarding battery usage, the vessel could operate at a consistent speed for up to 20 minutes. At 25 minutes, the speed began to decrease, and by 30 minutes, the battery was depleted, and the boat could no longer move due to battery depletion.

Keywords: Garbage Collection Vessel, Remote Control, Engineering Design Process

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

จากงานวิจัยสำรวจนานาชาติหลายชิ้นมีการระบุว่าประเทศไทยติดอันดับ 1 ใน 10 ของโลกที่มีขยะรั่วไหลลงทะเลมากที่สุด ซึ่งปัญหายขยะเป็นปัญหาที่ประเทศไทยได้รับผลกระทบมาโดยตลอด จากตัวเลขสถิติที่รายงานของกรมควบคุมมลพิษ ประเทศไทยมีขยะเกิดขึ้นจากการอุปโภคบริโภคและการผลิตทั่วประเทศรวม 25.7 ล้านตันในปี 2565 (เพิ่มขึ้นจาก 24.98 ล้านตันในปีก่อนหน้า) และมีปริมาณขยะตกค้าง 9.91 ล้านตัน โดยมีการนำกลับมาใช้ใหม่เพียง 8.8 ล้านตัน และมีการกำจัดอย่างถูกวิธี 9.8 ล้านตัน นั้นหมายความว่าปริมาณขยะที่ไม่ได้ถูกกำจัดอย่างถูกวิธีหรือตกค้างในปี 2565 รวม 17.01 ล้านตัน ขยะที่ตกค้างเหล่านี้ส่วนหนึ่งพบในแหล่งน้ำ ทำให้กลายเป็นมลพิษทางน้ำและส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสิ่งมีชีวิตในน้ำ และขยะที่พบจากแหล่งน้ำไทยมากที่สุด ได้แก่ ขวดพลาสติกเครื่องดื่ม (ร้อยละ 22.00%) ถุงพลาสติก (ร้อยละ 19.42%) ขวดแก้ว (10.96%) ห่อ/ถุงขนม (7.97%) เศษโฟม (7.55%) กระป๋องเครื่องดื่ม (7.46%) กล่องอาหารประเภทโฟม (6.92%) หลอด (6.45%) ฝาพลาสติก (5.67%) เชือก (5.61%) (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2567) ปัญหาน้ำเสียจึงเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของประชาชน จากสถานการณ์ปัญหาการปล่อยน้ำเสียและการทิ้งขยะลงในแม่น้ำในปัจจุบันทำให้น้ำในแม่น้ำลำคลองเน่าเสียจนไม่สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้ ด้วยปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้สร้างเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกล โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเรือเก็บขยะที่สร้างขึ้นเป็นเรือต้นแบบที่สามารถพัฒนาและต่อยอดเพื่อใช้ในการเก็บขยะบริเวณผิวน้ำได้จริงในอนาคต

โดยผู้วิจัยได้พบปัญหาขยะจากบริเวณคลองหน้าโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และบริเวณบึงข้างอาคารสำนักงานวิทยบริการ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ซึ่งขยะที่พบเจอได้แก่ ขวดพลาสติก เครื่องดื่ม ถุงพลาสติก ห่อ/ถุงขนม กล่องอาหารประเภทโฟม ขนาดของขยะประมาณ 30X80X20 เซนติเมตร จึงมีแนวคิดในการสร้างเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้มาจากหุ่นยนต์เก็บขยะ Waste Shark จากประเทศเนเธอร์แลนด์ ซึ่งมีจุดเด่นคือ สามารถเก็บและบรรทุกขยะได้ 500 กิโลกรัม/วัน ทำงานได้ 8 ชั่วโมง ได้ระยะทาง 5 กิโลเมตร โดยทำความเร็วได้ 3 กิโลเมตร/ชั่วโมง ควบคุมทางไกลผ่านคลื่นวิทยุ พร้อมระบบตรวจจับต่าง ๆ เช่น วัดข้อมูลความลึกของน้ำ วัดข้อมูลความเค็มของน้ำ และสามารถเดินทางกลับไปยังจุดขนถ่ายขยะได้ แต่มีข้อจำกัดในด้านราคาคือมีราคาอยู่ที่ 23,600 ดอลลาร์สหรัฐ (Ran Marine HQ, 2567) และผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดเพิ่มเติมจากงานวิจัยเรื่อง เรือเก็บขยะควบคุมผ่านวิทยุด้วยพลังงานรังสีอาทิตย์ (ศรายุทธ เมาฬี, กิตติภพ โลสันตา และ พันตรี โคมพิทยา, 2564) ซึ่งมีจุดเด่นในเรื่องการนำพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้ซึ่งเป็นพลังงานหมุนเวียนและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากการศึกษางานวิจัยทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางในการสร้างเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กต้นแบบที่มีการควบคุมระยะไกล และใช้ต้นทุนในการสร้างต่ำ

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

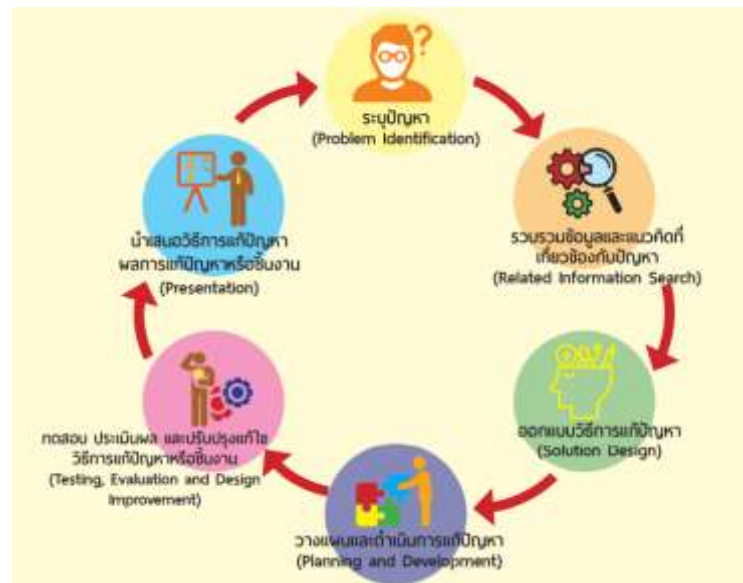
เพื่อสร้างเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกล โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

1.3 ขอบเขตการทำงาน

หุ่นยนต์มีการควบคุมระยะไกลผ่านรีโมทคอนโทรลให้เคลื่อนที่ไปเก็บขยะตามเป้าหมาย

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้คือ 1) ระบุปัญหา (Problem Identification) 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) 3) การออกแบบวิธีแก้ปัญา (Solution Design) 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญา (Planning and Development) 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญา ผลการแก้ปัญาหรือชิ้นงาน (Presentation) รายละเอียดของการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนมีดังนี้



ภาพที่ 1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน

ที่มา: สุธิดา การิณี (2560)

2.1 ระบุปัญหา

การพบขยะในแหล่งน้ำเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของประชาชน ทำให้น้ำในแม่น้ำลำคลองเน่าเสียจนไม่สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภค และส่งผลกระทบต่อสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ โดยผู้วิจัยได้พบปัญหาขยะจากบริเวณคลองหน้าโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และบริเวณบึงข้างอาคารสำนักงานวิทยบริการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ซึ่งขยะที่พบเจอได้แก่ ขวดพลาสติกเครื่องดื่ม ขวดพลาสติก ห่อ/ถุงขนม กล่องอาหารประเภทโฟม จึงต้องการสร้างเรือเก็บขยะบริเวณผิวน้ำด้วยต้นทุนต่ำเพื่อลดปริมาณขยะในบริเวณดังกล่าว

2.2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ผู้วิจัยได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือจากหลายแหล่งข้อมูล เช่น หน่วยงานเก็บขยะ Waste Shark จากประเทศเนเธอร์แลนด์ ซึ่งมีจุดเด่นคือ สามารถเก็บและบรรทุกขยะได้ 500 กิโลกรัม/วัน ทำงานได้ 8 ชั่วโมง ได้ระยะทาง 5 กิโลเมตร โดยทำความเร็วได้ 3 กิโลเมตร/ชั่วโมง ควบคุมทางไกลผ่านคลื่นวิทยุ พร้อมระบบตรวจจับต่าง ๆ เช่น วัดข้อมูลความลึกของน้ำ วัดข้อมูลความเค็มของน้ำ และสามารถเดินทางกลับไปยังจุดขนถ่ายขยะได้ แต่มีข้อจำกัดในด้านราคาคือมีราคาอยู่ที่ 23,600 ดอลลาร์สหรัฐฯ (Ran Marine HQ, 2567) และได้ศึกษาแนวคิดเพิ่มเติมจากงานวิจัยเรื่อง เรือเก็บขยะควบคุมผ่านวิทยุด้วยพลังงานรังสีอาทิตย์ (ศรายุทธ เมาฬี, กิตติภาพ โลสันตา และ พันตรี โคมพิทยา, 2564) ซึ่งมีจุดเด่นในเรื่องการนำพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้ ซึ่งเป็นพลังงานหมุนเวียน ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าเก็บไว้ที่แบตเตอรี่เพื่อนำมาใช้เป็นพลังงานให้กับเรือได้ และการศึกษาประสิทธิภาพของเรือเก็บขยะลอยน้ำในทะเล (สุวานนท์ มิ่งเจริญผล, สุชีลา พลเรือง และวรินทร์พร อโศกบุญรัตน์, 2563) ซึ่งสร้างเรือเก็บขยะที่ควบคุมจากระยะไกลด้วยระบบรีโมทคอนโทรลแบบไร้สายสำหรับการปฏิบัติงานเก็บขยะที่ผิวน้ำทะเล โดยเรือจะมีหุ่น 2 ข้าง ที่ใช้สำหรับการลอยตัวของเรือ และโครงสร้างของเรือทำจากอลูมิเนียม และจากการศึกษาเรื่อง Research and Development of Recycling Boats for Floating Garbage (Ruixi et al., 2023) ซึ่งเป็นการสร้างหุ่นยนต์ทำความสะอาดและขนส่งขยะบริเวณผิวน้ำ โดยมีหุ่น 2 ข้าง และมีตะแกรงดักขยะอยู่บริเวณระหว่างหุ่นทั้ง 2 และมีกล้องติดไว้ที่ตัวเรือเพื่อส่งสัญญาณภาพไปให้ผู้ควบคุมเรือ จากการสืบค้นข้อมูลทำให้ได้แนวความคิดในการสร้างเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกล ดังนั้น แนวทางการสร้างเรือเก็บขยะที่มีการควบคุมระยะไกลต้นแบบ และแนวทางการสร้างเรือเก็บขยะให้สามารถเคลื่อนที่บริเวณผิวน้ำเพื่อเข้าไปเก็บขยะได้

2.3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหา

1) การออกแบบเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกล

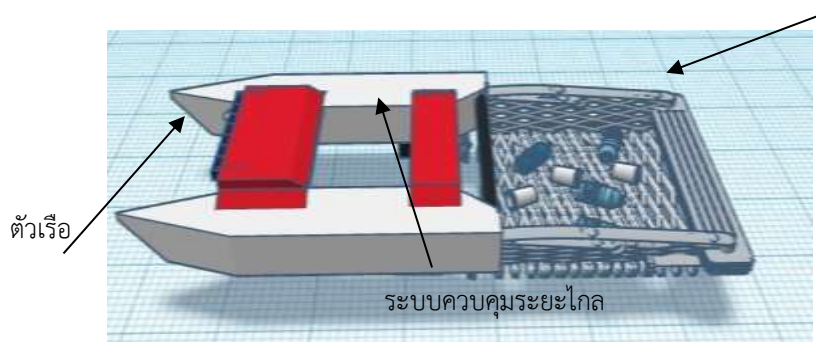
ผู้วิจัยได้ออกแบบเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกล ด้วยโปรแกรม Tinkercad ดังภาพที่ 2 ซึ่งเรือเก็บขยะประกอบด้วย ตัวเรือ ระบบควบคุมระยะไกล ส่วนดักขยะ

2.1) ตัวเรือ สร้างจากวัสดุที่สามารถลอยได้ คือ แผ่นโฟม ขนาดความกว้าง 10 ซม. ยาว 70 ซม. และสูง 8 ซม. จำนวน 2 ชิ้น

2.2) ระบบควบคุมระยะไกล ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ (เครื่องส่งสัญญาณ) จะอยู่กับผู้ควบคุม และรีซีฟเวอร์ (เครื่องรับสัญญาณ) โดยรีซีฟเวอร์จะถูกบรรจุไว้ด้านในของตัวเรือเพื่อป้องกันการสัมผัสกับน้ำ

2.3) ส่วนดักขยะ มีไว้เพื่อรองรับขยะที่เรือจะเข้าไปเก็บ โดยใช้ตาข่ายพลาสติกขนาด 38 ซม. X 30 ซม. X 12 ซม.

ส่วนดักขยะ



ภาพที่ 2 การออกแบบเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกล

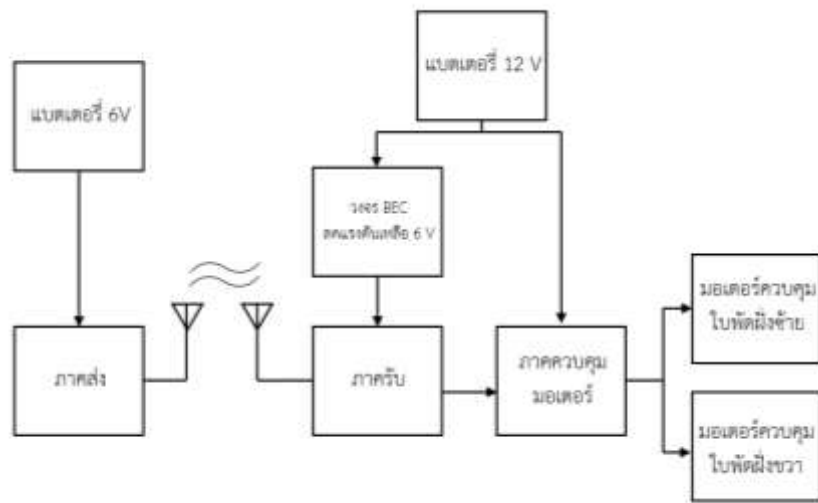
2) วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกล ประกอบด้วย ทรานซิสเตอร์ (เครื่องส่งสัญญาณ) รีซีฟเวอร์ (เครื่องรับสัญญาณ) รีเลย์บอร์ด มอเตอร์สปีดคอนโทรล ดีซีมอเตอร์ สายไฟ แบตเตอรี่ แผ่นโฟม แท่งอลูมิเนียม แท่งพลาสติก แผ่นพีวีเอชบอร์ด ตาข่ายพลาสติก ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกล

3) ออกแบบระบบการทำงาน



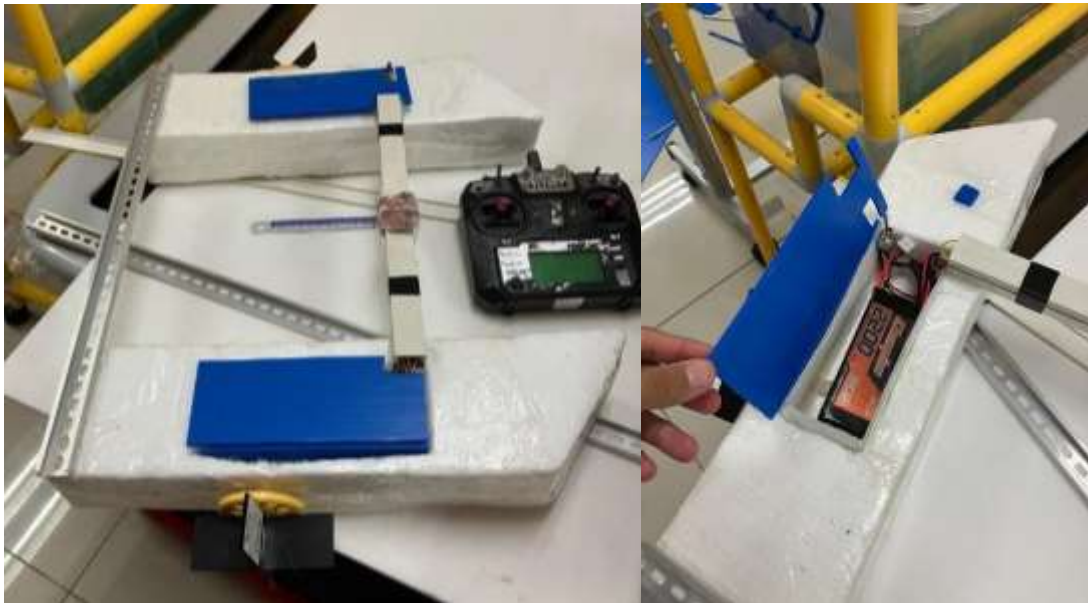
ภาพที่ 4 ภาพบล็อกไดอะแกรมเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกล

การออกแบบระบบการทำงานของเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกล ภาพที่ 4 แสดงแผนภาพบล็อกไดอะแกรมเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกล ภาครับจะทำหน้าที่รับสัญญาณจากภาคส่ง เพื่อสั่งให้ภาคควบคุมมอเตอร์และการทำงานของมอเตอร์แต่ละตัว โดยอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกตัวที่อยู่ในเรือจะรับพลังงานจากแบตเตอรี่ โดยเรือเก็บขยะจะมีมอเตอร์ 2 ตัว คือ มอเตอร์ควบคุมใบพัดผิวน้ำและผิวน้ำ ถ้าต้องการให้เรือวิ่งตรงไปหรือถอยหลัง ให้มอเตอร์ควบคุมใบพัดผิวน้ำหรือขวาทำงานพร้อมกัน แต่หากต้องการให้เรือเลี้ยวซ้ายหรือขวา มอเตอร์ควบคุมใบพัดผิวน้ำและขวามอเตอร์จะหมุนสลับทิศทางกัน

2.4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1) ขั้นตอนการสร้างเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกล

- 1.1) ออกแบบเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็ก โดยกำหนดขนาดความกว้าง 60 ซม. ยาว 100 ซม. และสูง 15 ซม.
- 1.2) ตัดแผ่นโฟมให้มีขนาดความกว้าง 10 ซม. ยาว 70 ซม. และสูง 8 ซม. จำนวน 2 ชิ้น และเจาะรูบริเวณกลางแผ่นโฟมทั้ง 2 แผ่นให้มีขนาดความกว้าง 3 ซม. ยาว 10 ซม. และลึก 4 ซม.
- 1.3) นำแท่งอลูมิเนียมขนาด 2.5 ซม. มาตัดให้มีขนาดยาวแท่งละ 60 ซม. จำนวน 1 แท่ง และนำแท่งพลาสติกขนาด 2.5 ซม. มาตัดให้มีขนาดยาว 38 ซม. แล้วนำไปประกอบเข้ากับแผ่นโฟมในข้อที่ 2) เพื่อเตรียมไว้เป็นโครงสร้างของเรือ
- 1.4) เชื่อมต่อทรานซิสเตอร์ (เครื่องส่งสัญญาณ) รีซีฟเวอร์ (เครื่องรับสัญญาณ) รีเลย์บอร์ด มอเตอร์สปีดคอนโทรล ดีซีมอเตอร์ และแบตเตอรี่เข้าด้วยกัน และวางลงในโครงสร้างของเรือในบริเวณที่เจาะรู แล้วนำแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดมาปิดทับไว้ ดังภาพที่ 4
- 1.5) ประกอบใบพัดเรือที่ทำจากแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้า ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 5 การเชื่อมต่อทรานซิสเตอร์ (เครื่องส่งสัญญาณ) รีซีฟเวอร์ (เครื่องรับสัญญาณ) รีเลย์บอร์ด มอเตอร์สปีดคอนโทรล ดิซีมมูเตอร์ และแบตเตอรี่เข้าด้วยกัน และวางลงในโครงสร้างของเรือในบริเวณที่เจาะรู แล้วนำแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดมาปิดทับ

1.6) ติดต๋ายพลาสติกขนาด 38 ซม. X 30 ซม. X 12 ซม. เข้ากับโครงสร้างเรือ

1.7) ภาพของชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์ โดยเรือเก็บขยะมีขนาด 60 ซม. ยาว 100 ซม. และสูง 15 ซม. ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์

2.5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

1) ทดสอบการทำงานของเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกล

กำหนดให้เรือทดลองเก็บขยะในคลอง และบึงที่มีน้ำนิ่ง และทำการทดสอบปรับปรุงและพัฒนาเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ทดสอบการทำงานของเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกล

2.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

เมื่อผู้วิจัยได้สร้างหุ่นยนต์และพัฒนาเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลให้ทำงานได้ตามวัตถุประสงค์แล้ว ผู้วิจัยได้นำเสนอผลงานต่อ คณะอาจารย์ และผู้ปกครอง ของโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในรายวิชานวัตกรรม และมีผลการแก้ปัญหาดังข้อที่ 3

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการทดสอบการทำงานของเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลต้นแบบ พบว่า เรือสามารถลอยอยู่บริเวณผิวน้ำได้ ตอบสนองการควบคุมได้ดี สามารถเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายได้ดี และมีผลการทดสอบ ดังนี้

ตารางที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพการเก็บขยะของเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลต้นแบบ

ชนิดของวัตถุ	ขนาดขยะ (ซม.)	ผลการทดสอบ
ถุงพลาสติก	10X15X5	เก็บได้
	21X30X8	เก็บได้
	30X80X20	เก็บไม่ได้
ขวดพลาสติก	9X14X9	เก็บได้
	6X24X6	เก็บได้
	9X32X9	เก็บไม่ได้
กล่องโฟม	11X14X3	เก็บได้
	12X17X5	เก็บได้
	20X19X7	เก็บได้

จากตารางที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพการเก็บขยะของเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลต้นแบบ พบว่า สามารถเก็บขยะชนิดต่าง ๆ ที่นำมาทดสอบ ได้แก่ ถุงพลาสติก ขวดพลาสติก และกล่องโฟม ที่มีขนาดไม่เกิน 21 ซม. X 30 ซม. X 9 ซม. ได้ดี

ตารางที่ 2 แสดงการรับน้ำหนักของเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลต้นแบบ

น้ำหนักขยะ (กิโลกรัม)	ผลการทดสอบ
0.5	สามารถเคลื่อนที่ได้ปกติ
1.0	เคลื่อนที่ได้ช้าลงและหนักที่ด้านหลังของเรือ และท้ายเรือจมลงในน้ำเล็กน้อย
1.5	เคลื่อนที่ได้ช้ามากและหนักที่ด้านหลังของเรือ และท้ายเรือจมลงในน้ำ

ตารางที่ 2 แสดงผลการรับน้ำหนักของเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลต้นแบบ สามารถรับน้ำหนักขยะที่นำมาทดสอบ ได้แก่ ขวดพลาสติก ขวดพลาสติก และกล่องโฟม ที่มีน้ำหนักต่ำกว่า 1 กิโลกรัม เรือจะสามารถเคลื่อนที่ได้ปกติ ถ้าน้ำหนักของขยะมากกว่า 1.0 กิโลกรัมขึ้นไป เรือจะเคลื่อนที่ได้ช้าลงและหนักที่บริเวณด้านหลังของเรือทำให้ด้านท้ายเรือจมลงเล็กน้อย และถ้าน้ำหนักของขยะมากกว่า 1.5 กิโลกรัมขึ้นไปเรือจะเคลื่อนที่ได้ช้ามากและหนักที่ด้านหลังของเรือ และท้ายเรือจมลงในน้ำ

ตารางที่ 3 การทดสอบระยะทางในการควบคุมของเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลต้นแบบ

ระยะทาง (เมตร)	ผลการทดสอบ
50	ปกติ
100	ปกติ
150	ปกติ
200	ปกติ
220	สัญญาณคลื่นเริ่มขาดหาย
230	ไม่สามารถควบคุมเรือได้

จากตารางที่ 3 แสดงการทดสอบระยะทางในการควบคุมของเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลต้นแบบ การทดสอบพบว่าระยะทางไม่เกิน 200 เมตร การควบคุมเรือเป็นปกติ ระยะทาง 220 เมตร พบว่า สัญญาณคลื่นเริ่มหาย และไม่สามารถควบคุมเรือเก็บขยะได้ในระยะทางตั้งแต่ 230 เมตรเป็นต้นไป

ตารางที่ 4 การทดสอบการใช้งานแบตเตอรี่ของเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลต้นแบบ

ระยะเวลา (นาทีก)	ผลการทดสอบ
5	ความเร็วคงที่
10	ความเร็วคงที่
15	ความเร็วคงที่
20	ความเร็วคงที่
25	ความเร็วลดลงมาก
30	แบตเตอรี่หมด

จากตารางที่ 4 แสดงการใช้งานแบตเตอรี่ของเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลต้นแบบ พบว่าในเวลาไม่เกิน 20 นาที เรือสามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วคงที่ และในเวลา 25 นาที เรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ลดลง และในเวลา 30 นาที เรือไม่สามารถเคลื่อนที่ได้เนื่องจากแบตเตอรี่หมดลง

4. สรุปผล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษากระบวนการทำงานของเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลต้นแบบจากแหล่งข้อมูลจากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลต้นแบบให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งผู้วิจัยได้นำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการออกแบบและสร้างเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลต้นแบบจนสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ คือ สามารถควบคุมเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลผ่านรีโมทคอนโทรล ประสิทธิภาพการเก็บขยะของเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลต้นแบบ พบว่า สามารถเก็บขยะชนิด

ต่าง ๆ ที่นำมาทดสอบ ได้แก่ ถูพลาสติก ขวดพลาสติก และกล่องโฟม ที่มีขนาดไม่เกิน 21 ซม. X 30 ซม. X 9 ซม. ได้ดี การรับน้ำหนักของเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลต้นแบบ สามารถรับน้ำหนักขยะที่นำมาทดสอบ ได้แก่ ถูพลาสติก ขวดพลาสติก และกล่องโฟม ที่มีน้ำหนักต่ำกว่า 1 กิโลกรัม เรือจะสามารถเคลื่อนที่ได้ปกติ ถ้าน้ำหนักของขยะมากกว่า 1.0 กิโลกรัมขึ้นไป เรือจะเคลื่อนที่ได้ช้าลงและหนักที่บริเวณด้านหลังของเรือในส่วนดักขยะทำให้ด้านท้ายเรือจมน้ำลงเล็กน้อย และถ้าน้ำหนักของขยะมากกว่า 1.5 กิโลกรัมขึ้นไปเรือจะเคลื่อนที่ได้ช้ามากและหนักที่ด้านหลังของเรือ และท้ายเรือจมลงในน้ำ เรือเก็บขยะให้เคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายได้อย่างดี ในระยะทางไม่เกิน 200 เมตร การควบคุมเรือเป็นปกติ ระยะทาง 220 เมตร พบว่า สัญญาณคลื่นเริ่มหาย และไม่สามารถควบคุมเรือเก็บขยะได้ในระยะทางตั้งแต่ 230 เมตรเป็นต้นไป การใช้งานแบตเตอรี่ของเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลต้นแบบ พบว่าในเวลาไม่เกิน 20 นาที เรือสามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วคงที่ และในเวลา 25 นาที เรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ลดลง และในเวลา 30 นาที เรือไม่สามารถเคลื่อนที่ได้เนื่องจากแบตเตอรี่หมดลง หากต้องการพัฒนาเรือเก็บขยะบนผิวน้ำขนาดเล็กที่มีการควบคุมระยะไกลต้นแบบให้สามารถใช้งานได้จริงในอนาคตควรออกแบบควมออกแบบเรือเก็บขยะให้สามารถเก็บขยะที่มีขนาดใหญ่ มีพื้นที่สำหรับบรรจุขยะให้มากขึ้น ใช้งานในระยะไกลและมีความเร็วมากขึ้น และควรใช้วัสดุที่ทนน้ำและมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน โครงสร้างแข็งแรงทนทาน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่สนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย เพื่อให้สถานที่ และให้คำแนะนำการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

ฐานนท์ มิ่งเจริญผล, สุชีลา พลเรือง และวรินทร์พร โอศุกบุญรัตน์. (2563). *ประสิทธิภาพของเรือเก็บขยะลอยน้ำในทะเล*.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์, การประชุมทางวิชาการของ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 58 (น. 310-318). กรุงเทพฯ

ศรายุทธ เมาฬี, กิตติภพ โลสันตา และ พันตรี โคมพิทยา. (2564). *เรือเก็บขยะควบคุมผ่านวิทยุด้วยพลังงานรังสีอาทิตย์*.

มหาวิทยาลัยนครพนม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, การประชุมวิชาการระดับชาติ ECTI-CARD 2021 นวัตกรรมเพื่อพัฒนา

สังคมอย่างยั่งยืน ครั้งที่ 13 (น. 317-320). นครพนม.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2567). *ทะเลไทยกำลังเต็มไปด้วยขยะพลาสติก* [online]. เข้าถึง

จาก <https://www.onep.go.th/5-%E0%B8%81%E0%B8%B8%E0%B8%A1%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%9E%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%98%E0%B9%8C-2567-%E0%B8%97%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B9%84%E0%B8%97%E0%B8%A2%E0%B8%81%E0%B8%B3%E0%B8%A5%E0%B8%B1/> 5 กุมภาพันธ์ 2567

สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.มอองสถานการณ์มลพิษสิ่งแวดล้อมปี 2566 ที่ส่งผลกระทบถึงปี 2567. [online]. เข้าถึงจาก

<https://library.parliament.go.th/th/radioscript/rr2567-jan4>

- สุธิดา การมี. (2560). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา. [online]. เข้าถึงจาก <https://designtechnology.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/83/2018/10/Mag-209.pdf>
- Ci Ruixi, Cui Haoming, Liu Kexin, Liu Xintong, Xu Qiao, Yan Jinhan. 2023. Research and Development of Recycling Boats for Floating Garbage. *IEEE International Conference on Information Technology, Big Data and Artificial Intelligence (ICIBA 2023)* 3rd. (pp. 1229-1235).
- RanMarine HQ. (2024). Agile and efficient aquatic waste collector for cleaner water bodies. *The WasteShark*. [online]. เข้าถึงจาก <https://www.ranmarine.io/products/wasteshark/>

การออกแบบระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า และการประเมินสมรรถนะของรถจักรยานยนต์ดัดแปลง จากรถจักรยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เชื้อเพลิง

Electric Drive System Design and Performance Assessment of a Motorcycle Converted from a Fuel Engine

กมลณิตย์ ภู่อสร¹ และ วิชชา อุปภัย²
Kamonnit Pusorn¹ and Witcha Upaphai²

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

* E-mail: wanida.pu@rmutp.ac.th: Tel. 096-153-5265

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบขับเคลื่อนไฟฟ้าและประเมินสมรรถนะของรถจักรยานยนต์ดัดแปลงจากรถจักรยานยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เชื้อเพลิงเป็นระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า โดยใช้มอเตอร์ดุมล้อขนาด 2,000 W 72 V ร่วมกับแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนขนาด 71.4 V 40 Ah ควบคุมด้วยกล่องคอนโทรลและคันเร่งไฟฟ้า ทำการทดสอบในสภาพการใช้งานจริง พบว่ารถสามารถทำความเร็วสูงสุดได้ที่ 50 km/h และมีอัตราเร่งจาก 0–30 km/h และ 0–50 km/h เท่ากับ 11.64 วินาที และ 7.97 วินาที ตามลำดับ ระยะเบรกเฉลี่ยอยู่ที่ 14.33 m และ 35.67 m ตามลำดับ การทดสอบการใช้พลังงานพบว่า ที่ความเร็ว 30 km/h และ 50 km/h รถใช้พลังงานจากแบตเตอรี่เฉลี่ย 3.66% และ 10.33% ต่อ 10 นาที ตามลำดับ จากการคำนวณพบว่าสามารถขับขี่ได้ไกลสุด 142 km และ 88 km ต่อการชาร์จแบตเตอรี่เต็มหนึ่งครั้ง สามารถขับขึ้นทางชันได้สูงสุด 23.09% (เทียบเท่าความชัน 13 องศา) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ารถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงมีสมรรถนะเพียงพอสำหรับการใช้งานในเมือง และสามารถเป็นทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง, ระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า, การประเมินสมรรถนะ, มอเตอร์ดุมล้อ, แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน

Abstract

This research presents the design of an electric drive system and performance evaluation of a motorcycle converted from an internal combustion engine to an electric propulsion system. The prototype employed a hub motor rated at 2,000 W and 72 V in conjunction with a 71.4 V, 40 Ah lithium-ion battery, controlled via a motor controller and an electronic throttle. Real-world testing revealed a maximum speed of 50 km/h. The acceleration times from 0–30 km/h and 0–50 km/h were recorded as 11.64 s and 7.97 s, respectively. The average braking distances from these speeds were 14.33 m and 35.67 m. Energy consumption tests over 10-minute intervals showed average battery usage of 3.66% at 30 km/h and 10.33% at 50 km/h. These values correspond to an estimated driving range of 142 km and 88 km per full charge, respectively. The vehicle was also capable of ascending a 13 degree slope (23.09% gradient). The findings indicate that the converted electric motorcycle is suitable for urban commuting and serves as an environmentally friendly transportation alternative.

Keywords: Converted electric motorcycle, Electric drive system, Performance evaluation, Hub motor, Lithium-ion battery

1. บทนำ

ในปัจจุบันแนวโน้มการเปลี่ยนผ่านจากพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในไปสู่พาหนะพลังงานไฟฟ้าได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะในเขตเมืองซึ่งมีความหนาแน่นของยานพาหนะสูง รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าจึงกลายเป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมทั้งในแง่ของต้นทุนการดำเนินงานต่ำและความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องพบว่า จากการศึกษาเน้นการพัฒนาและดัดแปลงรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า เช่น งานวิจัยของนครินทร์ แจ่มนิล และคณะการออกแบบและสร้างรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) ขนาด 36 V โดยใช้เป็นระบบส่งกำลังจากมอเตอร์ไปยังล้อหลัง ซึ่งสามารถทำความเร็วได้ประมาณ 40 km/h งานวิจัยของ Rangkuti และคณะศึกษาการวางแผนและออกแบบการดัดแปลงรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า โดยใช้มอเตอร์ BLDC ขนาด 3 kW พร้อมการคำนวณแรงบิด (torque) และความเร็วรอบ (rpm) ที่เหมาะสมกับน้ำหนักของผู้ขับขี่และโครงสร้างรถ ใช้ในการเลือกขนาดมอเตอร์และการออกแบบระบบขับเคลื่อนเพื่อประเมินประสิทธิภาพและระยะทางที่สามารถวิ่งได้ต่อการชาร์จหนึ่งครั้ง จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาเน้นการออกแบบและติดตั้งระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า จึงควรเพิ่มเติมการประเมินสมรรถนะการวิเคราะห์อัตราเร่ง ความสามารถในการไต่ระดับทางลาดชัน และประสิทธิภาพการใช้พลังงานในช่วงความเร็วต่าง ๆ ภายใต้เงื่อนไขจำลองการใช้งานในเขตเมือง

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการดัดแปลงรถจักรยานยนต์เครื่องยนต์เชื้อเพลิงเป็นระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า โดยออกแบบและติดตั้งมอเตอร์ดุมล้อแบบ Brushless DC (BLDC) ร่วมกับแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน รวมถึงระบบควบคุมมอเตอร์ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้งานจริงของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าที่ดัดแปลงจากรถเชื้อเพลิงที่มีใช้อยู่เดิม ประเมินสมรรถนะของระบบขับเคลื่อนจะครอบคลุมการทดสอบความเร็ว อัตราเร่ง ระยะเบรก การใช้พลังงาน และความสามารถในการขึ้นทางชัน เพื่อนำผลการทดลองที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและส่งเสริมการใช้งานรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงให้แพร่หลายในอนาคต

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การดัดแปลงโครงสร้างรถจักรยานยนต์เชื้อเพลิงให้กลายเป็นรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า เริ่มจากการตรวจสอบความแข็งแรงของโครงรถ จุดเชื่อม จุดรับน้ำหนัก เพื่อความปลอดภัยในการติดตั้งระบบใหม่ จากนั้นจึงถอดเครื่องยนต์เดิม ถังน้ำมัน และระบบส่งกำลังเดิมออกทั้งหมด แล้วติดตั้งมอเตอร์ดุมล้อที่ล้อหลัง ออกแบบโครงเหล็กยึดแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนบริเวณกลางรถจักรยานยนต์ตรงจุดกึ่งกลางรถเพื่อให้จุดศูนย์ถ่วงต่ำ ทำให้ง่ายต่อการควบคุมในขณะขับขี่ ระบบควบคุมประกอบด้วยกล่องควบคุมที่เชื่อมต่อกับคันเร่งไฟฟ้า พร้อมตั้งค่าผ่านซอฟต์แวร์จำกัดกระแสสูงสุด แรงดันต่ำสุด และเปอร์เซ็นต์การใช้งาน เพื่อยืดอายุการใช้งานแบตเตอรี่ และติดตั้งหน้าจอแสดงผลที่เชื่อมต่อกับสมาร์ตโฟนดูข้อมูลการทำงานแบบเรียลไทม์ ติดตั้งระบบชาร์จแบตเตอรี่ เลือกขนาดสายไฟตามค่ากระแสของมอเตอร์ ติดตั้งฟิวส์และเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร หลังจากติดตั้งระบบทั้งหมดจึงทดสอบสมรรถนะของรถ ได้แก่ ความเร็ว อัตราเร่ง ระยะเบรก การใช้พลังงาน และการไต่ทางชัน เพื่อประเมินความพร้อมใช้งานของระบบที่ดัดแปลง ตรวจสอบความปลอดภัยในการใช้งานจริง

2.1 การวางแผนการดัดแปลง

การดัดแปลงโครงสร้างรถจักรยานยนต์ใช้เชื้อเพลิงรุ่น Suzuki Choinori ดังภาพที่ 1 เป็นจักรยานยนต์ไฟฟ้า จากโครงสร้างเดิมของรถจักรยานยนต์ใช้เชื้อเพลิง ประกอบไปด้วยเครื่องยนต์ ถังน้ำมันเชื้อเพลิง ระบบโช้ ล้อหลังและชุดไฟออก นำมาดัดแปลงโครงสร้าง ตัดแต่งส่วนล้อหลังเพื่อใส่ล้อมอเตอร์ดุมล้อ นำแผ่นเหล็กมาเชื่อมวางฐานวางแบตเตอรี่ส่วนกลางของรถเพื่อให้น้ำหนักตัวโครงสร้างสมดุล ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 การวางแผนการดัดแปลงรถจักรยานยนต์ ยี่ห้อซูซูกิ รุ่นโชอินโนริ



(ก) ถอดระบบเครื่องยนต์และระบบไฟ



(ข) เชื่อมที่วางแบตเตอรี่

ภาพที่ 2 การดัดแปลงโครงสร้างรองรับการติดตั้งระบบไฟฟ้า

2.2 การดัดแปลงและติดตั้งระบบขับเคลื่อนใหม่

ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล และวิศวกรรมไฟฟ้า เพื่อให้ได้ระบบที่ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพในการใช้งานได้จริง ในด้านวิศวกรรมเครื่องกลต้องคำนึงถึงโครงสร้างและจุดยึดมอเตอร์ ที่ต้องมีความแข็งแรงสำหรับรองรับแรงบิดจากมอเตอร์ไฟฟ้า ออกแบบตัวยึดมอเตอร์คูลล์ ให้มีความแน่นหนาไม่เคลื่อนที่ขณะขับขี่ ออกแบบตำแหน่งวางมอเตอร์และแบตเตอรี่ให้สมดุลกับศูนย์ถ่วงของรถ ป้องกันไม่ให้เกิดการทรงตัว พร้อมทั้งยึดด้วยวัสดุที่แข็งแรง จุดติดตั้งมอเตอร์คูลล์ออกแบบให้ไม่มีการเสียดสีขัดกับการหมุนของล้อ ดังภาพที่ 3



(ก) ตัวยึดมอเตอร์คูลล์



(ข) วางตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์

ภาพที่ 3 การออกแบบจุดยึดอุปกรณ์ตามหลักของวิศวกรรมเครื่องกล

ข้อมูลทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าต้องคำนึงถึงการเลือกขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้า และแบตเตอรี่ให้เหมาะสมสำหรับการดัดแปลง รถจักรยานยนต์รุ่น Suzuki Choinori ให้เป็นรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า กำหนดความเร็วสูงสุด 50 km/h รับน้ำหนักผู้ขับขี่ 100 kg (ไม่รวมตัวรถ) กำหนดข้อมูลเบื้องต้น ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้า และแบตเตอรี่

ความเร็วสูงสุดที่ต้องการ	50 km/h=13.89 m/s
น้ำหนักผู้ขับขี่	100 kg
น้ำหนักตัวรถ (Choinori เดิม)	ประมาณ 40 kg
น้ำหนักรวม (ประมาณ)	140 kg
ความเร่งโน้มถ่วง	9.81 m/s ²
ความชันสูงสุด รถจักรยานยนต์ทั่วไป (เครื่องยนต์ 110-125cc)	10-15° หรือ ≈ 18%-27%
แรงต้านการหมุนของล้อ	20.601 N
แรงต้านอากาศ	50.3 N
แรงต้านจากความชัน	308.6 N
ความหนาแน่นอากาศ	1.225 kg/m ³ (มาจากค่ากลางที่ใช้ในงานคำนวณทางวิศวกรรมยานยนต์)

การคำนวณแรงต้าน จากข้อมูลของรถจักรยานยนต์ Suzuki Choinori มีความกว้าง 0.62 m ความสูง 0.975 m ที่ความเร็ว 50 km/h (≈13.89 m/s) สัมประสิทธิ์แรงต้านอากาศ ≈ 0.9 (สำหรับสเก็เตอร์ไม่มีแฟริ่ง)

แรงต้านการหมุนของล้อ (Rolling Resistance, F_r) $F_r = C_r \cdot m \cdot g$ (1)

$$F_r = 0.015 \cdot 140 \cdot 9.81 = 20.6 N$$

โดยที่

C_r สัมประสิทธิ์แรงต้านการกลิ้ง (≈ 0.015)

m มวลรวมของรถ + ผู้ขับขี่ (140 kg)

g ความเร่งโน้มถ่วง (≈ 9.81 m/s²)

ที่มา: Bosch Automotive Handbook, 10th Edition

แรงต้านอากาศ (Aerodynamic Drag, F_d) $F_d = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_d \cdot A \cdot v^2$ (2)

$$F_d = 0.5 \cdot 1.2 \cdot 0.9 \cdot 0.483 \cdot 13.89^2 = 50 N$$

โดยที่

ρ ความหนาแน่นอากาศ (1.2 kg/m³)

C_d สัมประสิทธิ์แรงต้านอากาศ (≈ 0.9)

A พื้นที่หน้าตัด Suzuki Choinori = $W \cdot H \cdot 0.8 = 0.62 \cdot 0.975 \cdot 0.8 = 0.483 m^2$

v ความเร็ว (13.89 m/s)

ที่มา: Fundamentals of Vehicle Dynamics, Thomas D. Gillespie

แรงต้านจากความชัน (Gradient Resistance, F_g) $F_g = m \cdot g \cdot \sin(\theta)$ (3)

$$F_g = 140 \cdot 9.81 \cdot 0.2249 = 308.6 N$$

โดยที่

θ มุมความชันของถนน (13°) เป็นค่าความชันของทางลาดจริงที่ทดสอบในขั้นได้นินอาคารครุศาสตร์

m มวลรวมของรถ + ผู้ขับขี่ (140 kg)

g ความเร่งโน้มถ่วง (≈ 9.81 m/s²)

แรงต้านรวม

$$F_{total} = F_r + F_d + F_g = 20.6 + 50 + 308.6 = 379.2 \text{ N}$$

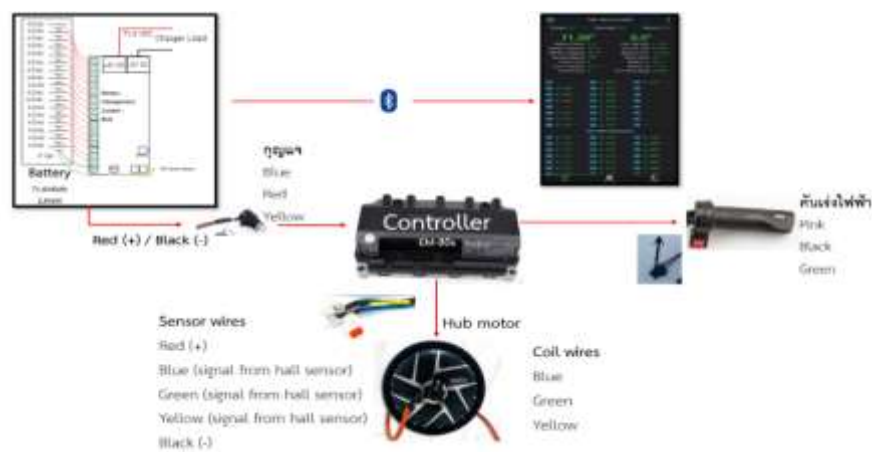
(4)

กำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ต้องใช้ (ที่ความเร็ว 50 km/h=13.89 m/s)

$$P = \frac{F_{total} \cdot v}{Efficiency} = \frac{379.2 \cdot 13.89}{0.85} = 6,191 \text{ W} \quad (5)$$

ในการออกแบบระบบขับเคลื่อนของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง มีการคำนวณกำลังมอเตอร์สูงสุดที่ต้องใช้ประมาณ 6,191 W เพื่อรองรับการวิ่งที่ความเร็วสูงสุดบนทางชัน อย่างไรก็ตาม ในการใช้งานจริง ผู้ขับขี่มักลดความเร็วเหลือประมาณ 20 km/h ขณะขึ้นทางลาดชัน ทำให้กำลังที่ต้องใช้ลดลงเหลือเพียง 2,017 W ซึ่งอยู่ในช่วงที่มอเตอร์ BLDC ขนาด 2,000 W สามารถรองรับได้ โดยยังมีเผื่อโหลดเกินชั่วคราว 10–20% ตามคุณสมบัติปกติของมอเตอร์ การเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 2 kW ร่วมกับแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน 71.4 V 40 Ah (2,880 Wh) จึงถือว่าเหมาะสมทั้งด้านสมรรถนะและต้นทุน ซึ่งต่ำกว่ามอเตอร์ 6 kW ถึง 30–50% ขณะเดียวกัน มอเตอร์คู่มือสามารถติดตั้งกับเฟรมเดิมของรถโดยไม่ต้องดัดแปลงมาก และไม่เพิ่มน้ำหนักล้อหลังเกินไป ภายใต้เงื่อนไขระบบไม่สูญเสียพลังงานและแบตเตอรี่ปล่อยประจุได้เต็มความจุ ระบบนี้สามารถใช้งานต่อเนื่องได้นานประมาณ 1 ชั่วโมง 26 นาที จึงเพียงพอสำหรับการขับขี่ในเขตเมืองทั่วไป

2.3 การตั้งค่าระบบควบคุมและมอเตอร์



ภาพที่ 4 วงจรของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง

จากภาพที่ 4 แสดงวงจรการทำงานของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง เริ่มจากแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนขนาด 71.4 V 40 Ah ที่ควบคุมด้วยระบบ BMS เพื่อความปลอดภัยในการจ่ายไฟ ผ่านกล่องควบคุม EM-80s ซึ่งรับสัญญาณจากคันเร่งไฟฟ้า และควบคุมการจ่ายกระแสให้มอเตอร์คู่มือ BLDC ขนาด 2,000 W ที่มี Hall Sensor ตรวจจับตำแหน่งการหมุน ผู้ใช้สามารถตั้งค่าระบบขับเคลื่อนผ่านซอฟต์แวร์ Votol Programmer และตรวจสอบสถานะแบบเรียลไทม์ผ่าน Bluetooth บนสมาร์ทโฟน

2.4 สถานที่ และวิธีการทดสอบ

การทดสอบสมรรถนะของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงในงานวิจัยนี้ ดำเนินการภายใต้ สภาพแวดล้อมจริง โดยเลือกใช้พื้นที่ทดสอบเป็น ถนนสาธารณะที่ปิดถนนเลนกลางในเวลากลางคืน ลักษณะเป็นทางตรงยาว ถนนที่ใช้ในการทดสอบเป็นถนนเชื่อมระหว่างถนนพุทธมณฑลสาย 3 ถึงถนนพุทธมณฑลสาย 4 (ถนนอักษะ) แขวงทวีวัฒนา เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร พื้นที่ถนนเป็นพื้นคอนกรีตเรียบ มีความยาวมากกว่า 500 m เหมาะสำหรับการทดสอบอัตราเร่ง ความเร็ว ระยะเบรก และการใช้พลังงาน

1) การทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน มีรายละเอียดของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนแบบปรับแรงดันและกระแสอัตโนมัติ ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเครื่องชาร์จขนาด 60 V 5 A 300 W การทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนขนาด 71.4 V 40 Ah (ความจุรวม 2,856 Wh) ใช้เครื่องชาร์จมาตรฐานที่มาพร้อมกับชุดระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า ทดสอบโดยชาร์จแบตเตอรี่เป็นเวลา 1 ชั่วโมงต่อรอบ ทำซ้ำจำนวน 3 รอบ พร้อมวัดเปอร์เซ็นต์ที่ชาร์จได้ในแต่ละรอบ พบว่าแบตเตอรี่ แบตเตอรี่จะชาร์จได้ประมาณ 10% ต่อชั่วโมงหรือคิดเป็นประมาณ 285.6 Wh ทำให้เห็นแนวโน้มมีลักษณะความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ระหว่างระยะเวลาที่ชาร์จ (ชั่วโมง) กับเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ที่เพิ่มขึ้น บ่งชี้ว่าเครื่องชาร์จมีความเสถียรในการจ่ายพลังงานเข้าสู่แบตเตอรี่

ตารางที่ 2 การชาร์จแบตเตอรี่ในระยะเวลา 1 ชั่วโมงต่อรอบ ทำซ้ำจำนวน 3 รอบ

ก่อนชาร์จ			หลังชาร์จ			
แรงดัน (V)	กระแส (A)	% แบตเตอรี่	แรงดัน (V)	กระแส (A)	% แบตเตอรี่	% แบตเตอรี่เพิ่มขึ้น
ทดลองชาร์จแบตเตอรี่รอบที่ 1						
66.99	40	81	69.71	40	92	11
ทดลองชาร์จแบตเตอรี่รอบที่ 2						
67.01	40	81	69.79	40	92	11
ทดลองชาร์จแบตเตอรี่รอบที่ 3						
68.09	40	89	71.18	40	100	11

จากตารางที่ 2 ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยเครื่องชาร์จขนาด 60 V 5 A 300 W ผลการทดลองการชาร์จแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนจำนวน 3 รอบการชาร์จ บันทึกค่าแรงดันและเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ก่อนชาร์จได้ใช้งานแบตเตอรี่ให้เหลือจนประจุไฟฟ้าอยู่ที่ 81% และ 89% เทียบกับความจุสูงสุดของแบตเตอรี่ (ผู้วิจัยเลือกเริ่มต้นการชาร์จรอบที่ 3 ที่ 89% แทนการใช้ 81% เหมือนรอบที่ 1 และรอบที่ 2 มีจุดประสงค์เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของอัตราการเพิ่มขึ้นของแบตเตอรี่ช่วงใกล้เต็มความจุ ว่าระบบควบคุมการชาร์จยังคงทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และยังสามารถเพิ่มขึ้นได้ใกล้เคียงเดิมแม้เข้าใกล้จุด 100%) พบว่าการชาร์จแบตเตอรี่ทั้ง 3 รอบ อัตราการเพิ่มของแบตเตอรี่ต่อการชาร์จ 1 ชั่วโมง อยู่ที่ประมาณ 11% ของความจุทั้งหมดอย่างสม่ำเสมอ ค่าเริ่มต้นของเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ในแต่ละรอบจะต่างกันเล็กน้อยเมื่อเทียบกับการคำนวณเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่

ขนาดเครื่องชาร์จ 60 V × 5 A=300 W

ขนาดแบตเตอรี่: 72V 40Ah=2,880 Wh

ประสิทธิภาพโดยทั่วไปของเครื่องชาร์จ: 85–90%

$$\text{เวลาในการชาร์จ (h)} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ต้องชาร์จ (Wh)}}{\text{กำลังไฟฟ้าของเครื่องชาร์จ (W)} \cdot \text{ประสิทธิภาพ (90\%)}} \quad (6)$$

$$= \frac{2,880 \text{ (Wh)}}{300 \text{ (W)} \cdot 90\%} = 10.67 \text{ h}$$

ดังนั้นแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ขนาด 71.4 V 40 A ต่อชั่วโมง ใช้เวลาในการชาร์จ 10 ชั่วโมง 40 นาที เวลาในการชาร์จจาก 0% ถึง 100% ค่าที่ได้จากการคำนวณที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง จะชาร์จแบตเตอรี่ได้ที่ความจุ 4,166 mA/h คิดเป็น 10.415% ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการทดสอบ มีความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าที่ทดสอบกับค่าที่คำนวณได้อยู่ที่ 0.585%

2) การทดสอบความเร็ว อัตราเร่ง และระยะเบรก มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสมรรถนะของระบบขับเคลื่อน โดยเฉพาะความสามารถของมอเตอร์ดุมล้อในการสร้างแรงขับเคลื่อนอย่างต่อเนื่องจากจุดหยุดนิ่งสู่ความเร็วที่กำหนด รวมถึงความเร็วสูงสุดภายใต้สภาพการใช้งานจริง การทดสอบดำเนินบนถนนเรียบระยะทาง 100 เมตร ผู้ขับขี่เร่งจากหยุดนิ่งโดยใช้คันเร่งไฟฟ้า วัด

ช่วงเวลาในการเร่งจาก 0–30 km/h และ 0–50 km/h พร้อมบันทึกความเร็วสูงสุด โดยใช้นาฬิกาจับเวลาและแอป GPS บนสมาร์ทโฟนเพื่อความแม่นยำ ทำซ้ำ 3 ครั้งในแต่ละช่วงเพื่อหาค่าเฉลี่ยที่เชื่อถือได้ ภายใต้สภาพแวดล้อมจริงที่ไม่มีความชัน

ตารางที่ 3 การทดสอบความเร็วคงที่ 30 km/h และ 50 km/h และการทดสอบระยะเบรกของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง

ระยะทาง (100 m)						ระยะเบรก (m)			
ความเร็วของ จักรยานยนต์ (km/h)	ความเร็วรอบ ของมอเตอร์ (rpm)	เวลา (s)				รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	ค่าเฉลี่ย
		รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	ค่าเฉลี่ย				
30	500	10.41	11.22	10.89	10.84	12	17	14	14.33
50	800	6.90	6.74	6.80	6.81	34	36	37	35.67

จากตาราง 3 สรุปว่าการทดสอบจับเวลาที่ระยะทาง 100 m ขณะขับความเร็วคงที่ 30 km/h ทั้ง 3 รอบจะได้ค่าเฉลี่ยความเร็วอยู่ที่ 10.84 วินาที ระยะเบรกเฉลี่ยอยู่ที่ 14.33 m และความเร็วที่ 50 km/h จะได้ค่าเฉลี่ยความเร็วอยู่ที่ 6.81 m/s² ระยะเบรกเฉลี่ยอยู่ที่ 35.67 m เมื่อเปรียบเทียบจากการคำนวณระยะทาง 100 m พบว่า ความเร็ว 30 km/h ระยะเบรกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 14.33 m และที่ความเร็ว 50 km/h ระยะเบรกมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 35.67 m เมื่อเปรียบเทียบระยะเบรกพบว่าระยะเบรกเพิ่มขึ้นจาก 14.33 m เป็น 35.67 m (เพิ่มขึ้นประมาณ 2.49 เท่า) สาเหตุเกิดจากการออกแบบในงานวิจัยนี้ ไม่ได้ติดตั้งระบบเบรกที่ออกแบบมาสำหรับการหยุดในความเร็วสูง ใช้ระบบเบรกเดิมซึ่งเป็นเบรคหน้าแบบดรัม ดังนั้นที่ความเร็วสูงแรงเฉื่อยจากน้ำหนักรวมของตัวรถมีมากกว่า จึงทำให้มีระยะเบรกมากขึ้น

3) การทดสอบอัตราเร่ง 0-30 km/h และ 0-50 km/h วิธีการทดสอบกำหนดถนนที่มีความเรียบ ปรับจูนรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงให้มีความเร็วสูงสุดที่ 30 km/h และ 50 km/h เริ่มจับเวลาที่รถวิ่งที่จุด 0 m และหยุดเวลาเมื่อได้ความเร็วที่กำหนด

ตารางที่ 4 การทดสอบอัตราเร่งของจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง

อัตราเร่ง (km/h)	เวลา (วินาที)				ระยะทาง (m)			
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	ค่าเฉลี่ย	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	ค่าเฉลี่ย
0-30	4.05	4.21	4.5	4.25	24	23	26	24.33
0-50	6.34	7.07	7	6.8	56	60	59	58.33

จากตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบอัตราเร่งของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลง สามารถเร่งจาก 0–30 km/h ได้เฉลี่ยใน 4.25 วินาที ระยะทาง 24.33 เมตร แสดงถึงอัตราเร่งที่ดีและระบบขับเคลื่อนที่เสถียร เหมาะกับการใช้งานในเมือง ส่วนอัตราเร่ง 0–50 km/h ใช้เวลาเฉลี่ย 6.8 วินาที ระยะทาง 58.33 เมตร ถือว่าเหมาะสมกับมอเตอร์ขนาด 2,000 W เมื่อเทียบกับรถขนาด 110–125 ซีซี พบว่าอัตราเร่งช่วงต้นดีกว่าบางรุ่น แต่ประสิทธิภาพลดลงในช่วงความเร็วสูง อาจเกิดจากข้อจำกัดของแรงบิดมอเตอร์หรือระบบจ่ายพลังงานจากแบตเตอรี่

4) การทดสอบอัตราเร่งของจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงที่ระยะทาง 100 m ความเร็วตั้งแต่ 0-30 km/h และ 0-50 km/h วิธีการทดสอบกำหนดถนนที่มีความเรียบกำหนดระยะทางที่ 100 m ปรับจูนรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงให้มีความเร็วสูงสุดที่ 30 km/h และ 50 km/h เริ่มจับเวลาขณะที่รถเริ่มวิ่งที่จุด 0m และหยุดเวลาที่จุด 100 m

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบอัตราเร่งของจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงที่ระยะทาง 100 m

อัตราเร่ง (km/h)	เวลา (วินาที)			
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	ค่าเฉลี่ย
0-30	11.59	11.62	11.73	11.64
0-50	7.89	8.14	7.88	7.97

จากตาราง 5 ได้ทำการทดสอบจับเวลาที่ระยะทาง 100 m ขณะขับความเร็ว 0-30 km/h ทั้ง 3 รอบจะได้ค่าเฉลี่ยความเร็วอยู่ที่ 11.64 วินาที และความเร็วที่ 0-50 km/h จะได้ค่าเฉลี่ยความเร็วอยู่ที่ 7.97 วินาที จากผลที่ได้จากการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง ที่ความเร็ว 30 km/h และความเร็ว 50 km/h มีค่าเฉลี่ยอัตราเร่งใกล้เคียงสมรรถนะของรถจักรยานยนต์เดิม

5) การทดสอบการใช้แบตเตอรี่ที่ระยะเวลา 10 นาที ที่ความเร็วคงที่ 30 km/h วิธีการทดสอบกำหนดถนนที่มีความเรียบเพื่อให้ทำความเร็วคงที่ได้ ที่ระยะเวลา 10 นาที ปรับจูนรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงให้มีความเร็วสูงสุดที่ 30 km/h เริ่มจับเวลา ระยะทาง ปริมาณพลังงานไฟฟ้าของแบตเตอรี่ขณะที่รถเริ่มวิ่งที่จุดปล่อยตัว และหยุดเวลา วัดระยะทาง และพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่เหลืออยู่เมื่อครบ 10 นาที เริ่มการทดสอบครั้งต่อไปโดยชาร์จแบตเตอรี่ให้เต็ม 100% ทดสอบซ้ำ 3 รอบ

ตารางที่ 6 การทดสอบการใช้แบตเตอรี่ที่ระยะเวลา 10 นาที ที่ความเร็วคงที่ 30 km ต่อชั่วโมง

จำนวนรอบ	เวลา (นาที)	ความเร็ว (km ต่อ ชั่วโมง)	ระยะทาง (km)	แบตเตอรี่ที่ใช้งาน (เปอร์เซ็นต์)	ค่าเฉลี่ยของแบตเตอรี่ที่ใช้งาน (เปอร์เซ็นต์)
1	10	30	5.207	4	3.66
2	10	30	5.212	3	
3	10	30	5.209	4	

จากตาราง 6 จากการทดสอบ 3 รอบที่ความเร็ว 30 km/h เป็นเวลา 10 นาทีต่อรอบ พบว่าใช้พลังงานจากแบตเตอรี่เฉลี่ย 3.66% และได้ระยะทางเฉลี่ย 5.2 km หากใช้แบตเตอรี่เต็ม 100% คาดว่าสามารถวิ่งได้สูงสุดประมาณ 142 km หรือประมาณ 85 km หากใช้แบตเตอรี่ได้เพียง 60% ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้งานในระยะทางปานกลาง

คำนวณหาระยะทางสูงสุดที่รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าวิ่งได้ ต่อการชาร์จเต็มความจุ ที่ความเร็วคงที่ 30 km/h

$$\text{ระยะทางสูงสุด} = \frac{\text{แบตเตอรี่ (100 \%)} }{\text{แบตเตอรี่เฉลี่ยใช้งาน (3.66 \%)} } \times \text{ระยะทางเฉลี่ย (5.2 km)} \quad (7)$$

$$= \frac{100}{3.66} \times 5.2 \approx 142 \text{ km}$$

ระยะทางสูงสุดที่รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าวิ่งได้ ต่อการชาร์จ 60% ที่ความเร็วคงที่ 30 km/h

$$= \frac{60}{3.66} \times 5.2 \approx 85 \text{ km}$$

มีการใช้พลังงานของแบตเตอรี่ และระยะทางใกล้เคียงกัน มีค่าคลาดเคลื่อนระยะทางอยู่ที่ 0.19% ปัจจัยที่ทำให้คลาดเคลื่อนเนื่องจากมีเส้นทางที่เป็นทางโค้ง มีการเบาคันเร่งเพื่อความปลอดภัยของผู้ขับขี่

6) การทดสอบการใช้แบตเตอรี่ที่ระยะเวลา 10 นาที ที่ความเร็วคงที่ 50 km/h วิธีการทดสอบกำหนดถนนที่มีความเรียบเพื่อให้ทำความเร็วคงที่ได้ ที่ระยะเวลา 10 นาที ปรับจูนรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงให้มีความเร็วสูงสุดที่ 50 km/h เริ่มจับเวลา ระยะทาง ปริมาณพลังงานไฟฟ้าของแบตเตอรี่ขณะที่รถเริ่มวิ่งที่จุดปล่อยตัว และหยุดเวลา วัดระยะทาง และพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่เหลืออยู่เมื่อครบ 10 นาที เริ่มการทดสอบครั้งต่อไปโดยชาร์จแบตเตอรี่ให้เต็ม 100% ทดสอบซ้ำ 3 รอบ

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบการใช้แบตเตอรี่ที่ระยะเวลา 10 นาที ที่ความเร็วคงที่ 50 km/h

จำนวนรอบ	เวลา (นาที)	ความเร็ว	ระยะทาง (km)	แบตเตอรี่ที่ใช้งาน (%)	ค่าเฉลี่ยของแบตเตอรี่ที่ใช้งาน (%)
1	10	50	9.105	11	10.33
2	10	50	9.098	10	
3	10	50	9.100	10	

จากการทดสอบ 3 รอบต่อเนื่องที่ความเร็ว 50 km/h ระยะเวลา 10 นาที พบว่ารถใช้พลังงานเฉลี่ยจากแบตเตอรี่ 10.33% และวิ่งได้ระยะทางเฉลี่ย 9.1 km ต่อรอบ หากใช้แบตเตอรี่เต็ม 100% คาดว่าจะวิ่งได้ระยะทางสูงสุดประมาณ 88 km ซึ่งผลการใช้งานจริงใกล้เคียงกับค่าคำนวณและเหมาะสมกับการขับขี่ในสภาพถนนจริง

7) การทดสอบการขึ้นทางชัน จากบริเวณลาดจอดรถชั้นใต้ดินตึกครุศาสตร์ ความชันที่ 13 องศา คิดเป็น 23.09% วัดองศาโดยใช้แอปพลิเคชันเครื่องมือวัดบน ios



ภาพที่ 5 การขึ้นทางลาดชัน 13° คิดเป็น 23.09 %

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงที่ออกแบบและสร้างขึ้นสามารถทำงานได้ตามเป้าหมายของการวิจัย โดยมีประเด็นที่ควรพิจารณาในแต่ละด้านดังนี้

3.1 วิเคราะห์การทดสอบอัตราเร่งและความเร็ว

การทดสอบอัตราเร่งในงานวิจัยนี้ เพื่อประเมินสมรรถนะของระบบขับเคลื่อนไฟฟ้าที่ติดตั้งใหม่ การทดสอบแสดงว่ารถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงมีอัตราเร่งจาก 0–30 km/h และ 0–50 km/h อยู่ที่ 4.25 วินาที และ 6.8 วินาที ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับ Suzuki Choinori ที่ใช้เวลา 6.5–7 วินาที และ 13–15 วินาที ถือว่ามีความเหมาะสมกับการใช้งานในเมือง ส่วนความเร็วคงที่ที่ 30 และ 50 km/h ใช้เวลาในการวิ่ง 100 เมตรเท่ากับ 10.84 วินาที และ 6.81 วินาที แสดงถึงสมรรถนะเพียงพอในการขับขี่ทั่วไป

3.2 วิเคราะห์การทดสอบระยะเบรก

ผลทดสอบระยะเบรกของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงที่ความเร็ว 30 km/h และ 50 km/h อยู่ที่ 14.33 เมตร และ 35.67 เมตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่ารถเครื่องยนต์ทั่วไปในพิกัดเดียวกัน (12–15 เมตร และ 30–33 เมตร) สาเหตุหลักมาจากระบบเบรกเดิมไม่ได้ออกแบบรองรับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นหลังดัดแปลง จึงควรปรับปรุงระบบช่วงล่างและเบรกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการหยุด

3.3 วิเคราะห์การทดสอบการใช้พลังงาน

การทดสอบที่ความเร็วคงที่ 30 km/h และ 50 km/h เป็นเวลา 10 นาที พบว่าการใช้แบตเตอรี่เพิ่มขึ้นตามความเร็ว โดยที่ 30 km/h ใช้พลังงานเฉลี่ย 3.66% ต่อระยะทาง 5.209 km ส่วนที่ 50 km/h ใช้พลังงานเฉลี่ย 10.33% ต่อระยะทาง 9.101

km แสดงให้เห็นว่าความเร็วที่สูงขึ้นส่งผลให้การสิ้นเปลืองพลังงานเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ข้อมูลนี้เป็นประโยชน์ในการเลือกความเร็วที่เหมาะสมต่อการใช้งานจริงและการวางแผนระยะทางต่อการชาร์จหนึ่งครั้ง

3.4 วิเคราะห์การทดสอบการขับเคลื่อนระดับความชัน

การทดสอบขับเคลื่อนทางลาดชัน 23.09% แสดงให้เห็นว่ารถจักรยานยนต์ไฟฟ้าดัดแปลงสามารถขึ้นทางชันได้ต่อเนื่องโดยไม่สะดุด ด้วยมอเตอร์ดุมล้อขนาด 2,000 W โดยไม่เกิดอาการหยุดดับพลังหรือแรงจุดต่ำ อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดคือไม่สามารถขึ้นได้โดยตรงในสภาวะโหลดสูงสุด จึงควรปรับความเร็วให้เหมาะสมเพื่อให้ระบบควบคุมและมอเตอร์ทำงานเต็มประสิทธิภาพ

4. สรุปผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อดัดแปลงรถจักรยานยนต์เชื้อเพลิงที่หมดสภาพการใช้งานให้กลายเป็นรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า โดยติดตั้งมอเตอร์ดุมล้อแบบ BLDC ขนาด 2,000 W 72 V แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนขนาด 71.4 V 40 Ah พร้อมระบบควบคุมผ่านกล่อง EM-80s และคันเร่งไฟฟ้าสามารถตั้งค่าการทำงานได้ผ่านซอฟต์แวร์ Votol การออกแบบระบบไฟฟ้าและการติดตั้งเน้นความสมดุลของโครงสร้างรถ การกระจายน้ำหนักที่เหมาะสม การเลือกใช้ชิ้นส่วนที่ปลอดภัยต่อการขับขี่ โดยมีการคำนวณกำลังที่ต้องใช้บนพื้นฐานน้ำหนักรถและทางลาดชัน เพื่อนำไปใช้ในการเลือกขนาดมอเตอร์อย่างมีประสิทธิภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนเพื่อการวิจัยประเภทโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และนักศึกษาด้านวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม นายวรวิษ บุญศักดิ์ นายยุทธศิลป์ จันทป และนายหัตถะ ทึกขุนทด ที่ทำให้งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จ

6. เอกสารอ้างอิง

นครินทร์ แจ่มนิล, สมบุญ เอี่ยมอากาศ, และดำรงค์ ผ่องศรี. (2552). *รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง*.

ผลงานนักศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

วีระศักดิ์ กรวิวิเวียร, อธิระยุทธ สุวรรณประทีป, สมาน เจริญกิจพูลผล, มนตรี พิรุณเกษตร, และสันติ ลักขิตานนท์. (2538).

กลศาสตร์วิศวกรรม ภาคพลศาสตร์. กรุงเทพฯ: บริษัทวิทยพัฒน์ จำกัด.

Ahmed, S., Swaraj, B., Bairwa, B., & Raghu, C. N. (2022). *Hub motor powered petro-electric hybrid vehicle*. In 2022 IEEE 2nd Mysore Sub Section International Conference (MysuruCon) (pp. 1 – 8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/MysuruCon55714.2022.9972549>

Rangkuti, H., Manalu, J., & Fahmi, F. (2020). Design of efficient electric motorcycle using brushless DC motor. In 2020 4th International Conference on Electrical, Telecommunication and Computer Engineering (ELTICOM) (pp. 201–204). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ELTICOM50775.2020.9230505>

การออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง

Design and Construction of a Machine for Shelling Sun-Dried White Shrimp

อดิศักดิ์ ไสวอมร¹ ชุติวัด เกษลักษณ์¹ นิรุช คงมา¹ สมชาย ต้องจิตร¹ และ สุประวิทย์ เมืองเจริญ^{2*}

Atisak Sawaiamon¹ Chutiwat Katelux¹ Nirut Kongma¹ Somchai Tongchit¹ and
Supavit Muangjaroen^{2*}

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

¹ Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

² สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

² Electronics and Telecommunication Engineering Faculty of Industrial Education,

Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

* E-mail address: supavit.m@rmutsb.ac.th; Tel. 0890762836

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง ที่มีขนาด ความกว้าง 50 เซนติเมตร ความยาว 70 เซนติเมตร และความสูง 80 เซนติเมตร ขั้นตอนการออกแบบเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง โดยมีแนวคิด ดังนี้ 1) ประหยัดเวลาในการกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง 2) เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการทำงาน เมื่อกำหนดแนวคิดดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงได้การออกแบบเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง จากนั้นทำการทดสอบความสามารถและประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง จากผลการวิจัยการกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้งโดยการเปรียบเทียบระหว่างการ ใช้เครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งและการใช้ดาซ่ายกะเทาะเปลือกกุ้ง เริ่มจากการกะเทาะเปลือกกุ้งด้วยเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง ด้วยความเร็วรอบ 580 รอบ/นาที จำนวน 9 ครั้ง แต่ละครั้งในการทดลองใช้กุ้ง 500 กรัม เวลาในการกะเทาะเปลือกกุ้งเฉลี่ย 23.4 วินาที มีค่าSD 1.33 กะเทาะได้เนื้อกุ้งเฉลี่ย 267.5 กรัม มีค่าSD 6.21 คิดเป็น 53.51 เปอร์เซ็นต์ เปลือกกุ้งเฉลี่ย 224.5 กรัม มีค่าSD 5.85 คิดเป็น 44.90 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนกุ้งที่ไม่ถูกกะเทาะเปลือกจำนวนเฉลี่ย 3.7 กรัมมีค่าSD 0.83 คิดเป็น 0.67 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณกุ้งที่หายไปเฉลี่ย 4.1 กรัม มีค่าSD 1.54 คิดเป็น 0.82 เปอร์เซ็นต์ กะเทาะเปลือกกุ้งด้วยการใช้ดาซ่าย โดยแบ่งการทดลอง 9 ครั้ง ครั้งละ 500 กรัม ใส่ดาซ่ายแล้วตีกระแทกกับพื้น จะกะเทาะได้เนื้อกุ้งเฉลี่ย 238.7 กรัมมีค่าSD 3.07 คิดเป็น 47.76 เปอร์เซ็นต์ และเปลือกกุ้งที่ได้เฉลี่ย 234.1 กรัม มีค่าSD 3.48 คิดเป็น 46.75 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนกุ้งที่ไม่ถูก กะเทาะเปลือกจำนวนเฉลี่ย 8.1 กรัม มีค่าSD 1.27 คิดเป็น 1.69 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณกุ้งที่หายไปเฉลี่ย 19 กรัม มีค่าSD 4.44 คิดเป็น 3.8 เปอร์เซ็นต์ จากการเปรียบเทียบการกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้งระหว่างการใช้เครื่องกับการใช้ดาซ่ายพบว่าปริมาณ เนื้อกุ้งนั้น การกะเทาะด้วยเครื่องให้ปริมาณเนื้อกุ้งเฉลี่ย 267.5 กรัม ซึ่งสูงกว่าการกะเทาะโดยใช้ดาซ่ายที่ให้ปริมาณเฉลี่ย 238.7 กรัม ปริมาณเปลือกกุ้ง การกะเทาะด้วยเครื่องได้เปลือกกุ้งเฉลี่ย 224.5 กรัม ขณะที่การกะเทาะโดยใช้ดาซ่ายได้เฉลี่ย 234.1 กรัม เวลาในการกะเทาะ การกะเทาะด้วยเครื่องใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 23.4 วินาที ในขณะที่การกะเทาะโดยใช้ดาซ่ายใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 300 วินาที สรุปได้ว่าการกะเทาะกุ้งขาวแห้งด้วยเครื่องมีประสิทธิภาพที่มากกว่า เนื่องจากได้ผลผลิตเนื้อกุ้งในปริมาณที่มากกว่า ใช้ เวลาในการดำเนินการน้อยกว่า และยังให้ความละเอียดของเปลือกกุ้งที่ดีกว่าการกะเทาะโดยใช้ดาซ่ายเป็นอย่างมาก จึงถือว่าเป็น วิธีที่เหมาะสมกว่าในด้านประสิทธิภาพและผลผลิต

คำสำคัญ: เครื่องกะเทาะ, กุ้งขาวตากแห้ง, เปลือกกุ้ง

Abstract

The research aims to design and build dried white prawns with a width of 50 centimeters, length of 70 centimeters and height of 80 centimeters. The design process of dried white prawn prawns is as follows: 1) Save time on dried white prawn prawn prawns 2) to improve safety when defining the concept. The researchers designed the dried white shrimp peeler and then tested the capability and performance of the dried white shrimp peeler. Research results on shell cracking using dried white prawns by comparing using shell cracking and shell cracking net starting from shell cracking with dried white prawns at 580 rpm 9 times. Each time using 500 grams of prawns, the average shell cracking time is 23.4 seconds. SD1. 33 average shrimp and prawns are 267.5 grams with an SD of 6.21 or 53.51 percent. Average shrimp and prawns are 224.5 grams with an SD of 44.90 percent and an average of 3.7 grams with an SD of 0.83 or 0.67 percent and an average missing shrimp of 4.1 grams with an SD of 1.54 or 0.1. 82 percent crack the shell using a net by dividing it into nine 500 grams per trial, hitting the net and hitting the floor, averaging 238.7 grams with an SD 3.07 percent, 47.76 percent, and an average of 234.1 grams with an SD 3.48 percent with an average of 8.1 grams with an SD1. 27 accounts for 1.69 percent, with an average of 19 grams of missing shrimp, an SD of 4.44 percent, or 3.8 percent. From the comparison of dried white and white prawn pellets between machine and netting, it was found that the average prawn pellet was 267.5 grams, higher than the average prawn pellet was 238.7 grams, the average prawn pellet was 224.5 grams, while the net was 234. 1 gram average time of cracking with apparatus 23 Four seconds, while netting takes an average of 300 seconds, it can be concluded that machine-dried white prawns are more efficient because they produce larger amounts of shrimp meat, take less time to process, and provide a much better resolution than netting, so it is considered a more appropriate method in terms of efficiency and productivity.

Keywords: Shelling Machine, Dried White Shrimp, Shrimp Shell

1. บทนำ

กุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) เป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและมีการเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายในแถบลาตินอเมริกา อเมริกาเหนือและบางประเทศในทวีปเอเชีย สำหรับประเทศไทยเริ่มมีการนำ กุ้งขาวเข้ามาเลี้ยงตั้งแต่ปี พ.ศ.2541 (ปิยะบุตร, 2545) เครื่องมือหลักที่ใช้ทำประมงกุ้งขาวพื้นบ้านในปัจจุบัน คือ โพงพางและอวนลอย ซึ่งล้วนก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจจากการจับกุ้งที่ไม่ได้ขนาดทั้งสิ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องมือประเภทยิงโพงพาง ส่งผลต่อการลดลงของจำนวนกุ้งในแหล่งธรรมชาติอย่างมาก (คมวิทย์ และ อรรถพล, 2021). การผลิตกุ้งแห้งจากกุ้งขาวแวนนาไมและคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ เริ่มจากการสำรวจข้อมูลการผลิตกุ้งแห้งในปี 2550 จากผู้ผลิตใน 6 จังหวัดที่มีพื้นที่ติดชายทะเล ได้แก่ ชลบุรี จันทบุรี ตรวดี เพชรบุรี ระนอง และชุมพร วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการผลิตกุ้งแห้ง คือ กุ้งแชบ๊วย กุ้งทราย และกุ้งตะกาด ใช้กระบวนการนึ่ง หรือต้มใส่เกลือ เพื่อทำให้กุ้งสุกเสียก่อน จากนั้นจึงนำกุ้งไปทำให้แห้งโดยการตากแดด หรืออบด้วยลมร้อนในตู้อบหรือผึ่งบนตะแกรงที่มีลมร้อนจนได้ความชื้นที่ต้องการ จึงกะเทาะเอาเปลือกกุ้งออก คัดแยกเปลือก สิ่งปลอมปน และคัดขนาด นอกจากนั้นยังมีการผลิตระดับอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออกซึ่งผู้ผลิตได้ออกแบบ กระบวนการผลิตกุ้งแห้งแบบต่อเนื่อง โดยใช้เครื่องมือ เครื่องจักร ตั้งแต่ขั้นตอนการล้าง ต้ม ทำให้เย็น เข้าเครื่อง อบแห้ง กะเทาะเปลือก แยกเปลือก ออกจากเนื้อ ทำให้ลดการปนเปื้อนจากการใช้มือสัมผัสได้มาก (เพ็ญศรี, วราทิพย์, และ สิริรัตน์, 2551). กุ้งที่มีขนาดเล็ก กุ้งแห้งที่จำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาดมี 2 แบบ คือแบบแยกเปลือกและแบบไม่แยกเปลือก การผลิตกุ้งแห้งในประเทศไทย จะต้มกุ้งในน้ำเดือดประมาณ 10 นาที ซึ่งโดยแท้จริงแล้วเวลาต้มกุ้งจะไม่แน่นอน (Sun, Ji, Zhang, Zhang, Liu & Song, 2022) ขึ้นอยู่กับปริมาณกุ้งที่ใช้ต้ม แต่ละรอบการผลิต ก่อนอบแห้งหรือนำไปตากแดดโดยจะใช้อุณหภูมิในช่วง 60-100 องศาเซลเซียส (Om, Ak, Fo, & Ge, 2019)

เนื่องจากบริเวณหมู่บ้านชาวบ้านหงษ์ ในอำเภอบางปลาหม่า จังหวัดสุพรรณบุรี มีเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงกุ้งจำนวนมาก เมื่อถึงระยะเวลาในการจับกุ้งก็จะมีกระบวนการตีวนเพื่อล้อมจับกุ้งและคัดแยกกุ้งตามขนาดไซส์ของกุ้งทำให้มีกุ้งเกิดอาการน็อคน้ำตายและกุ้งที่มีขนาดเล็กหรือที่ไม่ได้ขนาดตามความต้องการของตลาดตายในบ่อเป็นจำนวนมาก เกษตรกรเกิดความเสียหายเพื่อเป็นการไม่ปล่อยให้กุ้งเน่าเสียโดยเปล่าประโยชน์และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งจึงนำกุ้งที่น็อคน้ำตายนั้นไปตากแห้งทำเป็นกุ้งขาวแห้ง อีกทั้งยังเป็นวิธีการถนอมอาหาร ส่วนใหญ่เกษตรกรนิยมทำกับกุ้งจำพวกนี้เพราะเวลานำไปขายแล้วกุ้งน็อคน้ำตายค่อนข้างที่จะขายยากและไม่เป็นที่ต้องการของตลาด

ในปัจจุบันการผลิตกุ้งขาวตากแห้งนั้นจะต้องมีการกะเทาะเปลือกกุ้งออกเพราะเปลือกกุ้งไม่สามารถทานได้ โดยกระบวนการของชาวบ้านหงษ์ ในอำเภอบางปลาหม่า จังหวัดสุพรรณบุรี คือ การนำเอากุ้งที่ผ่านการตากแห้งแล้ว มาใส่ถุงตาข่ายที่เย็บเป็นถุงใส่แล้วทำการตีกุ้งให้กระแทกกับพื้นเพื่อให้เกิดการกะเทาะเปลือกกุ้งนั้นก็จะหลุดออกจากตัวกุ้ง แต่การทำโดยกระบวนการแบบนี้อาจทำให้มีเนื้อกุ้งบางส่วนติดเปลือกกุ้งและหลุดออกไปกับเศษเปลือกกุ้ง เกษตรกรจึงต้องทำการคัดแยกและนำมากะเทาะเปลือกกุ้งอีกครั้ง จากการศึกษาพบว่าการใช้แรงงานคนในการกะเทาะเปลือกกุ้งมีความยุ่งยากและเสียแรงเสียเวลาเป็นอย่างมาก และยังทำให้เกิดอาการเมื่อยล้าของเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงกุ้งจึงได้มีการนำเอาเครื่องจักรเข้ามาช่วยในกระบวนการกะเทาะเปลือกกุ้ง เพื่อลดกระบวนการและลดระยะเวลา และยังสามารถนำเอากุ้งที่กะเทาะเปลือกแล้วมาจัดจำหน่ายหรือใช้ประโยชน์ได้ทันทีโดยไม่ต้องเสียเวลา

ดังนั้นคณะผู้วิจัยออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง จึงมีความสนใจที่จะนำมาออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง เพื่อที่จะนำไปทำกุ้งขาวแห้งเพื่อเป็นการถนอมอาหารและบริโภคและเพื่อการใช้เครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งอย่างมีประสิทธิภาพที่ประหยัดต้นทุน ลดเวลางาน สามารถแปรรูปผลิตภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็วเพิ่มกำลังการผลิตและส่งผลให้มีรายได้เสริมมากขึ้นกับเกษตรกรกลุ่มผู้เลี้ยงกุ้ง



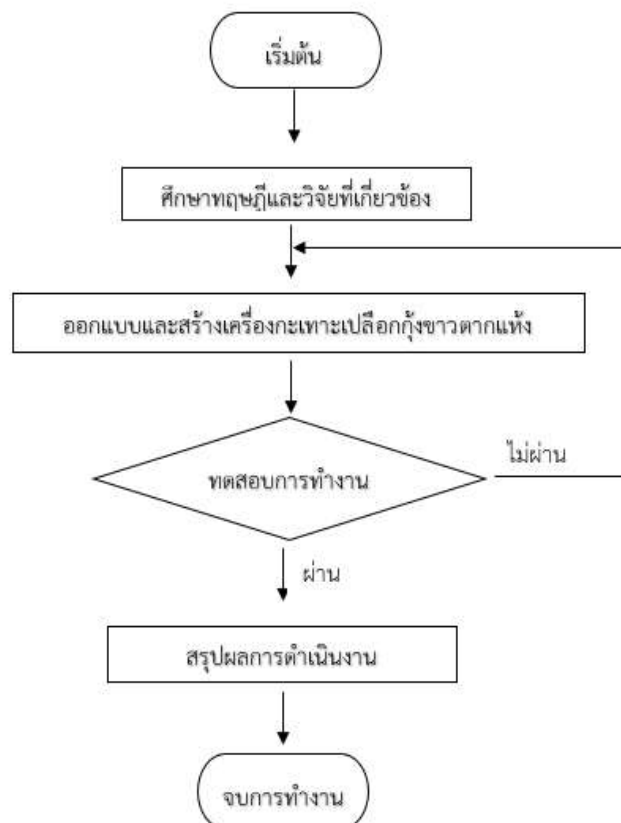
ภาพที่ 1 ตาข่ายที่ใช้การกะเทาะเปลือกกุ้งของหมู่บ้านชาวบ้านหงษ์ ในอำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี

1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งชาวตากแห้ง
- 2) เพื่อทดสอบความสามารถและประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งชาวตากแห้ง
- 3) เพื่อศึกษาผลกระทบด้านเวลาและปริมาณผลผลิตของเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งชาวตากแห้ง

2. ระเบียบวิธีวิจัย

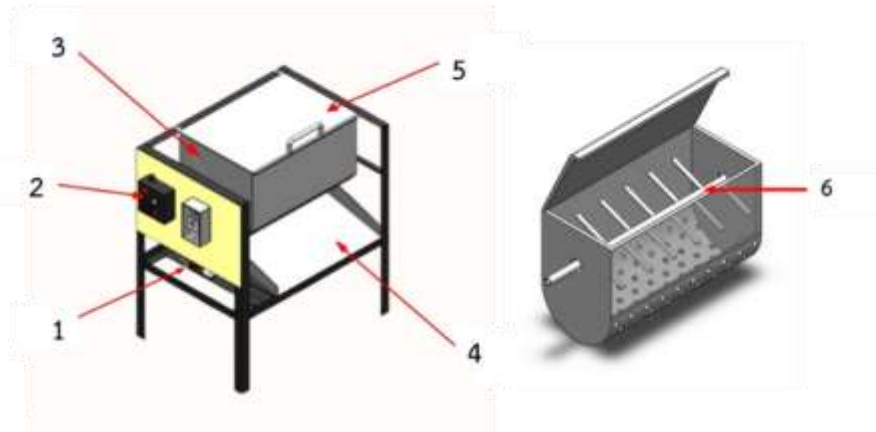
ในงานวิจัยหัวข้อนี้จะแสดงวิธีการดำเนินงานเพื่อให้ทราบลำดับขั้นตอนกระบวนการความคิดการดำเนินงานวิจัย อุปกรณ์เครื่องมือเป็นต้น ในงานวิจัยนี้จะเน้นเรื่องการหาประสิทธิภาพของเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งชาวตากแห้งทั้งนี้เพื่อให้การดำเนินงานไปถึงผลลัพธ์และบรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัยได้อย่างเป็นระบบซึ่งแผนการกระบวนการความคิด การดำเนินงานจะแสดงได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนการกระบวนการความคิดและวิธีการดำเนินงาน

2.1 แบบเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง

1) ขั้นตอนการออกแบบเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง โดยมีแนวคิด ดังนี้ 1) ประหยัดเวลาในกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง 2) เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการทำงาน เมื่อกำหนดแนวคิดดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงได้การออกแบบเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง แสดงดังภาพที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Nuttapong, 2010), (Kridsada, 2013) และ (Ekkapo., Apichat & Jirasak. 2024) การออกแบบเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง



ภาพที่ 3 แบบเครื่องขนาด ความกว้าง 50 เซนติเมตร ความยาว 70 เซนติเมตร และความสูง 80 เซนติเมตร

หมายเลขแสดงส่วนต่าง ๆ ของเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง

หมายเลข 1 ถังใส่กุ้งที่จะใช้ทดลองในแต่ละครั้ง

หมายเลข 2 สวิตช์ เปิด-ปิด และชุดควบคุม

หมายเลข 3 มอเตอร์ที่ใช้เป็นต้นกำลังของเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง

หมายเลข 4 แผ่นสแตนเลสรองกุ้ง

หมายเลข 5 ฝาเปิดและปิด สำหรับใส่กุ้ง

หมายเลข 6 แกนตี สำหรับกะเทาะเปลือกกุ้ง

2) ขั้นตอนการสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง ขั้นตอนการสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนได้ทั้งหมด 12 ขั้นตอน แสดงดังภาพที่ 4

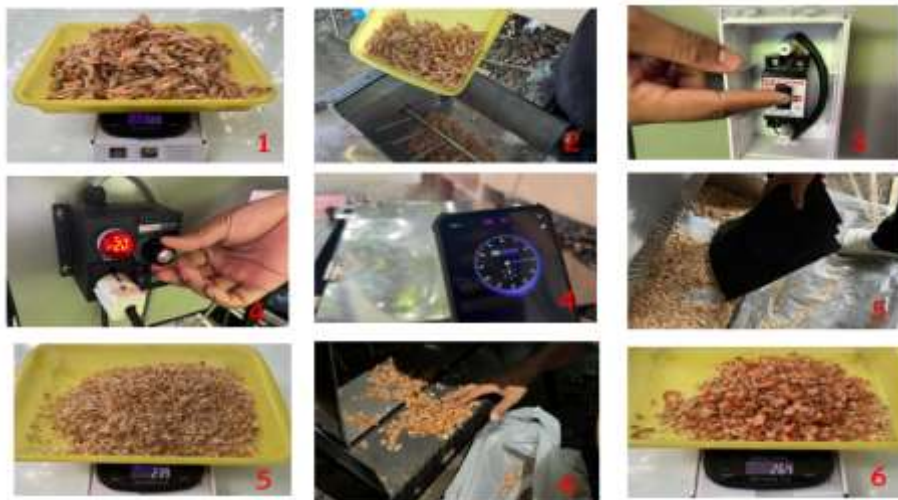


ภาพที่ 4 ขั้นตอนการสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้งสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนได้ทั้งหมด 12 ขั้นตอน

จากภาพที่ 4 เป็นขั้นตอนการสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้งสามารถสรุปเป็นขั้นตอน ได้ดังนี้ 1) ขั้นตอนการตัดเหล็กเพื่อสร้างโครงสร้างของเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้งตัดเหล็กฉาก ขนาดความยาว 50 เซนติเมตร จำนวน 4 เส้น ยาว 70 เซนติเมตร จำนวน 3 เส้น และ 80 เซนติเมตร จำนวน 4 เส้น เหล็กกล่องขนาด 50 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น และ 70 เซนติเมตร จำนวน 1 เส้น เพื่อทำโครงสร้างของเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวแห้งและขั้นตอนการตัดเหล็กแผ่นเพื่อทำแป้นยึดมอเตอร์ตัดเหล็กแผ่น ขนาดความยาว 50 เซนติเมตรจำนวน 2 แผ่นเพื่อทำแป้นยึดมอเตอร์ 2) ขั้นตอนการเจาะเหล็กแผ่นเพื่อยึดมอเตอร์ทำมาร์คในการเจาะรูและเจาะรูขนาด 14 เซนติเมตร จำนวน 4 รู 3) ขั้นตอนการเชื่อมโครงสร้างของเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้งจากขั้นตอนการตัดเหล็กฉาก เหล็กแผ่น และแป้นยึดมอเตอร์ เสร็จแล้วนำเหล็กที่ตัดเสร็จแล้วมาเชื่อมเพื่อขึ้นโครงสร้างของเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้งตามที่กำหนดไว้ เชื่อมเหล็กแผ่นเพื่อเป็นฐานของมอเตอร์ 4) ขั้นตอนการพ่นสีเพื่อความสวยงามและป้องกันการเกิดสนิมทำการพ่นสีโครงด้วยสีดำเพื่อความสวยงามและป้องกันการเกิดสนิม 5) ขั้นตอนการติดตั้งมอเตอร์ขนาด 1/2 HP 220Vทำการติดตั้งมอเตอร์ ขนาด 1/2 HP 220V บนแท่นที่เตรียมไว้ 6) ขั้นตอนการติดตั้งชุดควบคุมมอเตอร์ต่อชุดควบคุมโดยการติดตั้งเบรกเกอร์และวอลุ่มปรับความเร็วรอบเข้ากับมอเตอร์ 7) ขั้นตอนการตัดแผ่นสแตนเลสเพื่อขึ้นเป็นถังสำหรับตีเปลือกกุ้งตัดสแตนเลสแผ่นขนาด 40x50 จำนวน 1 แผ่น ขนาด 25x50 จำนวน 2 แผ่น ขนาด 40x40 จำนวน 2 แผ่น และขนาด 55x55 จำนวน 1 แผ่น เพื่อทำถังสแตนเลสในการใส่กุ้งขาวแห้ง 8) ขั้นตอนการตัดตะแกรงสแตนเลสรูตัดตะแกรงสแตนเลสขนาด 60x60 จำนวน 1 แผ่นเพื่อทำตัวกรองเปลือกกุ้ง 9) ขั้นตอนการติดตั้งเพลาลูกเบี้ยวบนหลัก จากนั้นใส่ตุ้ยก้ามูเล่ย์และเพลาลูกเบี้ยวแล้วยึดด้วยน็อตทั้ง 2 ข้าง 10) ขั้นตอนการขึ้นรูปถังสแตนเลสทำการม้วนแผ่นสแตนเลสให้เป็นทรงถัง จากนั้นเชื่อมด้วยการเชื่อมอาร์กอน 11) ขั้นตอนการทำฝาถังและหุ้จับเพื่อไว้สำหรับเปิดปิดตัวถังทำการเชื่อมฝาถังเข้ากับตัวถัง จากนั้นเชื่อมหุ้จับ เข้ากับตัวถังเพื่อใช้สำหรับเปิดปิดถัง 12) ขั้นตอนการทำหุ้ยึดถังเพื่อยึดถังเข้ากับโครงสร้างทำการเจาะรูและตีแปปเกลียวบนฐานเครื่อง หลังจากนั้นทำการเชื่อมหุ้ที่ยึดติดตัวถัง เพื่อทำการยึดถังและฐานเครื่องขณะทำการตีเปลือกกุ้ง

3) ขั้นตอนการทดลองเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยนี้ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ วัตถุประสงค์และอุปกรณ์สำหรับการใช้ในการทดลองเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง แสดงดังภาพที่ 5

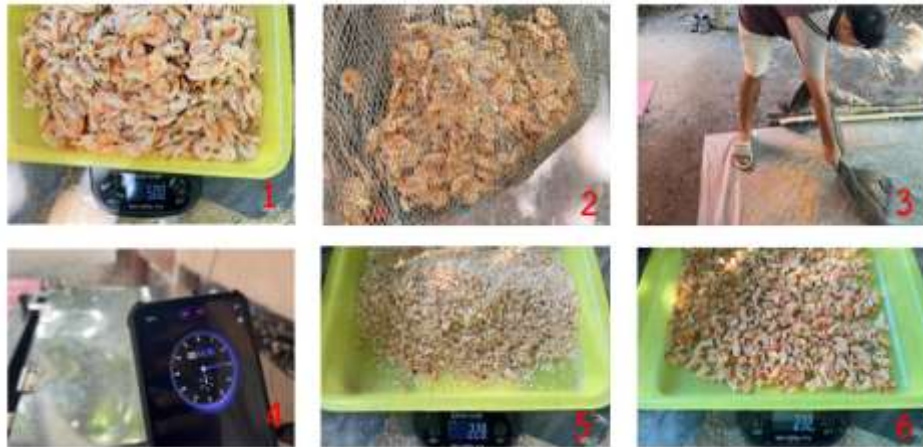


ภาพที่ 5 วัตถุประสงค์และอุปกรณ์สำหรับการใช้ในการทดลองเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง

ขั้นตอนการทดลองเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้งสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนได้ทั้งหมด 6 ขั้นตอนแสดงดังภาพที่ 5 ได้แก่ 1) นำกุ้งขาวที่ผ่านกระบวนการตากแห้งที่ยังไม่กะเทาะเปลือกมาทำการชั่งให้น้ำหนัก 500 กรัม 2) นำกุ้งขาวแห้งที่ทำการชั่งน้ำหนัก 500 กรัมแล้วมาเทลงเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง 3) ทำการเปิดสวิตช์เพื่อจ่ายไฟเข้าเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง 4) ทำการเปิดชุดควบคุมและปรับความเร็วรอบ 580 รอบ/นาที เป็นความเร็วที่เหมาะสมสำหรับเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง ในการกะเทาะเปลือกกุ้งที่น้ำหนัก 500 กรัม เพื่อให้เครื่องทำงานและทำการจับเวลาทันทีที่เครื่อง

หมุนขณะทำการทดลองเพื่อเก็บผลการทดลอง 5) เมื่อกุ้งขาวตากแห้งผ่านกระบวนการกะเทาะเสร็จแล้วให้ทำการเก็บเปลือกกุ้งที่หล่นมาชั่งด้านล่างเพื่อนำไปชั่งหาค่าต่อไป 6) เปิดฝาเครื่องกะเทาะและนำภาชนะมาใส่เนื้อกุ้งขาวแห้งหลังกะเทาะเปลือกแล้วเพื่อนำไปชั่งหาค่าต่อไป

4) ขั้นตอนการทดลองด้วยตาข่ายกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง วัสดุดิบและอุปกรณ์สำหรับการทดลองด้วยตาข่ายกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 วัสดุดิบและอุปกรณ์สำหรับการทดลองด้วยตาข่ายกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง

ขั้นตอนการทดลองด้วยตาข่ายกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้งสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนได้ทั้งหมด 6 ขั้นตอน แสดงดังภาพที่ 6 ได้แก่ 1) นำกุ้งขาวที่ผ่านกระบวนการตากแห้งที่ยังไม่ผ่านการกะเทาะเปลือกมาทำการชั่งให้น้ำหนัก 500 กรัม 2) นำกุ้งขาวตากแห้งที่ทำการชั่งให้น้ำหนัก 500 กรัมแล้วมาเทลงใส่ตาข่าย 3) ทำการกะเทาะเปลือกกุ้งด้วยการตีกระทบพื้นเพื่อเป็นการกะเทาะเปลือกกุ้ง 4) ทำการจับเวลาขณะทำการทดลองเพื่อเก็บผลการทดลอง 5) เมื่อกุ้งขาวตากแห้งผ่านกระบวนการกะเทาะเสร็จแล้วให้ทำการเก็บเปลือกกุ้งที่หล่นกับพื้นด้านล่างเพื่อนำไปชั่งหาค่าต่อไป 6) เปิดปากตาข่ายและนำภาชนะมาใส่เนื้อกุ้งขาวแห้งหลังกะเทาะเปลือกแล้วเพื่อนำไปชั่งหาค่าต่อไป

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการดำเนินการทำวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาหาประสิทธิภาพเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้งจากการออกแบบและสร้างเครื่อง รวมถึงวิธีการดำเนินงานสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดในการกะเทาะเปลือกกุ้งขาวแห้ง โดยการทดลองเก็บผลจะทำการชั่งกุ้งที่ผ่านการตากแห้งแล้วแต่ยังไม่ผ่านการกะเทาะเปลือกจำนวน 500 กรัม ต่อหนึ่งการทดลอง ทำการทดลองจำนวน 9 ครั้ง โดยใช้ความเร็วรอบที่ 580 รอบ/นาที ในการกะเทาะเปลือกกุ้งแต่ละครั้ง จากนั้นทำการบันทึกข้อมูลเพื่อหาปริมาณเปลือกกุ้งและปริมาณเนื้อกุ้งที่ได้หลังผ่านการกะเทาะเปลือก

3.1 ผลการทดลองเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง

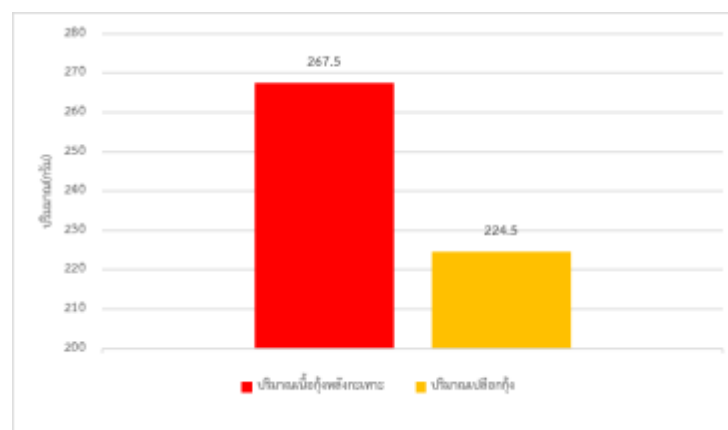
จากการออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง มีการวิเคราะห์ผลการทดลองเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง ด้วยความเร็วของเครื่องที่ใช้ในการทดลองคือ 580 รอบ/นาที และกุ้งขาวแห้งที่ยังไม่กะเทาะเปลือกจำนวน 500 กรัม ต่อหนึ่งการทดลอง ทำการทดลองจำนวน 9 ครั้ง มีผลดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดลองเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง ทำการทดลอง 9 ครั้ง ครั้งละ 500 กรัม โดยใช้ความเร็วรอบ 580 รอบ/นาที

ครั้งที่	กุ้งที่ยังไม่กะเทาะเปลือก	เวลาในการกะเทาะเปลือกกุ้ง	ปริมาณเนื้อกุ้งหลังกะเทาะ	ปริมาณเปลือกกุ้ง	ปริมาณกุ้งที่ไม่ถูกกะเทาะเปลือก	ปริมาณกุ้งที่หายไป
1	500	25	265	225	5	5
2	500	24	267	224	4	5
3	500	25	275	220	3	2
4	500	21	254	237	5	4
5	500	22	269	224	4	3
6	500	23	270	225	3	2
7	500	24	264	229	3	4
8	500	23	273	217	4	6
9	500	24	271	220	3	6
เฉลี่ย	500	23.4	267.5	224.5	3.7	4.1
SD	0.00	1.33	6.21	5.85	0.83	1.54
%	100	-	53.51	44.90	0.67	0.82

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง ด้วยความเร็วรอบ 580 รอบ/นาที จำนวน 9 ครั้ง แต่ละครั้งในการทดลองใช้กุ้ง 500 กรัม เวลาในการกะเทาะเปลือกกุ้งเฉลี่ย 23.4 วินาที มีค่าSD 1.33 กะเทาะได้เนื้อกุ้งเฉลี่ย 267.5 กรัม มีค่าSD 6.21 คิดเป็น 53.51 เปอร์เซ็นต์ เปลือกกุ้งเฉลี่ย 224.5 กรัมมีค่าSD 5.85 คิดเป็น 44.90 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนกุ้งที่ไม่ถูกกะเทาะเปลือกจำนวนเฉลี่ย 3.7 กรัม มีค่าSD 0.83 คิดเป็น 0.67 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณกุ้งที่หายไปเฉลี่ย 4.1 กรัม มีค่าSD 1.54 คิดเป็น 0.82 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ ปริมาณกุ้งที่หายไปคือเปลือกกุ้งหรือเนื้อกุ้งที่มีขนาดเล็กมากเป็นฝุ่นผงติดบริเวณชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่อง เช่นด้านหลังของถังของเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้ง



กราฟที่ 1 ผลการทดลองเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง ทำการทดลอง 9 ครั้ง ครั้งละ 500 กรัม โดยใช้ความเร็วรอบ 580 รอบ/นาที

จากกราฟที่ 1 ผลการทดลองกะเทาะเปลือกกุ้งด้วยความเร็วรอบ 580 รอบ/นาที จำนวน 9 ครั้ง แต่ละครั้งใช้กุ้ง 500 กรัม จะกะเทาะได้เนื้อกุ้งเฉลี่ย 267.5 กรัม คิดเป็น 53.51 เปอร์เซ็นต์ และเปลือกกุ้งที่ได้เฉลี่ย 224.5 กรัม คิดเป็น 44.91 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนกุ้งที่ไม่ถูกกะเทาะเปลือกจำนวนเฉลี่ย 3.7 กรัม คิดเป็น 0.67 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณกุ้งที่หายไปเฉลี่ย 4.1 กรัม คิดเป็น 0.82 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ ปริมาณกึ่งที่หายไปคือเปลือกกุ้งหรือเนื้อกุ้งที่มีขนาดเล็กมากเป็นฝุ่นผงติดบริเวณชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่อง เช่นด้านหลังของถังกะเทาะเปลือกกุ้ง

ตารางที่ 2 ผลการทดลองกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้งด้วยตาข่าย โดยแบ่งการทดลอง 9 ครั้ง ครั้งละ 500 กรัม ใส่ตาข่ายแล้วตีกระทบกับพื้น

ครั้งที่	กุ้งที่ยังไม่กะเทาะเปลือก (กรัม)	เวลาในการกะเทาะเปลือกกุ้ง (วินาที)	ปริมาณเนื้อกุ้งหลังกะเทาะ (กรัม)	ปริมาณเปลือกกุ้ง (กรัม)	ปริมาณกุ้งที่ไม่ถูกกะเทาะเปลือก (กรัม)	ปริมาณกุ้งที่หายไป (กรัม)
1	500	300	232	238	10	20
2	500	300	240	235	8	17
3	500	300	239	233	7	21
4	500	300	239	234	9	18
5	500	300	241	239	8	12
6	500	300	243	237	6	14
7	500	300	238	229	7	26
8	500	300	240	232	9	19
9	500	300	237	230	9	24
เฉลี่ย	500	300	238.7	234.1	8.1	19
SD	0.00	0.00	3.07	3.48	1.27	4.44
%	100	-	47.76	46.75	1.69	3.8

จากตารางที่ 2 ผลการทดลองกะเทาะเปลือกกุ้งด้วยการใช้ตาข่าย โดยแบ่งการทดลอง 9 ครั้ง ครั้งละ 500 กรัม ใส่ตาข่ายแล้วตีกระทบกับพื้น จะกะเทาะได้เนื้อกุ้งเฉลี่ย 238.7 กรัม มีค่าSD 3.07 คิดเป็น 47.76 เปอร์เซ็นต์ และเปลือกกุ้งที่ได้เฉลี่ย 234.1 กรัม มีค่าSD 3.48 คิดเป็น 46.75 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนกุ้งที่ไม่ถูกกะเทาะเปลือกจำนวนเฉลี่ย 8.1 กรัม มีค่าSD 1.27 คิดเป็น 1.69 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณกุ้งที่หายไปเฉลี่ย 19 กรัม มีค่าSD 4.44 คิดเป็น 3.8 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ ปริมาณกึ่งที่หายไปคือเปลือกกุ้งหรือเนื้อกุ้งที่มีขนาดเล็กมากหรือเป็นฝุ่นผงติดบริเวณชิ้นส่วนต่าง ๆ ของตาข่ายกะเทาะเปลือกกุ้ง

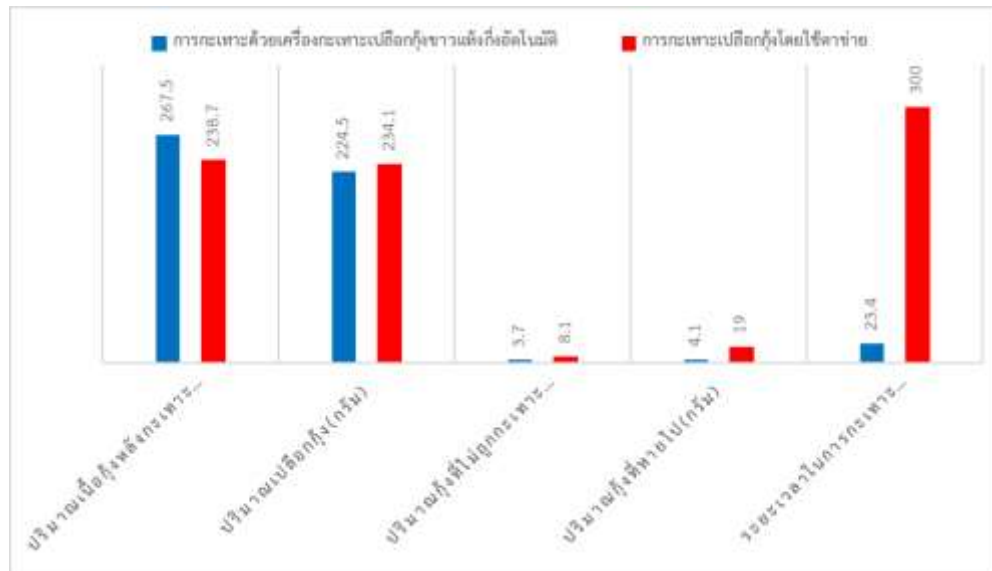


กราฟที่ 2 ผลการทดลองการกะเทาะเปลือกกุ้งด้วยตาข่าย โดยแบ่งการทดลอง 9 ครั้ง ครั้งละ 500 กรัม ใส่ตาข่ายแล้วตีกระทบกับพื้น

จากกราฟที่ 2 ผลการทดลองกะเทาะเปลือกกุ้งด้วยการใช้ตาข่าย โดยแบ่งการทดลอง 9 ครั้ง ครั้งละ 500 กรัม ใส่ตาข่ายแล้วตีกระทบกับพื้น จะกะเทาะได้เนื้อกุ้งเฉลี่ย 238.7 กรัม คิดเป็น 47.75 เปอร์เซ็นต์ และเปลือกกุ้งที่ได้เฉลี่ย 234.1 กรัม คิดเป็น

46.74 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนกุ้งที่ไม่ถูกกะเทาะเปลือกจำนวนเฉลี่ย 8.1 กรัม คิดเป็น 1.62 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณกุ้งที่หายไปเฉลี่ย 19 กรัม คิดเป็น 3.8 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ ปริมาณกุ้งที่หายไปคือเปลือกกุ้งหรือเนื้อกุ้งที่มีขนาดเล็กมากหรือเป็นฝุ่นผงติดบริเวณชิ้นส่วนต่าง ๆ ของตาข่ายกะเทาะเปลือกกุ้ง



กราฟที่ 3 กราฟเปรียบเทียบระหว่างการทดลองด้วยเครื่องและการใช้ตาข่าย

จากกราฟที่ 3 จากการเปรียบเทียบการกะเทาะเปลือกกุ้งขาวแห้งระหว่างการเครื่องกับการใช้ตาข่ายพบว่าปริมาณเนื้อกุ้งที่ผ่านการกะเทาะด้วยเครื่องให้ปริมาณเนื้อกุ้งเฉลี่ย 267.5 กรัม ซึ่งสูงกว่าการกะเทาะโดยใช้ตาข่ายที่ให้ปริมาณเฉลี่ย 238.7 กรัม ปริมาณเปลือกกุ้ง การกะเทาะด้วยเครื่องได้เปลือกกุ้งเฉลี่ย 224.5 กรัม ขณะที่การกะเทาะโดยใช้ตาข่ายได้เฉลี่ย 234.1 กรัม เวลาในการกะเทาะการกะเทาะด้วยเครื่องใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 23.4 วินาที ในขณะที่การกะเทาะโดยใช้ตาข่ายใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 300 วินาทีสรุปได้ว่าการกะเทาะกุ้งขาวแห้งด้วยเครื่องมีประสิทธิภาพที่เหนือกว่า เนื่องจากได้ผลผลิตเนื้อกุ้งในปริมาณที่มากกว่า ใช้เวลาในการดำเนินการน้อยกว่า และยังให้ความละเอียดของเปลือกที่ดีกว่าการกะเทาะโดยใช้ตาข่ายอย่างมาก จึงถือว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมกว่าในด้านประสิทธิภาพและผลผลิต

ตารางที่ 3 แสดงลักษณะของกุ้งที่ไม่ถูกการกะเทาะเปลือก

ลักษณะของกุ้งที่ไม่ถูกการกะเทาะเปลือก	การกะเทาะด้วยเครื่อง	การกะเทาะด้วยตาข่าย
		

จากตารางที่ 3 กุ้งที่ไม่ได้ถูกการกะเทาะเปลือกด้วยเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง ส่วนหัวของกุ้งยังคงติดอยู่กับรูสแตนเลส แต่มีบางส่วนของเปลือกที่ถูกกะเทาะออก และกุ้งที่ไม่ได้รับการกะเทาะเปลือกด้วยวิธีการใช้ตาข่าย คือกุ้งที่หลุดออกจากตาข่ายระหว่างกระบวนการกะเทาะเปลือก

3.2 การคำนวณค่าใช้จ่ายไฟฟ้า

- มอเตอร์ 1/2 HP 2200 w

นำมาหาค่าหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 ชั่วโมง $2200 \times 1 \text{ ชั่วโมง} / 1000 = 2.2 \text{ หน่วย} / 1 \text{ ชั่วโมง}$

อัตราค่าไฟฟ้าปกติ = 1.357 บาท / 1 ชั่วโมง

= $1.357 \times 2.2 = 2.985 \text{ บาท} / 1 \text{ ชั่วโมง}$

ค่า Ft เท่ากับ 0.5 บาท / หน่วย คิดเป็น $0.5 \times 2.985 = 1.492 / 1 \text{ ชั่วโมง}$

เมื่อนำค่าไฟ + ค่า Ft = 4.477 บาท / 1 ชั่วโมง และคิดค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% = 0.013 บาท

ดังนั้นค่าไฟที่ต้องจ่ายทั้งสิ้น = $4.477 + 0.013 = 4.49 \text{ บาท} / 1 \text{ ชั่วโมง}$

4. อภิปรายผล

จากการที่ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้งสามารถทำได้ตามวัตถุประสงค์ในการกะเทาะเปลือกกุ้งให้ได้กุ้งขาวตากแห้งที่ไม่มีเปลือก โดยการทดลองใช้กุ้งน้ำหนัก 500 กรัม สามารถกะเทาะเปลือกกุ้งออกจนหมดได้ด้วยเวลาประมาณ 23.4 วินาที เร็วกว่าการกะเทาะเปลือกกุ้งโดยใช้ตาข่าย ชิ้นส่วนเนื้อกุ้งสัมผัสกับสแตนเลสทำให้ได้กุ้งแห้งที่ผ่านการกะเทาะเปลือก สะอาด ปลอดภัยต่อผู้บริโภค เครื่องกะเทาะสามารถกะเทาะและคัดแยกเปลือกกุ้งได้ภายในเครื่องตัวเดียวกัน ใช้งานง่าย สะดวก รวดเร็ว ลดเวลา เพิ่มประสิทธิภาพ จากการเปรียบเทียบการกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้งระหว่างการใช้เครื่องกับการใช้ตาข่ายพบว่าปริมาณเนื้อกุ้งการกะเทาะด้วยเครื่องให้ปริมาณเนื้อกุ้งเฉลี่ย 267.5 กรัม ซึ่งสูงกว่าการกะเทาะโดยใช้ตาข่ายที่ให้ปริมาณเฉลี่ย 238.7 กรัม ปริมาณเปลือกกุ้ง การกะเทาะด้วยเครื่องได้เปลือกกุ้งเฉลี่ย 224.5 กรัม ขณะที่การกะเทาะโดยใช้ตาข่ายได้เฉลี่ย 234.1 กรัม เวลาในการกะเทาะ ทำการการกะเทาะด้วยเปลือกกุ้งโดยใช้เครื่อง ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 23.4 วินาที ในขณะที่การกะเทาะเปลือกกุ้งโดยใช้ตาข่าย ใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 300 วินาที สรุปได้ว่าการกะเทาะกุ้งขาวตากแห้งด้วยเครื่องมีประสิทธิภาพที่มากกว่า เนื่องจากได้ผลผลิตเนื้อกุ้งในปริมาณที่มากกว่า ใช้เวลาในการดำเนินการน้อยกว่า และยังให้ความละเอียดของเปลือกกุ้งที่ดีกว่าการกะเทาะโดยใช้ตาข่ายเป็นอย่างมาก จึงถือว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมกว่าในด้านประสิทธิภาพและผลผลิต ความสะอาด ปลอดภัยต่อผู้บริโภค รวมถึง ใช้งานง่าย สะดวก รวดเร็ว ลดเวลา เพิ่มประสิทธิภาพ ให้กับเกษตรกร ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับงาน (Ekkapo., Apichat & Jirasak. 2024) ส่วนที่ 1 แกนกะเทาะเปลือกกุ้งของนักวิจัยมีระยะห่างมากกว่า ส่วนที่ 2 จากงานวิจัยที่อ้างอิงข้างต้นใช้ระบบสูญญากาศดูดเปลือกกุ้งที่ผ่านการกะเทาะเปลือกแล้วซึ่งมีความแตกต่างของนักวิจัย จึงทำให้ต้นทุนของการสร้างเครื่องมีราคาต่ำกว่างานวิจัยที่อ้างอิง

5. สรุปผล

จากผลการทดลองการออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้งด้วยเครื่องที่มีความเร็วรอบ 580 รอบ/นาที จำนวน 9 ครั้ง แต่ละครั้งใช้กุ้งในการทดลอง 500 กรัม เพื่อหาประสิทธิภาพ ค่าเฉลี่ยและค่า SD ของเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้ง

สรุปผลได้ว่า ผลการทดลองการกะเทาะเปลือกกุ้งด้วยเครื่องที่มีความเร็วรอบ 580 รอบ/นาที จำนวน 9 ครั้ง แต่ละครั้งในการทดลองใช้กุ้ง 500 กรัม เวลาในการกะเทาะเปลือกกุ้งเฉลี่ย 23.4 วินาที มีค่า SD 1.33 กะเทาะได้เนื้อกุ้งเฉลี่ย 267.5 กรัม มีค่า SD 6.21 คิดเป็น 53.51 เปอร์เซ็นต์ เปลือกกุ้งเฉลี่ย 224.5 กรัม มีค่า SD 5.85 คิดเป็น 44.90 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนกุ้งที่ไม่ถูกกะเทาะเปลือกจำนวนเฉลี่ย 3.7 กรัม มีค่า SD 0.83 คิดเป็น 0.67 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณกุ้งที่หายไปเฉลี่ย 4.1 กรัม มีค่า SD 1.54 คิดเป็น 0.82 เปอร์เซ็นต์ จากการเปรียบเทียบการกะเทาะเปลือกกุ้งขาวตากแห้งระหว่างการใช้เครื่องกับการใช้ตาข่ายพบว่าปริมาณเนื้อกุ้งการกะเทาะด้วยเครื่องให้ปริมาณเนื้อกุ้งเฉลี่ย 267.5 กรัม มีค่า SD 6.21 ซึ่งสูงกว่าการกะเทาะโดยใช้ตาข่ายที่ให้ปริมาณเฉลี่ย 238.7 กรัม มีค่า SD 3.07 ปริมาณเปลือกกุ้ง การกะเทาะด้วยเครื่องได้เปลือกกุ้งเฉลี่ย 224.5 กรัม มีค่า SD 5.85 ขณะที่การกะเทาะโดยใช้ตาข่ายได้เฉลี่ย 234.1 กรัม มีค่า SD 3.48 เวลาในการกะเทาะ ทำการการกะเทาะด้วยเปลือกกุ้งโดยใช้เครื่องใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 23.4 วินาที มีค่า SD 1.33 ในขณะที่การกะเทาะเปลือกกุ้งโดยใช้ตาข่ายใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 300 วินาที สรุป

ได้ว่าการกะเทาะกุ้งขาวตากแห้งด้วยเครื่องมีประสิทธิภาพที่มากกว่า เนื่องจากได้ผลผลิตเนื้อกุ้งในปริมาณที่มากกว่า ใช้เวลาในการดำเนินการน้อยกว่า และยังให้ความละเอียดของเปลือกที่ดีกว่าการกะเทาะโดยใช้ดาข่อยอย่างมาก จึงถือว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมกว่าในด้านประสิทธิภาพและผลผลิต

6. ข้อเสนอแนะ

การออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกกุ้งแห้ง สามารถการนำเทคโนโลยีเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เข้ามาประยุกต์ใช้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ลดเวลาให้กับเกษตรกร เพิ่มความรวดเร็วในการปฏิบัติงานลดต้นทุนแรงงาน รวมถึงการควบคุมพลังงาน ทำให้เครื่องทำงานได้อย่างคุ้มค่าและลดการสิ้นเปลืองพลังงานอีกทั้งเป็นการยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้กลุ่มหมู่บ้านชาวบ้านหงษ์ ในอำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี อนาคตที่ทีมงานวิจัยจะพัฒนาต่อยอดเครื่องให้เป็นระบบการแยกเนื้อและเปลือกกุ้งด้วยระบบอัตโนมัติ ใช้ระบบสั่งการด้วยAI

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากคณาจารย์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี และนายชุตินันท์ เกษลักษ์, นายนิรุช คงมา และนายสมชาย ต้องจิตร นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี ที่ได้ช่วยรวบรวมเก็บข้อมูลผลการทดลองในครั้งนี้

8. เอกสารอ้างอิง

- คมวิทย์ ศิริธร, อรรถพล นางแก้ว (2021). ค่าเสียโอกาสจากการทำประมงกุ้งขาวด้วยเครื่องมือโพงพางและอวนลอย: ความจริงที่มองไม่เห็น. *วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อมและความยั่งยืน*, 17(2), 42-59.
- ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์. (2545). *ศาสตร์ของกุ้งขาวลิทพีเนียสแวนนาไม (ตอนที่1)*. ว.สัตว์น้ำ.158: 87-90.
- เพ็ญศรี บุญเรือง, วราทิพย์ สมบุญญฤทธิ, สิริรัตน์ จงฤทธิพร. (2551). *การพัฒนาเทคโนโลยีหลังการจับกุ้งขาว Development on Post-harvest Technology of Pacific White Shrimp (Litopenaeus vannamei)*. กรมประมง
- Ekkapol Tubpond, Apichat Chaiyaporn, Jirasak Songbunkaew, ANALYSIS OF OPTIMAL PARAMETER IN DRY SHRIMP PEELING PROCESS. Vol 8 NO2Jul-Dec2024 *Journal of Science and Technology Thonburi University*.
- Kridsada,V., Kanade,Y., Winai,S., Wirat,Y., (2013). *Coconut Peeler Machine*. Copyright by Faculty of Technical Education Rajamangala University of Technology Krungthep. [in Thai]
- Nuttapong Ruttanadat. (2010). *Young coconut fruit trimming machine*. Bundit Jarimopas (Kasetsart University). Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom (Thailand). Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen. Department of Agricultural Engineering). [in Thai]
- Om, A., Ak, B., Fo, O., & Ge, Z. (2019). Effects of Drying Methods on Quality Attributes of Shrimps. *J Food Process Technol*, 10(1).
- Sun, W., Ji, H., Zhang, D., Zhang, Z., Liu, S., & Song, W. (2022). *Evaluation of Aroma Chaycteristics of Dried Shrimp (Litopenaeus vannamei) Prepared by Five Different Procedures*.Foods,11(21).

อิทธิพลของความเร็วลมต่อการอบแห้งข้าวโพดด้วยตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

Influence of Air Velocity on Drying Corn Using a Solar Dryer

พินยาดา ร่มสุข¹ ฤชณะ รัชยาอินทร์¹ นิวัฒน์ สุขสาม¹ อมรเทพ โทวารภา² และ วิศิษฐ์ ลีลาผาดิกุล^{1*}

Pinyada Ruamsuk¹ Kitsana Raya-in¹ Amorntep Thovarapha² and Wisit Lelaphatikul^{1*}

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ศาลายา

เลขที่ 96 หมู่ 3 ถ.พุทธมณฑล สาย 5 ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170

¹ Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Rattanakosin Salaya

96 Phutthamonthon Sai V Rd., Saraya, Phutthamonthon, Nakhon Pathom 73170.

² ภาควิชาวิศวกรรมยานยนต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม เลขที่ 38 ถนนเพชรเกษม เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10160

² Department of Automotive Engineering, Faculty of Engineering, Siam University

38 Petchkasem Road, Phasi Charoen District, Bangkok 10160

* E-mail: wisit.lee@rmutr.ac.th, Tel. 0-2441-6000 ต่อ 2675

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาเชิงทดลองตู้อบแห้งข้าวโพดพลังงานแสงอาทิตย์ โดยอาศัยหลักการพาความร้อนของอากาศแบบบังคับ เพื่อลดความชื้นของผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งกำหนดความชื้นเริ่มต้นของข้าวโพดร้อยละ 28 มาตรฐานเปียก โดยตู้อบแห้งมีปริมาตรภายใน เท่ากับ 750x750x1,270 มิลลิเมตร กำหนดความเร็วลมในท่อ ที่ทางเข้าตู้อบแห้ง เท่ากับ 4, 8 และ 12 m/s ที่อุณหภูมิการอบแห้งเฉลี่ย เท่ากับ 46 องศาเซลเซียส จากผลการทดสอบสมรรถนะการอบแห้งดีที่สุด พบว่า สามารถลดความชื้นของข้าวโพด ได้เท่ากับร้อยละ 15 มาตรฐานเปียก ที่ความเร็วของลม 12 เมตรต่อวินาที และใช้เวลาการอบแห้งเฉลี่ยประมาณ 5 ชั่วโมง

คำสำคัญ: ตู้อบแห้งข้าวโพดพลังงานแสงอาทิตย์, ความเร็วลมในท่อ, ผลผลิตทางการเกษตร

Abstract

This paper presents an experimental study of a solar corn dryer using the principle of forced air convection to reduce the moisture content of agricultural products. The initial moisture content of corn was set at 28% wet basis. The dryer had an internal volume of 750x750x1,270 millimeters. The air velocity in the pipe at the entrance of the dryer was set at 4, 8, and 12 m/s at an average drying temperature of 46 °C. The best drying performance test results showed that the corn moisture content could be reduced to 15% wet basis at an air velocity of 12 meters per second and the average drying time was approximately 5 hours.

Keywords: A Solar Corn Dryer, Air Velocity in the Pipe, Agricultural Products

1. บทนำ

ข้าวโพดเป็นธัญพืชสำคัญอย่างหนึ่งของโลก รองจากข้าวเจ้าและข้าวสาลี นับเป็นพืชอาหารหลักที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง ในต่างประเทศ เช่น เม็กซิโก อินเดีย อินโดนีเซีย อิตาลี ประชาชนรับประทานข้าวโพดเป็นอาหารประจำวัน ในรูปต่าง ๆ กัน สำหรับในประเทศไทย ข้าวโพดที่ผลิตได้เกือบทั้งหมด ส่งไปจำหน่ายต่างประเทศ การใช้ข้าวโพดเป็นอาหารสัตว์ และอาหารมนุษย์มีน้อย ประเทศไทยมีการปลูกข้าวโพดมาตั้งแต่อดีต แต่ไม่แพร่หลายมากนัก ซึ่งจะเริ่มปลูกกันอย่างกว้างขวาง เมื่อปี 2511 และปริมาณการผลิตได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในปี พ.ศ. 2472 ผลิตผลทั้งประเทศมีเพียง 3.73 ตัน แต่ในปี พ.ศ. 2565-2566 เพิ่มขึ้นเป็น 4.87 ล้านตัน[1] ทั้งนี้เนื่องจากตลาดต่างประเทศต้องการมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ญี่ปุ่น ไต้หวันฮ่องกง และสิงคโปร์ มูลค่าส่งออกเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในปัจจุบันข้าวโพดได้เลื่อนอันดับ จากพืชที่ไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มาเป็นพืชที่มีความสำคัญใกล้เคียงกับข้าวเจ้าและยางพารา ซึ่งเป็นสินค้าออกที่สำคัญเก่าแก่ของประเทศไทยมาช้านาน สำหรับในประเทศไทย อาจกล่าวได้ว่า ข้าวโพดสามารถปลูกได้ดีทุกภาค จังหวัดที่ผลิตข้าวโพดมากในแต่ละภาค เรียงตามปริมาณการผลิตมากไปหาน้อย ดังนี้ ภาคกลางมีจังหวัด เพชรบูรณ์ ลพบุรี นครสวรรค์ สระบุรี พิษณุโลก พิจิตร สุโขทัย และปราจีนบุรี ภาคเหนือมีจังหวัดแพร่ น่าน เชียงราย และเชียงใหม่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีจังหวัด นครราชสีมา ศรีสะเกษ อุบลราชธานี ขอนแก่น และชัยภูมิ ภาคใต้ปลูกมากที่จังหวัด สงขลา สุราษฎร์ธานี และ นครศรีธรรมราช แต่ปัจจุบันข้าวโพดเริ่มจะประสบปัญหาในด้านคุณภาพอันเนื่องมาจากเชื้อราที่เกิดขึ้นในการเก็บรักษา และในขณะขนส่งทางเรือซึ่งใช้เวลานาน ทั้งนี้เพราะประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน ซึ่งมีความชื้นในอากาศสูงเกือบทั้งปี ในบรรดาเชื้อราต่าง ๆ นี้ เชื้อ *Aspergillus Flavus* เป็นเชื้อราที่มีอันตรายค่อนข้างสูง เนื่องจากเชื้อราชนิดนี้สามารถผลิตสารพิษ Aflatoxin ขึ้นมาในระหว่างวงจรของการเจริญเติบโตของมันได้ ซึ่งเป็นสารพิษที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ที่บริโภคเข้าไปจนอาจถึงแก่ชีวิตได้ เชื้อราชนิดนี้เกิดขึ้นได้เพราะเมล็ดข้าวโพดที่ผ่านการกะเทาะและนำมาเก็บรักษานี้ นั้นยังมีความชื้นสูงอยู่ โดยทั่วไปแล้วข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวมาจากไร่ จะถูกนำมาลดความชื้นลงให้เหลือน้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ด้วยวิธีการตากหรืออบแห้งก่อนที่จะนำมากะเทาะเอาเมล็ดออกจากชังและเก็บรักษาไว้เพื่อการส่งจำหน่าย ปริมาณความชื้นดังกล่าวนี้จัดอยู่ในระดับค่อนข้างสูง สำหรับการเก็บรักษาในอุณหภูมิอากาศที่มีลักษณะร้อนชื้น และเป็นผลให้เกิดเชื้อราได้โดยง่าย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565)

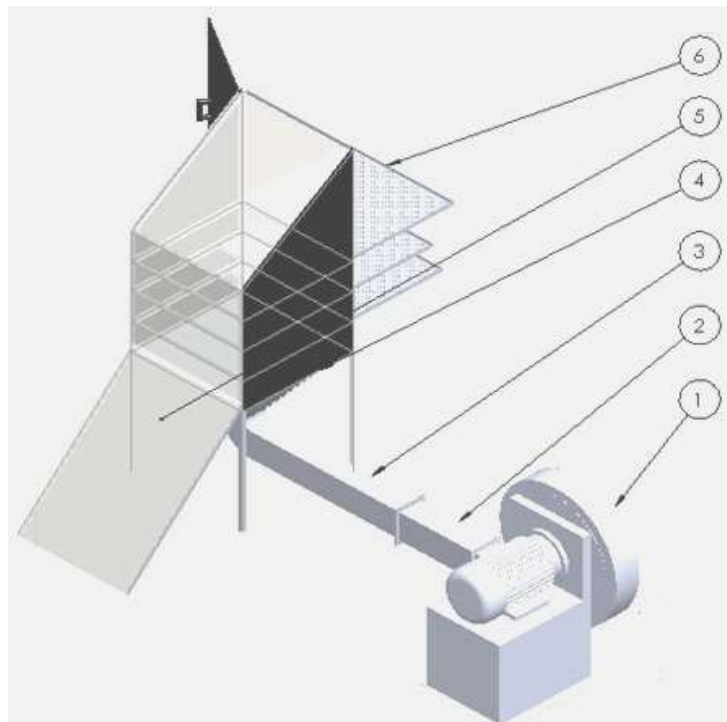
งานวิจัยในอดีตจนถึงปัจจุบันที่เกี่ยวกับการอบแห้งพืชพรรณ ธัญญาหาร รวมถึงผลผลิตทางการเกษตรต่าง ๆ โดยใช้ อุปกรณ์เครื่องมือ/เครื่องจักรกล โดยใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ เป็นแหล่งความร้อนเพื่อใช้ในการอบแห้ง ซึ่งมีการพัฒนามาเป็นลำดับทั้งในต่างประเทศและในประเทศมากมาย เช่น งานวิจัยในต่างประเทศ อาทิเช่น เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกแสงอาทิตย์ต้นทุนต่ำ (Exell, Kornsakoo, 1976) การอบแห้งสับปะรดด้วยอุโมงค์พลังงานแสงอาทิตย์ (Bala, Mondol, Biswas, Das Chowdury, Janjai, 2003) และ การพัฒนาเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์แสงอาทิตย์เอนกประสงค์สำหรับใช้งานในเขตร้อนชื้น (Eddy, Amir, Grandegger, Sumarsono, 1991) และงานวิจัยในประเทศ อาทิเช่น การศึกษาสมรรถนะของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ (Wibulswas, Opaskiatkul, Hanpadungthum, 1977) กระเทียมเก็บพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการอบแห้ง: ด้านเทคนิค (Soponronnarit, Watabutr, Therdyothin, 1986) เครื่องอบผลไม้พลังงานแสงอาทิตย์ (Janjai & Hirunlabh, 1993) การอบแห้งผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (Lelaphatikul, 2024) ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสมท่อลมร้อน (Lelaphatikul, 2020) และ การอบแห้งข้าวเปลือกโดยใช้เทคนิคอากาศทุยภูมิในถังอบแห้ง (Lelaphatikul, 2018) เป็นต้น

ดังนั้นการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการอบแห้ง จึงเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์ในรูปของพลังงานสะอาดที่มีประสิทธิภาพ ไม่เสียค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้ผลิตภัณฑ์หลังจากการอบแห้งที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น อีกทั้งประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพในด้านพลังงานแสงอาทิตย์เกือบทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาการอบแห้งข้าวโพดด้วยตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ โดยศึกษาถึงความเร็วที่เหมาะสมต่อการไหลของอากาศภายในตู้อบแห้ง ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนและมวล ซึ่งจะเป็ปัจจัยที่ทำให้สามารถลดความชื้นของข้าวโพดได้อย่างมีประสิทธิภาพ เทคนิคจากงานวิจัยดังกล่าว จะช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตข้าวโพด ลดเวลาและการปนเปื้อนจากการตากกลางแจ้งการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรได้อีกทางหนึ่ง และยังสามารถนำองค์ความรู้ไปต่อยอดการอบแห้งกับผลผลิตทางการเกษตรชนิดอื่น ๆ ต่อไป

2. ระเบียบวิธีวิจัย

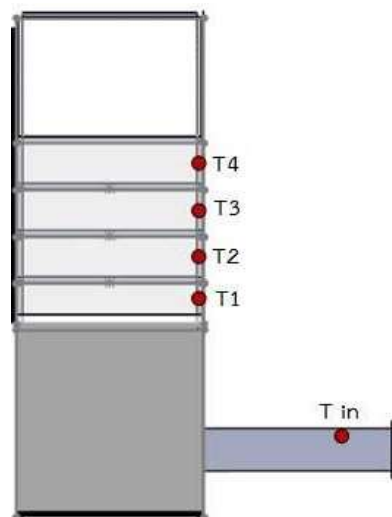
2.1 ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

ตู้อบมีลักษณะเป็นตู้กระจกใสทรงสี่เหลี่ยม ขนาด 750×750×1270 มิลลิเมตร แบ่งเป็นชั้นๆเพื่อสำหรับวางถาดบรรจุผลิตภัณฑ์ ชั้นตากผลผลิตทางการเกษตรเป็นแบบถาด มีจำนวนทั้งหมด 3 ถาด แต่ละถาดวางห่างกัน 250 มิลลิเมตร มีขนาด กว้าง 750 มิลลิเมตร ยาว 750 มิลลิเมตร ด้านข้างของชั้นวางผลิตภัณฑ์ทำจากเหล็กฉากขนาด 38.1 มิลลิเมตร x 38.1 มิลลิเมตร แผ่นชั้นวางผลผลิตการเกษตรทำจากแผ่นสแตนเลสเจาะรูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร เพื่อให้อากาศร้อนสามารถไหลผ่านได้สะดวก ชุดแผ่นเก็บรังสีดวงอาทิตย์ ประกอบด้วย ตัวแผ่นเก็บรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Collector) ที่ทำจากแผ่นสังกะสีตัดเป็นสี่เหลี่ยม มีลักษณะเป็นลอนๆ นำมาพ่นสีดำ เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ มีขนาด 750 X 1000 ตารางมิลลิเมตร ติดตั้งกับตู้อบแห้งเอียงทำมุม 45 องศา กับแนวระดับ ท่อลมแบ่งท่อเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่ง คือ ท่อ มีความยาว 1700 มิลลิเมตร ความสูง 170 มิลลิเมตร ความกว้าง 140 มิลลิเมตร และส่วนที่ 2 คือ ท่อที่มีไว้สำหรับขยายขนาดของท่อลม ทำให้ลมเข้าสู่ส่วนของตู้บรรจุผลิตภัณฑ์ ด้านล่างมีขนาด ความกว้าง 140 มิลลิเมตร ความยาว 170 มิลลิเมตร ด้านบนมีลักษณะรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีขนาดความกว้าง 700 มิลลิเมตร และความยาว 700 มิลลิเมตร ใช้มอเตอร์ขนาด 1/3 แรงม้า ใช้กระแสไฟ 1 เฟส ความเร็วรอบ 1,450 รอบต่อนาที จะถูกควบคุมอัตราการหมุนของมอเตอร์ด้วยอินเวอร์เตอร์ และมี Thermocouple Type J ที่สามารถวัดอุณหภูมิในช่วง 0 ถึง 400C มีค่าความคลาดเคลื่อน 1.5C เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงภายในตู้อบแบบ Real-Time แล้วส่งสัญญาณตัวเลขออกมาที่หน้าจอ Digital temperature indicator ยี่ห้อ Digicon รุ่น ID-8 มีหน้าที่รับสัญญาณค่าของอุณหภูมิมาจาก Thermocouple แล้วแสดงผลเป็นตัวเลขในช่วง 0 ถึง 400C และ Temperature switch ยี่ห้อ Digicon รุ่น TS-85V มีหน้าที่สลับสัญญาณจาก Thermocouple ไปยัง Temperature indicator



1. Blower 2. Inverter 3. Air tube 4. Thermocouple type J 5. Solar Collector 6. Tray

ภาพที่ 1 (ก) ชุดทดลองตู้อบแห้ง



ภาพที่ 1 (ข) ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง

จากภาพที่ 1 (ข) แสดงถึงตำแหน่งการวางถาดอบแห้งข้าวโพดและตำแหน่งวัดอุณหภูมิ โดยถาดล่าง (Bot tray) อยู่ระหว่างกลางของตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิที่จุด T1 และ T2 ส่วนถาดกลาง (Mid tray) อยู่ระหว่างกลางของตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิที่จุด T2 และ T3 และ ถาดบน (Top tray) อยู่ระหว่างกลางของตำแหน่งที่ทำการวัดอุณหภูมิที่จุด T3 และ T4

2.2 วิธีการทดลอง

ในการทดลองการอบแห้งจะเริ่มทำการทดลองเวลา 10.00-17.00 น. ของทุกวัน ในช่วงระหว่างวันที่ 15 พฤศจิกายน ถึง 24 ธันวาคม 2567 ณ ตึกปฏิบัติการคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตศาลายา จังหวัดนครปฐม โดยจะใช้ผลผลิตทางการเกษตร คือ ข้าวโพด ครั้งละ 15 กิโลกรัม แบ่งเฉลี่ยออกเป็นจำนวน 3 ถาด เริ่มต้นอบจะมีความชื้นประมาณร้อยละ 28 มาตรฐานเปียก ในการทดลองแต่ละครั้ง จะดำเนินการต่อไปนี้

1) ชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของเมล็ดข้าวโพดที่จะอบ และนำตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่กล่องบรรจุตัวอย่างที่มีรูพรุน แล้วนำไปวางภายในตู้อบแห้งโดยให้กล่องตัวอย่างจมอยู่ในมวลของผลิตภัณฑ์

2) นำเมล็ดข้าวโพดที่เตรียมไว้มาชั่งมวลด้วยเครื่องชั่งแบบดิจิทัล (ยี่ห้อ SNOWREX รุ่น NV-15) แบ่งข้าวโพดทั้งหมดออกเป็น 3 ถาดเท่าๆกัน โดยเกลี่ยข้าวโพดให้มีความหนาสม่ำเสมอทั่วทั้งถาด ซึ่งแต่ละถาดจะมีปริมาณข้าวโพด 5 กิโลกรัม ในแต่ละถาดจะมีการสุ่มตัวอย่างข้าวโพด 3 ตำแหน่ง คือ ขอบถาดด้านซ้าย ตรงกลางถาด และขอบถาดด้านขวา เพื่อมาเก็บน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงจากการอบแห้งในช่วงเวลาต่างๆ ดังภาพที่ 2 (ก)



ภาพที่ 2 (ก) การจัดเรียงข้าวโพดลงบนถาด



ภาพที่ 2 (ข) ตำแหน่งติดตั้ง Thermocouple

3) จากนั้นนำข้าวโพดที่เตรียมไว้ ไปวางไว้ในตูบแห้ง แล้วจึงปิดประตูตูบ ควรปิดประตูให้สนิท จากนั้นจึงเริ่มอ่านค่าอุณหภูมิในแต่ละจุด อาทิเช่น อุณหภูมิบรรยากาศภายนอก อุณหภูมิภายในตูบทั้งหมด 5 ตำแหน่ง ดังภาพที่ 1(ข) และ 2(ข)

4) กำหนดวัดความเร็วของลมในท่อ (เครื่องวัดความเร็วลม Testo 480) ที่ 4 m/s โดยใช้ Inverter ในการควบคุมความเร็วของ Blower ในการปรับไล่ความชื้นของข้าวโพด

5) ทำการบันทึกผลการทดลองทุกครั้งชั่วโมง โดยเก็บข้อมูลของข้าวโพด ได้แก่ มวล อุณหภูมิ และความชื้นที่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา ซึ่งการวัดความชื้นนั้น จะใช้เครื่องวัดความชื้น (ยี่ห้อ EE-KU รุ่น เกษตร 60 ปี: Version 9) จนได้ค่าความชื้นสุดท้ายตามที่ต้องการ ในการทดลองครั้งนี้ความชื้นสุดท้ายที่ต้องการของข้าวโพดคือ ความชื้นประมาณร้อยละ 15 มาตรฐานเปียก

6) ทำการทดลองซ้ำอีก 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

7) ทำการทดลองซ้ำข้อ 2.2.1-2.2.6 โดยเปลี่ยนความเร็วของลมในท่อจาก 4 m/s เป็น 8 m/s และ 12 m/s ตามลำดับ บันทึกผลการทดลอง โดยสมการคำนวณหาปริมาณน้ำที่ต้องการระเหยจากผลิตภัณฑ์ [5]

$$m_w = m_i \left[\frac{M_i - M_f}{100 - M_f} \right] \quad (1)$$

โดย m_w คือ มวลของน้ำระเหยจากผลิตภัณฑ์ ที่พิจารณา (kg)

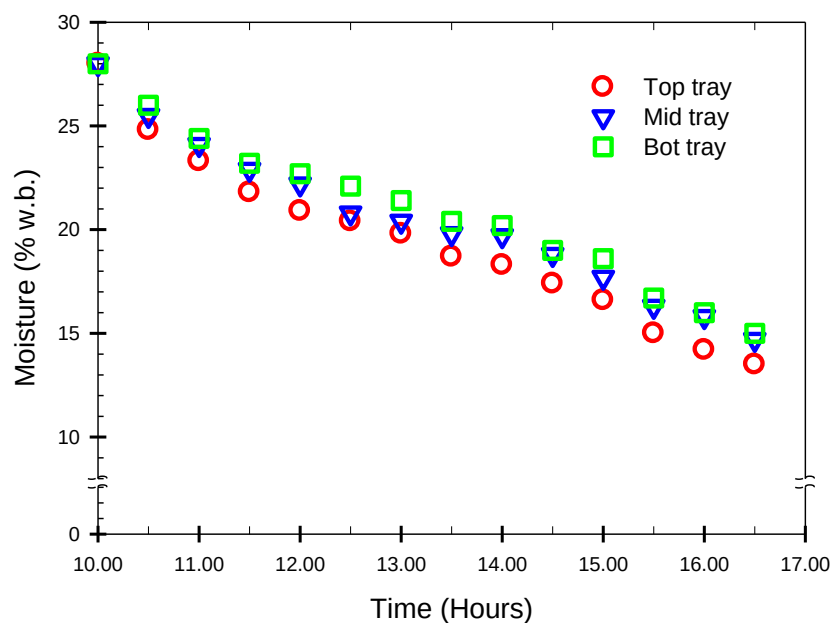
m_i คือ มวลของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการอบแห้ง (kg)

M_i คือ ความชื้นของผลิตภัณฑ์ (% w.b.)

M_f คือ ความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำแห้ง (% w.b.)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

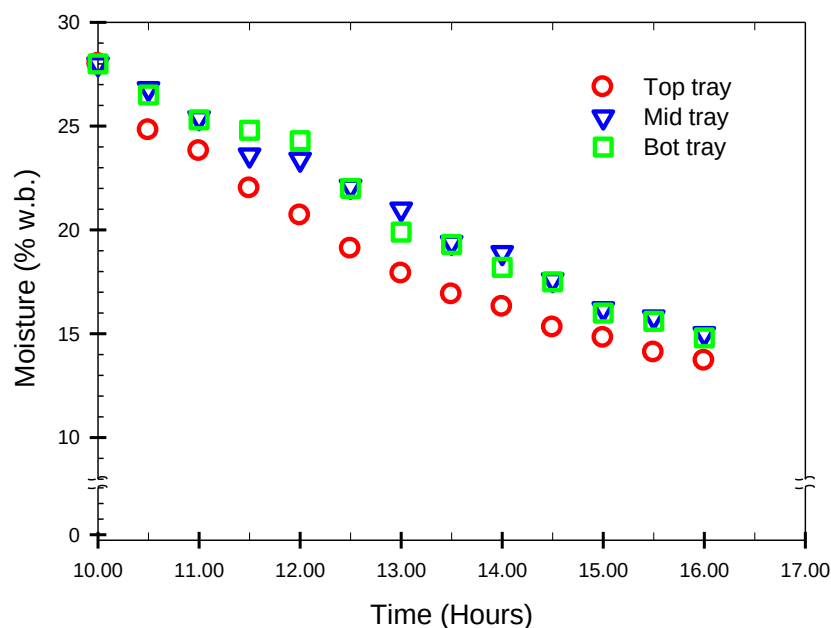
3.1 ผลของอัตราการลดความชื้นของข้าวโพดต่อระยะเวลาของการอบแห้ง



ภาพที่ 3 อัตราการลดความชื้นของข้าวโพดต่อระยะเวลาของการอบแห้ง ที่ความเร็วลมร้อน 4 m/s

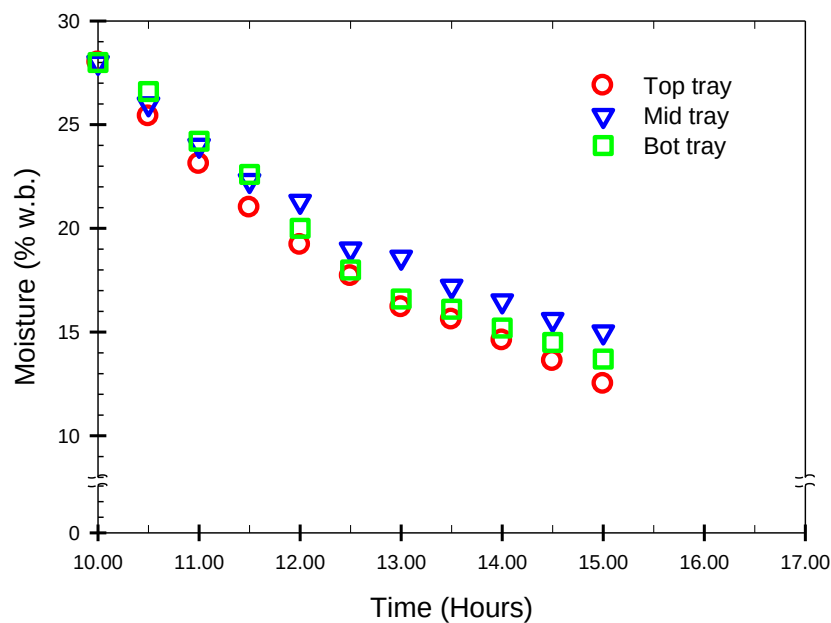
จากภาพที่ 3 อัตราการลดความชื้นของข้าวโพดต่อระยะเวลาของการอบแห้งที่ใช้ความเร็วลมที่ 4 m/s อบข้าวโพดที่มีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ยร้อยละ 28 มาตรฐานเปียก ให้มีความชื้นสุดท้ายเฉลี่ยร้อยละ 15 มาตรฐานเปียก โดยถาดล่างจะได้รับความ

ร้อนโดยตรงจากอากาศร้อนที่ไหลผ่าน Solar Collector และไหลเข้าทางช่องอากาศใต้ถาดล่าง ทำให้ความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว ในช่วงระยะเวลา 10.00-10.30 น. และต่อจากเวลาที่ 10.30 น. ขึ้นไป จะมีอัตราการลดลงของความชื้นอย่างต่อเนื่อง ส่วนถาดกลางจะได้รับความร้อนที่เหลือจากกระบวนการลดความชื้นของข้าวโพดในถาดล่าง จะพบว่าในช่วงระยะเวลา 10.00-10.30 น. จะมีอัตราการลดลงของความชื้นในปริมาณมาก และต่อจากเวลาที่ 10.30 น. ขึ้นไปมีอัตราการลดลงของปริมาณความชื้นอย่างต่อเนื่อง เช่นเดียวกับถาดล่าง ส่วนถาดบนจะได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรงและผลของลมร้อน ที่เหลือจากกระบวนการลดความชื้นของข้าวโพดในถาดล่างและถาดกลางมา ทำให้มีแนวโน้มเช่นเดียวกับถาดล่างและถาดกลาง แต่มีอัตราการลดความชื้นเร็วกว่าถาดล่างและถาดกลาง ดังที่ได้กล่าวมา โดยใช้เวลาเฉลี่ยในการอบแห้งในการลดความชื้นของข้าวโพดประมาณ 6.5 ชั่วโมง



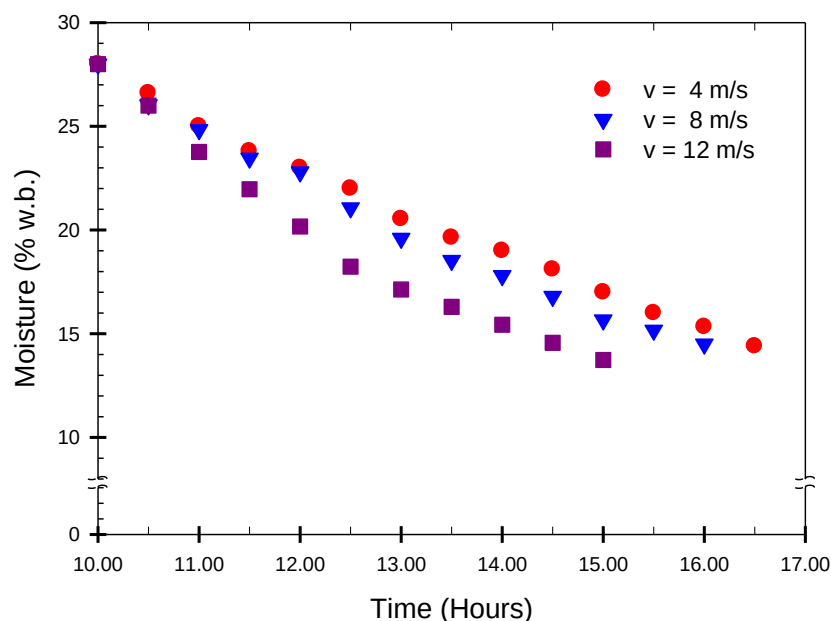
ภาพที่ 4 อัตราการลดความชื้นของข้าวโพดต่อระยะเวลาของการอบแห้ง ที่ความเร็วลมร้อน 8 m/s

จากภาพที่ 4 อัตราการลดความชื้นของข้าวโพดต่อระยะเวลาของการอบแห้งที่ใช้ความเร็วลมที่ 8 m/s อบข้าวโพดที่มีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ยร้อยละ 28 มาตราฐานเปียก ให้มีความชื้นสุดท้ายเฉลี่ยร้อยละ 15 มาตราฐานเปียก โดยมีแนวโน้มพฤติกรรมลดความชื้น เช่นเดียวกับภาพที่ 3 แต่พบว่าการเปลี่ยนแปลงความชื้นของข้าวโพดในแต่ละถาด (ถาดล่าง-ถาดกลาง-ถาดบน) ในแต่ละช่วงเวลามีการลดความชื้นเร็วกว่าภาพที่ 3 ซึ่งแสดงได้ว่าความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนและมวลในแต่ละถาดภายในตู้อบแห้ง ทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งข้าวโพดลดลงเหลือประมาณ 6 ชั่วโมง



ภาพที่ 5 อัตราการลดความชื้นของข้าวโพดต่อระยะเวลาของการอบแห้ง ที่ความเร็วลมร้อน 12 m/s

จากภาพที่ 5 อัตราการลดความชื้นของข้าวโพดต่อระยะเวลาของการอบแห้งที่ใช้ความเร็วลมที่ 12 m/s โดยมีแนวโน้มพฤติกรรมลดความชื้น เช่นเดียวกับภาพที่ 3 และ 4 แต่พบว่าการเปลี่ยนแปลงความชื้นของข้าวโพดในแต่ละภาค (ภาคล่าง-ภาคกลาง-ภาคบน) รวดเร็วกว่าทั้งภาพที่ 3 และ 4 และใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงได้ว่าเป็นระดับความเร็วลมที่เหมาะสม จึงมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนและมวล ในแต่ละภาคภายในตู้อบแห้ง ทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งน้อยที่สุดเหลือประมาณ 5 ชั่วโมง

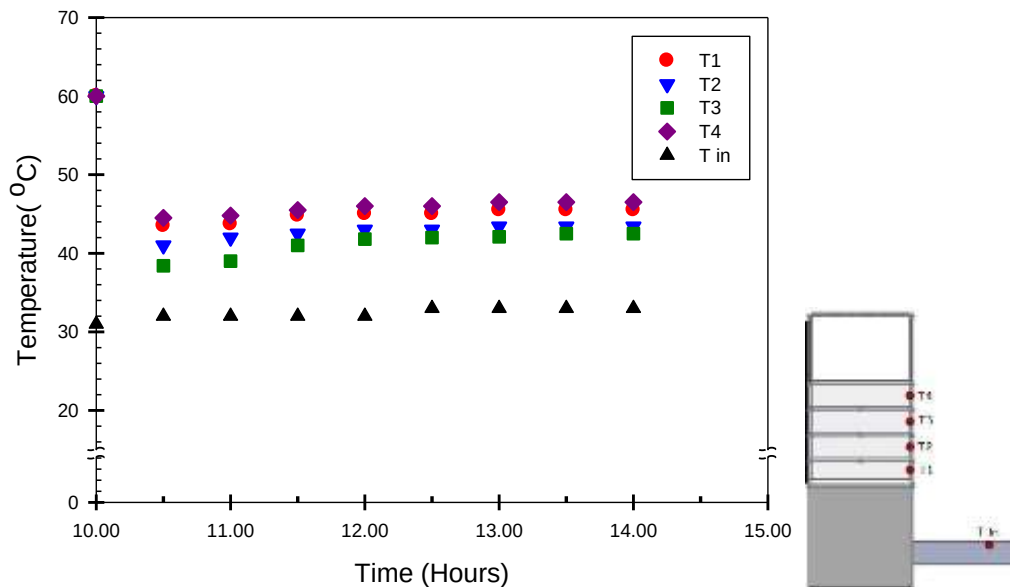


ภาพที่ 6 อัตราการลดความชื้นของข้าวโพดเฉลี่ยในตู้อบแห้งที่ความเร็วลมร้อน 4, 8 และ 12 m/s ต่อระยะเวลาของการอบแห้ง

จากภาพที่ 6 เปรียบเทียบอัตราการลดความชื้นของข้าวโพดต่อระยะเวลาของการอบแห้งที่มีความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ยร้อยละ 28 มาตรฐานเปียก ให้มีความชื้นสุดท้ายเฉลี่ยประมาณร้อยละ 15 มาตรฐานเปียก โดยใช้ความเร็วลมร้อนที่ 4, 8 และ 12 m/s จะ

ใช้เวลาในการอบแห้งลดความชื้นประมาณ 6.5, 6.0 และ 5.0 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มความเร็วลมมีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนและมวลในการอบแห้งข้าวโพดในตู้อบแห้งอย่างมีนัยสำคัญ

3.2 ผลของการกระจายอุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง



ภาพที่ 7 การกระจายตัวของอุณหภูมิต่อระยะเวลาการอบแห้งที่ความเร็วลมร้อนที่ 12 m/s ภายในตู้อบแห้ง

พบว่า ที่ตำแหน่ง T4 สามารถวัดอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งสูงสุด เนื่องจากได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรงผ่านเพดานส่วนบนสุดของตู้อบแห้งที่เป็นวัสดุทำจากกระจกใส ซึ่งอุณหภูมิภายในตู้อบมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงที่ 1 คือในช่วงเวลาที่ 0-0.5 ชั่วโมงแรก (10.00-10.30 น.) จะพบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่ลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากความร้อนที่ได้จากลมร้อนของพลังงานแสงอาทิตย์ถูกถ่ายเทไปยังข้าวโพดในถาดเพื่อลดความชื้น ทำให้อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งลดลง ในช่วงที่ 2 คือในช่วงเวลาที่ 0.5-2.5 ชั่วโมง (10.30-12.30 น.) จะพบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่เริ่มเพิ่มขึ้นเนื่องจากความชื้นข้าวโพดในถาดเริ่มถูกถ่ายเทไปยังอากาศที่ไหลเวียนภายใน ทำให้อากาศร้อนจากแสงอาทิตย์ที่ไหลผ่านจาก Solar Collector เข้าสู่ตู้อบแห้งฯ ส่งผลให้อุณหภูมิสะสมภายในเริ่มสูงขึ้น และช่วงที่ 3 คือตั้งแต่ช่วงเวลาที่ 3.0 ชั่วโมง (13.00 น.) เป็นต้นไป จะพบได้ว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่คงที่ เนื่องจากอากาศร้อนภายในที่ไหลผ่านข้าวโพดในถาด นำความชื้นออกจากตู้อบแห้งสู่บรรยากาศทางส่วนบนของตู้อบแห้งฯ ทำให้อุณหภูมิภายในเริ่มคงที่ สาเหตุจากความชื้นภายในข้าวโพดที่ลดลง ส่วนที่ตำแหน่ง T2 สามารถวัดอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งผ่านข้าวโพดถาดล่าง พบว่าอุณหภูมิที่วัดได้ลดลงจากตำแหน่ง T1 เนื่องจากพลังงานความร้อนบางส่วน สูญเสียไปในกระบวนการลดความชื้นของข้าวโพดในถาดล่าง โดยอุณหภูมิที่ตำแหน่ง T2 และ T3 จะพบว่าอุณหภูมิที่วัดได้ภายในตู้อบมีแนวโน้มเช่นเดียวกับที่ตำแหน่ง T1 จากการพิจารณาการกระจายอุณหภูมิภายในที่ตำแหน่ง T1 ถึง T4 ในแต่ละช่วงเวลา จะเฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง 4-7°C แสดงถึงความเร็วลมมีผลต่อการกระจายความร้อนภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ จากถาดชั้นล่างจนมาถึงถาดชั้นบน

4. สรุปผล

4.1 การเพิ่มความเร็วลมมีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนและมวลในการอบแห้งข้าวโพดในตู้อบแห้งอย่างมีนัยสำคัญ โดยปริมาณความชื้นภายในของผลผลิตก่อนการอบแห้ง ก็ต้องมีการควบคุมปัจจัยพื้นฐานภายนอกเป็นอย่างดี เช่น อุณหภูมิและความชื้น จึงสามารถลดความชื้นด้วยกรรมวิธีต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 ความเร็วของลมร้อนภายในตู้อบแห้งที่เหมาะสมจากการทดลอง คือ ที่ความเร็วลมร้อน 12 m/s เนื่องจากสามารถกระจายความร้อนได้อย่างทั่วถึง จึงสามารถลดความชื้นในข้าวโพดได้ดีกว่า ที่ความเร็วลมร้อน 4 และ 8 m/s โดยความเร็วลมร้อนที่เหมาะสมจะสามารถพาเอาความชื้นจากเมล็ดข้าวโพดออกจากตู้อบแห้งได้ ไม่ทำให้เกิดการสะสมความชื้นภายในตู้อบ ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เวลาในการอบแห้งลดลง

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ การสนับสนุนทุนการทำวิจัยจาก สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ และขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์เครื่องมือวัดต่าง ๆ

6. เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2565-2566). สถานการณ์การผลิตและการตลาดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โลก, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <https://oae.go.th/home/article/475>
- Bala, B. K., Mondol, M.R.A., Biswas, B.K., Das Chowdury B. L., Janjai. S. (2003). Solar drying of pineapple using solar tunnel dryer. *Renewable Energy*, 128, 183-190.
- Eddy, J., Amir, K., Grandegger, Esper, A. Sumarsono, M., (1991). Development of a multi-purpose solar tunnel dryer for use in humid tropics, *Renewable Energy*. 1(1), 167-176.
- Exell, R.H.B., Korsakoo, S. (1976). A low-cost solar rice dryer, *Appropriate Technology*, 5, 23-25.
- Janjai, S. & Hirunlabh, J. (1993). Experimental study of solar fruit dryer. *Proceeding of the ISES Solar World Congress, Budapest*. 8,123-128.
- Lelaphatikul W. (2018). Experimental Study of Drying of Paddy by the Secondary Air Technique in a Drying Tank. *Proceeding of the 32nd Conference of the Mechanical Engineering Network of Thailand (ME-NETT) ; 2018 July 3-6, Mukdahan Grand Hotel, Mukdahan, Thailand*.
- Lelaphatikul W. (2020). A Solar Drying Cabinet Mix Hot Air Tube. *Proceeding of the 34th Conference of the Mechanical Engineering Network of Thailand (ME-NETT); 2020 July 14-17, Wora Wana Huahin Hotel-Convention Hotel, Prachuapkhirikhan, Thailand*
- Lelaphatikul W. (2024). Experimental Study of Drying Agricultural Products Using a Solar-Powered. *Engineering Journal of Siam University*. 25(1), 43-51.
- Soponronnarit, S., Watabutr, W., Therdyothin, A. (1986). A drying-storage solar hut: The technical aspect. *Renewable Energy Review Journal*, 8(1), 49-60.
- Wibulswas, P., Opaskiatkul, S. Hanpadungthum, S. (1977). Performance of a solar cabinet dryer. *Proceeding of Renewable Energy and Application: Bangkok*,

การพัฒนาเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติด้านวิศวกรรม Development of a Mini CNC Milling Machine to Support Practical Learning in Engineering Education

ณัฐพล ทิรัก¹ ภาณุวัฒน์ ชาทะพันธ์² จักรพันธ์ เปี้ยจันทิก² ชิตวร บรรเทา²

ศศิธร พยัคฆ์ทอง³ และ สมเกียรติ หมายถมกลาง^{4*}

Natthaphon Tirak¹ Phanuwat Chataphan² Jakraphan Piajanthuek² Chittauaon Banthao²
Sasithorn Payakthong³ and Somkiat Maithomklang^{4*}

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมบูรณาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์บูรณาการและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

¹ Department of Integrated Engineering, Faculty of Integrated Engineering and Technology,
Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chonburi, 20110

² สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์บูรณาการและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

² Department of Industrial Engineering, Faculty of Integrated Engineering and Technology,
Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chonburi, 20110

³ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

³ Department of Mechanical Education, Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

⁴ สาขาวิชาวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

⁴ Department of Mechatronics and Robotics Engineering, School of Engineering and Innovation,
Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chonburi, 20110

* e-mail somkiat_ma@rmutto.ac.th; Tel. 089-035-5644

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเครื่องกัดซีเอ็นซีถือเป็นเทคโนโลยีสำคัญในระบบการผลิตและการเรียนการสอนด้านวิศวกรรม เนื่องจากสามารถผลิตชิ้นงานที่มีความแม่นยำและซับซ้อนได้ อย่างไรก็ตาม เครื่องเชิงพาณิชย์ที่มีจำหน่ายทั่วไปมักมีต้นทุนสูงและใช้งานซับซ้อน ทำให้สถานศึกษาโดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษาหรืออาชีวศึกษาขาดโอกาสในการเรียนรู้เชิงปฏิบัติอย่างทั่วถึง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กแบบสามแกนต้นทุนต่ำ เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ โดยมีกระบวนการดำเนินการประกอบด้วย การออกแบบเครื่องจักรโดยใช้โปรแกรม SolidWorks การสร้างต้นแบบด้วยเหล็กกล่องและแผ่นเหล็กแบน การติดตั้งระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์และรางสไลด์เชิงเส้น และการควบคุมด้วยบอร์ด CNC 5Axis Mach3 ร่วมกับซอฟต์แวร์ Mach3 พร้อมระบบมอเตอร์ขับเคลื่อน 3,000 วัตต์ ขนาดพื้นที่กัด 300×300×150 มิลลิเมตร (แกน X, Y, Z ตามลำดับ) เครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นถูกทดสอบโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การเคลื่อนที่ของแกน X, Y และ Z การกัดชิ้นงานรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน (สี่เหลี่ยมจตุรัส วงกลม หกเหลี่ยม) และการกัดชิ้นงานที่มีรายละเอียดซับซ้อน (ตัวอักษร ร่องโค้ง มุมเฉียง) ผลการวัดค่าด้วยเครื่องมือวัดละเอียดเปรียบเทียบกับแบบ CAD พบว่า เครื่องสามารถผลิตชิ้นงานได้ใกล้เคียงกับค่าที่กำหนด โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.000–1.153% ชิ้นงานที่มีความแม่นยำสูงสุดคือรูปทรงกลม (คลาดเคลื่อน 0.332%) ขณะที่รูปทรงหกเหลี่ยมมีค่าคลาดเคลื่อนมากที่สุด (4.031%) เนื่องจากการเปลี่ยนทิศทางของหัวกัดบ่อยครั้ง ทั้งนี้เครื่องต้นแบบแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการใช้งานเพื่อการเรียนการสอนด้านวิศวกรรม โดยเฉพาะในรายวิชาที่เน้นการใช้เทคโนโลยี CAD/CAM และระบบควบคุมอัตโนมัติ และยังสามารถต่อยอดไปสู่การผลิตชิ้นส่วนต้นแบบหรือใช้ในโครงการวิจัยระดับนักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็ก, การกัดชิ้นงาน, การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ, ระบบควบคุม

Abstract

Currently, CNC milling machines are considered a vital technology in manufacturing systems and engineering education due to their ability to produce precise and complex workpieces. However, commercially available machines are often expensive and complicated to operate, limiting practical learning opportunities—particularly in vocational and higher education institutions. This research aims to design and develop a low-cost, three-axis mini-CNC milling machine to support hands-on learning. The development process involves designing the machine with SolidWorks, building a prototype using box steel and flat steel plates, setting up a drive system with ball screws and linear guides, and using a CNC 5-Axis Mach3 control board along with Mach3 software to control it. The spindle motor system delivers 3,000 watts of power, and the machine supports a working area of 300×300×150 mm for the X, Y, and Z axes, respectively. The prototype was tested through three experimental categories: linear motion along the X, Y, and Z axes; basic geometric shape milling (e.g., square, circle, hexagon); and milling of complex features such as letters, curves, and angled cuts. Precision measuring instruments were used to compare the machined dimensions against CAD specifications. The results indicated that the prototype could produce parts with dimensional accuracy ranging from 0.000% to 1.153% deviation. The highest accuracy was observed in circular parts (0.332%), while hexagonal parts showed the highest deviation (4.031%) due to frequent tool direction changes. Overall, the prototype demonstrated sufficient accuracy and operational stability for use in engineering education, particularly in CAD/CAM and automation control courses. Moreover, it shows potential for application in student-led prototyping projects and research.

Keywords: Mini-CNC milling machine, Milling, Hands-on learning, Control system

1. บทนำ

ในยุคของการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว ระบบการผลิตในภาคอุตสาหกรรมมีแนวโน้มมุ่งสู่ความแม่นยำ ความรวดเร็ว และการทำงานแบบอัตโนมัติ ซึ่งเทคโนโลยีเครื่องจักรกลควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ หรือที่เรียกว่าเครื่องกัดซีเอ็นซี (computer numerical control, CNC) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการตอบสนองความต้องการดังกล่าว เครื่องกัดซีเอ็นซีสามารถผลิตชิ้นงานที่ซับซ้อน มีความละเอียดสูง และสามารถทำซ้ำได้อย่างสม่ำเสมอ จึงได้รับการใช้งานอย่างแพร่หลายในทั้งระดับอุตสาหกรรมและการศึกษา (Choi, S., & Kim, H., 2020) อย่างไรก็ตาม แม้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะเป็นเครื่องมือสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตยุคใหม่ แต่ในบริบทของสถานศึกษา โดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษาหรืออาชีวศึกษาในประเทศไทย กลับยังมีข้อจำกัดในการเข้าถึงเทคโนโลยีดังกล่าว เนื่องจากต้นทุนการจัดซื้อและการบำรุงรักษาที่ค่อนข้างสูง ส่งผลให้นักศึกษาขาดโอกาสในการฝึกฝนทักษะด้านการออกแบบและกระบวนการผลิตจริง ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการเตรียมความพร้อมก่อนเข้าสู่ภาคอุตสาหกรรม (สมมาตร พรหมพุด, 2565) เพื่อตอบสนองต่อปัญหาดังกล่าว มีความพยายามในการออกแบบและสร้างเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กที่มีต้นทุนต่ำ ใช้งานง่าย และเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของการเรียนการสอนในสถานศึกษา

โดยเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กยังสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (experiential learning) ในลักษณะการเรียนรู้แบบโครงงาน (project-based learning) และกิจกรรมแบบบูรณาการ STEM/STEAM ซึ่งช่วยให้นักศึกษาได้ฝึกฝนทักษะทางเทคนิคและการคิดวิเคราะห์เชิงวิศวกรรม (สุรเชษฐ์ อธิบุญมาศ, 2567) ในหลักสูตรทางวิศวกรรมศาสตร์ การฝึกปฏิบัติกับเครื่องจักรกลจริงเป็นหัวใจสำคัญในการเรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการฝึกออกแบบ กระบวนการควบคุม และการประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการมีเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กไว้ใช้ในการเรียนการสอนจึงเป็นแนวทางที่ช่วยพัฒนาทักษะของนักศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน ที่ผ่านมามีงานวิจัยที่มุ่งเน้นการพัฒนาเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กในรูปแบบต่าง ๆ เช่น Aniket T. Suryawanshi et al. (2020) และ Khan A. et al. (2018) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องกัด CNC 3 แกน ต้นทุนต่ำโดยใช้ฮาร์ดแวร์ Arduino และซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส ซึ่งให้ความแม่นยำระดับไมครอนและรองรับการกัดเส้นโค้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่งานของ Zammeri Abd Rahman et al. (2023) นำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องกัด CNC แบบตั้งโต๊ะขนาดเล็ก 3 แกน ต้นทุนต่ำ โดยใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปและควบคุมด้วยซอฟต์แวร์ Mach3 เพื่อให้เหมาะกับการเรียนการสอน

ในสถาบันศึกษาด้านเทคโนโลยี อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมาแม้จะช่วยลดต้นทุนและขนาดของเครื่องกัดซีเอ็นซี แต่ยังขาดการออกแบบโดยเฉพาะเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติอย่างเป็นระบบในระดับอุดมศึกษา ทั้งในแง่ของความเหมาะสมต่อสื่อการเรียนรู้ การเชื่อมโยงกับเนื้อหาหลักสูตร และการใช้งานจริงในบริบทของสถานศึกษา จากช่องว่างดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กที่มีต้นทุนต่ำ มีความแม่นยำ สามารถใช้กัดวัสดุพื้นฐานอย่างไม้และอะลูมิเนียม และเหมาะสมกับการใช้เป็นสื่อการเรียนรู้เชิงปฏิบัติในระดับอุดมศึกษาด้านวิศวกรรม โดยเน้นการออกแบบให้รองรับการใช้งานจริงภายในสถานศึกษา ทดแทนการนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศ ตลอดจนประเมินความคลาดเคลื่อนของชิ้นงานในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อพัฒนาต้นแบบเครื่องที่มีความเสถียร ปลอดภัย และส่งเสริมทักษะเชิงวิศวกรรมของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กแบบสามแกนให้เหมาะกับการเรียนรู้เชิงปฏิบัติด้านวิศวกรรม โดยดำเนินการตามขั้นตอนหลัก ได้แก่ การออกแบบเครื่องจักร การสร้างต้นแบบ การติดตั้งระบบควบคุม และการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องจักร ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 การออกแบบเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กแบบสามแกน

การออกแบบเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กในงานวิจัยนี้เริ่มต้นจากการกำหนดขอบเขตและคุณลักษณะเชิงฟังก์ชันของเครื่องจักรให้สอดคล้องกับการใช้งานในบริบทของสถานศึกษา โดยมีเป้าหมายเพื่อให้เกิดความเหมาะสมทั้งด้านขนาด

ความแข็งแรง ความแม่นยำ ต้นทุนที่สามารถจัดทำได้ และง่ายต่อการบำรุงรักษา พื้นที่ทำงานของเครื่องถูกกำหนดให้สามารถกัดชิ้นงานได้ในระยะ 300 มิลลิเมตร สำหรับแกน X และ Y และ 150 มิลลิเมตร สำหรับแกน Z โครงสร้างหลักเลือกใช้วัสดุเหล็กกล่องและเหล็กแบน เพื่อให้มีความแข็งแรงเพียงพอและประหยัดต้นทุน ในขณะที่ระบบขับเคลื่อนใช้บอลสกรูและรางเลื่อนเชิงเส้น (linear guide) เพื่อรองรับความแม่นยำในการเคลื่อนที่ และเลือกใช้สปินเดิลที่รองรับดอกกัดขนาด 6-12 มิลลิเมตร พร้อมกำลังไฟฟ้า 3,000 วัตต์ โดยเครื่องถูกออกแบบโดยใช้โปรแกรม SolidWorks ซึ่งสามารถจำลองภาพสามมิติเพื่อให้เห็นรายละเอียดโครงสร้างทั้งหมดอย่างชัดเจน พร้อมวิเคราะห์ตำแหน่งติดตั้งของอุปกรณ์ต่าง ๆ อย่างมีระบบ ดังแสดงในรูปที่ 1

การออกแบบมีลักษณะแบบแยกส่วนเพื่อให้สะดวกต่อการประกอบ การปรับปรุง และการดูแลรักษาในระยะยาว อีกทั้งยังคำนึงถึงหลักความปลอดภัยในระหว่างการใช้งานโดยเฉพาะในบริบทของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา

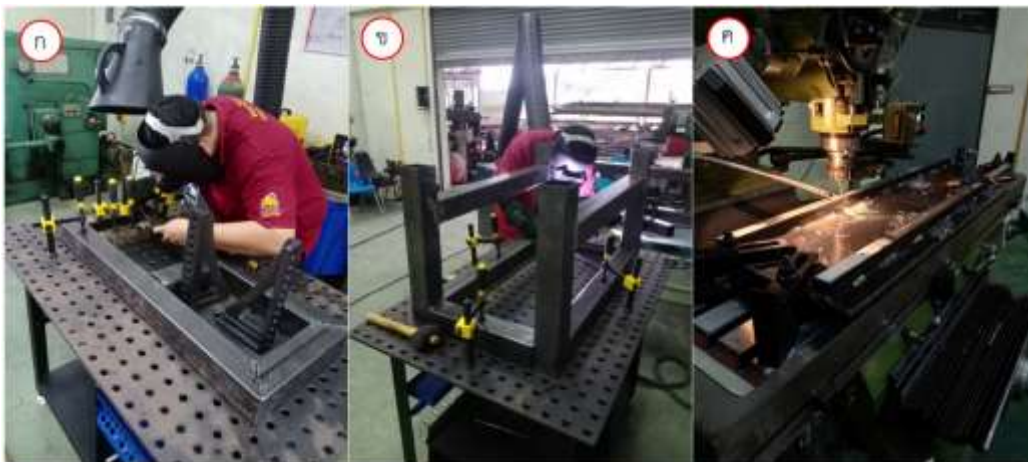


ภาพที่ 1 แสดงนักวิจัยกำลังออกแบบเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กแบบสามแกนด้วยโปรแกรม SolidWorks (ซ้าย) และแบบจำลองสามมิติของเครื่องต้นแบบที่ออกแบบแล้ว (ขวา)

ในกระบวนการออกแบบได้มีการคำนวณโหลดที่กระทำต่อชิ้นส่วนกลไกต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเลือกใช้วัสดุและขนาดชิ้นส่วนได้เหมาะสมกับแรงที่เกิดขึ้นจริง ได้แก่ การคำนวณค่าความสามารถในการรับแรงของบอลสกรูในขณะที่เคลื่อนที่พบว่าอยู่ที่ 87.72 กิโลกรัมแรง (kgf) และของรางสไลด์ในขณะที่เคลื่อนที่อยู่ที่ 1,051 กิโลกรัมแรง ค่าดังกล่าวถูกนำมาใช้กำหนดขนาดของเพลาและเลือกใช้บอลสกรูที่มีขนาด 16 มิลลิเมตร ชนิด C7 ซึ่งรองรับน้ำหนักและแรงเฉือนในระดับที่เหมาะสมกับการกัดวัสดุประเภทไม้และอะลูมิเนียมโดยไม่เกิดการแอ่นตัวหรือสะสมแรงสั่นสะเทือน นอกจากนี้ ยังได้พิจารณาการเลือกมอเตอร์สำหรับชุดหัวกัดโดยใช้เกณฑ์กำลังไฟฟ้าที่เพียงพอกับวัสดุที่ต้องการกัด และมีรอบการหมุนสูงเพียงพอสำหรับการขึ้นรูปวัสดุได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอ้างอิงจาก Kalpakjian & Schmid (2014) และ Machinery's Handbook (2012) กำลังตัดเฉลี่ยสำหรับวัสดุไม้และอะลูมิเนียมซึ่งอยู่ในช่วงประมาณ 1.5-2.5 กิโลวัตต์ งานวิจัยจึงเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 3,000 วัตต์ (3.0 kW) พร้อมอินเวอร์เตอร์ที่รองรับการควบคุมรอบระหว่าง 6,000-12,000 รอบต่อนาที ซึ่งเพียงพอสำหรับการกัดวัสดุขนาดเล็กถึงปานกลาง อีกทั้งยังรองรับการใช้งานในภาคการศึกษาอย่างต่อเนื่องโดยไม่เกิดปัญหาความร้อนสะสมหรือการลดทอนของแรงบิดในรอบสูง รวมถึงการคำนวณอัตราการใช้พลังงานของระบบมอเตอร์และสปินเดิลพบว่า การใช้พลังงานรวมทั้งหมดยู่ที่ประมาณ 3.648 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ซึ่งเมื่อคำนวณเป็นต้นทุนการใช้งานจะอยู่ที่ประมาณ 14.6 บาทต่อชั่วโมง ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ประหยัดและเหมาะสมสำหรับการใช้งานภายในสถานศึกษา เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ เครื่องจักรถูกออกแบบให้สามารถสังเกตการเคลื่อนไหวของแต่ละแกนได้ชัดเจน โดยเปิดโครงสร้างบางส่วน และมีการวางสายไฟและอุปกรณ์ควบคุมอย่างเป็นระเบียบเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน อีกทั้งยังรองรับรูปแบบการเรียนรู้แบบโครงงาน (project-based learning) และการเขียนโปรแกรมควบคุมการกัดชิ้นงานในแบบ 2D และ 2.5D ที่ใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชา CAD/CAM หรือการควบคุมเครื่องจักรกลอัตโนมัติในทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างทักษะทั้งในด้านการออกแบบ การประกอบ และการประเมินคุณภาพของชิ้นงานให้กับนักศึกษาได้อย่างครบถ้วน

2.2 การสร้างโครงสร้างต้นแบบ

การสร้างโครงสร้างต้นแบบของเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็ก ซึ่งถือเป็นกระบวนการที่สำคัญในการเปลี่ยนแบบจำลองจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้เป็นเครื่องจักรที่สามารถใช้งานได้จริง โดยเน้นการประกอบที่มีความแข็งแรง มั่นคง มีความแม่นยำ และสามารถรองรับแรงสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการกัดวัสดุได้อย่างมีประสิทธิภาพ วัสดุหลักที่ใช้ในการสร้างโครงสร้างคือ เหล็กกล่องขนาด 3 × 3 นิ้ว และ 2 × 2 นิ้ว รวมถึงแผ่นเหล็กแบน (flat bar) ขนาดต่าง ๆ ซึ่งผ่านกระบวนการตัดให้ได้ความยาวตามที่ต้องการได้แก่ ความยาว 90 75 50 36 และ 31 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องตัดโลหะแบบแม่นยำและอุปกรณ์วัดเพื่อควบคุมความคลาดเคลื่อนในระดับต่ำ โครงสร้างฐานจะถูกประกอบโดยใช้เทคนิคการเชื่อมซึ่งเริ่มจากการจัดวางตำแหน่งด้วยแคลมป์ล็อกและฉากตั้งระนาบ (jig and fixture) เพื่อให้ได้มุมฉากที่ถูกต้อง ดังภาพที่ 2 (ก) จากนั้นจึงทำการเชื่อมแบบจุดเชื่อมยึด (tack weld) และเชื่อมเต็มแนวภายหลังเมื่อแน่ใจว่าทุกชิ้นส่วนได้ตำแหน่งที่ถูกต้องแล้ว ขั้นตอนถัดมาเป็นการเชื่อมโครงสร้างของแกน Y ซึ่งต้องมีความแข็งแรงและมั่นคงเป็นพิเศษ เนื่องจากรองรับการเคลื่อนไหวของชุดหัวกัด (spindle) การประกอบจะใช้แคลมป์และฉากช่วยตั้งตำแหน่งของแผ่นเหล็กแบนทั้งสองข้าง ดังภาพที่ 2 (ข) จากนั้นจึงทำการเชื่อมและกัดผิวเพื่อปรับระดับให้มีความเรียบสม่ำเสมอ ก่อนทำการกำหนดตำแหน่งและเจาะเกลียวเพื่อยึดรางเลื่อนและบอลสกรู ดังภาพที่ 2 (ค)



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการสร้างโครงสร้างต้นแบบของเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กแบบสามแกน

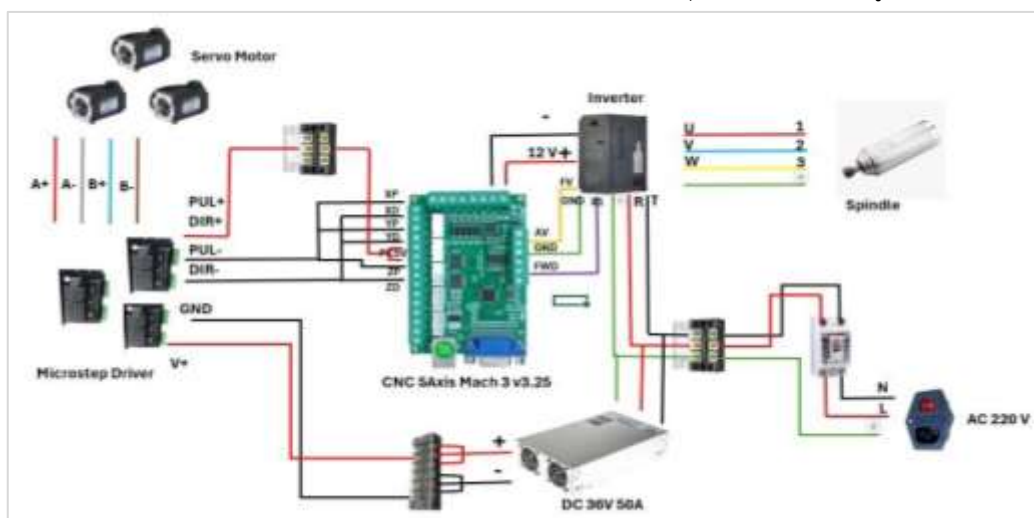
ในส่วนของเพลทอลูมิเนียมที่ใช้ในแกน X และ Y จะต้องผ่านการกัดแต่งขอบเพื่อให้ได้ขนาดที่แม่นยำ จากนั้นทำการเชื่อมติดกับแผ่นเหล็กแบนที่เตรียมไว้แล้ว นำไปปรับระดับด้วยเครื่องกัดเพื่อให้ผิวหน้าอยู่ในแนวเดียวกันทั้งหมด หลังจากนั้นจึงเจาะรูและทำเกลียวเพื่อเตรียมสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ขับเคลื่อน ได้แก่ บอลสกรู (ball screw) และรางสไลด์ (linear guide) อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ ยังมีการประกอบเสาแกน Z ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ผลิตจากแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการเลเซอร์ตัดแล้วนำมาประกอบเข้าด้วยกันลักษณะคล้ายจิกซอว์ เพื่อความแข็งแรงและสะดวกต่อการเชื่อม ประกอบเข้ากับโครงสร้างหลักและตรวจสอบความตรงของแนวแกนโดยใช้ไดอัลเกจ (dial gauge) เพื่อให้ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 10 ไมครอน เมื่อโครงสร้างทั้งหมดประกอบเรียบร้อยแล้วจะมีการตรวจสอบการทำงานเบื้องต้นของทั้งสามแกน เพื่อให้มั่นใจว่าระบบสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระไม่ติดขัด จากนั้นจึงทำการพ่นสีป้องกันสนิมโดยเลือกใช้สีเทาสำหรับฐาน และสีดำด้านสำหรับเพลทของแกน X Y Z และเสาแกน Z ดังภาพที่ 3 (ก) และดังภาพที่ 3 (ข) ตามลำดับ เพื่อความสวยงามและความชัดเจนในการมองเห็นขณะใช้งานในบริบทการเรียนการสอน และประกอบโครงสร้างต่าง ๆ ให้สมบูรณ์ดังภาพที่ 3 (ค)



ภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนการสร้างโครงสร้างต้นแบบของเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กแบบสามแกน

2.3 การติดตั้งระบบควบคุมและชุดขับเคลื่อน

ระบบควบคุมและชุดขับเคลื่อนของเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กแบบสามแกนในงานวิจัยนี้ได้รับการออกแบบให้มีความเรียบง่าย ปลอดภัย และรองรับการเรียนรู้เชิงปฏิบัติในระดับอุดมศึกษา โดยใช้บอร์ดควบคุม CNC 5Axis Mach3 v3.25 ซึ่งเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB และควบคุมการทำงานด้วยซอฟต์แวร์ Mach3 ที่สามารถกำหนดค่าความเร็ว ความเร่ง และทิศทางของแกน X Y และ Z ได้อย่างแม่นยำ โดยบอร์ดควบคุมจะส่งสัญญาณพัลส์และทิศทาง (PUL+/-, DIR+/-) ไปยังไดรเวอร์ของมอเตอร์แต่ละแกน ซึ่งในระบบนี้ใช้ไมโครสเตปไดรเวอร์ (microstep driver) สำหรับควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (servo motor) โดยเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงขนาด 36V 50A เพื่อจ่ายพลังงานให้กับระบบขับเคลื่อนอย่างเพียงพอและเสถียร การเคลื่อนที่ของแต่ละแกนถูกแปลงจากการหมุนของมอเตอร์ให้เป็นการเคลื่อนที่เชิงเส้นผ่านระบบบอลสกรูและควบคุมทิศทางด้วยรางสไลด์ ซึ่งช่วยลดแรงเสียดทานและเพิ่มความแม่นยำในการเคลื่อนที่ นอกจากนี้ยังมีการติดตั้งสวิตช์กิโลที่ใช้ในการตรวจจับตำแหน่งสิ้นสุด (end stop Switch) ที่ปลายแต่ละแกนเพื่อกำหนดระยะเคลื่อนที่สูงสุดและป้องกันการชนของโครงสร้างเครื่อง ในส่วนของชุดหัวกัด (spindle unit) ใช้มอเตอร์ขนาด 3,000 วัตต์ พร้อมอินเวอร์เตอร์ (Inverter) สำหรับควบคุมความเร็วรอบ โดยรับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ และแปลงเป็นไฟสามเฟสเพื่อส่งผ่านสายเฟส U V และ W ไปยังมอเตอร์ขับเคลื่อน (spindle motor) พร้อมเชื่อมต่อสายควบคุมจากบอร์ด CNC เพื่อควบคุมสัญญาณเริ่มต้น (FWD) และปรับความเร็วผ่านสัญญาณ AV และ FV ซึ่งรองรับความเร็วรอบประมาณ 12,000 รอบต่อนาที เหมาะสมกับการกัดวัสดุประเภทไม้และอะลูมิเนียม



ภาพที่ 4 แสดงขั้นตอนการสร้างโครงสร้างต้นแบบของเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กแบบสามแกน

เพื่อความปลอดภัยและเสถียรภาพในการทำงาน ระบบควบคุมทั้งหมดถูกติดตั้งภายในกล่องควบคุม (control box) ดังแสดงในภาพที่ 5 โดยภายในประกอบด้วยอุปกรณ์สำคัญ เช่น เบรกเกอร์ สวิตช์เปิด-ปิด แหล่งจ่ายไฟ และพัดลมระบายความร้อน พร้อมการจัดระเบียบสายไฟและสายสัญญาณแยกเป็นระบบวงจรควบคุม (logic circuit) และวงจรจ่ายพลังงาน (power circuit) อย่างเป็นระบบ ซึ่งช่วยลดโอกาสเกิดสัญญาณรบกวนและป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบในลักษณะนี้เหมาะสมอย่างยิ่งกับบริบทการใช้งานในสถานศึกษาทั้งด้านการเรียนรู้การติดตั้งระบบไฟฟ้าควบคุม การเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรกล และการฝึกทักษะด้านการซ่อมบำรุงระบบอัตโนมัติในยุคอุตสาหกรรมสมัยใหม่ นอกจากนี้ ระบบควบคุมภายในกล่องยังสามารถทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ Mach3 ที่ติดตั้งในคอมพิวเตอร์ โดยรับคำสั่งผ่านสาย USB และแปลงสัญญาณควบคุมเป็น Pulse และ Direction (Pulse/DIR) ส่งไปยังไดรเวอร์ของมอเตอร์แต่ละแกน ซึ่งช่วยให้ควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรได้อย่างแม่นยำและมีเสถียรภาพ



ภาพที่ 5 แสดงกล่องควบคุมของเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กแบบสามแกน

2.4 การทดสอบความแม่นยำของเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กแบบสามแกน

เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กในงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการทดสอบความแม่นยำของเครื่อง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วน ประกอบไปด้วย การทดสอบการเคลื่อนที่เชิงแกน (linear axis movement test) การกัดชิ้นงานรูปทรงเลขาคณิต (geometric shape milling test) และการกัดชิ้นงานที่มีรายละเอียดซับซ้อน (complex feature milling test) เพื่อให้สามารถประเมินค่าความคลาดเคลื่อนในเชิงมิติและวิเคราะห์คุณภาพของกระบวนการผลิตที่เกิดจากเครื่องจักรต้นแบบได้อย่างครอบคลุม

1) การทดสอบการเคลื่อนที่เชิงแกนมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความแม่นยำในการควบคุมตำแหน่งเชิงเส้นของเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็ก ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตชิ้นงานที่มีความละเอียดสูง โดยดำเนินการเคลื่อนที่ของหัวกัดตามระยะเป้าหมายในแต่ละแกน ได้แก่ 40.00, 10.00 และ 6.00 มิลลิเมตร ครอบคลุมมิติด้านความยาวและความลึก ในแต่ละระยะทำการวัดค่าตำแหน่งจริงจำนวน 3 จุดต่อระยะต่อรอบการทดสอบ รวมทั้งสิ้น 9 จุดต่อแกน โดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์และไดอัลเกจเป็นเครื่องมือวัด ดังแสดงในภาพที่ 6 จากนั้นเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้เพื่อคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูลและรองรับการวิเคราะห์เชิงสถิติ การทดสอบดำเนินการซ้ำจำนวน 3 ครั้ง โดยใช้วัสดุอะลูมิเนียมมาตรฐานที่มีขนาดเท่ากันในทุกชุดการทดลอง และวัดจากตำแหน่งเดียวกันในแต่ละรอบการทดสอบ การออกแบบลักษณะนี้ช่วยควบคุมตัวแปรและให้ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ชัดเจนต่อสมรรถนะการเคลื่อนที่ของเครื่องต้นแบบ



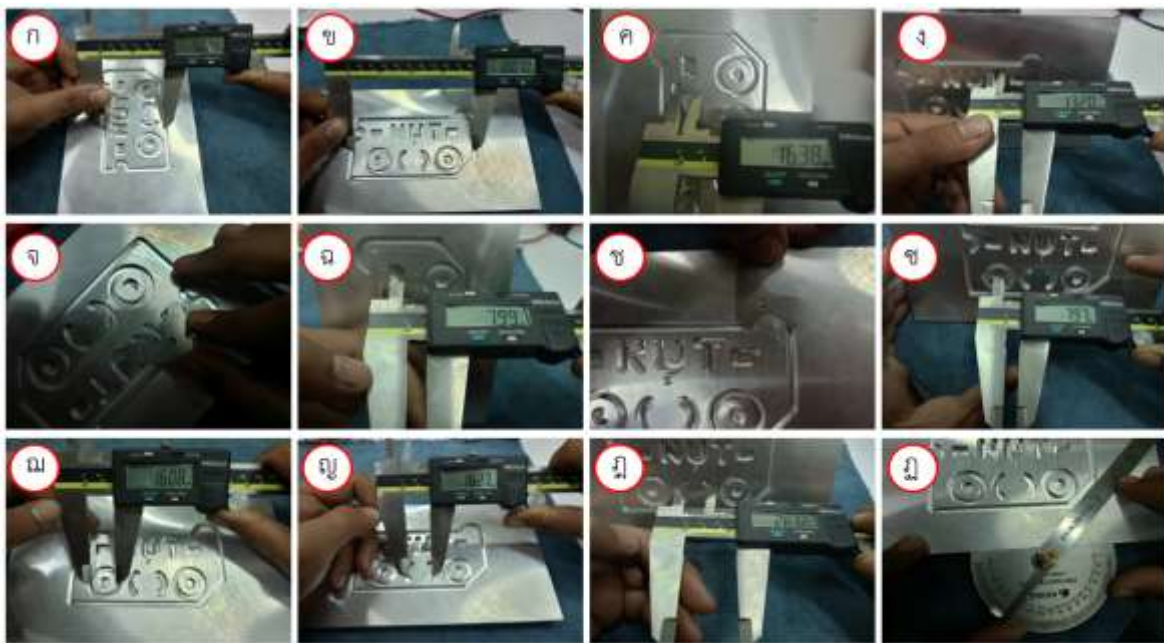
ภาพที่ 6 แสดงการตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนของชิ้นงานจากการกัตามแนวก้นด้วยเครื่องกัตซีเอ็นซีขนาดเล็กแบบสามแกน

2) การกัตชิ้นงานรูปทรงเลขาคณิต ทำการกัตชิ้นงานเป็นรูปทรงมาตรฐาน ได้แก่ รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 15.00 มิลลิเมตร รูปทรงวงกลม (เส้นผ่านศูนย์กลาง 15.00 มิลลิเมตร) และรูปทรงหกเหลี่ยม ขนาดระยะระหว่างด้านตรงข้าม 16.00 มิลลิเมตร ตามแบบที่กำหนดไว้ โดยใช้วัสดุเป็นแผ่นอะลูมิเนียม จากนั้นนำชิ้นงานที่ได้มาวัดขนาดจริงของแต่ละด้านโดยใช้เครื่องมือวัดละเอียดเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ แล้วเปรียบเทียบกับขนาดในแบบเพื่อคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละรูปทรง การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสามารถของเครื่องต้นแบบในการผลิตชิ้นงานที่มีรูปทรงเรขาคณิตทั่วไปอย่างแม่นยำและสม่ำเสมอ ซึ่งสะท้อนถึงความเสถียรและความเที่ยงตรงของระบบควบคุมการกัตในแต่ละแกน



ภาพที่ 7 แสดงการวัดขนาดและเส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงานที่มีรูปทรงเรขาคณิต

3) การกัดชิ้นงานที่มีรายละเอียดซับซ้อน เพื่อทดสอบความสามารถของเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กในการผลิตชิ้นงานที่มีลักษณะซับซ้อน เช่น ร่องโค้ง ขอบลึก ตัวอักษร และรูปร่างทรงเฉพาะที่ต้องการความแม่นยำในตำแหน่งและรูปร่างอย่างสูง ได้ทำการออกแบบแผ่นอะลูมิเนียมที่มีการกัดลวดลายประกอบด้วยองค์ประกอบหลากหลายประเภท และระบุตำแหน่งวัด 12 จุด ตามภาพด้านล่าง โดยใช้เครื่องมือวัดละเอียด ได้แก่ เวอร์เนียคราลิปเปอร์ เวอร์เนียไฮเกจ และเกจวัดรัศมี ทำการวัดค่าในแต่ละตำแหน่ง แล้วนำมาเปรียบเทียบกับขนาดจริงที่กำหนดในแบบ เพื่อประเมินความคลาดเคลื่อนในงานลักษณะลักษณะรูปร่างอิสระ (freeform) ที่มีพบในงานศิลปะที่ต้องการความละเอียดเชิงรูปร่าง โดยรายละเอียดลักษณะของตำแหน่งที่ทำการวัดแต่ละจุด ได้แก่ (ก) วัดระยะความกว้างของแผ่นชิ้นงานบริเวณด้านบน (ข) วัดความยาวโดยรวมของแผ่นงานตามแนวนอน (ค) วัดระยะความยาวของร่องตรงขนาดเล็ก (ง) วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมภายนอก (จ) ตรวจสอบระยะระหว่างศูนย์กลางวงกลมสองวง (ฉ) วัดความกว้างของช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าแนวนอน (ช) วัดรัศมีของส่วนโค้งภายใน (ซ) วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมวงเล็กภายในงาน (ฌ) วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูวงกลมที่อยู่ในแฉก (ญ) วัดระยะห่างระหว่างรูทรงกลมสองรูที่อยู่ใกล้กัน (ฎ) วัดระยะห่างของช่องว่างระหว่างสัญลักษณ์ (เช่น ร่องโค้ง) และ (ฏ) วัดค่ามุมที่เกิดจากส่วนโค้งด้วยโปรแทรกเตอร์ จากผลการวัดทั้งหมดสามารถนำค่าที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับค่าตามแบบ เพื่อคำนวณความคลาดเคลื่อนในแต่ละจุด ทั้งในเชิงความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง และมุม ซึ่งสะท้อนถึงศักยภาพของเครื่องกัดซีเอ็นซีในการสร้างรายละเอียดเชิงเรขาคณิตและองค์ประกอบศิลป์ที่มีความซับซ้อน และเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการประเมินความพร้อมของเครื่องก่อนนำไปใช้ในภาคปฏิบัติจริง



ภาพที่ 8 แสดงการตรวจวัดขนาดและตำแหน่งของชิ้นงานที่มีลักษณะซับซ้อน

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการทดลองทั้งหมดจากการประเมินความแม่นยำของเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กแบบสามแกนจะถูกนำมาวิเคราะห์ในเชิงปริมาณ โดยใช้เครื่องมือทางสถิติเบื้องต้น ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อประเมินความสม่ำเสมอและความถูกต้องของตำแหน่งและขนาดที่เครื่องกัดสามารถผลิตได้จริงเทียบกับค่าที่กำหนดไว้ในแบบ การคำนวณค่าเฉลี่ยใช้เพื่อแสดงค่ากลางของผลลัพธ์จากการทดลองในแต่ละชุดข้อมูล เช่น ขนาดของร่อง รูปร่างเลขาคณิต หรือระยะเคลื่อนที่ของแกน X Y และ Z ส่วนการคำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ใช้เพื่อบ่งชี้ถึงระดับของความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนในข้อมูล ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความเสี่ยงของระบบควบคุมและความแม่นยำของเครื่องในการทำซ้ำ (repeatability) ข้อมูลที่ได้จากการวัดในแต่ละตำแหน่งจะถูกจัดเก็บและนำเสนอในรูปแบบตาราง และแสดงผลการวิเคราะห์ในเชิงสถิติเพื่อใช้สรุปผลเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

ของเครื่องที่พัฒนาขึ้น โดยเกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมจะพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยที่ไม่เกินเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (เช่น ± 0.5 มิลลิเมตร หรือ $\pm 1\%$) เพื่อยืนยันว่าเครื่องมีความเหมาะสมในการใช้งานเชิงปฏิบัติ เช่น การเรียนการสอนด้านวิศวกรรม หรือการผลิตชิ้นส่วนต้นแบบที่ต้องการความละเอียดในระดับเบื้องต้นถึงปานกลาง

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากกระบวนการออกแบบและสร้างเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กแบบสามแกนตามขั้นตอนที่กำหนดในบทก่อนหน้า เครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถประกอบและติดตั้งได้สมบูรณ์ตามแบบจำลอง 3 มิติ โดยภาพรวมของเครื่องแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างที่มีความแข็งแรง ใช้วัสดุหลักเป็นเหล็กกล่อง เหล็กแผ่น และเพลทอะลูมิเนียม พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ขับเคลื่อนและควบคุมครบถ้วน โดยรายละเอียดโครงสร้างและคุณลักษณะของเครื่องต้นแบบแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดโครงสร้างและคุณลักษณะของเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็ก

รายการ	รายละเอียด
ประเภทเครื่อง	เครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กแบบ 3 แกน
ขนาดพื้นที่กัด	X=300 มิลลิเมตร Y=300 มิลลิเมตร Z=150 มิลลิเมตร
โครงสร้างหลัก	เหล็กกล่องขนาด 2x2 นิ้ว และ 3x3 นิ้ว แผ่นเหล็กแบน เพลทอะลูมิเนียม
ระบบขับเคลื่อน	บอลสกรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร และรางเลื่อนเชิงเส้น
มอเตอร์ขับเคลื่อน	ไมโครสเต็ปไดรเวอร์ และเซอร์โวมอเตอร์
มอเตอร์สปีด	ขนาด 3,000 วัตต์ พร้อมอินเวอร์เตอร์ควบคุมรอบ 6,000–12,000 รอบต่อนาที
ระบบควบคุม	CNC 5Axis Board + Mach3 Software

ในงานวิจัยนี้ได้ประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กแบบสามแกนที่พัฒนาขึ้น โดยเน้นการตรวจสอบความแม่นยำของระบบผ่านการทดลอง 3 ด้าน ได้แก่ การเคลื่อนที่เชิงเส้นของแกน X Y และ Z การกัดรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน และการกัดชิ้นงานที่มีรายละเอียดซับซ้อน เช่น ตัวอักษร ร่องโค้ง และมุมเฉียง จากนั้นเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าที่กำหนดในแบบ พร้อมวิเคราะห์ผลด้วยสถิติเบื้องต้น เพื่อประเมินความแม่นยำ ความเสถียร และความเหมาะสมของเครื่องสำหรับใช้งานเชิงปฏิบัติ โดยแสดงผลการทดสอบดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของระยะการเคลื่อนที่ในแต่ละแกนของเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กแบบสามแกน

เงื่อนไขการทดลอง	ค่าที่กำหนด (มิลลิเมตร)	ค่าเฉลี่ยที่วัดได้ (มิลลิเมตร)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ความคลาดเคลื่อน (%)
การเคลื่อนที่แกน X (ยาว)	40.00	40.23	0.012	0.564
การเคลื่อนที่แกน Y (ยาว)	40.00	40.22	0.005	0.546
การเคลื่อนที่แกน X (กว้าง)	10.00	10.05	0.005	0.497
การเคลื่อนที่แกน Y (กว้าง)	10.00	10.04	0.005	0.398
การเคลื่อนที่แกน Z (ลึก)	6.00	6.07	0.028	1.153
	20.00	19.97	0.012	0.150
การเคลื่อนที่แกน Z (ϕ)				

จากตารางที่ 2 แสดงผลการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของระยะการเคลื่อนที่ในแต่ละแกนของเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กแบบสามแกน พบว่าเครื่องสามารถเคลื่อนที่ในทิศทางของแกน X และ Y ทั้งในแนวยาวและแนวกว้างได้อย่างแม่นยำ โดยมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงระหว่าง 0.398%–0.564% และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ไม่เกิน 0.012 มิลลิเมตร ซึ่งแสดงถึงความเสถียรและความสามารถในการทำซ้ำของระบบการขับเคลื่อนในระนาบ XY ที่ดี สำหรับการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ซึ่งมีการทดสอบทั้งในเชิงระยะลึกและเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม พบว่า การเคลื่อนที่ในเชิงลึก (6.000 มิลลิเมตร) มีความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ 1.153% และมีค่า SD เท่ากับ 0.028 ซึ่งสูงกว่าการเคลื่อนที่ในระนาบ XY อย่างมีนัยสำคัญทางวิศวกรรม

สาเหตุอาจมาจากแรงเฉื่อย (thrust force) ที่กระทำในแนวตั้งระหว่างการกัด ซึ่งมากกว่าทิศทางอื่นและส่งผลต่อการโก่งตัวของโครงสร้าง โดยเฉพาะหากวัสดุไม่มั่นคงหรือมีการสั่นสะเทือนสะสมในระหว่างการเคลื่อนที่ ขณะเดียวกันการเคลื่อนที่ในแนว Z ที่เป็นลักษณะวงกลม ($\varnothing$ 20.000 มิลลิเมตร) กลับมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำเพียง 0.150% ซึ่งอาจเนื่องจากโหลดที่เกิดขึ้นในแนวเส้นรอบวงมีการกระจายแรงที่สม่ำเสมอและไม่มีแรงต้านแนวแกนสะสมเหมือนการกัดเชิงลึก

ตารางที่ 3 แสดงผลการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการกัดชิ้นงานรูปทรงเรขาคณิต

เงื่อนไขการทดลอง	ค่าที่กำหนด (มิลลิเมตร)	ค่าเฉลี่ยที่วัดได้ (มิลลิเมตร)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	ความคลาดเคลื่อน (%)
กัดชิ้นงานรูปทรงสี่เหลี่ยม	15.00	15.10	0.021	0.662
กัดชิ้นงานรูปทรงกลม (ϕ)	15.00	15.05	0.005	0.332
กัดชิ้นงานรูปทรงหกเหลี่ยม	16.00	15.38	0.005	4.031

จากตารางที่ 3 แสดงผลการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการกัดชิ้นงานรูปทรงเรขาคณิต 3 ประเภท ได้แก่ รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ทรงกลม และหกเหลี่ยม โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลลัพธ์ที่ได้กับค่าที่กำหนดในแบบ ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงสำหรับการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็ก การกัดชิ้นงานทรงกลม ($\varnothing$ 15.00 มิลลิเมตร) มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดที่ 0.332% และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เพียง 0.005 มิลลิเมตร แสดงว่าเครื่องสามารถควบคุมการเคลื่อนที่แบบรีดได้อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการทางวิศวกรรมที่ว่า การเคลื่อนที่แบบต่อเนื่องในแนวโค้ง (โดยไม่เปลี่ยนทิศทางฉับพลัน) มักมีเสถียรภาพมากกว่าการเคลื่อนที่แบบแนวเส้นตรงที่มีการเปลี่ยนทิศทางหลายครั้ง การกัดชิ้นงานทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส (15.00 มิลลิเมตร) มีค่าความคลาดเคลื่อน 0.662% สูงกว่าทรงกลมเล็กน้อย เนื่องจากลักษณะรูปทรงมีมุม 90 องศา 4 จุด ซึ่งต้องการการหยุดและเปลี่ยนทิศทางของหัวกัดอย่างฉับพลัน การเปลี่ยนทิศทางเหล่านี้มักเกิดการเคลื่อนที่เกินตำแหน่งที่ควรหยุด (over-travel) หรือช่องว่างเชิงกล (backlash) เล็กน้อย ซึ่งส่งผลต่อความแม่นยำโดยรวม ในขณะที่การกัดชิ้นงานทรงหกเหลี่ยม (16.00 มิลลิเมตร) มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงที่สุดคือ 4.031% แม้จะมีค่า SD ต่ำ (0.005 มิลลิเมตร) ซึ่งบ่งชี้ถึงความสม่ำเสมอของค่าที่วัดได้ แต่ค่าเฉลี่ยกลับเบี่ยงเบนจากค่าที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญอาจเกิดจาก 2 ปัจจัยหลัก ได้แก่ (1) ลักษณะของรูปทรงที่มีมุมเฉียบหลายจุด ทำให้เกิดความผิดพลาดสะสมจากการเคลื่อนที่แบบเวกเตอร์หลายทิศทาง และ (2) ความละเอียดของโปรแกรมการแปลงคำสั่ง (post-processing) ในการแปลงคำสั่ง G-code ที่อาจมีการประมาณค่า (approximation) สูงในรูปทรงมุมเฉียบซ้ำ ๆ (Chen, L., & Li, H., 2016; Kwon, Y. et al., 2005; Yan, X. et al. 2000)

ตารางที่ 4 ผลการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของการกัดชิ้นงานตัวอักษรและรูปทรงโค้งที่มีความละเอียดซับซ้อน

จุดตรวจวัด	รายละเอียด	ค่าที่กำหนด (มิลลิเมตร)	ค่าที่วัดได้ (มิลลิเมตร)	ความคลาดเคลื่อน (%)
ก	ความกว้างของแผ่นชิ้นงานบริเวณด้านบน	50.00	50.24	0.24
ข	ความยาวโดยรวมของแผ่นงานตามแนวนอน	100.00	100.70	0.70
ค	ความยาวของร่องตรงขนาดเล็ก	16.35	16.38	0.03
ง	เส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมภายนอก	13.39	13.20	0.19
จ	ระยะระหว่างศูนย์กลางวงกลมสองวง	4.00	4.00	0.00
ฉ	ความกว้างของช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าแนวนอน	8.00	7.99	0.01
ช	รัศมีของส่วนโค้งภายใน	7.00	7.00	0.00
ซ	เส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมวงเล็กภายในงาน	8.00	7.97	0.03
ฌ	เส้นผ่านศูนย์กลางของรูวงกลมที่อยู่ใต้วงล่าง	16.00	16.08	0.08
ญ	ระยะห่างระหว่างรูทรงกลมสองรูที่อยู่ใกล้กัน	18.13	18.27	0.14
ฎ	ระยะห่างของช่องว่างระหว่างสัญลักษณ์	28.11	28.32	0.21
ฏ	ค่ามุมที่เกิดจากส่วนโค้งด้วยโปรแกรมเตอร์	7.000	7.000	0.000

จากตารางที่ 4 พบว่าในการกัดชิ้นงานที่มีลักษณะซับซ้อนซึ่งรวมถึงตัวอักษร ร่องลึก ร่องโค้ง และองค์ประกอบรูปทรงต่าง ๆ เครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กสามารถควบคุมขนาดของงานได้ในระดับที่น่าพึงพอใจ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.000% ถึง 0.700% และค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าร้อยละ 1 ซึ่งถือว่าเหมาะสมกับงานที่ต้องการความละเอียดในระดับกลางถึงสูง ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดพบที่ ตำแหน่ง ข (ค่าที่วัดได้=100.70 มิลลิเมตร จากค่ากำหนด 100.00 มิลลิเมตร) ซึ่งมีค่าคลาดเคลื่อนถึง 0.700% ในการวัดความยาวรวมของแผ่นงาน แนวโน้มนี้อาจเกิดจากความยาวของระยะที่กัดมีมาก ส่งผลให้เกิดการสะสมของความคลาดเคลื่อนจากแกนเคลื่อนที่ เช่น แกน X หรือ Y โดยเฉพาะหากมีความไม่เที่ยงตรงของบอลรูหรือเกิดช่องว่างเชิงกลที่ยังไม่ได้ขัดเซย์ ในทางกลับกันหลายตำแหน่งแสดงผลการวัดได้ตรงกับค่าที่กำหนด เช่น จุด (จ) (ข) และ (ฎ) ซึ่งเป็นคาร์ซีมีส่วนโค้งและค้ำมแสดงถึงความสามารถของเครื่องในด้านความเสถียรของตำแหน่งเชิงเรขาคณิต โดยเฉพาะคาร์ซีซึ่งเครื่องสามารถควบคุมทิศทางหัวกัดรอบศูนย์กลางได้อย่างแม่นยำ เนื่องจากการไม่มีการเปลี่ยนทิศทางเฉียบพลัน ตำแหน่งที่น่าสนใจคือ (ง) (ญ) และ (ฎ) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวัดตำแหน่งของวงกลมและร่องโค้ง พบว่ามีค่าคลาดเคลื่อนระดับ 0.140–0.240% ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่บ่งชี้ถึงความจำเป็นในการตั้งศูนย์ตำแหน่งหัวกัดที่แม่นยำมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่อต้องกัดชิ้นงานที่มีร่องหลายทิศทาง

4. สรุปผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กแบบสามแกนที่มีต้นทุนต่ำ ใช้งานง่าย และเหมาะสมกับการเรียนรู้เชิงปฏิบัติด้านวิศวกรรมในระดับอุดมศึกษา โดยได้ออกแบบ สร้างต้นแบบ และทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องทั้งในเชิงกลไก ระบบควบคุม และความแม่นยำของการกัดชิ้นงาน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเครื่องต้นแบบสามารถเคลื่อนที่ในแนวแกน X Y และ Z ได้อย่างแม่นยำ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 0.150–1.153% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานด้านการศึกษาและการฝึกทักษะ ในการทดสอบการกัดชิ้นงานรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐานพบว่า การกัดรูรูปทรงกลมให้ความแม่นยำสูงสุด (ค่าคลาดเคลื่อน 0.332%) รองลงมาคือ รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ส่วนรูปทรงหกเหลี่ยมมีค่าคลาดเคลื่อนสูงสุด (4.031%) ซึ่งอาจเกิดจากลักษณะรูปทรงที่ซับซ้อนและต้องมีการเปลี่ยนทิศทางหัวกัดหลายจุด ขณะที่การกัดชิ้นงานที่มีรายละเอียดซับซ้อน เช่น ตัวอักษร ร่องโค้ง และมุมเฉียง เครื่องสามารถผลิตชิ้นงานได้ใกล้เคียงกับแบบที่กำหนด โดยเฉพาะในบริบทของงานวิศวกรรมเพื่อการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ โดยทั่วไปชิ้นงานต้นแบบที่ผลิตด้วยเครื่องจักรกลขนาดเล็กควรมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า 1% จึงจะถือว่าอยู่ในระดับที่น่าพึงพอใจ แม้ในบางกรณีจะมีค่าคลาดเคลื่อนสูงกว่า 1% เล็กน้อย เช่น ในการเคลื่อนที่เชิงลึกของแกน Z แต่ยังคงอยู่ในช่วงที่สามารถยอมรับได้เมื่อพิจารณาพร้อมกับข้อได้เปรียบด้านต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าเครื่องเชิงพาณิชย์หลายเท่าตัว ผลการทดลองทั้งหมดแสดงถึงศักยภาพของเครื่องต้นแบบในด้านความแม่นยำ ความเสถียร และความเหมาะสมในการนำไปใช้งานเชิงการเรียนการสอนวิศวกรรม ทั้งในรายวิชาการออกแบบ การกัดชิ้นงานด้วย CAD/CAM และการควบคุมเครื่องจักรกลอัตโนมัติ รวมถึงการประยุกต์ใช้สำหรับการผลิตชิ้นส่วนต้นแบบในระดับเบื้องต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์บูรณาการและเทคโนโลยี และสาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก รวมถึงสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ได้ให้การสนับสนุนด้านทรัพยากรและสถานที่ในการดำเนินการวิจัย ตลอดจนการส่งเสริมองค์ความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติ และการประมวลผลภาพ รวมทั้งผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือและสนับสนุนให้การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- สุรเชษฐ์ อรัญนุมาศ, เมธา อึ้งทอง, และ น่านน้ำ บัวคล้าย. (2567). การพัฒนาทักษะการเขียนโค้ดเครื่องจักรกลอัตโนมัติ CNC โดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยโครงงานเป็นฐาน สำหรับนักศึกษาในระดับปริญญาตรี. *T-VET Journal สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ* 3, 8(15), 135–149.
- สมมาตร พรหมพุ่ม และ นพรุจ เขียวนาค. (2565). การพัฒนาระบบควบคุมเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็กโดยใช้เทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, 4(1) : 1–14.
- Abd Rahman Z, Mohamed S, Mat Norman MA, Abd Rahman Z. (2023). Design and Development of 3-Axis Benchtop CNC Milling Machine for Educational Purpose. *International Journal of Integrated Engineering*. 15(1), 145–60.
- Chen, L., & Li, H. (2016). Approximation method of tool path oriented to five-axis CNC machining with NURBS curve. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, 3(9), 47–50.
- Choi, S., & Kim, H. (2020). Development and implementation of a compact CNC milling system for engineering education. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 48(1), 45–59.
- Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). *Manufacturing Engineering and Technology* (7th ed.). Pearson.
- Khan A, Shukla A, Singh A, Student B, Tech B, Student M. (2018). Design and Fabrication of 3-Axis Computer Numerical Control (CNC)Milling Machine. *International Journal of Creative Research Thoughts*, 6(2), 1347–1353.
- Kwon, Y., Ertekin, Y.M., Tseng, B. (2005). In-Process and Post-Process Quantification of Machining Accuracy in Circular CNC Milling. *Machining Science and Technology*, 9(1), 27–38.
- Oberg, E., Jones, F. D., Horton, H. L., & Ryffel, H. H. (2012). *Machinery's Handbook* (29th ed.). Industrial Press.
- Suryawanshi, A. T., Sudhakar, D. S. S., & Patil, B. T. (2020). Low cost and open-source software-based CNC router for machining contours. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 872(1) : 012084.
- Yan, X., Shirase, K., Hirao, M. et al. (2000). Extraction and Optimisation of Cutting Conditions for 21/2 -Axis Milling. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 16 : 695–699.

ระบบการจัดเก็บและรายงานข้อมูลสำหรับการประเมินตามเกณฑ์ QS Stars Rating Data Collection and Reporting System for QS Stars Rating Evaluation

สรสุธี บัวพล^{1*} และ บุรัสกร อยู่สุข²
Sorasutee Buapool^{1*} and Burasakorn Yoosooka²

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์, สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

* E-mail: Sorasutee.b@rmutp.ac.th โทรศัพท์: 0 9574 58446

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการจัดเก็บและรายงานข้อมูลสำหรับการประเมินตามเกณฑ์ QS Stars Rating ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยมุ่งเน้นให้ระบบที่ช่วยจัดเก็บข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ ลดความซ้ำซ้อนของการทำงาน อีกทั้งระบบมีความทันสมัย ใช้งานสะดวกเหมาะสมต่อการนำเสนอข้อมูลในระดับสากล ผลจากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลตามเกณฑ์ QS Stars Rating พบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่รับผิดชอบต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ลดความซ้ำซ้อน เพิ่มความเร็วในการเข้าถึงและวิเคราะห์ข้อมูล และสนับสนุนการบริหารจัดการข้อมูลให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ได้แก่ Google Forms, Google Sheets และ Looker Studio ซึ่งช่วยให้การจัดเก็บและนำเสนอข้อมูลมีความชัดเจน เข้าใจง่าย และมีความน่าสนใจในเชิงภาพรวม ผลการประเมินการใช้งานระบบโดยผู้ใช้งานแสดงให้เห็นว่ามีระดับความพึงพอใจในระดับดี สะท้อนถึงศักยภาพของระบบในการส่งเสริมการดำเนินงานของมหาวิทยาลัยให้สอดคล้องกับการประเมินตามมาตรฐานระดับนานาชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

คำสำคัญ: การจัดเก็บข้อมูล, การนำเสนอข้อมูล, การประเมินระดับสากล, คิวเอสสตาร์เรตติ้ง,
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Abstract

This study aims to design and implement a data storage and reporting system aligned with the QS Stars Rating criteria at Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, with an emphasis on modern functionality, ease of use, and visual appeal. Findings from the analysis of data collected according to the QS Stars framework indicate that the newly developed system significantly improves the efficiency of data management processes. It facilitates structured data collection from various responsible departments, reduces redundancy, and enhances the speed and accuracy of data access and analysis. The system leverages tools such as Google Forms, Google Sheets, and Looker Studio to deliver clear, user-friendly, and visually engaging data presentations. User feedback reflected a high level of satisfaction with the system's performance. Overall, the system strengthens the university's capability in managing institutional data and supports international quality assessments with greater effectiveness.

Keywords: Data Storage, Data Presentation, International Evaluation, QS Stars Rating,
Rajamangala University of Technology Phra

1. บทนำ

ด้วยการจัดอันดับมหาวิทยาลัยโลก (World Class University Rankings) เป็นการประเมินคุณภาพด้านต่าง ๆ ตามเกณฑ์สากล ซึ่งสถาบันอุดมศึกษาสามารถประเมินตนเองได้ เพื่อสร้างแรงผลักดัน สร้างแนวทางในการพัฒนาไปสู่สิ่งที่ขึ้นตามมาตรฐานสากลในเป็นที่ยอมรับได้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยที่หนึ่งในกระดานที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล คือการจัดอันดับโดยบริษัท Quacquarelli Symonds จำกัดหรือ QS จากประเทศสหราชอาณาจักร (QS Stars Rating, 2567) ทางสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สปว.) ได้สนับสนุนให้มีการใช้เกณฑ์ QS Stars Rating เพื่อประเมินความพร้อมของมหาวิทยาลัยไทย 14 แห่ง เพื่อส่งเสริมให้สถาบันอุดมศึกษาของไทยยกระดับคุณภาพและมาตรฐานทัดเทียมในระดับสากล ซึ่ง QS Stars Rating ถือเป็นระบบประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานของสถาบันอุดมศึกษาที่ทั่วโลกให้การยอมรับ พร้อมก้าวสู่การพลิกโฉมระบบอุดมศึกษา

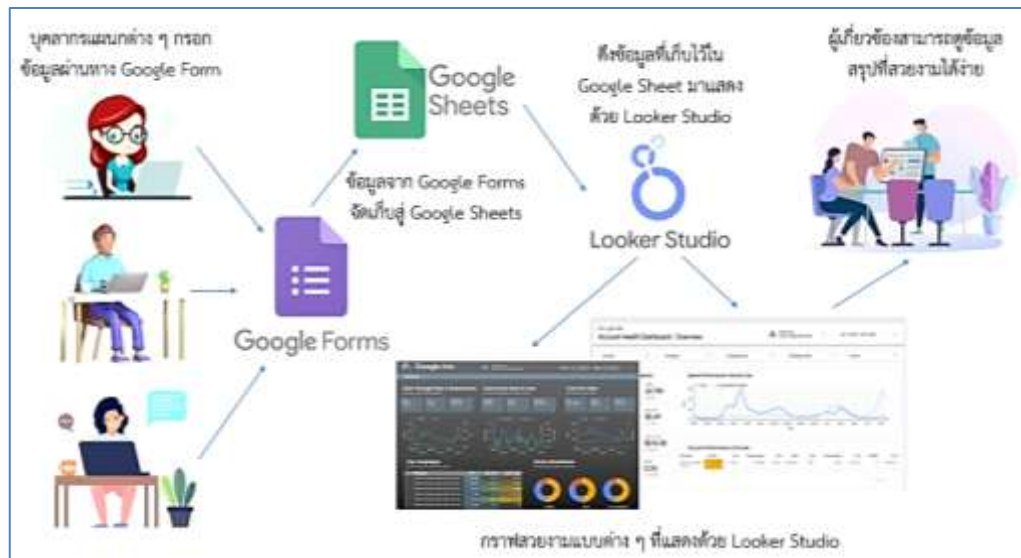
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครมีความตระหนักในความสำคัญนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงได้มุ่งยกระดับการทำงานให้มีคุณภาพและมาตรฐานทัดเทียมในระดับสากล และมีการเก็บรวบรวมข้อมูลในด้านต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยให้มีความพร้อมรองรับการประเมินตามเกณฑ์ QS Stars Rating และจากการสอบถามทีมงานมหาวิทยาลัยอื่นในไทยที่เข้าร่วมประเมิน QS Stars Rating รวมถึงมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครพบว่ายังขาดระบบช่วยอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ทันสมัยและใช้งานได้สะดวก อีกทั้งยังไม่สามารถแสดงข้อมูลได้อย่างสวยงามและน่าสนใจเพียงพอ คณะผู้วิจัยเล็งเห็นปัญหาดังกล่าวจึงมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาระบบการจัดเก็บและรายงานข้อมูลสำหรับการประเมินตามเกณฑ์ QS Stars Rating ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ให้มีความทันสมัยใช้งานสะดวกและสวยงาม

2. ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยในการพัฒนาระบบการจัดเก็บและรายงานข้อมูลสำหรับการประเมินตามเกณฑ์ QS Stars Rating ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ประกอบด้วย การศึกษาเกณฑ์ประเมินแบบ QS Stars Rating และเทคโนโลยีในการจัดเก็บข้อมูลและแสดงข้อมูลด้วย Looker Studio จัดหาวัสดุอุปกรณ์ รวบรวมข้อมูลทั้งหมดจากแผนกและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อออกแบบระบบจัดเก็บข้อมูลได้ถูกต้องเหมาะสม ออกแบบอัลกอริทึมของระบบและโครงสร้างข้อมูลในการจัดเก็บข้อมูล พัฒนาระบบการรับข้อมูลผ่านทาง Google Forms และจัดเก็บข้อมูลสู่ Google Sheets ออกแบบอัลกอริทึมของการดึงข้อมูลจาก Google Sheets และลักษณะการแสดงผลผ่านทาง Looker Studio พัฒนาระบบดึงข้อมูลจาก Google Sheet และการแสดงผลข้อมูลทาง Looker Studio (วีรวรรณ จันทะทรัพย์, 2564) ทดสอบและประเมินผลระบบและสรุปผลงานวิจัย (สุภาวิตา คล้ายสอน, 2565) การประเมินผลความพึงพอใจการใช้งานระบบจัดเก็บข้อมูลโดยผู้ประเมินคือ บุคลากรที่เกี่ยวข้อง จำนวน 10 คน

จากการศึกษาเกณฑ์ QS Stars Rating 2024 และได้คัดเลือกประเด็นที่เหมาะสมทั้งหมด 12 รายการได้แก่ การสอน สิ่งสนับสนุน หลักสูตรเด่น ศิลปะ ความสามารถในการดำเนินงาน การเป็นผู้ประกอบการ ธรรมชาติภาพ ผลกระทบทางสังคม การวิจัย การพัฒนาทางวิชาการ การถ่ายทอดนวัตกรรมและองค์ความรู้ และการมีส่วนร่วมในระดับโลก (QS Stars Rating, 2567) ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมได้นำมาวิเคราะห์ เพื่อออกแบบระบบจัดเก็บข้อมูลได้ถูกต้องเหมาะสม โดยข้อมูลมีรูปแบบตัวเลข ซึ่งตัวเลขบางค่าจำเป็นต้องมีการแปลง เช่น แปลงสกุลเงินบาทให้เป็นดอลลาร์ แปลงค่าให้อยู่ในช่วงตัวเลข แปลงจากตัวอักษรเป็นตัวเลข จากนั้นทำการออกแบบอัลกอริทึมในการรับข้อมูลและจัดเก็บ ซึ่งจะกรอกข้อมูลผ่าน Google Form โดยผู้เกี่ยวข้องแต่ละส่วนงานจะเห็นแบบฟอร์มเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับตนเอง หลังจากนั้นข้อมูลจะจัดเก็บตามรอบปีการศึกษาไว้ใน Google Sheets หากมีการแก้ไขข้อมูลในปีการศึกษานั้นสามารถแก้ไขผ่าน Google Forms ได้ทันที ข้อมูลจะถูกเรียงลำดับต่อกันไว้ทั้งข้อมูลเดิมก่อนแก้ไขต่อด้วยข้อมูลใหม่ที่ปรับเปลี่ยนใน Google Sheets สำหรับการเข้าถึงสามารถเข้าถึงได้โดยตรงทาง Google Sheets ซึ่งจะเห็นข้อมูลที่จัดเก็บไว้ทั้งหมด หรือเข้าถึงผ่านสื่อนำเสนอผ่าน Looker Studio ซึ่งจะเห็นเฉพาะข้อมูลใหม่ล่าสุดที่บันทึกไว้เท่านั้น

การทำงานทั้งระบบจะถูกประมวลผลบนคลาวด์ผ่านเพื่อให้เกิดความสะดวก ประหยัดและความปลอดภัยในการจัดเก็บข้อมูล ดังกรอบการวิจัยในภาพที่ 1

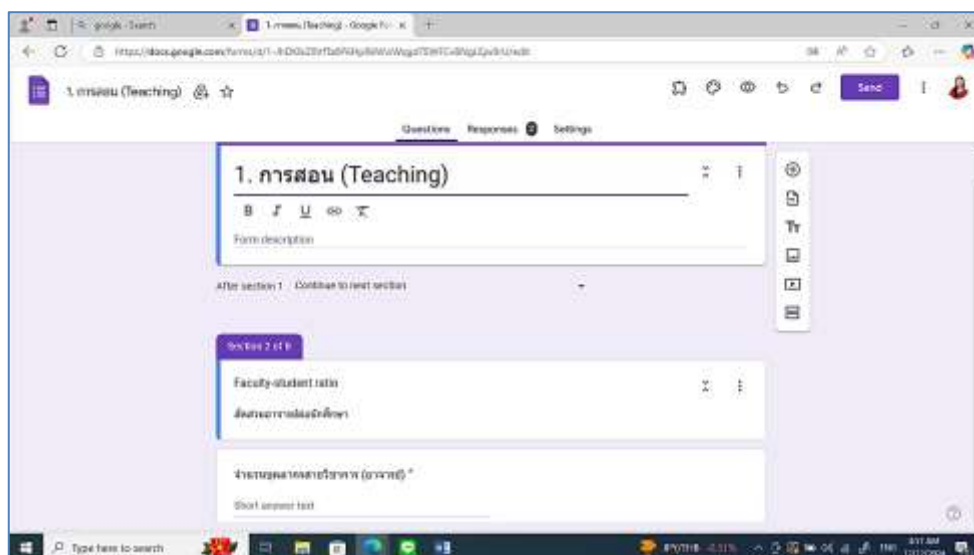


ภาพที่ 1 กรอบการวิจัย

สำหรับการประเมินผลระบบโดยการทำแบบสอบถามและเก็บข้อมูลผู้ใช้งานจริงด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติ (จิราณัฐ และคณะ, 2562) ในการวิจัยนี้ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (สุขจิตร์ และคณะ, 2566)

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ด้วยการเก็บข้อมูลผ่านการรับข้อมูลผ่านทาง Google Forms ครบทั้งหมด 12 รายการ จะแชร์ลิงก์ให้กับผู้ใช้กรอกข้อมูล ตัวอย่าง Google Forms สำหรับรับข้อมูล แสดงดังภาพที่ 2 สำหรับการเก็บข้อมูลด้านการสอน กรณีหมวดหมู่อื่นมีลักษณะ Google Form เช่นเดียวกัน จากนั้นดาวน์โหลดเป็น Google Sheets จากนั้นจะดำเนินการขั้นตอนการทำสูตรคำนวณข้อมูลสำหรับฟิลด์คำนวณต่าง ๆ ในบทความนี้จะยกตัวอย่างสูตรคำนวณของ Google Sheet ในบางหมวดหมู่ เช่น ตัวอย่างสูตรคำนวณด้านการสอน (ดังภาพที่ 3) ตัวอย่างสูตรคำนวณด้านการพัฒนาทางวิชาการ (ดังภาพที่ 4) ข้อมูลที่ได้นำเสนออย่างสวยงามผ่านทาง Looker Studio สำหรับทุกรายประเด็นของ QS โดยมีผลการสร้างรายงานด้วย Looker Studio ครอบคลุมทุกประเด็น ตัวอย่างดังภาพที่ 5-8



ภาพที่ 2 ตัวอย่าง Google Forms สำหรับการกรอกข้อมูลด้านการสอน

11. การพัฒนาทางวิชาการ (Academic development (Respon...

File Edit View Insert Format Data Tools Extensions Help

100% - \$ % .00 123 Defau... - 10 + B I A

B2 =if(Sheet1!B3/Sheet1!B2*100<30,0,if(Sheet1!B3/Sheet1!B2*100<35,1,if(Sheet1!B3/Sheet1!B2*100<40,5,if(Sheet1!B3/Sheet1!B2*100<45,10

	A	B	C	D	E	F
1	ประเด็น	คะแนน QS ปีปัจจุบัน	คะแนน QS ปีต่อไป	คะแนน QS เป้าหมาย	สรุปคะแนน QS ปีปัจจุบัน	สรุปคะแนน QS ปีต่อไป
2	โครงการสนับสนุนการส่งเสริมการพัฒนาทางวิชาการ (ร้อยละ)	=if(Sheet1!B3/Sheet1!B2*100<30,0,if(Sheet1!B3/Sheet1!B2*100<35,1,if(Sheet1!B3/Sheet1!B2*100<40,5,if(Sheet1!B3/Sheet1!B2*100<45,10,if(Sheet1!B3/Sheet1!B2*100<50,15,if(Sheet1!B3/Sheet1!B2*100<55,20,if(Sheet1!B3/Sheet1!B2*100<60,25,if(Sheet1!B3/Sheet1!B2*100<65,30,if(Sheet1!B3/Sheet1!B2*100<70,35,40)))))))))				
3	บุคลากรฝ่ายวิชาการที่ปฏิบัติงานเป็น PhD (ร้อยละ)					
4	ศูนย์การเรียนรู้ (Learning development center)					
5	นวัตกรรมการสอน	10	10	10	50.00	75
6	ค่าใช้จ่ายด้านการพัฒนาเพื่อเขียนใบรายชื่อรวม	0	5	20	50.00	75

ภาพที่ 3 ตัวอย่างสูตรคำนวณของ Google Sheets ด้านการพัฒนาทางวิชาการ

12. การถ่ายทอดนวัตกรรมและองค์ความรู้ (Responses) ☆

File Edit View Insert Format Data Tools Extensions Help

100% - \$ % .00 123 Defau... - 10 + B I A

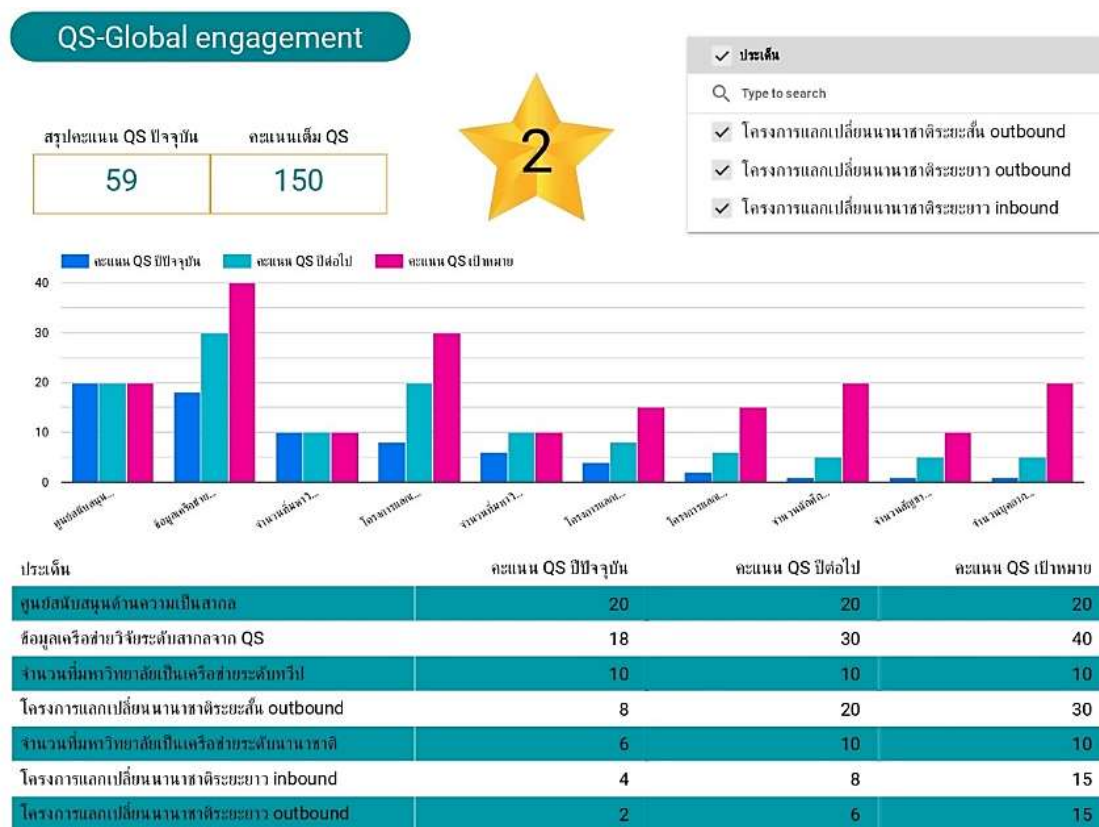
B2 =if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<5,1,if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<10,3,if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<15,5,if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<20,7,if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<25,9,if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<30,11,if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<35,13,if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<40,15,if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<45,17,if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<50,19,20))))))))))

	A	B	C	D	E	F	G
1	ประเด็น	คะแนน QS ปีปัจจุบัน	คะแนน QS ปีต่อไป	คะแนน QS เป้าหมาย	สรุปคะแนน QS ปีปัจจุบัน	สรุปคะแนน QS ปีต่อไป	สรุปคะแนน QS เป้าหมาย
2	จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี	=if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<5,1,if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<10,3,if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<15,5,if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<20,7,if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<25,9,if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<30,11,if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<35,13,if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<40,15,if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<45,17,if(For... Responses1[จำนวนนักศึกษาระดับปริญญาตรี]<50,19,20))))))))))					
3	จำนวนการยื่นขอสิทธิบัตรการประดิษฐ์						
4	จำนวนบริษัท Spin-off ที่ขึ้นทะเบียน						
5	จำนวนบริษัทที่เข้าร่วม						
6							

ภาพที่ 4 ตัวอย่างสูตรคำนวณของ Google Sheets การถ่ายทอดนวัตกรรมและองค์ความรู้



ภาพที่ 7 รายงานประเด็นหลักสูตรเด่นด้วย Looker Studio



ภาพที่ 8 รายงานประเด็นการมีส่วนร่วมในระดับโลกด้วย Looker Studio

การจัดการข้อมูลเพื่อการประเมิน QS Stars Rating ใช้ Google Forms ในการรวบรวมข้อมูล และ Google Sheets ในการจัดเก็บ ช่วยให้สามารถรวบรวมข้อมูลจากหลายหน่วยงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเข้าถึงข้อมูลแบบเรียลไทม์อย่างเป็นระบบ อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดด้านการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ การเชื่อมโยงกับระบบอื่น และความปลอดภัยของข้อมูลที่ควรพัฒนาเพิ่มเติม ในการประมวลผลข้อมูลนั้นอัลกอริทึมใน Google Sheets มีบทบาทสำคัญในการคำนวณตัวชี้วัด เช่น อัตราการสำเร็จการศึกษาและความพึงพอใจของนักศึกษา ช่วยลดงานซ้ำซ้อน เพิ่มความแม่นยำและความโปร่งใส การแสดงผลผ่าน Looker Studio ทำให้ข้อมูลดิบถูกนำเสนอในรูปแบบแดชบอร์ดที่เข้าใจง่าย และสามารถโต้ตอบได้ ช่วยให้การตัดสินใจขององค์กรมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ผลการทดสอบระบบ (ดังตารางที่ 1) พบว่าสามารถทำงานได้ครบถ้วนทุกฟังก์ชันการทำงาน ผลการทดสอบระบบพบว่าทำงานได้ครบถ้วน โดยผู้ใช้งานประเมินความพึงพอใจในด้านการทำงานได้คะแนน 4.63 ความง่ายในการใช้งาน 4.7 และประสิทธิภาพ 4.71 ซึ่งอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจ

ประเด็นวัดความพึงพอใจ		ระดับความพึงพอใจ	
		$\bar{x}$	S.D.
ด้านสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ (Function)			
1	ความถูกต้องของการทำงานระบบในภาพรวม	4.85	0.47
2	ความถูกต้องของระบบในการจัดประเภทของข้อมูล	4.54	0.42
3	ความถูกต้องของระบบในการเพิ่มข้อมูล	4.87	0.41
4	ความถูกต้องของระบบในการปรับปรุงข้อมูล	4.55	0.34
5	ความถูกต้องของระบบในการนำเสนอข้อมูล	4.35	0.46

ประเด็นวัดความพึงพอใจ		ระดับความพึงพอใจ	
		$\bar{x}$	S.D.
	เฉลี่ย	4.63	0.42
ด้านความง่ายต่อการใช้งาน (Usability)			
1	ความง่ายในการเรียกใช้ระบบ	4.85	0.57
2	ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอโดยภาพรวม	4.74	0.25
3	ความชัดเจนของข้อความที่แสดงบนจอภาพ	4.68	0.21
4	ความสะดวกในการเข้าใช้ระบบ	4.87	0.14
5	ความน่าใช้ของระบบในภาพรวม	4.36	0.45
	เฉลี่ย	4.7	0.32
ด้านประสิทธิภาพ (Performance)			
1	ความเร็วในการบันทึก ปรับปรุงข้อมูล	4.39	0.12
2	ความเร็วในการเข้าถึงข้อมูล	4.87	0.35
3	ความเร็วในการนำเสนอข้อมูล	4.87	0.51
	เฉลี่ย	4.71	0.33

4. สรุปผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลตามเกณฑ์ QS Stars Rating พบว่าการจัดเก็บและนำเสนอข้อมูลมีความครอบคลุมหลายมิติที่ส่งเสริมการพัฒนามหาวิทยาลัยในระดับสากล ระบบที่พัฒนาขึ้นช่วยให้การบริหารจัดการข้อมูลมีประสิทธิภาพมากขึ้น ด้วยการรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ ลดความซ้ำซ้อน และเพิ่มความรวดเร็วในการวิเคราะห์ โดยใช้ Google Forms, Google Sheets และ Looker Studio ทำให้การนำเสนอข้อมูลมีความชัดเจน เข้าใจง่าย และน่าสนใจ ผลการใช้งานพบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับดี อย่างไรก็ตาม ระบบยังมีข้อจำกัด เช่น ความซับซ้อนในการออกแบบและความต้องการในการดูแลรักษาความปลอดภัยระดับสูงของข้อมูล ดังนั้นควรลงทุนในระบบฐานข้อมูลคลาวด์ที่รองรับการใช้งานระยะยาว และเพิ่มระบบการแจ้งเตือนอัตโนมัติเมื่อตัวชี้วัดต่ำกว่ามาตรฐาน พร้อมพัฒนาศักยภาพบุคลากรให้สามารถใช้ระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และสาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้เอื้ออำนวยความสะดวกและอุปกรณ์สำหรับการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ และสถาบันวิจัยและพัฒนา รวมถึงมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยจากงบประมาณกองทุนเพื่อการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 สังกัดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

6. เอกสารอ้างอิง

- จิราณัฐ วัฒนภัทรภรณ์ และ ประจวบ กล่อมจิตร. (2562). การประยุกต์ใช้ระบบการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการประสานงานในโครงการวางท่อส่งก๊าซ. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วีรวรรณ จันทะทรัพย์. (2564). เอกสารประกอบบทที่ 2 ทำความรู้จักกับ Looker Studio. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- สุขจิตร ตั้งเจริญ วีรวรรณ จันทะทรัพย์ และ นฤติ สมิทธิ์ปรีชา. (2566). การเพิ่มประสิทธิภาพข้อมูลนักศึกษาด้วยแดชบอร์ดเชิงโต้ตอบ. (รายงานผลการวิจัย). คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- สุภาวิตา คล้ายสอน. (2565). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีแดชบอร์ด เพื่อพัฒนาเว็บไซต์แหล่งความรู้เทคโนโลยีการเกษตร 4.0 ของเกษตรกรรุ่นใหม่ภาคกลาง. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- QS Stars Rating. (2025). เข้าถึงได้จาก <https://www.topuniversities.com/qs-stars/>

การปรับปรุงประสิทธิภาพการสร้างภาพโมเสกดิจิทัลโดยใช้การจับคู่แบบหนึ่งเลเยอร์

Efficient Digital Mosaic Generation via Single-layer Statistical Matching

ประภาศิริ ขุนนคร¹ และ ชัยพร ปานยินดี^{1*}

prapasiri kunnakorn¹ and Chaiyaporn Panyindee^{1*}

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

¹ Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

* E-mail: chaiyaporn.pan@rmutr.ac.th

บทคัดย่อ

การสร้างภาพโมเสกดิจิทัลขนาดใหญ่โดยใช้การจับคู่แบบสามเลเยอร์ใช้เวลาในการประมวลผลนานโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ภาพย่อยจำนวนมากเพื่อให้ได้ตำแหน่งเฟรมที่เหมาะสม งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการสร้างภาพโมเสกดิจิทัลโดยใช้การจับคู่ค่าทางสถิติแบบหนึ่งเลเยอร์เพื่อลดเวลาการประมวลผลโดยรักษาคุณภาพภาพโมเสก กระบวนการสร้างภาพโมเสกดิจิทัลนั้นเป็นการนำภาพย่อยที่จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลมาปรับขนาดและหาค่าทางสถิติที่สอดคล้องกับเฟรมภาพเป้าหมาย จากนั้นทำการจับคู่และประกอบภาพย่อยลงในภาพเป้าหมาย บริเวณที่มีความผิดพลาดต่ำสุดจะถูกเลือก ผลลัพธ์การทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้การจับคู่แบบหนึ่งเลเยอร์ เพื่อสร้างภาพโมเสกดิจิทัลประมวลผลได้เร็วขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเดิม แต่อย่างไรก็ตามขนาดและจำนวนของภาพย่อยยังคงมีผลต่อความสมบูรณ์ของการสร้างภาพโมเสกเช่นเดียวกัน

คำสำคัญ: ภาพโมเสกดิจิทัล, การจับคู่แบบหนึ่งเลเยอร์, ภาพย่อย

Abstract

Digital mosaic image creation using three-layer matching requires a long processing time, especially when a large number of sub-images are used to obtain optimal frame positions. This research proposes a digital mosaic image creation method based on single-layer statistical matching to reduce processing time while maintaining the quality of the mosaic image. The digital mosaic creation process involves resizing sub-images stored in a database and computing statistical values that correspond to the target frame. Then, matching and assembling the sub-images onto the target image are performed. Regions with the lowest error are selected. Experimental results demonstrate that the use of single-layer matching for digital mosaic creation processes faster compared to the conventional methods. However, the size and number of sub-images still affect the completeness of the mosaic image creation.

Keywords: Digital Mosaic, One Layer Matching, Tiles.

1. บทนำ

งานโมเสก คือศิลปะที่สร้างขึ้นจากการจัดเรียงวัสดุชิ้นเล็ก ๆ หลากสีเข้าด้วยกันเป็นภาพหรือลวดลายต่าง ๆ งานโมเสกปรากฏขึ้นครั้งแรกในช่วงยุคกลางและเป็นที่นิยมในจักรวรรดิโรมัน ซึ่งต่อยอดงานโมเสกของชาวกรีก (กว่า 2,000 ปี) งานโมเสกนั้นไม่ได้มีแค่ด้านศิลปกรรมแต่ยังมีการสร้างสรรค์ รวมทั้งยังมีการประยุกต์ภาพโมเสกในด้านวิศวกรรมศาสตร์ และอื่น ๆ

ในปัจจุบันหากกล่าวถึงผลงานศิลปะในรูปแบบดิจิทัลนั้น มีทั้ง ไอเทมเกม อาร์ตเวิร์ก รวมถึงภาพโมเสกดิจิทัลที่ถูกปรับรูปแบบนำมาจำหน่ายบนตลาดสินทรัพย์ดิจิทัลรูปแบบใหม่ (Non-Fungible Token : NFT) ซึ่งผลงานโมเสกดิจิทัลที่เป็นที่รู้จักกันบนตลาดคือ ภาพโมเสกของงานอนิเมะชื่อดังระดับตำนานของญี่ปุ่นอย่าง Astro Boy หรือในชื่อไทยคือ “เจ้าหนูเตอม” ที่ถูกนำมาเปิดประมูลบน NFT ไปราว 16.3 ล้านบาท ทางผู้วิจัยจึงเล็งเห็นคุณค่าของงานศิลปะดิจิทัลรวมถึงการสร้างสรรค์ผลงานศิลปะให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัลมากขึ้น โครงการนี้จึงเป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคทางด้านโมเสกตามสีส่วนของภาพต้นฉบับเพื่อให้ง่ายต่อการศึกษาและเข้าใจควบคู่ไปกับการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการเพิ่มมูลค่าของงานโมเสกดิจิทัล จึงเป็นที่มาของการสร้างภาพโมเสกดิจิทัลโดยใช้การประมวลผลภาพ

มีการศึกษาวิจัยงานที่เกี่ยวข้องกับภาพโมเสกดิจิทัล และเมื่อไม่นานนี้ทางคณะผู้จัดทำพบปัญหาการประมวลผลภาพที่ล่าช้าอันเนื่องมาจากในขั้นตอนการจับคู่ระหว่างเฟรมเป้าหมายกับภาพย่อยโดยใช้สามเหลี่ยม (R, G, B) ซึ่งไม่จำเป็น ดังนั้น คณะผู้จัดทำจึงนำเสนอการใช้เพียงหนึ่งเลเยอร์ในการจับคู่เฟรมภาพเป้าหมาย ผลลัพธ์ของวิธีการที่นำเสนอแสดงให้เห็นการสร้างภาพโมเสกดิจิทัลที่เร็วขึ้นและยังคงได้โครงสร้างที่สอดคล้องตามต้องการ

1.1 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาข้อจำกัดระหว่างการใช้จับคู่แบบหนึ่งเลเยอร์เทียบกับแบบสามเลเยอร์ในการสร้างภาพโมเสกดิจิทัล
- 2) เพื่อสร้างชุดคำสั่งต้นแบบการสร้างภาพโมเสกดิจิทัลที่รวดเร็วขึ้นและเป็นแบบอัตโนมัติ

1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

- 1) พื้นฐานภาพดิจิทัล พิกเซล และระบบสี RGB

ภาพดิจิทัลเป็นการแสดงผลข้อมูลรูปแบบสองมิติโดยในภาพจะประกอบด้วยพิกเซลสี่เหลี่ยมขนาดเล็กเรียงต่อกัน แต่ละพิกเซลเก็บค่าความเข้มของสีหรือระดับความสว่าง เพื่อแสดงผลเป็นภาพที่สามารถมองเห็นได้ โดยทั่วไปภาพดิจิทัลสามารถจำแนกออกได้เป็น ภาพระดับเทา ภาพขาวดำ (ภาพไบนารี) และภาพสี ซึ่งในภาพสียังคงสามารถแยกได้เป็นภาพสี RGB และภาพสีดัชนี ข้อสังเกต ประเภทภาพที่กล่าวข้างต้น สำหรับงานประมวลผลภาพส่วนใหญ่มักใช้กับภาพระดับเทา และภาพสี RGB ซึ่งในเชิงของข้อมูลความแตกต่างระหว่างภาพระดับเทาคือมีเพียง 1 เฟรม (ระนาบสีเทา) ในขณะที่ภาพสี RGB มี 3 เฟรม ซึ่งซ้อนทับกันได้แก่ เฟรม R เฟรม G และ เฟรม B ตามลำดับ สิ่งที่เหมือนกันของแต่ละเฟรม ค่าเฉลี่ยที่เป็นไปได้จะอยู่ในช่วง 0-255 ครอบคลุมทั้งภาพระดับเทา 8 บิต และภาพสี RGB 24 บิต โดยในวิจัยนี้จะใช้เพียงเฟรมใดเฟรมหนึ่งจากทั้งหมด 3 เฟรมของภาพสี

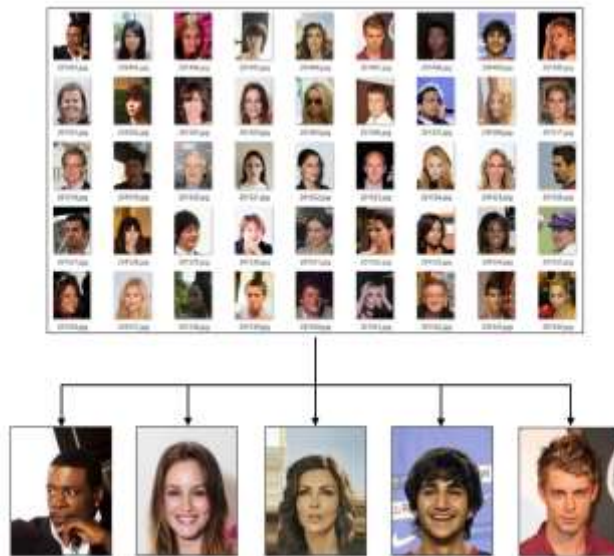
พิกเซล (Pixel) คือหน่วยของภาพดิจิทัลที่เล็กที่สุดที่สามารถแสดงผลได้บนหน้าจอหรือสื่ออื่น ๆ ซึ่งเป็นส่วนย่อยที่สร้างขึ้นเมื่อภาพถูกแบ่งเป็นตารางขนาดเล็ก ๆ ซึ่งแต่ละพิกเซลจะมีค่าสีหรือค่าความเข้มของสีที่แตกต่างกัน โดยภาพดิจิทัลจะถูกสร้างขึ้นจากการจัดเรียงพิกเซลเหล่านี้เข้าด้วยกันในรูปแบบที่แตกต่างกันเพื่อสร้างภาพที่มีรายละเอียดและความชัดเจนตามที่ต้องการ ความละเอียดของภาพ (Resolution) คือจำนวนของพิกเซลที่ปรากฏในภาพ โดยมักถูกแสดงในรูปแบบของความกว้าง x ความสูง เช่น 1920x1080 หมายถึงภาพมีความกว้าง 1920 พิกเซล และความสูง 1080 พิกเซล ซึ่งความละเอียดสูงขึ้นมักจะหมายถึงการมีจำนวนพิกเซลที่มากขึ้นภายในพื้นที่ที่กำหนดเป็นขนาดเดียวกัน ซึ่งนั่นหมายความว่าภาพมีรายละเอียดมากขึ้นและสามารถแสดงรายละเอียดที่ชัดเจนขึ้นได้ การมีความละเอียดที่สูงมักจะเป็นประโยชน์ในการแสดงภาพที่มีรายละเอียดมาก เช่น รูปถ่ายหรือวิดีโอที่ต้องการแสดงรายละเอียดเล็ก ๆ ให้ชัดเจน เมื่อพิกเซลต่อตารางนี้ยิ่งสูง ภาพที่ได้จะยังมีความคมชัด ในทางกลับกัน ถ้าจำนวนพิกเซลน้อย ภาพที่ได้อาจก่อให้เกิดรอยหยักในภาพ

ระบบสี RGB (Red, Green, Blue) คือระบบสีที่ใช้ในการแสดงผลภาพดิจิทัล โดยผสมสีหลักสามสี ได้แก่ สีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) ในสัดส่วนที่แตกต่างกันเพื่อสร้างสีต่าง ๆ ในภาพ ระบบนี้ทำงานแบบ additive color

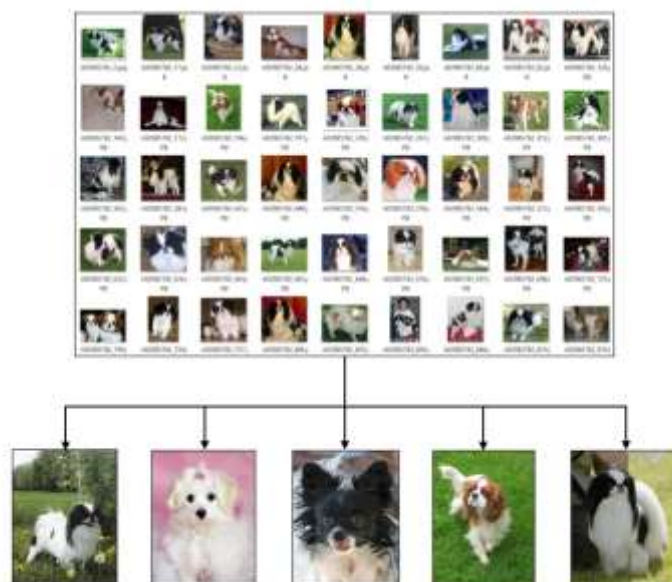
model ซึ่งหมายถึงการรวมแสงของสีทั้งสามเพื่อให้ได้สีที่ต้องการ เช่น การรวมสีแดง เขียว และน้ำเงินในระดับความเข้มสูงสุดจะได้สีขาว ในขณะที่ไม่มีแสงเลยจะได้สีดำ

2) ไทล์ (tile) หรือภาพย่อย

ไทล์ คือ ภาพหลายภาพที่ประกอบลงในแต่ละเฟรมของภาพเป้าหมายหรืออาจเรียกว่าภาพย่อย กลุ่มของภาพย่อยสามารถกำหนดได้หลายรูปแบบ เช่น ใช้สี่พื้น หรือใช้กลุ่มภาพตามวัตถุที่สนใจ เช่น ดอกไม้ ผลไม้ รถ บ้าน แมลง เป็นต้น ดังแสดงตัวอย่างบางไทล์ในภาพที่ 1 (ก) ไทล์ภาพคน และ (ข) ไทล์ภาพสุนัข ตามลำดับ ข้อสังเกต จำนวนภาพย่อยและความหลากหลายของสีมีผลโดยตรงต่อการสร้างภาพโมเสกดิจิทัลที่สมบูรณ์



(ก) ไทล์ภาพคน



(ข) ไทล์ภาพสุนัข

ภาพที่ 1 ตัวอย่างประเภทไทล์ภาพ

3) ค่าทางสถิติ

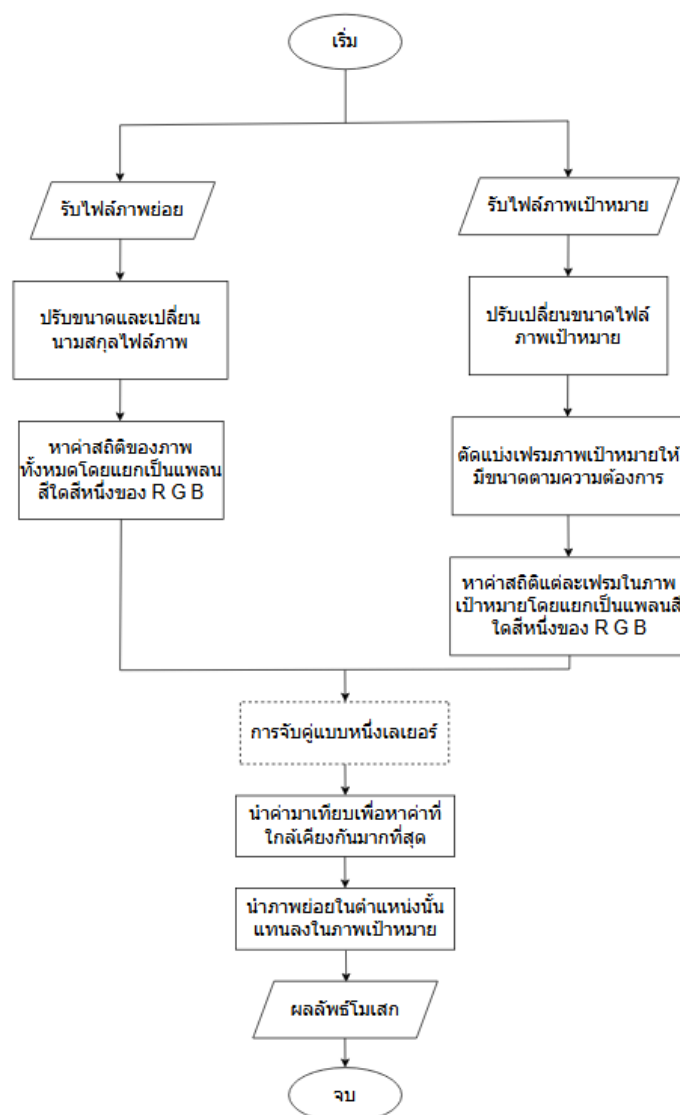
ทฤษฎีค่าเฉลี่ย (Theory of Averages) คือแนวคิดทางคณิตศาสตร์และสถิติที่ว่าด้วยการหาค่ากลางหรือค่าตัวแทนของข้อมูลชุดหนึ่ง ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์หรือเปรียบเทียบได้ ค่าเฉลี่ยคำนวณจากผลรวมทั้งหมดหารด้วยจำนวนของข้อมูลดังสมการต่อไปนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P_{(i,j)}}{N} \quad (1)$$

โดยที่ $P_{(i,j)}$ คือค่าเฉลี่ยในแต่ละพิกเซลในเฟรม

N คือจำนวนพิกเซลทั้งหมดในเฟรม

4) วิธีการนำเสนอ



ภาพที่ 2 แผนภาพการสร้างภาพโมเสกดิจิทัล

ในภาพที่ 2 แสดงภาพรวมของวิธีการนำเสนอ โดยเริ่มต้นจากการรับภาพเป้าหมายที่ต้องการ จากนั้นทำการปรับขนาดภาพ ตัดแบ่งเฟรมภาพตามต้องการ และหาค่าทางสถิติโดยแยกตามเพลนสี R, G, B ในส่วนของภาพย่อยทำลักษณะเดียวกัน

กับภาพเป้าหมาย แต่จะไม่มีการตัดแบ่งเฟรมภาพ (สังเกตบล็อกไดอะแกรมฝั่งซ้าย) จากนั้นนำค่าสถิติที่คำนวณได้ของภาพทั้งสองมาเปรียบเทียบโดยหาผลต่างที่มีค่าน้อยที่สุด หรือ ต่ำสุด และคู่หนึ่งจะถูกเลือก ภาพย่อยที่สอดคล้องที่สุดจะถูกเลือกและวางลงในเฟรมภาพเป้าหมาย ทำซ้ำขั้นตอนเหล่านี้จนถึงเฟรมภาพสุดเป็นอันสิ้นสุดการทำงาน

5) ผลและวิจารณ์

การทดลองทั้งหมดในงานวิจัยนี้ดำเนินการโดยใช้โปรแกรม GNU Octave (GUI) รุ่นปี 2024 และดำเนินการบนเครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก MSI Bravo 15 B7E โดยมีรายละเอียดดังนี้ CPU : AMD Ryzen 5 7535HS (6 core / 12 thread ความถี่สูงสุด 4.55 GHz), GPU : AMD Radeon RX 6550M, RAM : 8 GB DDR5 ความเร็วบัส 4800 MHz การทดลองเบื้องต้น คณะผู้วิจัยทดสอบกับภาพเป้าหมายแอปเปิลขนาด 1024x1024 พิกเซล และกลุ่มภาพย่อยดอกไม้ขนาด 10x10 จำนวน 350 ภาพ โดยการใช้การจับคู่ค่าทางสถิติทั้งแบบหนึ่งเลเยอร์ และแบบสามเลเยอร์ [11] ตามลำดับ โดยมีการจับเวลาในการประมวลผลทั้งสองแบบ ผลลัพธ์แสดงดังภาพที่ 3 (ข) สำหรับแบบสามเลเยอร์ (ค)-(จ) แบบหนึ่งเลเยอร์



(ก) ภาพเป้าหมาย



(ข) แพลนRGB



(ค) แพลนR



(ง) แพลนG



(จ) แพลนB

ภาพที่ 3 ผลลัพธ์ภาพโมเสกดิจิทัลจากการใช้หนึ่งเลเยอร์และสามเลเยอร์

ผลลัพธ์จากการสร้างภาพโมเสกแอปเปิลดูเหมือนว่า แพลนB (จ) จะให้ผลลัพธ์รูปทรงแอปเปิลใกล้เคียงภาพ แพลน RGB (ข) มากสุดตามค่า PSNR โดยที่ แพลนR (ค) ถ้ามองด้วยตาเปล่าจะมีความใกล้เคียงกับแพลนRGB (ข) มากที่สุดเช่นกัน แต่จะ

มีตรงตามขอบไปไม้กับก้านแอปเปิลที่มีสีขาวประมาณน้อยกว่า แพลนRGB (ข) ในขณะที่ แพลนG (ง) บริเวณตรงกลางแอปเปิลเป็นพื้นที่ว่างเปล่าเนื่องจากไม่มีรูปถ่ายย่อยที่จับคู่ค่าสีได้ใกล้เคียงในบริเวณนั้น ๆ

จากการทดลองเบื้องต้น ภาพเป้าหมายขนาด 1024x1024 พิกเซล กับกลุ่มภาพย่อยดอกไม้ ขนาด 50x50 จำนวน 350 ภาพ ผลลัพธ์ภาพโมเสกดิจิทัลจากการแยกแพลนสี แสดงดังภาพที่ 4 (ข)-(ง) ตามลำดับ



(ฉ) ภาพเป้าหมาย



(ข) แพลนRGB



(ค) แพลนR



(ง) แพลนG



(ญ) แพลนB

ภาพที่ 4 ผลลัพธ์ภาพโมเสกจากการใช้ขนาดภาพย่อยที่แตกต่างจากภาพที่ 3

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่า PSNR ของภาพเป้าหมายแอปเปิล ขนาด 1024x1024 แบบการจับคู่แบบหนึ่งเลเยอร์กับการจับคู่แบบสามเลเยอร์

การจับคู่แบบหนึ่งเลเยอร์					
ชนิดของกลุ่มภาพ	ขนาดภาพย่อย(พิกเซล)	PSNR(dB)			
		R	G	B	รวม
กลุ่มภาพย่อยดอกไม้	10x10	10.4582	10.5130	10.0484	10.3398
	10x10R	10.3994	10.4742	9.9981	10.2905
	10x10G	10.3491	10.9972	10.3173	10.5545
	10x10B	10.8215	10.5907	10.2126	10.5416
	50x50	10.0983	10.6157	9.9613	10.2251
	50x50R	10.1523	10.6795	10.0165	10.2827
	50x50G	9.7194	10.8935	10.0760	10.2296
	50x50B	10.1553	10.2585	9.9277	10.1138
การจับคู่แบบสามเลเยอร์					
ชนิดของกลุ่มภาพ	ขนาดภาพย่อย(พิกเซล)	PSNR(dB)			
		R	G	B	รวม
กลุ่มภาพย่อยดอกไม้	10x10	5.9493	4.5137	6.5817	5.6816
	50x50	5.9207	4.5515	6.5839	5.6854

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเวลาของภาพเป้าหมายแอปเปิล ขนาด 1024x1024 แบบการจับคู่แบบหนึ่งเลเยอร์กับการจับคู่แบบสามเลเยอร์

การจับคู่แบบหนึ่งเลเยอร์		
ชนิดของกลุ่มภาพ	ขนาดภาพย่อย(พิกเซล)	เวลา(วินาที)
กลุ่มภาพย่อยดอกไม้	10x10	13.330524
	10x10R	11.346030
	10x10G	11.241164
	10x10B	11.053024
	50x50	1.867416
	50x50R	1.479768
	50x50G	1.535573
	50x50B	1.625673
การจับคู่แบบสามเลเยอร์		
ชนิดของกลุ่มภาพ	ขนาดภาพย่อย(พิกเซล)	เวลา(วินาที)
กลุ่มภาพย่อยดอกไม้	10x10	22.7496
	50x50	1.6976

การทดสอบต่อมาใช้ขนาดภาพย่อยที่ 50x50 พิกเซล โดยใช้ค่าเฉลี่ยสำหรับการจับคู่ และกำหนดเฟรมภาพเป้าหมายที่เท่ากันทั้งหมดและทำการแยกแพลนสีของรูป ผลลัพธ์แสดงดังภาพที่ 4 การสร้างภาพโมเสกแอปเปิลดูเหมือนว่า แพลนB (ญ) จะให้ผลลัพธ์รูปทรงแอปเปิลใกล้เคียงภาพ แพลนRGB (ข) มากสุดตามค่า PSNR โดยที่ แพลนR (ช) ถ้ามองด้วยตาเปล่าจะมีความใกล้เคียงกับแพลนRGB (ข) มากที่สุดเช่นกัน แต่จะมีตรงตามขอบใบไม้กับก้านแอปเปิลที่มีสีเขียวประปรายน้อยกว่า แพลนRGB (ข) ในขณะที่ แพลนG (ณ) บริเวณตรงกลางแอปเปิลเป็นพื้นที่ว่างเปล่าเนื่องจากไม่มีรูปภาพย่อยที่จับคู่ค่าสีได้ใกล้เคียงในบริเวณนั้น ๆ สังเกตว่าการใช้ภาพย่อยขนาด 50x50 จะทำให้องค์ประกอบภาพมองเห็นภาพย่อยในภาพมากขึ้น ใช้เวลาในการประมวลผลน้อย เมื่อดูลونهاไปทำการแยกแพลนสีเพียงสีใดสีหนึ่ง ได้รับผลลัพธ์ด้านเวลาที่ดีขึ้นและรายละเอียดภาพไม่ต่างจากเดิมที่มีแพลนสี 3 แพลน และภาพย่อยขนาด 10x10 จะทำให้องค์ประกอบภาพมีความละเอียดเนียนขึ้นแต่จะมองเห็นภาพย่อยได้ชัดเจนน้อยลง

และใช้เวลาในการประมวลผลมาก การนำภาพมาแยกแพลนสีเพียงแพลนใดแพลนหนึ่งได้ผลด้านเวลาเป็นอย่างดีมีเวลาที่เร็วขึ้น และรายละเอียดไม่เพี้ยนไปจากเดิมมากนัก

ดังนั้นภาพที่ใช้การประมวลผลด้วยแพลนสี RGB มีความละเอียดของภาพไม่ต่างจากการแยกแพลนสีใดแพลนหนึ่ง เมื่อเทียบจากค่า PSNR และมีผลลัพธ์ด้านเวลาที่ใช้ในการประมวลผลเร็วขึ้นกว่าการใช้แพลนสี RGB

การวัดผลการทดลอง วิธีการนี้ใช้ค่า PSNR (peak signal-to-noise ratio) เพื่อวัดความผิดเพี้ยนของภาพโมเสกที่ถูกสร้างขึ้นในรูปแบบต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบกับภาพต้นฉบับ (n) ในภาพที่ 3 ผลลัพธ์แสดงในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

6. สรุปผล

จากการทดสอบเบื้องต้นพบว่า การใช้เทคนิคการจับคู่ค่าเฉลี่ยแบบหนึ่งเลเยอร์มีผลต่อเวลาในการประมวลผลที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการจับคู่แบบสามเลเยอร์ในการสร้างภาพโมเสกดิจิทัล ผลลัพธ์ภาพโมเสกดิจิทัลแบบหนึ่งเลเยอร์ยังคงให้ผลลัพธ์โครงสร้างภายในที่ใกล้เคียงกับแบบสามเลเยอร์ (แพลนสี RGB) ข้อสังเกต จำนวนของภาพย่อยที่น้อยส่งผลให้ผลลัพธ์ภาพโมเสกที่ได้มีรายละเอียดของภาพที่น้อยตามเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนภาพที่มาก ข้อเสนอแนะในอนาคตอาจใช้การจับคู่ภาพย่อยกับภาพเป้าหมายโดยใช้เส้นขอบ ร่วมกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เพื่อให้เพิ่มความแม่นยำและมิติภาพที่หลากหลาย

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ และ สถาบันวิจัยและพัฒนาที่สนับสนุนเงินทุนในการทำวิจัย

8. เอกสารอ้างอิง

- ชัยพร ปานยิทธิ. (2566). *การประมวลผลภาพดิจิทัล*. สำนักงานประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.
- มณฑนา เภาวิทยานนท์ และ สุจิตตา บรรดาศักดิ์. (2548). *การสร้างภาพโมเสกโดยโปรแกรม MATLAB (Mosaic Image using MATLAB)*. พิษณุโลก : ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วรารณณ์ แซ่ลิ้ม, ธัญวรา ปานูราช, ธัญญรัตน์ สุดใจ, และชัยพร ปานยิทธิ (2567). *การสร้างภาพโมเสกดิจิทัลโดยใช้ค่าทางสถิติและจำนวนของภาพย่อยที่แตกต่างกัน*. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 8.
- สุภารัตน์ นิลบรรพต, รัชนิกร ธรรมพิทักษ์ และ รัตนภรณ์ อุทุมพรฤทธิ. (2543). *การสร้างภาพโมเสก*. คลังปัญญามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- A. Hausner. (2001). *Simulating Decorative Mosaics*. in *Proc. ACM SIGGRAPH 2001*. Los Angeles, CA, USA.
- A. Finkelstein & M. Range. (1998). *Image Mosaics. Electronic Publishing, Artistic Imaging and Digital Typography*.
- K.A. Aruna, et al. (2021). Image mosaicing for neonatal fundus images. *Proceedings of the 8th International Conference on Smart Computing Communications (ICSCC)*. pp. 100–105.
- M.K. Vishwakarma, A. Bhuyan. (2020). Image mosaicking using improved auto-sorting algorithm and local difference-based Harris features. *Multimedia Tools and Applications. Volume 79. Pages 23599–23616*.
- P. Haeberli. (1990). Paint by numbers: abstract image representations. *Proceedings of SIGGRAPH '90, Computer Graphics*.
- R. Silvers & M. Hawley. (1997). *Photomosaics*. New York: Henry Holt.
- Z. Hossein-Nejad & M. Nasri. (2022). Clustered redundant keypoint elimination method for image mosaicing using a new Gaussian-weighted blending algorithm. *The Visual Computer. Volume 38. Pages 1991–2007*.

การออกแบบเชิงแนวคิดระบบแสดงผลการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ Conceptual Design Boiler Fuel Consumption Dashboard

อนนท์ มอมขุนทด¹ บวรศักดิ์ สมเคราะห์² นิวัตร มุลปา¹ อัจฉรา ไชยยา¹ และ พัชรีย์ ไชยวงศ์^{2*}

Anon Momkhunthod¹ Bhvornsak Somkror² Niwat Moonpa¹ Atchara Chaiya¹
Patcharee Chaiyong²

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและชีวภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

¹ Department of Agricultural and Biological Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna

² หน่วยวิจัยและพัฒนาระบบการศึกษาและวิจัยร่วมระหว่าง ภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคการศึกษา

วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

² Public-Private Partnership Research and Development Unit for Joint Education and Research System,

College of Integrated Science and Technology, Rajamangala University of Technology Lanna

* E-mail patcharee_ch@rmutl.ac.th, โทร. +6671876878

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการออกแบบเชิงแนวคิดระบบการแสดงผลการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ ซึ่งพัฒนาเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการติดตามและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานในกระบวนการผลิต การศึกษาเริ่มจากการวิเคราะห์ระบบการทำงานเดิมและความต้องการของผู้จัดการฝ่าย 1 คน และช่างเทคนิค 5 คน โดยการสอบถามและประชุมกลุ่มย่อยเพื่อออกแบบระบบที่ตอบสนองความต้องการจริงในการปฏิบัติงาน การออกแบบเชิงแนวคิดระบบประกอบด้วยสองส่วนหลัก ได้แก่ ระบบนำเข้าข้อมูล ที่ออกแบบผ่าน Power Apps ให้ช่างเทคนิคบันทึกข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิง สัดส่วนการผสมเชื้อเพลิง และค่าพลังงานได้อย่างสะดวก และระบบแสดงผลผ่าน Power BI Dashboard ที่นำเสนอข้อมูลแบบเรียลไทม์พร้อมการเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย การออกแบบยึดหลักการของ User Experience และ User Interface โดยคำนึงถึงความเข้าใจง่าย ความชัดเจน และการตอบสนองที่รวดเร็ว ระบบสามารถแสดงข้อมูลสำคัญเช่น ปริมาณถ่านหินต่อตันไอน้ำ ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย พลังงานที่ใช้ต่อตันไอน้ำ และประสิทธิภาพของระบบในรูปแบบกราฟแนวโน้มตามช่วงเวลาที่ต้องการ ผลลัพธ์จากการออกแบบระบบนี้คาดว่าจะช่วยให้ผู้จัดการฝ่ายสามารถบริหารจัดการพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดต้นทุนเชื้อเพลิง และสนับสนุนแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมที่ยั่งยืนโดยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แม้ระบบที่ออกแบบจะมีความสมบูรณ์ในระดับหนึ่ง แต่ยังมีข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบการตอบสนองและระบบแจ้งเตือนเมื่อค่าเกินขีดจำกัดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานต่อไป

คำสำคัญ: หม้อไอน้ำ, การออกแบบเชิงแนวคิด, การใช้เชื้อเพลิง, แดชบอร์ด

Abstract

This article aims to present a conceptual design of a boiler fuel consumption monitoring system, developed as a tool to support the tracking and analysis of energy efficiency in industrial production processes. The study begins with an analysis of the existing operational system and the requirements of one division manager and five technicians. Data collection was conducted through interviews and focus group discussions to inform the design of a system that accurately responds to actual operational requirements. The conceptual design comprises two main components. The first is a data input system, developed using Power Apps, which allows technicians to conveniently record fuel consumption volumes, fuel blending ratios, and energy values. The second is a data visualization system, implemented through a Power BI dashboard, which presents real-time data along with comparative metrics against target values. The design adheres to User Experience and User Interface principles, prioritizing ease of understanding, clarity, and rapid response. The system can display critical information such as coal consumption per ton of steam, production cost per unit, energy used per ton of steam, and system efficiency in trend graph according to desired time periods. The outcomes from this system design are expected to help division manager manage energy more efficiently, reduce fuel costs, and support sustainable industrial development approaches by minimizing environmental impacts. Although the designed system has achieved a certain level of completeness, there are recommendations for further development of feedback mechanisms and alert systems when values exceed limits to enhance operational efficiency.

Keywords: Boiler, Concept Design, Fuel Consumption, Dashboard

1. บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยหลักที่ขับเคลื่อนกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะในรูปของพลังงานความร้อนและไฟฟ้า หม้อไอน้ำ (Boiler) มีบทบาทสำคัญในการผลิตไอน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตหรือระบบทำความร้อน เช่น การฆ่าเชื้อ การทำให้แห้ง และการให้ความร้อน หม้อไอน้ำในภาคอุตสาหกรรมใช้เชื้อเพลิงหลายประเภท โดยเฉพาะถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงที่มีต้นทุนต่ำและให้พลังงานความร้อนสูง แต่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมลพิษทางอากาศ ในขณะที่ก๊าซธรรมชาติมีการเผาไหม้ที่สะอาดกว่าและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่า (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, n.d.) การใช้พลังงานที่ไม่มีประสิทธิภาพในภาคอุตสาหกรรมจะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น และเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ไม่สมบูรณ์อาจปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และสารพิษอื่น ๆ นอกจากนี้ การใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลืองยังส่งผลให้ทรัพยากรธรรมชาติถูกใช้ไปอย่างรวดเร็วและไม่ยั่งยืน (International Energy Agency, 2007)

การใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพเป็นปัจจัยที่ช่วยลดต้นทุนและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้น การบริหารจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ลดต้นทุน และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สามารถช่วยให้องค์กรมีแนวทางในการจัดการพลังงานอย่างเป็นระบบ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น Power BI และ Power Apps สามารถช่วยในการติดตามและวิเคราะห์การใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ยังมีข้อจำกัดที่ต้องพิจารณา เนื่องจากระบบการจัดการพลังงานมักไม่เชื่อมโยงกับระบบอื่นในองค์กร นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาทั้งระบบการเก็บข้อมูลพลังงานที่ครอบคลุมและละเอียดเพียงพอ เครื่องมือและบุคลากรที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

จากปัญหาที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบระบบแสดงผลการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ เพื่อสนับสนุนการติดตามและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานผ่านระบบแดชบอร์ดแบบเรียลไทม์โดยใช้ Power BI และ Power Apps ซึ่งเป็นแนวทางที่ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถรวบรวมและวิเคราะห์การใช้พลังงานและปรับปรุงประสิทธิภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ทันสมัยช่วยให้อุตสาหกรรมสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันได้ พร้อมลดต้นทุนและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล (input)

การดำเนินงานโดยจะศึกษารวบรวมข้อมูลระบบการบันทึกและแสดงผลเดิมและความต้องการของผู้ที่มีความเกี่ยวข้องเพื่อนำมาวิเคราะห์และสรุปความต้องการของผู้ใช้แต่ละระดับ จากการวิเคราะห์ระบบเดิมที่ใช้การจดบันทึกข้อมูลและนำลงในโปรแกรม excel แล้ว และจากการสอบถามและประชุมกลุ่มย่อยร่วมกันระหว่างผู้จัดการฝ่าย (Division Manager) 1 คน และช่างเทคนิค (Technician) 5 คน ของฝ่ายวิศวกรรมเพื่อสอบถามความต้องการ พบว่า ข้อมูลในตารางที่ถูกบันทึกประกอบด้วย วัน-เดือน-ปี ปริมาณถ่านหินต่อวัน (Ton/Day) ปริมาณไม้สับต่อวัน (Ton/Day) ปริมาณถ่านหินต่อการผลิตไอน้ำ (kg coal/Ton Steam) พลังงาน (MJ/Ton Steam) สัดส่วนการผสมของเชื้อเพลิงชีวมวล และความต้องการที่จะเห็นแนวโน้มการใช้เชื้อเพลิงถ่านหินและชีวมวล การใช้พลังงาน และต้นทุนการผลิต

Date	Total coal Ton / Day	Woodchip Ton/Day	Kg coal / Ton Steam	MJ/Ton Steam	Woodchip Mix
1/1/2024	0.00	0.00	0.00	-	0%
1/2/2024	0.00	0.00	0.00	-	0%
1/3/2024	0.00	0.00	0.00	-	0%
1/4/2024	10.83	4.00	156.96	4,300.83	27%
1/5/2024	14.25	4.00	148.44	3,957.27	22%
1/6/2024	14.82	4.00	148.20	3,937.54	21%
1/7/2024	7.98	0.00	159.60	3,879.88	0%
1/8/2024	13.68	0.00	152.00	3,695.12	0%
1/9/2024	14.82	0.00	154.38	3,752.86	0%
1/10/2024	13.68	0.00	152.00	3,695.12	0%
1/11/2024	14.25	0.00	151.60	3,685.29	0%
1/12/2024	12.54	0.00	156.75	3,810.59	0%
1/13/2024	14.82	0.00	141.14	3,431.18	0%
1/14/2024	6.84	0.00	136.80	3,325.61	0%
1/15/2024	12.54	0.00	156.75	3,810.59	0%

ภาพที่ 1 ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงในโปรแกรม excel

ระบบการแสดงผลการใช้เชื้อเพลิงหม้อไอน้ำมีบุคคลที่เกี่ยวข้องแบ่งตามบทบาทการทำงาน ดังตารางที่ 1 และมีแนวคิดการพัฒนาการออกแบบระบบแสดงผลการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ ที่ประกอบด้วยระบบการนำเข้าข้อมูลและระบบการแสดงผล ซึ่งมีกระบวนการพื้นฐานในการทำงาน ดังต่อไปนี้

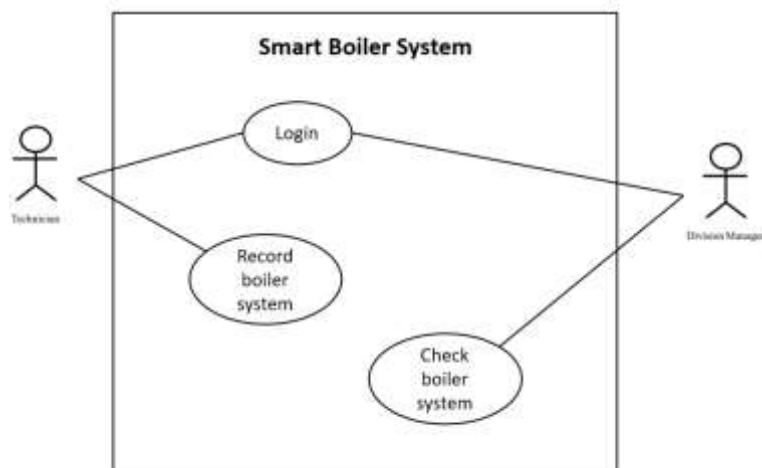
- 1) ผู้จัดการฝ่าย สามารถดูข้อมูลภาพรวมของระบบแสดงผลการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ โดยเลือกดูข้อมูลได้เอง
- 2) ช่างเทคนิค สามารถเข้าสู่ระบบ โดยใช้รหัสและรหัสผ่าน เพื่อบันทึกข้อมูลปริมาณที่เกี่ยวข้องในการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ ดังตารางที่ 2



ภาพที่ 2 การกำหนดแอดดอร์ในการออกแบบและพัฒนาระบบ

ตารางที่ 1 แอดดอร์ที่เกี่ยวข้องแบ่งตามบทบาทการทำงาน

ผู้เกี่ยวข้อง	บทบาทการทำงาน
 ผู้จัดการฝ่าย (Division Manager)	ทำหน้าที่ ตรวจสอบการใช้เชื้อเพลิงประจำวัน ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิง และการเข้าใช้งานต้องล็อกอินเข้าสู่ระบบโดยกรอกรหัสผู้ใช้และรหัสผ่านก่อนเสมอ
 ช่างเทคนิค (Technician)	ทำหน้าที่ ตรวจสอบและรายงานผลประจำวัน (Daily Report) และการเข้าใช้งานต้องล็อกอินเข้าสู่ระบบโดยกรอกรหัสผู้ใช้และรหัสผ่านก่อนเสมอ



ภาพที่ 3 แผนภาพยูสเคสแสดงการทำงานของระบบ

ตารางที่ 2 ปริมาณที่เกี่ยวข้องในการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ

ลำดับ	ปริมาณ	หน่วย	คำอธิบาย
1	สัดส่วนการผสมของเชื้อเพลิงชีวมวล	ร้อยละ (%)	สัดส่วนของเชื้อเพลิงชีวมวลในส่วนผสมของเชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ
2	พลังงาน	เมกะจูลต่อตันไอน้ำ (MJ/ton steam)	พลังงานความร้อนในการผลิตไอน้ำ 1 ตัน
3	ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงทั้งหมดต่อวัน	กิโลกรัม/วัน (kg/day)	ปริมาณของเชื้อเพลิงถ่านหินและไม้สับรวมในแต่ละวัน ซึ่งจะนำไปใช้เพื่อวางแผนการใช้เชื้อเพลิง คำนวณต้นทุนพลังงานต่อวัน และสามารถแยกประเภทเชื้อเพลิงได้หากใช้มากกว่าหนึ่งชนิด
4	ปริมาณถ่านหินต่อการผลิตไอน้ำ	กิโลกรัม/ตันไอน้ำ (kg/ton steam)	ปริมาณการใช้ถ่านหินในการผลิตไอน้ำ 1 ตัน
5	ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลิต	บาท/ตันอาหาร (Bath/ton Production)	ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยต่อหน่วยผลิต 1 ตันอาหาร

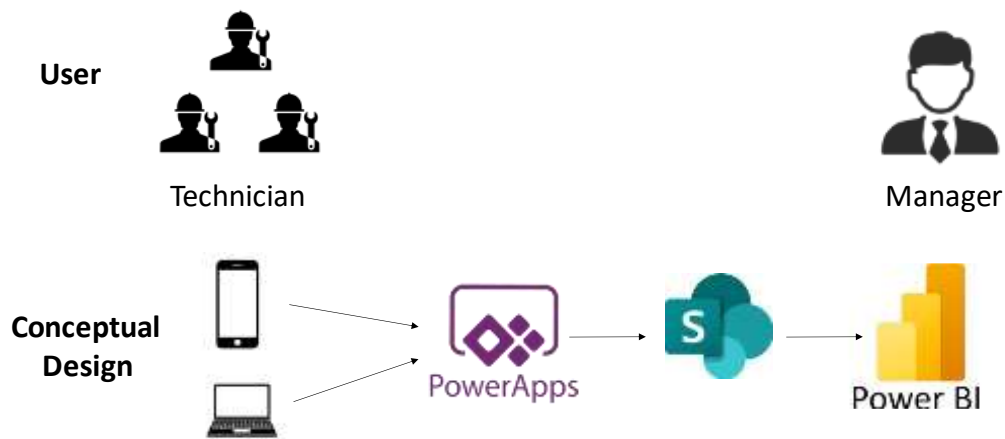
ซึ่งข้อมูลทั้ง 5 ปริมาณเป็นตัวชี้วัดหลักที่สำคัญต่อการประเมินต้นทุนการผลิตต่อหน่วยผลิตและแสดงถึงประสิทธิภาพโดยรวมของระบบหม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงชีวมวลและถ่านหินร่วมกัน

2.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบ

เมื่อวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ การออกแบบระบบเพื่อให้สามารถติดตาม วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ ระบบนำเข้าข้อมูล และ ระบบแสดงผล โดยมีผู้ใช้งานหลัก 2 กลุ่มคือ ผู้จัดการฝ่าย (Division Manager) และช่างเทคนิค (Technician)

การออกแบบระบบนำเข้าข้อมูล จะมีผู้ใช้งานที่เป็นช่างเทคนิคที่มีสิทธิ์การเข้าใช้สู่ระบบด้วยรหัสผู้ใช้งานและรหัสผ่าน และบันทึกข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงรวมต่อวัน (กิโลกรัม/วัน) ปริมาณเชื้อเพลิงต่อการผลิตไอน้ำ (กิโลกรัม/ตันไอน้ำ) ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยอาหาร (บาท/ตันอาหาร) และสัดส่วนการผสมของเชื้อเพลิงชีวมวล ด้วยการกรอกข้อมูลประจำวัน (Daily Report) โดยใช้แพลตฟอร์ม Power App

การออกแบบระบบแสดงผล โดยมีผู้ใช้งานที่เป็นผู้จัดการฝ่ายเป็นหลักที่มีสิทธิ์การเข้าใช้โดยสามารถดูข้อมูลโดยไม่ต้องกรอกข้อมูล รูปแบบการแสดงผลเป็นแดชบอร์ดแสดงภาพรวม ทั้งกราฟแนวโน้มการใช้เชื้อเพลิงรายวัน รายเดือนเปรียบเทียบค่าการใช้เชื้อเพลิงต่อหน่วยผลิตในแต่ละวัน และรายงานสรุปประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิง รวมทั้งมีฟังก์ชันเลือกดูข้อมูลตามช่วงเวลา รายสัปดาห์ รายเดือน และรายปี โดยใช้แพลตฟอร์ม Power BI



ภาพที่ 4 แผนภาพการออกแบบเชิงแนวคิดของระบบ

การออกแบบหน้าจอได้ดำเนินการโดยใช้หลักการของการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ (User Experience: UX) และการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface: UI) เพื่อให้การใช้งานของผู้ใช้แต่ละระดับเป็นไปอย่างราบรื่นและตรงกับความคาดหวัง ทั้งการออกแบบฟังก์ชันการทำงาน เช่น ระบบล็อกอิน การบันทึกข้อมูล การแสดงผลข้อมูล การส่งออกข้อมูล การออกแบบ Interface ที่สัมพันธ์กับความต้องการของผู้ใช้ ทั้งผู้จัดการฝ่ายและช่างเทคนิค โดยคำนึงถึงความเข้าใจง่าย ความชัดเจน และความรวดเร็วในการโต้ตอบกับระบบ

หลักการของการออกแบบ UX และ UI เป็นกระบวนการที่สำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดิจิทัล โดย UX มุ่งเน้นไปที่การสร้างประสบการณ์ที่ราบรื่น มีประสิทธิภาพ และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ ขณะที่ UI เน้นการออกแบบองค์ประกอบที่ผู้ใช้มองเห็นและโต้ตอบด้วย เช่น ปุ่ม ตัวอักษร สี และไอคอน (Garrett, 2011)

ในด้านหลักการสำคัญของ UX นั้น ความเข้าใจผู้ใช้ (User-Centered Design) ถือเป็นหัวใจสำคัญ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้เพื่อออกแบบให้ตรงกับความต้องการ (Norman, 2013) นอกจากนี้ การออกแบบที่สอดคล้อง (Consistency) ยังช่วยให้รูปแบบการใช้งานเหมือนกันทั่วทั้งระบบ ซึ่งช่วยลดความสับสนของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกประการหนึ่งคือ ความสามารถในการใช้งาน (Usability) ที่มุ่งเน้นให้ผู้ใช้สามารถทำงานได้สำเร็จด้วยความพยายามน้อยที่สุด

สำหรับหลักการสำคัญของ UI นั้น การออกแบบเชิงภาพ (Visual Hierarchy) มีบทบาทสำคัญในการจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลผ่านการออกแบบ โดยใช้องค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ขนาด สี และการจัดวาง (Krug, 2013) ความชัดเจน (Clarity) เป็นอีกหลักการที่สำคัญ ซึ่งกำหนดให้องค์ประกอบทุกอย่างในหน้าจอควรชัดเจนและเข้าใจง่าย และสุดท้าย การตอบสนองและข้อเสนอแนะ (Feedback) ที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้ผู้ใช้ได้รับการตอบสนองที่เหมาะสมอย่างรวดเร็วเมื่อกระทำการใด ๆ กับระบบ ทั้งนี้การออกแบบ UX และ UI อย่างมีประสิทธิภาพจะนำไปสู่การสร้างผลิตภัณฑ์ที่ไม่เพียงแต่น่าดึงดูด แต่ยังใช้งานได้ง่ายและสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ใช้อย่างยั่งยืน (Garrett, 2011; Norman, 2013; Krug, 2013)

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

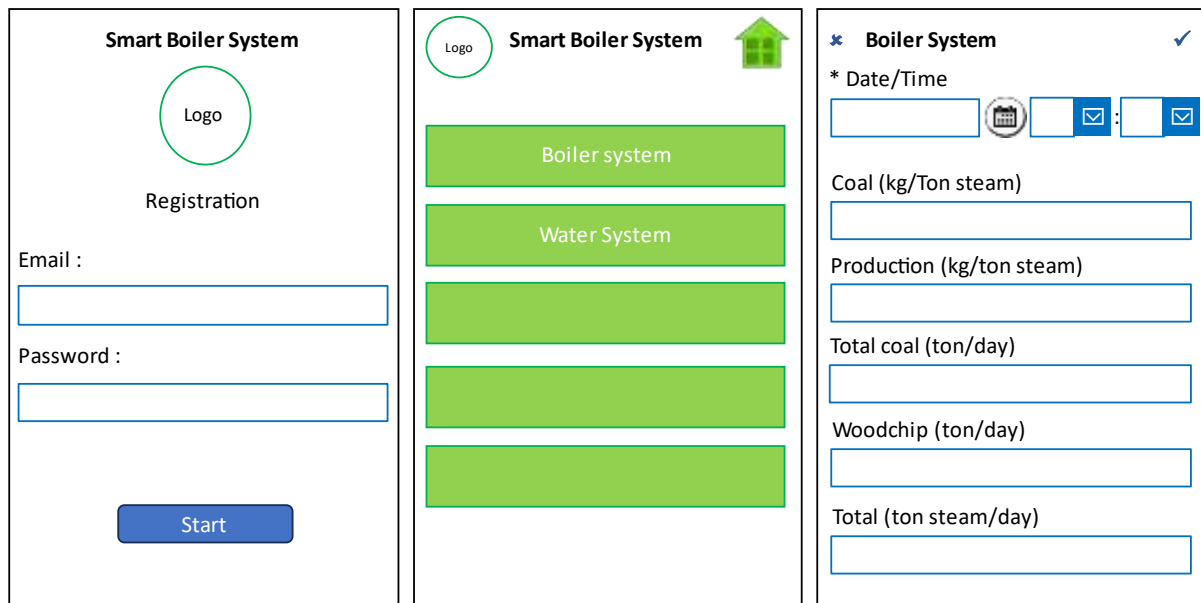
ผลการออกแบบเชิงแนวคิดการแสดงผลการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

3.1 ผลการออกแบบด้านการนำข้อมูลเข้าโดยใช้ Power App

ระบบมีการแยกหน้าจอเป็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน ได้แก่ หน้าล็อกอิน (Login), หน้าหลัก (Main Menu), และหน้าบันทึกข้อมูล (Data Entry) ซึ่งสะท้อนถึงโครงสร้างการทำงานที่เป็นระบบและง่ายต่อการใช้งาน ช่างเทคนิคสามารถเข้าสู่ระบบและกรอกข้อมูลรายวันได้สะดวก เช่น ปริมาณถ่านหิน ชีวมวล การผลิต และผลรวมการใช้ไอน้ำ มีการใช้ไอคอน (เช่น ปฏิทินสำหรับเลือกวันเวลา) และปุ่มที่มีความโดดเด่น เข้าใจง่าย สอดคล้องกับหลักการการออกแบบ UI ด้าน Visual Hierarchy การใช้สีเขียวในเมนูหลักช่วยสร้างความรู้สึกเชิงบวกและเป็นมิตรต่อผู้ใช้งาน การเลือกสีเขียวในหน้าหลักสะท้อนหลักการ UX ด้าน

emotional design ซึ่งสืงเี่ยวให้ควมรู้สึกลอดภัย ผ่อนคลาย และเป็นมิตร เหมาะสําหรับช่างเทคนิคที่ต้องใช้ระบบเป็นประจำ โดยการออกแบบทั้งหมตอิงตามแนวคิดของ Don Norman (2013) ที่ระบุว่ ระบบควรส่งเสริมให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องพึ่งพาคู่มือ และเกิดควมรู้สึกร่มใจในการใช้งาน

การจัดวางข้อมูลและอินเทอร์เฟซสอดคล้องกับลำดับการทำงานจริงของผู้ใช้งาน ทำให้ลดเวลาในการเรียนรู้การใช้งานระบบ ระบบใช้รูปแบบการป้อนข้อมูลเหมือนกันทุกหน้า เช่น กล่องข้อความ ฟอรม์บันทึก ช่วยให้ผู้ใช้ไม่สับสน มีการจัดวางปุ่ม "Start" หรือปุ่มบันทึก/ส่งข้อมูลให้เห็นได้ชัด ช่วยให้ผู้ใช้สามารถดำเนินการต่าง ๆ ได้โดยไม่ต้องเสียเวลาในการค้นหาฟังก์ชัน สอดคล้องกับหลักการ Clarity and Consistency



Smart Boiler System

Logo

Registration

Email :

Password :

Start

Smart Boiler System

Logo

Boiler system

Water System

Boiler System

* Date/Time

Coal (kg/Ton steam)

Production (kg/ton steam)

Total coal (ton/day)

Woodchip (ton/day)

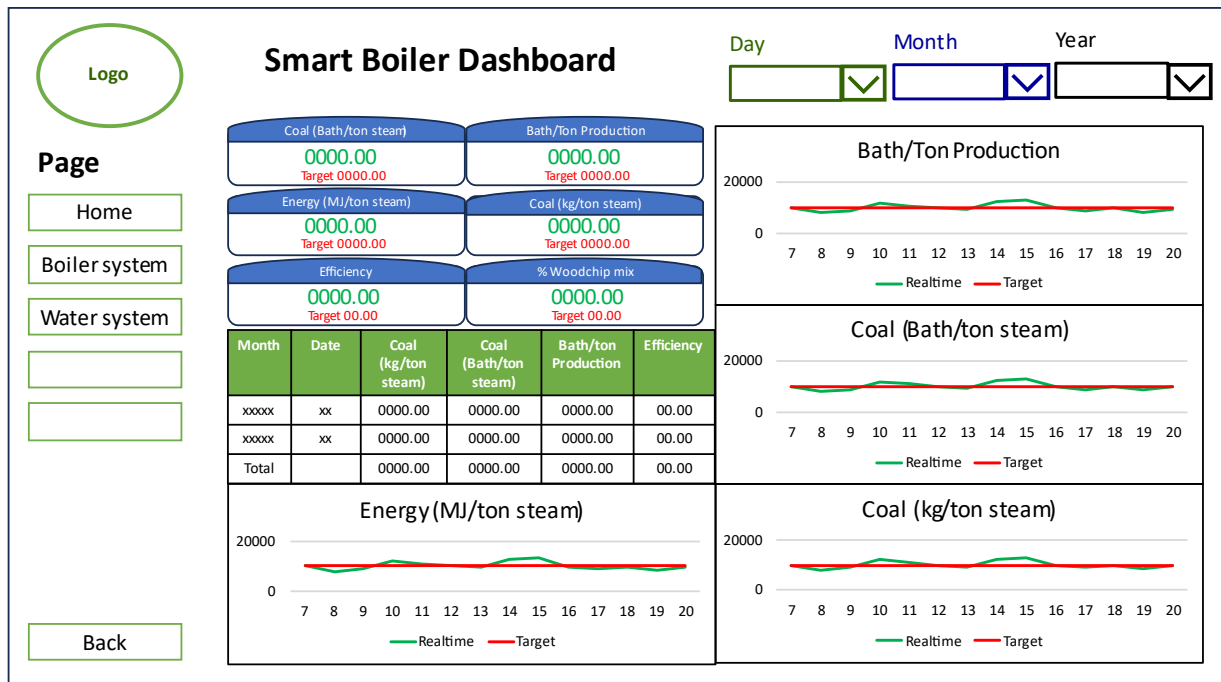
Total (ton steam/day)

ภาพที่ 5 การออกแบบด้านการนำข้อมูล

3.2 ผลการออกแบบด้านการแสดงผลโดยใช้ Power BI

ระบบ Smart Boiler Dashboard ได้รับการออกแบบให้แสดงข้อมูลสําคัญของการทำงานหม้อไอน้ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย ประกอบด้วยส่วนแสดงปริมาณสําคัญและกราฟแสดงแนวโน้มการทำงานตามช่วงเวลา โดยมีการจัดหมวดหมู่เมนูการใช้งานอย่างเป็นระบบ ทั้ง ปริมาณถ่านหินที่ใช้ต่อไอน้ (Coal (Bath/ton steam)) การผลิตไอน้ต่อตัน (Bath/Ton Production) พลังงานที่ใช้ต่อตันไอน้ (Energy (MJ/ton steam)) ปริมาณถ่านหินต่อตันไอน้ (Coal (kg/ton steam)) ประสิทธิภาพของระบบ (Efficiency) สัดส่วนการผสมเชื้อเพลิงไม้ (% Woodchip mix)

ระบบแสดงผลการทำงานเทียบกับค่าเป้าหมาย (Target) ในทุกปริมาณตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยใช้เส้นกราฟสีเขียวแสดงค่าการทำงานจริง (Realtime) และเส้นสีแดงแสดงค่าเป้าหมาย เพื่อให้ผู้ใช้สามารถประเมินประสิทธิภาพการทำงานได้อย่างทันที การแสดงผลมีระบบการเลือกดูข้อมูลตามช่วงเวลาที่ต้องการ ทั้งรายวัน รายเดือน และรายปี และยังมีตารางสรุปค่าการทำงานรายวันพร้อมผลรวมในส่วนล่าง ทั้งนี้การแสดงผลนั้นทั้งผู้จัดการฝ่ายและช่างเทคนิคสามารถใช้งานร่วมกันในเวลาเดียวกันได้ ซึ่งการเลือกแสดงผลด้วยกราฟเหมาะสําหรับการแสดงแนวโน้มตามเวลาและเปรียบเทียบค่า Realtime กับค่าเป้าหมายในแต่ละวัน รวมถึงการประเมินผลอย่างรวดเร็วซึ่งสําคัญต่อผู้จัดการฝ่ายที่ต้องการประเมินภาพรวมประสิทธิภาพแบบทันที



ภาพที่ 6 การออกแบบ Dashboard

3.3 ผลการออกแบบเชิงแนวคิด

การออกแบบเชิงแนวคิดของระบบแสดงผลการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำ แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างการทำงานของระบบ ตั้งแต่การนำเข้าข้อมูล การจัดเก็บ ไปจนถึงการแสดงผล เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจและการบริหารจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ใช้งานระบบแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ ช่างเทคนิค ผู้รับผิดชอบในการกรอกข้อมูลรายวันและผู้จัดการฝ่ายที่ต้องการตรวจสอบข้อมูลภาพรวมและแนวโน้มการใช้พลังงาน ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงระบบผ่านอุปกรณ์ Mobile หรือ Laptop ซึ่งแสดงถึงความยืดหยุ่นในการใช้งานและถูกออกแบบให้มีอินเทอร์เฟซผ่าน Power Apps เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถป้อนข้อมูลได้สะดวก รวดเร็ว และเป็นมิตรต่อผู้ใช้ ข้อมูลจาก Power Apps จะถูกส่งไปเก็บไว้ใน SharePoint ซึ่งทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูลกลางที่สามารถเข้าถึงได้จากหลายระบบ จากนั้นข้อมูลถูกนำไปแสดงผลใน Power BI เพื่อสร้าง Dashboard สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบกราฟและรายงาน

จากการสัมภาษณ์ช่างเทคนิค พบว่า การออกแบบเชิงแนวคิดนี้สามารถนำมาใช้แก้ไขปัญหารวบรวมและเชื่อมโยงข้อมูลอย่างเป็นระบบผ่านการจัดเก็บข้อมูลและแสดงผล แต่อาจต้องใช้เวลาในการศึกษาการใช้เทคโนโลยีหรือโปรแกรม โดยขอให้มีการจัดการฝึกอบรม และจากการสัมภาษณ์ผู้จัดการฝ่าย พบว่า การออกแบบเชิงแนวคิดนี้ทำให้เห็นแนวโน้มการใช้เชื้อเพลิงและต้นทุน ทั้งยังแสดงผลในรูปแบบกราฟรายวัน รายเดือน และรายปี รวมถึงการบันทึกข้อมูลเชื้อเพลิงรายวันโดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและช่างเทคนิคได้เรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ ๆ

4. สรุปผล

การออกแบบระบบการป้อนและแสดงผลข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำโดยใช้ Power Apps และ Power BI แสดงให้เห็นถึงการออกแบบที่มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับหลักการ User Experience (UX) และ User Interface (UI) โดยในส่วน of Power Apps มีการออกแบบหน้าจอที่เรียบง่าย แยกขั้นตอนอย่างชัดเจน (Login, Main Menu, Data Entry) ซึ่งช่วยลดความซับซ้อนในการใช้งาน และส่งเสริมการใช้งานของผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่ Power BI Dashboard แสดงผลข้อมูลแบบเรียลไทม์ เปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย มีการจัดหมวดหมู่ข้อมูลอย่างเป็นระบบ และสามารถดูข้อมูลในมุมมองรายวัน รายเดือน และรายปี ช่วยให้ผู้จัดการสามารถวิเคราะห์แนวโน้ม และประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบหม้อไอน้ำได้อย่างแม่นยำและทันเวลา ซึ่งตรงกับหลักการ data visualization ที่มีคุณภาพ ซึ่งช่วยให้การตัดสินใจของผู้ใช้มี

ความรวดเร็วและแม่นยำมากขึ้น (Few, 2009) นอกจากนี้ ทั้งระบบมีการออกแบบที่คำนึงถึงผู้ใช้งานเป็นศูนย์กลาง (User-Centered Design) ซึ่งช่วยให้การเรียนรู้และการใช้งานของผู้ปฏิบัติงานในระดับเทคนิคเป็นไปอย่างราบรื่น ลดข้อผิดพลาด และเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานได้อย่างแท้จริง (Norman, 2013)

แม้การออกแบบอินเทอร์เฟซจะเข้าใจง่าย แต่ระบบยังขาดฟังก์ชันการตอบสนอง (Feedback) เช่น การแสดงข้อความยืนยันเมื่อมีการบันทึกข้อมูลสำเร็จ หรือข้อความแจ้งเตือนหากกรอกข้อมูลไม่ครบ ซึ่งตามหลักของ Nielsen (1994) นั้น Feedback เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้ผู้ใช้มั่นใจในการใช้งาน สำหรับ Dashboard ควรมีการพัฒนาระบบแจ้งเตือนเมื่อค่าบางรายการเกินขีดจำกัด เช่น ปริมาณถ่านหินต่อน้ำสูงเกินไป ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมการควบคุมคุณภาพและประหยัดพลังงานในกระบวนการผลิต (Parmenter, 2015) และควรพัฒนาระบบให้สามารถปรับรูปแบบการแสดงผลตามระดับของผู้ใช้ เช่น ผู้จัดการอาจต้องการเห็นภาพรวมและแนวโน้ม ส่วนช่างเทคนิคต้องการเห็นรายละเอียดเชิงปฏิบัติการในระดับรายวัน (Cooper, Reimann, & Cronin, 2014) ถึงแม้ระบบจะใช้งานง่าย แต่การอบรมและคู่มือที่ชัดเจนจะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถใช้ระบบได้อย่างมั่นใจและเต็มศักยภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของโครงการพัฒนาพนักงานระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงต่อระดับปริญญาตรีในรูปแบบโรงเรียนในโรงงานผ่านการวิจัยและพัฒนาระบบการศึกษาไตรภาคีโดยใช้การเรียนรู้ที่ใช้งานเป็นฐาน ระหว่าง บริษัท เบทาโกร จำกัด (มหาชน) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกภาคส่วนที่ได้ชี้แนะแนวทางอันเป็นประโยชน์ตลอดระยะเวลาของการศึกษาและการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. ม.ป.ป. *เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตไฟฟ้า*. [online]. เข้าถึงจาก

<https://www.egat.co.th/home/fuel/>

Cooper, A., Reimann, R., & Cronin, D. 2014. *About Face: The Essentials of Interaction Design*. John Wiley & Sons.

Few, S. 2009. *Now You See It: Simple Visualization Techniques for Quantitative Analysis*. Analytics Press.

Garrett, J. J. 2011. *The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond, Second Edition*. New Riders.

International Energy Agency. 2007. *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO2 Emissions*. OECD Publishing. Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264030404-en>.

Krug, S. (2013). *Don't make me think, revisited: A common sense approach to web usability (3rd edition)*. New Riders.

Norman, D. A. 2013. *The design of everyday things (Revised and expanded edition)*. New York, USA: Basic Books.

Nielsen, J. 1994. *10 Usability Heuristics for User Interface Design*. [online]. เข้าถึงจาก

<https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>

Parmenter, D. 2015. *Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. John Wiley & Sons.

การศึกษาเปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อนผ่านฝ้าเพดานที่มีการระบายอากาศ แบบตัดขวางและการระบายอากาศจากภายนอก

A Comparative Study of Heat Transfer Through Ventilated Ceiling With Cross Ventilation and External Ventilation

ไพวรรณ ศิลป์ประกอบ¹ และ จิระศักดิ์ พุกดำ^{1,2*}

Paiwan Sinprakob¹ and Jirasak Pukdam^{1,2*}

¹ วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนรัตนโกสินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

96 หมู่ 3 ถนนพุทธมณฑลสาย 5 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

¹ Department of Management of Construction and Building Innovation Faculty of Architecture and Design,
Rajamangala University of Technology Rattanakosin, Thailand

² สาขาวิชาการจัดการงานก่อสร้างและนวัตกรรมอาคาร คณะสถาปัตยกรรมและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

96 หมู่ 3 ถนนพุทธมณฑลสาย 5 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

² Rattanakosin College for Sustainable Energy and Environment, Rajamangala University of Technology Rattanakosin, Thailand

* E-mail: Jirasak.Puk@Rmutr.ac.th; Tel. 0631456553

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการเปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อนผ่านฝ้าเพดานที่มีการระบายอากาศแบบตัดขวางกับการระบายอากาศจากภายนอกโดยบ้านทดสอบหลังแรกเป็นบ้านอ้างอิง บ้านทดสอบหลังที่สองติดตั้งฉนวนกันความร้อนชนิดใยแก้วที่มีการระบายอากาศจากภายนอก บ้านทดสอบหลังที่สามติดตั้งฉนวนกันความร้อนชนิดใยแก้วที่มีการระบายอากาศแบบตัดขวาง บ้านทั้ง 2 หลัง ใช้พัดลมในการระบายอากาศ ทรงแหล่งคาบ้านทดสอบทุกหลังเป็นเพิงหมาแหงนที่มุม 30° และมีปริมาตรห้องและห้องใต้หลังคาอยู่ที่ 1 m³ และ 0.38 m³ ตามลำดับ สมรรถนะเชิงความร้อนของการติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่มีการระบายอากาศ แสดงในภาพของ อุณหภูมิ ความร้อนผ่านฝ้าเพดานและเปอร์เซ็นต์การลดลงของความร้อนผ่านฝ้าเพดาน การลดลงของอุณหภูมิห้องใต้หลังคาสูงสุดของบ้านที่มีการระบายอากาศแบบตัดขวาง และการระบายอากาศจากภายนอก เท่ากับ 7.4°C และ 4.1°C เมื่อเทียบกับบ้านอ้างอิง นอกจากนี้บ้านทดสอบทั้งสองหลัง มีค่าความร้อนส่งผ่านฝ้าเพดานต่ำกว่าบ้านอ้างอิง โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของความร้อนผ่านฝ้าเพดานเมื่อเทียบกับบ้านอ้างอิงถึง 58.2% และ 47.2% ตามลำดับ ส่งผลให้อุณหภูมิภายในห้องของบ้านที่มีการระบายอากาศแบบตัดขวางและการระบายอากาศแบบภายนอกต่ำกว่าบ้านอ้างอิง 3.87°C และ 1.81°C ตามลำดับ ทำให้เห็นว่ายังมีการไหลเวียนอากาศที่ดีขึ้น สามารถลดความร้อนสะสมในพื้นที่ใต้หลังคาและช่วยลดการถ่ายเทความร้อนลงมายังตัวบ้านโดยตรง

คำสำคัญ: การระบายอากาศแบบตัดขวาง, การระบายอากาศจากภายนอก, การระบายอากาศ, เปอร์เซ็นต์การลดลงของความร้อน

Abstract

This paper presents a comparative analysis of heat transfer through ceilings equipped with cross ventilation and external ventilation systems. Three test houses were evaluated: a reference house (no insulation/ventilation), a second house with fiberglass insulation and external ventilation, and a third house with fiberglass insulation and cross ventilation. Both ventilated houses utilized fans for airflow. All test houses featured a 30° gable roof design, with room and attic volumes of 1 m³ and 0.38 m³, respectively. The thermal performance of the ventilated insulation systems was assessed based on temperature distribution, ceiling heat flux, and percentage reduction in heat transfer. Experimental results revealed that the cross-ventilated house achieved a maximum attic temperature reduction of 7.4°C, while the externally ventilated house reduced attic temperature by 4.1°C, compared to the reference house. Both systems significantly reduced ceiling heat transfer, with percentage reductions of 58.2% (cross ventilation) and 47.2% (external ventilation) relative to the reference. Consequently, the indoor temperatures of the cross-ventilated and externally ventilated houses were 3.87°C and 1.81°C lower, respectively, than the reference house. These findings demonstrate that enhanced airflow circulation effectively mitigates heat accumulation in the attic and reduces direct heat transfer to the living space.

Keywords: Cross ventilation, External ventilation, Ventilation, Heat gain reduction

1. บทนำ

การใช้พลังงานในอาคารทั่วโลกถือเป็นประเด็นสำคัญต่อความยั่งยืนด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม เนื่องจากอาคารบริโภคพลังงานเกือบหนึ่งในสามของพลังงานทั้งหมด โดยภาคที่อยู่อาศัยและพาณิชย์กรรมเป็นผู้ใช้หลัก ในสหรัฐอเมริกา ตัวเลขนี้สูงถึง 40% ของการใช้พลังงานทั้งหมด สะท้อนถึงความเร่งด่วนในการดำเนินมาตรการประหยัดพลังงาน (Tao et al., 2016) สำหรับภูมิภาคเอเชีย การสร้างฐานข้อมูลการบริโภคพลังงานเป็นก้าวสำคัญเพื่อจัดการการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (Li & Gao, 2014) อย่างไรก็ตาม ภาพแบบการใช้พลังงานแตกต่างกันตามสภาพอากาศ การพัฒนาเศรษฐกิจ และนโยบายพลังงานของแต่ละพื้นที่ (Su et al., 2024) ในประเทศไทย การเติบโตทางเศรษฐกิจและความเป็นเมืองส่งผลให้การใช้พลังงานในอาคารเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ขณะที่สภาพอากาศเขตร้อนชื้นก่อให้เกิดความท้าทายจากการสะสมความร้อนทางหลังคา ส่งผลให้ความต้องการพลังงานเพื่อทำความเย็นสูงขึ้นและเพิ่มการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล (Tippichai, 2022; Aggarwal & Molleti, 2024) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว เทคโนโลยีลดการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาถือเป็นแนวทางหลัก ได้แก่ การเคลือบสะท้อนความร้อนซึ่งลดอุณหภูมิพื้นผิวหลังคาได้ถึง 6.6°C (Kachenchart & Panprayun, 2024) หลังคาเขียวที่ลดการใช้พลังงานทำความเย็นได้ 28.2% (Scolaro et al., 2024) แผงโซลาร์เซลล์สำหรับผลิตพลังงานทดแทน และ วัสดุฉนวนกันความร้อน (Citraningrum et al., 2024; Khorat et al., 2023) การผสมผสานเทคโนโลยี เช่น ติดตั้งแผงโซลาร์บนหลังคาเขียว หรือใช้ฉนวนร่วมกับการเคลือบสะท้อนความร้อน อาจเพิ่มประสิทธิภาพมากกว่าการใช้วิธีเดียว โดยเฉพาะในสภาพอากาศเขตร้อนที่ต้องเผชิญความชื้นสูงและแสงอาทิตย์จัด (Abdalazeem et al., 2024; Liu et al., 2024) จากบริบทของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความยั่งยืนทางพลังงาน งานวิจัยหลายชิ้นชี้ให้เห็นว่า ฉนวนกันความร้อนบนหลังคา มีบทบาทสำคัญในการยกระดับสมรรถนะพลังงานของอาคาร ตัวอย่างเช่น การศึกษาการใช้ฉนวนกันความร้อนที่บาร์เรนแสดงให้เห็นว่ากลยุทธ์การติดฉนวนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในวิลล่าพักอาศัย (Abdelhameed et al., 2024) ในภูมิอากาศกึ่งแห้งแล้ง วัสดุฉนวนเชิงนิเวศ เช่น กระดาษแข็งผสมฟาง สามารถลดความต้องการพลังงานทำความเย็นได้ถึง 37.93% (Benfars et al., 2024) ขณะที่ในเขตนหนาว การปรับความหนาและประเภท วัสดุฉนวนช่วยลดการใช้พลังงานผ่านการกักเก็บความร้อน (Zhou et al., 2024) ด้านวัสดุ ซิลิกาแอโรเจล แสดงประสิทธิภาพสูงสุดในการลดการสะสมความร้อนถึง 48.33% ในการศึกษาในอียิปต์ (El-Awadly & Abdel-Rehim, 2021) และนวัตกรรม เช่น "หลังคาโฟโตเทอร์มอล" ที่ผสมผสานระบบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อปรับสมดุลอุณหภูมิ ก็ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Zhang et al., 2022)

สำหรับพื้นที่เขตร้อนชื้น เช่น มาเลเซียและประเทศไทย ความท้าทายหลักคือการจัดการความร้อนสะสมในอาคาร งานวิจัยในมาเลเซียชี้ว่า แม้ฉนวนหลังคาจะมีศักยภาพลดต้นทุนและ CO₂ ได้ แต่การรับรู้ถึงประโยชน์นี้ยังต่ำในหมู่ผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ (Iskandar & Farhan, 2013) ส่วนในประเทศไทย การใช้ฉนวนกันความร้อน ถือเป็นแนวทางหลักเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนจากหลังคาเมทัลชีทสู่พื้นที่ภายใน (Amatayakul et al., 2023) อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดของฉนวนเพียงอย่างเดียวคือไม่สามารถจัดการความร้อนสะสมได้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่ โดยเฉพาะเมื่อเผชิญกับรังสีดวงอาทิตย์ที่เข้มข้นและความชื้นสูง เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว การระบายอากาศใต้หลังคา ถูกเสนอเป็นกลไกเสริม หลักการนี้ได้รับการสนับสนุนโดยมาตรฐาน ASHRAE (2020) ที่ระบุว่า การระบายอากาศช่วยลดอุณหภูมิในห้องใต้หลังคาได้ผ่านการหมุนเวียนอากาศ งานวิจัยของ López Plazas & Sáenz de Tejada (2024) ยืนยันว่าการระบายอากาศธรรมชาติไม่เพียงลดภาระการทำงานของระบบปรับอากาศ แต่ยังเพิ่มคุณภาพอากาศภายในอาคาร ขณะที่การศึกษาโดย Pukdum & Nonthiworawong (2023) ชี้ว่าการคำนวณอัตราการระบายอากาศที่เหมาะสมสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของระบบได้อย่างมีนัยสำคัญแม้มีข้อเสนอแนะเหล่านี้ แต่การประยุกต์ใช้ ฉนวนกันความร้อนร่วมกับการระบายอากาศใต้หลังคาเมทัลชีท ในสภาพอากาศเขตร้อนยังขาดการศึกษาอย่างลึกซึ้ง โดยเฉพาะการวิเคราะห์สมรรถนะเชิงความร้อนเมื่อผสมผสานทั้งสองกลไกเข้าด้วยกัน งานวิจัยส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นการศึกษาเทคโนโลยีแบบแยกส่วน เช่น การใช้ฉนวนประสิทธิภาพสูง (โพลีโอสไตรีน ที่มีต้นทุนต่ำ [Zhou et al., 2024]) หรือวัสดุเชิงนิเวศ (แผ่นฟาง [El-Awadly & Abdel-Rehim, 2021]) โดยไม่คำนึงถึงการออกแบบระบบระบายอากาศที่สอดคล้อง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการลดความร้อนผ่านหลังคาจากการใช้ฉนวนกันความร้อนและระบบระบายอากาศในห้องใต้หลังคาของบ้านบริเวณแผ่นผ้าเพดาน โดยใช้วัสดุฉนวนใยแก้วร่วมกับการระบายอากาศแบบตัดขวางและการระบายอากาศจากภายนอก จะช่วยให้เกิดแนวทางการออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นในการควบคุมอุณหภูมิและลดการใช้พลังงานในอาคาร ในบริบทสภาพอากาศเขตร้อนชื้นของประเทศไทย โดยสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) เป้าหมายที่ 7 เป้าหมายย่อย 7.3 การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้ใช้การศึกษาเชิงทดลอง (Experimental Research Design) เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของการใช้ฉนวนกันความร้อนแบบใยแก้ว (Glass Wool) ติดตั้งพื้นที่ใต้หลังคาเพดานที่มีการระบายอากาศในห้องใต้หลังคาต่อการสะสมความร้อนภายในอาคาร ซึ่งห้องใต้หลังคาที่ใช้ในการศึกษาถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่มหลัก ได้แก่ ห้องใต้หลังคาที่มีติดตั้งการระบายอากาศแบบตัดขวาง Cross Ventilation และการระบายอากาศภายนอก External Ventilation เพื่อให้การเปรียบเทียบเป็นไปอย่างชัดเจนโดยการทำงานของระบบระบายอากาศทั้งแบบตัดขวางและการระบายอากาศจากภายนอก ซึ่งขึ้นอยู่กับหลักการของการถ่ายเทความร้อน และการหมุนเวียนอากาศซึ่งอธิบายถึงการไหลเวียนของอากาศจากภายนอกสู่ภายในอาคารและการระบายความร้อน และทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer Theory) การถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุ เช่น ฉนวนกันความร้อน หรือการระบายความร้อนภายในอาคารผ่านช่องระบายอากาศสัมพันธ์กับการนำความร้อน (Conduction) และการพาความร้อน (Convection)

การหาค่าเปอร์เซ็นต์การลดการถ่ายเทความร้อนผ่านผ้าเพดานสามารถหาได้จากสมการ

$$\% \text{Heat gain reduction} = \left(\frac{\text{Heat flux, ceiling Ref house} - \text{Heat flux, ceiling test house}}{\text{Heat flux, ceiling Ref house}} \right) \times 100 \quad (1)$$

โดยที่

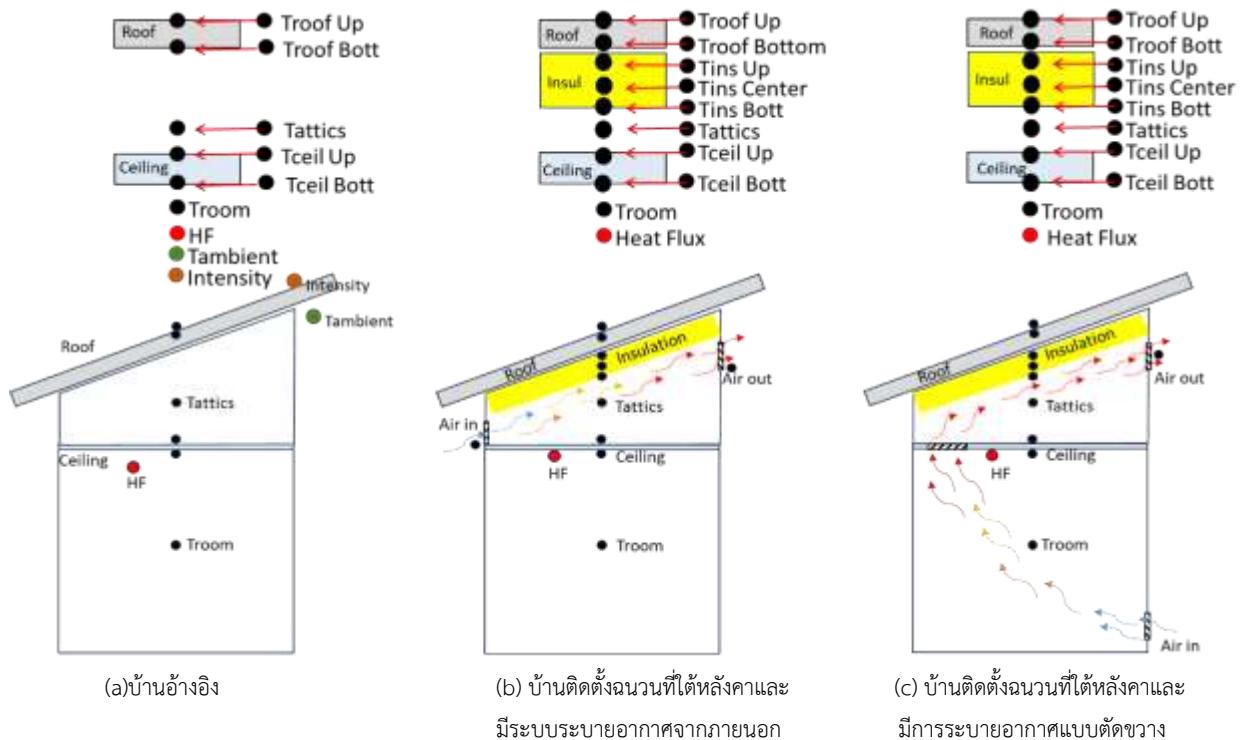
%Heat gain reduction = ค่าเปอร์เซ็นต์การลดการถ่ายเทความร้อนผ่านผ้าเพดาน

Heat flux, ceiling Ref house = ค่าเปอร์เซ็นต์การลดการถ่ายเทความร้อนผ่านผ้าเพดานบ้านอ้างอิง

Heat flux, ceiling test house = ค่าเปอร์เซ็นต์การลดการถ่ายเทความร้อนผ่านผ้าเพดานทดสอบ

2.1 ออกแบบบ้านทดสอบ

บ้านทดสอบทั้งสามหลัง มีภาพแบบพื้นฐานเหมือนกันทั้งสามหลังคือ เป็นผนังแผ่นเรียบ; ขนาด 10 mm รวมถึงหลังคาเหล็กกรีดลอน; Metal Sheet Roof (MSR) เป็นหลังคาเหล็กกรีดลอนชั้นเดียวขนาด 1.20 x 1.60 m มีห้องใต้หลังคาด้วยฝ้ายิปซัมหนา 9 mm โดยหลังคาทั้งหมดทำมุม 30 องศา การทดสอบหลังคาหันไปทางทิศใต้ ขนาดของห้องคือ 1.0 x 1.0 x 1.0 m ตามที่แสดง ในภาพที่ 1 ปริมาตรใต้หลังคาเท่ากับ 0.38 m³ พื้นที่ในห้องเท่ากับ 1.0 m² โดยกำหนดให้บ้านมีการติดตั้งฉนวนใยแก้วใต้หลังคาหลังที่มีการทดสอบการระบายอากาศขนาดความหนาแน่นของฉนวนเท่ากับ 32 kg/m³ และมีความหนา 55 mm แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 บ้านทดสอบและตำแหน่งการวัด

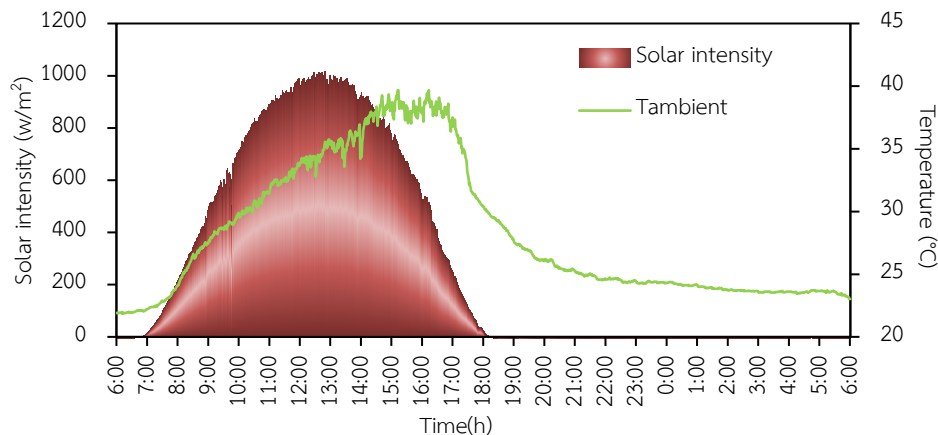
บ้านทดสอบประกอบไปด้วย 1) บ้านอ้างอิง (a) ไม่มีการติดตั้งฉนวนและระบบระบายอากาศ ซึ่งเป็นบ้านอ้างอิง 2) บ้านทดสอบ (b) มีการเพิ่มติดตั้งฉนวนกันความร้อนใต้หลังคาและมีระบบระบายอากาศแบบภายนอก 3) บ้านทดสอบ (c) มีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนใต้หลังคาและมีระบบระบายอากาศแบบตัดขวาง การวัดอุณหภูมิเพื่อทดสอบความสามารถในการลดการถ่ายเทความร้อนผ่านฝ้าเพดานของฉนวนกันความร้อนที่ติดตั้งใต้หลังคาเมทัลชีทที่มีระบบระบายอากาศทั้งสองประเภทเพื่อเปรียบเทียบกับบ้านทดสอบอ้างอิง อุปกรณ์สำหรับตรวจวัดและบันทึกข้อมูลประกอบด้วย เครื่องวัดค่ารังสีอาทิตย์ (Kipp & Zonen: Model CMP 11) สายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K (ช่วงการวัด: 0-1250°C) เครื่องบันทึกข้อมูล (Hioki: Model 8422-52) อุปกรณ์วัดความร้อนผ่านฝ้าเพดาน (EKO: FM-180) และบันทึกข้อมูลทุก 1 นาที (06:00-06:00น.)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ผลการทดสอบความสามารถในการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาในกรณีที่มีการติดตั้งฉนวนและระบบระบายอากาศบ้านทดสอบทั้งสองประเภทเพื่อศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิในห้องใต้หลังคาและการถ่ายเทไปยังห้องในตัวบ้านมีค่าดังนี้

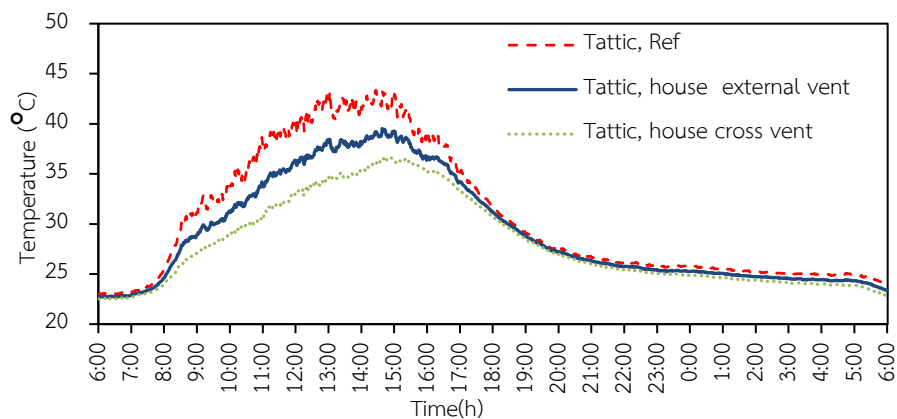
3.1 ค่าความเข้มของแสงอาทิตย์

จากการทดสอบเก็บข้อมูลการถ่ายเทความร้อนผ่านฝ้าเพดานของบ้านทดสอบทั้ง 3 หลัง พบว่าค่าความเข้มแสงอาทิตย์ (Solar intensity) และอุณหภูมิสถานะแวดล้อม (T_{ambient}) แสดงดังภาพที่ 2 ต่อไปนี้



ภาพที่ 2 ค่าความเข้มของแสงอาทิตย์

ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ (Solar intensity) และอุณหภูมิสถานะแวดล้อม (T_{ambient}) มีช่วงอุณหภูมิแสดงดังภาพที่ 2 อุณหภูมิที่ต่ำที่สุดเกิดขึ้นในช่วงเวลา 6:23น. มีค่าเท่ากับ 19.27°C อุณหภูมิที่สูงที่สุดเกิดขึ้นในช่วงเวลา 16:38น. ซึ่งอยู่ที่ 40.66°C ความเข้มของแสงอาทิตย์จะเพิ่มขึ้นตลอดช่วงเช้า โดยจะสูงสุดก่อนเที่ยง ค่าความเข้มของแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่วัดใน 24 ชั่วโมง พบว่าค่าความเข้มของแสงอาทิตย์สูงสุดที่ 12:49น. มีค่าเท่ากับ 1017.77 W/m² ซึ่งแสดงถึงการได้รับแสงแดดที่มากขึ้นอุณหภูมิแวดล้อมจะเพิ่มตามความเข้มของแสงอาทิตย์และลดลงทีละน้อยเมื่อเวลาผ่านไปในช่วงบ่าย การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมในภาพนั้นเกิดจากกระบวนการ การแผ่รังสี (Radiation) ที่ทำให้วัสดุหลังคาดูดซับแสงแดดและแปลงเป็นความร้อน โดยอุณหภูมิจะสูงขึ้นในช่วงเวลาที่แสงแดดมีความเข้มข้นสูงสุดและค่อยๆ ลดลงเมื่อแสงแดดหายไปในช่วงเย็น ซึ่งจะทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุต่างๆ ลงมายังห้องใต้หลังคาแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 อุณหภูมิในห้องใต้หลังคาของบ้านทดลองทั้งสามหลัง

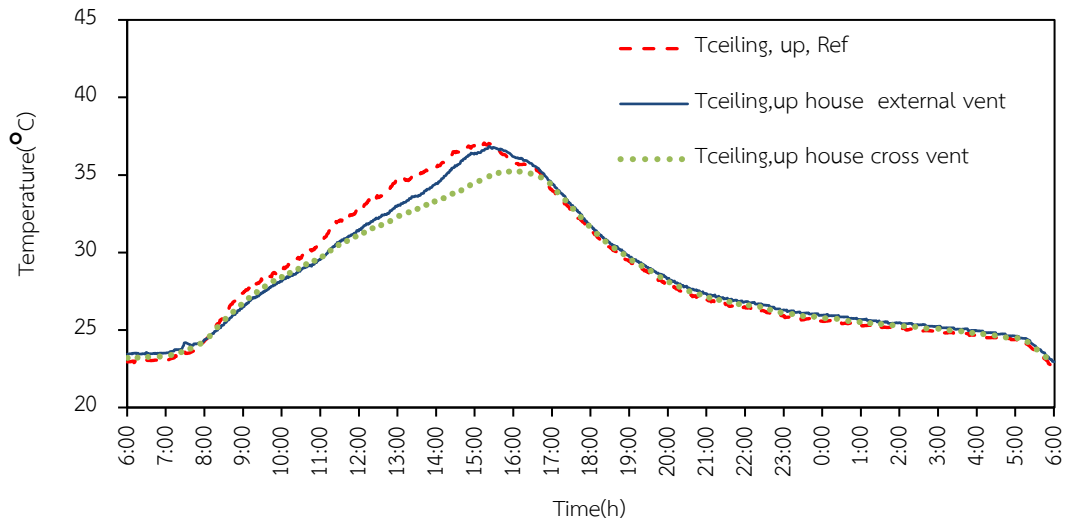
3.2 อุณหภูมิในห้องใต้หลังคา

จากภาพที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในห้องใต้หลังคาของบ้านทดสอบทั้งสามหลัง อุณหภูมิที่ต่ำสุด เกิดขึ้นในช่วงเวลา 6:00น. โดยอุณหภูมิในห้องใต้หลังคาของบ้านทดลองทั้งสามหลังอยู่ที่ประมาณ 23°C อุณหภูมิที่สูงสุด เกิดขึ้นในช่วงเวลา 12:00-15:00น. โดยอุณหภูมิในห้องใต้หลังคาของบ้านอ้างอิง ($T_{\text{attic, Ref}}$) สูงสุดที่ประมาณ 42°C ส่วนบ้านที่มีระบบระบายอากาศภายนอก ($T_{\text{attic, house external vent}}$) สูงสุดที่ประมาณ 40°C และบ้านที่มีระบบการระบายอากาศแบบตัดขวาง ($T_{\text{attic, house cross vent}}$) สูงสุดที่ประมาณ 37°C จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิของพื้นที่ห้องใต้หลังคาตามเวลาในวัน โดยเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ห้องใต้หลังคาที่ไม่มีระบบระบายอากาศ ($T_{\text{attic, Ref}}$) ซึ่งมีอุณหภูมิสูงสุด กับกรณีที่มีช่องระบายอากาศภายนอก (external vent) ที่ช่วยลด

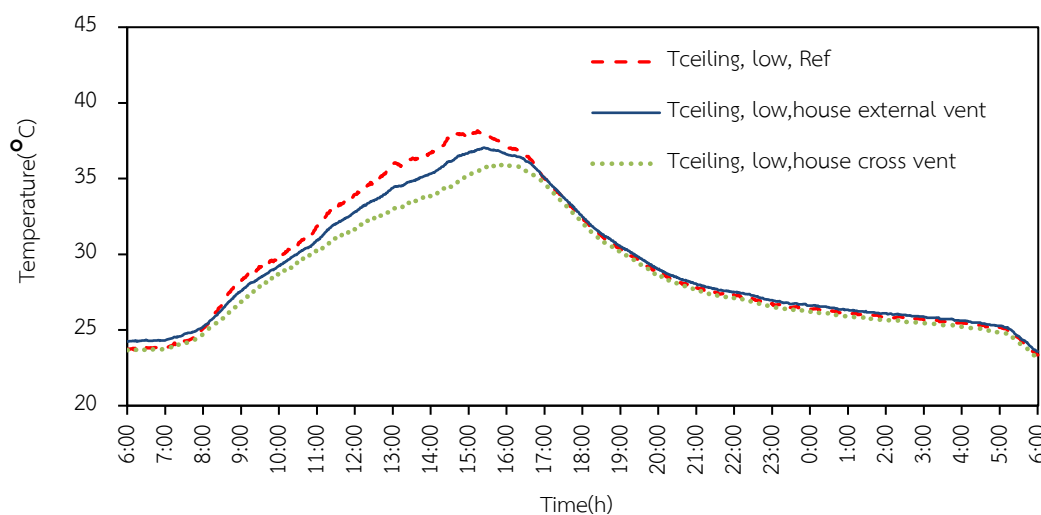
อุณหภูมิเล็กน้อย และกรณีที่มีการระบายอากาศแบบตัดขวาง (cross vent) ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำสุด ซึ่งความร้อนจากพื้นที่ห้องใต้หลังคาจะถูกส่งไปยังบริเวณฝ้าเพดานด้านบนข้อมูลแสดงดังภาพที่ 4 และ 5

3.3 อุณหภูมิที่ฝ้าเพดาน

อุณหภูมิที่ฝ้าเพดาน ซึ่งเกิดจากความร้อนจากพื้นที่ใต้หลังคาจะถูกส่งไปยังบริเวณฝ้าเพดานข้อมูลแสดงดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4 อุณหภูมิบนฝ้าใต้หลังคาของบ้านทดลองทั้งสามหลัง

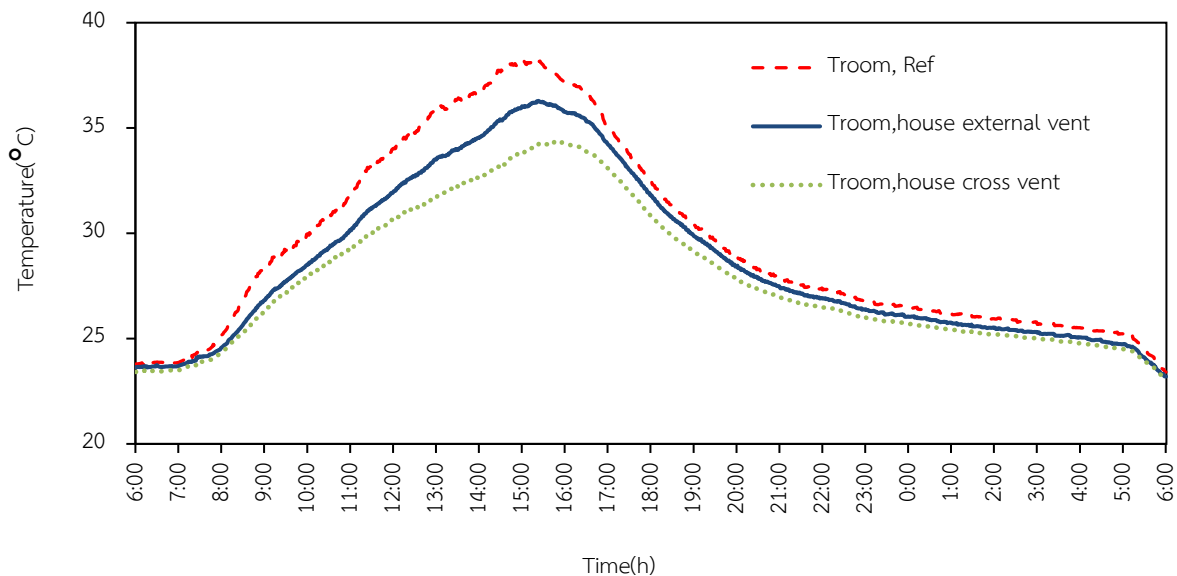


ภาพที่ 5 อุณหภูมิใต้ฝ้าเพดานของบ้านทดลองทั้งสามหลัง

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ด้านบนฝ้าเพดานของบ้านทดลองทั้งสามหลังแสดงดังภาพที่ 4 และ ภาพที่ 5 อุณหภูมิที่ต่ำสุดเกิดขึ้นในช่วงเวลา 6:00 น. โดยอุณหภูมิที่ด้านบนฝ้าของบ้านทดลองทั้งสามหลังอยู่ที่ประมาณ 23°C อุณหภูมิที่สูงที่สุด เกิดขึ้นในช่วงเวลา 12:00-15:00 น. โดยอุณหภูมิที่ด้านบนฝ้าของบ้านอ้างอิง ($T_{\text{ceiling, up, Ref}}$) สูงสุดที่ประมาณ 36.9°C เนื่องจากความร้อนสะสมในห้องใต้หลังคาไม่ถูกระบายออก ทำให้เกิดการนำความร้อนผ่านฝ้าเพดานลงมาสูงสุด ส่วนบ้านที่มีระบบระบายอากาศภายนอก ($T_{\text{ceiling, up, house external vent}}$) สูงสุดที่ประมาณ 36.4°C และบ้านที่มีระบบระบายอากาศข้าม ($T_{\text{ceiling, up, house cross vent}}$) สูงสุดที่ประมาณ 34.5°C ที่อุณหภูมิที่ด้านล่างฝ้าเพดานของบ้านทดลองทั้งสามหลัง อุณหภูมิที่ต่ำสุดเกิดขึ้นในช่วงเวลา 6:00 น. โดยอุณหภูมิที่ด้านล่างฝ้าของบ้านทดลองทั้งสามหลังอยู่ที่ประมาณ 23°C อุณหภูมิที่สูงที่สุดเกิดขึ้นในช่วงเวลา 12:00 -15:00 น. โดยอุณหภูมิที่ด้านล่างฝ้าของบ้านอ้างอิง ($T_{\text{ceiling, low, Ref}}$) สูงสุดที่ประมาณ 37.9°C ส่วนบ้านที่มีระบบระบายอากาศภายนอก ($T_{\text{ceiling, low, house external vent}}$) สูงสุดที่ประมาณ 36.9°C และบ้านที่มีระบบการระบายอากาศแบบตัดขวาง ($T_{\text{ceiling, low, house cross vent}}$) สูงสุดที่

ประมาณ 35.2°C จะเห็นได้ว่าระบบระบายอากาศแบบตัดขวางมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดการถ่ายเทความร้อนจากห้องใต้หลังคาผ่านมาลงยังฝ้าเพดาน เนื่องจากใช้หลักการพาความร้อนเพื่อระบายความร้อนสะสม ในขณะที่บ้านอ้างอิงไม่มีระบบระบายอากาศ ทำให้ความร้อนถ่ายเทผ่านการนำความร้อนอย่างเต็มที่ ความแตกต่างนี้เกิดจากกลไก การระบายอากาศแบบตัดขวาง (Cross Ventilation) ที่อาศัยหลักการไหลเวียนอากาศผ่านช่องลมตรงข้ามกัน ส่งผลให้อากาศร้อนถูกแทนที่ด้วยอากาศเย็นจากภายนอกได้เร็วกว่าแบบระบายอากาศภายนอก (External Ventilation) ที่ใช้พัดลมดูดอากาศทางเดียว โดยการระบายความร้อนสามารถประเมินได้ด้วยอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ ซึ่งการตัดขวางมีอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศมากเนื่องจากพื้นที่ไหลเวียนอากาศมากกว่า

3.4 อุณหภูมิห้อง (Room temperature)

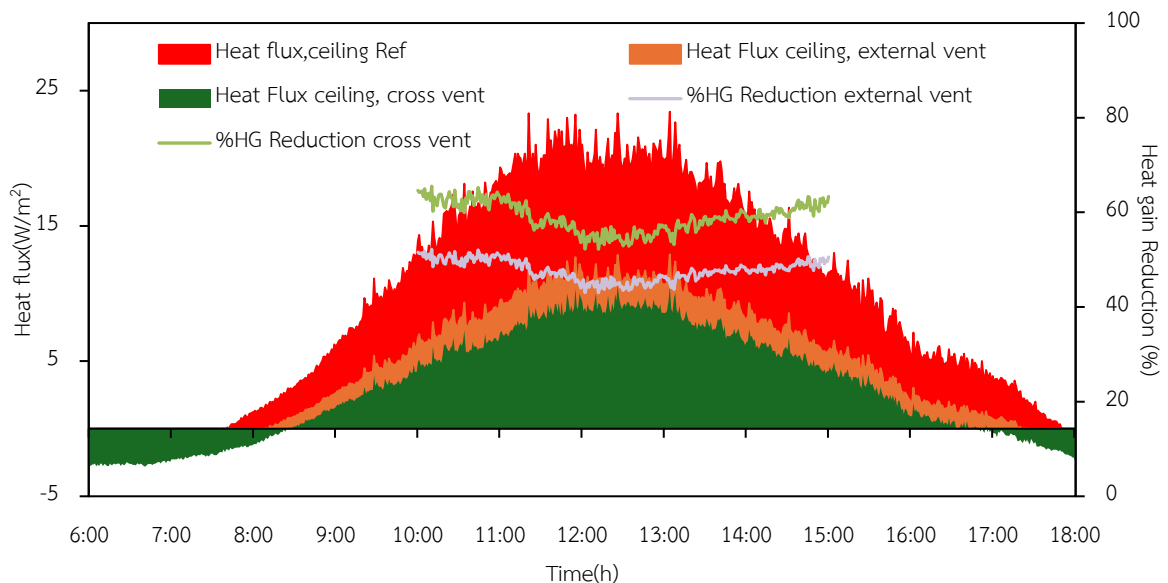


ภาพที่ 6 อุณหภูมิในห้องของบ้านทดลองทั้งสามหลัง

อุณหภูมิภายในห้องของบ้านทดลองทั้งสามหลังแสดงภาพที่ 6 อุณหภูมิที่ต่ำสุดเกิดขึ้นในช่วงเวลา 6:00 น. โดยอุณหภูมิในห้องของบ้านทดลองทั้งสามหลังอยู่ที่ประมาณ 23.2°C ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ไม่มีแสงแดดและการไหลเวียนของอากาศยังไม่ส่งผลมากนัก อุณหภูมิที่สูงสุด บ้านที่มีระบบระบายอากาศภายนอก ($T_{\text{room, house external vent}}$) อุณหภูมิสูงสุดประมาณ 36°C เกิดขึ้นในช่วงเวลา 12:00-15:00 น. บ้านที่มีระบบการระบายอากาศแบบตัดขวาง ($T_{\text{room, house cross vent}}$) อุณหภูมิสูงสุดประมาณ 35°C เกิดขึ้นในช่วงเวลา 12:00-15:00 น. บ้านอ้างอิง ($T_{\text{room, Ref}}$) อุณหภูมิสูงสุดประมาณ 37°C เกิดขึ้นในช่วงเวลา 12:00-15:00 น. สาเหตุการเกิด การที่อุณหภูมิสูงขึ้นในช่วงกลางวันเกิดจากแสงแดดที่ตกกระทบผิวภายนอกของบ้านและทำให้ความร้อนสะสมภายในอาคาร ซึ่งทำให้อุณหภูมิภายในบ้านสูงขึ้นการระบายอากาศภายนอก และ การระบายอากาศแบบตัดขวาง ช่วยลดอุณหภูมิภายในห้องได้ โดยการไหลเวียนของอากาศที่เข้ามาจากภายนอกและออกไปยังพื้นที่ที่เย็นกว่า ช่วยให้เกิดการระบายความร้อนภายในบ้านได้ดีขึ้น ลดการสะสมความร้อนที่เกิดขึ้นจากแสงแดด อุณหภูมิห้องต่างกัน 3.87°C เมื่อเทียบกับบ้านอ้างอิง ($T_{\text{room, Ref}}$) และต่ำกว่าบ้านที่มีการระบายอากาศจากภายนอก ($T_{\text{room, house external vent}}$) 1.81°C แสดงให้เห็นว่าการระบายอากาศแบบตัดขวางมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดความร้อนสะสมใต้หลังคาและการระบายอากาศที่ดีช่วยลดอุณหภูมิในพื้นที่อาศัย ลดภาระของเครื่องปรับอากาศ และประหยัดพลังงาน ความแตกต่างของอุณหภูมิมะหว่างแต่ละกรณีสะท้อนให้เห็นว่ายังมีการไหลเวียนอากาศที่ดีขึ้น ความร้อนสะสมในพื้นที่ใต้หลังคาจะลดลง ซึ่งช่วยลดการถ่ายเทความร้อนลงมายังตัวบ้านโดยตรง และช่วยให้บ้านเย็นขึ้นโดยไม่ต้องพึ่งพาเครื่องปรับอากาศมากนัก นอกจากนี้ การติดตั้งวัสดุสะท้อนความร้อนหรือนวนกันความร้อนสามารถช่วยลดการ

สะสมความร้อนในโครงสร้างหลังคาได้อีกทางหนึ่งส่งผลให้บ้านมีสภาพแวดล้อมที่เย็นขึ้น เพิ่มความสบายให้กับผู้อยู่อาศัย ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของอาคารโดยรวม

3.5 อัตราการถ่ายเทความร้อน (Heat flux)



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงอัตราการถ่ายเทความร้อน และเปอร์เซ็นต์การลดการถ่ายเทความร้อนผ่านฝ้าเพดาน

การเปลี่ยนแปลงอัตราการถ่ายเทความร้อน (Heat Flux) บริเวณฝ้าของบ้านทดลองทั้งสามหลังซึ่งแสดงดังภาพที่ 7 แสดงการถ่ายเทความร้อนผ่านฝ้าเพดานสูงสุดเกิดขึ้นในช่วง 12:00-15:00น. โดยถ่ายเทความร้อนผ่านฝ้าเพดาน (Heat Flux) สำหรับบ้านอ้างอิง (Heat flux, ceiling Ref) สูงสุดที่ประมาณ 23 W/m² ส่วนบ้านที่มีระบบระบายอากาศภายนอก (Heat flux, ceiling house external vent) สูงสุดที่ประมาณ 12 W/m² และบ้านที่มีระบบการระบายอากาศแบบตัดขวาง (Heat flux, ceiling, house cross vent) สูงสุดที่ประมาณ 10 W/m² สาเหตุของการเกิดการถ่ายเทความร้อนที่สูงสุดในช่วงกลางวันเกิดจากแสงแดดที่ตกกระทบพื้นผิวและถูกแปลงเป็นความร้อนที่สะสมไว้ในอาคาร ซึ่งส่งผลให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อน (Heat Flux) เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเวลา 12:00-15:00 น. และการระบายอากาศภายนอกและตัดขวางช่วยลดการสะสมของความร้อนเหล่านี้ภายในอาคารได้ ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อน (Heat Flux) ลดลงเมื่อเทียบกับบ้านอ้างอิง และเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การลดการถ่ายเทความร้อนผ่านฝ้าเพดานซึ่งสามารถคำนวณค่าได้จากสมการที่ 1 นั้น พบว่าบ้านมีระบบระบายอากาศภายนอก (Heat flux, ceiling house external vent) สามารถลดอัตราการถ่ายเทความร้อนสูงสุดที่ประมาณ 47.2% และบ้านที่มีระบบการระบายอากาศแบบตัดขวาง (Heat flux, ceiling, house cross vent) สามารถลดอัตราการถ่ายเทความร้อนสูงสุดที่ประมาณ 58.2%

4. สรุปผล

จากการวิเคราะห์เกี่ยวกับการระบายอากาศของพื้นที่ห้องใต้หลังคา มีผลที่สำคัญทั้งในด้านการลดอุณหภูมิภายในและการถ่ายเทความร้อนจากอาคาร โดยการระบายอากาศมีสองแบบหลักที่ได้ทดลอง ได้แก่ การระบายอากาศแบบตัดขวาง (Cross Ventilation) และ การระบายอากาศจากภายนอก (External Ventilation) ซึ่งทั้งสองมีผลที่สำคัญต่อการควบคุมอุณหภูมิและการไหลเวียนของอากาศภายในห้องใต้หลังคานี้ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การระบายอากาศแบบตัดขวางและการระบายอากาศจากภายนอก ช่วยลดอุณหภูมิที่ห้องใต้หลังคาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในช่วงกลางวันที่อุณหภูมิสูงสุด โดยอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 7.4°C และ 4.1°C เมื่อเทียบกับบ้านอ้างอิง การไหลเวียนของอากาศที่ดีขึ้นภายในห้องใต้หลังคาทำให้การระบายความร้อนจากภายในอาคารเกิดขึ้นได้ดีขึ้น ซึ่งการระบายอากาศแบบตัดขวางช่วยลดการสะสมความร้อนภายในบ้านได้มาก นอกจากนี้บ้านทดสอบทั้งสองหลังมีค่าความร้อนส่งผ่านฝ้าเพดานต่ำกว่าบ้านอ้างอิง ในขณะที่บ้านทดสอบที่มีการระบายอากาศแบบตัดขวางและการระบายอากาศจากภายนอกมีค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของความร้อนผ่านฝ้าเพดานเมื่อเทียบกับบ้านอ้างอิงถึง 58.2% และ

47.2% ตามลำดับ ส่งผลให้อุณหภูมิภายในห้องของบ้านที่มีการระบายอากาศแบบตัดขวางและบ้านที่มีการระบายอากาศจากภายนอกต่ำกว่าบ้านอ้างอิง 3.87°C และ 1.81°C ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะในงานวิจัย

ควรวางช่องระบายอากาศทั้งที่ด้านล่างและด้านบนของห้องใต้หลังคา เพื่อให้เกิดการไหลเวียนของอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้ควรใช้ฉนวนกันความร้อนที่มีคุณภาพสูง เพื่อช่วยลดการถ่ายเทความร้อนระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ลดภาระการใช้พลังงานในการทำความเย็น และในการออกแบบบ้านในอนาคตควรคำนึงถึงการใช้ พลังงานทดแทน เช่น การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาเพื่อผลิตพลังงานใช้ในบ้าน และลดการพึ่งพาพลังงานจากแหล่งอื่น

สำหรับทิศทางวิจัยในอนาคตต้องครอบคลุมความทนทานของวัสดุในสภาพอากาศต่าง ๆ และผลกระทบจากการใช้งานจริง รวมถึงกลยุทธ์ เช่น การโอเวอร์โค้ต หรือ ข้อมูลเชิงลึกด้านความคุ้มค่าต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้แต่งขอขอบคุณวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนรัตนโกสินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์สำหรับการสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- จงกลรัตน์ อาจค์ตรู. (2544). *การศึกษามลการจัดการเรียนการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการศึกษา วิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย). สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- Abdalazeem, M. E., Hassan, H., Asawa, T., & Mahmoud, H. (2024). Enhancing energy efficiency in hot climate buildings through integrated photovoltaic panels and green roofs: An experimental study. *Solar Energy*. from <https://doi.org/10.1016/j.solener.2024.112419>
- Abdelhameed, W., Awawdeh, S., & Alkhaja, M. (2024). *Impact of Roof Thermal Insulation on Energy Performance in Buildings*. *1–4*. from <https://doi.org/10.1109/dasa63652.2024.10836369>
- Aggarwal, C., & Molleti, S. (2024). *State-of-the-Art Review – Effects of Using Cool Building Cladding Materials on Roofs*. from <https://doi.org/10.20944/preprints202407.0431.v1>
- Amatayakul, V., Pukdum, J., Nonthiworawong, D., & Puangsombut, W. (2023). Thermal performance of thermal insulation: Installing the thermal insulation under the metal sheet roof. *The Journal of Industrial Technology: Suan Sunandha Rajabhat University*, 11(1), 63–72.
- American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers. (2020). **Addendum a to ANSI/ASHRAE Standard 140-2017: Standard method of test for the evaluation of building energy analysis computer programs**. ASHRAE.
- Benfars, M., Alioui, A., Azalam, Y., Kaddiri, M., & Mabrouki, M. (2024). Impact of Ecological Thermal Roof Insulation on the Energy Efficiency of Conventional Buildings in a Semi-Arid Climate. *Solar Energy and Sustainable Development*, 78–88. from https://doi.org/10.51646/jsesd.v14isi_msms2e.401
- Citriningrum, A., Iyati, W., & Wardoyo, J. (2024). *Effect of Cool Roof Paint Application on Metal Roof Surface Temperature and Indoor Air Temperature in Tropical Climates*. *1404, 012038*. from <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1404/1/012038>

- El-Awadly, R. A., & Abdel-Rehim, A. A. (2021). *Performance and Economical Analysis of Different Insulating Materials Used to Reduce the Heat Load of an Existing Residential Building*. *17*, 155–166. from <https://doi.org/10.37394/232015.2021.17.16>
- Iskandar, S. A., & Farhan, S. A. (2013). *Effectiveness and optimization of thermal insulation in residential roofing system in hot-humid climate*. from <http://utpedia.utp.edu.my/15459/>
- Jumnongjit, W. (2002). *The effectiveness of attic ventilation design to prevent heat transfer from roof* (Master's thesis). Chulalongkorn University.
- Kachenchart, B., & Panprayun, G. (2024). Selection of tropical plants for an extensive green roof with abilities of thermal performance, energy conservation, and greenhouse gas mitigation. *Building and Environment*, 265, 112029. from <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.112029>
- Khorat, S., Das, D., Khatun, R., Aziz, S. M., Anand, P., Khan, A., Santamouris, M., & Niyogi, D. (2023). Cool roof strategies for urban thermal resilience to extreme heatwaves in tropical cities. *Energy and Buildings*. from <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113751>
- Li, Z., & Gao, W. (2010). *Energy Use and Consumption of Thailand's Commercial Buildings in 2010*.
- Liu, J., Xie, L., Wu, H., Zhang, G., Fang, C., & Gu, J. (2024). Exploring energy-saving performance of radiative cooling roofs with a transient heat transfer model. *Journal of Building Engineering*. from <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2024.109174>
- López Plazas, F., & Sáenz de Tejada, C. (2024). Natural ventilation to improve indoor air quality (IAQ) in existing homes: The development of health-based and context-specific user guidelines. *Energy and Buildings*, 314, 114248. from <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114248>
- Ojczyk, C., Mosiman, G., Huelman, P. H., Schirber, T., Yost, P., & Murry, T. (2013). *Project Overcoat - An Exploration of Exterior Insulation Strategies for 1-1/2-Story Roof Applications in Cold Climates*. Office of Scientific and Technical Information (OSTI). from https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc828966/m2/1/high_res_d/1079099.pdf
- Scolaro, T. P., Ghisi, E., & Silva, C. M. (2024). Effectiveness of Cool and Green Roofs Inside and Outside Buildings in the Brazilian Context. *Sustainability*. from <https://doi.org/10.3390/su16188104>
- Su, Y., Jin, Q., Zhang, S., & He, S. (2024). A review on the energy in buildings: Current research focus and future development direction. *Heliyon*, 10(12), e32869. from <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32869>
- Tao, Y.-X., Rayegan, R., Hasib, A., Xiong, G., Hasib, N., & Talele, S. (2020). *A Review on International Research in Zero-Energy Buildings*.
- Tippichai, A. (2022). Decomposition Analysis of Energy Consumption in Thailand, 1990-2020. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 12(4), 10–14. from <https://doi.org/10.32479/ijeep.13047>
- Zhang, L., Sun, H., Long, J., Zeng, L.-D., & Shen, X. H. (2022). Experimental and Numerical Study on the Insulation Performance of a Photo-Thermal Roof in Hot Summer and Cold Winter Areas. *Buildings*, 12(4), 410. from <https://doi.org/10.3390/buildings12040410>
- Zhou, B., Zhao, J., Li, Y., Gao, J., Huang, B., Wu, R., Zhang, W., & Tan, B. (2024). Optimization strategies of the envelope insulation for a detached house based on load sensitivity and thermal storage performance. *Journal of Building Physics*, 47(5), 496–525. from <https://doi.org/10.1177/17442591241230677>

ตู้ปลูกเห็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

A Solar-Powered Mushroom Cabinet

ธนาคิม กุลสนาน¹, เพชร พูลเพิ่ม¹, อติศักดิ์ ไสวอมร² และ วิฑูรย์ โคตรมณี^{1*}

Tanakim Gunsanan¹, Peath Pulpeim¹ Atisak Sawaiamon² and Wittarit Khotmanee^{1*}

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

¹ Electronics and Telecommunication Engineering, Faculty of Industrial Education,

Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

² สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

² Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

* E-mail address: Wittarit.k@rmutsb.ac.th Tel.: 0856467856

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างตู้ปลูกเห็ดนางฟ้า, เห็ดนางรม และเห็ดนางนวล ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีขนาดโครงสร้าง ความกว้าง 80 ซม. ความยาว 55 ซม. และความสูง 100 ซม. มีแผงโซลาร์เซลล์ติดตั้งอยู่บริเวณด้านบนของตู้ปลูกเห็ด โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Node MCU ESP32) เป็นตัวควบคุมระบบการทำงานต่าง ๆ จากนั้นทำการศึกษาและทดลองโปรแกรมคำสั่งเพื่อสั่งงานให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Node MCU ESP32) ได้ควบคุมระบบต่าง ๆ ส่วนแรกเป็นชุดคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ควบคุมเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นเพื่อสั่งปั๊มพ่นหมอกและพัดลมรวมถึงหลอดไฟให้ทำงานตามลำดับ ส่วนที่สองเป็นการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Blynk ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถควบคุมปั๊มพ่นหมอก ช่วงอุณหภูมิที่ 24-28 °C และช่วงความชื้นที่ 80-89% พัดลมและหลอดไฟสามารถทำงานได้ตามขอบเขต และ 2) การเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้า วันที่ 9 ดอกเห็ดโตเต็มที่ที่สามารถเก็บได้ แอปพลิเคชัน Blynk มีการแจ้งอุณหภูมิ 28.7 °C และความชื้น 56%, การเจริญเติบโตของเห็ดนางรม วันที่ 9 ดอกเห็ดโตเต็มที่ที่สามารถเก็บได้ แอปพลิเคชัน Blynk มีการแจ้งอุณหภูมิ 28.2 °C และความชื้น 85% และ การเจริญเติบโตของเห็ดนางนวล วันที่ 10 ดอกเห็ดโตเต็มที่ที่สามารถเก็บได้ แอปพลิเคชัน Blynk มีการแจ้งอุณหภูมิ 31 °C และความชื้น 93%

คำสำคัญ: เห็ด, พลังงานแสงอาทิตย์, ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Node MCU ESP32)

Abstract

This research aims to design and build an angel mushroom cabinet, oyster mushroom, and solar - powered seagull, with a structure size of 80 cm in width. Length 55 cm. And the height is 100 cm. There is a solar panel installed at the top of the mushrooming cabinet using a microcontroller (Node MCU ESP32) as a controller for various operating systems. Then study and experiment with command programs to instruct the microcontroller (Node MCU ESP32) to control the systems. The first is a set of microcontrollers that control temperature and humidity sensors to operate the fog pump and fans, respectively. The second is an alert through the Blynk application. The research found that 1) the microcontroller can control the pump at a temperature range of 24 -28 °C and a humidity range of 80-89% Fans and light bulbs can operate within the range and temperature range of 26-32 °C and humidity range of 73-83%, mist pumps can operate, and 2) fairy mushroom growth. Day 9 fully grown mushrooms can be stored. Blink application has a temperature of 28.7 °C and humidity of 56%, Oyster mushroom growth Day 9, matured mushrooms are collected. Blynk application is reported at 28.2 °C and humidity 85%, and tender mushroom growth on Day 10, mature mushrooms are collected. Blink application is reported at 31°C and humidity 93%.

Keywords: Mushroom, Solar-Powered, Node MCU ESP32

1. บทนำ

การปลูกเห็ดชนิดต่าง ๆ ในปัจจุบันเป็นที่ได้รับความสนใจจากทุกภาคส่วนเป็นอย่างมาก ส่งผลให้ประชาชนหันมาบริโภคเห็ดเพื่อสุขภาพกันมากขึ้น เพราะเห็ดมีประโยชน์หลายอย่าง และมีวิธีการเพาะปลูกไม่ยุ่งยากสามารถปลูกเป็นอาชีพที่สร้างรายได้ตลอดทั้งปีเชื้อเห็ดที่มีการเพาะเลี้ยงในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นการคัดเลือกเชื้อพันธุ์จากธรรมชาตินำมาพัฒนาเพาะปลูกในโรงเรือนเหมาะที่จะปลูกเป็นการค้า ดังนั้นการคัดเลือกการผสมพันธุ์การประเมินสายพันธุ์เห็ดสายพันธุ์ต่าง ๆ ให้ได้สายพันธุ์ที่มีคุณภาพและผลผลิตสูงเพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรในแต่ละพื้นที่ (Yasintorn, Sunanta, Supavit & Wittarit, 2025, pp. 53-62) เช่น เห็ดนางรมถูกนำมาเพาะเลี้ยงในไทยและพบว่าสามารถปรับตัวเจริญได้ดี จนเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย จัดว่าเป็นเห็ดที่นิยมรับประทานกันมากมีลักษณะคล้ายเห็ดขอนขาวหรือเห็ดมะม่วงที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เป็นเห็ดที่มีสีขาวสะอาด มีคุณค่าทางอาหารสูงและมีรสชาติหอมหวานเนื้อเห็ดไม่เหนียว และเห็ดนางรม ลักษณะของเห็ดนางรมจะมีหมวกกว้าง 2-5 ซม. คล้ายรูปพัด สามารถรับประทานได้เมื่อนำมาเพาะในถุงพลาสติกเหมือนนำมาเพาะเห็ดทั่วไปสามารถออกดอกได้ตลอดปี

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานธรรมชาติ ที่สะอาดปราศจากการก่อมลพิษ ปัจจุบันการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ ด้านการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในอาคารทั่วไป ด้านการผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ที่ใช้ในโรงเรือน เช่น การใช้เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้า (Raphiphanee, Nukool & Pakron, 2024, pp. 401-413) เทคโนโลยีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าที่เป็นที่นิยมมากที่สุดในปัจจุบัน คือ เซลล์แสงอาทิตย์หรือที่รู้จักกันในนามของ solar cell สำหรับพลังงานแสงอาทิตย์นั้นเป็นหนึ่งในพลังงานทดแทนที่ได้รับการสนับสนุน อย่างเป็นรูปธรรม เพราะมีความเหมาะสมกับประเทศไทย ซึ่งมีแสงแดดแรงเกือบตลอดทั้งปี (Siripoj & Varattaya, 2021, pp. 149-159)

งานวิจัยหลายชิ้นที่ผ่านมา ได้เสนอแนวทางการใช้ระบบควบคุมและตรวจสอบที่มีประสิทธิภาพ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Node MCU ESP32) ตัวอย่างเช่น ESP32 จำลองประตูอัจฉริยะตรวจจับใบหน้าเพื่อความปลอดภัย (Thanapon, Prawit, Kampanat, Nattapol & Thiraphat, 2024, pp. 30-38) ระบบการวัดและบันทึกค่า pH ของดินโดยใช้ Internet of Things (IoT) (Chanida, Wissava, & Komkrit, 2022, pp. 1-7) ระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติโดยใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับสวนปาล์มน้ำมัน (Chonmapat, 2023, pp. 1-11) รวมถึงการพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัจฉริยะในบ้านด้วยระบบไอโอที (Piyaphong, Nutdada, & Rattanasuda, 2023, pp. 21-35)

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นแนวทางให้คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างตู้ปลูกเห็ดอัจฉริยะด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้พอลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) เป็นวัสดุที่ใช้ประกอบโครงสร้างของตู้ เพื่อป้องกันการเกิดสนิม โดยจะทำการทดลองปลูกเห็ด 3 ชนิด คือ เห็ดนางฟ้า, เห็ดนางรม และเห็ดนางรม พร้อมทั้งติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บริเวณด้านบนของตู้ปลูกเห็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าภายในตู้ปลูกเห็ด โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์ (Node MCU ESP32) ควบคุมระบบการทำงานของอุณหภูมิและความชื้น ทั้งนี้ยังสามารถแสดงผลค่าอุณหภูมิและความชื้นบนสมาร์ตโฟนได้โดยผ่านแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Blyank

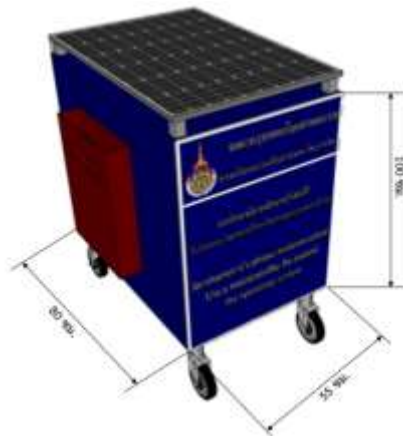
1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อออกแบบและสร้างตู้ปลูกเห็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
- 2) เพื่อศึกษาผลของการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

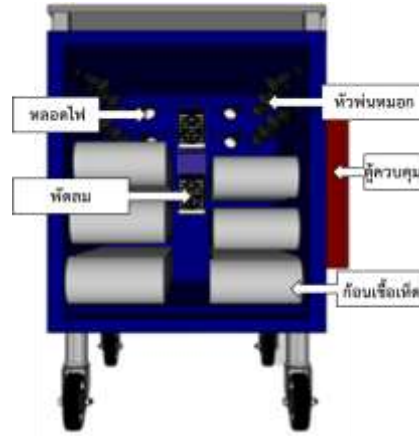
2. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการออกแบบและสร้างตู้ปลูกเห็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อให้สามารถทำงานตามขอบเขตและเงื่อนไขที่กำหนดไว้ได้ คณะผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการศึกษาตามลำดับดังต่อไปนี้

2.1 การออกแบบโครงสร้างตู้ปลูกเห็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โครงสร้างและการออกแบบตู้ปลูกเห็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ แสดงดังภาพที่ 1 (ก) และการวางตำแหน่งของ หลอดไฟ, พัดลมระบายอากาศ, เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ และหัวพ่นหมอก แสดงดังภาพที่ 1 (ข)



(ก) โครงสร้างตู้ปลุกเห็ด



(ข) การวางตำแหน่งของอุปกรณ์ตู้ปลุกเห็ด

ภาพที่ 1 แบบจำลองของตู้ปลุกเห็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การออกแบบโครงสร้างตู้ปลุกเห็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ด้วยโปรแกรม sketchup Pro 2024 มีขนาดดังนี้ ความกว้าง 80 ซม. ความยาว 55 ซม. และ ความสูง 100 ซม. ภายในตู้ปลุกเห็ดนางฟ้าสามารถบรรจุก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้า, เห็ดนางรม และเห็ดนางนวล ได้จำนวน 30 ก้อน จากนั้นทำการสร้างชิ้นงานจริง เพื่อทำการทดสอบผลการทดลอง โดยชิ้นงานจริงที่ทำการสร้างเสร็จเรียบร้อย แสดงดังภาพที่ 2

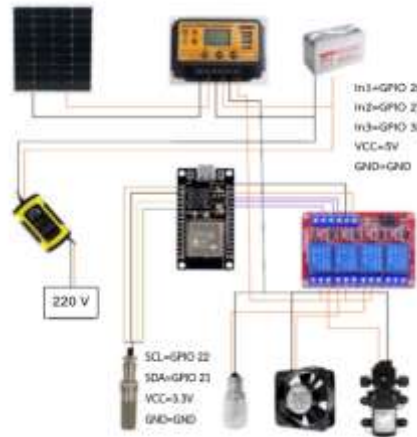


ภาพที่ 2 ตู้ปลุกเห็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

2.2 การออกแบบระบบของตู้ปลุกเห็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ แสดงดังภาพที่ 3

การทำงานของวงจรภายในตู้ควบคุม สามารถอธิบายได้ ดังต่อไปนี้ เมื่อเซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้น SHT45 วัดค่าความชื้นและอุณหภูมิภายในตู้จะส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ (Node MCU ESP32) เพื่อทำการเช็คค่าอุณหภูมิและความชื้นอยู่ในช่วงที่กำหนดหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ก็จะไปสั่งบอร์ดรีเลย์เพื่อ สั่งการควบคุมการทำงานของ 3 อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมความชื้นและอุณหภูมิภายในตู้ปลุกเห็ด เช่น

- 1) สั่งปั๊มพ่นหมอกให้พ่นละอองน้ำภายในตู้เมื่อความชื้นต่ำกว่า 85% เพื่อรักษาความชื้นภายในตู้ปลุกเห็ด
- 2) สั่งพัดลมให้ทำงานเมื่ออุณหภูมิในตู้ต่ำกว่า 30 °C เพื่อระบายอุณหภูมิภายในตู้ปลุกเห็ด
- 3) สั่งหลอดไฟติดเมื่ออุณหภูมิในตู้ต่ำกว่า 30 °C เพื่อเพิ่มอุณหภูมิภายในตู้ปลุกเห็ด



ภาพที่ 3 การเชื่อมต่อวงจรภายในตู้ควบคุม

2.3 การออกแบบระบบของแอปพลิเคชัน Blynk

เมื่อเซ็นเซอร์ SHT45 วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นจะส่งข้อมูลผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ (Node MCU ESP32) จากนั้นแอปพลิเคชัน Blynk จะเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์ของแอปพลิเคชัน Blynk ที่เชื่อมโยงกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทำให้สามารถเชื่อมต่อมาที่ Wi-Fi Router ตัวที่ต้องการเชื่อมต่อแล้วจึงเชื่อมต่อไปส่งงานให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Node MCU ESP32) ให้ทำงานตามคำสั่งที่ได้รับมาจากแอปพลิเคชัน Blynk ให้แสดงผลอุณหภูมิและความชื้นที่หน้าแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน หลักการทำงานดังกล่าว แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ระบบของแอปพลิเคชัน Blynk

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษา

1) ทดลองหาอัตราการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้า

1.1) การเจริญเติบโตวันที่ 1 แสดงดังภาพที่ 5 และการเจริญเติบโตวันที่ 4 แสดงดังภาพที่ 6

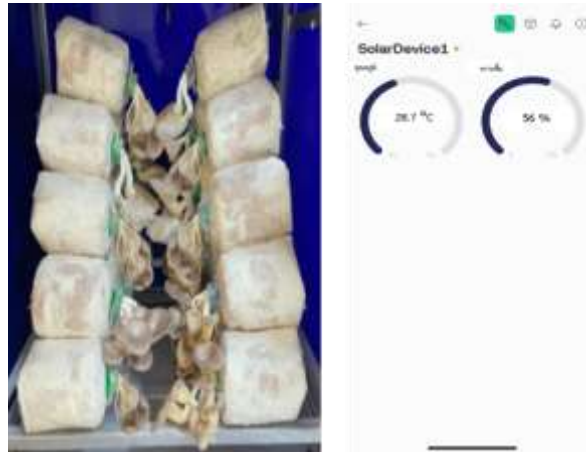


ภาพที่ 5 การเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้า วันที่ 1

ภาพที่ 6 การเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้า วันที่ 4

จากภาพที่ 5 เมื่อบรรจุเห็ดนางฟ้า จำนวน 30 ก้อน เข้าไปภายในตู้ปลูกเห็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ทำการเปิดระบบการทำงาน เซ็นเซอร์ SHT45 จะทำการวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ เมื่ออุณหภูมิและความชื้นถึงช่วงที่กำหนดปั๊มพ่นหมอกจะทำงานโดยพ่นละอองน้ำให้แก่ก้อนเห็ดนางฟ้า และจากภาพที่ 6 ก้อนเชื้อเห็ดนางฟ้าเริ่มเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นมากกว่าวันที่ 1 ประมาณ 2-3 ซม. แอปพลิเคชัน Blynk มีอุณหภูมิ 31 °C และความชื้น 93%

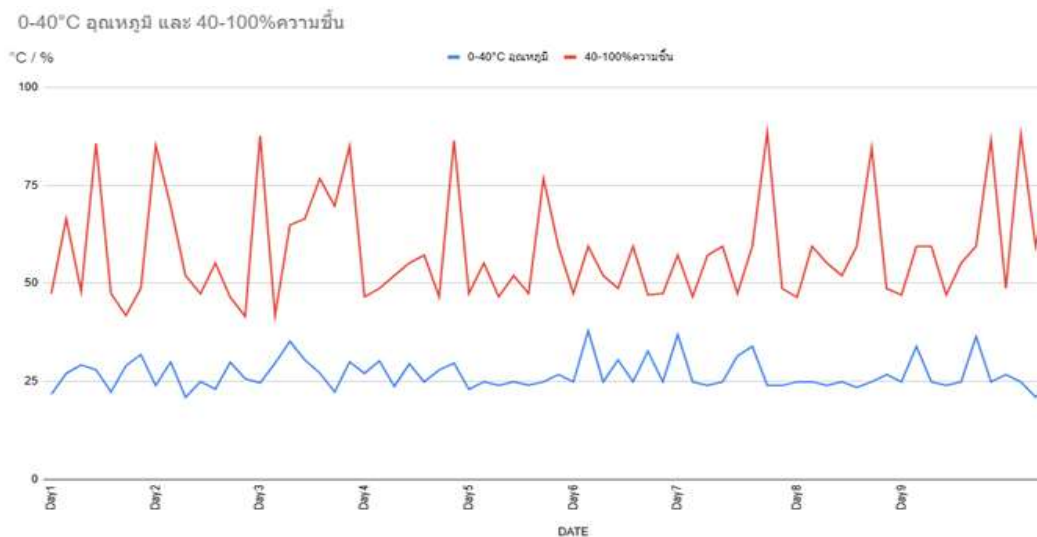
1.2) การเจริญเติบโตวันที่ 9 แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้า วันที่ 9

จากภาพที่ 7 การเจริญเติบโตวันที่ 9 ดอกเห็ดโตเต็มที่ที่สามารถเก็บได้ โดยมีขนาดความสูงของลำต้นอยู่ที่ 10-12 ซม. และมีความกว้างของดอกอยู่ที่ 8-9 ซม. แอปพลิเคชัน Blynk มีอุณหภูมิ 28.7 °C และความชื้น 56%

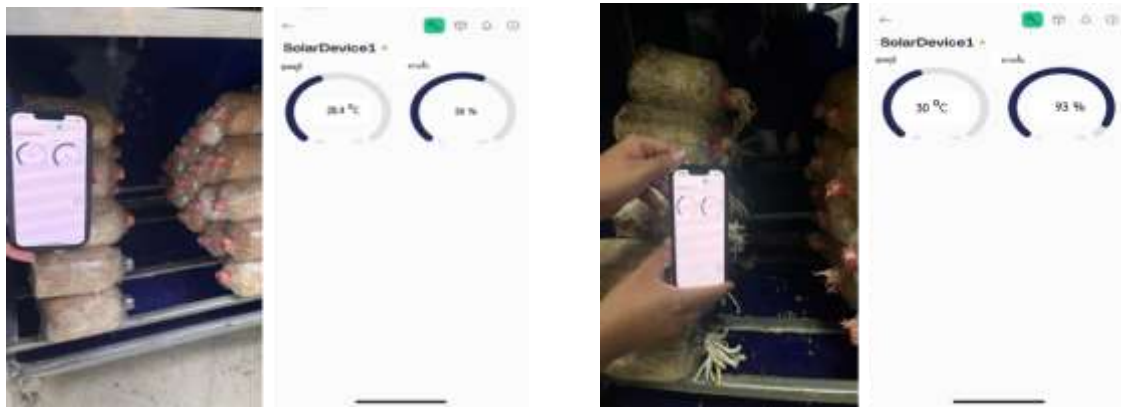
1.3) กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและความชื้นตลอดการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้า



กราฟที่ 1 ค่าความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและความชื้นตลอดการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้า

2) ทดลองหาอัตราการเจริญเติบโตของเห็ดนางรม

2.1) การเจริญเติบโตวันที่ 1 แสดงดังภาพที่ 8 และการเจริญเติบโตวันที่ 4 แสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 8 การเจริญเติบโตของเห็ดนางรม วันที่ 1

ภาพที่ 9 การเจริญเติบโตของเห็ดนางรม วันที่ 4

จากภาพที่ 8 เมื่อบรรจุเห็ดนางรม จำนวน 30 ก้อน เข้าไปภายในตู้ปลูกเห็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ทำการเปิดระบบการทำงาน เซ็นเซอร์ SHT45 จะทำการวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ เมื่ออุณหภูมิและความชื้นถึงช่วงที่กำหนดปั๊มพ่นหมอกจะทำงานโดยพ่นละอองน้ำให้แก่ก้อนเห็ดนางรม และจากภาพที่ 9 ก่อนเชื้อเห็ดนางรมเริ่มเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นมากกว่าวันที่ 1 ประมาณ 2-3 ซม. แอปพลิเคชัน Blynk มีอุณหภูมิ 30 °C และความชื้น 93%

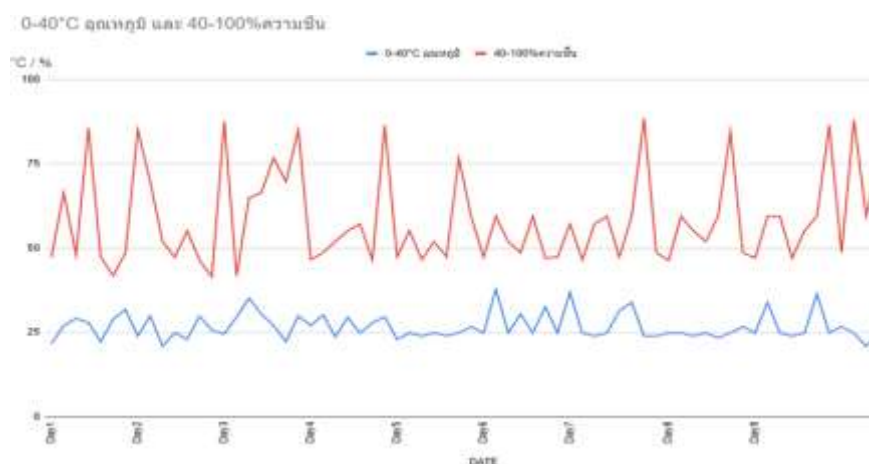
2.2) การเจริญเติบโตวันที่ 9 แสดงดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 การเจริญเติบโตของเห็ดนางรม วันที่ 9

จากภาพที่ 10 การเจริญเติบโตวันที่ 9 ดอกเห็ดโตเต็มที่สามารภเก็บได้ โดยมีขนาดความสูงของลำต้นอยู่ที่ 10-12 ซม. แอปพลิเคชัน Blynk มีอุณหภูมิ 28.2 °C และความชื้น 85%

2.3) กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและความชื้นตลอดการเจริญเติบโตของเห็ดนางรม



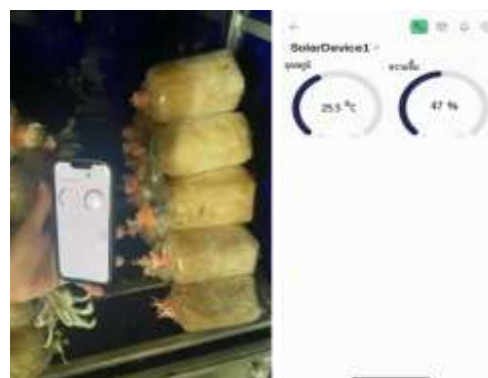
กราฟที่ 2 ค่าความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและความชื้นตลอดการเจริญเติบโตของเห็ดนางรม

3) ทดลองหาอัตราการเจริญเติบโตของเห็ดนางรม

3.1) การเจริญเติบโตวันที่ 1 แสดงดังภาพที่ 11 และการเจริญเติบโตวันที่ 4 แสดงดังภาพที่ 12



ภาพที่ 11 การเจริญเติบโตของเห็ดนางรม วันที่ 1



ภาพที่ 12 การเจริญเติบโตของเห็ดนางรม วันที่ 4

จากภาพที่ 11 เมื่อบรรจุเห็ดนางรม จำนวน 30 ก้อน เข้าไปภายในตู้ปลูกเห็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ทำการเปิดระบบการทำงานเซ็นเซอร์ SHT45 จะทำการวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ เมื่ออุณหภูมิและความชื้นถึงช่วงที่กำหนดปั๊มพ่นหมอกจะทำงานโดยพ่นละอองน้ำให้แกก้อนเห็ดนางรม และจากภาพที่ 12 ก้อนเชื้อเห็ดนางรมเริ่มเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นมากกว่าวันที่ 1 ประมาณ 2-3 ซม. แอปพลิเคชัน Blynk มีอุณหภูมิ 25.5 °C และความชื้น 47%

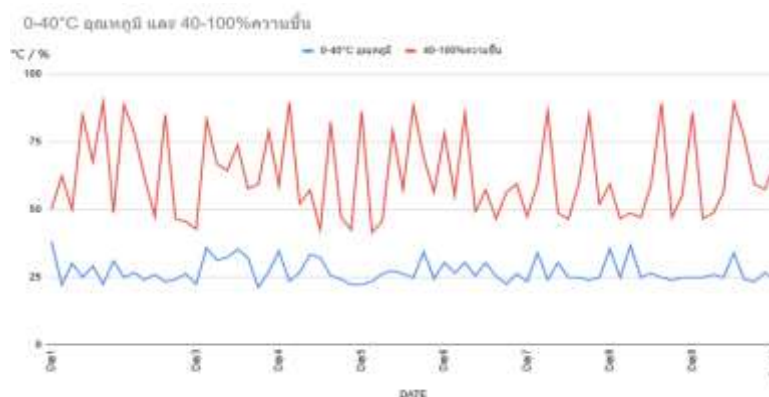
3.2) การเจริญเติบโตวันที่ 10 แสดงดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 การเจริญเติบโตของเห็ดนางรม วันที่ 10

จากภาพที่ 13 การเจริญเติบโตวันที่ 10 ดอกเห็ดโตเต็มที่สามารเก็บได้ โดยมีขนาดความสูงของลำต้นอยู่ที่ 10-12 ซม. แอปพลิเคชัน Blynk มีอุณหภูมิ 31 °C และความชื้น 93%

3.3) กราฟแสดงค่าความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและความชื้นตลอดการเจริญเติบโตของเห็ดนางนวล



กราฟที่ 3 ค่าความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและความชื้นตลอดการเจริญเติบโตของเห็ดนางนวล

3.2 อภิปรายผลการวิจัย

1) ผลการทดสอบของระบบควบคุมอุณหภูมิ พบว่าเมื่ออุณหภูมิไม่ถึงค่าที่กำหนดไว้ปั๊มหัวพ่นหมอกและหลอดไฟและพัดลมจะไม่ทำงาน เมื่ออุณหภูมิถึงที่กำหนดไว้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งอุปกรณ์ให้ทำงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sarawut , Bundidpong & Damrongsak, (2024, pp. 97-105) ได้พัฒนาระบบควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนฟาร์ม เป็ดไข่ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบนวัตกรรมการเกษตรอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนฟาร์มเป็ดไข่ ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ผลการศึกษา พบว่าสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนจากการออกแบบแผนผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT (Node MCU) กับบอร์ดอาร์ดูอิโน ทำให้ระบบเซ็นเซอร์จะทำให้พัดลมทำงานอัตโนมัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) ผลการทดสอบระบบแอปพลิเคชัน Blynk เมื่อมีสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่อกับระบบแอปพลิเคชัน Blynk จะสามารถแจ้งเตือนไปยังสมาร์ตโฟนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ I Gusti Bagus Adi Pramana, Lalu A. Syamsul Irfan Akbar and Cipta Ramadhani (2025, pp. 25-36) ได้ทำการการพัฒนาต้นแบบบ้านอัจฉริยะบนพื้นฐาน IoT โดยใช้ แอปพลิเคชัน Blynk สำหรับบ้านอัจฉริยะจะช่วยเพิ่มความสะดวกสบาย ความปลอดภัย และประสิทธิภาพด้านพลังงาน โดย การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อออกแบบ พัฒนา และประเมินต้นแบบบ้านอัจฉริยะที่ใช้ IoT โดยใช้แอป Blynk สำหรับการ ตรวจสอบและควบคุมจากระยะไกล รวมถึงไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 รีเลย์ และเซ็นเซอร์ LDR ซึ่งช่วยให้สามารถควบคุมแสง ได้ทั้งแบบอัตโนมัติและแบบแมนนวล ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าต้นแบบบ้านอัจฉริยะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีเวลาตอบสนองเฉลี่ย 73.4 มิลลิวินาที ซึ่งบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของระบบที่รวดเร็วและเชื่อถือได้ การวิจัยครั้งนี้จัดทำต้นแบบบ้านอัจฉริยะที่ใช้งานได้จริง ซึ่งสามารถใช้เป็นรากฐานสำหรับนวัตกรรมบ้านอัจฉริยะในอนาคตได้

4. สรุปผล

ตู้ปลูกเห็ดด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ 1) ชุดคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ (Node MCU ESP32) พบว่าระบบการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Node MCU ESP32) ที่ควบคุมอุปกรณ์สำคัญทั้ง 3 อย่างหลัก ๆ คือ ชุดอุปกรณ์หัวพ่นหมอก เซ็นเซอร์จอแสดง LCD และชุดไฟกับพัดลม สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและสมบูรณ์ตามขอบเขต และ 2) แอปพลิเคชัน Blynk มีการแจ้งอุณหภูมิ และความชื้น ของการเจริญเติบโตของเห็ดนางฟ้า เห็ดนางรม และเห็ดนางนวล ผ่านสมาร์ตโฟนได้

5. เอกสารอ้างอิง

- Chanida, Y., Wissava, K. & Komkrit, C. (2022). Soil pH Measurement System Using Internet of Things (IoT). *Journal of research and Development the Greater Mekong Subregion*, 1(1), 1-7.
- Chonmapat, T. (2023). The Automatic Plant Watering System Using Internet of Things for Oil Palm Plantations. *The Journal of Industrial Technology : Suan Sunandha Rajabhat University*, 11(1), 1-11.
- I Gusti Bagus Adi Pramana., Lalu A. Syamsul Irfan Akbar., & Cipta Ramadhani. (2025). Development of an IoT-Based Smart Home Prototype Using the Blynk Application. *Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 7(1), 25-36.
- Piyaphong, P., Nutdadai, S. & Rattanasuda, S. (2023). Development of a Prototype of a Smart Water Supply Control System for Households Using IoT System. *UTK Research Journal*, 17(2), 21-35.
- Raphiphanee, W., Nukool, C. & Pakron, L. (2024). The Decision of Using Solar Energy (Solar Cell) in Small and Medium Enterprises of Songkhla Province. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 9(7), 104-413.
- Sarawut, P., Bundidpong, S., & Damrongsak, A. (2024). The Development of a Laying Duck Smart Farm Based on Internet of Things. *Thai Industrial Engineering Network Journal*, 10(2), 97-105.
- Siripoj, S. & Varattaya, J. (2021). Factors Affecting Decision to Install a Solar Power System for Residential Homes of Consumers in Chiang Mai Province. *AccBA 2564 Journal*, 7(2), 149-159.
- Thanapon, K., Prawit, B., Kampanat, B., Nattapol, B., & Thiraphat, S. (2024). Study and Application of ESP32 facial detection smart door simulator for security. *Vocational Education Innovation and Research Journal*, 8(2), 30-38.
- Yasintorn, S., Sunanta, H., Supavit, M. & Wittarit, K. (2025). An automatic phoenix mushroom cabinet. *KASETSART ENGINEERING JOURNAL*, 35(114), 53-62.

การสร้างเครื่องนับยาอัตโนมัติเพื่อช่วยเหลือการทำงานสำหรับเจ้าหน้าที่สถานคุ้มครองและ พัฒนาคนพิการ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

Design and Construction of an Automatic Pill Counting Device to Assist Staff at Centers for the Protection and Development of Persons with Disabilities Using the Engineering Design Process

กัญญภัส สืบจากศรี¹ นุชพนิต ธรสินธุ์¹ ธมนวรรณ แก้วโก¹ นภัสสร ปลื้มสนธิ¹ สรวิชัย อรุณ¹

นันทภรณ์ อิ่มสงวน¹ กฤตภาส พาหุมนโต¹ ณปภา วาดเขียน¹ และวัลลพ หลักแวงมอ^{1*}

Kunyapat Seubjarsri¹ Nuchchaphanit Tornsini¹ Thamonwan Kaewko¹

Napatsorn Plumeson¹ Sorawit Orachun¹ Nantaphon Imsanguan¹

Kittapas Pahumanto¹ Napapha Wadkhian¹ and Wannop Lakvaengmon^{1*}

¹ โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

¹ Innovation Demonstration School of Rajamangala University of Technology Thanyaburi,
Thanyaburi, Pathumthani 12110, Thailand

* E-mail: wannop_l@rmutt.ac.th Tel: 061-0177342

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการสร้างเครื่องนับยาอัตโนมัติโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข และการนำเสนอ และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของการใช้เครื่องนับยาอัตโนมัติ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เจ้าหน้าที่สถานคุ้มครองและพัฒนาคนพิการบ้านกึ่งวิถี (หญิง) จังหวัดปทุมธานี จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย 1) เครื่องนับยาอัตโนมัติเพื่อช่วยเหลือการทำงานสำหรับเจ้าหน้าที่สถานคุ้มครองและพัฒนาคนพิการ 2) แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้เครื่องนับยาอัตโนมัติ ผลการวิจัยพบว่า 1) ความเร็วและแม่นยำในการทำงาน เครื่องนับยาอัตโนมัติมีความเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ 7.34 วินาทีต่อ การนับยา 5 เม็ด มีความแม่นยำในการนับยาอยู่ที่ ร้อยละ 76 2) ความพึงพอใจในการใช้งานเครื่องนับยาอัตโนมัติในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.56 มีความพึงพอใจมากที่สุด ในด้านความสะดวกต่อการใช้งานและขนาดของตัวเครื่องอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.80 รองลงมาคือด้านความปลอดภัยต่อตัวยาในการทำงานอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.60 ด้านความรวดเร็วในการทำงานอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 3.40 และด้านความแม่นยำในการทำงานอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ย 3.20 ตามลำดับ

คำสำคัญ: เครื่องนับยาอัตโนมัติ, ช่วยเหลือการทำงาน, เจ้าหน้าที่สถานคุ้มครองและพัฒนาคนพิการ, กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

Abstract

The study aimed to 1) study the creation of an automatic pill counting machine by using the engineering design process consists of problem identification, related information search, solutions design, planning and development, testing, evaluating and design improvement, presentation. 2) study the satisfaction with the use of the automatic pill counter. The target group for this research consists of five staff members at Half Way Home for Protection and Development of mental disabilities (for female), Pathum Thani Province. The instruments used for data collection include: 1) the automatic pill counter to assist staff at the Half Way Home for Protection and Development of mental disabilities (for female), Pathum Thani Province and 2) a satisfaction questionnaire regarding the use of the automatic pill counter. The results of the project revealed that: 1) speed and accuracy of operation: the automatic pill counter had an average speed of 7.34 seconds per count of 5 pills and an accuracy rate of 76% and 2) the overall satisfaction with the automatic pill counter level was high, with an average score of 3.56. The highest satisfaction was the convenience of use and the size of the machine, with a high level of 3.80., safety of the pills during operation, also at a high level, with an average score of 3.60, the speed of operation received a moderate level of satisfaction, with an average score of 3.40, and the accuracy of operation was also at a moderate level, with an average score of 3.20, respectively.

Keywords: Automatic Pill Counting, Assist Staff, Half Way Home for Protection and Development of Mental Disabilities, Engineering Design Process

1. บทนำ

การสร้างหลักประกันการมีสุขภาวะที่ดีและส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดีสำหรับทุกคน เป็นหนึ่งในเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ขององค์การสหประชาชาติ ซึ่งรวมไปถึงการดูแลและพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้พิการ ซึ่งจากสภาพปัญหาทางเศรษฐกิจและสังคมในปัจจุบัน ส่งผลให้ครอบครัวประสบปัญหาการให้การดูแลคนพิการ รวมทั้งสังคมส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่าสถานคุ้มครองและพัฒนาคนพิการจะเป็นสถานที่ที่เหมาะสมและคนพิการจะสามารถใช้ชีวิตได้ดีกว่าการดูแลโดยคนในครอบครัวที่บ้าน โดยจากสถิติคนพิการที่อยู่ในการอุปการะดูแลของสถานคุ้มครองและพัฒนาคนพิการมีทั้งหมด 148 แห่ง ในสังกัดกระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากสถานคุ้มครองคนใช้จิตทุเลาบ้านกิ่งวิถิ์ญ จังหวัดปทุมธานี พบว่ามีผู้รับบริการผู้ป่วยจิตเวชจำนวน 558 คน มีเจ้าหน้าที่ที่ต้องดูแลผู้ป่วยและจัดยาให้กับผู้ป่วยแค่จำนวน 2 คน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนระหว่างเจ้าหน้าที่ที่ดูแลผู้ป่วยและคนไข้อยู่ที่ 1:279 ส่งผลให้การดูแลเกิดความล่าช้าและไม่ทั่วถึง

จากการสัมภาษณ์ผู้ปกครองสถานคุ้มครองคนใช้จิตทุเลาบ้านกิ่งวิถิ์ญจังหวัดปทุมธานี ขั้นตอนที่ส่งผลให้การทำงานของเจ้าหน้าที่เกิดความล่าช้า และเสี่ยงต่อการเกิดข้อผิดพลาดคือการจัดยา ซึ่งการรักษาผู้ป่วยจิตเวชนั้นเป็นการรักษาด้วยยาหลายชนิด ยิ่งไปกว่านั้นหากเป็นผู้พิการทางจิตที่ไม่สามารถจัดยาหรือกินยาด้วยตนเองได้จะส่งผลทำให้เจ้าหน้าที่ทำงานหนักมากขึ้น ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการรักษาหรือผลกระทบจากการทานยาไม่ถูกต้องของ เจ้าหน้าที่จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวก เพื่อเข้ามาช่วยหนุนเสริมเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ของบุคลากรในสถานคุ้มครองและพัฒนาผู้พิการ

จากข้อมูลดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงเห็นว่าการจัดทำงานวิจัย เรื่องการสร้างเครื่องนัทยาอัตโนมัติเพื่อช่วยเหลือการทำงานสำหรับเจ้าหน้าที่สถานคุ้มครองและพัฒนาคนพิการ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจัดยา และวัดความพึงพอใจและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานของการจัดยาด้วยเจ้าหน้าที่กับการจัดยาด้วยเครื่องจัดยาอัตโนมัติ เพื่อให้ได้เครื่องจัดยาอัตโนมัติที่สามารถใช้งานได้จริงในสถานคุ้มครอง และสามารถแบ่งเบาภาระและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเจ้าหน้าที่

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาการสร้างเครื่องนัทยาอัตโนมัติโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
- 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของการใช้งานเครื่องนัทยาอัตโนมัติ

1.2 สมมติฐานของการวิจัย

- 1) สามารถสร้างเครื่องนัทยาอัตโนมัติโดยใช้การออกแบบเชิงวิศวกรรมที่สามารถใช้งานได้จริง
- 2) ความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่ที่ใช้เครื่องนัทยาอัตโนมัติอยู่ในระดับดี

1.3 ขอบเขตการทำงาน

- 1) สร้างเครื่องนัทยาอัตโนมัติเพื่อช่วยเหลือเจ้าหน้าที่สถานคุ้มครองและพัฒนาคนพิการ
- 2) ระยะเวลาในการดำเนินงาน วันที่ 15 ตุลาคม พ.ศ. 2567 - 4 มีนาคม 2568
- 3) ให้เจ้าหน้าที่สถานคุ้มครองและพัฒนาคนพิการประเมินความพึงพอใจ จำนวน 5 คน

2. วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องนัทยาอัตโนมัติเพื่อช่วยเหลือการทำงานสำหรับเจ้าหน้าที่สถานคุ้มครองและพัฒนาคนพิการ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้คือ 1) การกำหนดปัญหา (Problem Identification) 2) การสืบค้นข้อมูล (Related Information Search) 3) การออกแบบวิธีแก้ปัญาและการวางแผน (Solution Design) 4) การดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) 5) การประเมินวิธีการแก้ปัญหา (Testing, Evaluation and Design Improvement) 6) การนำเสนอชิ้นงาน (Presentation) รายละเอียดของการดำเนินงานแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

2.1 การกำหนดปัญหา

เจ้าหน้าที่สถานคุ้มครองและพัฒนาคนพิการมีปัญหาในการดูแลผู้ป่วย ปัญหาหลักอยู่ที่การจัดยาให้กับผู้ป่วยที่มีรายละเอียดในการใช้ยาที่แตกต่างกันมากถึง 500 คน ในขณะที่มีเจ้าหน้าที่ที่ทำหน้าที่ในการนับยาเพียง 2 คน ซึ่งมีจำนวนไม่เพียงพอและอาจอาจมีความผิดพลาดในการนับได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องนับยาอัตโนมัติเพื่อช่วยเหลือเจ้าหน้าที่ให้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วและลดความผิดพลาดในการทำงาน

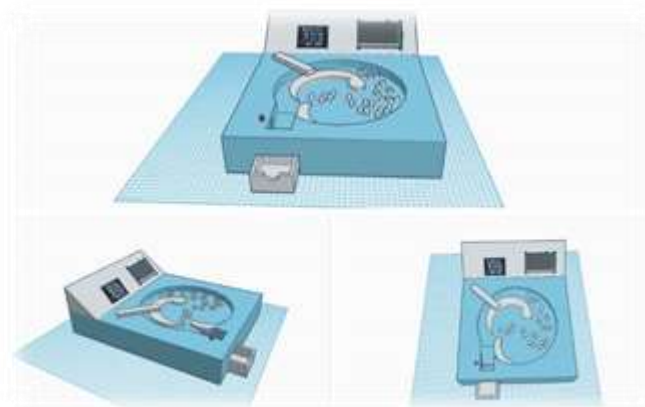
2.2 การสืบค้นข้อมูล

ผู้วิจัยได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือจากหลายแหล่งข้อมูล เช่น งานวิจัยเรื่อง ต้นแบบเครื่องนับยาอัตโนมัติ (ประจักษ์ ศรีทะพันธ์, 2563) งานวิจัยเรื่อง การออกแบบและพัฒนาระบบเครื่องจ่ายยาเม็ดอัตโนมัติแบบพกพาเคลื่อนย้าย (วนายุทธ์แสนเงิน, สิริภพ ชัดสาย และ ศราวุธอุ่นเรือน, 2564) งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบตรวจจับเม็ดยาสำหรับเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ (อัครวิทย์ ครองไชย, สะการะ ตันโสภณ และ สุเมธ เหมะวัฒนะชัย, 2564) งานวิจัยเรื่อง Design and experiment of seeding quality infrared monitoring system for no-tillage seeder (Che, Y., Wei, L., Liu, X., Li, Z., & Wang, F. (2017)) จาก การสืบค้นข้อมูลทำให้ได้แนวทางการสร้างเครื่องนับยาอัตโนมัติให้สามารถนับยาได้อย่างแม่นยำ และการใช้วัสดุที่มีต้นทุนต่ำ

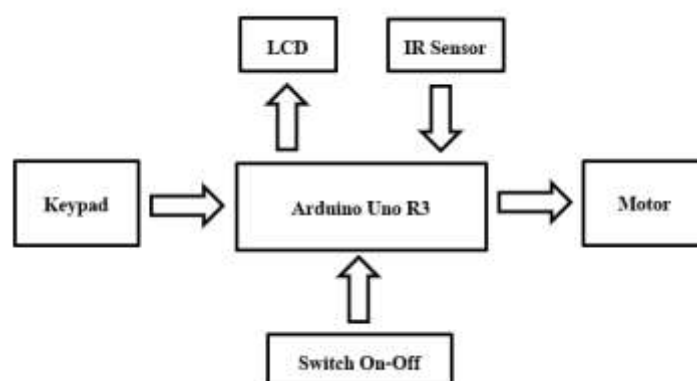
2.3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาและการวางแผน

1) การออกแบบเครื่องนับยาอัตโนมัติ

ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องนับยาอัตโนมัติ ดังภาพที่ 1 เครื่องนับยาอัตโนมัติประกอบด้วย ปุ่มกดเพื่อให้ผู้ใช้งานใส่ข้อมูลจำนวนยาที่ต้องการนับ มีหน้าจอแสดงจำนวนยา มีพื้นที่สำหรับวางยาที่เชื่อมต่อกับมอเตอร์ ที่กันเพื่อให้ยาเคลื่อนที่ไปยังบริเวณเซ็นเซอร์ มีอุปกรณ์สำหรับรองรับยาที่ผ่านการนับแล้ว



ภาพที่ 1 การออกแบบเครื่องนับยาอัตโนมัติ



ภาพที่ 2 ภาพรวมของต้นแบบเครื่องนับยาอัตโนมัติ

2) วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องนับยาอัตโนมัติ ประกอบด้วย บอร์ดควบคุม Arduino UnoR3 ไออาร์เซ็นเซอร์ เซอร์โวมอเตอร์ เส้นใย Filament เครื่องพิมพ์สามมิติ หน้าจอแอลซีดี คีย์แพด สวิตช์สองขา โปรโตบอร์ด ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องนับยาอัตโนมัติ

2.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1) ขั้นตอนการสร้างเครื่องนับยาอัตโนมัติ

1.1) ออกแบบส่วนประกอบของเครื่องนับยาโดยใช้โปรแกรม Tinkercad พิมพ์ผ่านเครื่องพิมพ์สามมิติโดยใช้วัสดุเส้นใยพลาสติก ดังภาพที่ 4



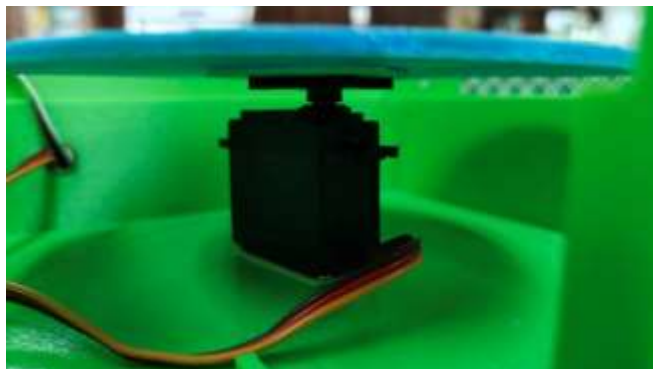
ภาพที่ 4 ส่วนประกอบของเครื่องนับยาอัตโนมัติผ่านเครื่องพิมพ์สามมิติ

1.2) การประกอบหน้าจอแอลซีดีและคีย์แพดเข้ากับแผ่นรองรับที่พิมพ์จากเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การประกอบมอเตอร์และล้อสายพาน

1.3) การประกอบแผ่นรองรับยาเข้ากับเซอร์โวมอเตอร์ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ประกอบแผ่นรองรับยาเข้ากับเซอร์โวมอเตอร์

1.4) การประกอบตัวควบคุมการไหลของยาเข้ากับเครื่องนับยาและประกอบฐานสำหรับรองรับยา ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ประกอบตัวควบคุมการไหลของยา

1.5) การเชื่อมต่อหน้าจอสี่สี คีย์แพด เซอร์โวมอเตอร์ และไออาร์เซ็นเซอร์ เข้ากับบอร์ดควบคุม Arduino UNO R3 ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับบอร์ดควบคุม Arduino UNO R3

- 1.6) การประกอบส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และขึ้นน็อตเข้าตัวเครื่องให้แข็งแรง ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 การประกอบส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

- 1.7) การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องนับยาอัตโนมัติโดยใช้ภาษาซี ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 การเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องนับยาอัตโนมัติ

- 1.8) ภาพของชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์ ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ภาพชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์

2.5 ทดสอบการทำงานและปรับปรุงชิ้นงาน

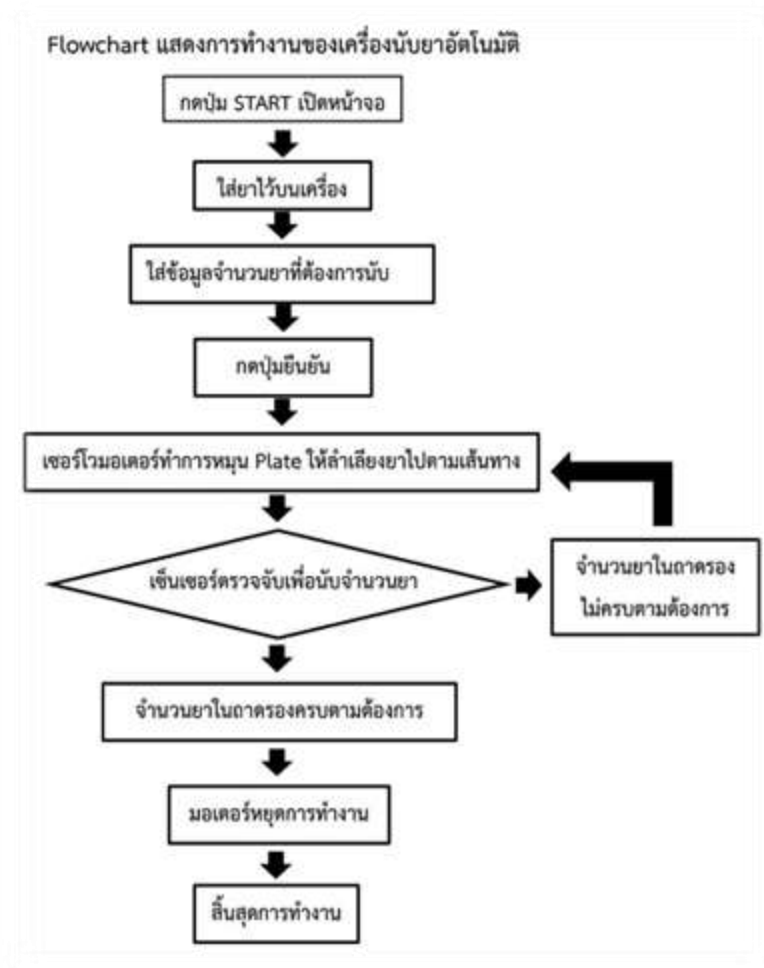
1) ทดสอบการทำงานของเครื่องนับยาอัตโนมัติ

ทำการทดสอบปรับปรุงและพัฒนาเครื่องนับยาอัตโนมัติให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ทดสอบการทำงานของเครื่องนับยาอัตโนมัติ

2) ขั้นตอนการทำงานของเครื่องนับยาอัตโนมัติ



ภาพที่ 13 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องนับยาอัตโนมัติ

จากภาพที่ 13 แสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่องนับยาอัตโนมัติ เริ่มต้นการทำงานของเครื่องนับยาอัตโนมัติด้วยการกดปุ่ม Start เพื่อเปิดจอแสดงผล จากนั้นนำยาที่ต้องการนับใส่ไว้บนเครื่องแล้วกรอกข้อมูลจำนวนยาที่ต้องการนับและกดปุ่มยืนยันการ

ทำงาน จากนั้นระบบจะสั่งการให้มอเตอร์ที่เชื่อมต่อกับแผ่นเพลตทำงาน โดยแผ่นเพลตจะหมุนลำเลียงยาไปตามเส้นทางที่กำหนดไว้ จากนั้นเซ็นเซอร์จะตรวจจับยาที่ละเม็ด เมื่อจำนวนยาครบตามจำนวนที่กำหนด ระบบจะสั่งการให้มอเตอร์หยุดการทำงาน แต่ถ้าจำนวนยายังไม่ครบตามกำหนดมอเตอร์จะหมุนแผ่นเพลตไปเรื่อย ๆ

2.6 นำเสนอผลงาน

เมื่อผู้วิจัยได้สร้างเครื่องนับยาอัตโนมัติตามวัตถุประสงค์แล้ว ผู้วิจัยได้นำเสนอผลงานต่อคณะผู้บริหาร คณะอาจารย์ และผู้ปกครอง ของโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในวันปัจฉิมนิเทศ ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 นำเสนอผลงาน

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ในการทดสอบการทำงานของของเครื่องนับยาอัตโนมัติมีการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง 2 ส่วนคือ การทดสอบความเร็วของเครื่อง และการทดสอบความแม่นยำของเครื่อง โดยในส่วนของการทดสอบความเร็วของเครื่องทดสอบโดยให้เครื่องนับยาจำนวน 5 เม็ด จำนวน 5 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยความเร็วของเครื่อง จากการทดสอบพบว่าค่าเฉลี่ยความเร็วคือ 7.34 วินาที ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ผลการทดลองความเร็วในการนับยา

ในส่วนของการทดสอบความแม่นยำทดสอบโดยใช้ข้อมูลจำนวนยาที่ต้องการให้เครื่องนับแตกต่างกันจำนวน 5 จำนวน โดยให้เครื่องนับจำนวนดังนี้คือ 5 เม็ด 10 เม็ด 15 เม็ด 20 เม็ด และ 25 เม็ด แต่ละการทดลองมีการทดลองซ้ำจำนวน 5 ครั้ง แล้วบันทึกสถิติความแม่นยำ ได้ผลการทดลองความแม่นยำอยู่ที่ร้อยละ 76 ดังภาพที่ 16

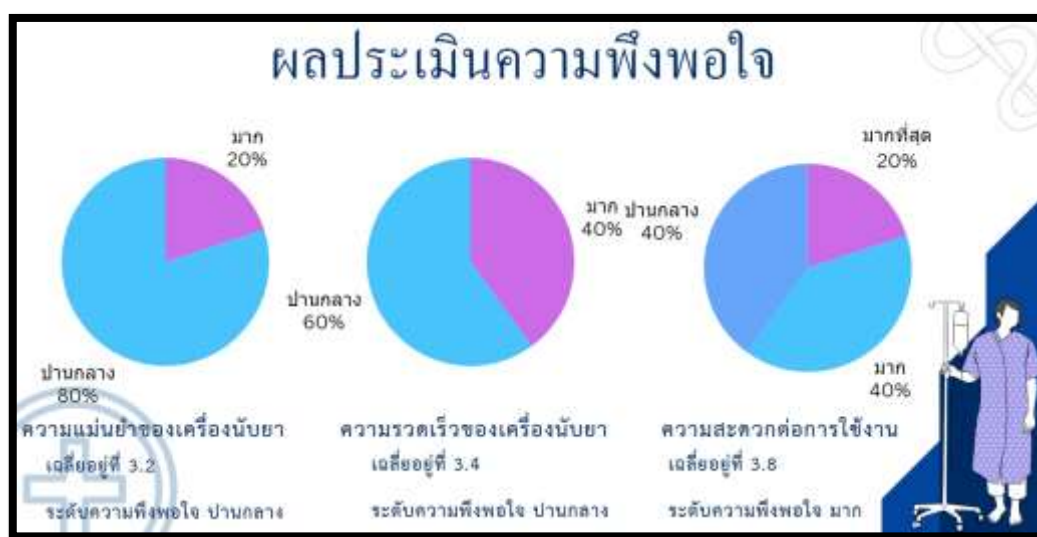
ผลการทดสอบความแม่นยำ					
จำนวนยาที่ใส่/ครั้ง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
5	✗	✗	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓	✓	✓
15	✗	✓	✗	✓	✓
20	✓	✓	✗	✓	✓
25	✓	✓	✗	✓	✓

ภาพที่ 16 ผลการทดลองความแม่นยำของเครื่องนับยา

ในส่วนของการประเมินความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่จำนวน 30 คน มีการประเมินจำนวน 5 ด้าน ได้ผลการประเมิน ดังนี้

- 1) ความแม่นยำของเครื่องนับยา อยู่ในระดับปานกลาง
- 2) ความรวดเร็วของเครื่องนับยา อยู่ในระดับปานกลาง
- 3) ความสะดวกต่อการใช้งาน อยู่ในระดับมาก
- 4) ความปลอดภัยต่อยา อยู่ในระดับมาก
- 5) ขนาดของตัวเครื่อง อยู่ในระดับมาก

ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ผลการทดลองความแม่นยำของเครื่องนับยา

จากการทดสอบการทำงานของเครื่องนับยาอัตโนมัติพบว่าเครื่องสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งงบประมาณในการสร้างเครื่องอยู่ที่ 668 บาท ดังตารางที่ 1 หากต้องการพัฒนาให้สามารถใช้งานได้จริงในอนาคตควรพัฒนาให้เครื่องนับยามีความเร็วในการนับยามากขึ้น เช่น การเพิ่มความเร็วของเซอร์โวมอเตอร์ หรือการหาเซ็นเซอร์ที่สามารถตรวจจับวัตถุได้ไวและแม่นยำมากขึ้น อีกทั้งควรพัฒนาเครื่องโดยใช้วัสดุที่มีมาตรฐานที่ทางการแพทย์ยอมรับจึงจะสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างปลอดภัย

ตารางที่ 1 รายละเอียดงบประมาณที่ใช้

ลำดับที่	รายการวัสดุอุปกรณ์	ราคา/หน่วย	จำนวน	ราคารวม
1	ไออาร์เซ็นเซอร์	17 บาท	1 อัน	17 บาท
2	เซอร์โวมอเตอร์	50 บาท	1 อัน	50 บาท
3	บอร์ดควบคุม Arduino UNO R3	139 บาท	1 บอร์ด	139 บาท
4	คีย์แพด	27 บาท	1 อัน	27 บาท
5	สายจัมเปอร์	1 บาท	40 เส้น	40 บาท
6	เส้นใยพลาสติก	395 บาท	1 ม้วน	395 บาท
รวมราคาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมด				668 บาท

4. สรุปผล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษากระบวนการทำงานของเครื่องนับยาอัตโนมัติเพื่อช่วยเหลือการทำงานสำหรับเจ้าหน้าที่สถานคุ้มครองและพัฒนาคนพิการโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จากแหล่งข้อมูลจากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องนับยาอัตโนมัติต้นแบบให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งผู้วิจัยได้นำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องนับยาอัตโนมัติต้นแบบสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ คือ มีความเร็วเฉลี่ยในการนับยาอยู่ที่ 7.34 วินาที มีความแม่นยำของการนับอยู่ที่ 76 เปอร์เซ็นต์ ความพึงพอใจของเจ้าหน้าที่จำนวน 30 คน มีการประเมินจำนวน 5 ด้าน ได้ผลการประเมิน ดังนี้ 1) ความแม่นยำของเครื่องนับยา อยู่ในระดับปานกลาง 2) ความรวดเร็วของเครื่องนับยา อยู่ในระดับปานกลาง 3) ความสะดวกต่อการใช้งาน อยู่ในระดับมาก 4) ความปลอดภัยต่อยา อยู่ในระดับมาก 5) ขนาดของตัวเครื่อง อยู่ในระดับมาก ใช้งบประมาณในการสร้างทั้งหมด 668 บาท แนวทางการพัฒนาเครื่องนับยาให้สามารถใช้งานได้จริงในอนาคตควรพัฒนาให้เครื่องนับยามีความเร็วในการนับยามากขึ้น เช่น การเพิ่มความเร็วของเซอร์โวมอเตอร์ หรือการหาเซ็นเซอร์ที่สามารถตรวจจับวัตถุได้ไวและแม่นยำมากขึ้น อีกทั้งควรพัฒนาเครื่องโดยใช้วัสดุที่มีมาตรฐานที่ทางการแพทย์ยอมรับจึงจะสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างปลอดภัย

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่สนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย เอื้อเพื่อสถานที่ และให้คำแนะนำการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- ประจักษ์ ศรีทะพันธ์. (2563). ต้นแบบเครื่องนับยาอัตโนมัติ. การประชุมวิชาการสำหรับนักศึกษาในระดับชาติ ครั้งที่ 3 The Third FIT SSRU Conference 2020.
- วนายุทธ์แสนเงิน, สิริภพ ชัดสาย และ ศราวุธอุ้นเรือน. (2564). การออกแบบและพัฒนาระบบเครื่องจ่ายยาเม็ดอัตโนมัติแบบพกพาเคลื่อนย้าย. การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 44.
- อัศวินท์ ครอบไชย, สะการะ ตันโสภณ และ สุเมธ เหมะวัฒนชัย. (2564). การพัฒนาระบบตรวจจับเม็ดยาสำหรับเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ. *Naresuan University Engineering Journal*, Vol.16, No.1, Jan - June 2021, pp.14-27.
- Besharati, B. , Navid, H. , Karimi, H. , Behfar, H. , & Eskandari, I. (2019). Development of an infrared seed-sensing system to estimate flow rates based on physical properties of seeds. *Computers and Electronics in Agriculture*, 162, 874-881.
- Che, Y., Wei, L., Liu, X., Li, Z., & Wang, F. (2017). Design and experiment of seeding quality infrared monitoring system for no-tillage seeder. *Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 33, 11-16.

การดูดซับตะกั่วด้วยอนุภาคแมกนีไทต์ขนาดนาโนที่ผ่านการดัดแปลงพื้นผิว

Adsorption of Lead (Pb^{2+}) using Surface-modified Magnetite Nanoparticles

อุไรวรรณ ขุนจันทร์^{1*} และ ปรีชา กสิกรรมไพบูลย์¹

Uraiwan Khunjan^{1*} and Preecha Kasikamphaiboon¹

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ปัตตานี 94000

¹ Department of Science, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani Campus, Pattani 94000

* E-mail: uraiwan.khu@psu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการดูดซับตะกั่ว (Pb^{2+}) ในสารละลายด้วยอนุภาคแมกนีไทต์ขนาดนาโนที่ผ่านการดัดแปลงพื้นผิวด้วยสารประกอบเอมีน (MIONPs-NH₂) โดยศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมที่มีต่อประสิทธิภาพการดูดซับตะกั่ว ตลอดจนศึกษาประสิทธิภาพของการคายซับตะกั่วของแมกนีไทต์ที่สังเคราะห์ได้ดังกล่าว จากผลการศึกษาพบว่า แมกนีไทต์ที่สังเคราะห์ได้สามารถกำจัดตะกั่วได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการดูดซับโลหะตะกั่วเกิดขึ้นโดยหมู่เอมีนที่อยู่บนพื้นผิวของตัวดูดซับ และพบว่า ค่า pH ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายตะกั่วและเวลาสัมผัสมีผลอย่างมากต่อประสิทธิภาพของการดูดซับ นอกจากนี้ จากผลการศึกษาการคายซับตะกั่วแสดงให้เห็นว่า MIONPs-NH₂ มีประสิทธิภาพการคายซับตะกั่วสูง ดังนั้น จึงทำให้สามารถนำ MIONPs-NH₂ กลับมาใช้ซ้ำในการดูดซับตะกั่วได้ ผลจากการศึกษานี้จึงเป็นประโยชน์ในการนำ MIONPs-NH₂ ที่สังเคราะห์ได้ไปประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนโลหะตะกั่วต่อไป

คำสำคัญ: แมกนีไทต์, ตะกั่ว, การดูดซับ

Abstract

This research investigated the adsorption of lead (Pb^{2+}) from solutions using amine-modified magnetite nano (MIONPs-NH₂). Adsorption operating parameters were studied for the optimum conditions and the Pb^{2+} desorption test of MIONPs-NH₂ was carried out. It was found that the synthesized magnetite particles effectively removed Pb^{2+} from solutions. The Pb^{2+} adsorption took place via the complexation of amino groups on MIONPs surface. The results showed that pH, Pb^{2+} initial concentration and contact time had a significant effect on the adsorption efficiency. Moreover, the desorption study showed that MIONPs-NH₂ had a high Pb^{2+} desorption efficiency, indicating that the MIONPs-NH₂ can be reused for Pb^{2+} adsorption. The results in this study are useful for the application of MIONPs-NH₂ in Pb^{2+} -contaminated wastewater treatment.

Keywords: Magnetite, Lead, Adsorption

1. บทนำ

ตะกั่วเป็นโลหะที่มีสมบัติเฉพาะหลายอย่าง เช่น มีจุดหลอมเหลวต่ำ มีความอ่อนตัวง่าย ทนทานต่อการกัดกร่อน สามารถผสมกับโลหะต่าง ๆ เกิดเป็นโลหะผสม (alloys) ได้หลายชนิด ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการนำตะกั่วมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมแบตเตอรี่ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ อุตสาหกรรมสีและสารเคลือบ ซึ่งทำให้เกิดการปลดปล่อยโลหะตะกั่วและสารประกอบของตะกั่วในรูปของสารมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้มีการปนเปื้อนของตะกั่วทั้งในดิน น้ำ และอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแหล่งน้ำ (Fu & Wang, 2011; Burakov et al., 2018) ซึ่งหากไม่มีวิธีการกำจัดที่มีประสิทธิภาพก็จะส่งผลทำให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตบริเวณแหล่งน้ำรวมถึงตัวมนุษย์เองด้วย ซึ่งตามประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมปี พ.ศ.2559 ได้กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมให้มีปริมาณตะกั่วในน้ำทิ้งได้ไม่เกิน 0.2 มก./ล.

วิธีการกำจัดตะกั่วมีหลายวิธี การดูดซับนับว่าเป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับการนิยมนำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากต้นทุนต่ำและมีประสิทธิภาพสูง (Gupta & Bhattacharyya, 2008) วัสดุที่ใช้เป็นตัวดูดซับที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากชนิดหนึ่งคือ แมกนีไทต์ (Fe_3O_4) หรือ magnetic iron oxide nanoparticles (MIONPs) ซึ่งมีความสามารถในการดูดซับสูง และด้วยสมบัติความเป็นแม่เหล็กของแมกนีไทต์จึงทำให้เกิดความสะดวกในการแยกกลับคืน (magnetic recoverability) มาจากสารละลายที่ผ่านการบำบัด (Pastora et al., 2014) นอกจากนี้ได้มีรายงานการวิจัยที่มีการดัดแปลงพื้นผิวของแมกนีไทต์ด้วยสารประกอบเอมีนชนิดต่าง ๆ ทำให้มีความจำเพาะในการดูดซับโลหะที่มีประจุบวกได้ดีมากยิ่งขึ้น (Tang et al., 2013) โดยหมู่อะมิโนในสารประกอบเอมีนจะจับกับ H^+ ที่อยู่ในน้ำ จากนั้น โลหะประจุ $2+$ (โลหะหนักต่าง ๆ) ที่มีความจำเพาะมากกว่าจะเข้าไปแลกเปลี่ยนกับ H^+ ที่จับอยู่กับหมู่อะมิโน จึงทำให้เกิดการดูดซับโลหะดังกล่าวบนพื้นผิวของแมกนีไทต์ที่ผ่านการดัดแปลง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสังเคราะห์แมกนีไทต์และการดัดแปลงพื้นผิวด้วยสารประกอบเอมีน (MIONPs-NH_2) และการประยุกต์ใช้ในการดูดซับตะกั่ว (Pb^{2+}) จากสารละลาย เนื่องจากแมกนีไทต์มีอนุภาคขนาดเล็กระดับนาโน มีพื้นที่ผิวสูง ทำให้เกิดการกระจายตัวของสารประกอบเอมีนที่ทำหน้าที่ในการดูดซับตะกั่วได้ดี นอกจากนี้ คุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กของแมกนีไทต์ทำให้สามารถแยกแมกนีไทต์ออกจากสารละลายภายหลังจากสิ้นสุดกระบวนการดูดซับได้ง่ายโดยใช้แม่เหล็กภายนอกดูดออกมา ซึ่งเป็นการประหยัดเวลาและทำให้เกิดความสะดวกในการนำตัวดูดซับกลับมาใช้ซ้ำ

2. วิธีการศึกษา

2.1 การสังเคราะห์อนุภาคแมกนีไทต์ขนาดนาโน (MIONPs)

การสังเคราะห์อนุภาคแมกนีไทต์ (MIONPs) ในงานวิจัยนี้ดัดแปลงจากวิธีของ Iconaru et al. (2016) โดยการตกตะกอนร่วมของ 0.1 โมล $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (27.04 กรัม) ละลายด้วย 2 โมลาร์ HCl 60 มิลลิลิตร กับ 0.05 โมล $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (13.91 กรัม) ละลายด้วย 2 โมลาร์ HCl 50 มล. ผสมกันในบีกเกอร์ และเติม 200 มิลลิลิตร NaOH (5 โมลาร์) กวนผสมเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะได้ตะกอนสีดำของแมกนีไทต์ หลังจากนั้น ล้างแมกนีไทต์ด้วยน้ำกลั่น จนกระทั่ง pH เป็นกลาง แล้วนำไปทำให้แห้งโดยอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.2 การดัดแปลงพื้นผิวแมกนีไทต์

การดัดแปลงพื้นผิวแมกนีไทต์ในงานวิจัยนี้ดัดแปลงจากวิธีของ Lin et al. (2017) โดยนำแมกนีไทต์ปริมาณ 5 กรัม เติมนลงในสารละลายที่มี 3-aminopropyltriethoxysilane (3-APTES) ความเข้มข้น 1% (w/v) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำสารผสมไปเขย่าที่ความเร็ว 200 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้น ล้างแมกนีไทต์ด้วยน้ำกลั่นหลาย ๆ ครั้ง และนำไปอบที่ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งจะได้แมกนีไทต์ที่ผ่านการดัดแปลงพื้นผิว (MIONPs-NH_2)

2.3 การศึกษาลักษณะของแมกนีไทต์ที่เตรียมได้

- ศึกษาสัณฐานวิทยาด้วยเทคนิค Scanning Electron Microscopy (SEM) รุ่น THERMO FISHER SCIENTIFIC QUANTA 400

- ศึกษาความเป็นผลึกด้วยเทคนิค X-ray Diffraction (XRD) รุ่น Philips X'Pert MPD diffractometer
- ศึกษาหมู่ฟังก์ชันทางเคมีด้วยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR) รุ่น Bruker, VERTEX70

2.4 การศึกษาผลของ pH ต่อประสิทธิภาพการดูดซับตะกั่ว

เตรียมสารละลายตะกั่วความเข้มข้นเริ่มต้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ที่ pH ของตะกั่ว 4.0, 4.5, 5.0, และ 5.5 เติมแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ผ่านการดัดแปลงพื้นผิว (MIONPs-NH₂) ปริมาณ 2 กรัมต่อลิตร ลงในสารละลายตะกั่ว นำไปเขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แยกแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ออกด้วยแม่เหล็ก แล้วนำสารละลายส่วนใสที่ได้ไปวัดปริมาณตะกั่วที่เหลือนำไปวัดด้วยเทคนิค Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) คำนวณประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วตามสมการที่ (1) และเลือกค่า pH ที่เหมาะสมไปใช้ในการทดลองขั้นตอนต่อไป

$$\text{Pb}^{2+} \text{ removal (\%)} = \left[\frac{(C_0 - C)}{C_0} \right] \times 100 \quad (1)$$

โดยที่ C_0 คือ ความเข้มข้นของ Pb^{2+} ก่อนการบำบัด (มิลลิกรัมต่อลิตร)

C คือ ความเข้มข้นของ Pb^{2+} หลังการบำบัด (มิลลิกรัมต่อลิตร)

2.5 การศึกษาผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกั่วที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัด

เตรียมสารละลายตะกั่วความเข้มข้นเริ่มต้นเท่ากับ 10, 20, 30, 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ pH ที่เหมาะสมที่เลือกได้จากข้อ 4 เติม MIONPs-NH₂ 2 กรัมต่อลิตร แล้วนำไปเขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แยก MIONPs-NH₂ ออกด้วยแม่เหล็ก แล้วนำสารละลายส่วนใสที่ได้ไปวัดปริมาณตะกั่วที่เหลือนำไปวัดและคำนวณประสิทธิภาพการกำจัด

2.6 การศึกษาผลของเวลาต่อประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่ว

เตรียมสารละลายตะกั่วความเข้มข้นเริ่มต้น 20 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ pH ที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 4 เติม MIONPs-NH₂ 2 กรัมต่อลิตร แล้วนำไปเขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที เก็บตัวอย่างสารละลายที่เวลา 0, 2, 5, 10, 20, 40, 60 และ 120 นาที แล้วนำมาแยก MIONPs-NH₂ ออกด้วยแม่เหล็ก นำสารละลายส่วนใสที่ได้ไปวัดปริมาณตะกั่วที่เหลือนำไปวัดและคำนวณประสิทธิภาพการกำจัด

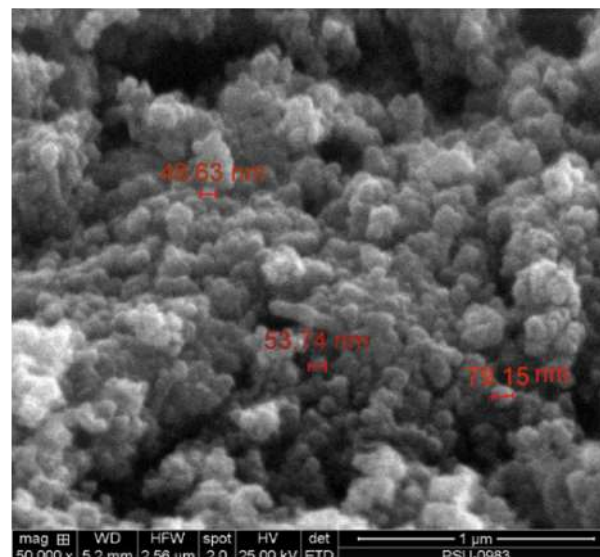
2.7 การศึกษาผลของเวลาต่อประสิทธิภาพการคายซับ (Desorption)

นำ MIONPs-NH₂ ที่ผ่านการดูดซับตะกั่วจนอิ่มตัวมา 1 กรัม เติมน้ำในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้น 0.01 โมลาร์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปเขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที เก็บตัวอย่างสารละลายมาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของตะกั่วที่ละลายออกจาก MIONPs-NH₂ ที่เวลา 2, 5, 10, 20 และ 30 นาที นำไปคำนวณหาประสิทธิภาพการคายซับต่อไป

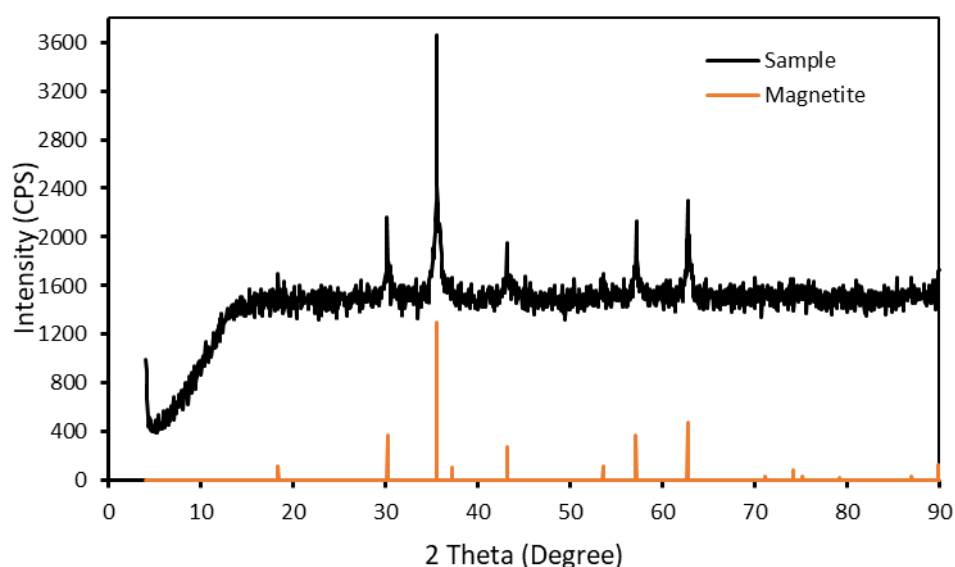
3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ลักษณะของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ที่สังเคราะห์ได้

ภาพที่ 1 แสดงภาพถ่าย SEM ของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (MIONPs) ที่สังเคราะห์ได้ที่กำลังขยาย 50,000 เท่า โดยพบว่าแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ที่สังเคราะห์ได้มีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 48-79 นาโนเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 60.5 นาโนเมตร แสดงให้เห็นว่าอนุภาคส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 100 นาโนเมตร จึงสามารถยืนยันได้ว่า แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ที่สังเคราะห์ได้มีขนาดอนุภาคอยู่ในระดับนาโน ภาพที่ 2 แสดง XRD pattern ของตัวอย่างที่สังเคราะห์ได้ (เส้นสีดำ) เปรียบเทียบกับ XRD pattern ของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์จากฐานข้อมูล (เส้นสีส้ม) จะเห็นได้ว่า XRD pattern ของตัวอย่างจะปรากฏพิกหลักที่มุม 2 theta เท่ากับ 18.33, 30.18, 35.53, 43.18, 57.08 และ 62.73 องศา ซึ่งตรงกับพิกหลักของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์จากฐานข้อมูล (ICSD-84611) จึงสามารถยืนยันได้ว่าตัวอย่างที่สังเคราะห์ได้ประกอบด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เป็นหลัก



ภาพที่ 1 ภาพถ่าย SEM ของ MIONPs ที่สังเคราะห์ได้

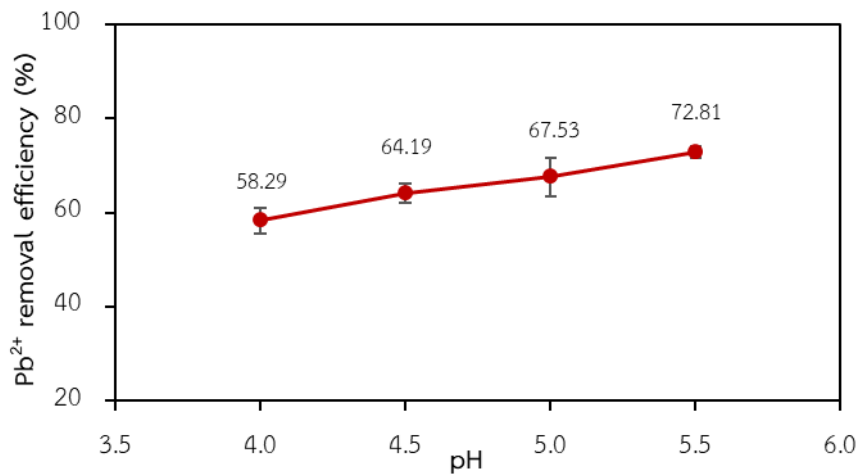


ภาพที่ 2 XRD pattern ของ MIONPs ที่สังเคราะห์ได้

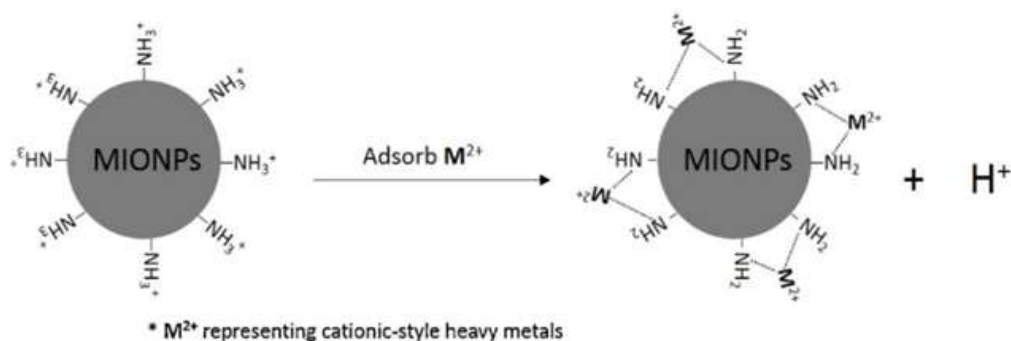
3.2 ผลของ pH ต่อประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่ว

จากการศึกษาผลของ pH ต่อประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วของ MIONPs-NH₂ ในสารละลายตะกั่วที่ pH 4.0, 4.5, 5.0 และ 5.5 ที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ดังภาพที่ 3 พบว่า ประสิทธิภาพในการกำจัดตะกั่วมีค่าเท่ากับ 58.29, 64.19, 67.53 และ 72.81% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วเพิ่มสูงขึ้นเมื่อ pH ของสารละลายตะกั่วมีค่าสูงขึ้น ซึ่งสามารถอธิบายกลไกการดูดซับได้ดังแสดงในภาพที่ 4 โดยที่ M²⁺ แทน ไอออนโลหะประจุ 2+ ซึ่งในที่นี้คือ Pb²⁺ การดูดซับจะเกิดบนพื้นผิวของ MIONPs-NH₂ ซึ่งจะมีการแลกเปลี่ยนไอออนระหว่างโลหะประจุ 2+ กับ H⁺ โดยโลหะประจุ 2+ ที่มีความจำเพาะมากกว่าจะเข้าไปแลกเปลี่ยนกับ H⁺ ที่จับอยู่กับหมู่อะมิโนบนพื้นผิวของ MIONPs-NH₂ และมีการปลดปล่อย H⁺ ออกสู่สารละลาย ดังนั้น ในสารละลายตะกั่วที่มี pH ต่ำ H⁺ ซึ่งมีความเข้มข้นสูงจะทำให้การเข้าแทนที่ของไอออนบวกของโลหะบนหมู่อะมิโนเกิดขึ้นได้ยาก มีผลทำให้ประสิทธิภาพการดูดซับโลหะลดลง (Lin et al., 2017) อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองพบว่า เมื่อปรับ pH ของสารละลายให้สูงกว่า 5.5 จะทำให้ Pb²⁺ ตกตะกอนในรูปของสารประกอบ Pb(OH)₂ ก่อนที่จะมีการเติมตัวดูดซับ ซึ่งทำให้ไม่

สามารถระบุได้ว่าประสิทธิภาพการกำจัด Pb^{2+} เกิดจากกลไกการตกตะกอนในรูปของ $Pb(OH)_2$ หรือการดูดซับบนพื้นผิวของ MIONPs-NH₂ จึงไม่ได้แสดงผลการทดลองที่ค่า pH สูงกว่า 5.5 ไว้ ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงเลือก pH 5.5 ซึ่งให้ค่าประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วสูงสุดเป็นค่าที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป



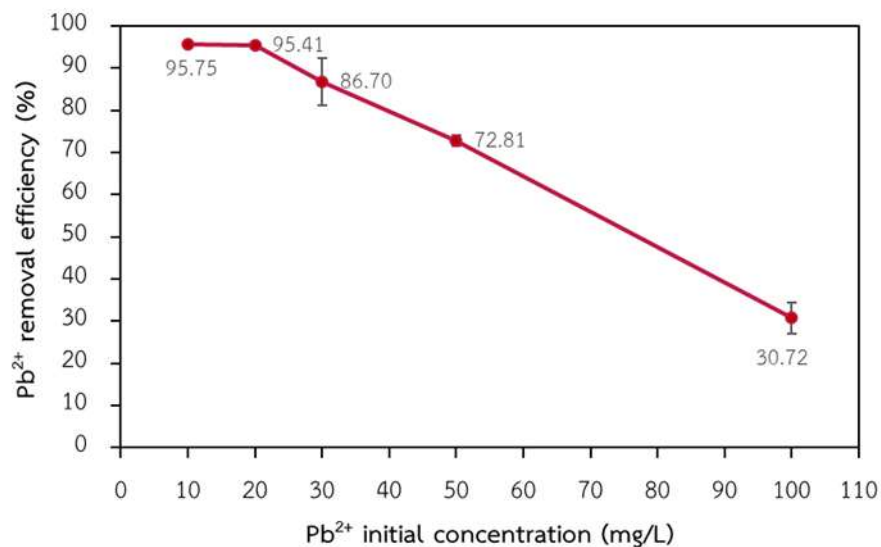
ภาพที่ 3 ผลของ pH ต่อประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่ว



ภาพที่ 4 แผนภาพจำลองกลไกการดูดซับโลหะประจุ 2+ ของ MIONPs-NH₂

3.3 ผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกั่วที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัด

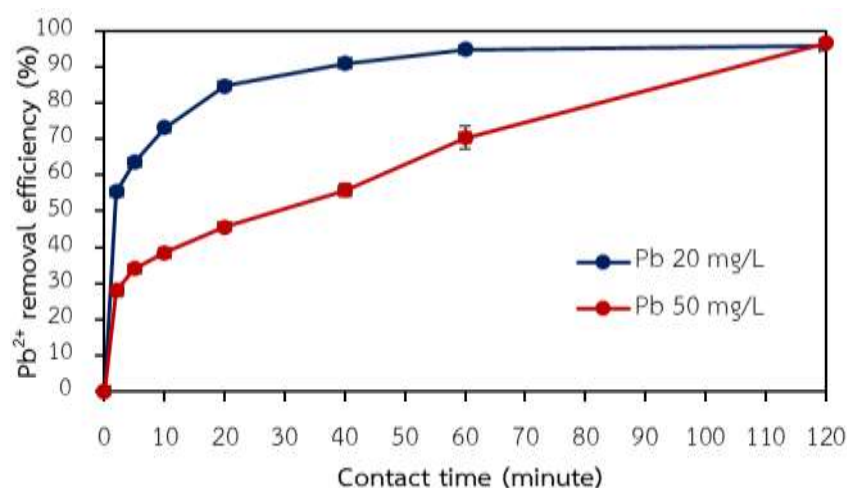
ภาพที่ 5 แสดงผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกั่วที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วที่ความเข้มข้น 10, 20, 30, 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ของ MIONPs-NH₂ พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดมีค่าเท่ากับ 95.75, 95.41, 86.70, 72.81 และ 30.72% ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเมื่อความเข้มข้นของตะกั่วเริ่มต้นมีค่าสูงขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพการดูดซับมีค่าลดลง โดยเมื่อความเข้มข้นเพิ่มจาก 10 ไปเป็น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ประสิทธิภาพการดูดซับลดลงจาก 95.75 ไปเป็น 30.72%



ภาพที่ 5 ผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกั่วที่มีต่อประสิทธิภาพการกำจัด

3.4 ผลของเวลาสัมผัส (contact time) ต่อประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่ว

ภาพที่ 6 แสดงผลของเวลาสัมผัส (contact time) ต่อประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่วของ MIONPs-NH₂ ที่ระยะเวลา 0, 2, 5, 10, 20, 40, 60 และ 120 นาที ที่ความเข้มข้นของตะกั่วเริ่มต้น 20 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของตะกั่ว 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้ระยะเวลาในการกำจัดสั้นกว่าตะกั่วที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยประสิทธิภาพการกำจัดจะเข้าสู่สมดุลและคงที่ที่ระยะเวลา 60 นาที เป็นต้นไป ในขณะที่ตะกั่วที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 50 มก./ล. ยังคงต้องใช้ระยะเวลาในการกำจัดที่มากขึ้นเนื่องจากมีปริมาณของตะกั่วที่มากกว่า

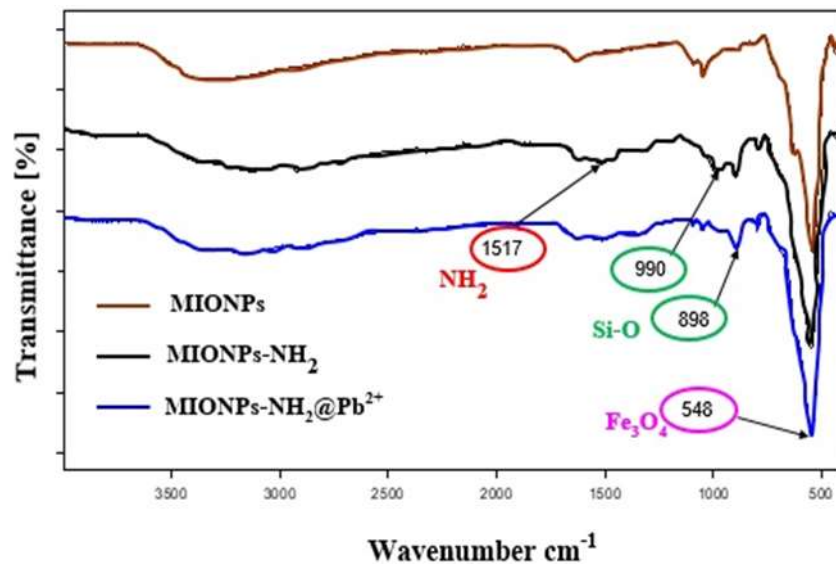


ภาพที่ 6 ผลของเวลาสัมผัสต่อประสิทธิภาพการกำจัดตะกั่ว

3.5 ผลของการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแมกนีไทด์ขนาดนาโน

จากการศึกษาหมู่ฟังก์ชันทางเคมีของตัวอย่างแมกนีไทด์ก่อนดัดแปลง (MIONPs) และหลังการดัดแปลงพื้นผิวด้วยสารประกอบเอมีน (MIONPs-NH₂) และตัวอย่างแมกนีไทด์หลังการดูดซับตะกั่ว (MIONPs-NH₂@Pb²⁺) โดยใช้เทคนิค FT-IR แสดงผลดังภาพที่ 7 ซึ่งจะเห็นได้ว่า แมกนีไทด์ก่อนและหลังการดัดแปลงพื้นผิวด้วยเอมีนและแมกนีไทด์หลังการดูดซับตะกั่วจะปรากฏพีกที่เลขคลื่น 548 cm⁻¹ ของ Fe₃O₄ ทั้งสามตัวอย่าง และพบว่า แมกนีไทด์หลังการดัดแปลงพื้นผิวด้วยเอมีน (MIONPs-NH₂) และ

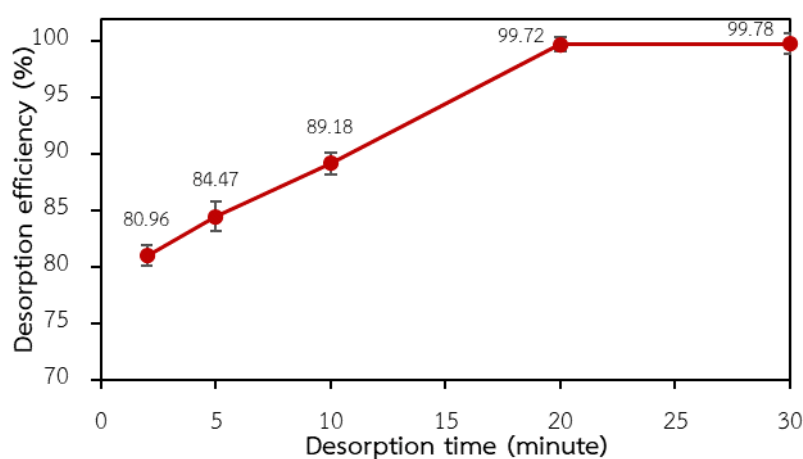
แมกนีไทต์หลังการดูดซับตะกั่ว ($\text{MIONPs-NH}_2@ \text{Pb}^{2+}$) จะปรากฏพีกที่ 1517 cm^{-1} ของกลุ่มเอมีน ($-\text{NH}_2$) อีกทั้งยังปรากฏพีกที่เลขคลื่นช่วง $898\text{-}990 \text{ cm}^{-1}$ ซึ่งเป็นผลมาจาก Si-O ที่เป็นองค์ประกอบหนึ่งในสารประกอบ 3-APTES จึงแสดงให้เห็นว่า 3-APTES ได้ถูกตรึงอยู่บนพื้นผิวของแมกนีไทต์



ภาพที่ 7 FT-IR spectra ของตัวอย่างอนุภาคแมกนีไทต์

3.6 การศึกษาผลของเวลาต่อประสิทธิภาพการคายซับตะกั่ว (Desorption)

จากการศึกษาผลของเวลาต่อประสิทธิภาพการคายซับตะกั่ว พบว่า ประสิทธิภาพการคายซับตะกั่วของ MIONPs-NH_2 ที่ระยะเวลา 2, 5, 10, 20 และ 30 นาที มีค่าเท่ากับ 80.96, 84.47, 89.18, 99.72 และ 99.78% ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 8 โดยพบว่า ประสิทธิภาพการคายซับตะกั่วจะเข้าสู่สมดุลและคงที่ที่ระยะเวลา 20 นาทีเป็นต้นไป โดยจะเห็นว่าปริมาณของตะกั่วที่ถูกคายซับออกมาสูงถึง 99.78% แสดงให้เห็นว่า MIONPs-NH_2 ที่ผ่านคายซับสามารถนำกลับมาใช้ดูดซับตะกั่วซ้ำได้



ภาพที่ 8 ผลของเวลาต่อประสิทธิภาพการคายซับตะกั่ว (Desorption)

4. สรุปผล

แมกนีไทต์ที่สังเคราะห์ได้มีขนาดอยู่ในระดับนาโนเมตรและประกอบด้วยแมกนีไทต์ (Fe_3O_4) เป็นหลัก แมกนีไทต์ที่ผ่านการดัดแปลงพื้นผิวด้วยสารประกอบเอมีน (MIONPs-NH₂) มีประสิทธิภาพสูงในการดูดซับตะกั่ว โดย pH ของสารละลายตะกั่วที่เหมาะสมในการดูดซับ คือ 5.5 เวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการดูดซับตะกั่วที่ความเข้มข้น 20 มก./ล. คือ 60 นาที ประสิทธิภาพการคายซับตะกั่วของ MIONPs-NH₂ มีค่ามากกว่า 99% แสดงให้เห็นว่า MIONPs-NH₂ สามารถนำกลับมาใช้ดูดซับตะกั่วซ้ำได้ ดังนั้น MIONPs-NH₂ จึงเป็นวัสดุทางเลือกที่มีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้บำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนโลหะหนักได้ต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ ตลอดจนสารเคมีและอุปกรณ์ในการทำวิจัย จนทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- Burakov A., Galunin E., Burakova I., Kucheroval A., Agarwal S., Tkachev A., & Gupta V. (2018). Adsorption of heavy metals on conventional and nanostructured materials for wastewater treatment purposes: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 148, 702-712.
- Fu F., & Wang Q. (2011). Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review. *Journal of Environmental Management*, 92, 407-418.
- Gupta S., & Bhattacharyya K. (2008). Adsorption of a few heavy metals on natural and modified kaolinite and montmorillonite: A review. *Advances in Colloid and Interface Science*, 140, 114-131.
- Iconaru L., Guégan R., Liana P., Motelica-Heino M., Steluta C., & Predoi D. (2016). Magnetite (Fe_3O_4) nanoparticles as adsorbents for As and Cu removal. *Applied Clay Science*, 134, 128-135.
- Lin S., Liu L., Yang Y., & Lin K. (2017). Study on preferential adsorption of cationic-style heavy metals using amine-functionalized magnetic iron oxide nanoparticles (MIONPs-NH₂) as efficient adsorbents. *Applied Surface Science*, 407, 29-35.
- Pastora J., Bringas E., & Ortiz I. (2014). Recent progress and future challenges on the use of high performance magnetic nano-adsorbents in environmental applications. *Chemical Engineering Journal*, 256, 187-204.
- Tang Y., Liang S., Wang J., Yu S., & Wang Y. (2013). Amino-functionalized core-shell magnetic mesoporous composite microspheres for Pb(II) and Cd(II) removal. *Journal of Environmental Sciences*, 25, 830-837.

การสังเคราะห์เหล็กประจุศูนย์ขนาดนาโนด้วยวิธีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยใช้สารสกัดจากวัชพืชเพื่อใช้กำจัดสีย้อมอะโซ

Green Synthesis of Nanoscale Zero-Valent Iron Using Weed Extracts for the Decolorization of Azo Dyes

อุไรวรรณ ขุนจันทร์^{1*} และ ปรีชา กลสิกรรมไพบูลย์¹

Uraiwan Khunjan^{1*} and Preecha Kasikamphaiboon¹

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ปัตตานี 94000

¹ Department of Science, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani Campus, Pattani 94000

* E-mail: uraiwan.khu@psu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการสังเคราะห์เหล็กประจุศูนย์ขนาดนาโน (nZVI) ด้วยสารสกัดจากวัชพืช โดยวิเคราะห์และเปรียบเทียบค่า Reducing power และ Total phenolic content ของสารสกัดจากวัชพืช 12 ชนิด ซึ่งพบว่า *Euphorbia hirta* มีค่า Reducing power และ Total phenolic content สูงที่สุดเท่ากับ 5.86 มิลลิกรัม/กรัม และ 32.79 มิลลิกรัม GAE/กรัม ตามลำดับ เมื่อนำสารสกัดจาก *E. hirta* มาใช้ในการสังเคราะห์ nZVI และศึกษาลักษณะผลิตภัณฑ์ที่สังเคราะห์ได้โดยใช้เทคนิค SEM และ XRD สามารถยืนยันได้ว่า สารที่สังเคราะห์ได้เป็น nZVI ผลการทดลองจากการนำ nZVI ไปใช้ในการกำจัดสีย้อมอะโซ 5 ชนิด ได้แก่ Reactive black 5, Reactive blue 221, Reactive green 19, Reactive red M5B และ Reactive violet 5 ที่มีความเข้มข้นสีย้อมเริ่มต้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร โดยใช้ nZVI 1 กรัม/ลิตร และใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา 1 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดสีย้อมแต่ละชนิดมีค่าเท่ากับ 98.05, 97.89, 98.13, 99.17 และ 97.88% ตามลำดับ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า สามารถพัฒนาวิธีการสังเคราะห์ nZVI ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและเป็นการนำวัชพืชที่มีอยู่ในประเทศไทยมาใช้ให้เกิดประโยชน์ตลอดจนกำจัดสีย้อมอะโซได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เหล็กประจุศูนย์ขนาดนาโน, สารสกัดจากวัชพืช, สีย้อมอะโซ

Abstract

This study investigated the green synthesis of nanoscale zero-valent iron (nZVI) using extracts from common weed species. The reducing power and total phenolic content of 12 different weed extracts were analyzed and compared. *Euphorbia hirta* exhibited the highest reducing power (5.86 mg/g) and total phenolic content (32.79 mg GAE/g). The extract from *E. hirta* was subsequently used for the synthesis of nZVI. Characterization using scanning electron microscopy (SEM) and X-ray diffraction (XRD) confirmed the formation of nZVI particles. The synthesized nZVI was applied for the removal of five azo dyes: Reactive Black 5, Reactive Blue 221, Reactive Green 19, Reactive Red M5B, and Reactive Violet 5. The experiments were conducted at an initial dye concentration of 100 mg/L, with 1 g/L of nZVI and a reaction time of 1 hour at room temperature. The dye removal efficiencies were found to be 98.05%, 97.89%, 98.13%, 99.17%, and 97.88%, respectively. These findings demonstrate that an environmentally friendly method for synthesizing nZVI from weed extracts can be effectively employed for the removal of azo dyes from aqueous solutions.

Keywords: Nanoscale Zero-Valent Iron, Weed Extract, Azo Dye

1. บทนำ

สีย้อมสังเคราะห์ในน้ำเสียที่ปล่อยออกมาจากอุตสาหกรรมสิ่งทอและอุตสาหกรรมอื่น ๆ ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยสีย้อมที่มีการนำมาใช้งานมากที่สุดคิดเป็น 60-70% ของสีย้อมทั้งหมดได้แก่สีย้อมอะโซ (Ghaly et al., 2014) สีย้อมอะโซเป็นสีย้อมสังเคราะห์ที่มีหมู่อะโซ ($-N=N-$) ในโครงสร้างตั้งแต่หนึ่งหมู่ขึ้นไป ซึ่งมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เครื่องหนัง กระดาษ ยา เครื่องสำอาง พลาสติก และอุตสาหกรรมอื่น ๆ โดยสีย้อมที่ใช้ในกระบวนการผลิตประมาณ 85% จะยึดติดกับผลิตภัณฑ์ ส่วนที่เหลืออีกประมาณ 15% จะปะปนออกมากับน้ำเสีย (Franciscon et al., 2012) น้ำเสียที่มีสีย้อมอะโซส่งผลกระทบต่อความสวยงามและความโปร่งใสของแหล่งน้ำธรรมชาติ นอกจากนี้ สีย้อมอะโซส่วนใหญ่มีความเป็นพิษ เป็นสารก่อมะเร็ง และอาจเป็นสารก่อกลายพันธุ์ต่อสิ่งมีชีวิต (Alqaragully, 2014; dos Santos et al., 2007) ดังนั้น การกำจัดสีย้อมเหล่านี้ก่อนปล่อยน้ำเสียสู่สิ่งแวดล้อมจึงมีความจำเป็น

ปัจจุบันการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระดับนาโนในการบำบัดด้านสิ่งแวดล้อมได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก โดยวัสดุนาโนที่มีการศึกษาวิจัยและมีรายงานว่ามีประสิทธิภาพสูงในการบำบัดสารมลพิษในน้ำเสียและน้ำใต้ดินที่สำคัญตัวหนึ่งคือ เหล็กประจุศูนย์ขนาดนาโน (nanoscale zero-valent iron; NZVI) (Gang et al., 2019; Tian et al., 2019) เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีอนุภาคขนาดเล็ก มีพื้นที่ผิวสูง และมีความว่องไวในการทำปฏิกิริยากับสารมลพิษ (Zhu et al., 2018) โดยได้มีรายงานว่า NZVI สามารถบำบัดสีย้อมอะโซโดยผ่านกระบวนการรีดักชันของหมู่อะโซ ($-N=N-$) ส่งผลให้โมเลกุลสีย้อมถูกทำลายไป (Phukan et al., 2015; He et al., 2012) การสังเคราะห์ NZVI โดยทั่วไปสามารถทำได้โดยใช้ Sodium borohydride (NaBH_4) เป็นตัวรีดิวซ์เหล็กไอออน (Fe (II) หรือ Fe (III)) ให้เป็นเหล็กประจุศูนย์ (Fe) อย่างไรก็ตาม วิธีการสังเคราะห์ดังกล่าวมีข้อจำกัดและปัญหาหลายประการ เช่น ความเป็นพิษของ Sodium borohydride และอันตรายจากการเกิดแก๊สไฮโดรเจนที่ติดไฟได้ในระหว่างปฏิกิริยาการสังเคราะห์ (Kumar et al., 2015) ดังนั้น เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการพัฒนาวิธีการสังเคราะห์ NZVI ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยใช้สารสกัดจากพืชเป็นตัวรีดิวซ์ (Devatha et al., 2016) เนื่องจากสารสกัดจากพืชบางชนิดมีปริมาณโพลีฟีนอลและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง ทำให้มีความเหมาะสมในการใช้เป็นตัวรีดิวซ์ในการสังเคราะห์ โดยได้มีรายงานการสังเคราะห์ NZVI โดยใช้สารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของพืชหลายชนิด เช่น ใบชา ใบยูคาลิปตัส และสมุนไพรร (Huang et al. 2014; Wang et al. 2014; Eslami et al., 2018)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์ NZVI โดยใช้สารสกัดจากพืชเป็นตัวรีดิวซ์และนำ NZVI ที่สังเคราะห์ได้ไปประยุกต์ใช้ในการกำจัดสีย้อมอะโซในสารละลาย ซึ่งจะเป็นการพัฒนาวิธีการสังเคราะห์ NZVI ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและเป็นการนำพืชที่มีอยู่ในประเทศไทยมาใช้ให้เกิดประโยชน์ตลอดจนกำจัดสีย้อมอะโซได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การเตรียมตัวอย่างและสารสกัดจากพืช

เก็บตัวอย่างพืช 12 ชนิด ตามรายชื่อพืชที่ระบุไว้ในตารางที่ 1 นำมาล้างทำความสะอาด และหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วอบให้แห้งในเตาอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนกระทั่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก หลังจากนั้น นำพืชที่แห้งแล้วมาบดและร่อนโดยใช้ตะแกรงเบอร์ 35 (mesh 35) เก็บตัวอย่างผงของพืชไว้ในถุงพลาสติกที่อุณหภูมิห้อง จนกว่าจะนำไปสกัด (Wong et al., 2006)

การเตรียมสารสกัดจากพืชทำโดยเติมน้ำกลั่นอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ลงในผงพืชแต่ละชนิดปริมาณ 2.5 กรัม เขย่าของผสมบนเครื่องเขย่าด้วยความเร็ว 200 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 20 นาที จากนั้นกรองสารสกัดผ่านแผ่นผ้าก๊อช จากนั้นนำสารละลายที่กรองได้ไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ด้วยความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที เพื่อให้ได้สารละลายใส (Rajendrakumar et al., 2014) และนำสารสกัดส่วนใสที่ได้ไปศึกษาทดลองต่อไป

ตารางที่ 1 ชนิดของวัชพืชที่ใช้ในการศึกษา

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อสามัญ	ชื่อไทย
<i>Ageratum conyzoides</i>	Billygoat-weed	สาบแร้งสาบกา
<i>Brachiaria mutica</i>	Para grass	หญ้าขน
<i>Chromolaena odorata</i>	Siam weed	สาบเสือ
<i>Cyanthillium cinereum</i>	Ironweed	หญ้าดอกขาว
<i>Cynodon dactylon</i>	Bermuda grass	หญ้าแพรก
<i>Eichhornia crassipes</i>	Water hyacinth	ผักตบชวา
<i>Euphorbia hirta</i>	Asthma-plant	น้ำนมราชสีห์
<i>Hydrocotyle umbellata</i>	Dollarweed	แว่นแก้ว
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	Beach morning glory	ผักบุ้งทะเล
<i>Mimosa pudica</i>	Sensitive plant	หญ้าป่นยอด
<i>Ruellia tuberosa</i>	Minnieroot	ต้อยติ่ง
<i>Tridax procumbens</i>	Coatbuttons	ตีนตุ๊กแก

2.2 การวิเคราะห์ Reducing power และ Total phenolic content ของสารสกัด

การวิเคราะห์ Reducing power ทำโดยการเติมสารสกัดที่ได้จากข้อ 2.1 ปริมาณ 0.25 มิลลิลิตรลงใน sodium phosphate buffer (0.1 M, pH 6.6) 1.25 มิลลิลิตร และ potassium ferricyanide (1.0%) 1.25 มิลลิลิตร นำสารผสมไปเขย่าด้วยเครื่องวอร์เท็กซ์และบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที จากนั้นเติม trichloroacetic acid (10%) 1.25 มิลลิลิตร แล้วนำสารผสมไปปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที นำสารละลายชั้นบนปริมาตร 2.5 มิลลิลิตรไปผสมกับน้ำกลั่น 2.5 มิลลิลิตรและสารละลาย ferric chloride (0.1%) 0.5 มิลลิลิตร เตรียมสารละลาย blank โดยใช้รีเอเจนต์ชนิดเดียวกันทั้งหมดกับตัวอย่างที่เตรียม แต่ไม่มีการเติมสารสกัด ใช้กรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (10 ถึง 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) เป็นมาตรฐานและอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ 700 นาโนเมตร (Rajendrakumar et al., 2014) ทำการทดลองซ้ำสามครั้งและหาค่าเฉลี่ย

การวิเคราะห์ Total phenolic content ทำโดยนำสารสกัดของพืชแต่ละชนิดปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ผสมกับรีเอเจนต์ Folin-Ciocalteu 2.5 มิลลิลิตร (เจือจาง 10 เท่า) และ sodium carbonate (7.5%) 2 มิลลิลิตร เก็บสารผสมไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที และบันทึกค่าการดูดกลืนแสงของสีที่เกิดขึ้นที่ 765 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และใช้ Gallic acid ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0.1 ถึง 0.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) ในการสร้างกราฟมาตรฐานและอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร (Rajendrakumar et al., 2014) ทำการทดลองซ้ำสามครั้งและหาค่าเฉลี่ย

2.3 การสังเคราะห์เหล็กประจุศูนย์ขนาดนาโน

การสังเคราะห์เหล็กประจุศูนย์ขนาดนาโน (nano-scale zero valent iron; NZVI) ทำโดยนำสารสกัดจากวัชพืชชนิดที่ให้ค่า Reducing power สูงสุดมาผสมกับสารละลายที่มี Ferric ion (Fe^{3+}) 0.1 M (เตรียมได้จากการละลาย $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 27 กรัมในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร) ในอัตราส่วนโดยปริมาตรของสารสกัดต่อสารละลาย Ferric ion เท่ากับ 1:2 และเขย่าที่ 300 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นแยกอนุภาค nZVI โดยใช้แม่เหล็กและล้างอนุภาคด้วยเอทานอล 30 มล. สามครั้ง แล้วนำอนุภาค nZVI ไปทำให้แห้งในเดซิเคเตอร์เป็นเวลา 12 ชั่วโมง (Mystrioti et al., 2016)

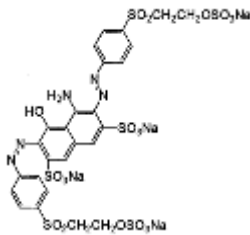
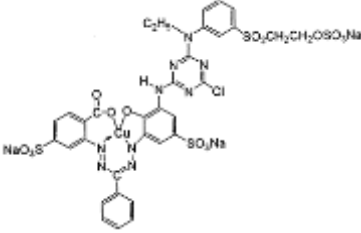
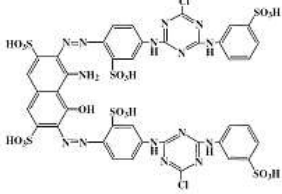
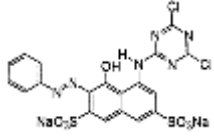
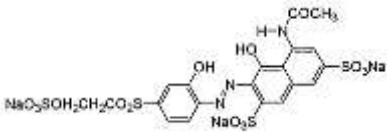
2.4 การศึกษาลักษณะ NZVI ที่สังเคราะห์ได้

- ศึกษาสัณฐานวิทยาด้วยเทคนิค Scanning Electron Microscopy (SEM)
- ศึกษาความเป็นผลึกด้วยเทคนิค X-ray Diffraction (XRD)

2.5 การกำจัดสีย้อมอะโซ

งานวิจัยนี้ได้เลือกสีย้อมอะโซ 5 ชนิด มาใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดสีย้อมด้วย NZVI ที่สังเคราะห์ได้ ซึ่งสีย้อมดังกล่าวมีสูตรโมเลกุล โครงสร้างโมเลกุลและค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด ($X_{\max}$) ดังแสดงในตารางที่ 2 การทดลองกำจัดสีย้อมทำโดยนำสารละลายสีย้อมแต่ละชนิดที่มีความเข้มข้นเริ่มต้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร มาเติม NZVI ปริมาณ 1 กรัม/ลิตร แล้วนำสารผสมไปเขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้น ทำให้อนุภาค nZVI นอนกันโดยใช้แม่เหล็กดูดจากภายนอก นำสารละลายส่วนใสด้านบนไปปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที จากนั้น นำสารละลายส่วนใสไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น $X_{\max}$ ของสีย้อมแต่ละชนิด

ตารางที่ 2 สีย้อมอะโซที่ใช้ในการศึกษา

ชื่อสีย้อม	สูตรโมเลกุล	โครงสร้างโมเลกุล	ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด $X_{\max}$ (nm)
Reactive black 5	$C_{26}H_{21}N_5Na_4O_{19}S_6$		597
Reactive blue 221	$C_{33}H_{24}ClCuNa_9Na_3O_{15}S_4$		612
Reactive green 19	$C_{40}H_{23}Cl_2N_{15}Na_6O_{19}S_6$		630
Reactive red M5B	$C_{19}H_{10}Cl_2N_6Na_2O_7S_2$		537
Reactive violet 5	$C_{20}H_{16}N_3Na_3O_{15}S_4$		560

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

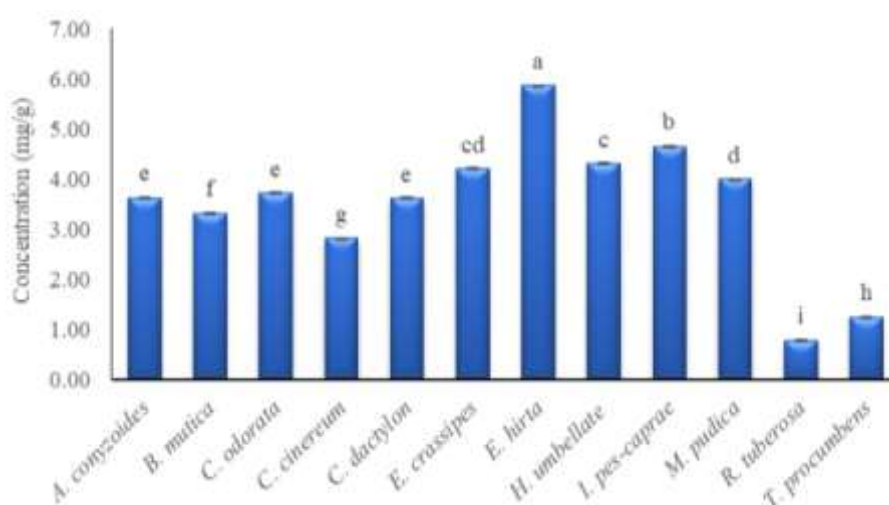
3.1 Reducing power และ Total phenolic content ของสารสกัด

ผลการวิเคราะห์ Reducing power ของสารสกัดจากวัชพืชทั้ง 12 ชนิด ในหน่วยมิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งของวัชพืช แสดงในภาพที่ 1 โดยสามารถเรียงลำดับวัชพืชที่ให้ค่า Reducing power สูงสุดไปหาต่ำสุดได้ดังนี้ E. hirta (5.86) I. pes-caprae

(4.65) *H. umbellata* (4.30) *E. crassipes* (4.21) *M. pudica* (3.99) *C. odorata* (3.71) *A. conyzoides* (3.63) *C. dactylon* (3.62) *B. mutica* (3.32) *C. cinereum* (2.81) *T. procumbens* (1.24) และ *R. tuberosa* (0.78)

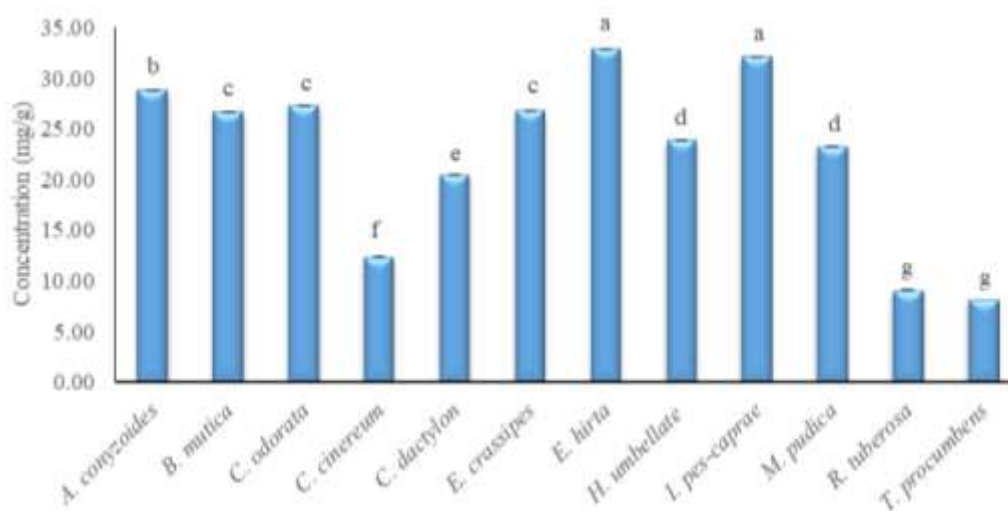
ภาพที่ 2 แสดงค่า Total phenolic content ของสารสกัดจากวัชพืชทั้ง 12 ชนิด ในหน่วยเป็นมิลลิกรัมกรดแกลลิกเทียบเท่า (milligram gallic acid equivalent; mg GAE) ต่อ 1 กรัมน้ำหนักแห้งของวัชพืช ซึ่งสามารถเรียงลำดับวัชพืชที่ให้ค่า Total phenolic content สูงสุดไปหาต่ำสุดได้ดังนี้ *E. hirta* (32.79) *I. pes-caprae* (32.08) *A. conyzoides* (28.19) *C. odorata* (27.13) *E. crassipes* (26.75) *B. mutica* (26.69) *H. umbellata* (23.84) *M. pudica* (23.22) *C. dactylon* (20.44) *C. cinereum* (12.33) *R. tuberosa* (9.10) และ *T. procumbens* (8.15)

จากผลวิเคราะห์ในภาพที่ 1 และ 2 พบว่า *E. hirta* (นํ้านมราชสีห์) ให้ค่า Reducing power และ Total phenolic content สูงสุดทั้งสองค่า ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเลือกสารสกัดจาก *E. hirta* (นํ้านมราชสีห์) เพื่อนำไปใช้เป็น reducing agent ในการสังเคราะห์ NZVI ในการทดลองต่อไป



ภาพที่ 1 Reducing power ของสารสกัดจากวัชพืช

หมายเหตุ : แผนภูมิแท่งที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 2 Total phenolic content ของสารสกัด

หมายเหตุ : แผนภูมิแท่งที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

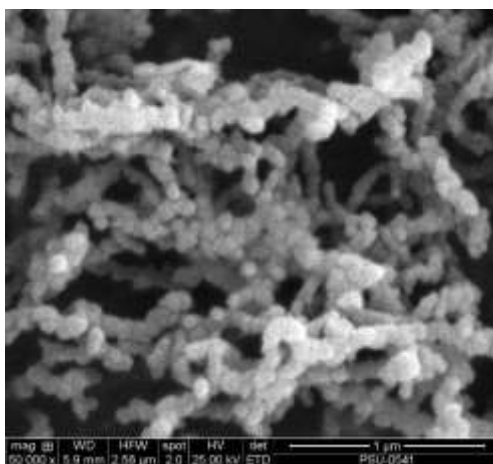
3.2 การสังเคราะห์ NZVI

ภาพที่ 3 แสดงลักษณะของ NZVI ที่สังเคราะห์ได้โดยใช้สารสกัดจาก *E. hirta* (น้ำนมราชสีห์) ซึ่งมีลักษณะเป็นผงละเอียดสีดำ และภาพที่ 4 แสดงภาพถ่าย SEM ของ NZVI ที่สังเคราะห์ได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าอนุภาคของตัวอย่างมีการเรียงตัวกันเป็นสายโซ่ และมีขนาดอยู่ในช่วง 50-70 nm จึงสามารถยืนยันได้ว่าอนุภาคหลักที่สังเคราะห์ได้มีขนาดในระดับนาโน

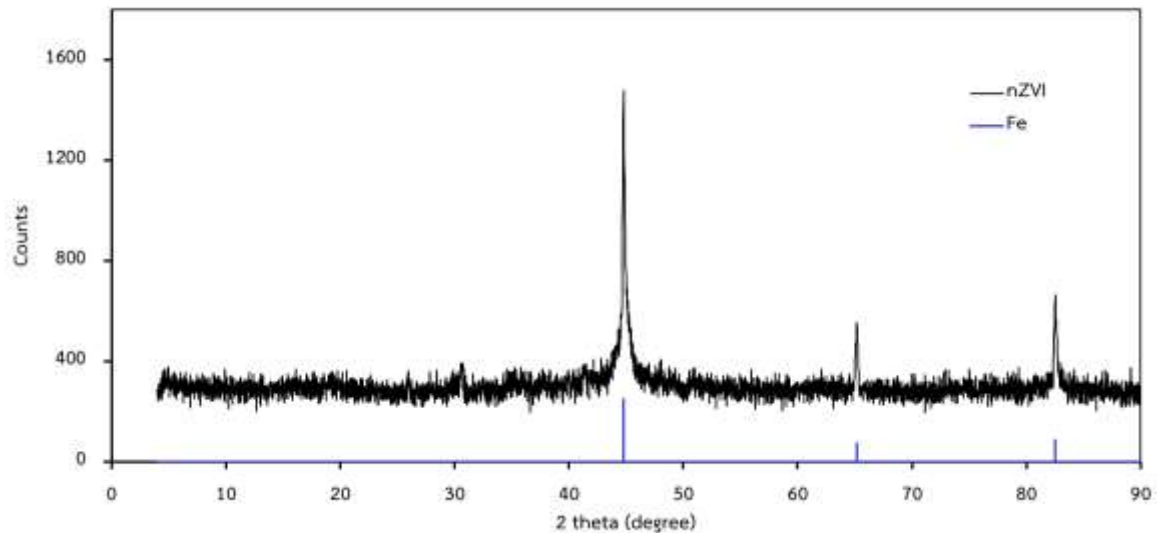
ภาพที่ 5 แสดง XRD pattern ของตัวอย่าง NZVI ที่สังเคราะห์ได้ซึ่งจะเห็นได้ว่า XRD pattern ของตัวอย่างที่สังเคราะห์ได้ (เส้นสีดำ) จะปรากฏพิกที่มุม 2 theta เท่ากับ 44.7, 65.2 และ 82.5 องศา และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับ XRD pattern ของฐานข้อมูล (เส้นสีน้ำเงิน) พบว่าเป็นพิกหลักของเหล็กประจุศูนย์ จึงสามารถยืนยันได้ว่าตัวอย่างที่สังเคราะห์ได้เป็นเหล็กประจุศูนย์ (zero valent iron)



ภาพที่ 3 อนุภาค NZVI ที่สังเคราะห์ได้



ภาพที่ 4 ภาพถ่าย SEM ของ NZVI ที่สังเคราะห์ได้

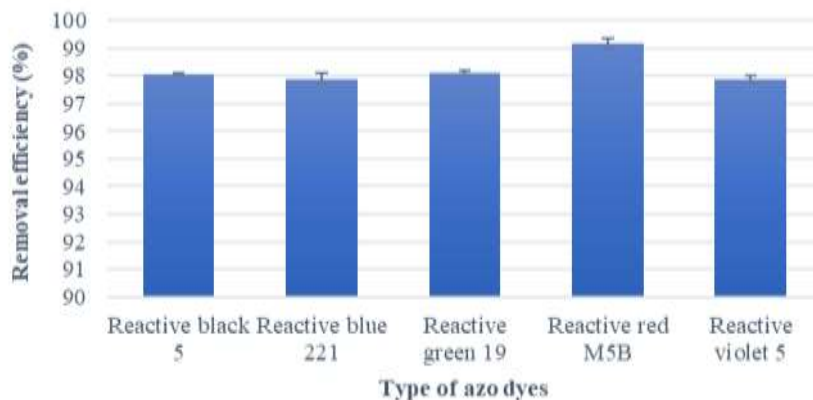


ภาพที่ 5 XRD pattern ของตัวอย่าง NZVI ที่สังเคราะห์ได้

3.3 การกำจัดสีย้อมอะโซ

ภาพที่ 6 แสดงผลการทดลองการกำจัดสีย้อมอะโซทั้ง 5 ชนิด ที่มีความเข้มข้นสีย้อมเริ่มต้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร โดยใช้ NZVI 1 กรัม/ลิตร และใช้เวลาในการทำปฏิกิริยา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดสีย้อม Reactive black 5, Reactive blue 221, Reactive green 19, Reactive red M5B และ Reactive violet 5 มีค่าเท่ากับ 98.05, 97.89, 98.13, 99.17 และ 97.88% ตามลำดับ และภาพที่ 7 เปรียบเทียบสารละลายสีย้อมอะโซทั้ง 5 ชนิดก่อนและหลังปฏิกิริยา ซึ่งภายหลังจากปฏิกิริยา สารละลายสีย้อมมีสีจางลงอย่างชัดเจน

ผลการทดลองในภาพที่ 6 และ 7 แสดงให้เห็นว่า NZVI สามารถกำจัดสีย้อมอะโซทั้ง 5 ชนิด ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีค่าประสิทธิภาพการกำจัดสูงกว่า 95%



ภาพที่ 6 ประสิทธิภาพการกำจัดสีย้อมอะโซ



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของสารละลายสีย้อมก่อนและหลังการบำบัด

4. สรุปผล

สารสกัดจาก *E. hirta* (นํ้านมราชสีห์) ให้ค่า Reducing power และ Total phenolic content สูงสุด เมื่อเทียบกับสารสกัดจากพืชชนิดอื่น ๆ อีก 11 ชนิด และเมื่อนำสารสกัดจาก *E. hirta* มาใช้เป็น reducing agent เพื่อสังเคราะห์ NZVI พบว่าผลิตภัณฑ์ที่สังเคราะห์ได้มีลักษณะเป็นผงสีดำ ซึ่งเมื่อศึกษาลักษณะโดยใช้เทคนิค SEM และ XRD สามารถยืนยันได้ว่า สารที่สังเคราะห์ได้เป็น NZVI ผลการทดลองกำจัดสีย้อมอะโซ 5 ชนิด ได้แก่ Reactive black 5, Reactive blue 221, Reactive green 19, Reactive red M5B และ Reactive violet 5 พบว่า NZVI ที่สังเคราะห์ได้สามารถกำจัดสีย้อมอะโซดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยมีค่าประสิทธิภาพการกำจัดมากกว่า 95%

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ ตลอดจนสารเคมีและอุปกรณ์ในการทำวิจัย จนทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- Alqaragully M. (2014). Removal of textile dyes (Maxilon Blue, and Methyl Orange) by date stones activated carbon. *International Journal of Advanced Research in Chemical Science*, 1, 48-59.
- Devatha C., Thalla A., & Katte S. (2016). Green synthesis of iron nanoparticles using different leaf extracts for treatment of domestic waste water. *Journal of Cleaner Production*, 139, 1425-1435.
- dos Santos A., Cervantes F., & van Lier J. (2007). Review paper on current technologies for decolourisation of textile wastewaters: perspectives for anaerobic biotechnology. *Bioresource Technology*, 98, 2369-2385.
- Eslami S., Ebrahimzadeh M., & Biparva P. (2018). Green synthesis of safe zero valent iron nanoparticles by *Myrtus communis* leaf extract as an effective agent for reducing excessive iron in iron-overloaded mice, a thalassemia model. *RSC Advances*, 8, 26144-26155.
- Franciscon E., Grossman M., Paschoal J., Reyes F., & Durrant L. (2012). Decolorization and biodegradation of reactive sulfonated azo dyes by a newly isolated *Brevibacterium sp.* strain VN-15. *Springerplus*, 1, 1-10.
- Gang X., Wang Q., Qian Y., Gao P., Su Y., Liu Z., Chen H., Li X., & Chen J. (2019). Simultaneous removal of aniline, antimony and chromium by ZVI coupled with H₂O₂: Implication for textile wastewater treatment. *Journal of Hazardous Materials*, 368, 840-848.
- Ghaly A., Ananthashankar R., Alhattab M., & Ramakrishnan V. (2014). Production, characterization and treatment of textile effluents: a critical review. *Journal of Chemical Engineering & Process Technology*, 5, 1-19.
- He, Y., Gao, J., Feng, F., Liu, C., Peng, Y. & Wang, S. (2012). The comparative study on the rapid decolorization of azo, anthraquinone and triphenylmethane dyes by zero-valent iron. *Chemical Engineering Journal*, 179, 8-18.
- Huang L., Weng X., Chen Z., Megharaj M., & Naidu R. (2014). Green synthesis of iron nanoparticles by various tea extracts: comparative study of the reactivity. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 130, 295-301.
- Kumar R., Singh N., & Pandey S. (2015). Potential of green synthesized zero-valent iron nanoparticles for remediation of lead-contaminated water. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 12, 3943-3950.

- Mystrioti, C., Xanthopoulou, T.D., Papassiopi, N. & Xenidis, A. (2016). Comparative evaluation of five plant extracts and juices for nanoiron synthesis and application for hexavalent chromium reduction. *Science of The Total Environment*, 539, 105–113.
- Phukan, M., Noubactep, C., & Licha, T. (2015). Characterizing the ion-selective nature of Fe^0 -based filters using azo dyes. *Chemical Engineering Journal*, 259, 481–491.
- Rajendrakumar, N., Vasantha, K., Murugan, M. & Mohan, V.R. (2014). Antioxidant activity of Tuber of *Ruellia tuberosa* L. (Acanthaceas). *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 6(1), 97-103.
- Tian J., Jin J., Chiu P., Cha D., Guo M., Imhoff P. (2019). A pilot-scale, bi-layer bioretention system with biochar and zero-valent iron for enhanced nitrate removal from storm water. *Water Research*, 148, 378-387.
- Wang T., Jin X., Chen Z., Megharaj M., & Naidu R. (2014). Green synthesis of Fe nanoparticles using eucalyptus leaf extracts for treatment of eutrophic wastewater. *Science of The Total Environment*, 466-467, 210-213.
- Wong, S., Leong, L. & Koh, J. (2006). Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants. *Food Chemistry*, 99, 775-783.
- Zhu, Y., Li, H., Zhang, G., Meng, F., Li, L. & Wu, S. (2018). Removal of hexavalent chromium from aqueous solution by different surface-modified biochars: acid washing, nanoscale zero-valent iron and ferric iron loading. *Bioresource Technology*, 261, 142-150.

การพัฒนาถังขยะอัจฉริยะเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบควบคุมระยะไกล

The Development of an Autonomous Mobile Smart Trash Bin

with Remote Control System

ศิรประภา มีแก้ว¹ ธัญเทพ ไรยนารินทร์¹ มยุรฉัตร จันทวี¹ ชลธิชา บุญชู¹ และ ธัญญารัตน์ สายไหม^{1*}

Siraprapa Meekaew¹ Thunyatep Roynarin¹ Mayurachat Janthawee¹

Chonticha Boonchoo¹ and Thanyarat Saimai^{1*}

¹ โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี

¹ Innovation Demonstration School of Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathumthani, Thailand

* E-mail: thanyarat_s@mutt.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาถังขยะอัจฉริยะที่สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยการควบคุมระยะไกลผ่านรีโมทวิทยุ 2) พัฒนาระบบเปิด - ปิดฝาถังขยะโดยอัตโนมัติด้วยเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ และ 3) ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบถังขยะอัจฉริยะ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ถังขยะอัจฉริยะต้นแบบ แบบสอบถามความพึงพอใจ และแบบบันทึกผลการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยการใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิจัยพบว่า 1) ถังขยะอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นสามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยระบบมอเตอร์ที่ควบคุมผ่านรีโมทวิทยุในระยะไกล 300 – 400 เมตร และสามารถควบคุมทิศทางได้อย่างแม่นยำ 2) ระบบฝาเปิด - ปิดอัตโนมัติทำงานด้วยเซ็นเซอร์อัลตราโซนิก สามารถตรวจจับวัตถุในระยะ 20 – 50 เซนติเมตร และเปิดฝาได้ภายใน 0.5 วินาที แสดงให้เห็นถึงความเสถียรและความรวดเร็วในการทำงาน และ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานอยู่ในระดับสูง โดยเฉพาะในด้านความสะดวกสบายและการลดการสัมผัสกับถังขยะ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบถังขยะอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ถังขยะอัจฉริยะ, เคลื่อนที่อัตโนมัติ, ระบบควบคุมระยะไกล

Abstract

The purpose of this research was 1) to design and develop a smart trash bin that is capable of autonomous mobility via remote radio control, 2) to develop an automatic lid-opening system using object detection sensors, and 3) to evaluate user satisfaction with the developed smart trash bin. The instruments used in this study included a prototype of the mobile smart trash bin, a user satisfaction questionnaire, and a test record form. The research followed the Engineering Design Process. The target group was a purposive sample of students from the Innovation Demonstration School, Rajamangala University of Technology Thanyaburi. Data were analyzed using mean ($\bar{x}$) and standard deviation (S.D.). The results showed that: 1) the developed smart trash bin was capable of precise movement through a motor system controlled by radio remote within a range of 300 – 400 meters; 2) the automatic lid system operated using an ultrasonic sensor that could detect objects within 20 – 50 centimeters, with a response time of 0.5 seconds, indicating stable and efficient performance; and 3) the users reported a high level of satisfaction, particularly in terms of convenience and reduced physical contact with the bin. These findings suggest that the developed smart trash bin effectively meets user needs and functions efficiently in real-world applications.

Keywords: Smart Trash Bin, Autonomous Mobility, Remote Control System

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยกับการจัดการขยะซึ่งเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน โดยเฉพาะในเขตเมืองที่มีประชากรหนาแน่นและปริมาณขยะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ พบว่า ในปี 2566 มีปริมาณขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณ 26.95 ล้านตัน หรือประมาณ 73,840 ตัน/วัน เฉลี่ยเท่ากับ 1.12 กิโลกรัม/คน/วัน และกรุงเทพฯ มีปริมาณขยะมูลฝอยสูงที่สุดคือ 12,748 ตัน/วัน ในขณะที่ปริมาณขยะมูลฝอยมีการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่เพียง 9.31 ล้านตัน ยิ่งไปกว่านั้นการเก็บรวบรวมขยะที่ไม่เป็นระบบอาจทำให้เกิดปัญหาขยะล้นถัง กลิ่นเหม็น และการแพร่กระจายของโรคต่างๆ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีอัจฉริยะ เช่น เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุและระบบควบคุมระยะไกล เพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการขยะ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเก็บรวบรวม ลดการสัมผัสกับขยะ และปรับปรุงสุขอนามัยของพื้นที่สาธารณะ

โดยข้อมูลจากกองระบบและบริหารข้อมูลเชิงยุทธศาสตร์ การอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ในปี 2565 กล่าวว่า อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง หมายถึง วัตถุ อุปกรณ์ พาหนะ สิ่งของเครื่องใช้ และสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตอื่น ๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยมีการฝังตัวของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์ และการเชื่อมต่อกับเครือข่าย ซึ่งวัตถุสิ่งของเหล่านี้สามารถเก็บบันทึกและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ อีกทั้งยังสามารถรับรู้สภาพแวดล้อมและถูกควบคุมได้จากระยะไกล ผ่านโครงสร้างพื้นฐานการเชื่อมต่อเข้ากับสมาร์ตโฟนเท่านั้น แต่อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสามารถประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ทุกอย่างที่ถูกออกแบบมาให้เชื่อมโยงกันได้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อที่จะสามารถสื่อสารกันได้ และนอกเหนือจากนี้ในปี 2557 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้มีแนวทางการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์ 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา (Problem Identification) 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) 5) ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) ซึ่งสามารถนำมาแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้ง โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มุ่งส่งเสริมอัตลักษณ์ของผู้เรียนให้เป็น “ผู้เรียนนักคิด นักปฏิบัติ สร้างสรรค์นวัตกรรม” ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ฉบับปี 2562

คณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของปัญหาขยะในโรงเรียน แม้ว่าโรงเรียนได้จัดหาถังขยะตามประเภทของขยะ แต่ปัญหาการทิ้งขยะก็ยังคงพบอยู่ตลอดเวลา สาเหตุอาจมาจากความเคยชินและเมื่อสังเกตจากพฤติกรรมของผู้ทิ้ง คือ มักเดินผ่านเมื่อเจอถังขยะ ไม่สนใจ และทิ้งขยะลงพื้นในทันที ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงนำเทคโนโลยีมาแก้ไขปัญหการทิ้งขยะเพื่อให้การทิ้งขยะมีความสะดวก อีกทั้งยังทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและรู้สึกสนุกกับการทิ้งขยะลงถังมากขึ้น

2. ระเบียบวิธีวิจัย

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557) ที่ใช้ในการออกแบบ “ถังขยะอัจฉริยะเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบควบคุมระยะไกล” เป็นกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบที่ช่วยให้ผู้วิจัยสามารถพัฒนานวัตกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากภาพที่ 1 โดยเริ่มจาก การระบุปัญหา ซึ่งพบว่าในชีวิตประจำวัน ผู้ใช้งานต้องเดินไปทิ้งขยะที่ถังขยะด้วยตนเอง ซึ่งอาจไม่สะดวก โดยเฉพาะในพื้นที่กว้าง จึงมีแนวคิดในการออกแบบถังขยะที่สามารถเคลื่อนที่เองได้และควบคุมจากระยะไกล ขั้นตอนต่อมาเป็นการศึกษาและเก็บข้อมูล โดยผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบควบคุมระยะไกล เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ การออกแบบล้อและระบบเคลื่อนที่ รวมถึงตัวอย่างถังขยะอัจฉริยะจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับโครงงาน จากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนของการระดมความคิดและพัฒนาแนวทางแก้ปัญหา โดยได้เสนอแนวทางการติดตั้งมอเตอร์ควบคุมล้อ ใช้บอร์ด Arduino เป็นตัวควบคุม พร้อมเซ็นเซอร์อัลตราโซนิกและระบบรีโมทไร้สาย ซึ่งถูกคัดเลือกและพัฒนาเป็น ดำเนินการสร้างต้นแบบถังขยะเคลื่อนที่ เมื่อสร้างต้นแบบแล้ว จึงเข้าสู่ขั้นตอนของการทดสอบและประเมินผล โดยนำไปทดลองใช้งานจริง ตรวจสอบการตอบสนองต่อคำสั่ง จากรีโมทความสามารถในการเคลื่อนที่ และหลักเสียงสิ่งกีดขวาง ตลอดจนความคงทนของโครงสร้าง สุดท้ายคือ การแก้ปัญหาผลงาน

ปรับปรุงและพัฒนา โดยผู้วิจัยได้ปรับตำแหน่งของเซนเซอร์ เพิ่มความเสถียรของระบบเคลื่อนที่ และปรับโครงสร้างวัสดุให้เหมาะสมกับการใช้งานในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ทำให้ถังขยะอัจฉริยะที่ได้สามารถใช้งานได้จริง และตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

จากข้อมูลซึ่งรวบรวมโดยกองจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ ในปี 2566 พบว่า สถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทยปี 2566 ประเทศไทยมีขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณ 26.95 ล้านตัน หรือประมาณ 73,840 ตัน/วัน เฉลี่ยเท่ากับ 1.12 กิโลกรัม/คน/วัน เมื่อเทียบกับจำนวนประชากรตามทะเบียนราษฎรปี พ.ศ. 2566 ทั้งนี้ เพิ่มขึ้นจากปี 2565 ประมาณร้อยละ 5 ที่มีปริมาณขยะมูลฝอย 25.70 ล้านตัน สำหรับปริมาณขยะมูลฝอย ภาคกลางมีปริมาณขยะมูลฝอยสูงที่สุด 31,339 ตัน/วัน ซึ่งเป็นขยะมูลฝอยในพื้นที่กรุงเทพมหานคร มากที่สุด 12,748 ตัน/วัน รองลงมาเป็นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีปริมาณขยะมูลฝอย 17,873 ตัน/วัน ภาคใต้ 9,705 ตัน/วัน ภาคตะวันออก 7,073 ตัน/วัน ภาคเหนือ 4,582 ตัน/วัน และภาคตะวันตก 3,268 ตัน/วัน ซึ่งยังไม่แนบขยะที่ตกค้างในแต่ละปีที่มีจำนวนนับหมื่นตันต่อปี และยังคงมีปัญหาในการจัดการขยะมูลฝอย ถนน โดยการจัดการขยะที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ อีกทั้งกฎหมายในปัจจุบันไม่มีผลบังคับให้ประชาชนคัดแยกขยะมูลฝอย

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบเก็บข้อมูล โดยผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) มาใช้ดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ทั้ง 6 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) ระบุปัญหา (Problem Identification)
- 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)
- 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)
- 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)
- 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

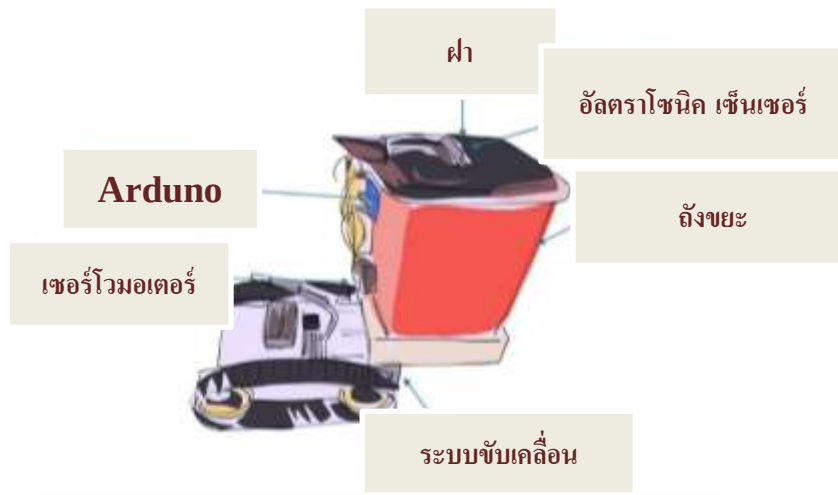
2.2 ศึกษาข้อมูลการเขียนโปรแกรม Arduino โดยใช้คำสั่งควบคุมงานด้วยภาษาซี

2.3 ศึกษาข้อมูลเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) ซึ่งเป็นอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่งบูรณาการ "สิ่งของ" ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันเข้ากับอินเทอร์เน็ต

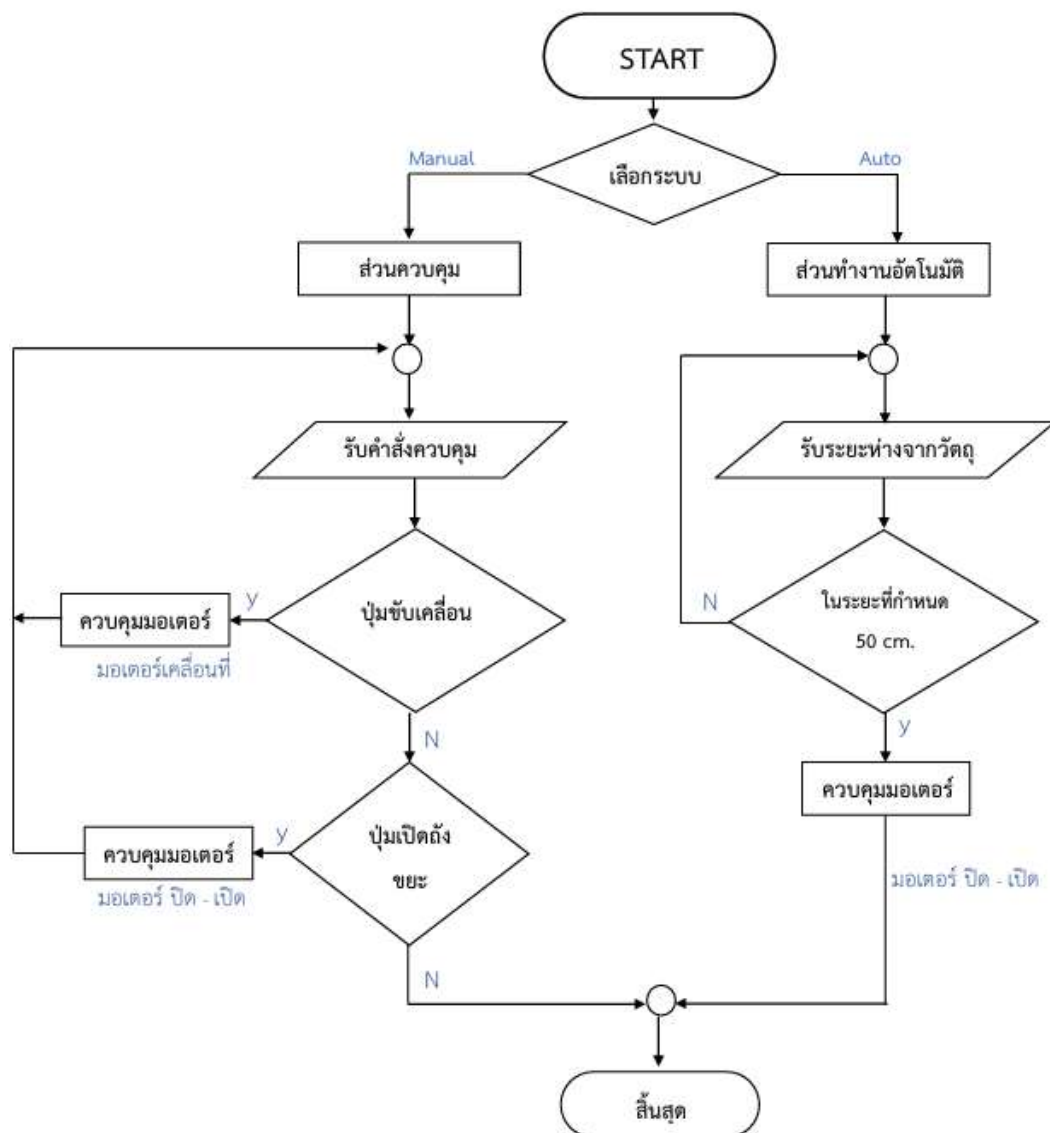
2.4 การจัดการระบบเพื่อความสะดวกในการใช้งานของถังขยะอัจฉริยะเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบควบคุมระยะไกล

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

ในกระบวนการพัฒนากลังขยะอัจฉริยะเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบควบคุมระยะไกล ได้แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ 3.1 การสร้างชุดควบคุมการขับเคลื่อน และ 3.2 การสร้างชุดทำงานอัตโนมัติ ดังแผนภาพที่ 1 โดยในส่วนแรก เริ่มจากการสร้างระบบขับเคลื่อนและกล่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่รองรับการติดตั้งระบบควบคุมและระบบมอเตอร์ จากนั้นติดตั้งชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนเพื่อให้ถังสามารถเคลื่อนที่ได้ตามคำสั่ง และติดตั้งชุดควบคุมรีโมทบังคับวิทยุเพื่อใช้ควบคุมการเคลื่อนที่จากระยะไกล เมื่อองค์ประกอบต่าง ๆ ถูกติดตั้งครบถ้วนแล้ว จึงดำเนินการทดสอบระบบการเคลื่อนที่เพื่อประเมินความเสถียรและการตอบสนองต่อคำสั่งควบคุมอย่างแม่นยำ ส่วนในหัวข้อ 3.2 คือการสร้างชุดทำงานอัตโนมัติ โดยติดตั้งเซ็นเซอร์อัลตราโซนิก ซึ่งจากการทดลองพบว่าระยะตรวจจับที่เหมาะสมอยู่ที่ 50 เซนติเมตร เมื่อเซ็นเซอร์สามารถตรวจจับวัตถุได้ในระยะนี้ ระบบจะตอบสนองโดยอัตโนมัติผ่านการส่งงานที่เขียนขึ้นด้วยภาษาซี และถูกอัปโหลดผ่านบอร์ด Arduino UNO R3 เพื่อควบคุมการทำงานของถังขยะได้อย่างชาญฉลาดและแม่นยำ



ภาพที่ 1 ภาพร่าง 2 มิติ ถังขยะอัจฉริยะเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบควบคุมระยะไกล



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการทำงานของถังขยะอัจฉริยะเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบควบคุมระยะไกล

หลักการดำเนินงานของถังขยะอัจฉริยะเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบควบคุมระยะไกล

การทำงานของถังขยะอัจฉริยะเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบควบคุมระยะไกล แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ระบบควบคุมระยะไกล (Remote Control)
2. ระบบอัตโนมัติ (Automatic Control)

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

4.1 กำหนดรูปแบบการทำงานของถังขยะอัจฉริยะเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบควบคุมระยะไกล

1) ระบบควบคุมระยะไกล (Remote Control) โดยระบบควบคุมด้วยมือผ่านรีโมทคอนโทรล สามารถควบคุมได้ 2 ปุ่ม ได้แก่ ปุ่มขับเคลื่อนอุปกรณ์ถังขยะ และปุ่มเปิด - ปิดอุปกรณ์ถังขยะ ซึ่งตัวอุปกรณ์ได้ติดตั้งตัวรับคำสั่งสัญญาณที่เชื่อมต่อกับรีโมทคอนโทรล และควบคุมการเคลื่อนที่ และเปิด - ปิด ถังขยะด้วยมอเตอร์

2) ระบบอัตโนมัติ (Automatic Control) โดยจะควบคุมการทำงานด้วยบอร์ด Arduino อุปกรณ์ตรวจจับระยะทางที่ใช้คือ โมดูลวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิก จะตรวจสอบว่ามีการเคลื่อนไหวกว้างในระยะเวลาที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้ามีการเคลื่อนไหวกว้างในระยะเวลาที่กำหนด โมดูลวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตราโซนิก จะส่งสัญญาณไปยังโน้ต เอ็มซียู ESP8266 เพื่อสั่งการให้เซอร์โวมอเตอร์ทำงาน โดยการเปิด - ปิดฝาถังขยะตามช่วงเวลาที่ได้กำหนดไว้

4.2 ฮาร์ดแวร์ในการสร้างและออกแบบถังขยะอัจฉริยะเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบควบคุมระยะไกล

- 1) อุปกรณ์สำคัญ คือ ถังขยะขนาดด้านหน้ากว้าง 17 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร ด้านข้างกว้าง 18 เซนติเมตร น้ำหนักของถังขยะ 5.8 กิโลกรัม ซึ่งหาได้ตามท้องตลาดทั่วไปและมีความแข็งแรงทนทาน
- 2) ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้างและพัฒนารูปแบบถังขยะอัจฉริยะเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบควบคุมระยะไกล - โปรแกรม Arduino, โปรแกรม Arduino IDE



ภาพที่ 3 ถังขยะอัจฉริยะเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบควบคุมระยะไกล

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

จากกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 60 คน แบ่งเป็นมัธยมศึกษา 30 คน และประถมศึกษา 30 คน โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยถังขยะอัจฉริยะเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบควบคุมระยะไกล แบบสอบถามความพึงพอใจ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า ถังขยะอัจฉริยะเคลื่อนที่อัตโนมัติด้วยระบบควบคุมระยะไกลเป็นอุปกรณ์ไร้สายที่สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ผ่านรีโมทบังคับวิทยุ และมีเซ็นเซอร์สำหรับตรวจจับวัตถุเพื่อเปิด - ปิดฝาถังขยะโดยอัตโนมัติเมื่อต้องการทิ้งขยะ

ทั้งนี้ ระบบทำงานได้โดยการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นด้วยบอร์ด Arduino ซึ่งช่วยให้การใช้งานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จากการนำไปใช้งานจริง พบว่านักเรียนมีความสะดวกในการจัดการขยะรอบตัว ส่งผลให้ปริมาณขยะลดลงอย่างเห็นได้ชัด และนักเรียนมีความพึงพอใจในการใช้งานในระดับมากที่สุด นอกจากนี้ จากการทดลองกับนักเรียนจำนวน 60 คน พบว่าระดับความพึงพอใจสูงสุดสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ดังกล่าวมีประสิทธิภาพ และตอบโจทย์การใช้งานในบริบทของโรงเรียนได้เป็นอย่างดี

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

จากการทดสอบการใช้งานถังขยะอัจฉริยะเคลื่อนที่อัตโนมัติ พบข้อเสนอแนะที่เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อยอดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความทันสมัยของอุปกรณ์ โดยมีข้อเสนอให้พัฒนาให้สามารถควบคุมการทำงานผ่านสมาร์ตโฟน เพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งานและสอดคล้องกับเทคโนโลยีในปัจจุบัน นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอในการพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถแสดงข้อมูลสำคัญ เช่น ปริมาณขยะ น้ำหนัก อุณหภูมิ และความชื้นภายในถัง เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามสถานะของถังขยะได้แบบเรียลไทม์ ซึ่งข้อเสนอแนะเหล่านี้ถือเป็นแนวทางสำคัญที่ผู้วิจัยสามารถนำไปพัฒนาและปรับปรุงผลงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในอนาคต

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1 ผลการวิจัยพบว่า

1) ระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยโครงสร้างของถังขยะที่ติดตั้งมอเตอร์สำหรับการขับเคลื่อน ซึ่งสามารถควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ได้ผ่านรีโมทวิทยุ โดยระบบควบคุมนี้ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถสั่งงานถังขยะได้จากระยะไกล เพิ่มความสะดวกในการใช้งานโดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายด้วยแรงคน นอกจากนี้ยังติดตั้งระบบเปิด - ปิดฝาถังอัตโนมัติที่ใช้เซ็นเซอร์อัลตราโซนิกในการตรวจจับวัตถุ เมื่อมีวัตถุเข้าใกล้ในระยะที่กำหนด ฝาถังจะเปิดโดยอัตโนมัติ จากการทดสอบพบว่า ถังขยะสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างแม่นยำตามคำสั่งจากรีโมท และสามารถควบคุมได้ในระยะไกลประมาณ 300 - 400 เมตร แสดงให้เห็นว่าระบบมีประสิทธิภาพในการตอบสนองต่อคำสั่ง และเหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่กว้าง เช่น โรงเรียนหรือสนามกิจกรรมต่าง ๆ

2) สำหรับการเปิด - ปิดฝาถังอัตโนมัติ ใช้เซ็นเซอร์อัลตราโซนิกในการตรวจจับวัตถุภายในระยะ 20 - 50 เซนติเมตร โดยระบบสามารถตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว โดยฝาถังจะเปิดภายในเวลา 0.5 วินาที หลังจากตรวจพบวัตถุที่เข้าใกล้ จากการทดสอบพบว่าระบบสามารถเปิด - ปิดได้แม่นยำ มีความเสถียร และเหมาะสมกับการใช้งานในชีวิตประจำวันของนักเรียนหรือบุคคลทั่วไป

3) ประสิทธิภาพการใช้งานโดยภาพรวมในแบบประเมินนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การประเมินโดยพิจารณาจากความสามารถของระบบถังขยะอัจฉริยะในการทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ได้แก่ ความแม่นยำในการเคลื่อนที่ ความเร็วในการตอบสนองของเซ็นเซอร์อัลตราโซนิก ความเสถียรของระบบควบคุมระยะไกล และการทำงานร่วมกันระหว่างชุดมอเตอร์และฝาถังอัตโนมัติ ผู้ตอบแบบสอบถามจะให้คะแนนโดยพิจารณาจากประสบการณ์ใช้งานจริง เช่น ความต่อเนื่องของระบบระหว่างใช้งาน การไม่เกิดข้อขัดข้องบ่อยครั้ง และความสะดวกโดยรวมในการจัดการขยะ ทั้งนี้ เพื่อประเมินว่าระบบสามารถใช้งานได้จริงในสถานการณ์ปกติของผู้ใช้งาน เช่น ในห้องเรียน ลานกิจกรรม หรือพื้นที่สาธารณะในโรงเรียนผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อถังขยะอัจฉริยะ ได้มีการเก็บข้อมูลจากผู้ตอบแบบสอบถามจำนวนหนึ่ง พบว่าความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.69$, S.D.=0.58) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าในด้านการเคลื่อนที่ของถังขยะ ได้รับคะแนนความพึงพอใจสูงสุด ($\bar{X}=4.88$, S.D.=0.55) รองลงมา คือ ความสะดวกสบายในการใช้งาน ($\bar{X}=4.77$, S.D.=0.65) ประสิทธิภาพการใช้งานโดยรวม ($\bar{X}=4.55$, S.D.=0.57) และรูปร่างลักษณะของถังขยะที่เหมาะสมและนำไปใช้งาน ($\bar{X}=4.54$, S.D.=0.56) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าระบบถังขยะอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองต่อความต้องการในการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อถังขยะอัจฉริยะที่สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยการควบคุมระยะไกล

ด้านที่ประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ระดับความพึงพอใจ
1. การเคลื่อนที่ของถังขยะ	4.88	0.55	มากที่สุด
2. ความสะดวกสบายในการใช้งาน	4.77	0.65	มากที่สุด
3. ประสิทธิภาพการใช้งานโดยรวม	4.55	0.57	มากที่สุด
4. รูปร่างลักษณะถังขยะเหมาะสม นำใช้งาน	4.54	0.56	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.69	0.58	มากที่สุด

3.2 อภิปรายผล

จากแนวคิดการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม คณะผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนาการดำเนินวิจัยถังขยะเคลื่อนที่อัจฉริยะเพื่อถังขยะอัจฉริยะ ที่สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยการควบคุมระยะไกล เพื่อ โดยสรุปผลการดำเนินงานได้ดังนี้ การออกแบบและพัฒนาถังขยะอัจฉริยะที่สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยการควบคุมระยะไกลผ่านรีโมทวิทยุ ระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยโครงสร้างถังขยะที่ติดตั้งมอเตอร์สำหรับรถเคลื่อนที่ ซึ่งควบคุมผ่านรีโมทวิทยุ และระบบเปิด - ปิดฝาถังขยะที่ใช้เซ็นเซอร์อัลตราโซนิกในการตรวจจับวัตถุ การทดสอบระบบแสดงให้เห็นว่าถังขยะสามารถเคลื่อนที่ได้ อย่างแม่นยำตามคำสั่งจากรีโมท ฝาถังขยะสามารถเปิด - ปิดโดยอัตโนมัติเมื่อมีวัตถุเข้าใกล้ในระยะที่กำหนดและแม่นยำ สามารถตรวจจับวัตถุในระยะ 20 – 50 เซนติเมตร และฝาถังขยะเปิดภายใน 0.5 วินาที หลังจากตรวจจับวัตถุ แสดงว่าระบบมีการตอบสนองที่รวดเร็วและเหมาะสมกับการใช้งานสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริชัย สารมนัส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์ (2564) ที่กล่าวว่าพัฒนาถังขยะอัจฉริยะที่มีระบบเปิด - ปิดฝาอัตโนมัติด้วยเซ็นเซอร์อัลตราโซนิก ซึ่งสามารถตรวจจับวัตถุในระยะ 20 – 50 เซนติเมตร และมีการทดสอบประสิทธิภาพของระบบในการใช้งานจริง พิพัฒน์ ดุรงค์ดำรงชัย ทดสอบการใช้งานผู้วิจัยได้เลือกใช้ห้องเรียน ซึ่งมีนักศึกษาเรียนอยู่จำนวน 30 คน ปรากฏว่า ถังขยะอัตโนมัติระบบไอโอทีนี้สามารถทำงานได้ดีตามที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ ความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบถังขยะอัจฉริยะจากการทดสอบนักเรียน จำนวน 60 คน โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของสาวิตรี ยอดราช และ วิจารณ์ บัวทอง (2565) ที่กล่าวว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานต้นแบบระบบควบคุมถังขยะภายในสำนักงาน โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

4. สรุปผล

จากการวิจัยพบว่า ระบบถังขยะอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับการใช้งานในชีวิตประจำวัน โดยระบบประกอบด้วยโครงสร้างที่ติดตั้งมอเตอร์ควบคุมการเคลื่อนที่ผ่านรีโมทวิทยุ ซึ่งสามารถสั่งงานจากระยะไกลได้ประมาณ 300 – 400 เมตร ช่วยเพิ่มความสะดวกและลดภาระในการเคลื่อนย้ายถังขยะด้วยแรงคน นอกจากนี้ ระบบยังมีฟังก์ชันเปิด-ปิดฝาถังอัตโนมัติด้วยเซ็นเซอร์อัลตราโซนิก ซึ่งสามารถตรวจจับวัตถุในระยะ 20 – 50 เซนติเมตร และเปิดฝาได้ภายในเวลา 0.5 วินาที แสดงให้เห็นถึงการตอบสนองที่รวดเร็วและแม่นยำ

ในด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ผลการประเมินจากกลุ่มตัวอย่างพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.69, S.D.=0.58) โดยเฉพาะในด้านการเคลื่อนที่ของถังขยะ ($\bar{X}$ =4.88) ความสะดวกสบายในการใช้งาน ($\bar{X}$ =4.77) และประสิทธิภาพการใช้งานโดยรวม ($\bar{X}$ =4.55) แสดงให้เห็นว่าถังขยะอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี ทั้งในแง่ของเทคโนโลยีและการใช้งานจริงในบริบทของโรงเรียนหรือพื้นที่สาธารณะ

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และผู้บริหารทุกท่าน ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์ และทรัพยากรที่จำเป็นต่อการดำเนินการทดลองและพัฒนาผลงานวิจัยฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี นอกจากนี้ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด ให้ข้อเสนอแนะอย่างสร้างสรรค์ และให้กำลังใจ

ตลอดกระบวนการวิจัย ทั้งในด้านวิชาการและการแก้ไขปัญหาอย่างต่อเนื่อง หากบทความฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขอ
 น้อมรับไว้ด้วยความเคารพ และยินดีรับคำแนะนำเพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาในโอกาสต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

กองระบบและบริหารข้อมูลเชิงยุทธศาสตร์ การอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. (2565). *IoT กำลังจะเปลี่ยนโลก?*.

สืบค้นจาก <https://www.ops.go.th/main/index.php/knowledge-base/article-pr/655-iot>. กำลังจะเปลี่ยน
 โลก?. 2565

คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตร. (2561). *โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 2561. ในหลักสูตร
 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ปทุมธานี; โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัย
 เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*

พิพัฒน์ คุรงศ์ดำรงชัย. 2565. ถึงขยะอัตโนมัติระบบไอโอที. *วารสารวิจัยและนวัตกรรมอาชีวศึกษา*, 6(1), 31 - 42.

ศิริชัย สารมนัส และ วรินทร์ บุญยะโรจน์. (2564). *การพัฒนาต้นแบบถังขยะอัจฉริยะเพื่อส่งเสริมการจัดการขยะที่ต้นทาง.*

*งานวิจัยได้รับการจัดสรรงบประมาณเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.*

สาวิตรี ยอดราช และ วิภาวรรณ บัวทอง. (2565). การพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมถังขยะภายในสำนักงานเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต
 วิถีใหม่. *วารสารแม่โจ้เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยแม่โจ้*, 8(1), 1 - 14.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การแก้ปัญหา ทักษะการคิด. รุ่ง
 เทพา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สืบค้นจาก [http://www.stemedthailand.org/wp-
 content/uploads/2015/03/newIntro-to-STEM.pdf](http://www.stemedthailand.org/wp-content/uploads/2015/03/newIntro-to-STEM.pdf)*

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (สสวท.). สกสค (ลาดพร้าว). (2558). *ความรู้เบื้องต้นสะเต็มศึกษา.(ป.1-6).*
 กรุงเทพมหานคร.

กองจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ พ.ศ. (2566). *กองจัดการกากของเสียและสารอันตราย. สืบค้นจาก
<https://www.pcd.go.th/publication/31609/>*

SESSION

นวัตกรรมวิทยาศาสตร์และไอที



การปรับปรุงระบบควบคุมและประสิทธิภาพ การทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี
รุ่น CNC ROUTER 6090 เพื่อเสริมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ
Development and Optimization of CNC Router 6090 Control System
for Practical Engineering Education

กมลณิตย์ ภู่อสร¹ พีรภัทร โอวาทชัยพงศ์² และ ดนัย ทองธวัช³
Kamonnit Pusorn¹ Peeraphat Owatthaiphong² and Danai Thongtawat³

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

³ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์บูรณาการและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

* E-mail: wanida.pu@rmutp.ac.th (096-153-5265) danai_th@rmutto.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงเครื่องจักรกลซีเอ็นซี รุ่น CNC ROUTER 6090 ที่ไม่ได้ใช้งานเป็นเวลานาน ให้กลับมาใช้งานได้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมสำหรับการเรียนรู้เชิงปฏิบัติในสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า โดยเน้นการปรับปรุงใน 3 ด้านหลัก ได้แก่ (1) การเปลี่ยนบอร์ดควบคุมจากรุ่น Nc Studio ซึ่งใช้พอร์ต Serial RS232 เป็นบอร์ดระบบควบคุมรุ่น Green 5-Axis USB สำหรับโปรแกรม Mach3 ที่รองรับการเชื่อมต่อผ่านพอร์ต USB Type A to B เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ (2) การเดินระบบสายไฟฟ้าควบคุมใหม่ทั้งหมด รวมถึงการติดตั้งลิมิตสวิตช์และระบบหยุดฉุกเฉินเพื่อเพิ่มความปลอดภัยและลดความคลาดเคลื่อนในการกัดงาน และ (3) การเปลี่ยนระบบระบายความร้อนของสปินเดิลจากแบบมอเตอร์ปั๊มน้ำเป็นระบบปั๊มน้ำแบบแช่ต่อเข้ากับถังพักน้ำหล่อเย็นพร้อมที่มีการควบคุมอุณหภูมิด้วยพัดลมอัตโนมัติ ขั้นตอนการดำเนินงานประกอบด้วย การถอดระบบควบคุมเดิม การติดตั้งอุปกรณ์ใหม่ การตั้งค่าโปรแกรมควบคุม Mach 3 Mill และการทดสอบการทำงานของเครื่องในแกน X Y และ Z ด้วยชิ้นงานจริงบนวัสดุหลายประเภท ได้แก่ ไม้ยางพาราประสาน แผ่นพลาสติก อะคริลิก และ PVC โดยใช้โปรแกรม Art Cam ในการออกแบบและสร้าง G-code ผลการทดสอบพบว่าเครื่องจักรสามารถกลับมาใช้งานได้ตามปกติ และค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในแกน X Y และ Z อยู่ที่ 0.095 มม. 0.073 มม. และ 0.168 มม. ตามลำดับ แสดงถึงความพร้อมในการใช้งานเพื่อการเรียนรู้เชิงปฏิบัติอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เครื่องจักรกลซีเอ็นซี, วิดีโอสื่อการสอน, การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ, การปรับปรุงเครื่องจักร

Abstract

This research aimed to restore and enhance the performance of an idle CNC router model 6090 to be effectively used for hands-on learning in the field of electrical engineering. The improvement focused on three main aspects: (1) replacing the existing control board (Nc Studio, using Serial RS232 port) with a Green 5-Axis USB control board compatible with Mach3 software, which supports modern computers through USB Type A to B connection; (2) rewiring the entire electrical control system, including the installation of limit switches and an emergency stop system to increase safety and reduce machining errors; and (3) upgrading the spindle cooling system from a standard water pump to a submersible pump with a coolant tank and automated fan-based temperature control. The procedure involved dismantling the old control system, installing new components, configuring Mach3 Mill software, and conducting test operations in the X, Y, and Z axes using various materials rubberwood panel, PVC sheet, acrylic, and plaswood designed and G-code generated via ArtCAM software. The results indicated that the machine was fully operational, with average positional deviations measured at 0.095 mm (X-axis), 0.073 mm (Y-axis), and 0.168 mm (Z-axis), respectively. These outcomes demonstrate the machine's suitability for efficient practical instruction and technical training.

Keywords: CNC Machine, Instructional Video, Practical Learning, Machine Improvement

1. บทนำ

ในยุคอุตสาหกรรม 4.0 เทคโนโลยีเครื่องจักรกลซีเอ็นซี (CNC) ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในกระบวนการผลิตที่ต้องการความแม่นยำและความซับซ้อนสูง เช่น การกัด เจาะ และแกะสลัก โดยเฉพาะในสถาบันการศึกษาที่นำมาใช้ในการเรียนรู้เชิงปฏิบัติด้านวิศวกรรม ทั้งในรูปแบบโครงงานและการผลิตต้นแบบ

เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 เครื่อง CNC ที่ติดตั้งในสถานศึกษาโดยเฉพาะรุ่นเก่า เช่น CNC Router 6090 มักประสบปัญหาในการใช้งานอย่างต่อเนื่อง อันเนื่องมาจากระบบควบคุมเดิมไม่สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ได้ ซอฟต์แวร์ที่ล้าสมัย หรืออุปกรณ์บางส่วนเสื่อมสภาพจากการไม่ได้ใช้งานเป็นระยะเวลานาน ส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการผลิตชิ้นงาน เกิดความผิดพลาดในการเคลื่อนที่ของแกน X Y และ Z ที่เกิดขึ้น ส่งผลมาจากการเดินสายไฟที่ไม่เหมาะสม การตั้งค่าซอฟต์แวร์ที่ไม่ถูกต้อง หรือระบบขับเคลื่อนที่ไม่สอดคล้องกับชุดควบคุม การศึกษาเบื้องต้นพบว่า ความคลาดเคลื่อนของเครื่องหลังการติดตั้งระบบควบคุมใหม่สามารถลดลงเหลือค่าเฉลี่ย $\pm 0.1-0.2$ มม. ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้สำหรับงานการศึกษาและต้นแบบเชิงวิศวกรรม (Pahl & Beitz, 2007; กิตติพิชญ์ มนต์ขลัง, 2562) การปรับปรุงเครื่อง CNC ให้สามารถกลับมาใช้งานได้โดยมีประสิทธิภาพ การปรับปรุงระบบควบคุมเป็นสิ่งสำคัญ งานวิจัยหลายฉบับเสนอแนวทางการเปลี่ยนบอร์ดควบคุมแบบเก่าเป็นระบบที่สามารถเชื่อมต่อผ่านพอร์ต USB เช่น ระบบควบคุมรุ่น Green 5-Axis USB สำหรับโปรแกรม Mach3 ซึ่งมีความยืดหยุ่นในการตั้งค่า รองรับการทำงานร่วมกับโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องกัด Mach3 Mill ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องกัด Mach3 Mill ทำหน้าที่ควบคุมตำแหน่งของแกนต่าง ๆ และควบคุมความเร็วของหัวกัดผ่าน G-Code ขณะที่โปรแกรม ArtCAM ใช้สำหรับออกแบบชิ้นงานและสร้างเส้นทางการกัด (toolpath) ที่เหมาะสม โดยสามารถนำเข้าข้อมูลภาพเวกเตอร์และสร้าง G-code ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Autodesk, 2022)

ในการทดสอบความแม่นยำของเครื่อง CNC ที่ปรับปรุงแล้ว วัสดุที่เลือกมาใช้ประกอบด้วย 4 ประเภท ได้แก่ พลาสติก, อะคริลิก, ไม้อัด และพลาสติก PVC เพื่อจำลองการใช้งานจริงในบริบทของงานต้นแบบที่พบได้ในรายวิชาต่าง ๆ และเพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่อง CNC ภายใต้สภาพการใช้งานที่แตกต่างกันในแต่ละประเภทวัสดุ

คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการปรับปรุงเครื่อง CNC รุ่น Router 6090 โดยเน้นที่การเปลี่ยนระบบควบคุมให้ทันสมัย เดินสายไฟใหม่ ติดตั้งระบบระบายความร้อนแบบหม้อน้ำ และดำเนินการทดสอบการทำงานในแนวแกน X Y และ Z เพื่อประเมินความแม่นยำของเครื่องหลังการปรับปรุง

1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อปรับปรุงเครื่องซีเอ็นซีรุ่น CNC ROUTER 6090 ให้สามารถใช้งานได้
- 2) เพื่อประเมินความแม่นยำหลังการปรับปรุงระบบควบคุม

2. ระเบียบวิธีวิจัย

ในการดำเนินโครงการวิจัยครั้งนี้ ได้แบ่งกระบวนการทำงานออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก เพื่อให้สามารถปรับปรุงระบบควบคุมและประสิทธิภาพ การทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี รุ่น CNC ROUTER 6090 อย่างเป็นระบบ เริ่มตั้งแต่การปรับปรุงโครงสร้างฮาร์ดแวร์ของเครื่อง การติดตั้งและใช้งานซอฟต์แวร์ควบคุม การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องจักร รายละเอียดแต่ละขั้นตอนมี ดังนี้

2.1 การปรับปรุงเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

การปรับปรุงเครื่อง CNC รุ่น Router 6090 ให้สามารถกลับมาใช้งานได้โดยมีประสิทธิภาพ โดยเน้นการปรับปรุงในด้านฮาร์ดแวร์และระบบควบคุมหลัก เริ่มจากการถอดระบบควบคุมเดิมซึ่งใช้บอร์ด Nc Studio ออก และติดตั้งบอร์ดควบคุมรุ่น Green 5 Axle USB Mach 3 ที่สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB Type B ได้อย่างสะดวก ทำให้รองรับกับคอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ที่ไม่มีช่อง PCI แบบเก่า มีการเดินสายไฟใหม่ในส่วนของแกน X, Y, Z และระบบปั๊มฉีดเดิม เพื่อให้เกิดความเสถียรและลดปัญหาการทำงานผิดพลาดจากการเสื่อมสภาพของสายไฟเดิม ได้ติดตั้งลิมิตสวิตช์ทั้ง 3 แกน เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่เกินระยะที่เครื่องกำหนดและลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องหรือหัวกัด และได้ปรับปรุงระบบระบายความร้อนของหัวกัดจากระบบเดิมที่ใช้อุปกรณ์ปั๊มน้ำขนาดเล็ก เป็นระบบหม้อน้ำรถยนต์ขนาดเล็ก ร่วมกับพัดลมระบายความร้อนและสารหล่อเย็น เพื่อให้

สามารถระบายความร้อนได้ต่อเนื่อง ลดความร้อนสะสมที่อาจทำให้หัวกัดเสียหายระหว่างการใช้งาน การปรับปรุงในขั้นตอนนี้ช่วยให้เครื่อง CNC มีเสถียรภาพมากขึ้น รองรับการควบคุมด้วยซอฟต์แวร์สมัยใหม่ และพร้อมต่อการใช้งานจริงในการปฏิบัติของนักศึกษา

1) การเปลี่ยนบอร์ดควบคุม จาก Nc Studio เป็นระบบควบคุมรุ่น Green 5-Axis USB สำหรับโปรแกรม Mach3 ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB Type A to Type B ดังแสดงในภาพที่ 1



(ก) บอร์ดเดิม Nc Studio



(ข) บอร์ดใหม่ Green 5 Axle USB Mach 3

ภาพที่ 1 การเปลี่ยนบอร์ดควบคุม

รายละเอียดคุณลักษณะทางเทคนิค ของบอร์ดควบคุม CNC ระบบควบคุมรุ่น Green 5-Axis USB สำหรับโปรแกรม Mach3นิยมในการใช้งานปรับปรุงระบบควบคุม CNC ทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ Mach3 ผ่านพอร์ต USB รองรับ 5 แกน (X, Y, Z, A, B) สื่อสารผ่าน USB 2.0 Type B Interface แรงดันไฟฟ้าอินพุต 12–24V DC มีพอร์ตควบคุมมอเตอร์สำหรับ Stepper Motor หรือ Servo Motor Driver อินพุตสามารถรองรับ Limit Switch, Emergency Stop เอาต์พุตสามารถเส เสริมพอร์ตควบคุมสปินเดิล มี Opto-isolation แยกสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตเพื่อความปลอดภัย สามารถใช้งานได้กับระบบ Windows XP / 7 / 10 ที่ติดตั้ง Mach3 ใช้กับซอฟต์แวร์รูปแบบ G-code

2) เดินสายระบบควบคุมไฟฟ้าใหม่ ครอบคลุมแกน X, Y และ Z รวมถึงระบบสปินเดิล เพื่อความเสถียรและลดความผิดพลาดในการกัดชิ้นงาน

3) ปรับปรุงระบบระบายความร้อน จากมอเตอร์ปั้มน้ำแบบเดิม เป็นระบบหล่อเย็นของสปินเดิล ใช้ปั้มน้ำแบบแช่ ขนาดแรงดันไฟฟ้า 220 V กำลังไฟ 25 W อัตราการไหล 3 ลิตร/นาที โดยต่อเข้ากับถังพักน้ำหล่อเย็นขนาด 8 ลิตร สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ช่วยรักษาอุณหภูมิของสปินเดิลขณะใช้งานร่วมกับพัดลมระบายความร้อนและสารหล่อเย็น ลดการสึกหรอและยืดอายุการใช้งานของสปินเดิลมอเตอร์ได้ ดังแสดงในภาพที่ 2



(ก) หม้อน้ำและพัดลมระบายความร้อน



(ข) ปั้มน้ำและที่พักน้ำหล่อเย็น

ภาพที่ 2 การติดตั้งชุดระบายความร้อนของสปินเดิล

4) ติดตั้งลิมิตสวิตช์ เพื่อลดความเสียหายจากการเคลื่อนที่เกินขอบเขต เครื่อง CNC ได้ติดตั้งลิมิตสวิตช์ จำนวน 6 ตัว ครอบคลุมทั้งสามแกน ได้แก่ X, Y และ Z โดยติดตั้งที่จุดต้นทางและปลายทางของระยะวิ่งแต่ละแกน สัญญาณจาก ลิมิตสวิตช์

ถูกส่งเข้าช่องอินพุตของบอร์ดควบคุม Green 5 Axis USB Mach3 เพื่อหยุดการทำงานทันทีเมื่อถึงจุดสุดท้าย ป้องกันการชนขอบเขตการทำงานในแต่ละแกน ดังแสดงในภาพที่ 3



(ก) การติดตั้งลิ้มิตสวิตช์เพื่อ
จำกัดขอบเขตแกน X



(ข) การติดตั้งลิ้มิตสวิตช์เพื่อ
จำกัดขอบเขตแกน Y



(ค) การติดตั้งลิ้มิตสวิตช์เพื่อ
จำกัดขอบเขตแกน Z

ภาพที่ 3 ติดตั้งลิ้มิตสวิตช์เพื่อจำกัดขอบเขตในแนวแกน X Y Z

2.2 การติดตั้งและใช้งานซอฟต์แวร์

หลังจากดำเนินการปรับปรุงฮาร์ดแวร์ของเครื่อง CNC รุ่น Router 6090 แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการติดตั้งและกำหนดค่าซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมและออกแบบการทำงานของเครื่อง โดยเลือกใช้ โปรแกรม ArtCam สำหรับการออกแบบชิ้นงานทั้งแบบ 2 มิติ 3 มิติ และการแปลงไฟล์แบบเวกเตอร์หรือภาพให้เป็น G-code เพื่อสั่งงานเครื่อง CNC ซึ่ง ArtCam มีความสามารถในการจัดการกับลวดลายที่ซับซ้อน และใช้งานง่าย เหมาะกับการเรียนรู้ของนักศึกษา นอกจากนี้ยังติดตั้งโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องกัด Mach3 Mill ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมเครื่อง CNC โดยทำหน้าที่แปล G-code ที่ได้จาก ArtCam เพื่อควบคุมตำแหน่ง การเคลื่อนที่ของหัวกัด และความเร็วในการกัดในแต่ละแกน โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องกัด Mach3 Mill เชื่อมต่อกับบอร์ดระบบควบคุมรุ่น Green 5-Axis USB สำหรับโปรแกรม Mach3 ช่วยให้การควบคุมเครื่องเป็นไปอย่างแม่นยำ ในการตั้งค่าการใช้งานผู้วิจัยได้กำหนดพารามิเตอร์พื้นฐาน เช่น ความเร็วรอบการกัด (Spindle Speed), ความเร็วในการเคลื่อนที่ (Feed Rate), ความลึกในการกัดต่อรอบ (Depth per Pass) และตำแหน่งอ้างอิง (Origin Position) เพื่อให้เหมาะสมกับวัสดุแต่ละประเภท มีการทดสอบการใช้งานจริงในกระบวนการกัดชิ้นงานเพื่อทดสอบความพร้อมของซอฟต์แวร์ ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กำหนดค่าพารามิเตอร์ เช่น ความเร็วรอบ ความลึกในการกัด และตำแหน่งเริ่มต้นของหัวกัดในแต่ละแกน

2.3 การทดสอบและเก็บข้อมูล

หลังจากดำเนินการปรับปรุงฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของเครื่อง CNC เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนถัดไปคือการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง เพื่อประเมินค่าความแม่นยำและความเสถียรของระบบที่ได้รับการปรับปรุงใหม่ การทดสอบในขั้นตอนนี้เน้นการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งหัวกัดในแนวแกน X, Y และ Z โดยใช้วัสดุทดสอบที่หลากหลาย เช่น พลาสติก, อะคริลิก, ไม้อัด และพลาสติก PVC (Polyvinyl Chloride: PVC) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมการใช้งานจริง

1) ทดสอบความแม่นยำของเครื่อง ในแนวแกน X, Y และ Z โดยออกแบบชิ้นงานทดสอบและวัดค่าความคลาดเคลื่อนของชิ้นงานจริงบนวัสดุหลากหลาย เช่น พลาสติก, อะคริลิก, ไม้อัด และพลาสติก PVC

2) การประเมินค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของเครื่อง CNC Router ขนาดเล็กทั่วไปอยู่ที่ประมาณ $\pm 0.1-0.2$ mm จะขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้งาน ความเร็วในการเคลื่อนที่ และความมั่นคงของโครงสร้างเครื่องจักร ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลจากผู้ผลิตเครื่อง CNC รุ่น 6090 และงานวิจัยในระดับอุดมศึกษา (OMNI CNC, 2022; วารสารวิศวกรรมเครื่องกล มทร., 2564)

ขั้นตอนการทดสอบมีดังนี้ 1) ออกแบบชิ้นงานทดสอบใช้โปรแกรม ArtCam ออกแบบชิ้นงานที่มีรูปทรงมาตรฐาน เช่น รูปทรงสี่เหลี่ยม วงกลม หรือร่องขนาน เพื่อให้สามารถวัดขนาดทางกายภาพหลังการกัดได้อย่างแม่นยำ 2) ตั้งค่าการกัดในโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องกัด โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องกัด Mach3 Mill ป้อนค่า G-code ที่ได้จาก ArtCam ลงในโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องกัด Mach3 Mill และตั้งค่าพารามิเตอร์พื้นฐาน เช่น ความเร็วหัวกัด ความลึกในการกัด และตำแหน่งเริ่มต้น 3) ดำเนินการกัดชิ้นงานจริงใช้เครื่องจักร CNC Router 6090 ที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว ทำการกัดชิ้นงานตามคำสั่ง G-code โดยใช้วัสดุต่าง ๆ ตามที่กำหนด 4) วัดขนาดจริงของชิ้นงาน ใช้เครื่องมือวัด เช่น เวอร์เนียคาลิเปอร์ หรือดิจิตอลคาลิเปอร์ วัดขนาดของชิ้นงานที่กัดเสร็จแล้วในแต่ละแกน และบันทึกข้อมูล 4) คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Average Deviation) เปรียบเทียบขนาดที่ได้จากการกัดจริงกับค่ามาตรฐานจากแบบ (CAD Drawing) แล้วคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของแต่ละแกน เพื่อประเมินความแม่นยำของเครื่องจักรหลังการปรับปรุง ดังแสดงในภาพที่ 5



(ก) การทดสอบระยะของแกน X



(ข) การทดสอบระยะของแกน Y



(ค) การทดสอบระยะของแกน Z

ภาพที่ 5 ทดสอบระยะของแกน X Y Z

ผลการทดสอบเบื้องต้น จากการทดลองพบว่า แกน X มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 0.095 มิลลิเมตร แกน Y มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 0.073 มิลลิเมตร แกน Z มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 0.168 มิลลิเมตร จากผลการทดสอบในแต่ละแนวแกนที่คลาดเคลื่อนตำแหน่งของหัวกัดชิ้นงานเทียบกับพื้นของจุดยึดชิ้นงาน ค่าทั้งหมดนี้อยู่ในช่วง $\pm 0.1 - 0.2$ มิลลิเมตร ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้สำหรับเครื่อง CNC ระดับงานทั่วไปถึงละเอียด ขั้นตอนการทดสอบนี้มีความสำคัญต่อการประเมินความน่าเชื่อถือของเครื่องจักรในภาคปฏิบัติ และยังสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในระยะยาว

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

วิเคราะห์ผลการทดลองของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีหลังการปรับปรุง มีขั้นตอนที่เป็นระบบ เพื่อประเมินประสิทธิภาพและค่าความแม่นยำในการกัดชิ้นงาน

3.1 การกัดชิ้นงานในรูปแบบการกัดตัวอักษร

วัสดุที่ใช้ 4 ประเภท ได้แก่ พลาสติก, อะคริลิก, ไม้อัด และพลาสติก PVC โดยใช้ขนาดความกว้าง ความยาว และความลึกของตัวอักษรที่เท่ากัน ดังนี้ ดังแสดงในภาพที่ 6

1) ออกแบบและวางแผนการทดสอบ โดยการเลือกรูปแบบชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบ เช่น การกัดตัวอักษร เซาะร่อง ปาดหน้า ดังภาพที่ 6 (ก) กำหนดพารามิเตอร์ของเครื่อง ตั้งค่าพื้นฐานของเครื่องจักรในโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องกัด Mach3 Mill ความเร็วในการป้อน (Feed Rate): 140 mm/min ความเร็วในการเคลื่อนหัวกัดลงแนวตั้ง (Plunge Rate): 140 mm/min ความเร็วรอบของหัวกัด (Spindle Speed): 2,000 rpm

2) กัดชิ้นงานจริงตามคำสั่ง G-code ดำเนินการกัดชิ้นงานตามแบบที่ออกแบบด้วยโปรแกรม ArtCam ใช้หัวกัดที่เหมาะสมกับลักษณะงาน ดังภาพที่ 6 (ข) (ค) (ง) (จ)

3) วัดผลและบันทึกข้อมูล ใช้เวอร์เนียร์หรือคาลิเปอร์วัดขนาดของชิ้นงานที่ได้จริง บันทึกค่าที่วัดได้ในตารางเพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ออกแบบไว้

4) คำนวณและวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อน คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในแต่ละแกน (X Y และ Z) วิเคราะห์ความสอดคล้องกับค่ามาตรฐาน $\pm 0.1-0.2$ mm สำหรับเครื่อง CNC ประเภททั่วไป เปรียบเทียบผลระหว่างวัสดุต่าง ๆ เพื่อดูผลกระทบของคุณสมบัติวัสดุที่มีต่อความแม่นยำของเครื่อง



(ก) การออกแบบด้วยโปรแกรม Art Cam



(ข) การกัดชิ้นงานบนแผ่นพลาสติก



(ค) การกัดชิ้นงานบนแผ่นอะคริลิก



(ง) การกัดชิ้นงานบนแผ่นไม้ (แผ่นใยไม้อัดทนความชื้น)



(จ) การกัดชิ้นงานบนแผ่นพลาสติก (PVC)

ภาพที่ 6 การทดสอบพลาสติก, อะคริลิก, ไม้อัด และพลาสติก PVC

จากภาพที่ 6 แสดงการทดลองกัดชิ้นงานด้วยเครื่องจักรกลซีเอ็นซี บนวัสดุประเภทต่าง ๆ ได้แก่ พลาสติก อะคริลิก ไม้ MDF และพลาสติก PVC มีรายละเอียด (ก) การออกแบบการกัดตัวอักษรด้วยโปรแกรม Art Cam กำหนดขนาด A, B, C ช่วยในการวัดค่าความคลาดเคลื่อนเชิงมิติหลังการกัด (ข) ชิ้นงานที่กัดชิ้นงานบนแผ่นพลาสติก แสดงให้เห็นคำว่า "Electricity" มีการกัดที่ขอบคมชัด สม่ำเสมอ (ค) การกัดชิ้นงานบนแผ่นอะคริลิกร่องกัดที่มีความลึกและเส้นคมชัด (ง) การกัดชิ้นงานบนแผ่นไม้ร่องกัดดูชัดเจนแต่มีลักษณะเนื้อหยาบเล็กน้อย (จ) การกัดชิ้นงานบนแผ่นพลาสติก (PVC) กัดแล้วให้เส้นที่คมในระดับปานกลาง

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวัดระยะ ตามแกน X Y Z บนแผ่นพลาสติก

จุดตรวจวัด	ค่าที่กำหนดจากโปรแกรม (mm)	ค่าที่วัดได้ (mm)		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าผิดพลาดเฉลี่ย
ระยะ X	160	162	160.8	1.400
ระยะ Y	37	38	36.9	0.550
ระยะ Z	1	2	1	0.500

ตารางที่ 2 ผลการตรวจวัดระยะ ตามแกน X Y Z บนแผ่นอะคริลิก

จุดตรวจวัด	ค่าที่กำหนดจากโปรแกรม (mm)	ค่าที่วัดได้ (mm)		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าผิดพลาดเฉลี่ย
ระยะ X	160	161	160	0.500
ระยะ Y	37	37.05	36.9	0.075
ระยะ Z	1	1.5	1	0.250

ตารางที่ 3 ผลการตรวจวัดระยะ ตามแกน X Y Z บนแผ่นไม้ (แผ่นไม้อัดทนความชื้น)

จุดตรวจวัด	ค่าที่กำหนดจากโปรแกรม (mm)	ค่าที่วัดได้ (mm)		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าผิดพลาดเฉลี่ย
ระยะ X	160	160	160	0.000
ระยะ Y	37	36.7	36.7	0.300
ระยะ Z	1	2	1	0.500

ตารางที่ 4 ผลการตรวจวัดระยะ ตามแกน X Y Z บนแผ่นพลาสติก (PVC)

จุดตรวจวัด	ค่าที่กำหนดจากโปรแกรม (mm)	ค่าที่วัดได้ (mm)		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าผิดพลาดเฉลี่ย
ระยะ X	160	160.2	160	0.100
ระยะ Y	37	37.7	37	0.350
ระยะ Z	1	1	2	0.500

$$\text{ค่าความผิดพลาดเฉลี่ย} = \frac{(\text{ค่าที่วัดได้ครั้งที่ 1} - \text{ค่าจากแบบ}) + (\text{ค่าที่วัดได้ครั้งที่ 2} - \text{ค่าจากแบบ})}{2}$$

จากผลการทดสอบในตารางที่ 1-4 พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของเครื่อง CNC หลังการปรับปรุงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ สำหรับเครื่องระดับทั่วไปที่กำหนดไว้ที่ $\pm 0.1-0.2$ mm โดยรวมพบว่า แผ่นไม้ ให้ค่าคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด รองลงมาคือ พลาสติก ส่วน แผ่นพลาสติก (PVC) และ อะคริลิก มีความคลาดเคลื่อนในแนวแกน Z สูงกว่าแกน X และ Y การกัดในแนวลึกแกน Z มีแนวโน้มคลาดเคลื่อนมากกว่า เนื่องจากโครงสร้างเครื่องและคุณสมบัติวัสดุ เช่น ความยืดหยุ่นและความแข็งแรง ส่งผลต่อความแม่นยำของแกนดังกล่าว แม้บางจุดจะมีค่าคลาดเคลื่อนสูงถึง 0.5 mm แต่ในบริบทของการใช้งานเพื่อการเรียนรู้และฝึกปฏิบัติในระดับอุดมศึกษา ค่าดังกล่าวยังถือว่า อยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ ตามแนวทางของการศึกษาทางวิศวกรรมที่อนุโลมให้มีค่าคลาดเคลื่อนมากขึ้นในเครื่องต้นแบบเพื่อการฝึกฝน

3.2 การกีดชิ้นงานในรูปแบบเซาะร่องและเจาะรู

หลังจากดำเนินการปรับปรุงเครื่อง CNC ทั้งในด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เรียบร้อยแล้ว คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบเพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องจักร โดยมุ่งเน้นการวัดค่าความแม่นยำของการกีดชิ้นงานในแต่ละแนวแกน X Y และ Z เพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดในแบบ CAD และวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจริง โดยกระบวนการทดสอบ

1) ออกแบบชิ้นงานทดสอบด้วยโปรแกรม ArtCam ให้มีรูปทรงที่ง่ายต่อการทดสอบ เช่น รูปทรงเรขาคณิต ร่องตรง และช่องสี่เหลี่ยม เพื่อให้สามารถวัดระยะทางที่เครื่องกัดได้อย่างชัดเจนในแต่ละแกน ดังภาพที่ 7

2) เตรียมวัสดุทดสอบ พลาสติก, อะคริลิก, ไม้อัด และพลาสติก PVC โดยวัสดุแต่ละชนิดมีความหนา 12 mm เพื่อให้สามารถกัดลึกได้ชัดเจนในแนวแกน Z

3) กำหนดพารามิเตอร์ของเครื่อง ตั้งค่าพื้นฐานของเครื่องจักรในโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องกัด Mach3 Mill ความเร็วในการป้อน (Feed Rate): 140 mm/min ความเร็วในการเคลื่อนหัวกัดลงแนวตั้ง (Plunge Rate): 140 mm/min ความเร็วรอบของหัวกัด (Spindle Speed): 2,000 rpm

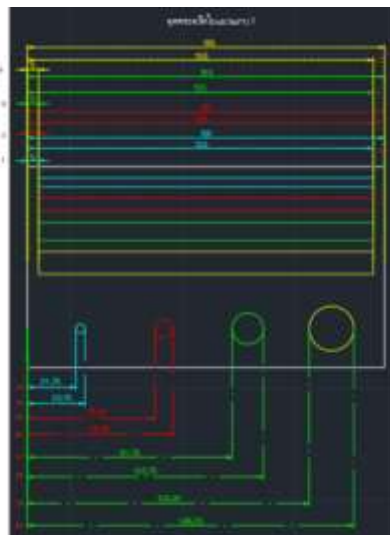
4) ดำเนินการกีดชิ้นงาน ส่งคำสั่ง G-code จากโปรแกรม ArtCam ไปยัง Mach3 เพื่อเริ่มต้นการกีดชิ้นงานตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งเริ่มต้นและการเคลื่อนที่ในแต่ละแกน ทำการกีดบนวัสดุแต่ละชนิดให้ครบตามลักษณะงานที่ออกแบบไว้ เช่น เซาะร่อง ปาดผิวหน้า และเจาะรู ดังภาพที่ 7

5) ตรวจวัดชิ้นงานที่กัดเสร็จ ใช้เครื่องมือวัดละเอียด เวอร์เนียคาลิเปอร์ วัดขนาดของชิ้นงานที่ได้จากการกัดในแต่ละแกน บันทึกผลการวัดเพื่อเปรียบเทียบกับขนาดตามแบบ และคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน

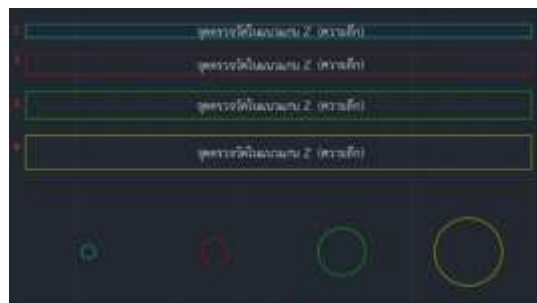
6) วิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในแนวแกน X Y และ Z



(ก) การออกแบบด้วยโปรแกรม Auto Cad (จุดตรวจวัดแกน X)



(ข) การออกแบบด้วยโปรแกรม Auto Cad (จุดตรวจวัดแกน Y)



(ค) การออกแบบด้วยโปรแกรม Auto Cad (จุดตรวจวัดแกน Z)

ภาพที่ 7 การออกแบบชิ้นงานและกำหนดจุดตรวจวัด

จากภาพที่ 7 เพื่อทดสอบ ความแม่นยำของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี (CNC Router 6090) หลังจากการปรับปรุงระบบควบคุมและอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยออกแบบชิ้นงานที่สามารถวัดและเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนได้ชัดเจน ภาพที่ 7 (ก) แสดงผลจาก โปรแกรม AutoCAD ที่ใช้ในการออกแบบแผ่นทดสอบภายในแผ่นทดสอบมี หมายเลขตำแหน่ง 1-16 ที่แสดงจุดอ้างอิงการวัดค่าระยะห่างในแนวแกน X เพื่อให้สามารถวัดค่าความคลาดเคลื่อนอย่างละเอียด ภาพที่ 7 (ข) จุดตรวจวัดระยะในแนวแกน Y ทั้งหมด 20 ตำแหน่ง ภาพที่ 7 (ค) จุดตรวจวัดแนวแกน Z จำนวน 4 แกว ประเมินการกัดชิ้นงานให้ได้ความลึกเท่ากันในแต่ละระดับ เป้าหมายหลักของการออกแบบและทดสอบทั้ง 3 แกน (X Y Z) เพื่อทดสอบว่าเครื่องสามารถเคลื่อนหัวกัดได้ตรงตามตำแหน่งที่กำหนด สามารถตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนของระยะทางจากตำแหน่งจริงเมื่อเปรียบเทียบกับแบบโปรแกรม AutoCAD



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

(ก) การกัดชิ้นงานบนแผ่นพลาสติก

(ข) การกัดชิ้นงานบนแผ่นอะคริลิก

(ค) การกัดชิ้นงานบนแผ่นไม้ (แผ่นไม้อัดทนความชื้น)

(ง) การกัดชิ้นงาน บนแผ่นพลาสติก (PVC)

ภาพที่ 8 การเจาะร่องและเจาะรูบนวัสดุต่าง ๆ

จากผลการทดสอบในภาพที่ 8 วิเคราะห์ตามแนวแกนการกัด X Y และ Z พบว่า ที่แกน X และ Y มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำในวัสดุทุกประเภท อยู่ในช่วง 0.07 – 0.10 mm บ่งชี้ว่าเครื่อง CNC สามารถเคลื่อนที่ในแนวระนาบได้อย่างแม่นยำหลังการปรับปรุง โดยที่ การกัดชิ้นงานบนแผ่นไม้ (แผ่นไม้อัดทนความชื้น) และการกัดชิ้นงานบนแผ่นพลาสติก ให้ผลแม่นยำกว่าวัสดุอื่น เนื่องจากมีความหนาแน่นที่สม่ำเสมอ ไม่เปราะ ไม่คืนรูป ทำให้มีเสถียรเมื่อถูกกัดหรือเจาะ ที่แนวแกน Z มีความคลาดเคลื่อนสูงกว่าทุกแกน โดยเฉพาะในวัสดุอะคริลิก และพลาสติก PVC มีความยืดหยุ่นหรือเปราะในขณะกัดลึก ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนมากที่สุด ส่วนการกัดชิ้นงานบนแผ่นไม้ (แผ่นไม้อัดทนความชื้น) ให้ค่าคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดในแกน Z (ประมาณ 0.11–0.14 mm) จากผลการทดลองที่เกิดขึ้นพบว่าวัสดุที่มีความเปราะบางเช่นอะคริลิก และพลาสติก PVC ควรใช้ความเร็วรอบสูงขึ้น และลด Feed Rate เพื่อให้การกัดแม่นยำมากขึ้น

4. สรุปผล

จากการปรับปรุงเครื่องจักรกลซีเอ็นซีรุ่น Router 6090 และการทดสอบการกัดชิ้นงานบนวัสดุหลากหลายชนิด พบว่าการทดสอบกัดชิ้นงานบนวัสดุต่าง ๆ พบว่าเครื่องกลับมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และให้ผลการกัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของงานระดับทั่วไปถึงกึ่งละเอียด โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในแกน X Y และ Z อยู่ในช่วง $\pm 0.1-0.2$ มม.

วัสดุที่ให้ความแม่นยำสูงสุดคือแผ่นไม้อัดทนความชื้น โดยเฉพาะในแกน X ซึ่งไม่มีค่าคลาดเคลื่อนเลย อันเนื่องจากเนื้อวัสดุสม่ำเสมอและไม่มีเสี้ยน จึงไม่ก่อให้เกิดการสะท้อนหรือเบี่ยงเบนของหัวกัด ขณะที่วัสดุอะคริลิกและ PVC มีค่าคลาดเคลื่อนในแกน Z สูงกว่าวัสดุอื่น เนื่องจากอะคริลิกมีความเปราะ ส่วน PVC มีความยืดหยุ่น ส่งผลให้ความลึกของการกัดคลาดเคลื่อนจากแบบที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ แกน Z ยังเป็นแนวที่มีค่าคลาดเคลื่อนมากที่สุดในทุกวัสดุ ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของการกัดแนวตั้งที่ต้องรับแรงต้านสูงกว่าการกัดแนวระนาบ อาจมีสาเหตุจากโครงสร้างเครื่องหรือประเภทของหัวกัดที่ใช้

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนเพื่อการวิจัยประเภทโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม นายนัฐกร ชันและห์ นายนที รุณวงษ์ และนายจักรวาล วิริยะสรรค์สกุล เป็นนักวิจัยร่วมทำในส่วนของปรับปรุงและสร้างคลิปวิดีโอในการใช้งานเครื่องซีเอ็นซี และเก็บผลการทดสอบ ที่ทำให้งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จ

6. เอกสารอ้างอิง

- กิตติพิชญ์ มนต์ขลัง. (2562). การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรซีเอ็นซีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในสายการผลิต. (การศึกษา
รายบุคคลคณะวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ฉัตรชัย สมพงศ์. (2559). การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีงานกัด. เข้าถึงได้จาก
<http://www.tl.ac.th/document/chatchai/cnc7.pdf>
- ฉัตรชัย สมพงศ์. (2559). หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีและความปลอดภัยในการใช้งาน. เข้าถึงได้จาก
<http://www.tl.ac.th/document/chatchai/cnc2.pdf>
- ทศพร แสนกลิ่น และอนรรักษ์ สักล่อ. (2552). เทคโนโลยีซีเอ็นซีและโปรแกรมในการออกแบบการผลิต (ART CAM). ปรินญา
นิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. (2564). การศึกษาความแม่นยำของเครื่องกัด CNC ขนาดเล็ก. วารสาร
วิศวกรรมเครื่องกล, 18(2), 45–53.
- Autodesk. (2022). *ArtCAM Premium user guide*. Retrieved from
[https://www.autodesk.com/sites/default/files/file_downloads/Autodesk-Explicit-2022-User%27s-
Manual.pdf](https://www.autodesk.com/sites/default/files/file_downloads/Autodesk-Explicit-2022-User%27s-Manual.pdf).
- Bodor Laser. (2023). *CNC router machine technical specifications*. Retrieved July 8, 2025, from
<https://www.bodor.com>.

ต้นแบบเทคโนโลยีไอโอทีและสไลม์สำหรับการพัฒนาการกลามเนื้อมือมัดเล็ก

โดยแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันไลน์

A prototype of IoT technology and slime for enhancing fine motor skills in hand muscles, demonstrated through a Line application

บุรัสกร อยู่สุข¹ และ สรสุธี บัวพูล²

Burasakorn Yoosooka¹ and Sorasutee Buapool²

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์, สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

* E-mail: burasakorn.y@rmutp.ac.th; โทรศัพท์: 092 629 6388

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างอุปกรณ์ต้นแบบเทคโนโลยีไอโอทีและสไลม์ สำหรับส่งเสริมพัฒนาการกลามเนื้อมือมัดเล็ก และเพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือมัดเล็กก่อนและหลังใช้อุปกรณ์ต้นแบบ โดยสไลม์ที่ใช้ในการฝึกถูกพัฒนาให้มีความเหนียวที่เหมาะสมและผ่านการทดสอบความปลอดภัยตามมาตรฐานวัสดุสำหรับอาสาสมัคร ขั้นตอนในการพัฒนาดังกล่าว คือ เชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีซึ่งประกอบด้วย เซ็นเซอร์วัดแรงบีบกด บอร์ดอาร์ดูโน อุปกรณ์วัดแรงบีบมือมาตรฐาน และอุปกรณ์ต่อพ่วงประเภทสายและตัวเชื่อมสัญญาณต่างๆ เมื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ไอโอทีเรียบร้อยแล้ว ก็จะนำไปใช้กับอาสาสมัครโดยให้อาสาสมัครใช้มือบีบอุปกรณ์วัดแรงบีบมือที่มีเซ็นเซอร์วัดแรงบีบกดติดอยู่ที่บริเวณมือจับ หลังจากนั้นเซ็นเซอร์จะรายงานค่าแรงบีบมือพร้อมวิเคราะห์ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และบันทึกผลลงฐานข้อมูลกูเกิ้ลชีท พร้อมกับรายงานผลผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์แบบอัตโนมัติ สำหรับกระบวนการวิจัยเริ่มต้นจากคณะผู้วิจัยสำรวจชุมชนที่จะเลือกเป็นกลุ่มทดลอง โดยติดต่อประสานงานกับศูนย์ฟื้นฟูผู้สูงอายุและโรงเรียนระดับปทุมวัยในเขตจังหวัดนนทบุรี ซึ่งได้คัดเลือกไว้สองแห่งได้แก่ ศูนย์ฟื้นฟูผู้สูงอายุเทศบาลตำบลบางสีทอง และโรงเรียนวัดบางอ้อยช้าง ทั้งสองแห่งนี้ตั้งอยู่ในเขตอำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี ซึ่งอยู่ไม่ห่างไกลกัน โดยได้ผู้ร่วมเป็นอาสาสมัครสูงวัยที่มีอายุระหว่าง 60-90 ปี จำนวน 14 คน และอาสาสมัครกลุ่มเด็กที่มีอายุระหว่าง 3-10 ปีจำนวน 16 คน ขั้นตอนถัดมาคณะผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่ประกอบไปด้วยคำถาม เพศ อายุ การใช้งานมือ พร้อมกับวัดค่าแรงบีบมือด้วยต้นแบบที่พัฒนาขึ้น หลังจากนั้นอาสาสมัครจะได้รับสไลม์ปลอดภัยไปใช้บริหารมือเป็นเวลา 1-2 เดือน เมื่อครบกำหนดเวลา คณะผู้วิจัยจะได้นำแบบสอบถามไปทำการประเมินผลความพึงพอใจในการใช้งานต้นแบบ และวัดค่าแรงบีบมือด้วยต้นแบบที่พัฒนาขึ้นอีกครั้ง เพื่อเปรียบเทียบค่าแรงบีบมือระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 หลังจากนั้นจะนำผลการเปรียบเทียบและผลประเมินความพึงพอใจมาวิเคราะห์ และสรุปผลการวิจัย ซึ่งผลสรุปพบว่าอาสาสมัครมีค่าแรงบีบมือสูงขึ้นเฉลี่ย 10% และผลการประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบต้นแบบโดยอาสาสมัครแสดงให้เห็นว่ามีระดับความพึงพอใจในระดับดี

คำสำคัญ: สไลม์, กล้ามเนื้อมือมัดเล็ก, วัดแรงบีบมือ, แอปพลิเคชันไลน์, ไอโอที

Abstract

This research aims to develop a prototype device integrating IoT technology and slime to promote the development of fine motor hand muscles. Additionally, it seeks to compare the strength of fine motor hand muscles before and after using the prototype. The slime used for the training was developed to have an appropriate viscosity and was tested for safety in accordance with material safety standards for volunteers. The prototype development process involved connecting IoT devices, which consisted of a grip force sensor, an Arduino board, a standard handgrip dynamometer, and various peripheral connection components such as cables and signal adapters. Once the IoT system was connected, it was used by volunteers who gripped the handgrip device equipped with the force sensor. The sensor then reported the grip strength, analyzed muscle strength, and recorded the data into a Google Sheets database while simultaneously sending results automatically via the LINE application. The research process began with the research team surveying the target community for the experimental group. Coordination was made with an elderly rehabilitation center and a preschool in Nonthaburi Province. Two locations were selected: the Bang Sithong Subdistrict Municipality Elderly Rehabilitation Center and Wat Bang Oi Chang School. Both locations are situated in Bang Kruai District, Nonthaburi Province, and are in close proximity. A total of 14 elderly volunteers aged between 60–90 years and 16 child volunteers aged between 3–10 years were selected. The next step involved administering a questionnaire that included questions on gender, age, and hand usage, along with measuring grip strength using the developed prototype. After that, volunteers received safe slime to use for hand exercises over a period of 1–2 months. Upon completion of the period, the research team conducted a follow-up using the questionnaire to evaluate user satisfaction and re-measured grip strength using the prototype to compare the grip force before and after the intervention. The results from the comparison and satisfaction evaluation were then analyzed and summarized. The findings showed that the volunteers' grip strength increased by an average of 10%, and the user satisfaction assessment indicated a good level of satisfaction with the prototype system.

Keywords: Slime, Small Hand Muscles, Handgrip Force Measurement, Line Application, IoT

1. บทนำ

กล้ามเนื้อมัดเล็ก เป็นหนึ่งประเภทหลักในกล้ามเนื้อของคนที่การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อมัดเล็กส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นที่มือ ภายในมือของคนประกอบด้วยกล้ามเนื้อ เอ็นและข้อต่อที่ทำงานร่วมกันในกิจกรรมที่ต้องอาศัยความละเอียดอ่อน เช่น การเขียน การวาดรูป การพิมพ์ และการเล่นดนตรี เป็นต้น (ศุภรัตน์ แยมครวญ, 2566) การพัฒนาการของกล้ามเนื้อมัดเล็กในวัยเด็กมีความสำคัญอย่างมาก โดยการเคลื่อนไหวของมือมีความสัมพันธ์กับการมองเห็นของตาที่ดีและมีความสัมพันธ์อย่างมากกับการพูดจาชัดถ้อยชัดคำ อีกทั้งยังส่งผลต่อการพัฒนาด้านสติปัญญาอีกด้วย การพัฒนากล้ามเนื้อมัดเล็กในเด็ก ถือเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญสำหรับการพัฒนาความสามารถของเด็ก (ชาย นามยี่ อัครพนธ์ เนื่องหมอย และมยุร โยบัวเทศ, 2567) นอกจากนี้ในวัยผู้สูงอายุที่มักมีกระบวนการทำงานหรือทักษะบางอย่างที่ถดถอยลง ทั้งทางด้านการสมรรถภาพทางร่างกาย กระบวนการคิด ความเข้าใจ และความสามารถในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นต้น (ชานน วงศ์เจริญยง และภาสวัณณ์ จันทรสมบูรณ์, 2566) การกระตุ้นหรือคงไว้ในความสามารถของการทำงานของสมองเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งรูปแบบกิจกรรมที่สำคัญประเภทหนึ่งคือกิจกรรมที่ใช้การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อมัดเล็กร่วมกับกิจกรรมส่งเสริมความสามารถด้านความคิดความเข้าใจ จะช่วยกระตุ้นและคงความสามารถของกระบวนการคิดความเข้าใจของผู้สูงอายุได้ (Arduino4, 2566)

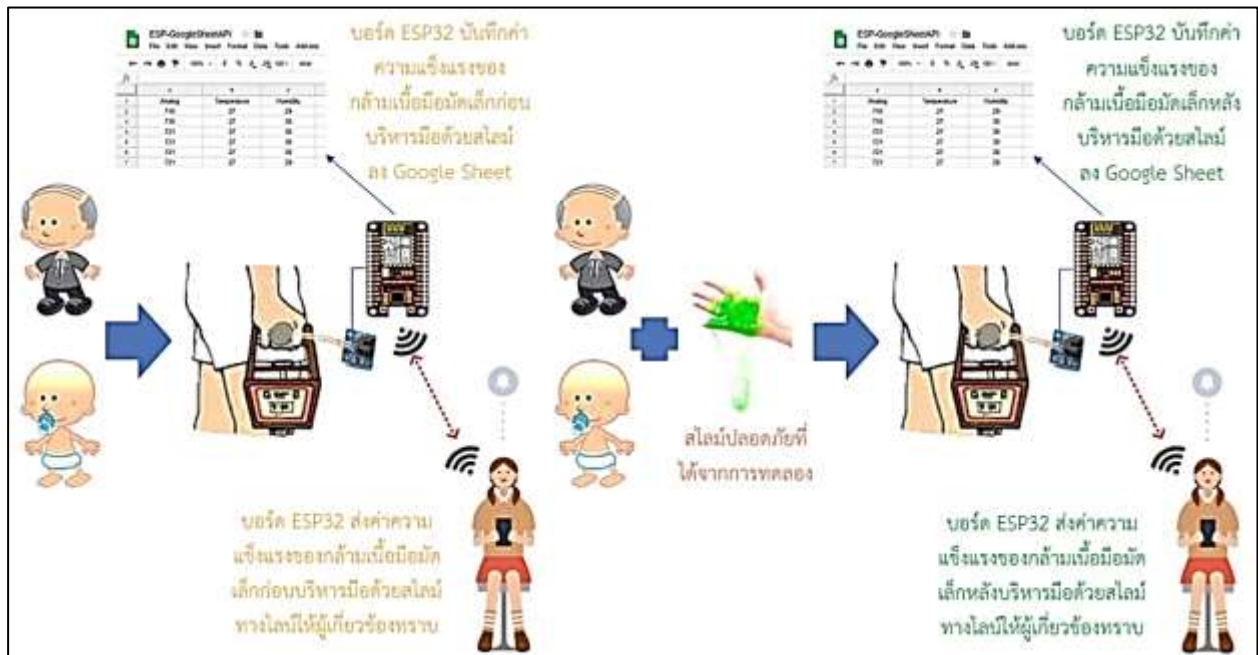
ปัจจุบันนี้สไลม์เป็นที่นิยมอย่างมากสำหรับเด็กทั่วโลก ซึ่งสไลม์เป็นของเล่นที่ช่วยในการเสริมสร้างพัฒนาการกล้ามเนื้อมัดเล็ก ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของเด็กได้เป็นอย่างดี ในตลาดสไลม์ไทยพบว่ามีสไลม์ที่ไม่ปลอดภัยจัดจำหน่ายอยู่ในบางแห่ง โดยมีการตรวจพบสารหนูและสารโลหะหนักผสมอยู่ในสไลม์ด้วย ซึ่งก่อให้เกิดการแพ้ การระคายเคืองและอันตรายต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกาย

ในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อมัดเล็กด้วยสไลม์ทั้งในกลุ่มเด็ก และการฟื้นฟูให้กับกลุ่มผู้สูงอายุนั้น ปัจจุบันมีอุปกรณ์ที่เรียกว่าเครื่องวัดแรงบีบมือ (Hand Grip Dynamometer) (Arduino, 2023) เป็นตัววัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมัดเล็ก โดยผู้ใช้งานจะบีบที่อุปกรณ์นี้แล้วค่าของแรงบีบก็จะปรากฏขึ้นที่หน้าจอของผู้ใช้ ซึ่งหากผู้ใช้ที่ฝึกพัฒนากล้ามเนื้อมัดเล็กที่บ้านประสงค์จะรายงานให้แพทย์ทราบ ก็มักจะใช้วิธีการบันทึกใส่กระดาษเพื่อแจ้งให้แพทย์ผู้ดูแลทราบเมื่อครบกำหนดวันนัด คล้ายกับวิธีการจดข้อมูลความดันนั่นเอง ซึ่งหากผู้ใช้หลงลืมหรือละเลยการจดบันทึกก็อาจทำให้ข้อมูลขาดหายไปต่อเนื่องได้

จากปัญหาดังกล่าวจึงเป็นที่มาในการวิจัยครั้งนี้ด้วยการผลิตสไลม์เพิ่มความสามารถให้กล้ามเนื้อมัดเล็กที่มีความปลอดภัยตามมาตรฐาน และสามารถรายงานค่าแรงบีบพร้อมวิเคราะห์ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมัดเล็กผ่านอุปกรณ์ไอโอที พร้อมบันทึกผลลงฐานข้อมูลและรายงานผลผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์แบบอัตโนมัติ เพื่อเป็นอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาการให้กับเด็ก และช่วยกระตุ้นและคงความสามารถของกล้ามเนื้อมัดเล็กให้กับผู้สูงอายุด้วย

2. ระเบียบวิธีวิจัย

ในการวิจัยสไลม์ที่ใช้การฝึกถูกพัฒนาให้มีความหนืดที่เหมาะสมและผ่านการทดสอบความปลอดภัยตามมาตรฐานวัสดุสำหรับเด็ก และสามารถรายงานค่าแรงบีบพร้อมวิเคราะห์ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมัดเล็กบนหน้าจอ พร้อมบันทึกผลลงฐานข้อมูลและรายงานผลผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์แบบอัตโนมัติ เพื่อเป็นอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาการให้กับเด็ก และช่วยกระตุ้นและคงความสามารถของกล้ามเนื้อมัดเล็กให้กับผู้สูงอายุด้วยมีกรอบวิจัยได้แสดงไว้ดังภาพที่ 1 ภายใต้งานวิจัยคือ คณะความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อมัดเล็กของเด็กและผู้สูงอายุ ภายหลังจากการใช้สไลม์ช่วยเสริมพัฒนาการหรือฟื้นฟูความสามารถของกล้ามเนื้อมัดเล็ก จะมีระดับคะแนนความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อมัดเล็กเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มตัวอย่างยังมีความพึงพอใจในการใช้อุปกรณ์ระดับดีขึ้นไป



ภาพที่ 1 กรอบการวิจัย

การสร้างต้นแบบอุปกรณ์วัดแรงบีบมือประกอบด้วย เครื่องมือวัดแรงบีบมือมาตรฐานทั่วไปและชุดอุปกรณ์ไอโอที โดยชุด อุปกรณ์ไอโอทีดังกล่าว จะใช้สำหรับประกอบเข้ากับเครื่องมือวัดแรงบีบมือมาตรฐานให้สามารถรับแรงกด เมื่อผู้ใช้งานบีบมือบน เครื่องมือวัดแรงบีบมือ แล้วส่งข้อมูลแรงกดดังกล่าวไปยังแอปพลิเคชันได้ ดังนั้นชุดอุปกรณ์ไอโอทีจะต้องมีชิ้นส่วนสำคัญคือ เซนเซอร์วัดแรงกดหรือแรงบีบและบอร์ดประมวลผลไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รับสัญญาณจากเซนเซอร์ โดยมีขั้นตอนของการวิจัยดังนี้



ภาพที่ 2 สรุปขั้นตอนในการดำเนินงานโครงการวิจัย

1) ทำการค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมเช่น ข้อมูลของกล้ามเนื้อมัดเล็ก ลักษณะพัฒนาการหรือฟื้นฟูกล้ามเนื้อมัดเล็ก สอบถามถึงอุปกรณ์หรือวิธีในการพัฒนากล้ามเนื้อมัดเล็ก จากผู้ปกครองของเด็กเล็กและผู้สูงอายุ ขั้นตอนการผลิตสไลม์สมบัติของสไลม์ที่มีความปลอดภัย การนำเทคโนโลยี IoT มาใช้ในการแจ้งเตือน อุปกรณ์วัดค่าแรงบีบมาตรฐาน ชุดอุปกรณ์ Embedded Board ชุดอุปกรณ์เซนเซอร์ ระบบการจัดเก็บข้อมูลแบบออนไลน์

2) นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ และออกแบบกรอบวิจัยของระบบว่าจะมีองค์ประกอบอะไร ความเชื่อมโยงแต่ละองค์ประกอบอย่างไร มีฟังก์ชันการทำงานอะไรบ้าง เกี่ยวข้องกับเครื่องมืออะไรและผู้ใช้ในขั้นตอนใด และขอบเขตของงานวิจัย

3) คัดเลือกสารเคมีที่ใช้ในการผลิตสไลม์ให้มีความปลอดภัย และจัดเตรียมห้องปฏิบัติการเพื่อใช้ในการผลิตสไลม์ และคัดเลือกชุดเครื่องมือสำหรับพัฒนาระบบวัดค่าแรงบีบของกล้ามเนื้อมัดเล็ก

4) จัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อใช้ในการทำวิจัย เช่น สารเคมี อุปกรณ์เซนเซอร์ และอุปกรณ์วัดค่าแรงบีบ และอุปกรณ์สำนักงาน เป็นต้น

5) ทำการเตรียมสารเคมีและผลิตสไลม์ เพื่อนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีตาม มอก. 685-2562

6) ทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีตามมอก. 685-2562 โดยทำการส่งสไลม์ตัวอย่างไปทดสอบที่หน่วยงานเอกชนที่รับทดสอบ

7) แก้ไขและปรับปรุงคุณภาพของสไลม์ให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. 685-2562

8) พัฒนาระบบการวัดค่าแรงบีบด้วยเครื่องมือมาตรฐานที่ประกอบตัวเซ็นเซอร์วัดแรงกด สร้างระบบจัดเก็บข้อมูลผลการวัดแรงบีบจากเซ็นเซอร์สู่คลาวด์ และระบบรายงานผลค่าแรงบีบในรูปแบบข้อความบนแอปพลิเคชันไลน์แบบอัตโนมัติ

9) ทดสอบการใช้งานระบบการวัดค่าแรงบีบพร้อมการแจ้งผลทางแอปพลิเคชันไลน์

10) แก้ไขและปรับปรุงระบบการวัดค่าแรงบีบพร้อมการแจ้งผลทางแอปพลิเคชันไลน์ ให้มีความถูกต้อง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ

11) นำสไลม์ที่คณะผู้วิจัยได้พัฒนาจนผ่านเกณฑ์มาตรฐาน มอก. พร้อมระบบวัดค่าแรงบีบพร้อมการแจ้งผลทางแอปพลิเคชันไลน์แบบอัตโนมัติ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยเก็บผลแรงบีบก่อนและหลังการทดลองบริหารมือด้วยสไลม์ที่พัฒนาขึ้น และทำการประเมินผลพัฒนาการและความพึงพอใจในการใช้ระบบของผู้ใช้ด้วยแบบสอบถาม

12) วิเคราะห์ผลการทดลองการใช้งานของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 30 คน ทั้งในด้านพัฒนาการของกล้ามเนื้อมัดเล็กและความพึงพอใจในการใช้งาน

13) อภิปรายและสรุปผลงานวิจัย จัดทำเล่มรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เพื่อเสนอแหล่งทุนเพื่อปิดงานวิจัย

ขั้นตอนการผลิตสไลม์ปลอดภัย

ขั้นตอนการผลิตสไลม์ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium Bicarbonate Solution) การเตรียมสารละลายแอคทีเวเตอร์ (Activator Solution) และกระบวนการผลิตสไลม์ มีรายละเอียดดังนี้

1) การเตรียมสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต

สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นสารประกอบประเภทเกลือที่ใช้เพื่อปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ให้เหมาะสมต่อการเปลี่ยนกรดบอริกให้อยู่ในรูปของโอออนบอเรต ซึ่งเป็นรูปแบบที่สามารถทำปฏิกิริยาข้ามสายกับพอลิเมอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการเตรียมสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต เริ่มจากการชั่ง โซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3) ปริมาณ 10 กรัม จากนั้นเติมน้ำกลั่นลงไปในภาชนะที่สะอาด และคนจนสารละลายทั้งหมดละลายอย่างสมบูรณ์ จากนั้นเติมน้ำกลั่นเพิ่มจนครบปริมาตร 100 มิลลิลิตร การเตรียมสารละลายนี้ควรใช้ทันที หรือเก็บในภาชนะที่ปิดสนิทเพื่อรักษาคุณภาพ

2) การเตรียมสารละลายแอททิเวเตอร์

สารละลายแอททิเวเตอร์เป็นสารละลายที่ประกอบด้วย กรดบอริก (Boric Acid, H_3BO_3) และโซเดียมโบเรต (Sodium Borate, $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวสร้างพันธะข้ามสาย (crosslinker) ระหว่างโมเลกุลของพอลิเมอร์

ในขั้นตอนการเตรียมสารละลายแอททิเวเตอร์ เริ่มจากการชั่งกรดบอริกและโซเดียมโบเรตอย่างละ 2 กรัม เติมน้ำลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำกลั่นประมาณ 80 มิลลิลิตร คนจนสารทั้งหมดละลาย จากนั้นเติมน้ำกลั่นเพิ่มจนครบ 100 มิลลิลิตร การคนควรทำอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้สารละลายที่ใส ไม่มีตะกอน และพร้อมใช้งาน

3) กระบวนการผลิตสไลม์ มีรายละเอียดดังนี้

3.1) เริ่มต้นด้วยการเทกาวพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตรลงในถ้วยผสม ซึ่งเป็นพอลิเมอร์หลักที่มีสมบัติเป็นของเหลวหนืด

3.2) เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตรลงไป เพื่อเจือจางและลดความหนืดของกาว ทำให้การรวมตัวกับสารอื่น ๆ ทำได้ง่ายขึ้น คนให้ส่วนผสมเข้ากันอย่างสม่ำเสมอ

3.3) เติมสารละลายโซเดียมโบคาร์บอเนตที่เตรียมไว้ ปริมาณ 13 มิลลิลิตร แล้วคนต่อจนแน่ใจว่าไม่มีการแยกชั้น หรือสารตกค้างที่ก้นถ้วย

3.4) ใส่ สีผสมอาหารประมาณ 3 หยด และ กลิ่นจากน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากธรรมชาติประมาณ 5 หยด โดยใช้หลอดหยด

3.5) ในขั้นตอนการเกิดเจล (Gelation) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการผลิตสไลม์ ให้ค่อย ๆ เติมสารละลายแอททิเวเตอร์ ทีละ 1 หยด พร้อมกับคนอย่างสม่ำเสมอ และสังเกตลักษณะการจับตัวของเนื้อสไลม์ จนกระทั่งเติมครบ 8 หยด

3.6) เมื่อเนื้อสไลม์เริ่มเกาะตัวเป็นเนื้อเจลหนืด ให้หยุดการเติม และใช้มือ (ควรสวมถุงมือพลาสติก) นวดต่อเบา ๆ จนได้เนื้อสไลม์ที่ยืดหยุ่นดี ไม่เหนียวเหนอะหนะ และไม่ติดมือ

4) การจัดเก็บสไลม์ที่ผลิต

นำสไลม์ที่ผลิตใส่กล่องบรรจุและปิดฝาให้สนิท เพื่อจัดเตรียมในการส่งทดสอบสมบัติของสไลม์



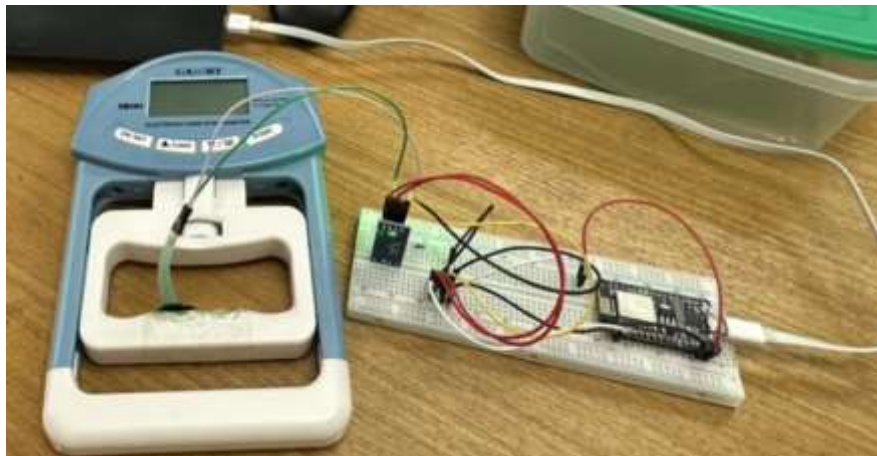
ภาพที่ 3 การผลิตสไลม์

ขั้นตอนการสร้างต้นแบบอุปกรณ์วัดแรงบีบมือ

ขั้นตอนการสร้างต้นแบบอุปกรณ์วัดแรงบีบมือ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนฮาร์ดแวร์ และส่วนซอฟต์แวร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ส่วนฮาร์ดแวร์

ทำการนำอุปกรณ์ไอโอทีคือบอร์ดประมวลผล ESP32 และเซ็นเซอร์วัดแรงกด FSR402 ที่ติดกับเครื่องวัดแรงบีบมือมาตรฐานบริเวณมือจับ แล้วนำมาประกอบกันบน bread board ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การเชื่อมต่ออุปกรณ์วัดแรงบีบมือ

2) ส่วนซอฟต์แวร์

ทำการเขียนโปรแกรมในส่วนของ Google Apps Script เพื่อเชื่อมต่อการทำงานระหว่างบอร์ด ประมวลผล ไมโครคอนโทรลเลอร์กับ Google Sheet แล้วจึงทำการเขียนโปรแกรมสำหรับเชื่อมต่อการทำงานระหว่างบอร์ดประมวลผล ไมโครคอนโทรลเลอร์กับ LINE OA

ขั้นตอนการทดลองกับอาสาสมัคร

อาสาสมัครถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มผู้สูงอายุ (อายุ 60-90 ปี) จำนวน 14 คน และกลุ่มเด็ก (อายุ 3-10 ปี) จำนวน 16 คน เฉพาะผู้ที่ลงนามเป็นลายลักษณ์อักษรว่ามีความยินดียินยอมร่วมเป็นอาสาสมัครหลังจากรับทราบรายละเอียดแล้ว โดยอาสาสมัครทั้งสองกลุ่มจะถูกตรวจวัดค่าแรงบีบมือเพื่อบันทึกข้อมูลไว้ใน Google Sheet และแสดงผลทาง LINE ก่อนจะได้รับสไลม์ปลอดภัยคนละ 1 ชุดสำหรับไว้ออกกำลังกายกล้ามเนื้อมัดเล็กเป็นประจำ หลังจากที่ใช้สไลม์ต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 1 เดือน อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มจะถูกตรวจวัดค่าแรงบีบมืออีกครั้งเพื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้ก่อนและหลังใช้สไลม์ ซึ่งในการนี้อาสาสมัครจะเห็นข้อมูลคะแนนแรงบีบมือของตนเองก่อนและหลังใช้สไลม์ผ่านทาง LINE หลังจากนั้นจึงตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งาน ต้น แบบเทคโนโลยีไอโอทีและสไลม์สำหรับพัฒนาการกล้ามเนื้อมัดเล็กโดยแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันไลน์



ภาพที่ 5 การเก็บข้อมูลกับอาสาสมัคร

ขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจ

อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มจะได้รับการประเมินความพึงพอใจในประเด็นสำคัญดังตารางต่อไปนี้ โดย 5 หมายถึงมากที่สุด 4 หมายถึงมาก 3 หมายถึงปานกลาง 2 หมายถึงน้อย และ 1 หมายถึงน้อยที่สุด

ตารางที่ 1 ประเด็นสอบถามความพึงพอใจ

ประเด็น	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
1. ท่านได้รับความสนุกสนานเพลิดเพลินในการบริหารมือด้วยสไลม์					
2. ท่านไม่ได้รับอันตรายใดๆ จากการบริหารมือด้วยสไลม์					
3. ท่านได้รับความสะดวกในการใช้อุปกรณ์วัดระดับคะแนน จากการบริหารมือด้วยสไลม์					
4. ท่านได้รับความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์วัดระดับคะแนนจากการบริหารมือด้วยสไลม์					
5. ท่านพอใจกับการรายงานคะแนนจากการบริหารมือด้วยสไลม์ ผ่านทางข้อความไลน์					
6. ท่านได้รับคะแนนเพิ่มขึ้นภายหลังจากการบริหารมือด้วยสไลม์					
7. กล้ามเนื้อมือของท่านมีความแข็งแรงมากขึ้นภายหลังจากจากการบริหารมือด้วยสไลม์สอดคล้องกับคะแนนที่ได้รับรายงาน					
8. ท่านมีความพอใจในภาพรวมและตระหนักถึงประโยชน์ของอุปกรณ์ต้นแบบเทคโนโลยีไอโอทีและสไลม์สำหรับพัฒนาการกล้ามเนื้อมัดเล็ก โดยแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันไลน์					

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการทดสอบสมบัติของสไลม์

ในการทดสอบสมบัติของสไลม์ที่จำเป็นสำหรับงานวิจัยนี้คือ การทดสอบ Migration ของสารเคมีในของเล่น ตามมาตรฐาน มอก. 685 เล่ม 1-2562 โดยได้ส่งทดสอบที่บริษัท เอสจีเอส (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อประเมินปริมาณของสารเคมีอันตราย เช่น โลหะหนัก หรือ โบรอน ที่สามารถ "แพร่" (Migrate) ออกจากของเล่น และมีความเป็นไปได้ในการเข้าสู่ร่างกายของเด็กในสภาวะการใช้งานจริง เช่น ดูด กัด หรืออมของเล่น ได้ผลว่าปลอดภัยดังนี้



ภาพที่ 7 ผลลัพธ์ส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

ผลการประเมินความพึงพอใจ

คณะผู้วิจัยได้เริ่มต้นด้วยการนำแบบสอบถามที่ประกอบไปด้วยคำถาม เพศ อายุ การใช้งานมือ พร้อมกับวัดค่าแรงบีบมือด้วยต้นแบบที่พัฒนาขึ้น หลังจากนั้นอาสาสมัครจะได้รับสไลม์ปลอดภัยไปใช้บริหารมือเป็นเวลา 1-2 เดือน เมื่อครบกำหนดเวลา คณะผู้วิจัยจึงได้นำแบบสอบถามไปทำการประเมินผลความพึงพอใจในการใช้งานต้นแบบ และวัดค่าแรงบีบมือด้วยต้นแบบที่พัฒนาขึ้นอีกครั้ง เพื่อเปรียบเทียบค่าแรงบีบมือระหว่างครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 หลังจากนั้นจะนำผลการเปรียบเทียบและผลประเมินความพึงพอใจมาวิเคราะห์ และสรุปผลการวิจัย ซึ่งผลสรุปพบว่าอาสาสมัครมีค่าแรงบีบมือสูงขึ้นเฉลี่ย 10% และผลการประเมินความพึงพอใจการใช้งานระบบต้นแบบโดยอาสาสมัครดังนี้คือ ความพึงพอใจระดับมากที่สุดในระดับต้น “ท่านได้รับความสนุกสนานเพลิดเพลินในการบริหารมือด้วยสไลม์ ท่านไม่ได้รับอันตรายใดๆ จากการบริหารมือด้วยสไลม์” ความพึงพอใจระดับมากในระดับต้น “ท่านได้รับความสะดวกในการใช้อุปกรณ์วัดระดับคะแนนจากการบริหารมือด้วยสไลม์ ท่านได้รับความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์วัดระดับคะแนนจากการบริหารมือด้วยสไลม์ ท่านพอใจกับการรายงานคะแนนจากการบริหารมือด้วยสไลม์ผ่านทางข้อความไลน์ ท่านมีความพอใจในภาพรวมและตระหนักถึงประโยชน์ของอุปกรณ์ต้นแบบเทคโนโลยีไอโอทีและสไลม์สำหรับพัฒนาการกล้ามเนื้อมัดเล็กโดยแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันไลน์” ความพึงพอใจระดับปานกลางในระดับต้น “ท่านได้รับคะแนนเพิ่มขึ้นภายหลังจากการบริหารมือด้วยสไลม์ กล้ามเนื้อมือของท่านมีความแข็งแรงมากขึ้น”

4. สรุปผล

คณะผู้วิจัยได้ทำการวิจัยและพัฒนา ต้นแบบเทคโนโลยีไอโอทีและสไลม์สำหรับพัฒนาการกล้ามเนื้อมัดเล็ก โดยแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ในการนี้ได้ใช้องค์ความรู้ที่บูรณาการระหว่างศาสตร์ทางด้านวิศวกรรมเคมีและวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภายใต้วัตถุประสงค์สำคัญสองประการคือ เพื่อสร้างอุปกรณ์ต้นแบบเทคโนโลยีไอโอทีและสไลม์สำหรับส่งเสริมพัฒนาการกล้ามเนื้อมัดเล็ก และเพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมัดเล็กก่อนและหลังใช้อุปกรณ์ต้นแบบ ด้วยสมมติฐานที่ว่าคะแนนความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อมัดเล็กของเด็กและผู้สูงอายุ ภายหลังจากการใช้อุปกรณ์ที่ช่วยเสริมพัฒนาการหรือฟื้นฟูความสามารถของกล้ามเนื้อมัดเล็ก จะมีระดับคะแนนความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อมัดเล็กเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มตัวอย่างยังมีความพึงพอใจในการใช้อุปกรณ์ระดับดีขึ้นไปในงานวิจัยนี้บรรลุตงส่วนของวัตถุประสงค์วิจัยและยืนยันสมมติฐานว่าเป็นจริงทุกประการ ผ่านการทดลองกับกลุ่มอาสาสมัครสองกลุ่มคือ กลุ่มผู้สูงอายุในศูนย์ผู้สูงอายุตำบลบางสีทอง และกลุ่มเด็ก ในโรงเรียนวัดบางอ้อยช้าง ตำบลบางสีทอง อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี ทั้งยังก่อให้เกิดประโยชน์คือ ได้อุปกรณ์ต้นแบบเทคโนโลยีไอโอทีและสไลม์ที่มีความปลอดภัย สำหรับส่งเสริมพัฒนาการกล้ามเนื้อมัดเล็กในกลุ่มเด็กและคนชราหรือผู้ต้องการฟื้นฟูกล้ามเนื้อในส่วนดังกล่าว และเป็นองค์ความรู้สำหรับผู้สนใจได้ศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้งานหรือวิจัยต่อไป

5. เอกสารอ้างอิง

- ชานน วงศ์เจริญยง, & ภาสวัฒน์ จันทน์สมบูรณ์. (2566). อุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่งแรงกดของฝ่าเท้า. เข้าถึงได้จาก <https://opacimages.lib.kmitl.ac.th/medias/pdf/09016671.pdf>
- ชาย นามยี่, อัครพนธ์ เนื่องเหมย และมยุร ไยบัวเทศ. (2567). การพัฒนาอุปกรณ์นับจำนวนการชกและการเตะในกีฬาเทควันโด ด้วยเซ็นเซอร์ FSR. วารสารวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์, 2(1), 22–30.
- ศุภรัตน์ แยมครวญ. (2566). ESP32 คืออะไร. เข้าถึงได้จาก <https://byter.in.th/esp32/what-is-esp32/>
- Arduino. (2023). *Arduino® UNO R3*. สืบค้นจาก <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000066-datasheet.pdf>
- Arduino4. (2566). *FSR402 เซนเซอร์วัดแรงกดขั้วน้ำหนักร Force Sensing Resistor*. เข้าถึงได้จาก <https://www.arduino4.com/product/685/fsr402-เซนเซอร์วัดแรงกด-ขั้วน้ำหนักร-force-sensing-resistor>

เว็บแอปพลิเคชันตอบคำถามด้วยระบบคลังคำถาม-ตอบที่พบบ่อย: กรณีศึกษา

งานกิจการนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร

Web Application Answering Questions Using a FAQs Knowledge-based System

A Case Study: Student Affairs of Faculty of Science and Technology, RMUTP

ศิริวิทย์ มากดี¹ รัตพล ศิริพันธ์¹ สุทธิพงษ์ ดำรงวิพงษ์¹ สุรเชษฐ์ เรืองประโคน¹

นิภาพร ปัญญา¹ ภัสสร สิงห์ธรรม¹ และ ธิดาวรร คล้ายศรี^{1*}

Sirawat Makdee¹ Ratthaphon Siriphan¹ Sutthipong Damrongwichapong¹

Surachet Rongprakhon¹ Niphaporn Panya¹ Papatsorn Singhatham¹ and Thidawan Klaysri^{1*}

¹ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

E-mail: Makdeesirawit@gmail.com 096-98066451, Ply17728@gmail.com 06321730692, Sutthipong-d@rmutp.ac.th 08738548803

บทคัดย่อ

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันตอบคำถามด้วยระบบคลังคำถาม-ตอบที่พบบ่อย มีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหาการรอคอยคำตอบและการงานตอบคำถาม คณะวิจัยศึกษาระบบงานจากฝ่ายกิจการนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร โดยรวบรวมความต้องการจากผู้ที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์และออกแบบเว็บแอปพลิเคชันนี้ ให้สามารถค้นคำตอบ จัดการคลังคำถาม-ตอบ ข่าวกิจการนักศึกษาและสิทธิการใช้งาน สามารถแจ้งขออนุมัติงานจากผู้ตรวจสอบ และแสดงสารสนเทศบนแดชบอร์ดได้ แล้วสร้างเว็บแอปพลิเคชันให้ค้นคืนคำตอบจากคลังคำถาม-ตอบที่พบบ่อยในระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ด้วยคำสั่ง SQL ภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง บน MySQL และเขียนโค้ดควบคุมการปฏิบัติงานด้วยภาษา PHP บนเฟรมเวิร์ก Laravel ผลการทดสอบทุกฟังก์ชันใช้งานได้ดี มีค่าเฉลี่ยจากผู้ใช้งานประมาณ 4.28 ผู้ดูแลระบบ 4.80 และผู้ตรวจสอบ 4.52 ผลประเมินความพึงพอใจต่อการออกแบบอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวมประมาณ 4.47 จากผู้ใช้งาน 4.28 ผู้ดูแลระบบ 4.83 และผู้ตรวจสอบ 4.31

คำสำคัญ: เว็บแอปพลิเคชัน, คลังคำถาม-ตอบที่พบบ่อย, ภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง, แดชบอร์ดสารสนเทศ, กิจการนักศึกษา

Abstract

The development of the web application answering questions by FAQs: Frequency Asked Questions knowledge-based system aims to solve the problems of customers anticipation and over work load in answering questions of employees. We studied a legacy system from the student affairs of the faculty of science and technology, RMUTP: Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. Collected requirements from those involved in the system were utilized for the web application analysis and design to find answers, to manage the FAQs system, student affair news and authorization, to notify the approver for consent, and to display info-dashboards. Then we implement the web application for answer retrieval from the FAQs in a relational database using SQL: Structured Query Language commands on MySQL, and code by PHP on Laravel Framework for controlling the operations. All functional testing results succeed, the average values approximately for users 4.28, admins 4.80 and approvers 4.52. They satisfy for the design by an overall average of around 4.47; for individual users, admins and approvers, they are approximately 4.28, 4.83, and 4.31, respectively.

Keywords: Web Application, FAQs Knowledge-based, SQL, Information Dashboard, Student Affairs

1. บทนำ

งานบริการลูกค้า (Customer Service) มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาองค์กร ที่มุ่งสร้างความพึงพอใจในการให้บริการแก่ลูกค้า เช่น งานตอบคำถามเกี่ยวกับสินค้า การบริการ และสิทธิประโยชน์ต่างๆ ยังช่วยสานความสัมพันธ์กับลูกค้า (Customer Relationship) ด้วยการบริหารความสัมพันธ์กับลูกค้า (CRM: Customer Relationship Management) ผ่านช่องทางที่หลากหลายให้ลูกค้าได้รับประสบการณ์ที่ดี เช่น โทรศัพท์ โทรผ่านไลน์ เฟซบุ๊ก อีเมลล์ แต่อาจยังไม่ตรงกับความต้องการอย่างแท้จริง เช่น ไม่อาจตอบคำถามได้ทันเวลาเพราะมีบุคลากรไม่เพียงพอ แต่เนื่องจากทรัพยากรบุคคลมีต้นทุนที่สูง ดังนั้นหลายองค์กรจึงได้นำ ‘ระบบคลังคำถาม-ตอบที่พบบ่อย’ (FAQs knowledge-based system) มาใช้สนับสนุนงานบริการตอบคำถามลูกค้า ช่วยลดภาระงานพนักงานผู้ให้บริการ (Amazon, 2024) ดังเช่น Amazon.com ร้านค้าปลีกออนไลน์รายใหญ่ ได้สร้างแอปพลิเคชันช่วยค้นคำตอบจาก ‘คำถาม-ตอบที่พบบ่อย’ (FAQs) จัดเก็บเป็น ‘คลังความรู้’ (knowledge-based) บริการให้ผู้ใช้งานได้สอบถามด้วย ‘การค้นคืนสารสนเทศ’ (information retrieval) ใน ‘คลังคำถาม-ตอบที่พบบ่อย’ (FAQs knowledge-based) (Amazon application, 2025) ส่วนงานพัฒนาระบบถาม-ตอบในงานวิจัย (เกสรฯ, สันติ และอรธผล, 2565) ที่ได้พัฒนาระบบออนไลน์ถาม-ตอบปัญหาทางทะเบียนเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับนักศึกษาโดยใช้ออนโทโลยีแนะนำคำค้น ส่วนงานวิจัย (โชติมนต์, กขกร และมนรดา, 2564) ที่พัฒนาระบบบริการงานทะเบียนด้วยการเพิ่มช่องทางการติดต่อสอบถามด้วยไลน์แชทบอทมาแก้ปัญหาการตอบคำถามที่พบบ่อยๆ และงานวิจัย (สมนา, ณัฐพร และจิรณัฐ, 2563) นำแชทบอทมาให้บริการตอบคำถามนักศึกษาในกองพัฒนานักศึกษา

การพัฒนางานบริการตอบคำถามลูกค้าให้บรรลุผลได้นั้น ผู้พัฒนาต้องเข้าใจกระบวนการทำงานของระบบ ทราบถึงปัญหาและความต้องการของบุคลากรผู้เกี่ยวข้องในระบบงานเป็นอย่างดี ดังที่คณะวิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์ระบบงานบริการตอบคำถามนักศึกษาของฝ่ายกิจการนักศึกษา สังกัดคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. พระนคร เพื่อเป็นกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ โดยสร้างคลังคำถาม-ตอบที่พบบ่อย สร้างฟังก์ชันค้นหาคำตอบจากคลังคำถาม-ตอบ และสร้างฟังก์ชันจัดการระบบ back-end ที่ทำงานเบื้องหลังระบบ และแสดงสารสนเทศของระบบงานบนแดชบอร์ด (information dashboard) ตัวอย่างงานวิจัย (ปิยะวดี, 2561) ที่ได้ออกแบบและสร้างแดชบอร์ดแสดงผลวิเคราะห์ข้อมูลด้านการส่งเสริมธุรกิจการขายของธนาคารพาณิชย์ และงานวิจัย (ธนทรศ และธิดาวรร, 2563) นำเสนอแดชบอร์ดสรุปสารสนเทศของระบบประชาสัมพันธ์งานมหกรรมไทยออนไลน์

การวิจัยในบทความนี้มุ่งเน้นแก้ไขปัญหาในระบบงานเดิม กล่าวคือ นักศึกษารอคำตอบนาน และพนักงานมีภาระงานตอบคำถามมากเกินไป โดยการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันตอบคำถามด้วยระบบคลังคำถาม-ตอบที่พบบ่อยในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาและวิเคราะห์งานบริการตอบคำถาม 2) ออกแบบและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน และ 3) ประเมินผลเว็บแอปพลิเคชันนี้ ประโยชน์ที่คาดหวังจากการวิจัย ได้แก่ ช่วยให้นักศึกษาสามารถสอบถามและทราบคำตอบในทันที ไม่ต้องรอคำตอบจากพนักงาน และช่วยลดภาระงานตอบคำถามให้กับพนักงานฝ่ายกิจการนักศึกษา งานหลักของระบบประกอบด้วย ระบบจัดการคลังคำถาม-ตอบและข่าวกิจการนักศึกษา ระบบค้นหาคำตอบ ระบบจัดการสิทธิของผู้ใช้งาน และระบบแจ้งขออนุมัติงาน และประกาศข่าวใหม่ บทความวิจัยนี้เสนอวิธีการดำเนินงานวิจัย นำเสนอและสรุปผลการวิจัย ดังเนื้อหาในส่วนที่ 2 ถึง 4

2. ระเบียบวิธีวิจัย

ดำเนินงานวิจัยโดยศึกษา วิเคราะห์ และออกแบบระบบงานตอบคำถาม พัฒนาและประเมินผลเว็บแอปพลิเคชัน อธิบายดังนี้

2.1 ศึกษาและวิเคราะห์งานบริการตอบคำถาม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. พระนครให้บริการข้อมูลและข่าวสารงานกิจการนักศึกษาทางเว็บเพจของคณะ เช่น ทุนการศึกษา ทรานสคริปต์กิจกรรม กีฬา วิชาการทหาร ศิษย์เก่าและชุมชนสัมพันธ์ และแนะแนวการศึกษาและอาชีพ และยังให้บริการตอบคำถามนักศึกษาทางแอปพลิเคชันไลน์ ซึ่งมีนักศึกษาเป็นสมาชิกกลุ่มไลน์อยู่ประมาณ 400 คน คณะวิจัยศึกษางานในระบบบริการตอบคำถามนี้ ทราบว่า นักศึกษาสามารถถามข้อสงสัยได้โดยตรงกับพนักงานที่ห้องทำงาน ทางโทรศัพท์ การโทรหรือพิมพ์ผ่านไลน์ พบปัญหาว่า มีคำถามจำนวนมากจากนักศึกษา พนักงานมีภาระงานล้นมือไม่อาจตอบกลับได้ทันที คำถามที่ได้รับส่วนใหญ่มักซ้ำเดิม และยังพบอุปสรรคในเรื่องการสื่อสาร ได้แก่ นักศึกษาเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนจากการพิมพ์ด้วยภาษาพูด

ทางไลน์ ส่งผลให้พวกเขาเสียสิทธิประโยชน์ ซึ่งประเด็นปัญหาเหล่านี้ คณะวิจัยได้วิเคราะห์ว่า สามารถแก้ไขได้ด้วยการพัฒนาระบบบริการตอบคำถามจากเดิมให้ดีขึ้น ดังนั้น คณะวิจัยจึงได้รวบรวมความต้องการให้พัฒนาระบบงานเดิม (legacy system) และข้อเสนอแนะต่างๆ จากการสอบถามนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ฯ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์จำนวน 20 คน สัมภาษณ์บุคลากรผู้ปฏิบัติงานกิจการนักศึกษาจำนวน 3 คน และสอบถามคณาจารย์สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์อีกจำนวน 7 คน สรุปประเด็นปัญหาได้ ดังนี้

1) กลุ่มที่ 1 นักศึกษาผู้สอบถาม

งานกิจการนักศึกษา อาทิ เรื่องคะแนนกิจกรรม การศึกษา กิจกรรมกีฬาและนันทนาการอื่นๆ และกฎระเบียบการแต่งกาย แต่บางครั้งไม่ได้รับคำตอบทางไลน์ในทันที หรือไม่ได้รับข้อมูลเพียงพอครบถ้วน บ้างเกิดความสับสนจากการสื่อสารทางไลน์ บางคนเข้าไปสอบถามโดยตรงที่ห้องทำงานของพนักงาน แต่มีอุปสรรคเพราะพนักงานมีภาระงานอื่นๆ ที่ติดพันยังต้องปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง

2) กลุ่มที่ 2 พนักงานตอบคำถาม

มักได้รับคำถามซ้ำเดิม แอปพลิเคชันไลน์ไม่มีฟังก์ชันที่สามารถจัดแยกกลุ่มคำถาม คำตอบออกเป็นหมวดหมู่ พนักงานที่ปฏิบัติหน้าที่มีอยู่เพียง 3 คนซึ่งมีภาระงานที่ล้นมือ อาจไม่สามารถตอบคำถามนักศึกษาทุกคนได้ในทันที

3) กลุ่มที่ 3 ผู้ตรวจสอบงาน

กิจการนักศึกษา ได้รับงานกิจกรรมและสวัสดิการจากมหาวิทยาลัยมาประสานต่อให้พนักงานและสโมสรนักศึกษา ปฏิบัติงานซึ่งมีหลายขั้นตอนในการดำเนินการ จึงอาจล่าช้า ผิดพลาด หรืออาจดำเนินการไม่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของงาน

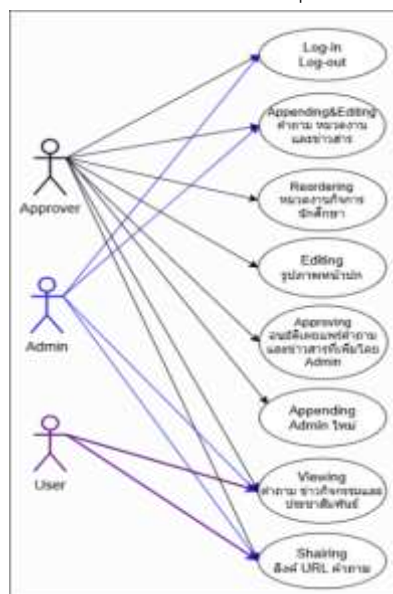
วิเคราะห์จากประเด็นปัญหาข้างต้น คณะวิจัยจึงนำเสนอแอปพลิเคชันที่ให้บริการตอบคำถามผ่านทางอินเทอร์เน็ต เข้ามาช่วยเสริมงานตอบคำถามในระบบเดิมให้ทำงานได้เบ็ดเสร็จในจุดเดียว เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ดังออกแบบในส่วนที่ 2.2

2.2 ออกแบบระบบงานตอบคำถาม

การออกแบบระบบสิทธิใช้งานเว็บแอปพลิเคชันตอบคำถามใน 2.2.1 และการออกแบบฐานข้อมูลสำหรับระบบคลังคำถาม-ตอบที่พบบ่อยในส่วนที่ 2.2.2

1) ออกแบบสิทธิใช้งานเว็บแอปพลิเคชันตอบคำถาม

เว็บแอปพลิเคชันนี้ให้บริการด้วยฟังก์ชันต่างๆ ได้ตามสิทธิของบุคลากรที่เกี่ยวข้องในระบบงาน วิเคราะห์ในส่วนที่ 2.1 ดังแสดงแบบจำลองการใช้งาน (use-case diagram) ในภาพที่ 1 โดยสรุปการออกแบบสิทธิใช้งานตามบทบาท ออกเป็น 3 ส่วน



ภาพที่ 1 แบบจำลองสิทธิใช้งานเว็บแอปพลิเคชันตอบคำถาม

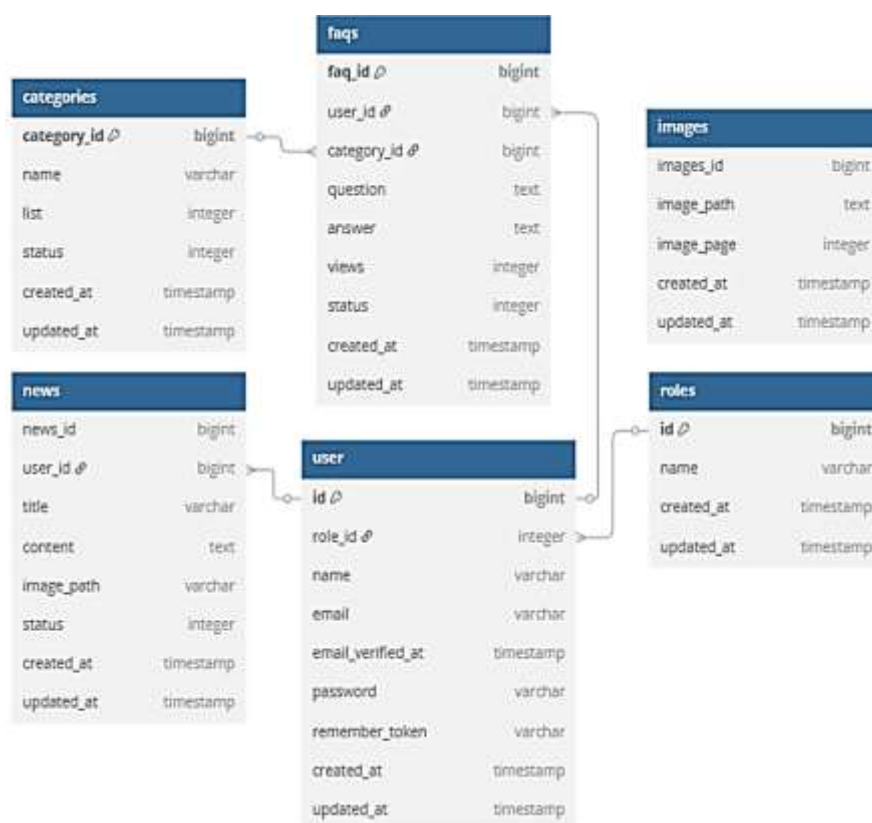
ส่วนที่ 1 ผู้ใช้งาน (User) ระบบ front-end ที่ไม่ต้องล็อกอินเข้าระบบ back-end ได้แก่ นักศึกษา มีสิทธิดูคำถาม-ตอบและประกาศข่าวกิจกรรม และแชร์ลิงค์คำถาม-ตอบ URL: Uniform Resource Locator ด้วยการคัดลอกและวางได้

ส่วนที่ 2 ผู้ดูแลระบบ (Admin) back-end ได้แก่ พนักงานฝ่ายกิจการนักศึกษา มีสิทธิใช้งานระบบ front-end ได้เช่นเดียวกับผู้ใช้งานส่วนแรก หากล็อกอินเข้าระบบได้แล้ว ย่อมมีสิทธิเพิ่มและแก้ไขคำถาม-ตอบ หมวดหมู่งานและข่าวสารได้ ถ้าหากล็อกเอ้าท์ออกจากระบบแล้ว สิทธิการใช้งานเปลี่ยนกลับไปเป็นผู้ใช้งานระบบ front-end

ส่วนที่ 3 ผู้ตรวจสอบ (Approver) และอนุมัติงานโดยหัวหน้าฝ่ายกิจการนักศึกษา มีสิทธิใช้งานระบบ front-end และ back-end ได้เช่นเดียวกับผู้ดูแลระบบ แต่เพิ่มสิทธิให้สามารถเรียงลำดับหมวดหมู่งาน แก้ไขรูปภาพหน้าปก พิจารณาอนุมัติการเผยแพร่คำถามและประกาศข่าวที่ได้ขอเพิ่มเข้าสู่ระบบคลังคำถาม-ตอบ (โดยผู้ดูแลระบบ) และสามารถเพิ่มผู้ดูแลระบบใหม่เข้าสู่ระบบได้ การล็อกเอ้าท์ของผู้ตรวจสอบมีผลเปลี่ยนกลับไปยังผู้ใช้งานระบบ front-end เช่นเดียวกับผู้ดูแลระบบ

2) ออกแบบฐานข้อมูลสำหรับระบบคลังคำถาม-ตอบที่พบบ่อย

ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นสำหรับระบบคลังคำถาม-ตอบที่พบบ่อย ประกอบด้วย 6 ตาราง ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แบบจำลองฐานข้อมูลสำหรับระบบคลังคำถาม-ตอบที่พบบ่อย

2.1) ตาราง user จัดเก็บรายละเอียดของแต่ละบุคคลที่เกี่ยวข้องในระบบงาน โดยเชื่อมโยงไปยังตาราง roles ด้วยฟิลด์ role_id เพื่อใช้ตรวจสอบสิทธิในการใช้งานระบบ และถูกเชื่อมโยงกับตาราง faqs และตาราง news ผ่านฟิลด์ user_id เพื่อใช้ค้นคืนข้อมูลการใช้งานคลังคำถาม-ตอบและงานประกาศข่าว

2.2) ตาราง roles จัดเก็บรายละเอียดบทบาทงานของผู้ที่เกี่ยวข้องในระบบทั้ง 3 กลุ่ม โดยถูกเชื่อมโยงผ่านฟิลด์ user_id ไปยังตาราง user เพื่อการระบุสิทธิใช้งานระบบ

2.3) ตาราง categories จัดเก็บรายละเอียดหมวดหมู่งานกิจการนักศึกษา โดยถูกเชื่อมโยงผ่านฟิลด์ category_id ไปยังตาราง faqs เพื่อใช้ระบุหมวดหมู่ของคำถาม-ตอบ

2.4) ตาราง **news** จัดเก็บข่าวงานกิจกรรมนักศึกษาที่ประกาศ โดยเชื่อมโยงไปยังตาราง **user** ด้วยฟิลด์ **user_id** เพื่อใช้ในการเข้าถึงข้อมูลประกาศข่าวกิจกรรมนักศึกษา

2.5) ตาราง **feqs** จัดเก็บข้อมูลคำถาม-ตอบ รวมทั้งรายละเอียดต่างๆ ของที่เกี่ยวข้องในระบบ โดยเชื่อมโยงไปยังตาราง **categories** ด้วย **category_id** เพื่อใช้งานฟังก์ชันในหมวดหมู่งานกิจกรรมนักศึกษาภายใต้สิทธิ์ที่ได้รับนั้น

2.6) ตาราง **images** จัดเก็บข้อมูลภาพอินโฟกราฟิกต่างๆ แต่ไม่ได้เชื่อมโยงกับ 5 ตารางข้างต้น ข้อมูลภาพเหล่านี้ใช้สำหรับแสดงประกาศข่าวกิจกรรมนักศึกษาและแบนเนอร์ประชาสัมพันธ์ในเว็บเพจ

2.3 พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันตอบคำถาม

เว็บแอปพลิเคชันนี้มีขั้นตอนในการพัฒนา ดังอธิบายในส่วนที่ 2.3.1 ถึง 2.3.5 ต่อไปนี้

2.3.1 สร้างคลังคำถาม-ตอบและประกาศข่าว

ปฏิบัติการสร้างฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (ดังออกแบบในส่วนที่ 2.2.2) ให้เป็น “คลังคำถาม-ตอบและข่าว” โดยทำ Migration ด้วยการสร้างตาราง **MySQL** ภายใน **Laravel Framework** แล้วเขียนโค้ดพีเอชพี “**php artisan make:migration create_faqs_table**” สั่งการสร้างไฟล์ Migration ให้กับตาราง ‘**faqs**’ ซึ่งเป็นตารางหลักของคลังคำถาม-ตอบขึ้นมา จากนั้นสร้าง Model ควบคุมการจัดการฐานข้อมูลคลังคำถาม-ตอบและข่าวนี้ ได้แก่ กำหนด relationship ด้วยคำสั่ง “**php artisan make:model Faqs**”

2.3.2 สร้างระบบคลังคำถาม-ตอบที่พบบ่อย

ปฏิบัติการสร้าง “ระบบคลังคำถาม-ตอบที่พบบ่อย” ให้มีฟังก์ชันค้นคืนคำตอบด้วยการป้อน ‘คำค้น’ (keyword) ที่อาจเป็นคำถามหรือคำตอบไป ‘สอบถาม’ (query) ยังคลังคำถาม-ตอบ ที่สร้างไว้ในส่วนที่ 2.3.1 โดยใช้คำสั่งสอบถามเชิงโครงสร้าง SQL ด้วยหน่วย Controller ควบคุมการประมวลผลใน **Laravel Framework** ให้ค้นคืน (retrieving) คำตอบจากกลุ่มคำถาม-ตอบที่ถูกสอบถามถึงบ่อยๆ หรือมีความถี่ในการถูกสอบถามสูงกว่า แล้วนำคำถาม-ตอบที่หาพบมาแสดงผลบนเว็บเพจในระบบ front-end การค้นคืนคำตอบจากคลังคำถาม-ตอบด้วยคำสั่ง ดังโค้ดที่สาธิตในกรอบข้างล่างนี้

```
public function search (Request $request)
{
    $query = $request -> input ('query');
    $results = Faqs:: where ('question', 'like', "%{$query}%") -> orWhere ('answer', 'like', "%{$query}%") -> get();
    return view ('backend.faq.searchFaqs', compact ('query', 'results'));
}
```

2.3.3 ทดสอบการทำงานของระบบตอบคำถาม

การทดสอบผลตอบคำถามของ “ระบบคลังคำถาม-ตอบที่พบบ่อย” โดยป้อน ‘คำค้น’ ไปยังคลังคำถาม-ตอบ ได้แก่ รายการที่ถาม-ตอบ ภายใต้ “ประเภทของงาน” ดังแสดงในตารางที่ 1 ผลลัพธ์ของการค้น ‘ถูก’ หรือ ‘ผิด’ ขึ้นอยู่กับคำค้นที่ใช้หากคำค้นนั้นเป็นส่วนหนึ่งของคำหลักสำคัญในประโยคที่นำเสนอรายการที่ถาม-ตอบนั้นๆ (ดังคำ/กลุ่มคำที่เน้นตัวหนา) ย่อมได้รับคำตอบที่ถูกต้อง ตรงกับรายการที่ถาม-ตอบ ดังตัวอย่างคำค้นและผลลัพธ์ที่ระบบแสดง (ดูตัวอย่างในคอลัมสุดท้ายของตารางที่ 1) โดยทดสอบด้วยรายการที่ให้คำตอบจำนวน 16 รายการ ในงานกิจกรรมนักศึกษาจำนวน 11 ประเภท

ตารางที่ 1 การทดสอบระบบตอบคำถามด้วยคำค้นในรายการที่ถาม-ตอบ

ประเภทของงาน	รายการที่ถาม-ตอบ	ตัวอย่างคำค้นที่ได้รับคำตอบถูกต้อง
1. ระเบียบการแต่งกาย	-การแต่งกายนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	-แต่งกาย หรือ การแต่งกาย
2. กองทุนกู้ยืมเพื่อการศึกษา	-ดาวน์โหลดแบบฟอร์มยศ. ได้ที่ไหน? -กำหนดการให้กู้ยืมเงินเพื่อการศึกษา -คู่มือการดำเนินงานระบบกองทุนให้กู้ยืมเพื่อการศึกษาแบบดิจิทัล (DSL) สำหรับผู้กู้ยืมเงิน	-ยศ. กองทุน กู้ หรือ ยืม -กำหนดการ การให้กู้ -คู่มือ ระบบกองทุน ดิจิทัล หรือ ผู้กู้ยืมเงิน
3. การผ่อนผันทหาร	-หลักเกณฑ์การผ่อนผันทหาร -ระเบียบการรับราชการทหารพ.ศ. 2497 -เอกสารในการผ่อนผันทหารต้องส่งอะไรบ้าง	-ผ่อนผันทหาร -ราชการทหาร -เอกสารในการผ่อนผันทหาร
4. กิจกรรมนักศึกษา	-ดาวน์โหลดแบบขอใบรับรองการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตรได้ที่ไหน	-ใบรับรอง กิจกรรมเสริม เสริมหลักสูตร
5. ทูน	-รายละเอียดทุนการศึกษา	-ทุน หรือ ทุนการศึกษา
6. กีฬา	-ระเบียบว่าด้วยการส่งนักกีฬา จำนวนนักกีฬาที่ส่งเข้าร่วมการแข่งขัน กีฬามหาวิทยาลัย	-การแข่งขัน แข่งขัน แข่งขันกีฬา หรือกีฬา
7. สวัสดิการนักศึกษา	-สวัสดิการและบริการนักศึกษามีอะไรบ้าง	-สวัสดิการ
8. ชั่วโมงกิจกรรม	-ขั้นตอนการทำทรานสคริปต์กิจกรรม -การตรวจสอบข้อมูลการเข้าร่วมกิจกรรมได้ที่ไหน	-ทรานสคริปต์ หรือ ทรานสคริปต์กิจกรรม -ข้อมูลการเข้าร่วม
9. สโมสรนักศึกษา	-หน้าที่ของสโมสรนักศึกษา	-สโมสร หรือ สโมสรนักศึกษา
10. ศิลปวัฒนธรรม	-หน้าที่ของศิลปวัฒนธรรม	-ศิลป วัฒนธรรม หรือ ศิลปวัฒนธรรม
11. แผนการเรียนการสอน	-งานแผนการเรียนการสอนและอาชีพ	-แผน แผนการเรียนการสอน หรือ อาชีพ

2.3.4 กำหนดและตรวจสอบสิทธิของผู้ใช้งาน

ปฏิบัติการตรวจสอบเงื่อนไขเมื่อมีผู้ล็อกอินเข้าสู่ระบบ back-end หากระบุ 'ชื่อผู้ใช้งาน' (user email) และ 'รหัสผ่าน' (password) ได้ถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ จึงอนุญาตให้เข้าสู่ระบบ ดังโค้ดที่สาธิตในกรอบข้างล่างนี้

Switch (\$role_id)			
{	case 1:	echo "แสดงเว็บเพจผู้ดูแลระบบ";	break;
	case 2:	echo "แสดงเว็บเพจผู้ตรวจสอบ";	break;
	default:	echo "แสดงเว็บเพจผู้ใช้งาน";	break;
}			

2.3.5 แจ้งเตือนคำขออนุมัติงานกิจกรรมนักศึกษา

หน้าที่ผู้ดูแลระบบเพิ่มงานในหน้าที่ คำถาม-ตอบ และการประกาศข่าวสารกิจกรรม ระบบทำการแจ้งเตือนด้วยอีเมลแบบอัตโนมัติ โดยใช้ smtp ของ Google ส่งไปขอให้ผู้ตรวจสอบพิจารณาอนุมัติงาน เริ่มจากการยืนยันขั้นตอนประมวลผลใน Gmail ได้แก่ สร้างรหัสผ่าน เลือกอีเมล และนำรหัสผ่านที่ได้มาใส่ไว้ที่ .env ของเว็บแอปพลิเคชัน ดังแสดงในกรอบล่างซ้าย จากนั้นสั่งการแจ้งเตือนทางอีเมลด้วย Laravel notification โดยการสร้าง Mailable ด้วยคำสั่ง "php artisan make:mail FaqsEmail" ดังโค้ดสาธิตในกรอบล่างขวานี้

```
MAIL_MAILER      = smtp
MAIL_HOST        = smtp.gmail.com
MAIL_PORT        = 587
MAIL_USERNAME    = อีเมลล์
                 บุคลากร@gmail.com
MAIL_PASSWORD    = รหัสผ่านที่ได้มาจาก
                 Gmail
MAIL_ENCRYPTION  = tls
MAIL_FROM_ADDRESS = "อีเมลล์
                 บุคลากร@gmail.com"
MAIL_FROM_NAME   =
```

```
public function build ()
{ return $this->subject t ('แจ้งเตือนการเพิ่มงาน
ใหม่')
->view ('emails.notify_reviewer');
}
```

จากนั้นสร้างแบบฟอร์มการส่งอีเมลล์ด้วย Views แล้วเขียนโค้ดปรับรูปแบบของการส่งอีเมลล์ไปยังผู้ตรวจสอบให้
 ชวนอ่านมากยิ่งขึ้น แล้วเขียนโค้ดใน Controller ควบคุมให้ส่งอีเมลล์ในทันทีที่ผู้ดูแลระบบได้สร้างคำถาม-ตอบ ประกาศข่าวสาร
 และงานในหน้าที่ ดังโค้ดสาธิตในกรอบข้างล่างนี้

```
private function sendCategoryNotificationEmails ()
{ $admins = User::where ('role_id', 1)-> get ();
  $mailMessage = 'ผู้ดูแลระบบได้ร้องขอให้ท่านอนุมัติงานใหม่ ผู้ตรวจสอบโปรดเข้าสู่ระบบเพื่อพิจารณาอนุมัติงานใหม่นี้
  ด้วย';
  $subject = 'ผู้ดูแลระบบขออนุมัติงานใหม่';
  try { foreach ($admins as $admin) { Mail::to ($admin-> email)->send (new
  FaqsStoreEmail ($mailMessage, $subject)); }
  } catch (\Exception $e) { \Log::error ('Failed to send email notifications: ' . $e ->
  getMessage ()); }
```

2.4 ประเมินผลเว็บแอปพลิเคชันตอบคำถาม

ดำเนินการประเมินผลเว็บแอปพลิเคชันโดยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในระบบงานทดสอบใช้งานฟังก์ชัน และวัดความพึงพอใจต่อ
 การออกแบบเว็บแอปพลิเคชันด้วยแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) ตามวิธี Likert Scale แบบ 5 ระดับ อัน
 ได้แก่ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ลำดับความพึงพอใจจากดีมาก ด้วยคะแนนระดับ 5 ไปยังน้อยที่สุด ด้วยคะแนนระดับ 1
 ผู้ทดสอบฟังก์ชันและตอบแบบสอบถาม ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ผู้ใช้งาน 20 คน พนักงานผู้ดูแลระบบ
 กิจกรรมนักศึกษา 3 คนและอาจารย์ 2 คน และผู้ตรวจสอบ 5 คนจากคณาจารย์สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ รวมผู้ทดสอบและ
 ประเมินจำนวน 30 คน

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

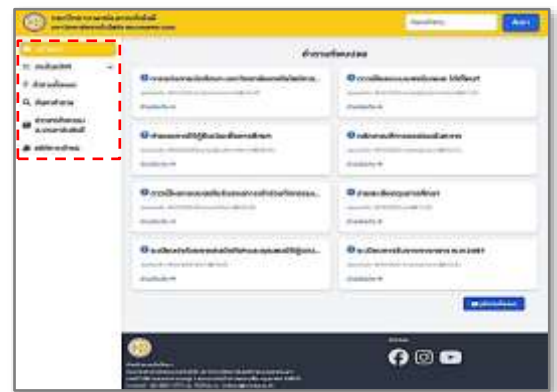
ผลการพัฒนาและผลการประเมินเว็บแอปพลิเคชัน อภิปรายในส่วนที่ 3.1 ถึง 3.4 ตามลำดับ ดังนี้

3.1 ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วยสิทธิ์ของผู้ใช้งาน

เพจหลักของเว็บแอปพลิเคชันนำเสนอสารสนเทศในหลายรายการ ด้วยหน้าจอที่สามารถเลื่อนขึ้น-ลงในแนวดิ่งได้
 ภาพที่ 3 แสดงเว็บเพจหลักส่วนบนมีรูปแบบบนเนอร์ และรายการประกาศข่าวสารกิจกรรม อีกทั้งมีฟังก์ชัน ‘ค้นหาคำถาม’ สามารถ
 เรียกใช้งานได้จาก กรอบป้อนคำค้นหา ณ ลูกศรเลข 1 หรือเลือกที่เมนูหลักในกรอบเส้นประทางด้านซ้ายสุดของเพจ ณ ลูกศรเลข
 2 ส่วนภาพที่ 4 แสดงเว็บเพจหลักส่วนล่าง ที่แสดงคำถาม-ตอบที่พบบ่อย ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคนสามารถเรียกดูได้

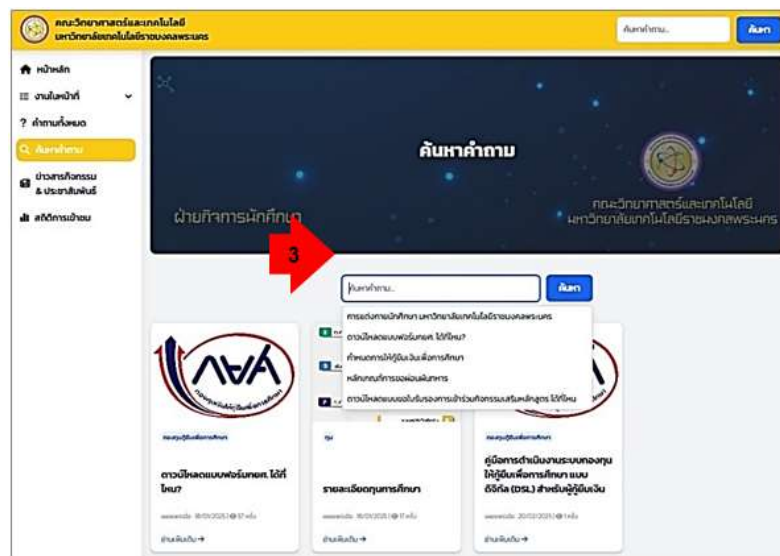


ภาพที่ 3 เว็บไซต์หลักส่วนบน



ภาพที่ 4 เว็บไซต์หลักส่วนล่าง

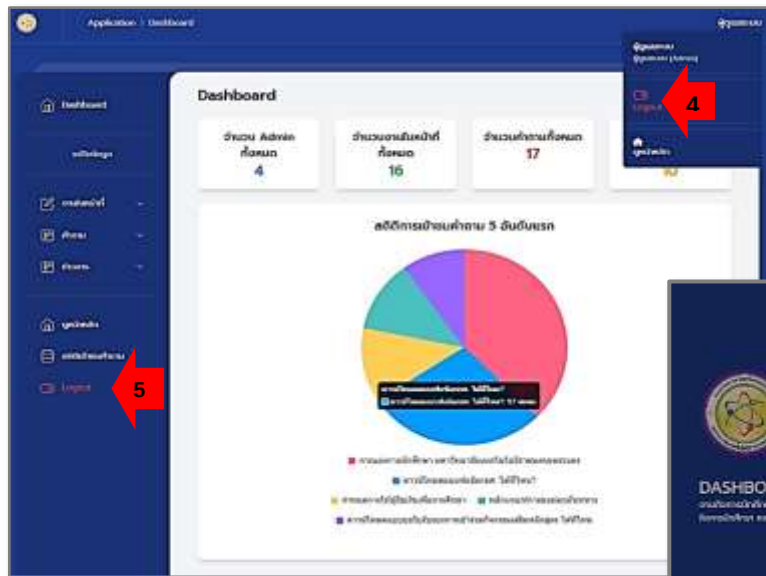
เว็บไซต์ที่แสดงในภาพที่ 5 แสดงฟังก์ชันการค้นหาคำตอบ ณ ลูกศรเลข 3 ซึ่งผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคนสามารถป้อนคำค้นหาเพื่อให้ระบบคลังคำถาม-ตอบได้ค้นคืนคำตอบมาแสดง



ภาพที่ 5 เว็บไซต์แสดงการค้นหาคำตอบจากคลังคำถาม-ตอบที่พบบ่อย

3.2 ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วยสิทธิ์ของผู้ดูแลระบบ

เว็บไซต์ในภาพที่ 6 แสดงเพจแรกของระบบ back-end ที่นำเสนอข้อมูลสถิติด้วยแผนภูมิวงกลมบนแดชบอร์ดให้กับผู้ดูแลระบบ และผู้ตรวจสอบ ภาพที่ 7 แสดงผลหน้าจอการออกจากระบบหลังจากเลือก 'Logout' ณ ลูกศรเลข 4 หรือ 5

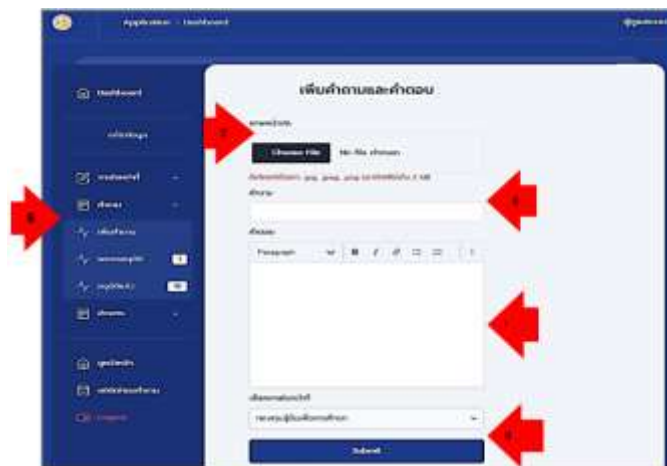


ภาพที่ 6 เว็บเพจหลักของระบบ back-end



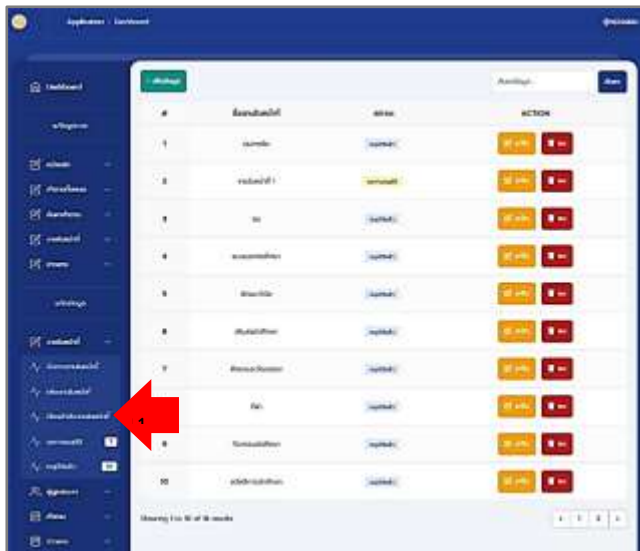
ภาพที่ 7 หน้าจอออกจากระบบ back-end

เว็บเพจในภาพที่ 8 แสดงผลลัพธ์ที่ผู้ดูแลระบบเลือกเมนูย่อย 'เพิ่มคำถาม' ณ ลูกศรเลข 6 ภายใต้เมนู 'คำถาม' โดยสามารถเลือกไฟล์ภาพที่ต้องการอัปโหลด ณ ลูกศรเลข 7 ส่วนลูกศรเลข 8 ถึง 10 สำหรับระบุคำถาม คำตอบ และงานในหน้าที่ๆ ต้องการเพิ่มใหม่เข้าสู่ระบบตามลำดับ

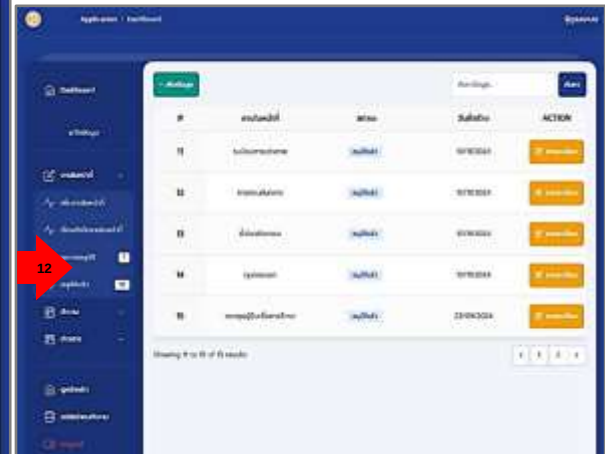


ภาพที่ 8 เว็บเพจแสดงการเพิ่มคำถามและคำตอบ

เว็บเพจในภาพที่ 9 ทางด้านซ้ายแสดงฟังก์ชันการจัดการงานในหน้าที่ สามารถเลือกได้จากเมนู 'จัดการงานในหน้าที่' ณ ลูกศรเลข 11 ภายใต้เมนูหลัก "งานในหน้าที่" เพื่อแก้ไขหรือลบงานในหน้าที่ และเว็บเพจในภาพที่ 9 ทางด้านขวาแสดงฟังก์ชันการอนุมัติงานจากผู้ตรวจสอบ สามารถเลือกได้จากรายการ 'อนุมัติแล้ว' ณ ลูกศรเลข 12 เพื่อดูรายละเอียดของงานที่ได้รับการอนุมัติแล้ว



(ซ้าย) จัดการงานในหน้าที่

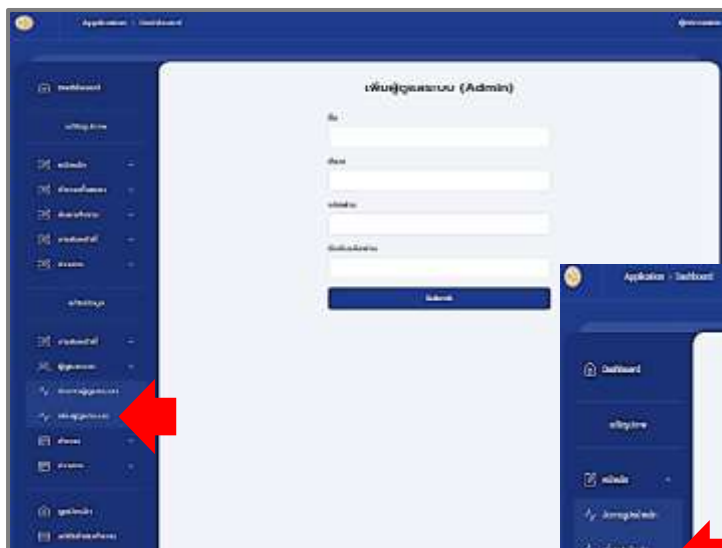


(ขวา) ผลการอนุมัติงาน

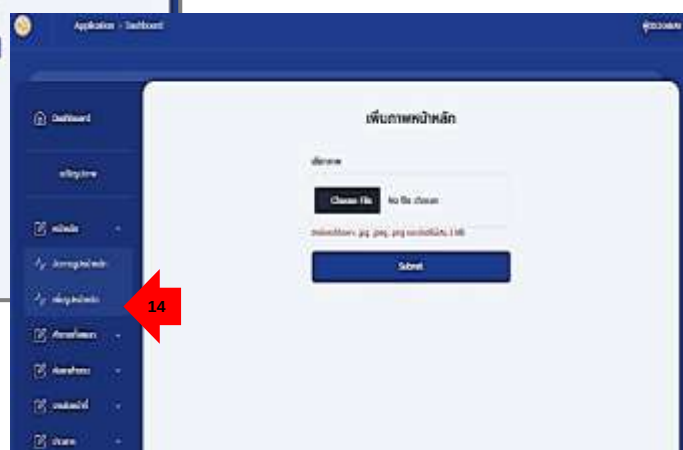
ภาพที่ 9 เว็บเพจแสดงจัดการงานในหน้าที่ (ซ้าย) และการอนุมัติงาน (ขวา)

3.3 ผลการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วยสิทธิ์ของผู้ตรวจสอบ

เว็บเพจในภาพที่ 10 แสดงสิทธิ์ของผู้ตรวจสอบในระบบ back-end ที่เพิ่มเติมจากผู้ดูแลระบบในส่วนที่ 3.2 แล้วแสดงการเพิ่มผู้ดูแลระบบใหม่ เมื่อเลือกเมนู ณ ลูกศรเลข 13 ด้วยการระบุข้อมูลของผู้ดูแลระบบใหม่ ทั้งหมด 4 ฟิลด์ และเว็บเพจในภาพที่ 11 แสดงการเพิ่มภาพหน้าหลักใหม่ เมื่อเลือกเมนู ณ ลูกศรเลข 14 ด้วยการเลือกไฟล์ภาพที่ต้องการเพิ่ม



ภาพที่ 10: เว็บเพจเพิ่มผู้ดูแลระบบ



ภาพที่ 11: เว็บเพจเพิ่มหน้าหลัก

หมายเหตุ รูปขยายของภาพที่ 1 ถึง 11 สามารถดูได้ที่ [ลิงค์นี้](#)

3.4 ผลการประเมินเว็บแอปพลิเคชัน

ผลการประเมินจากผู้ที่เกี่ยวข้องในระบบงาน 3 กลุ่ม จำนวน 30 คนที่ได้ทดสอบฟังก์ชันการทำงานและแสดงความคิดเห็นต่อการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน ดัชนีเสนอในตารางที่ 2 ถึง 4 โดยนักศึกษาคณาจารย์เว็บแอปพลิเคชัน 20 คนพึงพอใจต่อการทำงานของฟังก์ชันและพึงพอใจต่อการออกแบบในระดับดี มีค่าเฉลี่ยประมาณ 4.28 ดังผลประเมินในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งาน

รายการประเมินผล	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
ด้านฟังก์ชันการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน			
ดูคำถาม-ตอบภายใต้หมวดงานในหน้าที่ได้	4.20	0.68	ดี
ดูคำถาม-ตอบทั้งหมดได้	4.13	0.62	ดี
ดูหน้าข่าวสารกิจกรรมและประชาสัมพันธ์ได้	4.40	0.74	ดี
ค้นหาคำถาม-ตอบทั้งหมดได้	4.33	0.62	ดี
สอบถามด้วยคำค้นได้ง่าย	4.42	0.53	ดี
ทราบคำตอบจากระบบได้รวดเร็วและถูกต้อง	4.19	0.60	ดี
ผลเฉลี่ยรวมด้านฟังก์ชันการทำงาน	4.28	0.63	ดี
ด้านการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน			
สีตัวอักษรของคำถาม-ตอบและข่าวสารเหมาะสม	4.13	0.72	ดี
ขนาดตัวอักษรของคำถาม-ตอบและข่าวสารเหมาะสม	4.31	0.60	ดี
สีของไอคอนและเมนูนำทางเหมาะสม	4.19	0.75	ดี
จัดวางองค์ประกอบในเว็บเพจได้อย่างเหมาะสม	4.50	0.63	ดีมาก
ผลเฉลี่ยรวมด้านการออกแบบ	4.28	0.68	ดี

พนักงานฝ่ายกิจการนักศึกษาผู้ดูแลระบบ 5 คนพึงพอใจต่อการทำงานของฟังก์ชันในระดับดีมาก ด้วยค่าเฉลี่ยประมาณ 4.80 และพึงพอใจต่อการออกแบบในระดับดีมาก ด้วยค่าเฉลี่ยประมาณ 4.83 ดังผลประเมินในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ดูแลระบบ

รายการประเมินผล	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
ด้านฟังก์ชันการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน			
เพิ่มและแก้ไขคำถาม-คำตอบได้	5.00	0.00	ดีมาก
เพิ่มและแก้ไขงานในหน้าที่ได้	5.00	0.00	ดีมาก
เพิ่มและแก้ไขข่าวสารกิจกรรมและประชาสัมพันธ์ได้	4.67	0.58	ดีมาก
ตรวจสอบการอนุมัติการเผยแพร่ได้	5.00	0.00	ดีมาก
เรียงลำดับตำแหน่งงานในหน้าที่ด้วยเมนูนำทางได้	4.67	0.58	ดีมาก
ช่วยลดภาระงานตอบคำถามนักศึกษาได้	4.70	0.10	ดีมาก
ช่วยสนับสนุนงานบริการกิจการนักศึกษาได้	4.60	0.25	ดีมาก
ผลเฉลี่ยรวมด้านฟังก์ชันการทำงาน	4.80	0.21	ดีมาก
ด้านการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน			
สีตัวอักษรของคำถาม-ตอบและข่าวสารเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
ขนาดตัวอักษรของคำถาม-ตอบและข่าวสารเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
สีของไอคอนและเมนูนำทางเหมาะสม	4.33	1.15	ดี
จัดวางองค์ประกอบในเว็บเพจได้อย่างเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
ผลเฉลี่ยรวมด้านการออกแบบ	4.83	0.28	ดีมาก

ผู้ตรวจสอบงานฝ่ายกิจการนักศึกษาจำนวน 5 คนพึงพอใจต่อการทำงานของฟังก์ชันในระดับดีมาก ด้วยค่าเฉลี่ยประมาณ 4.52 และพึงพอใจต่อการออกแบบในระดับดี ด้วยค่าเฉลี่ยประมาณ 4.31 ดังผลประเมินในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ตรวจสอบ

รายการประเมินผล	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
ด้านฟังก์ชันการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน			
เพิ่ม ลบ และแก้ไขคำถาม-คำตอบได้	4.75	0.50	ดีมาก
เพิ่ม ลบ และแก้ไขงานในหน้าที่ได้	4.50	0.58	ดีมาก
เพิ่ม ลบ และแก้ไขข่าวสารกิจกรรมและประชาสัมพันธ์ได้	4.50	0.58	ดีมาก
เพิ่ม ลบ และแก้ไขรหัสการเข้าระบบของผู้แก้ไขได้	4.50	0.58	ดีมาก
อนุมัติการเผยแพร่คำถาม-คำตอบได้	4.50	1.00	ดีมาก
อนุมัติการเผยแพร่งานในหน้าที่ได้	4.00	0.82	ดี
เปลี่ยนรูปภาพเว็บเพจได้	5.00	0.00	ดีมาก
เรียงลำดับตำแหน่งงานในหน้าที่ด้วยเมนูนำทางได้	4.75	0.50	ดีมาก
ช่วยสนับสนุนงานบริหารจัดการกิจการนักศึกษาได้	4.20	0.45	ดี
ผลเฉลี่ยรวมด้านฟังก์ชันการทำงาน	4.52	0.57	ดีมาก
ด้านการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน			
สีตัวอักษรของคำถาม-ตอบและข่าวสารเหมาะสม	4.25	0.50	ดี
ขนาดตัวอักษรของคำถาม-ตอบและข่าวสารเหมาะสม	4.25	0.50	ดี
สีของไอคอนและเมนูนำทางเหมาะสม	4.00	0.82	ดี
จัดวางองค์ประกอบในเว็บเพจได้อย่างเหมาะสม	4.75	0.50	ดีมาก
ผลเฉลี่ยรวมด้านการออกแบบ	4.31	0.58	ดี

4. สรุปผล

งานวิจัยนี้บรรลุตามวัตถุประสงค์ทั้งการออกแบบและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน สามารถให้บริการฟังก์ชันได้ครบตามความประสงค์ของผู้เกี่ยวข้องในระบบงานตอบคำถามกิจการนักศึกษาให้พัฒนาระบบใหม่ขึ้นมาสนับสนุนงานตอบคำถาม และแก้ไขปัญหาในระบบงานเดิม โดยระบบใหม่นี้ช่วยให้นักศึกษาสามารถสอบถามและทราบคำตอบในทันทีโดยไม่ต้องรอคำตอบจากพนักงาน และช่วยลดภาระงานการตอบคำถามให้กับพนักงาน

ผลประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มผู้ใช้งานอยู่ในระดับดี กลุ่มผู้ดูแลระบบและผู้ตรวจสอบอยู่ในระดับดีมาก ส่วนในด้านการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน ผู้ดูแลระบบพึงพอใจดีมาก เมื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบและการประเมินผล ทราบว่ากลุ่มผู้ดูแลระบบและผู้ตรวจสอบมีความพึงพอใจต่อผลงานวิจัยนี้ ดังข้อสังเกตจากผลสะท้อนในการใช้งานระบบ back-end ที่ได้รับผลดีที่ว่ากลุ่มผู้ใช้งานระบบ front-end ประการนี้คณะวิจัยควรเร่งปรับปรุงการทำงานของฟังก์ชันในระบบ front-end ทั้งการเรียกดูและการค้นหาให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งผลการประเมินระบบงานใหม่นี้สอดคล้องไปกับงานวิจัย (โชติมนต์, กชกร และมนรดา, 2564) และงานวิจัย (อับดุลเลาะ, มูฮำหมัด และบุญธิดา, 2564) ที่ใช้งานได้ง่าย และผู้ที่เกี่ยวข้องได้รับประโยชน์ในการใช้งานระบบ

งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดในส่วนทดสอบการทำงานของระบบตอบคำถามที่ยังไม่ได้ประเมินความแม่นยำของผลลัพธ์ด้วย Precision และ Recall ดังที่งานวิจัย (เกสร, สันติ และอรธพล, 2565) ใช้ประเมินการทำงานของระบบ อีกทั้งยังต้องประเมินผลในแต่ละฟังก์ชันของแอปพลิเคชันเมื่อนำไปใช้งานจริงในฝ่ายกิจการนักศึกษาในปีการศึกษาต่อไป เพื่อพัฒนาต่อไปในอนาคตซึ่งคณะวิจัยได้แนวทางในการสร้างระบบถาม-ตอบด้วยข้อความแบบอัตโนมัติโดยใช้แชทบอท จากการทบทวนวรรณกรรมที่งานวิจัย (สุมนา, ญัฐพร และจิรณัฐ, 2563) และงานวิจัย (โชติมนต์, กชกร และมนรดา, 2564) เพื่อนำมาพัฒนางานบริการนักศึกษาให้ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง

5. กิตติกรรมประกาศ

เนื้อหาของบทความวิจัยนี้เขียนสรุปมาจากโครงงานวิทยาการคอมพิวเตอร์ ในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์ ขอขอบคุณบุคลากรฝ่ายกิจการนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พระนคร ที่อนุเคราะห์ให้คณะวิจัยได้ศึกษาระบบงานบริการตอบคำถามนักศึกษาของฝ่ายกิจการนักศึกษาเป็นกรณีศึกษา ได้ให้ ข้อเสนอแนะ และร่วมทดสอบและประเมินผลเว็บไซต์แอปพลิเคชันนี้ และขอขอบคุณนักศึกษาและบุคลากรของคณะวิทยาศาสตร์ฯ ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในงานวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- เกสรฯ เพชรกระจ่าง, สันติ สติธรรมธนะ, และอรรถพล คงหวาน. (2565). การพัฒนาระบบถาม-ตอบออนไลน์สำหรับเว็บไซต์บริการ งานทะเบียนนักศึกษา. *วารสารวิทยาศาสตร์ มข*, 50(1), 24-34.
- โชติมนต์ นุรักษ์, กชกร เทียนบาง, และมนรด ศิริมงคล. (2564). ระบบตอบคำถามอัตโนมัติการบริการงานทะเบียนด้วยไลน์ แชนบอท. *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 5*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏ จันทระเกษม.
- ธนทรศ บรมปัญญา และจิตาวรรณ คล้ายศรี. (2563). ระบบประชาสัมพันธ์งานมหกรรมไทยออนไลน์ด้วยภูมิสารสนเทศเชิงพื้นที่. *NCCIT 2020, การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศครั้งที่ 16*. (น.137-143). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ปิยะวดี สุวรรณหงษ์. (2561). *การศึกษาการออกแบบ Dashboard เพื่อใช้แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล ด้านการส่งเสริมธุรกิจการ ขายกรณีศึกษา: ธนาคารพาณิชย์แห่งหนึ่ง*. (การค้นคว้าอิสระ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สุนา บุขบ, ณัฐพร เพ็ชรพงษ์ และจิรัช สิงโตแก้ว. (2563) การพัฒนาแอปพลิเคชัน Chatbot สำหรับงานบริการนักศึกษา กรณีศึกษา กองพัฒนานักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ. *วารสารมทร.ธัญบุรี*, 19, 85-94.
- อับดุลเลาะ ยาหะยอ, มูฮำหมัด กพลูแป, และบุญธิดา จิรรัตนโสภะ. (2564). แอปพลิเคชันกิจกรรมนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. *งานประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เครือข่ายภาคใต้ ครั้งที่ 6*. สงขลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- Amazon. (2024). *Ordering with Amazon – FAQ- Amazon Customer Service*. Retrieved 5 October 2024, from <https://www.amazon.in/gp/help/customer/display.html?nodeId=GDF5PQP4Z6SUH4CQ>.
- Amazon. (2025). *Amazon.com [Web application]*. Retrieved 5 October 2024, from <https://www.amazon.com/gp/mas/appstore/android/faq>.

การพัฒนาระบบจองห้องออนไลน์สำหรับโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ Developing The Room Booking System for Thammasat Secondary School

ปองคุณ เครือคนก¹ และ ชิดชนก ภูเพ็ชร^{1*}

Pongkhun Krueknok¹ and Chidchanok Phoopech^{1*}

¹ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

¹ Thammasat Secondary School, Klongnueng, Klongluang, Prathumthani, Thailand

* E-mail: Chidchanok.ph@lsed.tu.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน การบริหารจัดการทรัพยากรสถานที่ภายในโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ยังคงประสบปัญหา ด้านสิทธิการเข้าถึงระบบการจองห้อง ซึ่งจำกัดไว้เฉพาะครูและบุคลากร ทำให้นักเรียนไม่สามารถดำเนินการจองห้องได้ด้วยตนเอง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบจองห้องออนไลน์ที่เปิดให้ผู้ใช้งานทุกกลุ่มสามารถเข้าถึงและใช้งานได้อย่าง เท่าเทียม โดยเฉพาะนักเรียนที่สามารถจองห้องเรียนหรือห้องประชุมผ่านเว็บไซต์ โดยมีครูที่ปรึกษาเป็นผู้อนุมัติคำขอผ่านการแจ้ง เตือนแบบเรียลไทม์ผ่าน Line Notify การวิจัยใช้กระบวนการตามโมเดลการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Model) ครอบคลุมการศึกษาปัญหา วิเคราะห์ความต้องการ ออกแบบ พัฒนา ทดสอบ และปรับปรุงซ้ำ โดยพัฒนาด้วย HTML, CSS, JavaScript, Google Apps Script และ Google Sheet กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบระบบมีจำนวน 36 คน ประกอบด้วยนักเรียน ครูที่ปรึกษา และผู้ดูแลระบบ ผลการดำเนินงานพบว่า ระบบช่วยลดระยะเวลาเฉลี่ยในการอนุมัติคำขอจาก 5.2 นาที เหลือเพียง 3.7 นาที และได้รับคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยจากผู้ใช้งานอยู่ที่ 4.57 จาก 5.00 ในด้านความสะดวก ความ แม่นยำ และความโปร่งใส นอกจากนี้ ผู้ใช้ยังเสนอข้อเสนอนี้เพิ่มเติม เช่น เพิ่มการแจ้งเตือนก่อนถึงเวลาที่จอง และการแนบไฟล์ ประกอบคำขอ ระบบจึงถือว่ามีประสิทธิภาพสูง เหมาะสมต่อการใช้งานจริง และสามารถพัฒนาต่อยอดในอนาคตได้อย่างยืดหยุ่น

คำสำคัญ: การพัฒนาระบบ, ระบบจองห้องออนไลน์, การเขียนโปรแกรม

Abstract

At Thammasat Secondary School, the existing room booking system limits access to teachers and staff, preventing students from independently reserving rooms. This leads to delays, inefficiency, and increased workload for homeroom teachers. This study aims to design and develop an online room booking system that ensures equal access for all user groups, especially students, who can submit room requests through a web interface. Homeroom teachers receive real-time booking requests via Line Notify and can approve or reject them instantly. The system was developed using the Engineering Design Model, comprising problem analysis, needs assessment, design, development, testing, and iterative refinement. The platform was built with HTML, CSS, JavaScript, Google Apps Script, and Google Sheets. The system was tested with 36 users, including students, homeroom teachers, and administrators. The findings show that the system effectively reduced the average approval time from 5.2 minutes to 3.7 minutes. Users rated their satisfaction at an average of 4.57 out of 5.00, particularly in ease of use, accuracy, transparency, and responsiveness. Additional suggestions from users included adding pre-booking reminders and allowing file attachments with booking requests. The system demonstrated high performance, reliability, and adaptability for future development in real-world educational settings.

Keywords: System Development, Online Room Booking System, Programming

1. บทนำ

ในบริบทของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ การบริหารจัดการทรัพยากรสถานที่ เช่น ห้องเรียน ห้องประชุม หรือพื้นที่ใช้งานเฉพาะกิจ เป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญต่อการดำเนินกิจกรรมทางการศึกษา อย่างไรก็ตาม ระบบการจองห้องที่ใช้ในปัจจุบันยังคงมีข้อจำกัดในด้านสิทธิ์การเข้าถึง เนื่องจากจำกัดการใช้งานไว้เฉพาะครูและบุคลากรเท่านั้น ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถดำเนินการจองห้องได้ด้วยตนเอง และจำเป็นต้องแจ้งผ่านครูที่ปรึกษาให้ดำเนินการแทน ซึ่งนำไปสู่ความล่าช้า ความไม่สะดวก และโอกาสเกิดข้อผิดพลาดในการประสานงาน

ข้อจำกัดดังกล่าวขัดต่อหลักการบริหารจัดการทรัพยากรในสถานศึกษา ที่ควรยึดถือความโปร่งใส ความเสมอภาค และการเปิดโอกาสให้ทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมอย่างเท่าเทียม (Akin & Demirkan, 2018) อีกทั้งยังละเลยแนวคิดเกี่ยวกับ "สิทธิในการเข้าถึงข้อมูลและระบบสารสนเทศ" ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของสิทธิมนุษยชนดิจิทัลในยุคปัจจุบัน (UNESCO, 2021)

เพื่อตอบสนองต่อปัญหาดังกล่าว โครงการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นพัฒนา "ระบบจองห้องออนไลน์" ที่เปิดให้ผู้ใช้งานทุกกลุ่ม ได้แก่ ครู เจ้าหน้าที่ และนักเรียน สามารถเข้าถึงและใช้งานระบบได้อย่างเท่าเทียม โดยเฉพาะกลุ่มนักเรียนที่สามารถเข้าสู่ระบบและจองห้องได้ด้วยตนเองผ่านบัญชีผู้ใช้งานของโรงเรียน ในขณะที่กระบวนการอนุมัติยังคงอยู่ในความรับผิดชอบของครูที่ปรึกษา ซึ่งสามารถเข้าระบบเพื่อพิจารณาและอนุมัติคำขอได้สะดวกยิ่งขึ้น

แนวทางนี้ช่วยลดภาระของครูในฐานะผู้ดำเนินการจองทั้งหมด และเพิ่มอำนาจการตัดสินใจแก่นักเรียน ส่งเสริมบทบาทของผู้เรียนในฐานะผู้ใช้ทรัพยากรอย่างมีความรับผิดชอบ (Chen & Kumar, 2019) อีกทั้งยังส่งเสริมระบบการจองห้องให้มีความเป็นอัตโนมัติ ตรวจสอบสถานะได้แบบเรียลไทม์ และลดปัญหาการจองซ้ำซ้อน (Smith & Lee, 2020)

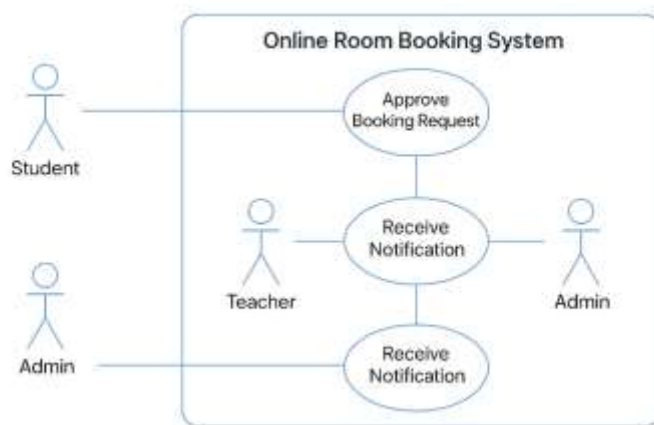
สำหรับผู้ดูแลระบบ (Admin) ระบบนี้ยังรองรับฟังก์ชันการจัดการทรัพยากรห้อง เช่น การเพิ่ม/ลบห้อง การจัดการสิทธิ์การเข้าถึง และการตรวจสอบรายงานการใช้งาน เพื่อเสริมประสิทธิภาพด้านการบริหารจัดการในระดับองค์กร อีกทั้งระบบได้รับการออกแบบให้เป็นมิตรกับผู้ใช้ (User-Friendly) ทั้งบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เคลื่อนที่ รองรับการทำงานแบบ Responsive และสามารถพัฒนาเพิ่มเติมให้รองรับหลายภาษาในอนาคต

กล่าวโดยสรุป ระบบจองห้องออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นนี้ไม่เพียงเป็นการยกระดับเทคโนโลยีสารสนเทศของโรงเรียน แต่ยังส่งเสริมหลักสิทธิมนุษยชนดิจิทัล ความเท่าเทียมในการเข้าถึงทรัพยากร และการมีส่วนร่วมเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนในกระบวนการบริหารจัดการภายในโรงเรียนอีกด้วย

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้ใช้กระบวนการออกแบบและพัฒนาระบบตาม โมเดลการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Model) ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ความต้องการ การออกแบบระบบ การพัฒนา การทดสอบ การปรับปรุงซ้ำ โดยกระบวนการดังกล่าวมีความเหมาะสมกับการพัฒนาระบบสารสนเทศที่ต้องการตอบโต้การใช้งานจริง และสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามข้อเสนอแนะจากผู้ใช้ในภายหลัง

เพื่อให้เห็นภาพรวมของระบบอย่างชัดเจน ผู้วิจัยได้จัดทำ แผนภาพ Use Case Diagram เพื่อแสดงบทบาทและการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มผู้ใช้งาน (นักเรียน, ครูที่ปรึกษา และผู้ดูแลระบบ) กับฟังก์ชันต่าง ๆ ภายในระบบ เช่น การยื่นคำขอจองห้อง การอนุมัติคำขอ และการจัดการทรัพยากรห้อง



ภาพที่ 1 แสดงแผนผังผู้ใช้งาน

2.1 ศึกษาปัญหาและวิเคราะห์ความต้องการ

ผู้วิจัยเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ระบบจองห้องเดิมของโรงเรียน ซึ่งจำกัดสิทธิ์การเข้าถึงไว้เฉพาะครูและบุคลากร ส่งผลให้นักเรียนต้องพึ่งพาครูที่ปรึกษาในการจองห้อง ผู้วิจัยจึงดำเนินการเก็บข้อมูลผ่านการสัมภาษณ์และแบบสอบถามกลุ่มผู้ใช้งานหลัก ได้แก่ นักเรียน ครู และผู้ดูแลระบบ เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรม ปัญหา และความต้องการจริงในการใช้งานระบบ นำไปสู่การกำหนดฟังก์ชันและการออกแบบระบบให้ตอบสนองได้ตรงจุด

2.2 ออกแบบระบบจองห้อง

จากผลการวิเคราะห์ความต้องการ ระบบถูกออกแบบโดยใช้เทคโนโลยีเว็บ ได้แก่ HTML, CSS, และ JavaScript เพื่อสร้างอินเทอร์เน็ตที่ใช้งานง่ายและรองรับทุกอุปกรณ์ นอกจากนี้ยังมีการออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลบน Google Sheet เพื่อใช้เก็บข้อมูลค่าของจองห้อง สถานะ และรายงานย้อนหลัง

2.3 พัฒนาระบบด้วย Google Apps Script

ระบบถูกพัฒนาโดยใช้ Google Apps Script ในการควบคุมตรรกะและประมวลผลค่าของจองห้อง เช่น

- 1) ตรวจสอบความถูกต้องของคำขอ
- 2) ตรวจสอบความซ้ำซ้อนของเวลาและห้อง
- 3) บันทึกข้อมูลลง Google Sheet โดยอัตโนมัติ
- 4) สร้างระบบแดชบอร์ดสำหรับผู้ดูแลที่สามารถจัดการสิทธิ์ผู้ใช้ ดูสถิติย้อนหลัง และเพิ่ม/ลบห้องได้ตามความเหมาะสม

2.4 เชื่อมต่อระบบแจ้งเตือนผ่าน Line Notify

เพื่ออำนวยความสะดวกในการอนุมัติคำขอจากนักเรียน ระบบได้เชื่อมต่อกับ Line Notify API โดยเมื่อมีคำขอใหม่ ระบบจะส่งข้อความแจ้งเตือนพร้อมปุ่ม “อนุมัติ” หรือ “ปฏิเสธ” ไปยัง Line ของครูที่ปรึกษาโดยตรง ทำให้สามารถจัดการคำขอได้โดยไม่ต้องเข้าสู่ระบบเว็บ ช่วยลดภาระและเพิ่มความเร็วในการอนุมัติคำขอ

2.5 ทดสอบและปรับปรุงระบบซ้ำ

หลังการพัฒนา ผู้วิจัยนำระบบไปทดลองใช้งานจริงกับกลุ่มนักเรียนและครูในสถานศึกษา แล้วเก็บข้อเสนอแนะผ่านแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ เพื่อปรับปรุงระบบในด้านต่าง ๆ ได้แก่

- 1) เพิ่มความเร็วในการโหลดข้อมูล
- 2) ปรับอินเทอร์เน็ตให้เข้าได้ง่ายขึ้น
- 3) เพิ่มข้อความแจ้งเตือนกรณีข้อมูลไม่ถูกต้อง

กระบวนการปรับปรุงนี้ถูกดำเนินการแบบวนซ้ำ (Iterative Refinement) จนได้ระบบที่มีเสถียรภาพและตอบสนองต่อพฤติกรรมการใช้งานจริงของผู้ใช้มากที่สุด

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการออกแบบและพัฒนาระบบจองห้องออนไลน์สำหรับโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โดยใช้กระบวนการตามโมเดลการออกแบบเชิงวิศวกรรม ระบบที่ได้มีความสามารถในการรองรับการใช้งานจากผู้ใช้หลายกลุ่ม ได้แก่ นักเรียน ครู เจ้าหน้าที่ และผู้ดูแลระบบ (Admin) โดยมีผลการดำเนินการพัฒนาและทดสอบระบบดังนี้:

3.1 ผลการพัฒนาระบบ

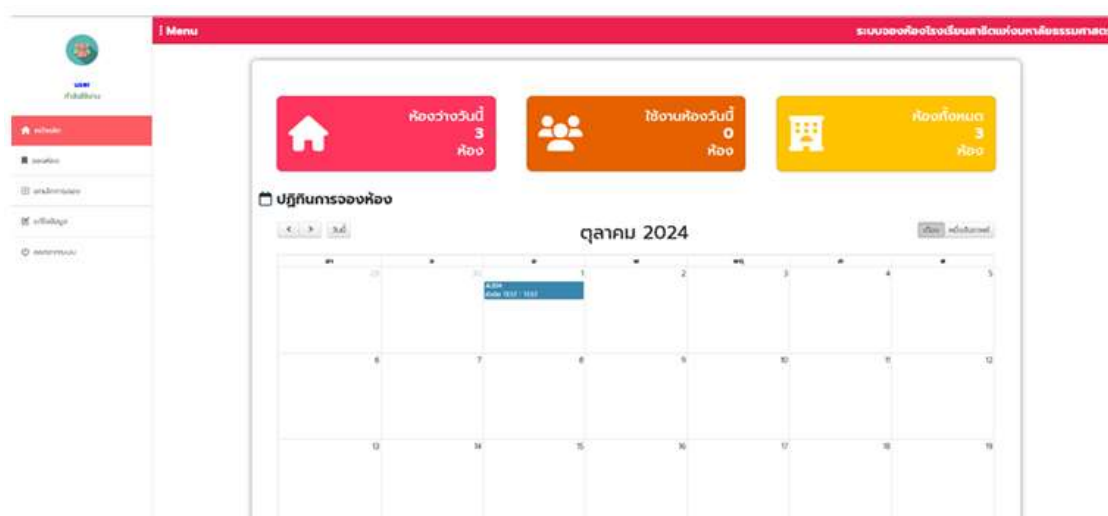
ระบบจองห้องที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยหน้าต่าง ๆ ที่ออกแบบให้ใช้งานง่ายและตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ โดยเฉพาะนักเรียนที่สามารถดำเนินการจองห้องด้วยตนเองผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ทั้งในคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พกพา โดยมีการแจ้งเตือนผ่าน Line Notify ไปยังครูที่ปรึกษาเพื่อขออนุมัติ ซึ่งช่วยลดขั้นตอนที่ซ้ำซ้อนและเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการระบบประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

หน้าล็อกอินสำหรับผู้ทั่วไป: ผู้ใช้สามารถเข้าสู่ระบบด้วยบัญชีของโรงเรียนเพื่อดูสถานะห้อง และยื่นคำขอจองห้อง



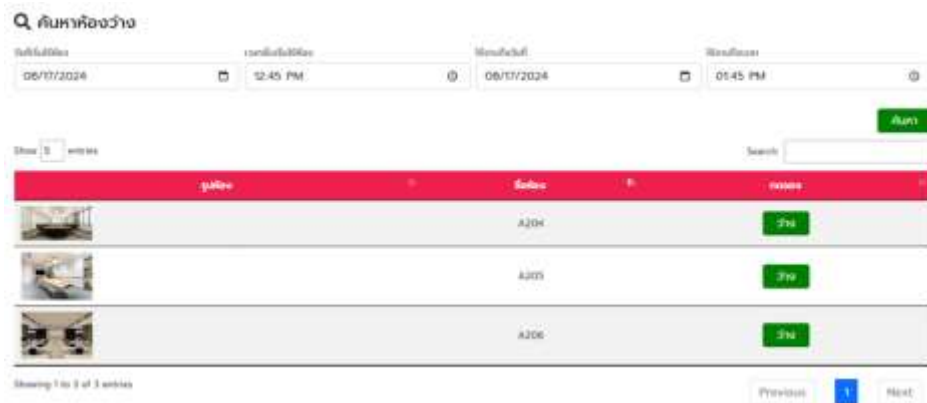
ภาพที่ 2 แสดงหน้าล็อกอินเข้าสู่ระบบ

หน้าแดชบอร์ดของผู้ใช้ (User Dashboard): แสดงรายการห้องที่ว่างแบบเรียลไทม์ พร้อมปฏิทินแสดงสถานะการจองในแต่ละวัน



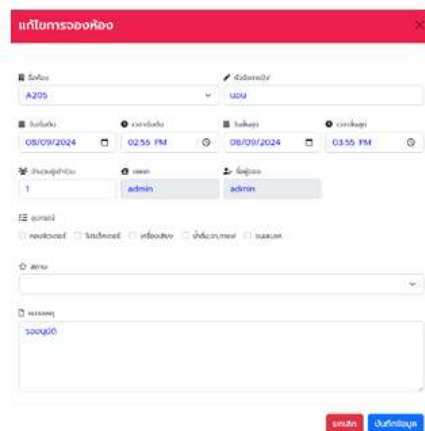
ภาพที่ 3 แสดงหน้า User Dashboard

หน้าการจองห้อง: ผู้ใช้สามารถเลือกห้อง วันที่ และเวลาที่ต้องการจอง พร้อมส่งคำขอเข้าสู่ระบบ



ภาพที่ 4 แสดงหน้าการจองห้อง

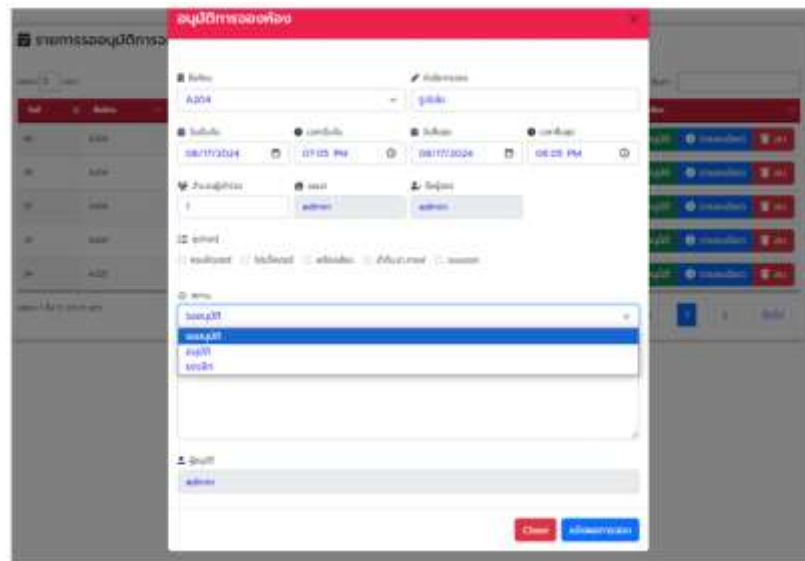
หน้าแจ้งสถานะการอนุมัติ: หลังจากผู้ใช้จองห้อง ระบบจะส่งคำขอไปยังครูที่ปรึกษาผ่าน Line Chat พร้อมลิงก์สำหรับอนุมัติหรือปฏิเสธในทันที หากได้รับการอนุมัติ ระบบจะแสดงสถานะว่า “อนุมัติแล้ว” ทั้งใน Google Sheet และปฏิทินของระบบ

ลำดับ	ชื่อ	ชื่อ	วันที่	เวลา	วันที่	เวลา	จำนวนคน	ชื่อ	สถานะ	สถานะ	สถานะ	สถานะ	สถานะ	สถานะ	สถานะ
1	12	ชื่อ	2024-07-23	22:11	2024-07-25	22:11	100	ชื่อ	อนุมัติ						
2	17	ชื่อ	2024-04-08	13:55	2024-04-11	13:55	100	ชื่อ	อนุมัติ						
3	18	ชื่อ	2024-04-08	14:11	2024-04-11	14:11	100	ชื่อ	อนุมัติ						
4	24	ชื่อ	2024-07-13	18:37	2024-07-13	17:37	1	ชื่อ	อนุมัติ						
5	22	ชื่อ	2024-07-14	9:17	2024-07-14	1:17	1	ชื่อ	อนุมัติ						
6	23	ชื่อ	2024-07-14	9:25	2024-07-14	1:25	1	ชื่อ	อนุมัติ						
7	24	ชื่อ	2024-07-14	1:00	2024-07-14	2:00	1	ชื่อ	อนุมัติ						
8	25	ชื่อ	2024-07-14	1:00	2024-07-14	5:00	1	ชื่อ	อนุมัติ						
9	333	ชื่อ	2024-07-14	14:41	2024-07-14	16:41	333	ชื่อ	อนุมัติ						
10	27	ชื่อ	2024-07-15	14:43	2024-07-15	16:43	999	ชื่อ	อนุมัติ						
11	28	ชื่อ	2024-07-15	1:35	2024-07-15	4:35	444	ชื่อ	อนุมัติ						
12	31	ชื่อ	2024-07-22	16:45	2024-07-22	17:45	25	ชื่อ	อนุมัติ						
13	30	ชื่อ	2024-07-25	12:11	2024-07-25	13:11	1	ชื่อ	อนุมัติ						
14	34	ชื่อ	2024-07-31	10:57	2024-07-31	11:57	0	ชื่อ	อนุมัติ						
15	32	ชื่อ	2024-07-31	14:43	2024-07-31	16:43	2	ชื่อ	อนุมัติ						
16	33	ชื่อ	2024-08-09	14:54	2024-08-09	16:54	1	ชื่อ	อนุมัติ						
17	34	ชื่อ	2024-08-09	14:55	2024-08-09	16:55	1	ชื่อ	อนุมัติ						
18	35	ชื่อ	2024-08-13	22:21	2024-08-13	23:21	2	ชื่อ	อนุมัติ						
19	37	ชื่อ	2024-09-04	13:10	2024-09-05	15:00	1	ชื่อ	อนุมัติ						
20	38	ชื่อ	2024-08-16	12:00	2024-08-16	13:47	4	ชื่อ	อนุมัติ						
21	39	ชื่อ	2024-08-17	12:43	2024-08-17	13:43	1	ชื่อ	อนุมัติ						
22	40	ชื่อ	2024-08-17	19:05	2024-08-17	20:05	1	ชื่อ	อนุมัติ						

ภาพที่ 5 หน้าแจ้งสถานะการอนุมัติ และ ภาพที่ 6 แสดงรายการอนุมัติในปฏิทินและ Google Sheet

หน้าสำหรับผู้ดูแลระบบ (Admin Dashboard): ผู้ดูแลสามารถจัดการห้อง เพิ่ม/ลบห้อง กำหนดสิทธิ์ผู้ใช้ และดูรายงานการใช้งานห้องย้อนหลังได้



ภาพที่ 7 แสดงหน้าเว็บไซต์ของ Admin

3.2 ประสิทธิภาพของระบบ

ผลจากการทดสอบระบบกับกลุ่มผู้ใช้จริง จำนวน 36 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียน 20 คน ครูที่ปรึกษา 10 คน และผู้ดูแลระบบ 6 คน พบว่า ผู้ใช้งานสามารถดำเนินการจองห้องได้สะดวก ไม่พบปัญหาการจองซ้ำซ้อน และสามารถติดตามสถานะการอนุมัติได้แบบเรียลไทม์ ผ่านระบบแจ้งเตือนทาง Line Chat ซึ่งช่วยลดขั้นตอนที่ซ้ำซ้อนจากระบบเดิม

เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยในการอนุมัติการจองห้อง พบว่า ก่อนใช้งานระบบใหม่ ใช้เวลาโดยเฉลี่ย ประมาณ 5.2 นาที (ครูต้องเปิดเอกสาร ตรวจสอบปฏิทิน และส่งข้อความตอบกลับเอง) แต่เมื่อใช้ระบบใหม่ ลดลงเหลือเฉลี่ย 3.7 นาที เนื่องจากครูได้รับแจ้งเตือนพร้อมปุ่ม "อนุมัติ/ปฏิเสธ" ทันทีใน Line ทำให้สามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็วและต่อเนื่องเพื่อประเมิน

ประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบ ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามซึ่งครอบคลุม 6 ด้าน ได้แก่ ความสะดวกในการใช้งาน ความแม่นยำของข้อมูลการจอง ความโปร่งใสของกระบวนการอนุมัติ ความรวดเร็วในการอนุมัติ ความเข้าใจง่ายของอินเทอร์เฟซ และความน่าเชื่อถือของระบบ ดังตาราง

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบ

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย (เต็ม 5.00)
1. ความสะดวกในการใช้งาน	4.60
2. ความแม่นยำของข้อมูลการจอง	4.55
3. ความโปร่งใสของกระบวนการอนุมัติ	4.47
4. ความรวดเร็วในการอนุมัติ	4.64
5. ความเข้าใจง่ายของอินเทอร์เฟซ	4.58
6. ความน่าเชื่อถือของระบบ	4.61
รวมเฉลี่ย	4.57

นอกจากนี้ ผู้ใช้งานยังให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เช่น แนะนำให้เพิ่มฟังก์ชันแจ้งเตือนก่อนถึงเวลาที่จอง เพื่อเตือนความจำล่วงหน้า อีกทั้งยังเสนอให้มีระบบบันทึกเหตุการณ์ปฏิเสธคำขอ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจสาเหตุได้ชัดเจน และต้องการให้เพิ่มระบบแนบไฟล์/รูปภาพ ประกอบคำขอในกรณีมีเอกสารประกอบ ผู้ดูแลระบบให้ความเห็นว่าระบบช่วยลดเวลาในการตรวจสอบรายงานย้อนหลัง และช่วยให้สามารถจัดการห้องได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น โดยสรุป ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองต่อความต้องการ

ของผู้ใช้งานได้ในระดับสูง ทั้งด้านความสะดวก ความแม่นยำ และความโปร่งใส และยังสามารถปรับปรุงต่อยอดตามข้อเสนอแนะของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. สรุปผล

4.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาระบบจองห้องออนไลน์สำหรับโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากรห้องเรียนและห้องประชุม โดยเปิดโอกาสให้ทุกกลุ่มผู้ใช้งานภายในโรงเรียน ได้แก่ นักเรียน ครู และเจ้าหน้าที่ สามารถเข้าถึงระบบได้อย่างเท่าเทียม ผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ที่ใช้งานง่ายและโปร่งใส

ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานในหลายมิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนซึ่งสามารถจองห้องได้ด้วยตนเองผ่านเว็บไซต์ ทั้งจากคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์พกพา พร้อมระบบแจ้งเตือนคำขอผ่าน Line Notify ที่ช่วยให้ครูที่ปรึกษาสามารถอนุมัติหรือปฏิเสธคำขอได้ทันที ส่งผลให้ระยะเวลาเฉลี่ยในการอนุมัติคำขอลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการประเมินโดยใช้แบบสอบถามจากกลุ่มผู้ใช้งานจริงสะท้อนให้เห็นว่าระบบมีประสิทธิภาพสูงในด้านความสะดวก ความแม่นยำ ความโปร่งใส ความรวดเร็ว ความเข้าใจง่าย และความน่าเชื่อถือ โดยได้คะแนนเฉลี่ยรวม 4.57 จาก 5.00

นอกจากนี้ ผู้ใช้งานยังเสนอข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบในอนาคต เช่น การเพิ่มการแจ้งเตือนก่อนถึงเวลาที่จอง การบันทึกเหตุผลการปฏิเสธ และการแนบไฟล์ประกอบคำขอ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถต่อยอดและพัฒนาเพิ่มเติมได้ตามความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไป

4.2 อภิปรายผล

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าระบบจองห้องออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นสามารถลดข้อจำกัดของระบบเดิมได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในด้าน “สิทธิในการเข้าถึงระบบ” ซึ่งงานวิจัยของ UNESCO (2021) ชี้ว่าการเปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานทุกกลุ่มสามารถเข้าถึงระบบดิจิทัลขององค์กรได้อย่างเท่าเทียม ถือเป็นรากฐานของการส่งเสริมความเสมอภาคในยุคการศึกษา 5.0

ระบบดังกล่าวยังมีความสอดคล้องกับแนวทางของ Akin และ Demirkan (2018) ที่เสนอว่า ระบบจองห้องควรมีฐานข้อมูลที่ชัดเจนและการแสดงสถานะแบบเรียลไทม์ ซึ่งจะช่วยลดความซ้ำซ้อนและเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการทรัพยากร

ด้านเทคโนโลยี ระบบใช้ Google Apps Script และ Google Sheet ซึ่งเหมาะสมกับการจัดการข้อมูลขนาดเล็กถึงกลาง สามารถบูรณาการกับบริการของ Google ได้ดี มีความยืดหยุ่นในการปรับแก้และขยายระบบในอนาคต (Tanaike, 2024)

การแจ้งเตือนผ่าน Line Chat เป็นตัวอย่างของการนำเทคโนโลยีสื่อสารมาใช้เพื่อเพิ่มความรวดเร็วและลดภาระการติดต่อแบบเดิม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Chen และ Kumar (2019) ที่ระบุว่า ระบบจองห้องควรมีฟีเจอร์แจ้งเตือนผู้อนุมัติแบบเรียลไทม์

ระบบนี้ไม่เพียงแต่เพิ่มประสิทธิภาพในเชิงเทคนิค แต่ยังช่วยเสริมสร้างความเป็นเจ้าของของผู้เรียนในการใช้ทรัพยากรของโรงเรียน ส่งเสริมความรับผิดชอบ การมีส่วนร่วม และแนวคิด “พลเมืองดิจิทัล (Digital Citizenship)” ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของการจัดการศึกษาสมัยใหม่

5. เอกสารอ้างอิง

Akin, A., & Demirkan, H. (2018). Database Design for a Room Booking System. *International Journal of Computer Applications*, 179(4), 1–5.

Chen, Y., & Kumar, S. (2019). Backend Development for Room Booking Systems with Node.js and Express. *Journal of Software Engineering*, 27(1), 77–90.

- Smith, J., & Lee, H. (2020). Frontend Development for Reservation Systems using React.js. *Journal of Web Development*, 12(3), 45–58.
- Tanaike, K. (2024, January 22). *Creating Dining Reservation System using Google Apps Script*. Medium. Retrieved from <https://medium.com/google-cloud/creating-dining-reservation-system-using-google-apps-script-a5f4dad86763>
- UNESCO. (2021). *Guidelines for the Governance of Digital Platforms: Safeguarding freedom of expression and access to information*. Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org/>

การพัฒนาระบบยืม-คืนอุปกรณ์สาธิต

Design and Development of a Demonstration Equipment Borrowing System

กรชน อุ่นศรี¹ สุรสีห์ เฉยเกิด¹ นิภาพร ปัญญา^{1*} ภัสสร สิงห์ธรรม¹ ธิดาวรร คล้ายศรี¹ อุดมเดชา พลเยี่ยม¹

ธนาพร บุญชู¹ อัญชนา ขัตติยะวงศ์¹ และ ดวงฤทัย นิคมรัฐ¹

Kornsana Ounsri¹ Surasee Choeykerd¹ Niphaporn Panya^{1*} Papatsorn Singhatham¹

Thidawan Klaysri¹ Udomdeja Polyium¹ Thanaporn Boonchoo¹

Anchana Kuttiyawong¹ and Duongruitai Nicomrat¹

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

¹ Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

* E-mail: nipaporn.p@rmutp.ac.th; Tel.0858322944

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา ระบบยืม-คืนอุปกรณ์สาธิต สำหรับหน่วยงานการศึกษา โดยมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลการยืมและการคืนอุปกรณ์ให้ง่าย สะดวก และลดความผิดพลาดที่เกิดจากการจัดเก็บข้อมูลด้วยเอกสาร โดยระบบที่พัฒนาขึ้นมีฟังก์ชันการ ยืม คืน และตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ ผ่านเว็บแอปพลิเคชันที่ใช้งานง่าย สะดวก และรวดเร็ว ผู้ใช้สามารถเข้าสู่ระบบเพื่อทำการ ตรวจสอบสถานะ และ ยืม คืนอุปกรณ์ได้ผ่านทางหน้าเว็บไซต์ นอกจากนี้ยังมีฟังก์ชันสำหรับเจ้าหน้าที่ในการอนุมัติ ตรวจสอบรายการอุปกรณ์ เพิ่มข้อมูลอุปกรณ์ และรายงานการใช้งาน เพื่อให้ข้อมูลเป็นปัจจุบัน ผลการวิจัยพบว่า ระบบสามารถช่วยลดความผิดพลาดในการจัดการข้อมูล เพิ่มความเร็วในการให้บริการ และลดภาระของเจ้าหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการประเมินผลการใช้งานได้ดำเนินการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยประเมินความพึงพอใจผ่านแบบสอบถาม พบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.66 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม 0.20 ด้านที่ได้รับความพึงพอใจสูงสุด ได้แก่ ความถูกต้องของข้อมูลการยืม-คืน รองลงมาคือ ความสะดวกในการใช้งาน และความพึงพอใจโดยรวมต่อระบบ ทั้งนี้ ระบบที่พัฒนาขึ้นยังมีศักยภาพในการนำไปพัฒนาเพิ่มเติมในด้านการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ เพื่อเสริมประสบการณ์การใช้งานในอนาคต

คำสำคัญ: ระบบยืมคืน, อุปกรณ์สาธิต, การจัดการอุปกรณ์

Abstract

The purpose of this research is to develop a demonstration equipment loan-return system for educational institutions by focusing on improving the efficiency of the management of equipment borrowing and returning data. The developed system has the function of borrowing, returning, and monitoring the status of devices through an easy-to-use web application. Convenient and fast Users can log in to perform Check the status and return the device through the website. It also has a function for the officer to approve. Check the list of devices. Add device data and usage reports to keep the data up to date. The results show that the system can help reduce data management errors. Increase the speed of service and reduce the burden on staff effectively. In the evaluation of the results, a test was conducted on a sample of 30 people by evaluating satisfaction through a questionnaire. It was found that users were very satisfied. The average value was 4.66 and there was a total standard deviation of 0.20 in the areas that received the highest satisfaction, namely the accuracy of borrowing-return data, followed by ease of use and overall satisfaction with the system. The developed system also has the potential to be further developed in the field of user interface design to enhance the user experience in the future.

Keywords: Borrowing System, Demonstration Equipment, Equipment Management

1. บทนำ

ในยุคที่เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทสำคัญในทุกภาคส่วนของสังคม การจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบจึงกลายเป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะในสถานศึกษา ที่มีการใช้อุปกรณ์เพื่อการเรียนการสอนจำนวนมาก การยืมและคืนอุปกรณ์สารพัดจัดว่าเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง ทั้งในรายวิชาปฏิบัติการ กิจกรรมเสริมหลักสูตร หรืองานนำเสนอผลงานต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม การบริหารจัดการอุปกรณ์เหล่านี้ในหลายแห่งยังคงใช้วิธีการบันทึกข้อมูลด้วยกระดาษหรือโปรแกรมพื้นฐาน ซึ่งเสี่ยงต่อการสูญหายของข้อมูล ความล่าช้าในการตรวจสอบ และความผิดพลาดในการบันทึกข้อมูล และการสูญหายของอุปกรณ์ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว การพัฒนาระบบยืม-คืนอุปกรณ์สารพัดในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันจึงเป็นทางเลือกที่ตอบโจทย์ ทั้งในด้านความสะดวก รวดเร็ว และสามารถตรวจสอบข้อมูลย้อนหลังได้อย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ ระบบยังช่วยลดภาระของเจ้าหน้าที่ผู้ดูแล ลดการใช้ทรัพยากรกระดาษ และเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการนักเรียนหรือนักศึกษาได้อย่างยั่งยืน

ด้วยเหตุนี้ การพัฒนาระบบยืมและคืนอุปกรณ์ในรูปแบบดิจิทัลจึงมีความสำคัญ ระบบดังกล่าวจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการอุปกรณ์ ลดความซับซ้อนในกระบวนการ และช่วยให้สามารถติดตามสถานะของอุปกรณ์ได้แบบเรียลไทม์ นอกจากนี้ ระบบยังช่วยลดโอกาสการเกิดความผิดพลาดในการบันทึกข้อมูล และการสูญหายของอุปกรณ์ พร้อมทั้งส่งเสริมการใช้งานทรัพยากรของหน่วยงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด

โครงการนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาระบบยืมและคืนอุปกรณ์ที่ใช้งานง่าย ทันสมัย และตอบสนองต่อความต้องการของหน่วยงาน และผู้ใช้งาน เพื่อยกระดับกระบวนการจัดการอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพและเป็นมาตรฐานที่สามารถนำไปปรับใช้ในองค์กรอื่น ๆ ได้ในอนาคต

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การดำเนินงานวิจัย ได้ทำการศึกษา และออกแบบการพัฒนาระบบยืม - คืน อุปกรณ์สารพัด โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาปัญหาและความต้องการ

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการยืม-คืนอุปกรณ์สารพัดจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง และการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ใช้งาน ได้แก่ ครูผู้สอน เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ และนักศึกษา เพื่อรวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นในการออกแบบระบบ

2.2 การออกแบบระบบ

จากข้อมูลที่ได้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ความต้องการของระบบ (System Requirements) ออกเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

1) กำหนดความต้องการของผู้ใช้ (User Requirements) ในการพัฒนาระบบยืม-คืนอุปกรณ์สารพัดเพื่อกำหนดความต้องการของผู้ใช้ เป็นขั้นตอนสำคัญที่ช่วยให้ระบบตอบโจทย์การใช้งานจริง โดยสามารถแบ่งความต้องการออกเป็น 2 ประเภทหลัก ดังนี้:

ส่วนที่ 1 ฟังก์ชันหลัก (Functional Requirements) ความต้องการที่ระบบต้องทำได้ เพื่อแก้ปัญหการยืม-คืนอุปกรณ์ในปัจจุบัน:

1.1 การจัดการผู้ใช้ (User Management) ผู้ใช้สามารถ ลงทะเบียน ด้วยข้อมูลพื้นฐาน (ชื่อ, รหัสนักศึกษา, อีเมล, เบอร์โทร) แบ่งสิทธิ์การเข้าถึง (Role-based Access): นักศึกษา สามารถ ยืม/คืนอุปกรณ์ได้ เจ้าหน้าที่ สามารถ อนุมัติการยืม, เพิ่ม/ลบอุปกรณ์ แอดมิน สามารถ จัดการผู้ใช้ทั้งหมด

1.2 การจัดการอุปกรณ์ (Equipment Management) เจ้าหน้าที่สามารถ เพิ่ม/ลบ/แก้ไข ข้อมูลอุปกรณ์ (ชื่อ, รุ่น, สภาพ) แสดงสถานะอุปกรณ์แบบ Real-time (ว่าง, ยืมออก)

1.3 ระบบยืม-คืน (Borrow-Return System) ยืมอุปกรณ์: ระบุ ระยะเวลายืม (เริ่มต้น-สิ้นสุด) แจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์ใกล้ครบกำหนด, คืนอุปกรณ์: ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ก่อนคืน (หากชำรุด แจ้งเจ้าหน้าที่ทันที)

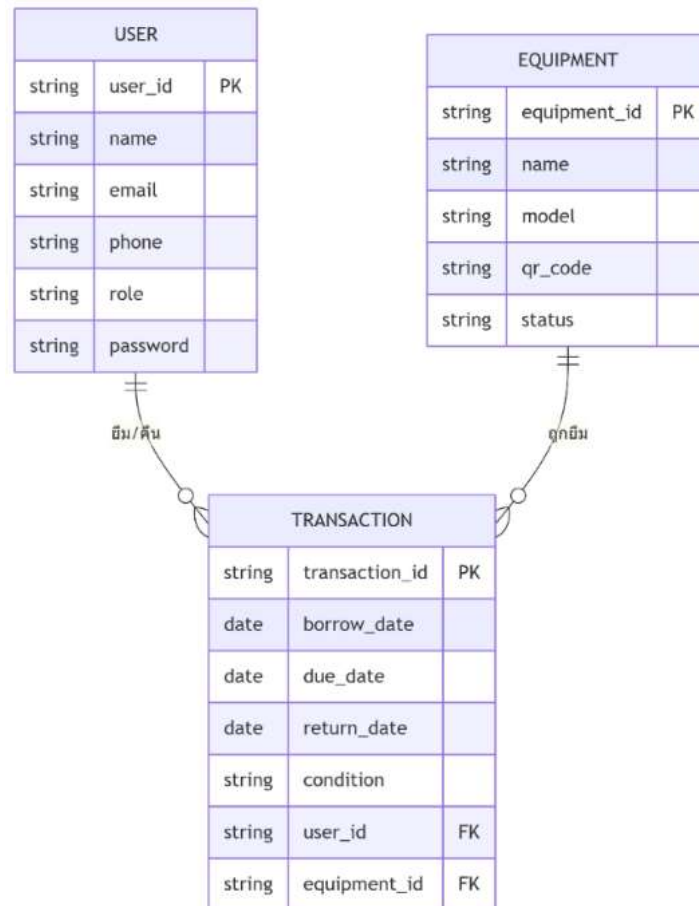
ส่วนที่ 2 คุณสมบัติเสริม (Non-Functional Requirements) ความต้องการด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ และการทำงานในส่วนของผู้ใช้ระบบ:

2.1 ความปลอดภัย (Security) ใช้ การยืนยันตัวตน (Authentication) เช่น Username/Password หรือ SSO (Single Sign-On) ข้อมูลการยืม-คืนต้อง เข้ารหัส (Encryption) ในฐานข้อมูล

2.2 ความสะดวกใช้งาน (Usability) ออกแบบ UI ที่ ใช้งานง่าย (Responsive Design) บนเครื่องคอมพิวเตอร์

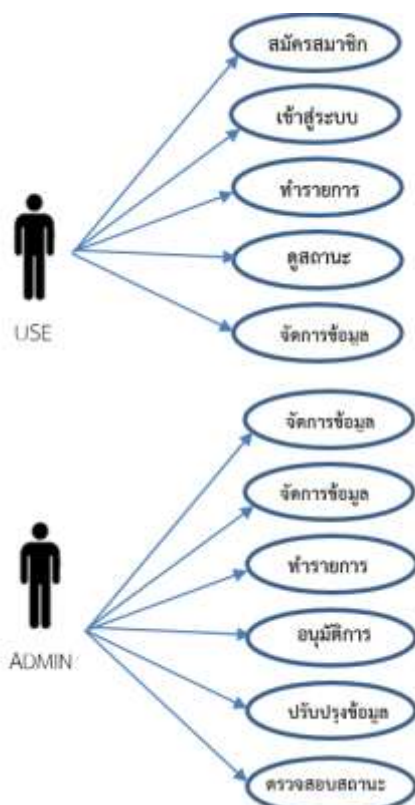
2.3 การรายงาน (Reporting) จำนวนการยืม-คืนรายวัน/เดือน, อุปกรณ์ที่ถูกยืมบ่อยที่สุด, อัตราการคืนล่าช้า

2) ออกแบบฐานข้อมูล Entity-Relationship Diagram (ER Diagram) ตารางหลัก: ผู้ใช้, อุปกรณ์, การยืม-คืน สำหรับระบบยืม-คืนอุปกรณ์สาธิต โดยมี 3 ตารางหลัก (ผู้ใช้, อุปกรณ์, การยืม-คืน) และความสัมพันธ์ระหว่าง Entities ดังนี้



ภาพที่ 1 แบบจำลองฐานข้อมูลสำหรับระบบยืม-คืนอุปกรณ์สาธิต

ผู้วิจัยได้จัดทำแบบจำลองระบบ เช่น แผนภาพการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) และแผนภาพกระบวนการทำงาน (Workflow Diagram) เพื่อกำหนดโครงสร้างระบบให้ชัดเจนก่อนการพัฒนาระบบ



ภาพที่ 2 Use ase diagram ระบบยืม-คืนอุปกรณ์สาธิต

2.3 การพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยนำแบบจำลองที่ออกแบบไปพัฒนาด้วยภาษาโปรแกรมและเทคโนโลยีที่เหมาะสม เช่น PHP, MySQL, และ HTML/CSS โดยใช้แนวทางการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบ Agile เพื่อให้สามารถปรับปรุงและทดสอบระบบได้อย่างต่อเนื่อง

การพัฒนาระบบยืม-คืนอุปกรณ์สาธิตในครั้งนี้ได้เลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับบริบทของหน่วยงานและความต้องการของผู้ใช้งาน โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพ ความง่ายในการดูแลรักษา และต้นทุนในการพัฒนา ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) เทคโนโลยีฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Backend Technology)

การพัฒนาระบบเลือกใช้ PHP เป็นภาษาหลักในการพัฒนาโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เนื่องจาก PHP เป็นภาษาที่มีความยืดหยุ่นสูง เรียนรู้ง่าย และมีชุมชนผู้พัฒนาขนาดใหญ่ ทำให้สามารถหาแนวทางแก้ไขปัญหาค้นคว้าได้รวดเร็ว (Welling & Thomson, 2009) นอกจากนี้ PHP ยังสามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูล MySQL ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเหมาะสำหรับระบบขนาดกลางที่ต้องการการจัดเก็บข้อมูลขนาดไม่ใหญ่มาก

2) เทคโนโลยีฐานข้อมูล (Database Technology)

ระบบใช้ MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System: DBMS) เนื่องจาก MySQL มีความเสถียรสูง รองรับการดำเนินงานแบบ Transaction และสามารถประมวลผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังมีเครื่องมือบริหารจัดการฐานข้อมูลจำนวนมาก เช่น phpMyAdmin ที่ช่วยให้การดูแลระบบฐานข้อมูลง่ายขึ้น (Dubois, 2013)

3) เทคโนโลยีฝั่งผู้ใช้ (Frontend Technology)

สำหรับการพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface: UI) ใช้ HTML5, CSS3 และ JavaScript ซึ่งเป็นมาตรฐานของการพัฒนาเว็บสมัยใหม่ โดย HTML5 ช่วยโครงสร้างเนื้อหาให้ชัดเจน CSS3 ช่วยตกแต่งให้ระบบมีความสวยงาม และ JavaScript ช่วยเพิ่มปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ เช่น การตรวจสอบฟอร์มข้อมูลแบบ Real-Time และการแสดงผลสถานะการยืม-คืนอย่างรวดเร็ว (Duckett, 2011)

4) กรอบแนวคิดการพัฒนา (Development Framework)

เพื่อเร่งความเร็วในการพัฒนาระบบ และรักษาคุณภาพโค้ดให้เป็นมาตรฐาน มีการพิจารณาใช้ Framework เช่น Laravel (สำหรับ PHP) และ Bootstrap (สำหรับการออกแบบ UI) ซึ่งช่วยให้งานพัฒนามีความเป็นระเบียบ ปลอดภัย และสวยงามมากยิ่งขึ้น (Stauffer, 2019)

5) การจัดการความปลอดภัยของระบบ (Security Consideration)

ระบบมีการพัฒนาให้รองรับการเข้ารหัสข้อมูล เช่น การเข้ารหัสรหัสผ่านผู้ใช้ (Password Hashing) และมีการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูล เพื่อป้องกันการละเมิดข้อมูลจากผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาต (OWASP, 2021)

6) ข้อพิจารณาเกี่ยวกับการขยายตัวในอนาคต

เทคโนโลยีที่เลือกใช้สามารถปรับขยาย (Scalable) ได้ในอนาคต หากจำนวนผู้ใช้หรือข้อมูลเพิ่มขึ้น เช่น การย้ายฐานข้อมูลจาก MySQL เดิมไปยังระบบฐานข้อมูลเชิงพาณิชย์ เช่น MariaDB หรือ PostgreSQL รวมถึงการพัฒนา Mobile Application เชื่อมต่อผ่าน API ที่สร้างจาก PHP ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 การทดสอบและประเมินผล

ระบบที่พัฒนาขึ้นจะถูกทดสอบด้วยวิธี Black-box testing เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของฟังก์ชัน และนำระบบไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย จากนั้นประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ (Likert Scale) แบบ 5 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด และการสัมภาษณ์เพิ่มเติมเพื่อวิเคราะห์ข้อดีและข้อจำกัดของระบบ ลำดับความพึงพอใจจากดีมาก ด้วยคะแนนระดับ 5 ไปยังน้อยที่สุด ด้วยคะแนนระดับ 1 โดยผู้ทดสอบระบบและตอบแบบสอบถาม ได้แก่ นักศึกษาและ อาจารย์ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 30 ราย

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการพัฒนา และผลการประเมิน ระบบยืม-คืน อุปกรณ์สาธิต อภิปรายใน 3.1 ถึง 3.3 ตามลำดับ ดังนี้

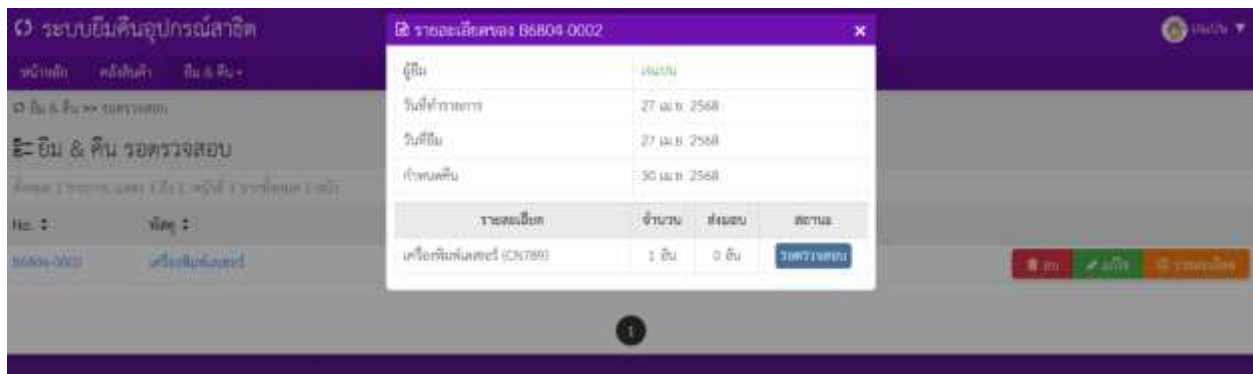
3.1 ผลการพัฒนาระบบยืม-คืนอุปกรณ์สาธิต ในสิทธิ์ของผู้ใช้งาน

จากการพัฒนาระบบยืม-คืนอุปกรณ์สาธิต และการนำไปทดลองใช้จริง พบว่าระบบสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี ทั้งในด้านความสะดวกในการยืม-คืน ความรวดเร็วในการบันทึกข้อมูล และความชัดเจนในการแสดงสถานะของอุปกรณ์ โดยการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานจำนวน 30 คน พบว่าค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจในแต่ละด้านอยู่ในระดับ "มาก" แสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้



ภาพที่ 3 หน้าจอการเข้าสู่ ระบบยืม-คืนอุปกรณ์สาธิต

กรณีผู้ใช้งานต้องการยืมอุปกรณ์ สามารถเข้ามาเลือกรายการอุปกรณ์ที่ต้องการยืมได้ และสามารถทำการกำหนดวันที่ต้องการคืนอุปกรณ์ได้ โดยระยะเวลาในการยืมอุปกรณ์ แต่ละครั้งจะไม่เกิน 7 วัน แสดงดังภาพที่ 4 ภาพที่ 5 และ ภาพที่ 6 ตามลำดับ



ภาพที่ 4 หน้าจอการยืมรายการอุปกรณ์



ภาพที่ 5 หน้าจอการยืมรายการอุปกรณ์



ภาพที่ 6 หน้าหลักแสดงยอดยืม และยอดรายการครบกำหนดคืน และรายการที่ได้รับอนุมัติ

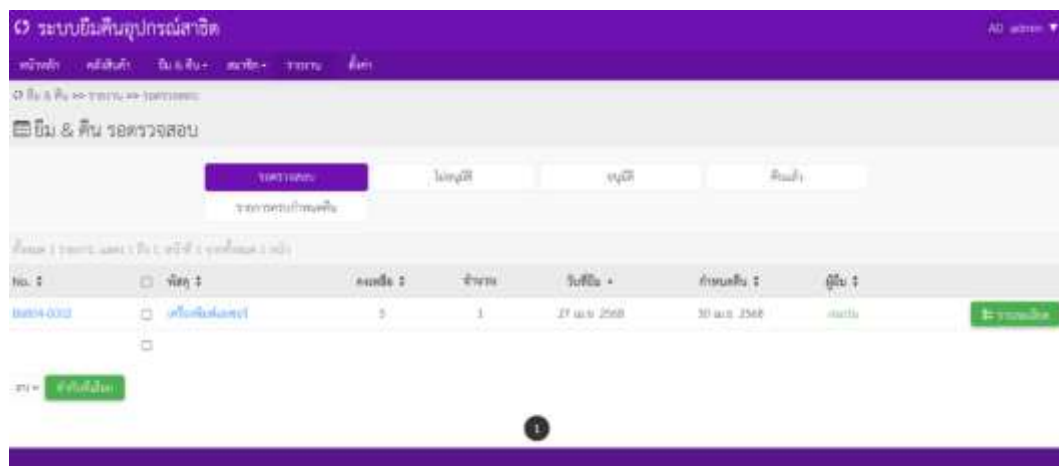
ด้านการใช้งานระบบในส่วนของผู้ใช้งาน พบว่าผู้ใช้งานส่วนใหญ่สามารถดำเนินการยืมและคืนอุปกรณ์ได้อย่างไม่ติดขัด ภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว ขณะที่ด้านการออกแบบพบว่าผู้ใช้งานมีความเห็นว่าอินเทอร์เฟซมีความเข้าใจง่าย สีสันเหมาะสม และเมนูการใช้งานครบถ้วน นอกจากนี้ ด้านความเสถียรและความถูกต้องของระบบ ผู้ใช้ให้คะแนนในระดับสูงเช่นกัน โดยระบุว่าระบบมีการประมวลผลข้อมูลถูกต้องและมีการตอบสนองที่รวดเร็ว

3.2 ผลการพัฒนาระบบยืม-คืนอุปกรณ์สาธิต ในสิทธิ์ของผู้ดูแลระบบ

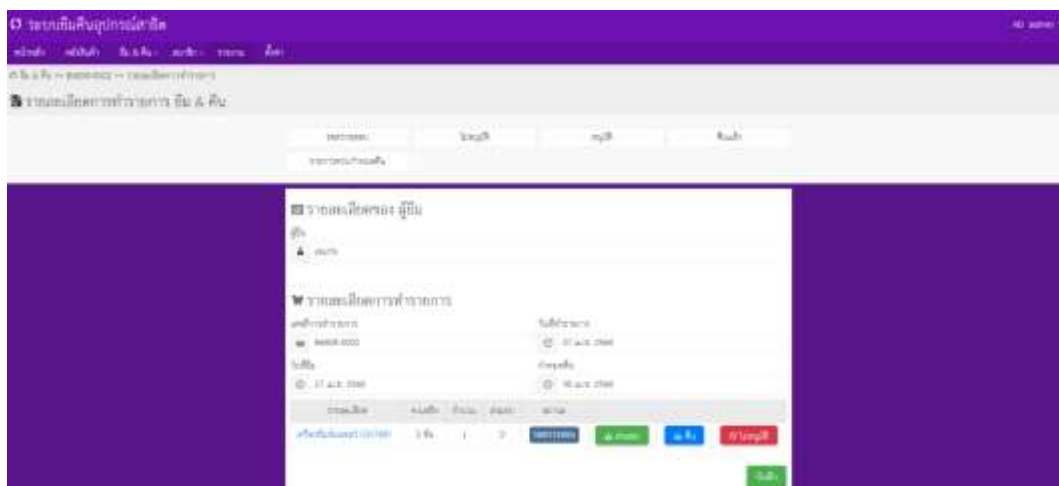
ส่วนของผู้ดูแลระบบ สามารถเข้ามาจัดการ และตรวจสอบรายการอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อที่จะทำการอนุมัติการยืมอุปกรณ์ แสดงดังภาพที่ 7 ภาพที่ 8 และ ภาพที่ 9 ตามลำดับ



ภาพที่ 7 หน้าจอแสดงจำนวนการยืนยันรายการอุปกรณ์ที่รอตรวจสอบ เพื่อทำการอนุมัติ



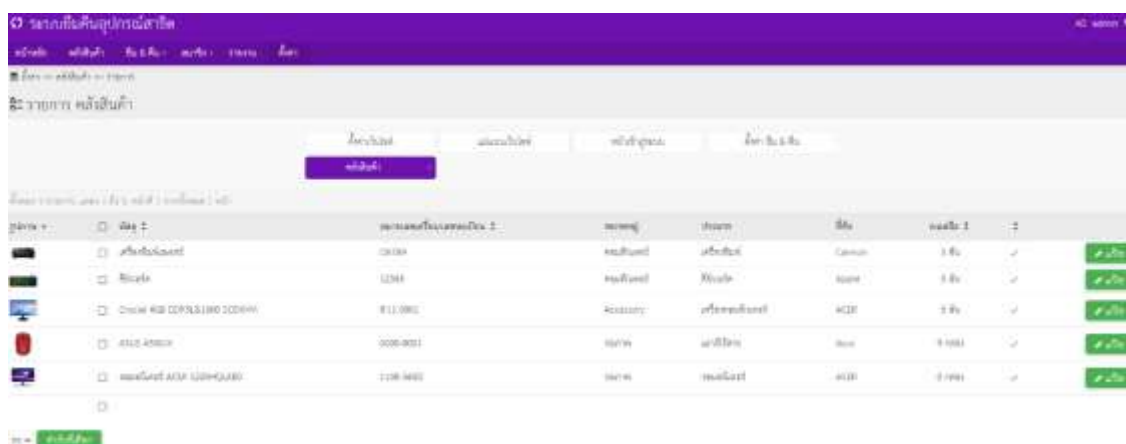
ภาพที่ 8 หน้าจอแสดงจำนวนการยืนยันรายการอุปกรณ์ที่รอตรวจสอบ เพื่อทำการอนุมัติ



ภาพที่ 9 หน้าจอแสดงรายละเอียดรายการอุปกรณ์ที่รอตรวจสอบ เพื่อทำการอนุมัติ



ภาพที่ 10 หน้าจอแสดงรายละเอียดรายการอุปกรณ์



ภาพที่ 11 หน้าจอแสดงรายละเอียดการจัดการข้อมูลคลังอุปกรณ์สินค้า

โดยสรุป ผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ระบบยืม-คืนอุปกรณ์สาธิตที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบโจทย์ความต้องการของ ผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปขยายผลหรือพัฒนาต่อยอดในระดับที่กว้างขึ้นในอนาคตต่อไป

3.3 ผลการประเมินระบบยืม-คืนอุปกรณ์สาธิต

ผลการประเมินจากผู้ที่เกี่ยวข้องในระบบยืม-คืนอุปกรณ์สาธิต ซึ่งเป็นนักศึกษาที่เคยยืม-คืนอุปกรณ์ จำนวน 30 ราย ที่ได้ ทดสอบฟังก์ชันการทำงานและแสดงความเห็นต่อการออกแบบระบบ ดังนำเสนอในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานระบบ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ระดับความพึงพอใจ
1. ความสะดวกในการใช้งาน	4.53	0.52	มาก
2. ความชัดเจนของข้อมูลที่แสดง	4.47	0.55	มาก
3. ความสวยงามของหน้าจอระบบ	4.35	0.60	มาก
4. ความถูกต้องของข้อมูลการยืม-คืน	4.58	0.49	มาก
5. ความรวดเร็วในการประมวลผล	4.50	0.51	มาก
6. ความพึงพอใจโดยรวมต่อระบบ	4.55	0.50	มาก
ผลเฉลี่ยรวม	4.66	0.20	มาก

จากผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบยืม-คืนอุปกรณ์สาธิต พบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.66 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวมเท่ากับ 0.20 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความคิดเห็นของผู้ใช้

มีความใกล้เคียงกัน และมีความสอดคล้องในเชิงบวก เมื่อพิจารณารายละเอียดแต่ละด้าน พบว่า ด้าน "ความถูกต้องของข้อมูลการ ยืม-คืน" มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 4.58 แสดงว่าผู้ใช้งานให้ความสำคัญกับความแม่นยำของข้อมูลและมีความพึงพอใจเป็นอย่างมากใน ความถูกต้องที่ระบบสามารถดำเนินการได้ รองลงมา คือ "ความพึงพอใจโดยรวมต่อระบบ" และ "ความสะดวกในการใช้งาน" ซึ่งได้ ค่าเฉลี่ย 4.55 และ 4.53 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าระบบได้รับการออกแบบให้ใช้งานง่ายและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ อย่างดี ในส่วนของ "ความสวยงามของหน้าจอระบบ" มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.35 แม้จะอยู่ในระดับมาก แต่มีค่าน้อยกว่าด้านอื่นเล็กน้อย ซึ่งอาจสะท้อนให้เห็นถึงโอกาสในการพัฒนาเพิ่มเติมในเรื่องการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) ให้มีความน่าสนใจและ ทันสมัยยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละข้อมีค่าต่ำ (อยู่ในช่วงประมาณ 0.49 – 0.60) และส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานรวมมีค่าเพียง 0.20 บ่งบอกได้ว่าคำตอบของผู้ตอบแบบสอบถามมีความสอดคล้องกันสูง ไม่กระจายตัวมาก แสดงถึง ความเห็นที่ตรงกันเกี่ยวกับประสิทธิภาพและความน่าใช้ของระบบ

โดยสรุป ระบบยืม-คืนอุปกรณ์สาธิตที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ ควรมีการพัฒนาเพิ่มเติมในเรื่องของความสวยงามและประสบการณ์ผู้ใช้ เพื่อให้ระบบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นในอนาคต

4. สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา ระบบยืม-คืนอุปกรณ์สาธิต สำหรับการใช้งานในหน่วยงานการศึกษา เพื่อเพิ่ม ประสิทธิภาพในการบริหารจัดการอุปกรณ์และอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งาน ระบบที่พัฒนาขึ้นมีฟังก์ชันหลักในการจอง ยืม และคืนอุปกรณ์ พร้อมทั้งระบบตรวจสอบสถานะและรายงานข้อมูลการใช้งาน ผลการทดสอบการใช้งานระบบโดยกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน พบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.66 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวมเท่ากับ 0.20 แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานส่วนใหญ่มีความคิดเห็นในทิศทางเดียวกันและมีความพึงพอใจในระบบที่พัฒนาขึ้น ด้านที่ได้รับคะแนน เฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ความถูกต้องของข้อมูลการยืม-คืน รองลงมาคือความสะดวกในการใช้งาน และความพึงพอใจโดยรวมต่อระบบ

โดยสรุป ระบบยืม-คืนอุปกรณ์สาธิตที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลด ความผิดพลาดในการจัดการข้อมูล ลดภาระการทำงานของเจ้าหน้าที่ และเพิ่มความสะดวกให้แก่ผู้ยืม ทั้งนี้ผลการวิจัยยังสะท้อนถึง แนวทางในการพัฒนาระบบเพิ่มเติมในด้านการออกแบบหน้าตาและประสบการณ์ผู้ใช้งาน เพื่อให้ระบบมีความสมบูรณ์และ สอดคล้องกับความต้องการในอนาคตมากยิ่งขึ้น

แม้ผลลัพธ์จะโดยรวมสอดคล้องกับทฤษฎีที่ทบทวน แต่ยังมีข้อสังเกตหนึ่งที่ แตกต่างเล็กน้อยจากข้อเสนอของ OWASP Foundation (2021) กล่าวคือ ระบบยังไม่ได้รองรับการเข้ารหัสข้อมูลทุกประเภท เช่น ข้อมูลส่วนบุคคลอื่น ๆ ที่อาจต้องม การป้องกันเพิ่มเติม เช่น เลขประจำตัวนักศึกษา หรือการเข้ารหัสแบบ HTTPS ซึ่งควรเป็นแนวทางพัฒนาในระยะถัดไปเพื่อความ ปลอดภัยสูงสุด

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินผล และสรุปผลการวิจัย พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางการปรับปรุงหรือพัฒนาระบบเพิ่มเติม ในอนาคต เพื่อให้ระบบมีความสมบูรณ์และตอบโจทย์การใช้งานได้ดียิ่งขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

เนื้อหาของบทความวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยได้เขียนสรุปมาจากโครงงานนักศึกษา สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ และขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร รวมทั้ง นักศึกษา คณาจารย์ และบุคลากรทุกท่านที่ได้ ให้ความร่วมมือในการทำงานวิจัยเป็นอย่างดี

6. เอกสารอ้างอิง

จักรกฤษ ดวงมรดา. (2560). *ระบบคืน – ยืมอุปกรณ์สำนักงาน (สหกิจศึกษา)*. คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสยาม.
ณัฐวุฒิ แสงอรุณ. (2562). *การพัฒนาแบบยืม-คืนอุปกรณ์การเรียนการสอนในสถาบันการศึกษา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

- ปิยะวัฒน์ ศรีสวัสดิ์. (2561). *ระบบบริหารจัดการการยืม-คืนอุปกรณ์กีฬาในสถานศึกษา (รายงานการวิจัย)*. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- วรารณ แก้วประเสริฐ. (2563). *การออกแบบและพัฒนาระบบยืม-คืนอุปกรณ์ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศิริพร ชัยมงคล. (2561). *การพัฒนากระบบยืม-คืนอุปกรณ์การเรียนการสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (4th ed.)*. California: SAGE Publications.
- Dubois, P. (2013). *MySQL (5th ed.)*. Boston: Addison-Wesley.
- Duckett, J. (2011). *HTML and CSS: Design and build websites*. New Jersey: Wiley.
- Kitchenham, B., Pfleeger, S.L., Pickard, L., Jones, P.W., Hoaglin, D.C., El Emam, K., & Rosenberg, J. (2002). Preliminary guidelines for empirical research in software engineering. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 28(8), 721–734.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook (3rd ed.)*. California: SAGE Publications.
- OWASP Foundation. (2021). *OWASP top ten web application security risks*. <https://owasp.org/www-project-top-ten/>
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). *Software engineering: A practitioner's approach (9th ed.)*. New York: McGraw-Hill Education.
- Sommerville, I. (2016). *Software engineering (10th ed.)*. London: Pearson Education.
- Stauffer, M. (2019). *Laravel: Up and running (2nd ed.)*. California: O'Reilly Media.
- Welling, L., & Thomson, L. (2009). *PHP and MySQL web development (4th ed.)*. Boston: Addison-Wesley.

เกมส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โรงเรียนวัดมกุฏกษัตริย์

English Learning Promote Game for Grade 7 Students at Mathyom
Wat Makutkasat School

เจษฎากรณ์ ทองคำ^{1*} ปณิดานารถ บุณณะภักดี¹ คชาวุธ จันทร์เชื้อ¹ จิรัชติ บุญมา¹
พศิน แก้วจินดา¹ และ สติธิพร ภูจัตตุ¹

Jassadakhon Thongkham^{1*} Panidanath Buranaphakdee¹ Khathawut Chanchuea¹
Jirachot Bunma¹ Pasin Kaewjinda¹ and Sittiporn Phujattu¹

¹ สาขาเทคโนโลยีมีเดีย คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวชิราวุธเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

¹ Multimedia Technology, Mass Communication Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

* E-mail: jassadakhon.t@rmutp.ac.th; Tel. 0909969823

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาเกมสองมิติแบบ Point and Click ส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดมกุฏกษัตริย์ และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเกมส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ เกมดังกล่าวเน้นการพัฒนาทักษะการฟัง การอ่าน และการเขียนภาษาอังกฤษเบื้องต้นผ่านการดำเนินเรื่องและการไขปริศนาในสถานการณ์สมมติ เนื้อหาในเกมสอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย เกมที่พัฒนาขึ้นและแบบประเมินความพึงพอใจ ผลการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียน 30 คน พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากถึงมากที่สุดในทุกด้าน โดยเฉพาะด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด (4.51) แสดงให้เห็นว่าเกมมีศักยภาพในการเสริมสร้างการเรียนรู้ภาษาอังกฤษและส่งเสริมให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนภาษาอังกฤษเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเกมที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำสำคัญ: เกมส่งเสริมการเรียนรู้, ภาษาอังกฤษ, มัธยมศึกษาปีที่ 1

Abstract

This research aimed to 1) develop a two-dimensional Point and Click game to promote English language learning for grade 7 students at Wat Makutkasat School and 2) study students' satisfaction with the game to promote English learning. The game focused on developing students' basic skills in listening, reading, and writing through storytelling and problem-solving in simulated situations. The game content aligned with the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008) for Foreign Languages at the grade 7. The research instruments consisted of the developed game and a satisfaction questionnaire. The experiment conducted with a sample group of 30 students revealed that the students' satisfaction levels were high to very high in all evaluated aspects, particularly in promoting learning, which achieved the highest mean score (4.51). This indicates that the game has the potential to enhance English language learning and significantly increase students' motivation to learn English. The results suggest that the developed game can be effectively used as a supplementary tool for English language learning at the grade 7 level.

Keywords: Learning Support Game, English, Grade 7

1. บทนำ

ภาษาอังกฤษเป็นภาษาสากลที่มีบทบาทสำคัญในโลกยุคปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นด้านการศึกษา การทำงาน เทคโนโลยี หรือการสื่อสารระหว่างประเทศ ภาษาอังกฤษถูกใช้เป็นภาษาหลักในการติดต่อทางธุรกิจ การวิจัย และการแลกเปลี่ยนวัฒนธรรมระหว่างประเทศ นอกจากนี้ ภาษาอังกฤษยังเป็นภาษาหลักขององค์การระหว่างประเทศ เช่น สหประชาชาติ องค์การอนามัยโลก และองค์การการค้าโลก ดังนั้น การมีทักษะภาษาอังกฤษที่ดีจะช่วยเปิดโอกาสให้นักเรียนไทยสามารถแข่งขันในตลาดแรงงานและเป็นส่วนหนึ่งของสังคมโลกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ภาษาอังกฤษยังเป็นภาษาที่ใช้การใช้งานและได้รับความนิยมมากที่สุดเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก ซึ่งมีจำนวนคนที่ใช้ภาษาอังกฤษมีมากถึง 1,452 ล้านคน (Berlitz Thailand, Most Spoken Languages, 2025) อีกทั้งยังเป็นภาษาหลักของประเทศที่มีอิทธิพลทางเศรษฐกิจ การเมือง และวิทยาศาสตร์ เช่น สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร และออสเตรเลีย ภาษาอังกฤษยังเป็นภาษากลางที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างประเทศในทุกวงการ ไม่ว่าจะเป็นธุรกิจ เทคโนโลยี หรือความร่วมมือด้านการศึกษา นอกจากนี้ อินเทอร์เน็ตและสื่อดิจิทัลส่วนใหญ่ใช้ภาษาอังกฤษเป็นหลัก ทำให้การเข้าใจและใช้ภาษาอังกฤษได้ดีเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการเข้าถึงข้อมูล ความรู้ และโอกาสในการพัฒนาอาชีพในอนาคต

ปัจจุบัน คนไทยยังประสบปัญหาเกี่ยวกับการใช้ภาษาอังกฤษในหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นการพูด ฟัง อ่าน หรือเขียน ซึ่งส่งผลกระทบต่อโอกาสในการศึกษาและการทำงานในระดับสากล จากผลการสำรวจดัชนีความสามารถทางภาษาอังกฤษ (EF English Proficiency Index) ปี 2024 พบว่าประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 106 จาก 116 ประเทศทั่วโลก (EF Education First, EF Thailand, 2025) ซึ่งอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับประเทศอื่นในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สาเหตุหลักมาจากระบบการเรียนการสอนที่ยังขาดการพัฒนาสื่อที่ทันสมัย การใช้สื่อการเรียนแบบเดิม ๆ เช่น หนังสือเรียนที่ไม่ได้รับการปรับปรุงอย่างสม่ำเสมอ ทำให้การเรียนรู้ภาษาอังกฤษไม่น่าสนใจและไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริง และการสอนที่ยังคงเน้นการท่องจำแทนการสื่อสารอย่างแท้จริง (มณีนุชา มานะรัชต์ และอุบลวรรณ ส่งเสริม, 2566) ทำให้นักเรียนขาดทักษะที่สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์จริงได้ โดยเฉพาะในระดับชั้นประถมศึกษา ซึ่งเป็นช่วงเริ่มต้นของการเรียนรู้ภาษา นักเรียนยังขาดทักษะพื้นฐานด้านภาษาอังกฤษและขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้ การเรียนการสอนที่ใช้วิธีการแบบเดิม เน้นการท่องจำคำศัพท์และไวยากรณ์เพียงอย่างเดียว ทำให้เด็กขาดความสนใจและไม่สามารถพัฒนาทักษะทางภาษาที่จำเป็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัญหาที่สะสมต่อเนื่องมาจนถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ยังมีพื้นฐานภาษาอังกฤษที่อ่อนแอ ส่งผลให้ไม่สามารถเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นและนำภาษาอังกฤษไปใช้ได้อย่างมั่นใจ

จากการศึกษาพบว่าการใช้เทคโนโลยีและเกมเป็นเครื่องมือช่วยสอนสามารถเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้และช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น เกมช่วยให้การเรียนรู้มีความสนุกสนานและสามารถส่งเสริมการพัฒนาทักษะด้านภาษาอังกฤษ เช่น คำศัพท์ โครงสร้างประโยค การฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สุชาติ ทั้งสกริสมิ และสถาพร ชันโต, 2555) นอกจากนี้ การเรียนรู้ผ่านเกมยังช่วยกระตุ้นให้นักเรียนกล้าแสดงออก และมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้นมากขึ้น ทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่เป็นมิตรและน่าสนใจ (ชฎาพร ยางเงิน, 2561) สื่อการสอนประเภทเกมมีบทบาทสำคัญในการช่วยพัฒนาทักษะด้านภาษาอังกฤษของผู้เรียน การเรียนรู้ผ่านเกม (Game-Based Learning) ช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่น่าสนใจและมีส่วนร่วมกับเนื้อหาการเรียนมากขึ้น (ณัฐรา ผิวมา, 2564 และ Serrano, 2019) งานวิจัยหลายฉบับพบว่าการใช้เกมสามารถเพิ่มความสามารถในการจดจำคำศัพท์และไวยากรณ์ได้ดีกว่าการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม (สินีนาด และคณะ, 2566) นอกจากนี้ เกมยังสามารถจำลองสถานการณ์จริงที่ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะการสื่อสารอย่างเป็นธรรมชาติ อีกทั้งยังสามารถปรับให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่เป็นรายบุคคลและมีประสิทธิภาพมากขึ้น (ปิ่นนรัตน์ วงศ์พัฒนานิภาส และ อุทัย สารวมจิตร, 2566) ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นพัฒนาเกมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีเป้าหมายเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการเรียน และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตลอดจนส่งเสริมความมั่นใจและทัศนคติที่ดีต่อการเรียนภาษาอังกฤษ ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาทักษะทางภาษาของนักเรียนในระยะยาว

2. ระเบียบวิธีวิจัย

ในการดำเนินการออกแบบเกมส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีรายละเอียดการดำเนินการดังต่อไปนี้

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่โรงเรียนวัดมกุฏกษัตริย์

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโรงเรียนวัดมกุฏกษัตริย์ จำนวน 1 ห้องเรียน ทั้งหมด 30 คน

2.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 โดยทางผู้วิจัยจะเน้นเป็น ไวยากรณ์พื้นฐาน (Grammar) เช่น Present simple เป็นต้น การฟัง (Listening) การอ่าน (Reading) บทความสั้นๆ และการเขียน (Writing) ตอบคำถามภายในตัวเกม

2.3 เครื่องมือการวิจัย

- 1) เกมส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งสร้างโดยโปรแกรม Unity
- 2) แบบประเมินความพึงพอใจเกมส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

2.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

- 1) ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาเนื้อหาวิชาภาษาอังกฤษจากเอกสารหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ และการออกแบบและผลิตเกม 2 มิติ เพื่อสร้างเกมส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

- 2) ผู้วิจัยทำการติดต่อประสานงานกับโรงเรียนวัดมกุฏกษัตริย์ เพื่อขออนุญาตทางโรงเรียนในการจัดกิจกรรมและเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัย

- 3) ผู้วิจัยดำเนินการออกแบบและสร้างเกมส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเริ่มจากการวางแผนและออกแบบเกม (Game Design) เป็นการกำหนดแนวเกมและรายละเอียดของเกม ได้แก่ เรื่องราว ตัวละคร ฉาก วิธีการเล่น กฎกติกา และระบบคะแนน เป็นแบบร่างอย่างคร่าวๆ ดังแสดงในภาพที่ 1 จากนั้นเตรียมทรัพยากร (Assets) โดยการสร้างภาพตัวละคร พื้นหลัง และไอเทมในเกมด้วยโปรแกรม Photoshop (ดังในภาพที่ 2) รวมถึงการเตรียมเสียงเพลงประกอบและเอฟเฟกต์เสียงของเกม ไฟล์ที่เตรียมขึ้นทั้งหมดจะถูกแปลงไฟล์ให้อยู่ในรูปแบบที่โปรแกรม Unity รองรับ จากนั้นจึงเริ่มสร้างเกมในโปรแกรม Unity โดยทำการจัดวางองค์ประกอบของฉาก เสียงเพลงประกอบ และเอฟเฟกต์เสียงของเกม และเขียนโค้ด (Scripting) เพื่อควบคุมให้เกิดการเคลื่อนที่ตัวละคร การชน (Collision Detection) การเก็บไอเทม การเปลี่ยนฉาก และการแสดงคะแนนในเกม (ดังภาพที่ 3)

- 4) เกมที่ผลิตขึ้นจะถูกนำมาให้กลุ่มเป้าหมายทดสอบ และประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อเกมส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยความพึงพอใจที่มีต่อเกมจะประเมินจากแบบสอบถามแบบมาตราค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามแนวคิดของ Likert (1932) ซึ่งแบ่งระดับการประเมิน ดังนี้

5	หมายถึง	ความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	ความพึงพอใจในระดับมาก
3	หมายถึง	ความพึงพอใจในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด
1	หมายถึง	มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด

- 5) ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการประเมินเพื่อนำไปสรุปผลการวิจัย และการพัฒนาต่อไปในอนาคต โดยการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard

Deviation, S.D.) ซึ่งการแปลผลความพึงพอใจใช้เกณฑ์การแปลผลตามค่าเฉลี่ย (Mean) ตามแนวทางของ บุญธรรม กิจปรีดา บริสุทธิ์ (2550) ที่เสนอการตีความระดับค่าเฉลี่ยเป็นช่วงคะแนนเพื่อความชัดเจนในการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถแปลผลข้อมูลได้ตามเกณฑ์ดังนี้

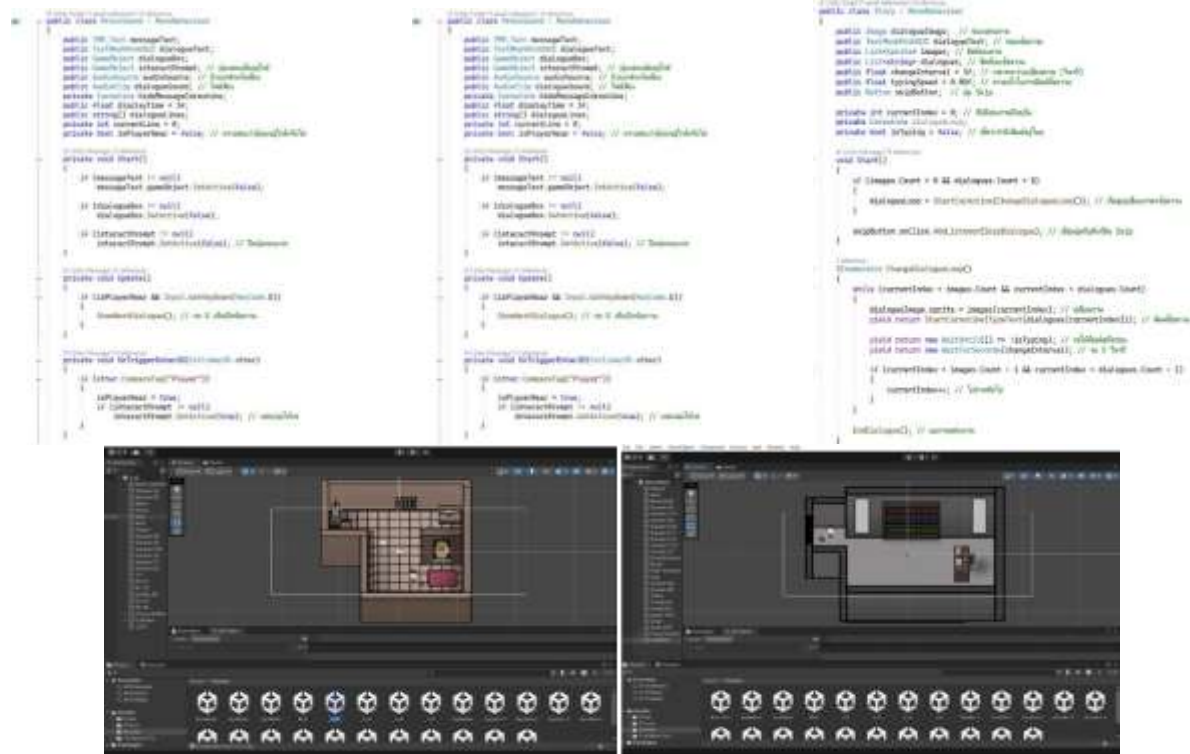
คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายถึง	ความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายถึง	ความพึงพอใจในระดับมาก
คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายถึง	ความพึงพอใจในระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายถึง	ความพึงพอใจในระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายถึง	ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด



ภาพที่ 1 แบบร่างเรื่องราว ตัวละคร ฉาก วิธีการเล่น กฎกติกา และระบบคะแนน



ภาพที่ 2 การสร้างภาพตัวละคร พื้นหลัง และไอเทมในเกมด้วยโปรแกรม Photoshop

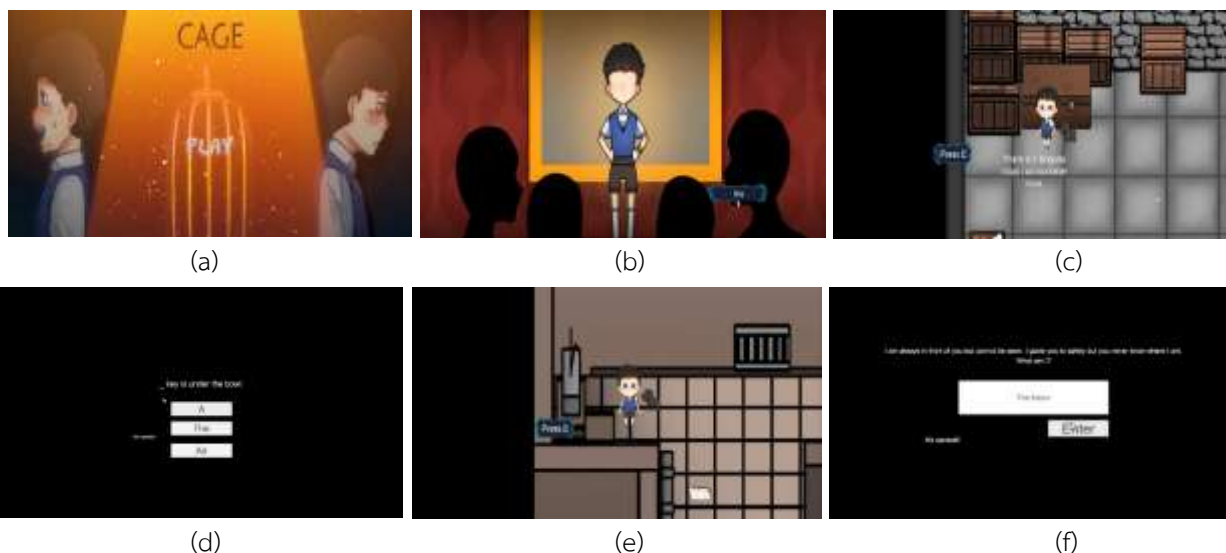


ภาพที่ 3 การเขียนโค้ดและการทำงานในโปรแกรม Unity

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการพัฒนาเกมส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

การพัฒนาเกมส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นั้น ตัวเกมจะเป็นเกมแบบ 2 มิติ ซึ่งควบคุมการเล่นโดยใช้การคลิกเมาส์ (Point and Click) เพื่อสั่งให้ตัวละครกระทำสิ่งต่าง ๆ ตัวเกมจะเป็นการเล่าเรื่องพร้อมแก้ไขปริศนา หากไม่สามารถแก้ไขปริศนาได้ จะไม่สามารถดำเนินเนื้อเรื่องถัดไปได้ ซึ่งบทเรียนในเกมจะประกอบไปด้วยการอ่านบทความสั้นๆ การฟังบทความภาษาอังกฤษเพื่อไขปริศนา การแก้ปริศนาที่เกี่ยวข้องกับ Verb to be, Present simple, There is/ There are, Pronouns, Some/Any และ Prepositions (ดังแสดงในภาพที่ 4) ซึ่งจากการนำเกมส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มาใช้ พบว่า นักเรียนมีความรู้สึกสนุกสนาน และเกมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษของนักเรียนอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะในการทำกิจกรรมตอบคำถามผ่านการคลิกเลือกคำตอบจากสถานการณ์จำลองในเกม นักเรียนมีการใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ไขสถานการณ์ในเกม เช่น การเลือกตอบโต้บทสนทนาอย่างเหมาะสมหรือการสรุปข้อมูลจากเบาะแสที่ได้รับ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ของ Piaget (1972) และแนวคิดการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Learner-Centered Approach) ของ Bruner (1966) เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือสำรวจ คลิกเลือก และแก้ไขปัญหาเอง ผ่านสถานการณ์จำลองภาษาอังกฤษภายในเกม ผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้สร้างความรู้มากกว่าการเป็นผู้รับสาร ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Learning) นอกจากนี้ตามแนวคิดการเรียนรู้แบบประสบการณ์ของ Kolb (1984) พบว่า นักเรียนเรียนรู้ผ่านการลงมือทำ (Active Experimentation) ภายในเกม และเกิดการสะท้อนผล (Reflective Observation) เมื่อต้องแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น เช่น การเลือกคำตอบผิดในเกมแล้วได้รับการเฉลยหรือข้อเสนอแนะ ส่งผลให้นักเรียนสามารถปรับกลยุทธ์การใช้ภาษาในรอบถัดไปได้ดีขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดความท้าทาย ความสนุก และเกิดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมที่มีเป้าหมายชัดเจน จึงช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะภาษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 4 เกมส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (a) หน้าแรกของเกม (b) เรื่องราวของตัวละครซึ่งเป็นผู้ดำเนินเกม (c) ตัวอย่างการสอนใช้ไวยากรณ์ (d) ตัวอย่างคำถามในเกมแบบเลือกตอบ (e) ตัวอย่างการฟังบทความภายในเกมเพื่อตอบคำถาม และ (f) ตัวอย่างคำถามภายในเกมแบบเขียนตอบสั้นๆ

3.2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเกมส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากการเก็บข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน ที่ได้ทดลองใช้เกมส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ พบว่า ผลการประเมินในแต่ละด้านมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 1 โดยรวม นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากและมากที่สุดในทุกด้านที่ทำการประเมิน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เกมส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษที่พัฒนาขึ้น สามารถสร้างความพึงพอใจให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ในระดับสูง ทั้งในด้านเนื้อหาความรู้ ความง่ายในการใช้งาน ความสนุกสนาน และการส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ ผลลัพธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับ การศึกษาของ Prensky (2001) ที่พบว่าเกมช่วยเสริมสร้างแรงจูงใจและกระตุ้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในการส่งเสริมการเรียนรู้ต่อผู้ใช้ ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด (4.51) แสดงให้เห็นว่าเกมมีศักยภาพในการเสริมสร้างการเรียนรู้ภาษาอังกฤษในบริบทที่สนุกและเป็นธรรมชาติ ตรงกับผลการศึกษาของ Wang (2010) ซึ่งพบว่าการใช้เกมดิจิทัลสามารถเพิ่มการมีส่วนร่วมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาภาษาอังกฤษได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับผู้ใช้ และความง่ายต่อการเล่นซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยสูงเช่นกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gee (2003) ที่ชี้ว่าเกมที่ออกแบบดีควรมีระดับความท้าทายที่เหมาะสมกับผู้เล่น และให้การสนับสนุนการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์อย่างต่อเนื่อง ดังนั้น การใช้เกมส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นสื่อเสริมสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียน 30 คนที่มีต่อเกมส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดมกุฏกษัตริย์

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ระดับความพึงพอใจ
1. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับผู้ใช้	4.42	0.56	มาก
2. ความง่ายต่อการเล่น	4.15	0.49	มาก
3. ความท้าทายของเกม	3.89	0.63	มาก
4. ความสวยงามของฉากในเกมโดยรวม	4.28	0.58	มาก
5. การส่งเสริมการเรียนรู้ต่อผู้ใช้	4.51	0.46	มากที่สุด
6. ความสนุกของเกม	4.35	0.52	มาก

4. สรุปผล

งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเกม 2 มิติที่ใช้ส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษโดยใช้โปรแกรม Unity เนื้อหาภายในเกมจะเกี่ยวข้องกับวิชาภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 จากการใช้งานพบว่านักเรียนมีความรู้สึกสนุกสนาน และสามารถเล่นเกมในการส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษได้ดี และเมื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อเกม พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากและมากที่สุดในทุกด้านที่ทำการประเมิน แสดงให้เห็นว่าเกมสามารถช่วยกระตุ้นและเสริมสร้างการเรียนรู้ภาษาอังกฤษได้ และเกมที่พัฒนาขึ้นนี้มีศักยภาพในการนำไปใช้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนสามารถนำเกมนี้ไปใช้เพื่อส่งเสริมในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาภาษาอังกฤษ โดยเฉพาะในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับไวยากรณ์พื้นฐานและทักษะการฟังอ่าน เพื่อส่งเสริมความเข้าใจและสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่น่าสนใจ นอกจากนี้ ผู้พัฒนาเกมหรือสื่อการสอนสามารถนำกระบวนการออกแบบเกมในงานวิจัยนี้ไปปรับใช้ในการพัฒนาเกมเพื่อการเรียนรู้ในวิชาอื่นหรือระดับชั้นอื่นให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

สำหรับข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการขยายกลุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมมากขึ้น ทั้งในด้านจำนวนและความหลากหลายของโรงเรียน เพื่อให้ผลการวิจัยสามารถสรุปทั่วไปได้มากยิ่งขึ้น อีกทั้งควรพัฒนาเกมให้ครอบคลุมทักษะภาษาอังกฤษในด้านอื่น ๆ โดยเฉพาะการพูด (Speaking) และการโต้ตอบแบบโต้กลับ (Interactive Dialogue) รวมถึงควรใช้เครื่องมือวัดที่หลากหลาย เช่น แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน การสังเกตพฤติกรรม และการสัมภาษณ์เชิงลึก เพื่อให้ได้ข้อมูลที่รอบด้านและน่าเชื่อถือมากขึ้น นอกจากนี้ การศึกษาความต่อเนื่องของผลสัมฤทธิ์ในระยะยาว รวมถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพิ่มเติม เช่น AR/VR หรือ AI chatbot อาจเป็นแนวทางใหม่ที่จะช่วยเสริมประสิทธิภาพของเกมเพื่อการเรียนรู้ได้อย่างมีนัยสำคัญ

5. กิตติกรรมประกาศ

ทีมวิจัยขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ทุนสนับสนุนด้านองค์ความรู้และทรัพยากรในการพัฒนาโครงการวิจัยนี้ ขอขอบคุณผู้อำนวยการ คุณครูประจำวิชาภาษาอังกฤษ คุณครูประจำชั้น และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดมกุฏกษัตริย์ ที่เอื้ออำนวยสถานที่และให้ความร่วมมือในการศึกษาวิจัยเป็นอย่างดี ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิซพร เทียบจัตุรัส ที่ให้คำปรึกษา และข้อเสนอแนะที่มีคุณค่ายิ่งตลอดกระบวนการดำเนินงานวิจัย ขอขอบคุณนางสาวโยชิตา กรวุฒิอภิขมา และครอบครัวทองคำ ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนในการทำงานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างเต็มที่

6. เอกสารอ้างอิง

- ชฎาพร ยางเงิน. (2561). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษโดยใช้เกมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ณัฐฐา ผิวมา. (2564). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยบูรณาการเทคโนโลยีเกมคอมพิวเตอร์*. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต*, 7(ฉบับพิเศษ), 1-15.
- บุญธรรม กิจปรีดาภิสุทธิ์. (2550). *การวิเคราะห์และการแปลความหมายข้อมูลสถิติสำหรับการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปิ่นนรรัตน์ วงศ์พัฒนานิภาส และอุทัย ส้ารวมจิตร. (2566). *การพัฒนาเกมดิจิทัลจำลองสถานการณ์ตามกาลเวลาเพื่อการเรียนรู้เรื่อง Tenses ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. *วารสารวิชาการ การจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 10(1), 75-90.
- มณีนุญา มานะรัชต์ศักดิ์ และอุบลวรรณ ส่งเสริม. (2566). *การพัฒนาแบบการจัดการเรียนการสอนภาษาอังกฤษตามแนวการสอนภาษาเพื่อการสื่อสารร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารและความมั่นใจในการใช้ภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา*. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 21(1), 367-381.

- สินีนถ หวังดี, สิริมา สุริยะลังกา, ศิริวรรณ ท่าดี และฉิรวิท ไพรมทานิยม. (2566). *การพัฒนาการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษโดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based Learning) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดกำแพงเพชร*. การประชุมวิชาการระดับชาติสำหรับนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- สุชาติ ทั้งสธิรสิมา และสถาพร ชันโต. (2555). การใช้เกมในการพัฒนาทักษะภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *Journal of Education Khon Kaen University (Graduate Studies Research)*, 6(2), 168-175.
- Berlitz Thailand. (2025). *Most spoken languages*. Retrieved February 28, 2025, from <https://berlitzthailandonline.com/blogs/exclusive-articles/most-spoken-languages>
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- EF Education First. (2025). *EF Thailand*. Retrieved March 6, 2025, from <https://www.ef.co.th/epi/regions/asia/thailand/>
- Gee, J. P. (2003). *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*. New York: Palgrave Macmillan.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140), 1–55.
- Piaget, J. (1972). *The Psychology of the Child*. New York: Basic Books.
- Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. New York: McGraw-Hill.
- Serrano, K. (2019). *The effect of digital game-based learning on student learning: A literature review*.
- Wang, Y. (2010). Using games in English teaching for primary students. *Journal of Language Teaching and Research*, 1(5), 640-643.

การพัฒนาเกมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภูมิศาสตร์และคำศัพท์ภาษาอังกฤษ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเอไอเสียง

Game Development for Enhancing Geography Learning and English Vocabulary through AI Voice Technology

นิลบล วงศ์จำปา¹ เติววิชา วงศ์เดิม¹ ปัญณพงศ์ รัตนอิทธิภรณ์¹ พฤกษ์ เกตุราม¹ และ ชีวัน บุญธรรม^{1*}

Nilubon Wongjampa¹ Tewitcha Wongderm¹ Pannapong Rattanaittiporn¹ Phruek Ketram¹
and Sheewan Boonthum^{1*}

¹ โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี

¹ Innovation Demonstration School of Rajamangala University of Technology Thanyaburi,
Thanyaburi, Pathumthani 12110, Thailand

* E-mail: sheewan_b@rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเกม G.O. Grap เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ด้านภูมิศาสตร์กายภาพและคำศัพท์ภาษาอังกฤษโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและเทคโนโลยี AI Voice Generator เพื่อเพิ่มความสนใจในการเรียนรู้ ตัวเกมประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ พืชหญ้า ถ้ำ และป่า ซึ่งออกแบบให้ผู้เล่นได้ฝึกทักษะการสังเกต ความจำ และการแก้ปัญหา พร้อมสอดแทรกความรู้ภูมิศาสตร์กายภาพและคำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 30 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบวัดความรู้ก่อนและหลังเล่นเกม และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของผู้เรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา และการทดสอบ t-test แบบกลุ่มสัมพันธ์ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเล่นเกม ($\bar{X}$ = 8.47, SD = 1.70) สูงกว่าก่อนเล่นเกม ($\bar{X}$ = 7.10, SD = 1.75) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t(29) = 3.24, p = 0.003$) และความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.25) แสดงให้เห็นว่าเกม G.O. Grap มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้ภูมิศาสตร์กายภาพและคำศัพท์ภาษาอังกฤษอย่างชัดเจน

คำสำคัญ: เกมการศึกษา, ภูมิศาสตร์, การเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษ, เทคโนโลยีเอไอเสียง, การออกแบบเชิงวิศวกรรม

Abstract

This study aimed to develop G.O. Grap, an educational game for learning physical geography and English vocabulary. The game was created using an engineering design process and AI voice generator technology to enhance learning immersion. It consists of three levels such as grassland, cave, and forest. In each designed to develop players' observation, memory, and problem-solving skills, while embedding relevant geography content and vocabulary. The participants were 30 lower secondary school students, selected through purposive sampling. Research instruments included a pre-test and post-test for knowledge assessment and a satisfaction questionnaire. Data were analyzed using descriptive statistics and a dependent samples t-test. Results indicated that the post-test mean score ($\bar{X}$ = 8.47, SD = 1.70) was significantly higher than the pre-test mean score ($\bar{X}$ = 7.10, SD = 1.75), with statistical significance at the .01 level ($t(29) = 3.24, p = 0.003$). Learner satisfaction with the game was also high ($\bar{X}$ = 4.25), suggesting that G.O. Grap is an effective educational tool for enhancing physical geography and English vocabulary learning.

Keywords: Educational game, Geography, English vocabulary learning, AI voice technology, Engineering design

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ภูมิศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ครอบคลุมการศึกษาเกี่ยวกับโลกและความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 แขนงหลัก คือ ภูมิกายภาพ (Physical Geography) ภูมิศาสตร์มนุษย์ (Human Geography) และ ภูมิศาสตร์เทคนิค (Geographic Techniques) (วรวิทย์, 2565) ในปัจจุบันประเทศไทยกำลังเผชิญกับปัญหาด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรมลง อันเนื่องมาจากการใช้ทรัพยากรอย่างไม่มีประสิทธิภาพและขาดความรู้ความเข้าใจในหลักการอนุรักษ์ การศึกษาด้านภูมิศาสตร์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการสร้างความตระหนักและความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม (Nuttavikhom, 2560)

การศึกษาด้านภูมิศาสตร์ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาช่วยในการเรียนการสอนมากขึ้น อาทิ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ภาพถ่ายจากดาวเทียม และการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนขับ (UAV) (วรวิทย์, 2565) อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนระดับพื้นฐานยังมีข้อจำกัด โดยเฉพาะในด้านความซับซ้อนและต้นทุนที่สูง

เกมการศึกษา (Educational game) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีความนิยมในการนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ เนื่องจากมีรูปแบบที่น่าสนใจ สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และส่งเสริมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (มริษา และ เชษฐา, 2562) เกมการศึกษาในรูปแบบออนไลน์ยังสามารถใช้ร่วมกับคำศัพท์เฉพาะ เช่น คำศัพท์ด้านคอมพิวเตอร์ในระดับ ปวช. (พันธุ์ชิตา และ คณะ, 2563) การพัฒนาเกมเพื่อการศึกษาด้านภูมิศาสตร์จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจในการส่งเสริมการเรียนรู้ด้านภูมิศาสตร์ให้กับผู้เรียน

งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาเกม G.O. Grap เป็นสื่อการเรียนรู้ด้านภูมิศาสตร์และคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เกี่ยวข้อง โดยใช้หลักการภูมิศาสตร์กายภาพซึ่งเป็นสาขาย่อยของวิทยาศาสตร์ธรรมชาติที่ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการและแบบรูปของสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ เช่น บรรยากาศ อุทกภาค ชีวมณฑล และธรณีภาค มาเป็นแนวคิดในการออกแบบเกม นอกจากนี้ยังได้นำเทคโนโลยีเอไอมาใช้ในการสร้างเสียงบรรยายภายในเกม (AI Voice Generator) เพื่อเพิ่มความน่าสนใจและสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่สมจริงยิ่งขึ้นสำหรับผู้เล่น

งานวิจัยจำนวนมากสนับสนุนว่า เกมเพื่อการเรียนรู้ สามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ (นิพนธ์ และ ปรีวิศา, 2566) พัฒนาสื่อวัตกรรมการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวด้วยอัลกอริทึม กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 24 คน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้สื่อสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากการทดลองใช้ เกมบิงโกกระดาษ ในการสอนวิชาประวัติศาสตร์ เรื่องอาณาจักรสุโขทัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (10.58) สูงกว่าก่อนเรียน (4.33) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ณัฐพล และ พระสุวรรณ, 2567)

นอกจากนี้ การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบ เกมมิฟิเคชันในหัวข้อจาวาสคริปต์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 28 คน พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เช่นกัน โดยใช้ระบบการให้เหรียญรางวัลเป็นแรงจูงใจในกระบวนการเรียนรู้ (วุฒิชัย และ คณะ, 2566) เช่นเดียวกับการใช้เกมมิฟิเคชันเป็นหนึ่งในกลยุทธ์ที่ได้รับการศึกษาเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในระดับมัธยมศึกษา ที่ให้ความรู้และฝึกการคิดด้านการคิดเชิงคำนวณผ่านการเล่นเกม ได้ความสนุกสนานจากการเล่นอีกด้วย (นิธิวดี และ อังคาร, 2566)

จากงานวิจัยข้างต้น สะท้อนว่า เกมเพื่อการเรียนรู้ที่ออกแบบตามบริบทของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเข้าใจ และแรงจูงใจได้อย่างชัดเจน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพัฒนา เกม G.O. Grap โดยผสมองค์ความรู้ด้านภูมิศาสตร์กายภาพเข้ากับคำศัพท์ภาษาอังกฤษ พร้อมใช้เทคโนโลยี AI Voice เพื่อเพิ่มความสมจริงและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของผู้เล่น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาเกม G.O. Grap เป็นสื่อการเรียนรู้ด้านภูมิศาสตร์และคำศัพท์ภาษาอังกฤษ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
- 2) เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเอไอในการสร้างเสียงบรรยายภายในเกม
- 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเกม G.O. Grap ในการส่งเสริมการเรียนรู้ด้านภูมิศาสตร์และคำศัพท์ภาษาอังกฤษ

1.3 ขอบเขตการทำงาน

- 1) เกม G.O. Grap เป็นสื่อการเรียนรู้ด้านภูมิศาสตร์และคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เกี่ยวข้องกับลักษณะภูมิประเทศเบื้องต้น
- 2) เกมประกอบด้วย 3 ด้าน ที่จำลองลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกัน ได้แก่ ทุ่งหญ้า ถ้ำ และป่า
- 3) มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเอไอในการสร้างเสียงบรรยายภายในเกม
- 4) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2.ระเบียบวิธีวิจัย

การดำเนินการวิจัยได้ออกแบบด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดปัญหา (Problem Identification) 2) การสืบค้นข้อมูล (Related Information Search) 3) การออกแบบวิธีแก้ปัญหา และการวางแผน (Solution Design) 4) การดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) 5) การประเมินวิธีการแก้ปัญหา (Testing, Evaluation and Design Improvement) 6) การนำเสนอชิ้นงาน (Presentation) โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังนี้

2.1 การกำหนดปัญหา (Problem Identification)

ปัญหาที่พบในการเรียนรู้ด้านภูมิศาสตร์คือนักเรียนมักขาดความสนใจและแรงจูงใจในการเรียน เนื่องจากเนื้อหามีความซับซ้อนและเป็นนามธรรม อีกทั้งการจดจำคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เกี่ยวข้องกับภูมิศาสตร์และภูมิประเทศยังเป็นความท้าทายสำหรับนักเรียนไทย ทางคณะผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาเกมที่สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ทั้งสองด้านนี้ พร้อมทั้งประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเอไอเพื่อเพิ่มความน่าสนใจให้กับเกม

2.2 การสืบค้นข้อมูล (Related Information Search)

สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ ด้านภูมิประเทศ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสร้างเกม ศึกษาการออกแบบตัวละครภายในเกม ศึกษาการเขียนโปรแกรมสร้างเกม และศึกษาการนำเทคโนโลยีเอไอมาใช้ในการสร้างเสียงภายในเกม

2.3 การออกแบบวิธีแก้ปัญหาและการวางแผน (Solution Design)

การออกแบบและพัฒนาเกมแบ่งออกไป 2 ส่วนหลัก ได้แก่ การออกแบบโครงสร้างและกลไกของเกมและการออกแบบตัวละครและฉาก

1) การออกแบบโครงสร้างและกลไกของเกม

เกม G.O. Grap ประกอบด้วย 3 ด้าน แต่ละด้านมีลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกัน ดังนี้

ด้านแรก ทุ่งหญ้า/ฟาร์ม - ผู้เล่นต้องเก็บเข็มทิศและแผนที่ พร้อมเรียนรู้ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมือทางภูมิศาสตร์

ด้านที่สอง ถ้ำ - ผู้เล่นต้องเก็บน้ำอมฤตและเรียนรู้เกี่ยวกับค้างคาวและชนิดของหินต่างๆ

ด้านที่สาม ป่า - ผู้เล่นต้องสำรวจป่าและเรียนรู้เกี่ยวกับพืชชนิดต่างๆ

ในแต่ละด้าน นอกจากภารกิจหลักแล้ว ยังมีมินิเกมเสริมทักษะการจดจำคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในด้านนั้นๆ เมื่อเล่นจบแต่ละด้าน จะมีการทดสอบความเข้าใจด้วยคำถามประเมินความรู้

2) การออกแบบส่วนของตัวละครและฉาก

การออกแบบตัวละคร และฉากของเกม ตัวละครที่มีทั้งหมด 4 ตัว ได้แก่ ตัวละครของด้านแรก : มีลักษณะเป็นสไลม์สีแดงมีปีกและวงแหวนมีสีทอง ตัวละครของด้านที่สอง : มีลักษณะเป็นสไลม์สีฟ้า ตัวละครของด้านที่สาม : มีลักษณะเป็นสไลม์สีเขียว และตัวละครหลักที่เป็นคน : มีลักษณะเป็นคนผมสีฟ้า

ในเกมประกอบไปด้วยฉากพื้นหลังทั้งหมด 6 ฉาก ได้แก่ 1) ฉากเปิด : มีลักษณะเป็นท้องฟ้าตอนกลางคืน 2) ฉากด่านแรก : มีลักษณะเป็นทุ่งหญ้า / ฟาร์ม 3) ฉากด่านสอง : มีลักษณะเป็นถ้ำ 4) ฉากด่านสาม : มีลักษณะเป็นป่า 5) ฉากสำหรับมินิเกม : มีลักษณะเป็นรูปให้น้ำตัวอักษรมาใส่ และ 6) ฉากจบเกม : มีลักษณะห้องนอน

2.4 การดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

เริ่มจากการวางแผนและออกแบบรูปแบบของเกม จัดวางองค์ประกอบของเกม กำหนดเนื้อหาภายในเกม จากนั้นเริ่มพัฒนาและลงมือปฏิบัติงานตามที่ได้ออกแบบ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการออกแบบกราฟิกและองค์ประกอบทางศิลป์ และส่วนของการพัฒนาโปรแกรมและระบบเกม

ส่วนของการออกแบบกราฟิกและองค์ประกอบทางศิลป์ ออกแบบตัวละคร โดยใช้เทคนิค Pixel Art ด้วยโปรแกรม Piskel Application เนื่องจากสามารถสร้างตัวละครและฉากในลักษณะที่เรียบง่ายแต่สื่อความหมายได้ดี เหมาะสมกับเวลาพัฒนา อันจำกัดและสอดคล้องกับความสนใจของนักเรียนระดับมัธยมต้น นำมาใช้ในการออกแบบฉากและพื้นหลังให้สอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศในแต่ละด่าน และออกแบบรูปร่างของเกม เช่น เมนู ปุ่มควบคุม และระบบแสดงคะแนน

ส่วนของการพัฒนาโปรแกรมและระบบเกม พัฒนาเกมด้วยโปรแกรม Construct 2 แพลตฟอร์มสร้างเกมแบบ 2D ที่ใช้งานง่าย ไม่ต้องเขียนโค้ด แต่สามารถควบคุมตรรกะและเงื่อนไขได้ยืดหยุ่น เหมาะกับการพัฒนาเกมเพื่อการเรียนรู้ในระยะเวลานาน จำกัด ได้นำมาใช้ระบบ Event Sheet ในการกำหนดลำดับเหตุการณ์ (Events) และ Actions ของตัวละคร ในการควบคุมตัวละครในการเดิน การเก็บไอเทม และการแสดงผลการตอบคำถาม รวมถึงมินิเกมที่แทรกเรื่องการจัดเรียงตัวอักษรของศัพท์ภาษาอังกฤษให้ถูกต้องในแต่ละด่าน โดยใช้ Global Variables สำหรับเก็บคะแนนและสถานะของเกมแต่ละด่าน นอกจากนี้ได้ใช้ Plugin เสริมในการเชื่อมโยงระบบเสียงบรรยายที่สร้างจาก AI Voice Generator อีกด้วย

2.5 การประเมินวิธีการแก้ปัญหา (Testing, Evaluation and Design Improvement)

การทดสอบและประเมินประสิทธิภาพของเกม แบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้

1) การทดสอบและปรับปรุงโดยผู้พัฒนา เป็นการทดสอบการทำงานของระบบเกมครอบคลุมทั้งด้านฟังก์ชันการทำงาน (Functionality Testing) ในแต่ละด่านของเกม, การตรวจสอบความถูกต้องของคำศัพท์ในมินิเกม (Content Validation), และ ความเสถียรของระบบเสียงบรรยาย ซึ่งมีการใช้เทคนิค playtesting ซ้ำหลายรอบเพื่อวิเคราะห์ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและบันทึกจุดที่ต้องปรับปรุงในแต่ละรอบ และการประเมินผลการเรียนรู้ และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่พบ

2) การทดสอบและประเมินโดยกลุ่มตัวอย่าง เป็นการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนจำนวน 30 คน ประเมินความพึงพอใจด้วยแบบสอบถามประเมินผลการเรียนรู้ด้วยแบบทดสอบก่อนและหลังเล่นเกม และวิเคราะห์ผลและปรับปรุงเกมตามข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้ สถิติ t-test แบบ dependent sample (paired-sample t-test) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนจำนวน 30 คน จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียน ($\bar{X} = 8.47$, $SD = 1.78$) สูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียน ($\bar{X} = 7.10$, $SD = 1.76$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการทดสอบทาง สถิติได้ค่า $t = 3.24$, $df = 29$, $p = 0.003$ แสดงว่าเกม G.O. Grap มีผลต่อการพัฒนาความรู้ทางภูมิศาสตร์และ คำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ t-test แบบ dependent sample

การวัดผล	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	t	df	p
ก่อนเรียน	7.10	1.76			
หลังเรียน	8.47	1.78	3.24	29	0.003

2.6 นำเสนอผลงานการนำเสนอชิ้นงาน (Presentation)

นำเสนอเกม G.O. Grap ในงานเปิดบ้านสาธิตนวัตกรรมและงานปัจฉิมนิเทศนักเรียน พร้อมรวบรวมข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อยอดในอนาคต

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การพัฒนาเกมแบ่งออกเป็น 4 องค์ประกอบ ดังนี้

3.1 ตัวละคร

เกม G.O. Grap มีตัวละครทั้งหมด 4 ตัว โดยแต่ละตัวมีลักษณะดังนี้

- 1) ตัวละครหลัก คือ มนุษย์ผมสีฟ้า สามารถเดินและกระโดดได้ ควบคุมโดยผู้เล่น
- 2) ตัวละครประจำด่านแรก คือ God สไลม์ (สไลม์สีแดง มีปีกและวงแหวนสีทอง) ทำหน้าที่แนะนำภารกิจและให้ความรู้
- 3) ตัวละครประจำด่านที่สอง คือ สไลม์สีฟ้า ทำหน้าที่แนะนำภารกิจในด้านถ้ำ
- 4) ตัวละครประจำด่านที่สาม คือ สไลม์สีเขียว ทำหน้าที่แนะนำภารกิจในด้านป่า

ตัวละครทั้งหมดถูกออกแบบด้วยเทคนิค Pixel Art ใช้สีสดใสเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เล่น และมีแอนิเมชันการเคลื่อนไหวที่สมจริง



ภาพที่ 1 ตัวละครภายในเกม

3.2 ฉากและสภาพแวดล้อมในเกม

เกม G.O. Grap ประกอบด้วยฉากที่หลากหลาย แต่ละฉากมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ฉากเปิดเกม เริ่มต้นด้วยท้องฟ้ายามค่ำคั่นพร้อมตัวละคร God สไลม์ที่จะแนะนำเรื่องราวและวิธีการเล่นเกม
- 2) ฉากด่านแรก(ทุ่งหญ้า/ฟาร์ม) มีลักษณะเป็นทุ่งหญ้าสีเขียว มีต้นไม้ บ้านฟาร์ม และเครื่องมือทางภูมิศาสตร์กระจายอยู่ในพื้นที่
- 3) ฉากด่านที่สอง(ถ้ำ) มีลักษณะเป็นถ้ำที่มีหินงอกหินย้อย หยดน้ำ และค้างคาว ความสว่างภายในถ้ำจะน้อยกว่าฉากอื่น ๆ
- 4) ฉากด่านที่สาม(ป่า) มีลักษณะเป็นป่าทึบที่อุดมสมบูรณ์ มีต้นไม้หลากหลายชนิด พืชพรรณ และสัตว์ป่า
- 5) ฉากมินิเกม มีลักษณะเป็นกระดานดำที่ใช้สำหรับเล่นมินิเกมทายคำศัพท์ภาษาอังกฤษ
- 6) ฉากจบเกม เป็นฉากห้องนอนที่มีตัวละครหลักนอนฝันถึงการผจญภัยที่ผ่านมา

แต่ละฉากมีการออกแบบให้สอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศที่ต้องการนำเสนอ และมีการสอดแทรกความรู้ทางภูมิศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง



ภาพที่ 2 การออกแบบฉากเปิดของเกม



ภาพที่ 3 การออกแบบฉากทุ่งหญ้าในด้านแรก



ภาพที่ 4 การออกแบบฉากถ้ำในด้านสอง



ภาพที่ 5 การออกแบบฉากป่าในด้านสาม



ภาพที่ 6 การออกแบบฉากมินิเกม ในการทายศัพท์ภาษาอังกฤษ



ภาพที่ 7 การออกแบบฉากจบ

3.3 ระบบการเล่นเกม

การเล่น G.O. Grap มีขั้นตอนที่ออกแบบให้เข้าใจง่ายและส่งเสริมการเรียนรู้ ดังนี้

- 1) การเริ่มเกม ระบบจะมีสอนการเล่นให้ผู้เล่นทำความเข้าใจพื้นฐานการควบคุมตัวละคร โดยมีเสียงบรรยายประกอบเพื่อเพิ่มความน่าสนใจ
- 2) ระบบการทำภารกิจในแต่ละด่าน ผู้เล่นต้องทำภารกิจตามที่กำหนด ได้แก่ ด่านทุ่งหญ้า มีภารกิจให้เก็บเข็มทิศและแผนที่ เรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ ด่านถ้ำมีภารกิจให้เก็บน้ำมันถั่วให้ครบ 20 หยด เรียนรู้เกี่ยวกับค้างคาวและชนิดของหิน ด่านป่ามีภารกิจให้สำรวจพื้นที่ป่า เรียนรู้เกี่ยวกับพืชและสัตว์ในระบบนิเวศป่า
- 3) ระบบมินิเกม ในแต่ละด่านมีมินิเกมทายคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เกี่ยวข้องกับภูมิศาสตร์ของด่านนั้น โดยมีขั้นตอน คือ เมื่อผู้เล่นเดินเข้าไปที่ป้ายและกดปุ่ม F เพื่อเริ่มมินิเกม ระบบจะแสดงรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับคำศัพท์ พร้อมช่องว่างให้เติมตัวอักษร ผู้เล่นต้องลากตัวอักษรที่สลับกันมาเรียงใหม่ให้ถูกต้อง เมื่อเรียงคำศัพท์ถูกต้อง ผู้เล่นจะได้รับไอเทมและข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้อง
- 4) ระบบการประเมินความรู้ หลังจากทำภารกิจในแต่ละด่านเสร็จสิ้น จะมีการทดสอบความเข้าใจด้วยคำถามประเมินความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ได้เรียนรู้
- 5) ระบบการปลดล็อกด่าน ผู้เล่นต้องนำสิ่งของหรือเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ที่เก็บได้ไปใส่ในช่องที่กำหนดเพื่อปลดล็อกไปยังด่านต่อไป

ระบบการเล่นได้รับการออกแบบให้มีความท้าทายและสนุกสนาน รวมถึงการสอดแทรกความรู้ทางภูมิศาสตร์และคำศัพท์ภาษาอังกฤษเพื่อให้ผู้เล่นได้รับความรู้โดยไม่รู้สึกว่าการกำลังเรียน

3.4 เทคโนโลยีเอไอเสียงสำหรับเสียงในเกม

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเอไอเสียง (AI Voice Generator) ในเกมมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) การสร้างเสียงบรรยายเกมและเสียงพูดของตัวละครถูกสร้างด้วยเทคโนโลยีเอไอ ทำให้มีความเป็นธรรมชาติและน่าฟัง
- 2) การใช้เสียงในการอธิบายความรู้ เมื่อผู้เล่นได้รับไอเทมหรือข้อมูลความรู้ใหม่ จะมีเสียงบรรยายประกอบเพื่ออธิบายเพิ่มเติม ช่วยเสริมการเรียนรู้ผ่านสื่อประสาท
- 3) เสียงประกอบการเคลื่อนไหว ตัวละครมีเสียงประกอบการเคลื่อนไหว เช่น การเดิน การกระโดด เพื่อเพิ่มความสมจริง
- 4) เสียงแจ้งเตือนและเสียงสภาพแวดล้อม มีการใช้เสียงแจ้งเตือนเมื่อทำภารกิจสำเร็จ และเสียงสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในแต่ละด่าน เช่น เสียงน้ำหยดในถ้ำ เสียงนกในป่า

การใช้เทคโนโลยีเอไอเสียงช่วยเพิ่มมิติการเรียนรู้ให้ผู้เล่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษที่ผู้เล่นได้ฟังเสียงออกเสียงที่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังช่วยสร้างบรรยากาศการเล่นที่น่าสนใจและดึงดูดความสนใจของผู้เล่นได้มากขึ้น

3.5 ผลการประเมินประสิทธิภาพ

การประเมินประสิทธิภาพของเกม G.O. Grap กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวน 30 คน ได้ผล ดังนี้

1) ด้านความพึงพอใจ ผู้เล่นเกมมีความพึงพอใจต่อเกมในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวม 4.25 จากคะแนนเต็ม 5.00 โดยมีประเด็นที่ได้รับความพึงพอใจสูงสุด ได้แก่ ความสวยงามและความน่าสนใจของกราฟิก (ค่าเฉลี่ย 4.47) ความสนุกสนานในการเล่น (ค่าเฉลี่ย 4.43) และความเหมาะสมของการสอดแทรกความรู้ (ค่าเฉลี่ย 4.37)

2) ด้านการเรียนรู้ ผลการทดสอบความรู้ด้านภูมิศาสตร์และคำศัพท์ภาษาอังกฤษก่อนและหลังเล่นเกม พบว่า ผู้ทดสอบมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเล่นเกม 7.10 คะแนน คะแนนเฉลี่ยหลังเล่นเกม 8.47 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

3) ข้อเสนอแนะจากผู้เล่นเกม ผู้เล่นเกมมีข้อเสนอแนะที่น่าสนใจ ได้แก่ ควรเพิ่มด่านและระดับความยากให้หลากหลายมากขึ้น ควรเพิ่มตัวเลือกภาษาที่ใช้ในเกม และควรพัฒนาให้รองรับการเล่นบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

ผลการประเมินแสดงให้เห็นว่าเกม G.O. Grap สามารถเป็นสื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้ด้านภูมิศาสตร์และคำศัพท์ภาษาอังกฤษได้ ผู้เล่นเกมมีความพึงพอใจในการใช้งานและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นหลังจากเล่นเกม

4. สรุปผล

การพัฒนาเกม G.O. Grap เป็นสื่อการเรียนรู้ด้านภูมิศาสตร์และคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ดำเนินงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AI Voice เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และความสมจริงในการใช้งาน ตัวเกมประกอบด้วย 3 ด้านหลัก ได้แก่ ท่องหญา ถ้ำ และป่า ซึ่งออกแบบให้สอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศในบริบทของภูมิศาสตร์กายภาพ และมีการฝังเนื้อหาแบบบูรณาการผ่านกิจกรรมทายคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เชื่อมโยงกับสภาพแวดล้อม

ผลการทดลองกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวน 30 คน พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.25) และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนความรู้ด้านภูมิศาสตร์และคำศัพท์ภาษาอังกฤษหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}$ ก่อน = 7.10, $\bar{X}$ หลัง = 8.47, $t = 3.24$, $p = 0.003$)

ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้ สอดคล้องกับการพัฒนาวัตกรรมการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวด้วยอัลกอริทึม (นิพนธ์ และ ปรีวิศา, 2566) ที่พบว่าสื่อการเรียนรู้รูปแบบเกมสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ รวมถึงการใช้เกมเป็นฐานในการเรียนวิชาประวัติศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ณัฐพล และ พระสุวรรณ, 2567) พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน ตลอดจน สนับสนุนแนวที่ว่าเกมช่วยเพิ่มแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (มริษา และ เชษฐา, 2562)

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเกม G.O. Grap มีความสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเน้นการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ (Learning by Doing) และการใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการคิดเชิงบูรณาการ เกมจึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้แบบองค์รวม (Holistic Learning) ทั้งด้านวิชาการและทักษะสำคัญในยุคดิจิทัล

สำหรับการพัฒนาในอนาคต อาจขยายขอบเขตของเนื้อหาให้ครอบคลุมลักษณะภูมิประเทศที่หลากหลายมากขึ้น เพิ่มระดับความยาก และพัฒนาให้รองรับการเล่นบนแพลตฟอร์มที่หลากหลาย เพื่อให้เข้าถึงผู้เรียนได้กว้างขวางยิ่งขึ้น อีกทั้งควรมีการประเมินเกมทั้งด้านเนื้อหาและการใช้งานโดยผู้เชี่ยวชาญด้านภูมิศาสตร์และเทคโนโลยีการศึกษา เพื่อยกระดับความน่าเชื่อถือของสื่อ ตลอดจนใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาอย่างมีระบบต่อไป

5. เอกสารอ้างอิง

- ณัฐพล ทองวิเวก และ พระสุวรรณ สุขเมธปญโญ. (2568). การศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานในรายวิชาประวัติศาสตร์ไทยของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านปล่องเหลียม องค์การบริหารส่วนจังหวัดสมุทรสาคร. *วารสารสื่อวิชาการและวิจัย*, 1(1), 11–18.
- นิธิวดี พะเทพ และ อังคาร ปริญาชัยศักดิ์. (2566). การพัฒนาเกมเพื่อการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์เกมมิฟิเคชัน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ สารเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาเขตธนบุรี. *วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนา*, 8(2), 129–140.
- นิพนธ์ คำแดง และ ประวิศา โกววรรณกุล. (2566). การพัฒนาสื่อวัตกรรมการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวด้วยอัลกอริทึม. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 9(2), 81–94.
- พัฒนชีตา คำมะฤทธิ์สินชัย และคณะ. (2563). การวิจัยและพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบเกม เรื่อง คำศัพท์ทางคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 19(1), 93–101.
- มริษา สุตอุดม และ เชษฐา เดชพันธ์. (2562). การพัฒนาเกมคณิตศาสตร์ผ่านผจญภัย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*, 7(1), 115–129.
- วุฒิชัย พิสิฐ และ คณะ. (2566). ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบเกมมิฟิเคชันเรื่องจาวาสคริปต์ที่มีต่อผลการเรียนรู้และการนำเสนอแผนภาพข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษา. *Educational Journal*, 7(1), 378–390.
- วรวิทย์ ศุภวิมุตติ. (2565). *ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือทางภูมิศาสตร์*. เข้าถึงได้จาก <https://geo.cmru.ac.th/?p=1511>
- Nuttavikhom Phanthuwongpakdee. (2560). *วิชาภูมิศาสตร์ และ การพัฒนาที่ยั่งยืน*. เข้าถึงได้จาก <https://www.sdgmovement.com/2017/03/18/geographyandsustainabledevelopment>

การพัฒนาสูตรสบู่เหลวล้างมือจากน้ำมันหอมระเหยเปลือกมะกรูดและสารธรรมชาติ ที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย

Development of a Liquid Soap Recipe for Hand Washing from Bergamot Peel Essential Oil and Natural Substances with Antibacterial Activity

ธนาพร บุญชู^{1*} อุดมเดชา พลเยี่ยม¹ อัญชนา ชัตติยะวงศ์¹ วิลาวรรณ ลีนะกุล²

ชาญวิทย์ ปราบพัยค์³ และ นิภาพร ปญญา⁴

Thanaporn Boonchoo^{1*} Udomdeja Polyium¹ Anchana Kuttitawong¹ Wilaiwan Leenakul²

Chanwit Prabpayak³ and Niphaporn Panya⁴

¹ กลุ่มวิชาเคมี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² สาขาวิชาวัสดุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

³ สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

⁴ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

* E-mail: thanaporn.b@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรสบู่เหลวล้างมือจากน้ำมันหอมระเหยเปลือกมะกรูดและสารธรรมชาติที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย โดยลดปริมาณการใช้สารเคมีในการแต่งกลิ่น ลดการใช้สารเคมีแต่งสี ลดการใช้สารเพิ่มความชุ่มชื้น และลดการใช้สารขจัดความมัน ผลิตภัณฑ์สบู่เหลวล้างมือสมุนไพร มีส่วนผสมที่สำคัญได้แก่ น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกมะกรูด และสารเหลือใช้จากธรรมชาติ ทั้งนี้น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกมะกรูดได้จากการนำเปลือกมะกรูดมาสกัดด้วยวิธีการบีบคั้นจากเปลือก (Expression Pressed) จะได้น้ำมันหอมระเหยที่มีลักษณะสีเขียวเข้มมีกลิ่นหอม ส่วนสารเหลือใช้จากธรรมชาติ ได้แก่ น้ำสกัดจากรังไหมเพื่อเพิ่มความชุ่มชื้น และน้ำค้างเพื่อขจัดความมัน ทำการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์สบู่เหลวล้างมือ จำนวน 3 สูตร ได้แก่ สบู่เหลวสูตรที่ 1 เติมน้ำคั้นจากเปลือกมะกรูด จำนวน 80 มิลลิลิตร สบู่เหลวสูตรที่ 2 เติมน้ำคั้นจากเปลือกมะกรูด จำนวน 160 มิลลิลิตร และ สบู่เหลวสูตรที่ 3 ไม่เติมน้ำคั้นจากเปลือกมะกรูด และทดสอบผลิตภัณฑ์สบู่เหลวล้างมือสมุนไพรด้วยการวัดค่า pH และทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ ชนิด *Staphylococcus aureus* ด้วยวิธี Inhibition test ผลการวิจัยพบว่า ผลิตภัณฑ์สบู่เหลวล้างมือสมุนไพรสูตรที่ใช้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกมะกรูดปริมาตร 80 มิลลิลิตร มีค่า pH เท่ากับ 7.3 ± 0.01 ซึ่งเป็นค่าตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสบู่เหลว มผช.95/2546 และมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคผิวหนังในมนุษย์ได้

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์สบู่เหลวสมุนไพร, น้ำมันหอมระเหยจากเปลือกมะกรูด, น้ำสกัดจากรังไหม

Abstract

This study aimed to formulate a herbal antibacterial liquid hand soap with reduced use of synthetic additives, including fragrances, colorants, moisturizers, and degreasing agents. The key active ingredient was kaffir lime peel essential oil, combined with natural by-products. The essential oil was obtained from kaffir lime peel through the cold expression method, yielding a dark green oil with a characteristic aromatic scent. Natural additives included silk cocoon extract, serving as a natural moisturizer, and alkaline water, functioning as a degreasing agent. Three formulations were developed: Formula 1 contained 80 mL of kaffir lime peel juice, Formula 2 contained 160 mL, and Formula 3 served as a control without kaffir lime peel juice. The formulations were evaluated for pH and antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* using the inhibition zone method. The results indicated that Formula 1, containing 80 mL of kaffir lime peel essential oil, had a pH of 7.3, aligning with the Thai Community Product Standard for liquid soap (TCPS 95/2546). Moreover, it demonstrated effective inhibition of *Staphylococcus aureus*, a common pathogen associated with gastrointestinal infections in humans.

Keywords: Herbal liquid soap products, Essential oil from Kaffir lime peel, Silk extract

1. บทนำ

มะกรูด เป็นสมุนไพรที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง สามารถปลูกได้ทั่วทุกภาค เป็นสมุนไพร ที่ราคาถูก หาได้ง่ายในหลายท้องถิ่นในประเทศไทย ซึ่งมะกรูดเป็นสมุนไพรที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Citrus hystrix* DC. และชื่อสามัญชื่อสามัญคือ Leech lime, Mauritius papeda และอยู่ในวงศ์ Rutaceae การนำเปลือกมะกรูดมาประยุกต์ใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่า ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นจากผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากเคมีภัณฑ์ มีผู้ศึกษาพบว่าเปลือกของมะกรูดประกอบไปด้วยต่อมน้ำมัน ที่เป็นตุ่มเล็กๆ อยู่บริเวณผิว ทั้งนี้ น้ำมันหอมระเหยเป็นสารอินทรีย์ที่พืชผลิตขึ้นตามธรรมชาติเก็บไว้ตามส่วนต่าง ๆ เช่น กลีบดอก ผิวของผล เกสร ราก หรือเปลือกของลำต้นมีลักษณะเป็นของเหลวที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่สลับซับซ้อน สำหรับประโยชน์ต่อมนุษย์น้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรค บรรเทาอาการอักเสบ หรือลดบวม คลายเครียดหรือกระตุ้นให้สดชื่น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด ดังนั้นจึงสามารถนำน้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกรูดมาเพื่อผลิตสบู่เหลวล้างมือซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (วัชรพงศ์ สมณกุล และคณะ, 2567).

ในปัจจุบัน การดูแลสุขภาพอนามัยของมือถือเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่มีการแพร่ระบาดของเชื้อโรคต่าง ๆ การล้างมือด้วยสบู่ล้างมือที่มีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อแบคทีเรียจึงเป็นวิธีที่ง่ายและมีประสิทธิภาพในการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรค การพัฒนาสบู่ล้างมือจากสมุนไพรธรรมชาติเป็นทางเลือกที่น่าสนใจและปลอดภัย เนื่องจากสมุนไพรหลายชนิดมีฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ ลดการสะสมของแบคทีเรีย และยังมีคุณสมบัติช่วยผ่อนคลายความเครียด ทวิวรรณ สาริบท และคณะ (2566) ได้ศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสบู่เหลวผสมสารสกัดจากเปลือกส้มโอ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการยับยั้งเชื้อได้อย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากพืชสมุนไพรสามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบหลักในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะเดียวกัน วัชรพงศ์ สมณกุล และคณะ (2567) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่เหลวจากมะกรูดผสมรางจืด ซึ่งมีคุณสมบัติในการบำรุงผิวและช่วยรักษาโรคผิวหนัง โดยเน้นทั้งด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ ทำให้สบู่สมุนไพรสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคในเชิงพาณิชย์ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ ธารหทัย มาลาเวช และคณะ (2562) ยังได้ศึกษาการพัฒนาสบู่เหลวสมุนไพรจากต้นกระดังงา ซึ่งมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา จึงสามารถเป็นส่วนประกอบหลักของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่อ่อนโยนและปลอดภัยได้อีกด้วย

คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาสูตรสมุนไพรไทยด้านผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดในครัวเรือน โดยการนำน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากเปลือกมะกรูดมาแปรรูปและประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยนำมาผลิตเป็นสบู่เหลวล้างมือที่มีความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรียและรวมทั้งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และนำไปทดสอบความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียของสบู่เหลวล้างมือที่มีความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งผลิตได้จากน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกมะกรูดผสมกับสารธรรมชาติ เช่น น้ำสกัดจากรังไหม ซึ่งรังไหมเป็นแหล่งกำเนิดเส้นใยโปรตีนธรรมชาติที่อยู่คู่สังคมไทยมาเนิ่นนาน ภูมิปัญญาท้องถิ่นและ วิทยาการสมัยใหม่ ได้ค้นพบ “สารสกัดโปรตีนจากรังไหม” โดยที่เศษรังไหมจากการกระบวนการสาวเส้นไหมที่เหลือทิ้งปีละประมาณ 300 ตัน มาทำให้เกิดคุณค่าใหม่ (New Value Creation) โดยรังไหมมีสารเซรีซิน (Sericin) ซึ่งเป็นโปรตีนที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน 18 ชนิด ซึ่งใกล้เคียงกับกรดอะมิโนในผิวหนัง เล็บ และเส้นผม มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและเชื้อแบคทีเรียบางชนิด และมีสมบัติในเรื่องของความชุ่มชื้นซึ่งสามารถใช้เป็นส่วนผสมในสบู่เหลวล้างมือทดแทนสารให้ความชุ่มชื้นจากสารเคมี และนำด่างจากขี้เถ้าที่เหลือจากการเผาไหม้ เพื่อจะได้ผลิตภัณฑ์สบู่เหลวล้างมือที่มีความสามารถในการต้านเชื้อแบคทีเรีย เพื่อสุขภาวะที่ดีที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและต่อครัวเรือน รวมทั้งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และลดการปล่อยของเสียจากเคมีภัณฑ์ลงสู่สิ่งแวดล้อม รวมทั้งเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พันธุ์พืชสมุนไพรของไทยให้คงอยู่อย่างยั่งยืนต่อไป จึงมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อพัฒนาสูตรสมุนไพรไทยด้านผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดในครัวเรือน

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การเตรียมน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกมะกรูด

- 1) นำผลมะกรูดสดจำนวน 10 กิโลกรัม มาล้างด้วยน้ำสะอาด
- 2) ปอกเปลือกมะกรูดนำไปปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น
- 3) เปลือกมะกรูดที่ปั่นละเอียดแล้วนำไปคั้น
- 4) กรองเปลือกออกจะได้น้ำมันคั้นจากเปลือกมะกรูดที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยจำนวน 3 ลิตร

2.2 การเตรียมน้ำสกัดจากเศษรังไหมเหลือทิ้ง

- 1) นำเศษรังไหมเหลือทิ้ง 2 กิโลกรัม เติมน้ำกลั่นสะอาด 2 ลิตร
- 2) นำมาต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที
- 3) กรองเอาเศษรังไหมออก
- 4) ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

2.3 การเตรียมน้ำสมุนไพรล้างมือ

- 1) นำหัวชมพู จำนวน 240 กรัม ละลายน้ำ 1,500 มิลลิลิตร
 - 2) เติม สารลดแรงตึงผิวจำนวน 80 กรัม
 - 3) เติม สารเพิ่มฟองจำนวน 120 กรัม
 - 4) เติม สารเพิ่มความข้นจำนวน 80 กรัม
 - 5) เติม น้ำสกัดจากเศษรังไหมเหลือทิ้งปริมาตร 400 มิลลิลิตร
 - 6) เติม น้ำด่างปริมาตร 50 มิลลิลิตร
 - 7) ผสมทั้ง 5 ข้อให้เป็นเนื้อเดียวกัน จะได้สบู่เหลวล้างมือ
 - 8) นำสบู่เหลวจากข้อ (6) มาแบ่งเป็น 3 สูตร สูตรละ 500 มิลลิลิตร
- สบู่เหลวสูตรที่ 1 เติมน้ำมันคั้นจากเปลือกมะกรูดที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหย จำนวน 80 มิลลิลิตร
- สบู่เหลวสูตรที่ 2 เติมน้ำมันคั้นจากเปลือกมะกรูดที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหย จำนวน 160 มิลลิลิตร
- สบู่เหลวสูตรที่ 3 ไม่เติมน้ำมันคั้นจากเปลือกมะกรูดที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหย

2.4 การทดสอบผลิตภัณฑ์

- 1) นำสบู่เหลวสูตรที่ 1 สูตรสบู่เหลวที่ 2 และสูตรสบู่เหลวที่ 3 มาวัดค่า pH ด้วย เครื่อง pH Meter
- 2) นำสบู่เหลวสบู่เหลวสบู่เหลวสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มาทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

(Inhibition test) ของสบู่เหลวล้างมือกับเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Staphylococcus aureus*

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการทดลอง

1) ค่าความเป็นกรดเบสของผลิตภัณฑ์

ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์สบู่เหลวล้างมือสมุนไพร ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter

ผลิตภัณฑ์สบู่เหลวล้างมือสมุนไพร	ค่า pH ที่วัดได้
สบู่เหลวสูตรที่ 1	7.3 ± 0.01
สบู่เหลวสูตรที่ 2	5.5 ± 0.03
สบู่เหลวสูตรที่ 3	9.1 ± 0.02

จากตารางที่ 1 แสดงผลการวัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter พบว่า สบู่เหลวสูตรที่ 1 มีค่า pH 7.3 ± 0.01 สบู่เหลวสูตรที่ 2 มีค่า pH 5.5 ± 0.03 และสบู่เหลวสูตรที่ 3 มีค่า pH 9.1 ± 0.02 ตามลำดับ

2) ความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรีย

ผลการศึกษาความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียของสบู่เหลวล้างมือ โดยทำการทดสอบความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรีย คือ *Staphylococcus aureus* ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 1 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ (Inhibition test) ของสบู่เหลวล้างมือกับเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *S.aureus*

ผลิตภัณฑ์สบู่เหลวล้างมือสมุนไพร	ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ <i>S.aureus</i>
สบู่เหลวสูตรที่ 1	ยับยั้งได้/ inhibition zone = 2.16 ± 0.02 ซม
สบู่เหลวสูตรที่ 2	ยับยั้งได้/ inhibition zone = 1.90 ± 0.01 ซม
สบู่เหลวสูตรที่ 3	ยับยั้งได้/ inhibition zone = 2.00 ± 0.03 ซม



ภาพที่ 1 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสบู่เหลวล้างมือ

จากตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ (Inhibition test) ของสบู่เหลวล้างมือกับเชื้อจุลินทรีย์ชนิดคือ *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) และรูปที่ 1 แสดงผลการทดสอบการผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ (Inhibition test) ของสบู่เหลวล้างมือเชื้อจุลินทรีย์ชนิดคือ *S. aureus* ค่าความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียของสบู่เหลวล้างมือมีรูปแบบโซนใสของแบคทีเรีย *S. aureus* พบว่าสบู่เหลวสูตรที่ 1 สามารถยับยั้งได้และมี inhibition zone เท่ากับ 2.16 ± 0.02 เซนติเมตร สบู่เหลวสูตรที่ 2 สามารถยับยั้งได้และมี inhibition zone เท่ากับ 1.90 ± 0.01 เซนติเมตร และสบู่เหลวสูตรที่ 3 สามารถยับยั้งได้และมี inhibition zone เท่ากับ 2.00 ± 0.03 เซนติเมตร

3.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์สบู่เหลวล้างมือสมุนไพรต้านเชื้อแบคทีเรียจำนวน 3 สูตร พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของแต่ละสูตรมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยเฉพาะสูตรที่มีการใช้น้ำมันจากผิวมะกรูด ซึ่งมีส่วนประกอบของน้ำมันหอมระเหยที่มีสมบัติเป็นกรด ส่งผลให้ค่า pH ของสบู่เหลวลดลง ทั้งนี้ค่าความเป็นกรด-ด่างของสบู่เหลวที่เหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช. 95/2546 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสบู่เหลว มอก. 1403-2551 อยู่ในช่วง 4.0 – 8.0 เพื่อให้เหมาะกับการใช้งานและปลอดภัยของผู้บริโภค

โดยสบูเหลวสูตรที่ 1 มีค่า pH เท่ากับ 7.3 ± 0.01 และ สบูเหลวสูตรที่ 2 มีค่า pH เท่ากับ 5.5 ± 0.03 ซึ่งทั้งสองสูตรอยู่ในช่วงมาตรฐานดังกล่าว จึงถือว่าเหมาะสมสำหรับใช้เป็นผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดในครัวเรือน ในขณะที่ สบูเหลวสูตรที่ 3 มีค่า pH เท่ากับ 9.1 ± 0.02 ซึ่งเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ จึงอาจไม่เหมาะสมต่อการใช้งานในกลุ่มผู้บริโภคทั่วไป โดยผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภาพร วิสุงเร และคณะ (2567) ที่เน้นย้ำถึงความสำคัญของค่า pH ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สบูเหลวสมุนไพรให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

นอกจากนี้ การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่พบได้ทั่วไปบนผิวหนังของมนุษย์ และสามารถก่อให้เกิดการอักเสบ ตลอดจนผลิตสารพิษชนิดเอนเทอโรทอกซิน (Enterotoxin) ซึ่งเป็นสาเหตุของอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องเสีย หรืออุจจาระร่วงเฉียบพลัน พบว่า สบูเหลวสูตรที่ 1 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสบูเหลวสูตรที่ 2 และสบูเหลวสูตรที่ 3

4. สรุปผล

ผลิตภัณฑ์สบูเหลวล้างมือสมุนไพรสบูเหลวสูตรที่ 1 มีความเหมาะสมสูงที่สุดในด้านคุณสมบัติทางเคมี และคุณสมบัติทางชีวภาพในการออกฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคอุจจาระร่วงในมนุษย์ได้อย่างมีนัยสำคัญจึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดในครัวเรือนต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัยเป็นอย่างดี งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากการวิจัยงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

6. เอกสารอ้างอิง

- ทวิวรรณ สาริบท วชิราภรณ์ และชูพันธ์ เยาวลักษณ์ วงศพรหม. (2566). ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสบูเหลวผสมสารสกัดจากเปลือกส้มโอ ที่ปลูกในจังหวัดนครปฐม. *วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน*, 9(2), 61-71.
- ธารหทัย มาลาเวช ชลิตา พุฒขาว อาริรัตน์ จันทบูรณ์ สิทธิศักดิ์ เครือจันทร์ ธัญญวัฒน์ สายเท้าเอียนและ ภูวนัย อุ่มเพชร. (2562). การพัฒนาผลิตภัณฑ์สบูเหลวสมุนไพรจากกระสัง. *การประชุมวิชาการระดับชาติ “วลัยลักษณ์วิจัย” ครั้งที่ 11* (หน้า 1-7). นครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.
- วัชรพงศ์ สมณฤกษ์ นิกาญจน์ เจริญสุข ดำรงค์ คำแก้ว และ ชุตินา หวังเบญจรัตน์. (2567). การพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์สบูเหลวสมุนไพรธรรมชาติแก้โรคผิวหนังมะกรูดผสมรางจืด. *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมหาญใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ 15* (หน้า 1395-1401). สงขลา: มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.
- สุภาพร วิสุงเร, เสาวภา ชูมณี, กัญญารัตน์ เตือนหงาย, ศุมาลิน ดีจันทร์, ผกามาศ ประเท้ง, นวรัตน์ มีชัย, ศิริกุล กล้ากุล, นันธิยะ ศรีแก้ว. (2567). การพัฒนาผลิตภัณฑ์สบูเหลวสมุนไพรจากสารสกัดหามากสู่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ (ออนไลน์)*, 7(1), 47-58.

การพัฒนาสีพิมพ์สกรีนจากพืชธรรมชาติที่มีผลต่อความคงทนของสีบนเนื้อผ้า

Development of Natural Plant-Based Screen Printing Dyes and Their Effect on Fabric Color Fastness

ภูมิภัช แสงภูวนาน¹ อีรณย์ ฉิมประดิษฐ์¹ รัชกฤษ จำปออ่อน¹ บวรทัต สายประยงค์¹ และ จิตรลัดดา มะลัยทอง¹
 Bhumibhatch Saengbhuwanart¹ Teeradon Chimpradid¹ Ratchakrit Champaon¹
 Borvorntat Saiprayong¹ and Jitladda Malaythong¹

¹โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี

¹Innovation Demonstration School of Rajamangala University of Technology Thanyaburi,
 Thanyaburi, Pathumthani 12110, Thailand

* E-mail: Punnune08@gmail.com Tel. 0854496722

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาอัตราส่วน ลักษณะทางกายภาพ และความคงทนของสีที่เหมาะสมของสีพิมพ์สกรีนจากผงถ่านสำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้าชนิดต่าง ๆ และ 2) เปรียบเทียบความคงทนของสีพิมพ์สกรีนจากพืชธรรมชาติสำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้า การสกรีนเส้นนับว่าเป็นงานพิมพ์อีกหนึ่งธุรกิจที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก แต่ที่ผ่านมาอุตสาหกรรมทางด้านการสกรีนและการสกรีนสีที่ใช้จำหน่ายตามท้องตลาดอยู่ในปัจจุบันมีการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม ได้พบสารเคมีอันตรายหลากหลายชนิดในกลุ่มพทาเลท (phthalates) และสารประกอบอินทรีย์จำพวกเอมีน (amines) ซึ่งมีฤทธิ์ก่อมะเร็ง การเลือกใช้สีพิมพ์สกรีนที่มาจากธรรมชาติเป็นวิธีการหนึ่งในการหลีกเลี่ยงสารเคมีดังกล่าว โดยการนำแป้งผสมกับผงสีในอัตราส่วน 40:5, 40:10, และ 40:15 ใช้ยางปาดสีพิมพ์สกรีนให้ได้มุม 45° องศา ปาดสีพิมพ์สกรีนทั้งไปและกลับ ชักทำความสะอาด แล้วนำผ้าที่สกรีนมาวัดค่าสี L^* a^* b^* ด้วยเครื่อง Precision Colorimeter รุ่น NR 200 และทำการหาค่าเฉลี่ยและบันทึกข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการวิเคราะห์อัตราส่วน ลักษณะทางกายภาพ และความคงทนที่เหมาะสมของสีพิมพ์สกรีนจากผงถ่านสำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้าชนิดต่าง ๆ สีพิมพ์สกรีนผงถ่านสูตรที่ 1 (40:5) สีพิมพ์มีค่าความหนืด 1037 มิลลิพาสคาล (mPas) สีดำเข้ม มันวาว เนื้อเนียนละเอียด ปาดสีลงบล็อกสกรีนได้ง่าย ไม่มีตะกอน ความคงทนของสีพิมพ์สกรีนบนเนื้อผ้าชนิดต่าง ๆ หลังจากซักทำความสะอาด มีสีติดทน เป็นผ้าที่พิมพ์สกรีนได้สีติดทนดี สามารถซึ่มลงไปถึงเส้นใยผ้าภาพมีลวดลายคมชัด เนื่องจากค่า L^* , a^* , b^* มีความคงทนของสีมากที่สุด เนื่องจากค่า $L^*=16.60$ มีความสว่างน้อย ค่าสีเข้าใกล้แกนสีดำมากที่สุด ค่า $a^*=-5.86$ ค่าสีเข้าใกล้แกนสีเขียวมากที่สุด และค่า $b^*=-6.55$ ค่าสีเข้าใกล้แกนสีน้ำเงิน และ 2) ผลการวิเคราะห์ความคงทนของสีพิมพ์สกรีนจากพืชธรรมชาติสำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้า พบว่า สีพิมพ์สกรีนจากผงถ่าน มีค่าความคงทนของสีมากที่สุดหลังจากซักทำความสะอาด สีติดทนดี สีพิมพ์สามารถซึ่มลงไปถึงเส้นใยผ้า เห็นลวดลายภาพที่ชัดเจน เนื่องจาก ค่า $L^*=14.47$ มีความสว่างน้อย ค่าสีเข้าใกล้แกนสีดำมากที่สุด ค่า $a^*=1.80$ ค่าสีเข้าใกล้แกนสีเขียว และค่า $b^*=2.57$ ค่าสีเข้าใกล้แกนสีน้ำเงิน นอกจากนี้ยังวิจัยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการใช้สีที่เป็นมาจากธรรมชาติประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้ใช้ เนื่องจากสีมาจากธรรมชาติมักจะปราศจากสารเคมีที่อาจทำให้เกิดปัญหาสุขภาพตามมาในภายหลัง อีกทั้งยังเพิ่มมีขีดความสามารถในการขยายเพื่อผลิตและจำหน่ายเชิงพาณิชย์และเป็นการนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด

คำสำคัญ: สีพิมพ์สกรีน, ความคงทนของสี, ผงสีจากธรรมชาติ

Abstract

The objectives of this research were: (1) to study the optimal ratio, physical characteristics, and colorfastness of screen-printing dyes made from charcoal powder for use on various fabric types, and (2) to compare the colorfastness of natural plant-based screen-printing dyes for fabric application. Screen printing is a widely popular technique in the textile industry. However, conventional textile printing and garments currently available on the market often contain chemicals that pose risks to both human health and the environment. Numerous hazardous substances, including phthalates and organic compounds such as amines—known to be carcinogenic—have been detected. Using natural screen-printing dyes provides a safer alternative to avoid these chemicals. In this study, pigment paste and charcoal powder were mixed in ratios of 40:5, 40:10, and 40:15. The dye was applied using a squeegee at a 45° angle in both forward and backward strokes. The printed fabrics were then washed, and the L^* , a^* , and b^* color values were measured using a Precision Colorimeter (Model NR 200). The average values were calculated and recorded. The results showed that: (1) the analysis of the optimal ratio, physical characteristics, and colorfastness of the charcoal powder dye revealed that Formula 1 (40:5) exhibited suitable viscosity, a deep black color, glossiness, and a fine texture. It was easy to apply to the screen without sediment formation. The printed muslin fabric demonstrated the best wash fastness, where the dye deeply penetrated the fibers and yielded sharp patterns. The measured color values were $L^* = 16.60$ (low lightness, close to the black axis), $a^* = -5.86$ (close to the green axis), and $b^* = -6.55$ (close to the blue axis). (2) The comparison of natural plant-based dyes revealed that charcoal powder-based dye exhibited the highest colorfastness after washing. It adhered effectively to the fabric fibers and produced clear, durable patterns. The color values were $L^* = 14.47$, $a^* = 1.80$, and $b^* = 2.57$. Additionally, the study emphasized the environmental and health benefits of using natural dyes, which are free from harmful chemicals. This approach also holds commercial potential, promoting the sustainable use of natural resources.

Keywords: Screen Printing, Colorfastness, Natural Plant-Based

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีอุตสาหกรรมสิ่งทอหลายประเภทในอุตสาหกรรมการพิมพ์ลวดลายผ้า ภาพรวมการค้าระหว่างประเทศของอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มไทย ในเดือนมกราคม 2567 พบว่าการส่งออกสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม มีมูลค่า 1,579 ล้านบาท ขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.2 โดยเฉพาะการส่งออกกลุ่มสิ่งทอ มีมูลค่า 1,042 ล้านบาท ขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.5 (สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์, 2567) การสกรีนเสื้อนับว่าเป็นงานพิมพ์อีกหนึ่งธุรกิจที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ได้รับความนิยมจากทุกด้าน และเป็นที่ต้องการของท้องตลาดในยุคปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นงานสกรีนเสื้อยืด เสื้อเชิ้ต เสื้อโปโล เสื้อกีฬา เสื้อทีม กระเป๋าผ้า พวงกุญแจ แก้วสกรีน ของขวัญ ของพรีเมียม ซึ่งเกิดจากความคิดสร้างสรรค์ของผู้ออกแบบทำให้มีลวดลายที่สวยงาม เป็นเอกลักษณ์ เพื่อดึงดูดงานเสื้อผ้าให้สวยงามตามสมัยนิยม ตามกระแส แฟชั่น และมีความแปลกใหม่ โดยการนำไอเดียการออกแบบลวดลายกราฟิกของเรามาลงบนวัสดุเหล่านี้ นอกจากนี้ยังตอบโจทย์การขายทางออนไลน์ นอกจากนี้ยังมีช่องทางหลากหลายแพลตฟอร์มในการจำหน่ายสินค้าและสามารถเข้าถึงลูกค้าได้ง่าย (ไมโครอิงค์วิภาวดี, 2567) แต่ที่ผ่านมาอุตสาหกรรมทางด้านสิ่งทอและการสกรีนเสื้อที่ใช้จำหน่ายตามท้องตลาดอยู่ในปัจจุบันมีการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม ได้พบสารเคมีอันตรายหลากหลายชนิดตกค้างอยู่ในเสื้อผ้าแฟชั่นที่วางขายในทั่วโลก โดยสารเคมีที่พบประกอบด้วย สารเคมีเป็นพิษในระดับสูงกลุ่มพทาเลท (phthalates) และสารประกอบอินทรีย์ จำพวกเอมีน (amines) ซึ่งมีฤทธิ์ก่อมะเร็ง ที่มาจากการใช้สารฟอกย้อมจำพวกเอโซ (azodyes) กลุ่มโนนิลฟีนอลอีทอกซิเลท (Nonylphenol Ethoxylates หรือ NPEs) ซึ่งสารกลุ่มโนนิลฟีนอลอีทอกซิเลท (NPEs) ซึ่งหลายประเทศจึงออกกฎหมาย ห้ามนำเข้าผลิตภัณฑ์สิ่งทอ เนื่องจากสารเคมีที่ใช้คุณสมบัติที่เป็นอันตรายนี้จะสามารถปลดปล่อยสารประกอบอินทรีย์จำพวกเอมีน (amines) ซึ่งหลายประเทศจึงออกกฎหมายห้ามนำเข้าผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่มีสารก่อมะเร็งที่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้งาน (องค์การสาธารณสุขประโยชน์ (NGO), 2567)

การพิมพ์สกรีน (Silkscreen Printing) เป็นการพิมพ์พื้นผิวที่ใช้หลักการพิมพ์ โดยใช้สีปาดลงบนบล็อกสกรีนที่ทาบบนเนื้อผ้าให้หมึกซึมทะลุผ่านผ้าที่ขึงตึงไว้ไปยังบริเวณที่เป็นภาพ สามารถพิมพ์งานสกรีนได้ตามความละเอียดของภาพพิมพ์ ขึ้นอยู่กับความถี่ของเส้นใยผ้า โดยปริมาณของหมึกพิมพ์นั้นจะขึ้นอยู่กับความยากง่ายของลวดลายที่ต้องการพิมพ์ประทับลงไปบนวัตถุ หากมีลวดลายมากก็ใช้สีหรือหมึกพิมพ์มากขึ้น สามารถพิมพ์ลงบนวัสดุได้หลากหลายชนิด สำหรับวัตถุที่สามารถพิมพ์ลวดลายลงไปได้ในนั้นครอบคลุมทั้งกระดาษ ผ้า ไม้ กระดาษ กระเบื้อง เซรามิก โลหะ พลาสติก ตลอดจนสติ๊กเกอร์ต่าง ๆ เป็นต้น (ร่มติ, 2567)

ข้อดีของการพิมพ์สกรีน สามารถทำให้ชิ้นงานมีสีสันสดใสสวยงาม มีความเงางาม ทนทาน และตัวสกรีนไม่หลุดลอกได้ง่ายสามารถใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการแกะบล็อกได้ง่าย ราคาถูก (ชนิดา ปัญญาแก้ว, 2559) ซึ่งในงานพิมพ์สกรีนนั้นมีสีให้เลือกหลายชนิดแต่ละชนิดของสีที่เลือกใช้จะมีสมบัติที่แตกต่างกันออกไป การพิมพ์ที่ใช้สีจากธรรมชาติสามารถนำมาใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะงานสกรีน แต่ยังสามารถที่จะนำเอาสีจากพืชธรรมชาติมาดัดแปลงเป็นสีพิมพ์ เพื่อใช้ในงานที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น (เบญจพร ประจง และธนวัฒน์ กันภัย, 2556) โดยใช้เลือกใช้สีพิมพ์ที่มาจากธรรมชาติ เช่น ผงถ่าน ผงขมิ้น และขมิ้น เป็นต้น เพื่อเป็นการลดใช้สารเคมีในกระบวนการพิมพ์สกรีนเป็นการช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติ และผู้บริโภคได้ การพิมพ์สกรีนมีส่วนช่วยทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบและสร้างคุณค่าในตัวผลิตภัณฑ์ โดยใช้ชื่อโรงเรียนเป็นสัญลักษณ์ในการถ่ายทอดผลงานและเป็นอัตลักษณ์ที่โดดเด่น

จากข้อมูลทำให้ผู้วิจัยเห็นความสำคัญดังกล่าวนในการศึกษาอัตราส่วนและลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมของสีพิมพ์สกรีนสารสกัดจากธรรมชาติสำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้าชนิดต่าง ๆ และเปรียบเทียบความคงทนของสีพิมพ์สกรีนสารสกัดจากธรรมชาติสำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้าชนิดต่าง ๆ เนื่องจากผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและการใช้สีที่เป็นมาจากธรรมชาติประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้ใช้ เนื่องจากสีที่มาจากธรรมชาติมักจะปราศจากสารเคมีที่อาจทำให้เกิดปัญหาสุขภาพตามมาในภายหลัง อีกทั้งยังเพิ่มขีดความสามารถในการขยายเพื่อผลิตและจำหน่ายเชิงพาณิชย์และเป็นการนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด

1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาอัตราส่วน ลักษณะทางกายภาพ และความคงทนของสีที่เหมาะสมของสีพิมพ์สกรีนจากผงถ่านสำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้าชนิดต่าง ๆ
- 2) เพื่อเปรียบเทียบความคงทนของสีพิมพ์สกรีนจากพืชธรรมชาติสำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้า

2. ระเบียบวิธีวิจัย

ตอนที่ 1 ศึกษาอัตราส่วน ลักษณะทางกายภาพ และความคงทนที่เหมาะสมของสีพิมพ์สกรีนสารสกัดจากธรรมชาติสำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้าชนิดต่าง ๆ

1. เก็บและคัดเลือกถ่านคุณภาพที่ดี สีดำสนิท ทบถ่านให้มีขนาดเล็กลง
2. นำถ่านมาบดด้วยเครื่องบดปั่นอเนกประสงค์ รุ่น Y201 เป็นระยะเวลา 5 นาที นำผงถ่านมาร่อนโดยใช้ตังซิงผ้าไนลอนขนาด 150 ไมครอน จะได้ผงสีดำจากถ่าน (ฟีกเมนต์) ที่มีเนื้อเนียนละเอียด
3. นำผงถ่านและแป้งพิมพ์สำเร็จรูป (แป้งจุม) มาผสมกัน โดยแต่ละสูตรมีปริมาณผงถ่าน : แป้งจุม ในอัตราส่วนดังต่อไปนี้

สูตรที่ 1 แป้งจุมต่อผงถ่าน ในอัตราส่วน 40 : 5

สูตรที่ 2 แป้งจุมต่อผงถ่าน ในอัตราส่วน 40 : 10

สูตรที่ 3 แป้งจุมต่อผงถ่าน ในอัตราส่วน 40 : 15

4. ขั้นตอนการเตรียมผ้าลินิน ผ้าคอตตอน และผ้าฝ้าย สีนตัดผ้าให้มีขนาด 21X30 เซนติเมตร นำผ้าทั้ง 3 ชนิด มาทำความสะอาดด้วยโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium Carbonate) จำนวน 1 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ล้างน้ำสะอาดและตากให้แห้ง เพื่อกำจัดสารเรซิน (Resin) และแป้งที่ติดมากับผ้าซึ่งอาจมีผลต่อการติดทนของสีพิมพ์สกรีนได้

5. การทำแม่พิมพ์สกรีนจะใช้วิธีการพิมพ์ในรูปแบบกาวอัดที่ผสมน้ำยาไวแสงแล้วลงผ้าสกรีน รอให้แห้งแล้วนำแบบมาถ่ายไฟกับบล็อกสกรีนจะปรากฏลวดลายที่ผู้วิจัยได้ออกแบบเพื่อทำบล็อกสกรีน

6. นำผงถ่านกับแป้งจุมในสูตรที่ 1 ในอัตราส่วน 40 : 5 มาคนส่วนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันเป็นระยะเวลา 3 นาที จะได้สีพิมพ์สกรีนที่มีสีดำเข้ม มันวาว

7. นำกระดาษแข็งขนาด 29.7x42 เซนติเมตร มารองผ้าที่ใช้ทดสอบทั้ง 3 ชนิด อย่างละ 3 ผืน วางบล็อกแม่พิมพ์สกรีนทับบนผ้าแล้วใช้ช้อนตักสีพิมพ์สกรีนปริมาณ 2 ช้อนโต๊ะ ใส่ลงในขอบบล็อกสกรีน จากนั้นใช้ยางปาดสีพิมพ์สกรีนให้ได้มุม 45° องศา ปาดสีพิมพ์สกรีนทั้งไปและกลับ เพื่อให้สีพิมพ์สกรีนมีความเรียบเนียน ยกบล็อกสกรีนออกนำไปทดสอบไปผึ่งให้แห้ง

8. นำผ้าที่สกรีนเสร็จเรียบร้อยแล้วไปซักทำความสะอาด ใส่ผงซักฟอกปริมาณ 1 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร เป็นระยะเวลา 30 นาที จากนั้นนำผ้าไปตากแดดให้แห้ง

9. นำผ้าสกรีนมาวัดค่าการเปลี่ยนแปลงสีด้วยเครื่อง Precision Colorimeter รุ่น NR 200 โดยทำการหาค่าเฉลี่ย และบันทึกข้อมูล ดังนี้

เมื่อ ค่า a* เมื่อมีค่าเป็นบวก หมายถึง วัตถุมีสีแดง มีค่าเป็นลบ หมายถึงวัตถุมีสีเขียว

ค่า b* เมื่อมีค่าเป็นบวก หมายถึงวัตถุมีสีเหลือง มีค่าเป็นลบ แสดงว่าวัตถุเป็นสีน้ำเงิน

ค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึง วัตถุมีสีดำ ค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 100 แสดงว่าวัตถุมีสีขาว

10. จากนั้นทำสูตรที่ 2 และ 3 ตามขั้นตอนการทดลองข้อที่ 4-9 โดยเปลี่ยนอัตราส่วน 40 : 5 เป็นอัตราส่วน 40 : 10 และ 40 : 15 ตามลำดับ



ภาพที่ 1 การพิมพ์สีสกรีนบนเนื้อผ้าชนิดต่าง ๆ

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความคงทนของสีพิมพ์สกรีนจากพืชธรรมชาติสำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้าชนิดต่าง ๆ

1. จากการทดลองที่ 1 นำอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างผงถ่านกับแป้งจุม ในอัตราส่วน 40 : 5 โดยผู้วิจัยเลือกใช้พืชทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ ผงถ่าน ขมิ้น ปีทูท เป็นต้น เป็นผงสี (พิกเมนต์) ไปพัฒนาเป็นสีพิมพ์สกรีนจากพืชธรรมชาติ
2. วางบล็อกแม่พิมพ์สกรีนทาบบนเนื้อผ้าที่ใช้ทดสอบทั้ง 3 ชนิด ใช้ยางปาดสีพิมพ์สกรีนให้มีความเรียบเนียน ยกบล็อกสกรีนออกนำผ้าไปทดสอบไปฝั่งให้แล้ว
3. นำผ้าที่สกรีนเสร็จเรียบร้อยแล้วไปซักทำความสะอาด ใส่ผงซักฟอกปริมาณ 1 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร เป็นระยะเวลา 30 นาที จากนั้นนำผ้าไปตากแดดให้แห้ง
4. นำผ้าสกรีนมาวัดค่าการเปลี่ยนแปลงสีด้วยเครื่อง Precision Colorimeter รุ่น NR 200 โดยทำการหาค่าเฉลี่ยและบันทึกข้อมูล ดังนี้
เมื่อ ค่า a^* เมื่อมีค่าเป็นบวก หมายถึง วัตถุมีสีแดง มีค่าเป็นลบ หมายถึงวัตถุมีสีเขียว
ค่า b^* เมื่อมีค่าเป็นบวก หมายถึงวัตถุมีสีเหลือง มีค่าเป็นลบ แสดงว่าวัตถุเป็นสีน้ำเงิน
ค่า L^* มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึง วัตถุมีสีดำ ค่า L^* มีค่าเข้าใกล้ 100 แสดงว่าวัตถุมีสีขาว



ภาพที่ 2 ผลิตภัณฑ์สีพิมพ์สกรีนจากพืชธรรมชาติ

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษาอัตราส่วน ลักษณะทางกายภาพ และความคงทนของสีที่เหมาะสมของสีพิมพ์สกรีนจากผงถ่านสำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้าชนิดต่าง ๆ

การพัฒนาสีพิมพ์สกรีนจากผงถ่านสำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้ามีอัตราส่วนและลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสม พบว่า สูตรที่ 1 (40:5) สีพิมพ์มีค่าความหนืด 1037 มิลลิพาสคาล (mPas) สีดำเข้ม มันวาว เนื้อเนียนละเอียด ปาดสีลงบล็อกสกรีนได้ง่าย ไม่มีตะกอน รองลงมา คือ สูตรที่ 2 (40:10) สีพิมพ์มีค่าความหนืด 1043 มิลลิพาสคาล (mPas) สีดำเข้ม มันวาว ปาดสีลงบล็อกสกรีนเริ่มทำได้ยาก มีตะกอนเกาะบล็อกสกรีนเล็กน้อย และสูตรที่ 3 (40:15) สีพิมพ์มีค่าความหนืด 1055 มิลลิพาสคาล (mPas) สีดำเข้ม การปาดสีสกรีนลงบนเนื้อผ้าเริ่มทำได้ยากมาก มีตะกอนเกาะบล็อกสกรีนมาก และความคงทนของพิมพ์สกรีนบนเนื้อผ้าชนิดต่าง ๆ หลังจากซักทำความสะอาดเมื่อเปรียบเทียบชนิดของผ้าทั้ง 3 ชนิดพบว่า ผ้าฝ้าย เป็นผ้าที่พิมพ์สกรีนได้สีติดทนดี สามารถซึมลงไปถึงเส้นใยผ้าภาพมีลวดลายคมชัด รองลงมา คือ ผ้าคอตตอน สีไม่ติดทน ชัดจาง ภาพมีลวดลายไม่คมชัด และผ้าลินิน สีไม่ติดทน ชัดจางมาก ภาพมีลวดลายไม่คมชัด ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลอัตราส่วน ลักษณะกายภาพ และความคงทนของสีพิมพ์สกรีนจากผงถ่านสำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้า

อัตราส่วน	ค่าความหนืด (mPas)	ผ้าที่ใช้ทดสอบ	ลักษณะทางกายภาพ สีพิมพ์สกรีน	ความคงทน	ภาพก่อน-หลัง ซักทำความสะอาด
สูตรที่ 1 (40:5)	1037	ผ้าลินิน	สีพิมพ์มีความหนืดพอเหมาะ สีดำเข้ม มันวาว เนื้อเนียนละเอียด	สีไม่ติดทน ชัดจางปานกลาง ภาพมีลวดลาย	 

อัตราส่วน	ค่าความหนืด (mPas)	ผ้าที่ใช้ทดสอบ	ลักษณะทางกายภาพ สีพิมพ์สกรีน	ความคงทน	ภาพก่อน-หลัง ซักทำความสะอาด
			ขาดสีลงบล็อกสกรีนได้ ง่าย ไม่มีตะกอน	ไม่คมชัดขาดหายไป บางส่วน	
		ผ้าคอตตอน		สีติดทนค่อนข้างดี ซีดจางเพียงเล็กน้อย ภาพมีลวดลายคมชัด	 
		ผ้าฝ้ายลิน		สีติดทนดีมาก สามารถซึมลงไปถึง เส้นใยผ้าภาพมี ลวดลายคมชัด	 
สูตรที่ 2 (40:10)	1043	ผ้าลินิน	สีพิมพ์มีความหนืดปาน กลาง สีดำเข้ม มันวาว เนื้อเนียนละเอียด ขาด สีลงบล็อกสกรีนได้ยาก มีตะกอนเกาะบล็อก สกรีนเล็กน้อย	สีไม่ติดทน ซีดจาง ภาพมีลวดลายไม่ คมชัดเป็นส่วนมาก	 
		ผ้าคอตตอน		สีไม่ติดทน ซีดจาง ภาพมีลวดลายไม่ คมชัดเป็นส่วนมาก	 
		ผ้าฝ้ายลิน		สีติดทนค่อนข้างดี ซีดจางเพียงเล็กน้อย ภาพมีลวดลายคมชัด	 
สูตรที่ 3 (40:15)	1055	ผ้าลินิน	สีพิมพ์มีความข้นและ หนืดมาก สีดำเข้ม ขาดสีลงบล็อกสกรีน ทำได้ยาก มีตะกอน เกาะบล็อกสกรีนมาก	สีไม่ติดทน ซีดจาง ไม่ เห็นภาพที่พิมพ์สกรีน	 
		ผ้าคอตตอน		สีไม่ติดทน ซีดจาง ภาพที่พิมพ์สกรีนขาด หายไปเป็นส่วนใหญ่	 
		ผ้าฝ้ายลิน		สีไม่ติดทน ซีดจาง ภาพที่พิมพ์สกรีนขาด หายไปบางส่วน	 

3.2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าสี L^* , a^* , b^* สำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้าในอัตราส่วน 40:5, 40:10 และ 40:15

การวิเคราะห์ค่าสี L^* , a^* , b^* ในการศึกษาอัตราส่วนของสีพิมพ์สกรีนจากผงถ่านที่เหมาะสม พบว่า สูตรที่ 1 (40:5) มีค่าสีในเนื้อผ้าฝ้ายลินมีความคงทนมากที่สุด เนื่องจากค่า $L^*=16.60$ มีความสว่างน้อย ค่าสีเข้าใกล้แกนสีดำมากที่สุด ค่า $a^*=-5.86$ ค่าสีเข้าใกล้แกนสีเขียวมากที่สุด และค่า $b^*=-6.55$ ค่าสีเข้าใกล้แกนสีน้ำเงิน ส่วนสูตรที่ 2 (40:10) และสูตรที่ 3 (40:15) มีค่า L^* มีความสว่างเพิ่มขึ้น ค่า a^* สีเขียวโทนสว่างขึ้น และ ค่า b^* สีน้ำเงินโทนสว่างขึ้น จึงเป็นผลทำให้สีพิมพ์สกรีน มีลวดลายไม่คมชัด เนื่องจากใช้ปริมาณผงถ่านมากเกินไปทำให้สีพิมพ์สกรีนระหว่างแปรงกับผงถ่านผสมกันได้ดีไม่พอ ขณะขาดสีลงบล็อกสกรีน ทำได้ยากอาจจะเกิดการอุดตันที่บล็อกสกรีน และหลังจากซักทำความสะอาดอาจจะทำให้สีหลุดลอกออกจากเนื้อผ้าไม่ติดทนนาน ได้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลค่าเฉลี่ยค่าสี L^* , a^* , b^* สำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้าในอัตราส่วน 40:5, 40:10 และ 40:15

อัตราส่วน	ผ้าคอตตอน			ผ้าลินิน			ผ้าฝ้าย		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
สูตรที่ 1 (40:5)	22.43	-9.07	-1.88	21.84	-8.00	-1.87	16.60	-5.86	-6.55
สูตรที่ 2 40:10	26.69	-3.83	7.01	40.66	-0.63	-1.03	11.88	-4.80	-1.34
สูตรที่ 3 40:15	63.55	0.06	0.84	81.95	0.26	1.27	27.14	-1.37	-1.32

3.3 ผลการเปรียบเทียบความคงทนของสีพิมพ์สกรีนจากพืชธรรมชาติสำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้า

การพัฒนาสีพิมพ์สกรีนจากผงถ่าน ผงบิทรูท และผงขมิ้น สำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้ามีลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมพบว่า สีพิมพ์สกรีนจากผงถ่าน มีค่าความคงทนของสีมากที่สุดหลังจากซักทำความสะอาด สีสิดทนมามาก สีพิมพ์สามารถซึมลงไปถึงเส้นใยผ้า เห็นลวดลายภาพที่ชัดเจน รองลงมา คือ พิมพ์สกรีนจากผงขมิ้น สีซีดจางเล็กน้อย สดก แต่ยังเห็นลวดลายภาพที่ชัดเจน และพิมพ์สกรีนจากบิทรูท สีซีดจางมาก สีหลุดลอกออกจากเนื้อผ้า ไม่สามารถมองเห็นลวดลายภาพที่ชัดเจนตามลำดับ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลอัตราส่วน ลักษณะกายภาพ และความคงทนของสีพิมพ์สกรีนจากพืชธรรมชาติ

อัตราส่วน	สีพิมพ์สกรีน	ลักษณะทางกายภาพ	ความคงทนของสี	ภาพก่อน-หลัง ซักทำความสะอาด
40:5	ผงถ่าน	สีพิมพ์มีความหนืด สีดำเข้ม มันวาว เนื้อเนียนละเอียด การปาดสีสกรีนลงบนเนื้อผ้าทำได้ง่าย ไม่มีตะกอน	สีดำเข้ม สดทนมามาก สามารถซึมลงไปถึงเส้นใยผ้าเห็นลวดลายภาพที่ชัดเจน	
	ผงบิทรูท	สีพิมพ์มีความหนืด สีแดงเข้ม มันวาว เนื้อเนียนละเอียด การปาดสีสกรีนลงบนเนื้อผ้าทำได้ง่าย ไม่มีตะกอน	สีแดงอ่อน ๆ สีซีดจางมาก สดกเพียงเล็กน้อย มองไม่เห็นลวดลายภาพที่ชัดเจน	
	ผงขมิ้น	สีพิมพ์มีความหนืด สีเหลืองสดมันวาว เนื้อเนียนละเอียด การปาดสีสกรีนลงบนเนื้อผ้าทำได้ง่าย ไม่มีตะกอน	สีเหลืองเข้ม สีซีดจางเล็กน้อย สีตกเลอะเนื้อผ้า เห็นลวดลายภาพที่ชัดเจน	

3.4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าสี L^* , a^* , b^* ความคงทนของสีพิมพ์สกรีนจากพืชธรรมชาติสำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้า

พบว่า ผงสีพิมพ์สกรีนผงถ่าน (สีดำ) มีความคงทนของสีมากที่สุด เนื่องจาก ค่า $L^*=14.47$ มีความสว่างน้อย ค่าสีเข้าใกล้แกนสีดำมาก ค่า $a^*=1.80$ ค่าสีเข้าใกล้แกนสีเขียว และค่า $b^*=2.57$ ค่าสีเข้าใกล้แกนสีน้ำเงิน รองลงมาคือสีพิมพ์สกรีนผงขมิ้น (สีเหลือง) ค่า $L^*=70.86$ มีความสว่างมาก ค่าสีเข้าใกล้แกนสีขาว ค่า $a^*=18.69$ ค่าสีเข้าใกล้แกนสีเขียว และค่า $b^*=64.01$ ค่าสีเข้าใกล้แกนสีเหลือง และสีพิมพ์สกรีนผงบิทรูท (สีแดง) ค่า $L^*=68.40$ มีความสว่างมาก ค่าสีเข้าใกล้แกนสีขาว ค่า $a^*=14.72$ ค่าสีเข้าใกล้แกนสีเขียว และค่า $b^*=14.59$ ค่าสีเข้าใกล้แกนสีน้ำเงิน ตามลำดับ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลค่าเฉลี่ยการวัดค่าสี L^* , a^* , b^* ความคงทนของสีพิมพ์สกรีนจากพืชธรรมชาติสำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้า

อัตราส่วน	ผงสีสกรีน	ค่าสี		
		L^*	a^*	b^*
40:5	ผงบิทรูท	68.40	14.72	14.59
	ผงถ่าน	14.47	1.80	2.57
	ผงขมิ้น	70.86	18.69	64.01

4. สรุปผล

จากการศึกษาการพัฒนาสีพิมพ์สกรีนจากพืชธรรมชาติที่มีผลต่อความคงทนของสีบนเนื้อผ้าในอัตราส่วนแบ่งจมน้ำได้จากการทดลองพบว่า สูตรที่ 1 (40:5) เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุด มีค่าความหนืด 1037 มิลลิพาสคาล (mPas) สีดำเข้ม มันวาว เนื้อเนียนละเอียด ปาดสีลงบล็อกสกรีนได้ง่าย ไม่มีตะกอน พิมพ์สกรีนบนเนื้อผ้าทำให้ค่าความคงทนของสีผ้ามีสีล้นติดทนดีมาก สามารถซึมลงไปถึงเส้นใยผ้า ภาพมีลวดลายคมชัด เนื่องจากวัดค่าสีเนื่องจากค่า $L^*=16.60$ มีความสว่างน้อย ค่าสีเข้าใกล้แกนสีดำมากที่สุด ค่า $a^*=-5.86$ ค่าสีเข้าใกล้แกนสีเขียวมากที่สุด และค่า $b^*=-6.55$ ค่าสีเข้าใกล้แกนสีน้ำเงิน เนื่องจากผ้ามีโครงสร้างที่ประกอบไปด้วยเส้นใยคอตตอน มีเนื้อผ้าที่อ่อนโยน เนื้อละเอียดและเรียบ ทำให้สีสกรีนติดได้ง่ายและคมชัด ระบายอากาศได้ดี ช่วยให้สีแห้งเร็ว หลังจากการสกรีน น้ำหนักเบา ทนทานต่อการใช้งานและการซักได้ดี รองลงมาเป็นสูตรที่ 2 (40:10) และสูตรที่ 3 (40:15) และการสกรีนสีพิมพ์สกรีนจากพืชธรรมชาติสำหรับพิมพ์ลงบนเนื้อผ้า พบว่า สีพิมพ์สกรีนจากผงถ่านให้ความติดทนมาก สีดำเข้ม สามารถซึมลงไปถึงเส้นใยผ้าเห็นลวดลาย ภาพที่ชัดเจน รองลงมาคือ สีพิมพ์สกรีนขมิ้น และบิทรูท ตามลำดับการพัฒนาสีพิมพ์สกรีนจากพืชธรรมชาติจากผงถ่าน ขมิ้น และบิทรูท สามารถทำได้มีสีละเอียดไม่จับตัวเป็นก้อน โดยเฉพาะสีพิมพ์สกรีนจากผงถ่านมีพิกเมนต์สีที่เข้ม สามารถถ่ายโอนสีไปยังวัสดุพิมพ์ และให้คุณสมบัติดูดซับสีให้ยึดติดบนเนื้อผ้า และสีพิมพ์สกรีนในสูตรที่ 1 (40:5) สีพิมพ์มีค่าความหนืด 1037 มิลลิพาสคาล (mPas) สีดำเข้ม มันวาว เนื้อสีเนียนละเอียด ปาดสีพิมพ์สกรีนได้ง่าย การพิมพ์สกรีนลงบนผ้ามีสีล้นเป็นผ้าเนื้อละเอียด ระบายอากาศดี แห้งเร็ว น้ำหนักเบา ไม่ระคายเคืองต่อผิวหนัง ลักษณะของผ้าจะมีความลื่นพอประมาณ มีความแข็งแรงทนทานต่อการซักล้าง จึงเป็นผ้าที่เหมาะสมกับการพิมพ์สกรีนผ้ามากกว่าผ้าคอตตอนและผ้าลินิน การศึกษาแบ่งพิมพ์จากสีธรรมชาติสำเร็จรูปพร้อมใช้ในการพิมพ์ผ้า ได้แก่ เจดสีแดงและสีชมพูจากครั้ง เจดสีเหลืองและสีน้ำตาลแดงจากดอกดาวเรือง เจดสีน้ำตาลเหลืองจากเปลือกต้นโกก้าง และเจดสีเทาจากเปลือกผลขนาน้ำมัน ผสมกับส่วนผสมอื่น ได้แก่ สารขึ้น สารช่วยติดหรือสารช่วยยึดเกาะ (binder) และสารอื่นๆ ในอัตราส่วนต่างๆ เพื่อให้ได้เจดสีตามที่ต้องการและมีความคงทนของสีที่เหมาะสมกับการใช้งาน สามารถสร้างสรรค์งานพิมพ์ลายบนผ้าให้สวยงาม และความปลอดภัยต่อคนที่ใช้แบ่งพิมพ์จากสีธรรมชาติอีกด้วย (มณฑล นาคปฐุม และคณะ, 2567) โดยเน้นการนำวัตถุดิบจากภาคการเกษตรหรือวัสดุเหลือทิ้งจากภาคการผลิตมาใช้ประโยชน์ด้วยการใช้เทคนิคสกัดเป็นผงสีธรรมชาติสอดคล้องกับงานวิจัยของพบสันต์ ตีไชย และอรนุช คำแบน, (2559) ได้ศึกษาการผลิตผงสีจากใบตะเคียนหนูสำหรับการพิมพ์สกรีนเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ผ้าทอน้ำมอญ พบว่า กรรมวิธีผลิตหมึกพิมพ์สกรีนจากใบตะเคียนหนูกรรมวิธีที่ 2 ดีที่สุด เนื่องจากลักษณะหมึกพิมพ์มีความหนืดรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันไม่แยกชั้นเพราะลักษณะอนุภาคของหมึกพิมพ์มีขนาดเล็ก สำหรับการทดสอบคุณภาพงานพิมพ์ประกอบไปด้วย ตัวอักษรพอสิทีฟ เนกาทีฟ เส้นพอสิทีฟ เนกาทีฟ ภาพลายเส้นและภาพพื้นทึบ พบว่า ให้คุณภาพเหมาะสมที่สุดเพราะขนาดของตัวอักษรสามารถมองเห็นชัดเจน ไม่มีรอยแตกบริเวณขอบตั้งแต่ 18 pt. ลักษณะเส้นคมชัด ภาพลายเส้นและภาพพื้นทึบมองเห็นรายละเอียดทุกส่วนของภาพชัดเจนเนื่องจากสามารถพิมพ์ลงเต็มพื้นที่บริเวณภาพสอดคล้องกับงานวิจัยของอินทรา นนลือชา สิดาพร คุ่มไต้อยู่ และวีระ โชติธรรมมารถ, (2562) ได้ศึกษาการวิจัยผลิตหมึกพิมพ์สกรีนจากน้ำยางพารา และอัตราส่วนที่เหมาะสม พบว่า อัตราส่วนระหว่างน้ำยางพารา สารให้สี และ สาร A ที่เหมาะสมและสามารถนำไปใช้เป็นหมึกพิมพ์สกรีนฐานน้ำได้ คือ อัตราส่วนสาร A 1 ส่วน สารให้สี 2.5 ส่วน ผสมในน้ำยางพารา 10 ส่วนโดยน้ำหนัก เพราะหมึกพิมพ์สกรีนมีความหนืดปานกลางที่สามารถใช้พิมพ์ สกรีนได้ เมื่อนำไปทดสอบค่าความมันวาวโดยใช้ เครื่องวัดความมันวาว พบว่า หมึกพิมพ์สกรีนจากยางพาราที่มีความมันวาวสูง มีความเข้มของหมึกพิมพ์บนงานสกรีน ความมันวาวของหมึกพิมพ์บนงานสกรีน พื้นผิวสัมผัสของหมึกพิมพ์บนงานสกรีน การยึดติดของหมึกพิมพ์บนงานสกรีน ความเหมาะสมในการนำมาใช้ในงานสกรีน และโอกาสในการสร้างมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ผ้า และสอดคล้องกับงานวิจัยนรเทพ โพธิ์เป้ง, (2563) ได้ศึกษาสูตรแบ่งพิมพ์และสภาวะพริกสีที่เหมาะสมที่สุด คือ แบ่งพิมพ์สำเร็จรูป 70 กรัม ผงดินแดง 30 กรัม เวลา 5 นาที อุณหภูมิพริกสี 150 องศาเซลเซียส มีค่าความเข้มสี (K/S) 4.483 2) สารช่วยติดที่มีสภาวะที่ดีที่สุด คือ สนิมเหล็ก 10 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร มีค่าความเข้มสี (K/S) 4.436 3) ผลการทดสอบความคงทนของสีและสมบัติทางกายภาพ พบว่า ค่าความคงทนของสีต่อการซักล้าง ต่อน้ำ และต่อเหงื่อ อยู่ในระดับ 34 (ปานกลาง-ดี) ค่าความคงทนของสีต่อแสงแดดเทียมอยู่ในระดับ 4 (ปานกลาง) ค่าความคงทนของสีต่อการขัดอยู่ในระดับ 1-2 ถึง 2 3 (ต่ำ) และความกระด้างของผ้าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังการพิมพ์

จากผลการวิจัยดังกล่าวสามารถใช้เลือกผงสี (พิกเมนต์) จากผงถ่าน ผงขมิ้น และผงบิทรูท หรือพืชชนิดอื่น ๆ ที่ทำได้ง่ายตามท้องถิ่น เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาสีพิมพ์สกรีนได้และผงสีจากพืชธรรมชาติไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการนำวัสดุที่เหลือใช้มาพัฒนางานออกแบบท้องถิ่น ชุมชน และพัฒนาตลาดสายสีสกรีนจากพืชธรรมชาติให้เกิดมูลค่าของผลิตภัณฑ์ และเพิ่มขีดความสามารถในการขยายเพื่อผลิตและจำหน่ายเชิงพาณิชย์และเป็นการนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุด

ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรมีการศึกษาเรื่องความเป็นกรด-ด่าง เพื่อที่จะใช้ในการปรับความสมดุลของหมึกพิมพ์เพื่อพัฒนาการยึดเกาะของหมึกพิมพ์บนเส้นใยผ้า
- 2) ควรมีการวัดค่าความละเอียดของหมึกพิมพ์ และเปรียบเทียบลักษณะผงสีสังเคราะห์ในระบบอุตสาหกรรมกับผงสีจากธรรมชาติ
- 3) ควรมีการทดสอบความคงทนของสี โดยการซักทำความสะอาดหลาย ๆ ครั้ง

5. เอกสารอ้างอิง

- ชนิดา ปัญญแก้ว. (2559). การแบ่งกลุ่มผู้ซื้อเสื้อยืดสกรีนลายโดยใช้ความต้องการต่อส่วนประสมทางการตลาดในเขตกรุงเทพมหานคร (การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- มณฑล นาคปฐม และคณะ. (2567). เทคโนโลยีการเตรียมสูตรแป้งพิมพ์ผ้าจากสีธรรมชาติ "Magic Color". เข้าถึงได้จาก <https://www.mtec.or.th/research-projects/37622/>.
- ไมโครอิงค์คิววดี. (2567). สารละลายเกี่ยวกับการสกรีนเสื้อ. เข้าถึงได้จาก <https://www.thailandsub.com/17761053/>.
- ร่มดี. (2567). การสกรีนคืออะไร ประวัติความเป็นมา. เข้าถึงได้จาก <https://romdee.net/screen/>.
- เบญจพร ประจง และธนวัฒน์ กันภัย. (2556). การออกแบบลายพิมพ์สกรีนบนเสื้อยืดที่ระลึกเพื่อส่งเสริมเศรษฐกิจสร้างสรรค์ในจังหวัดจันทบุรี (รายงานการวิจัย). จันทบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- พบสันต์ ดีไชย และอรนุช คำแปน. (2559). ศึกษาการผลิตผงสีจากใบตะเคียนหนูสำหรับการพิมพ์สกรีนเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ผ้าทอน้ำมอญ A STUDY OF PIGMENT FROM ANOGEISSUS ACUMINATA FOR SCREEN PRINTING TO MAKE THE VALUE-ADDED NAM MORN WEAVING COTTON. วารสารชุมชนวิจัย, 10(2), 99-106.
- สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์. (2567). สถานการณ์อุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มไทย เดือนมกราคม 2567. เข้าถึงได้จาก <https://www.thaitextile.org/th/insign/detail.3933.1.0.html>.
- องค์การสาธารณสุขประโยชน์ (NGO). (2567). สารพิษในเส้นใย: แพ้ระดับโลกและการผลิต. เข้าถึงได้จาก <https://www.greenpeace.or.th/publication/toxic-threads-lowres.pdf>
- อินทรา นนลือชา, สิตาพร คุ่มไต้, และวีระ โชติธรรมมากรณ์. (2562). หมึกพิมพ์สกรีนจากยางพาราเพื่อสิ่งแวดล้อม. การประชุมวิชาการสำหรับนักศึกษาระดับชาติ สาขาเทคโนโลยีการพิมพ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. (หน้า 84-89). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

การออกแบบตัวตรวจรู้ชีวภาพความไวสูงแบบโมดคลื่นกระซิบด้วยวงแหวนสั่นพ้องซิลิกา ระดับไมครอน

Design of a High-sensitivity Biosensor Using Whispering Gallery Modes in a Silica Micro-ring Resonator

ชัชวาล ศรีภักดี¹ วราวุธ พุทธิให้¹ และ เพ็ชรรัตน์ เวฬุคามกุล¹

Chatchawal Sripakdee¹ Waravut Puthai¹ and Petcharat Werukamkul¹

¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร

¹ Department of Science, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok

* e-mail: chatchawal.s@rmutp.ac.th, Tel. 02 8360 3000 ext. 7508

บทคัดย่อ

ได้ออกแบบตัวตรวจรู้ชีวภาพโมดกระซิบโดยประยุกต์ใช้วงแหวนสั่นพ้องระดับไมครอนที่ทำจากซิลิกาเพื่อสร้างการแทรกสอดพลาสมอนิกและการตรวจวัดชีวโมเลกุลความเข้มข้นต่ำแต่มีความไวสูงที่สามารถตรวจจับชีวอนุภาคขนาดเล็กระดับไมครอนได้ การจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรมแมทแล็บโดยประยุกต์ใช้เทคนิคไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์โดเมนของการแผ่ของแสงเลเซอร์ภายในวงแหวนสั่นพ้อง ผลการจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่าโมดกระซิบของแสงภายในวงแหวนสั่นพ้องมีความไวต่อการเกาะติดของอนุภาคระดับไมครอนที่ผิวของวงแหวนสั่นพ้องสูงใช้ระยะเวลาสั้นมากในการตรวจวัดเมื่อเทียบกับวิธีเดิม ซึ่งเหมาะแก่การนำไปประยุกต์ใช้เป็นตัวตรวจรู้ชีวอนุภาคชีวภาพขนาดเล็กได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: การตรวจจับอนุภาคชีวภาพระดับไมครอน, โมดกระซิบ, วงแหวนสั่นพ้องระดับไมครอน

Abstract

In this research, a whispering-gallery-mode (WGM) biosensor was designed by utilizing a micron-scale silica ring resonator to induce plasmonic interference and enable highly sensitive detection of low-concentration biomolecules and micron-sized bioparticles. A mathematical simulation based on the finite-difference time-domain (FDTD) method was performed using MATLAB to model the propagation of laser light within the resonator. The results revealed that the WGM resonator exhibited strong sensitivity to particle adhesion on the resonator surface, allowing for rapid detection compared to conventional techniques. These findings suggest its strong potential for practical implementation as an efficient biosensing platform.

Keywords: Micron-sized Bioparticle Detection, Whispering Gallery Mode, Micro Ring Resonator

1. บทนำ

ปรากฏการณ์การเกิดโหมดคลื่นกระซิบ (Whispering Gallery Mode หรือ WGM) ถูกค้นพบครั้งแรกโดยลอร์ด เรย์ลีห์ (Lord Rayleigh) ในปี ค.ศ. 1878 ขณะที่เขาศึกษาคลื่นเสียงกระซิบที่สามารถเดินทางรอบโดมของมหาวิหารโบสถ์เซนต์พอล (St. Paul's Cathedral) ในกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ เขาอธิบายว่าคลื่นเสียงสามารถสะท้อนแบบต่อเนื่องไปตามพื้นผิวโค้งเว้า ทำให้เสียงสามารถเดินทางได้ไกลกว่าปกติ ในปัจจุบันเทคโนโลยีการตรวจวัดทางชีวภาพ (biosensing technology) ได้กลายเป็นเครื่องมือสำคัญในหลากหลายสาขา อาทิ การแพทย์ การเกษตร อุตสาหกรรมอาหาร และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการตรวจวัดสารชีวโมเลกุลในระดับความเข้มข้นต่ำ เช่น ดีเอ็นเอ โปรตีน หรือจุลินทรีย์ก่อโรค ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยระบบตรวจวัดที่มีความไว (sensitivity) และความจำเพาะ (specificity) สูง หนึ่งในเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมอย่างมากในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา คือ ตัวตรวจวัดที่ใช้หลักการของโหมดคลื่นกระซิบภายในโครงสร้างสั่นพ้องระดับไมครอน ซึ่งมีศักยภาพสูงในการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีหักเหบริเวณพื้นผิวสัมผัสด้วยความแม่นยำระดับนาโน (Fan et al., 2008; Vollmer & Yang, 2008)

โหมดคลื่นกระซิบ (WGM) เกิดขึ้นเมื่อแสงถูกกักเก็บภายในโครงสร้างสั่นพ้องแบบวงกลมหรือวงแหวนผ่านการสะท้อนแบบหมดมุมหลายครั้ง โดยแสงจะเดินทางวนรอบภายในโครงสร้างดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง คล้ายเสียงที่เดินทางในโดมของมหาวิหารเซนต์พอลซึ่งเป็นที่มาของชื่อปรากฏการณ์นี้ โหมดดังกล่าวมีคุณสมบัติพิเศษคือ มีปัจจัยคุณภาพ (Q-factor) สูงมาก ทำให้สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยของดัชนีหักเห หรือการดูดกลืนแสงที่เกิดขึ้นบริเวณผิวโครงสร้างได้อย่างแม่นยำ (Lu et al., 2011; Zhu et al., 2010) โครงสร้างวงแหวนสั่นพ้องซิลิกาในระดับไมครอนจึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายเนื่องจากมีความโปร่งใส ความเสถียรทางเคมี และสามารถผลิตด้วยเทคนิคการประดิษฐ์ไมโครออปติกที่แม่นยำ (Little et al., 1997)

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการออกแบบและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของตัวตรวจวัดทางชีวภาพโดยอาศัยโหมดคลื่นกระซิบจากโครงสร้างวงแหวนสั่นพ้องซิลิการะดับไมครอน ซึ่งพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงในการตรวจจับโมเลกุลชีวภาพขนาดเล็กผ่านการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีหักเห โดยใช้แบบจำลองทางแสงเชิงตัวเลขร่วมกับการจำลองเชิงโครงสร้างและการวิเคราะห์เชิงพารามิเตอร์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ทางกายภาพของโครงสร้าง (เช่น รัศมี ความหนา ค่าดัชนีหักเห) กับความไวในการตรวจวัด (sensitivity) และค่าความละเอียด (limit of detection) (Arnold et al., 2003; Sun & Fan, 2008)

ผลลัพธ์จากการวิจัยคาดว่าจะช่วยวางรากฐานสำคัญในการออกแบบตัวตรวจวัดทางชีวภาพแบบใหม่ที่มีความแม่นยำสูง มีขนาดเล็ก ต้นทุนต่ำ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้ในอนาคต ทั้งในด้านการตรวจวินิจฉัยโรคในระยะเริ่มต้น การตรวจสิ่งปนเปื้อนในอาหาร และการเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง

2. ระเบียบวิธีวิจัย

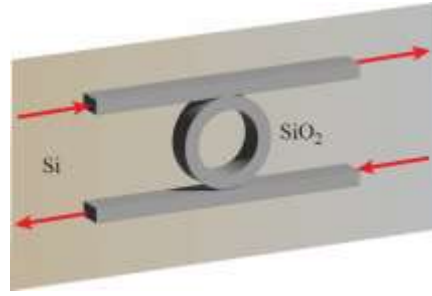
งานวิจัยนี้ประกอบด้วยสองส่วน คือ การออกแบบตัวตรวจวัดทางชีวภาพ ทฤษฎีการจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.1 การออกแบบตัวตรวจวัดชีวภาพ

การออกแบบวงแหวนสั่นพ้องระดับไมครอนเพื่อใช้เป็นตัวตรวจวัดทางชีวภาพมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) เลือกวัสดุใช้วัสดุทางแสงที่ไม่เป็นเชิงเส้น คือ ซิลิกา (SiO_2) ใช้ทำท่อนำแสงขนาด $2 \times 12 \times 2$ ไมครอน³ จำนวน 2 แท่ง วางขนานกันบนฐานของแผ่นสารกึ่งตัวนำซิลิคอน (Si) ที่มีความหนา 2 ไมครอน ทั้งนี้เนื่องจากซิลิกามีความโปร่งใสในช่วงคลื่นแสงที่กว้าง โดยเฉพาะในช่วงอินฟราเรดและอัลตราไวโอเล็ต ทำให้เหมาะสำหรับการใช้งานในอุปกรณ์ออปติคอล โดยมีค่าดัชนีหักเหประมาณ 1.45 ที่ความยาวคลื่นแสง 589 นาโนเมตร สามารถส่งผ่านแสงช่วงความยาวคลื่น 0.2 – 3.5 ไมโครเมตร ได้ดีมาก ซึ่งช่วยลดการสะท้อนแสงและเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งผ่านแสง มีความทนทานต่ออุณหภูมิสูง กล่าวคือ ซิลิกาสามารถทนต่ออุณหภูมิสูงโดยไม่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางแสง และมีการกระเจิงแสงต่ำโดยมีโครงสร้างที่ช่วยลดการกระเจิงของแสง ทำให้สามารถใช้ในเลนส์และอุปกรณ์ออปติคอลที่ต้องการความแม่นยำสูง ส่วนซิลิคอนมีค่าดัชนีหักเหของแสงขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นของแสงที่ผ่านโดยทั่วไป มีค่าประมาณ 3.4 - 3.5 สำหรับแสงที่อยู่ในช่วงอินฟราเรด

2) สร้างแบบจำลองวงแหวนของซิลิกาวางบนฐานซิลิคอนรัศมี 2 ไมครอนไว้ตรงกลางระหว่างท่อนำแสงและให้ผิวสัมผัสกับท่อนำแสงทั้งสองดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 องค์ประกอบของวงแหวนสั่นพ้องซิลิกา (SiO₂) ระดับไมครอนประกอบด้วยท่อนำคลื่นสองเส้นประกบกับวงแหวนหนึ่งวงวางอยู่บนฐานแผ่นซิลิคอน (Si) ลูกศรสีแดงแทนทิศทางการแผ่ของระลอกคลื่นแสงเลเซอร์ โดยลูกคลื่นขาเข้าท่อนำคลื่นสามารถปรับค่าความถี่แสงจากแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ได้

2.2 ทฤษฎีการจำลองทางคณิตศาสตร์

การเกิดคลื่นแสงไมครอนชิปในวงแหวนสั่นพ้องซิลิกาในระดับไมครอน อาศัยปรากฏการณ์การสั่นพ้องของแสงในวงแหวนสั่นพ้อง โดยแสงจากท่อนำแสงส่วนหนึ่งหักเหเข้าไปในวงแหวนสั่นพ้องแล้วเกิดการสั่นพ้องในแนวเส้นรอบวงกลมด้วยการแทรกสอดของคลื่นแสงแบบเสริม แสงภายในวงแหวนสั่นพ้องระดับไมครอนเกิดการสะท้อนกลับหมด การแทรกสอดของแสงแบบเสริม และการกล้ำของแสง โดยที่ผิวสัมผัสบริเวณรอยต่อระหว่างเส้นใยแก้วนำแสงและวงแหวนสั่นพ้องจะขึ้นอยู่กับค่าคงที่ของการกล้ำ κ และสัมประสิทธิ์การส่งผ่าน t ที่ผิวสัมผัสจะพบว่า $|\kappa|^2 + |t|^2 = 1$ สนามไฟฟ้าที่ส่งเข้าไปในท่อนำแสงเป็นชนิดการแจกแจงปกติแบบเกาส์เซียน ความสัมพันธ์ระหว่างสนามไฟฟ้าที่ส่งออกจากวงแหวนสั่นพ้องแผ่ตามท่อนำแสงระดับไมครอน E_{t1} และ E_{t2} ที่ผิวสัมผัส คือ

$$\begin{pmatrix} E_{t1} \\ E_{t2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t & \kappa \\ -\kappa^* & t^* \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_{i1} \\ E_{i2} \end{pmatrix} \quad (1)$$

โดยสนามไฟฟ้าที่ส่งเข้าไปในวงแหวนสั่นพ้องของท่อนำแสงตรงบริเวณผิวสัมผัสทั้งสองบริเวณ คือ E_{i1} และ E_{i2} โดยที่ $E_{i2} = \alpha e^{i\theta} E_{i1}$ เป็นคลื่นแสงย้อนกลับภายในวงแหวนสั่นพ้อง เครื่องหมาย * ในสมการ (1) แสดงค่าสังยุคเชิงซ้อนของปริมาณนั้น ๆ เมื่อ $i = \sqrt{-1}$ และ α คือ สัมประสิทธิ์การสูญเสียคลื่นแสงภายในวงแหวนสั่นพ้อง และ $\theta = \omega L / c$ โดย L คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของวงแหวนสั่นพ้อง และ c คือ ความเร็วเฟสในวงแหวน $c = c_0 / n_{eff}$ และ $\omega = kc_0$ โดย c_0 คือ อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ ดัชนีหักเหสัมพัทธ์ n_{eff} เขียนได้ในรูปของ $\beta = k \cdot n_{eff} = \frac{2\pi}{\lambda} n_{eff}$ โดยที่ β คือ ค่าคงที่การแผ่ของคลื่นแสง จะได้สนามไฟฟ้าที่ผิวสัมผัสระหว่างท่อนำคลื่นกับวงแหวนสั่นพ้อง ดังนี้

$$E_{i2} = \frac{-\alpha \kappa^*}{-\alpha t^* + e^{i\theta}} \quad (2)$$

$$E_{t1} = \frac{-\alpha + t e^{-i\theta}}{-\alpha t^* + e^{-i\theta}} \quad (3)$$

$$E_{t2} = \frac{\kappa}{1 - \alpha t^* e^{-i\theta}} \quad (4)$$

จากสมการ (2) – (4) สเปกตรัมการส่งผ่านของคลื่นแสง (transmission spectrum) T ระหว่างผิวสัมผัสของท่อนำคลื่นและวงแหวนสั่นพ้องสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของ

$$T = \left| \frac{t - \alpha e^{-i\theta}}{1 - \alpha t e^{-i\theta}} \right|^2 \quad (5)$$

จึงได้กำลังส่งผ่านของคลื่นแสงในวงแหวนสั่นพ้อง คือ

$$P_{t1} = |E_{t1}|^2 = \frac{\alpha^2 + t^2 - 2\alpha |t| \cos(\theta + \phi_t)}{1 + \alpha^2 |t|^2 \cos(\theta + \phi_t)} \quad (6)$$

$$P_{i2} = |E_{i2}|^2 = \frac{\alpha^2(1 - |t|^2)}{1 + \alpha^2 |t|^2 - 2\alpha |t| \cos(\theta + \phi_t)} \quad (7)$$

โดยในสภาวะเกิดกำทอนจะได้ $(\theta + \phi_t) = 2\pi m$ โดยที่ m เป็นจำนวนเต็ม และ ϕ_t คือ เฟสเชิงซ้อนที่เกิดจากการควบกล้ำกัน ระหว่างท่อนำคลื่นกับวงแหวนสั่นพ้อง ในกรณีที่มีการควบกล้ำกันของแสงระหว่างท่อนำแสงกับวงแหวนสั่นพ้องอย่างอ่อนๆ และ $\lambda \gg \delta\lambda$ ทำให้ได้ความกว้างครึ่งหนึ่งของค่าสูงสุดของยอดคลื่น (FWHM) คือ

$$FWHM = 2\delta\lambda = \frac{\kappa^2 \lambda^2}{\pi L n_{eff}} \quad (8)$$

โดยที่ $\delta\lambda$ คือ ช่วงครึ่งความกว้างครึ่งหนึ่งของค่าสูงสุดของลูกคลื่น ซึ่งสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ไฟเนส (F) ซึ่งบ่งบอกความคมชัดของสัญญาณการสั่นพ้องในวงแหวนสั่นพ้องโดยคำนวณจาก อัตราส่วนระหว่างช่วงสเปกตรัมอิสระ $\Delta\lambda$ (Free Spectral Range - FSR) กับช่วงความกว้างแถบของเรโซแนนซ์ตามสมการ (8) ดังนั้น

$$F = \frac{FSR}{FWHM} = \frac{\Delta\lambda}{2\delta\lambda} \approx \frac{\pi}{\kappa^2} \quad (9)$$

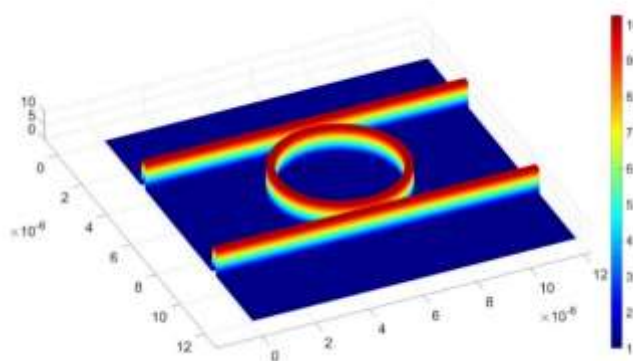
และปัจจัยคุณภาพ (quality factor - Q) ของวงแหวนสั่นพ้องซึ่งวัดประสิทธิภาพของวงแหวนสั่นพ้อง ซึ่งเป็นอัตราส่วนของความยาวคลื่นกับช่วงความกว้างของยอดคลื่นระยะสูงสุด ดังนั้น

$$Q = \frac{\lambda}{2\delta\lambda} = \frac{n_{eff} L}{\lambda} \quad (10)$$

การจำลองการเกิดคลื่นและการแผ่กระจายของแสงโมดกระชิบภายในวงแหวนสั่นพ้องซิลิการะดับไมครอนตามสมการต่าง ๆ ข้างต้น โดยจะประยุกต์ใช้โปรแกรม MATLAB รุ่น 2024b ช่วยในทำนายผลการศึกษา โดยใช้แสงเลเซอร์ช่วงความยาวคลื่น 633 nm กำลังของแสงเลเซอร์อยู่ในช่วง 1 – 10 mW เพื่อก่อให้เกิดการเหนี่ยวนำแบบพลาสมอนิกระหว่างโฟตอนของแสงกับอนุภาคชีวภาพระดับไมครอน

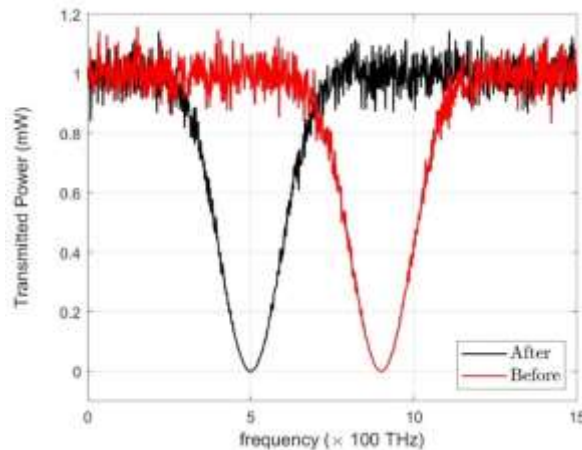
3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ปรับพารามิเตอร์รัศมีของวงแหวนสั่นพ้อง r มีค่าระหว่าง 2 - 10 ไมครอน แสงเลเซอร์ที่ป้อนเข้าไปในท่อนำคลื่นมีความยาวคลื่น λ อยู่ในช่วง 400 – 700 นาโนเมตร ค่าดัชนีหักเหสัมพัทธ์ n_{eff} อยู่ในช่วง 1-3 คือสัมประสิทธิ์การสูญเสียคลื่นแสงภายในวงแหวนสั่นพ้อง α มีค่าอยู่ระหว่าง 1-3 ค่าคงที่ของการกล้ำ κ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.04 - 0.2 ผลการจำลองการแผ่ของแสงเลเซอร์ตามท่อนำคลื่นที่หักเหเข้าไปในวงแหวนสั่นพ้องซิลิการะดับไมครอน ตามสมการ (2) – (4) ได้ผลดังภาพที่ 2 โดยได้แสดงความเข้มแสงของโมดตามขวางของคลื่นไฟฟ้าของแสงเลเซอร์



ภาพที่ 2 การแผ่ของคลื่นแสงเลเซอร์ในระบบวงแหวนสั่นพ้องซิลิการะดับไมครอน โดยโมดกระชิบเกิดขึ้นภายในวงแหวนสั่นพ้อง

กำลังของพัลส์แสงที่ถูกเก็บไว้ภายในวงแหวนสั่นพ้องซิลิกาในโมดกระชับ WGM ซึ่งซิลิกาซึ่งเป็นวัสดุเชิงแสงแบบเคอร์ (Kerr) ที่มีการตอบสนองต่อสนามแม่เหล็กไฟฟ้าภายนอกแบบไม่เชิงเส้นลำดับที่สาม $\chi^{(3)}$ ผลการจำลองพบว่าการส่งผ่านสเปกตรัมและกำลังของคลื่นแสงเมื่อเกิดการสั่นพ้องของแสงในโมดกระชับตามสมการ (5) และสมการ (7) เมื่อโมดกระชับของแสงเกิดกำทอนกับอนุภาคระดับไมครอน เช่น เชื้อแบคทีเรีย หรือไวรัส เกาะติดที่ผิวของวงแหวนสั่นพ้อง ได้ผลดังภาพที่ 3 ซึ่งได้ผลคล้ายกับงานวิจัยที่เคยมี (Foreman et al., 2015)

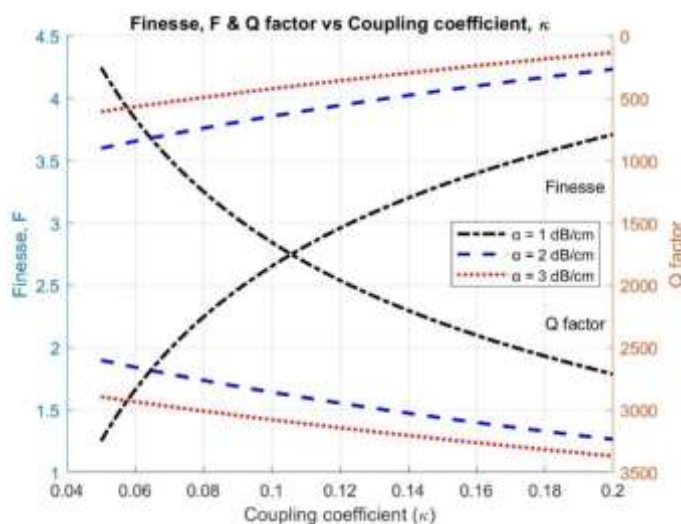


ภาพที่ 3 การเลื่อนของพัลส์แสงทั้งก่อน (เส้นสีแดง) และหลัง (เส้นสีดำ) เมื่อเกิดการกำทอนในวงแหวนสั่นพ้องร่วมกับอนุภาคที่เกาะบนผิวของวงแหวนสั่นพ้อง

จากภาพที่ 3 สัญญาณที่เกิดขึ้นจากการเกิดกำทอนของโมดกระชับของแสงในวงแหวนสั่นพ้องซิลิกา กับอนุภาคระดับไมครอนที่เกาะติดอยู่ที่ผิวของวงแหวนเกิดการเลื่อนไปจากเดิมที่ยังไม่มีการเกาะติดที่ผิววงแหวนของอนุภาคมีความคมชัดค่อนข้างสูง ซึ่งแสดงว่าวงแหวนสั่นพ้องมีความไวต่อการตรวจรู้มาก

ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์การกล้ำ κ และค่าพารามิเตอร์ไฟเนส F และปัจจัยคุณภาพ Q ตามช่วงของสัมประสิทธิ์การทะลุผ่าน α แสดงในภาพที่ 4 โดยการประมาณค่าตามความสัมพันธ์ตามสมการ (11) คือ

$$F = \frac{1 - \kappa}{\sqrt{1 - \alpha}} \quad (11)$$



ภาพที่ 4 พารามิเตอร์ไฟเนส F และปัจจัยคุณภาพ Q ของวงแหวนสั่นพ้องเป็นฟังก์ชันของสัมประสิทธิ์การกล้ำ κ

จากภาพที่ 4 เมื่อ K มีค่าเพิ่มขึ้น ค่า Q มีค่าลดลง แสดงว่าเกิดการสูญเสียพลังงานแสงให้แก่อนุภาคระดับไมครอนซึ่งเป็นอนุภาคที่ต้องการตรวจวัดที่ผิวของวงแหวนสั่นพ้อง จึงทำให้ค่าไฟเนส F ลดลงเช่นกัน ดังนั้น ความคมชัดของการกำทอนจึงลดลงหรือตัวตรวจวัดจึงมีความสามารถในการแยกความถี่แสงลดลงด้วย

4. สรุปผล

การออกแบบตัวตรวจวัดชีวภาพโดยประยุกต์ใช้ระบบวงแหวนสั่นพ้องระดับไมครอนโดยใช้ท่อนำคลื่นทำจากแท่งซิลิกา ซึ่งเป็นวัสดุเชิงแสงที่หาง่าย ราคาถูก มีขนาดเล็ก แต่มีความแม่นยำสูง ใช้โมเลกุลของอนุภาคชีวภาพ จากผลการจำลองทางคณิตศาสตร์พบการเกิดแสงในโหมดกระซิบภายในวงแหวนสั่นพ้องนี้ ซึ่งสามารถเกิดอันตรกิริยาแบบพลาสมอนิกที่ผิวของวงแหวนสั่นพ้อง โดยเกิดการกำทอนของคลื่นแสงร่วมกับอนุภาคขนาดเล็กระดับไมครอนที่จับอยู่ผิวด้านนอกของวงแหวนสั่นพ้องที่ต้องการตรวจหาระบุชนิดได้ ตัวตรวจวัดที่ออกแบบในลักษณะนี้มีความไวต่อการตรวจวัดค่อนข้างสูงซึ่งบ่งบอกด้วยค่าปัจจัยคุณภาพ Q มีความคมชัดสัญญาณในสภาวะสั่นพ้องโดยสามารถแยกแยะความยาวคลื่นที่อยู่ใกล้กันได้ดีซึ่งบ่งบอกด้วยค่าไฟเนส F ใช้เวลา ในการตรวจวัดค่อนข้างสั้นมาก จึงมีความเหมาะสมที่นำมาประยุกต์ใช้เป็นตัวตรวจวัดอนุภาคชีวภาพได้เป็นอย่างดี ดังนั้น งานวิจัยต่อเนื่องในอนาคตความท้าทายจึงอยู่ที่การปลูกโครงสร้างของวงแหวนสั่นพ้องชนิดนี้ด้วยเทคนิคการตัดเจาะด้วยแสงเลเซอร์หรือ โฟโวลีโกราฟีต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่สนับสนุนซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์โปรแกรม MATLAB งานวิจัยนี้บรรลุผลสำเร็จด้วยดี และขอขอบคุณอาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ช่วยชี้แนะการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคไฟไนต์ดิฟเฟอเรนเชียลโดเมน

6. เอกสารอ้างอิง

- Armani, A. M., Kulkarni, R. P., Fraser, S. E., Flagan, R. C., & Vahala, K. J. (2007). Label-free, single-molecule detection with optical microcavities. *Science*, 317(5839), 783–787.
- Arnold, S., Khoshsim, M., Teraoka, I., Holler, S., & Vollmer, F. (2003). Shift of whispering-gallery modes in microspheres by protein adsorption. *Optics Letters*, 28(4), 272–274.
- Fan, X., White, I. M., Shopova, S. I., Zhu, H., Suter, J. D., & Sun, Y. (2008). Sensitive optical biosensors for unlabeled targets: A review. *Analytica Chimica Acta*, 620(1–2), 8–26.
- Foreman, M. R., Swaim, J. D., & Vollmer, F. (2015). Whispering gallery mode sensors. *Advances in optics and photonics*, 7(2), 168–240.
- Little, B. E., Chu, S. T., Haus, H. A., Foresi, J., & Laine, J. P. (1997). Microring resonator channel dropping filters. *Journal of Lightwave Technology*, 15(6), 998–1005.
- Lu, T., Lee, H., Chen, T., Herchak, S., Kim, J.-H., Fraser, S. E., Flagan, R. C., & Vahala, K. (2011). High sensitivity nanoparticle detection using optical microcavities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(15), 5976–5979.
- Sun, Y., & Fan, X. (2008). Analysis of ring resonators for biochemical sensing applications. *Optics Express*, 16(2), 10254–10268.
- Vollmer, F., & Yang, L. (2008). Label-free detection with high-Q microcavities: A review of biosensing mechanisms for integrated devices. *Nanophotonics*, 1(3–4), 267–291.
- Zhu, J., Özdemir, Ş. K., Xiao, Y.-F., Li, L., He, L., Chen, D.-R., & Yang, L. (2010). On-chip single nanoparticle detection and sizing by mode splitting in an ultrahigh-Q microresonator. *Nature Photonics*, 4(1), 46–49.

5 SESSION

สถาปัตยกรรมศาสตร์ ศิลปกรรม
และงานสร้างสรรค์



การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์วิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตก เพื่อเว้นระยะห่างระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

Online Teaching and Learning Model Western Architecture History Space the Distance between The Teacher and The Student

ภัทราวดี ศิริวรรณ^{1*} และ จำเนียร ฝ้ายดี¹

Patravadee Siriwan^{1*} and Jumnon Faidee¹

¹ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ นนทบุรี

¹ Rajamangala University of Technology Suwanabhumi Nonthaburi Campus

* E-mail: pla012@windowslive.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์วิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตก เพื่อเว้นระยะห่างระหว่างผู้สอนและผู้เรียน กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาสาขาสถาปัตยกรรม ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมินนทบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 วิธีดำเนินการวิจัยมีดังนี้ 1) ศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต 2) จัดทำวีดิทัศน์ออนไลน์ จำนวน 4 เรื่อง ได้แก่ 2.1) ศิลปะยุคก่อนประวัติศาสตร์ 2.2) สถาปัตยกรรมอียิปต์ 2.3) สถาปัตยกรรมเมโสโปเตเมีย 2.4) สถาปัตยกรรมบาบิโลเนีย 3) ทำแบบสอบถามก่อนและหลังเรียน และทดสอบกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาสถาปัตยกรรม ชั้นปีที่ 2 ระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมินนทบุรี ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2564 4) รวบรวมข้อมูล 5) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ SPSS 6) สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ผลการศึกษาพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตกที่ได้รับการจัดการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักศึกษาส่วนใหญ่ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อเว้นระยะห่างมีคุณภาพระดับมากที่สุด และ 3) นักศึกษาส่วนใหญ่ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นสำคัญ มีความพึงพอใจในการเรียนในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: รูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์, ประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตก, เว้นระยะห่างระหว่าง, ผู้สอนและผู้เรียน

Abstract

This research presents the development of the online learning of the History of Western Architecture, aiming to keep distance between an instructor and a learner. The sample group are the second-year students of the Department of Architecture, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Nonthaburi Campus, 1st Semester, Academic Year 2021. The research methodology is as follows: 1) study the curriculum of Bachelor of Architecture 2) produce 4 online videos, including 2.1) Pre-Historic Art 2.2) Egyptian Architecture 2.3) Mesopotamian Architecture 2.4) Babylonian Architecture 3) Questionnaires before and after Learning and Test of the Sample Group of the Second-Year Students of the Department of Architecture, Bachelor's Degree, Faculty of Engineering and Architecture, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Nonthaburi Campus, 1st Semester, Academic Year 2021 4) Data Collection 5) Data Analysis Using SPSS 6) Conclusion, Discussion and Suggestions. The result of the study shows that: 1) The learning achievement of the history of western architecture after learning is higher than before learning with the statistical significance level at .05. 2) Most of the students are treated as the center of learning for social distancing with the highest level of quality. 3) Most of the students are the center of learning with the highest level of learning satisfaction.

Keywords: Online teaching and learning format, History of Western architecture, Maintain separation between, Instructors and learners

1. บทนำ

จากงานวิจัยของภัทราวดี ศิริวรรณ ดังนี้

1) การพัฒนาคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย วิชาสถาปัตยกรรมไทย 2 สำหรับนักศึกษาสถาปัตยกรรม ปี 2548 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมินนทบุรี

2) การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย วิชาสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น สำหรับนักศึกษาสถาปัตยกรรม ปี 2549 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมินนทบุรี

ทำให้พบว่า สื่อการสอนมัลติมีเดียมีส่วนสำคัญในการเสริมสร้างความรู้ให้แก่นักศึกษาซึ่งเป็นวิชาบรรยายที่สอนเกี่ยวกับทฤษฎี จึงต้องสร้างสื่อการสอนที่ทันสมัยและน่าสนใจเพื่อให้นักศึกษาสนใจเรียนรู้ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยได้สนใจที่จะทำวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์วิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตกเพื่อเว้นระยะห่างระหว่างผู้สอนและผู้เรียนเพื่อเป็นสื่อการสอนที่ใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเพิ่มความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ต่อผู้เรียนมากขึ้น

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1) เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนออนไลน์และพัฒนาสื่อวีดิทัศน์ เพื่อประกอบการเรียนรู้ รายวิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันออก สำหรับนักศึกษาสถาปัตยกรรม

2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สื่อวีดิทัศน์ เพื่อ ประกอบการเรียนรู้ รายวิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตก สำหรับนักศึกษาสถาปัตยกรรม

3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนโดยใช้สื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ เพื่อประกอบการ เรียนรู้รายวิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตก เรื่องนักศึกษาสถาปัตยกรรมเพื่อเว้นระยะห่างระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

1.2 ขอบเขตของโครงการวิจัย

ชุดความรู้เพื่อประกอบการเรียนรู้วิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตก สำหรับนักศึกษาสถาปัตยกรรมชั้นปีที่ 2 จำนวน 4 ชุด จากเป็นเนื้อหาที่น่าสนใจและเข้าใจง่าย ได้แก่

- 1) ศิลปะในสมัยก่อนประวัติศาสตร์
- 2) สถาปัตยกรรมอียิปต์
- 3) สถาปัตยกรรมเมโสโปเตเมีย
- 4) สถาปัตยกรรมชุมชนเรเนอ บาบีโลเนีย

2. ระเบียบวิธีวิจัย

- 1) ศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมินนทบุรี
- 2) รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากตำราและหนังสือสถาปัตยกรรม
- 3) จัดทำสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์
- 4) ทำแบบสอบถามก่อนและหลังเรียนและทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสถาปัตยกรรมชั้นปีที่ 2 ระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมินนทบุรี จำนวน 30 คน
- 5) รวบรวมข้อมูล
- 6) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ SPSS
- 7) สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล



ภาพที่ 1 ตัวอย่างวีดิทัศน์เพื่อการเรียนรู้ เรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์
วิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตกเพื่อเว้นระยะห่างผู้สอนและผู้เรียน
หน้าไตเติ้ล (Title)



ภาพที่ 2 ตัวอย่างวีดิทัศน์เพื่อการเรียนรู้ เรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์
วิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตกเพื่อเว้นระยะห่างระหว่างผู้สอนและผู้เรียน
หน้าหัวข้อเรื่องศิลปะในสมัยก่อนประวัติศาสตร์ (27 นาที)

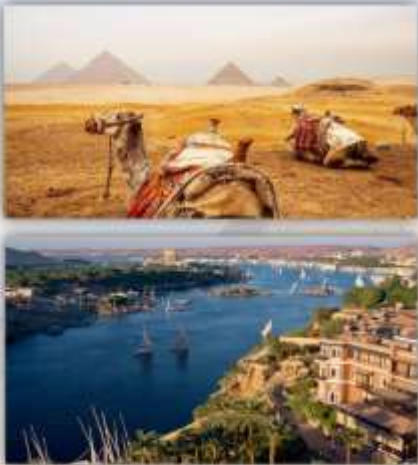
ลิงก์วีดิทัศน์: <https://youtu.be/Qcpdas-44zs>



ภาพที่ 3 ตัวอย่างวีดิทัศน์เพื่อการเรียนรู้ เรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์
วิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตกเพื่อเว้นระยะห่างผู้สอนและผู้เรียน
หน้าส่วนประกอบของเนื้อหาศิลปะในสมัยก่อนประวัติศาสตร์ (27 นาที)
ลิ้งก์วีดิทัศน์: <https://youtu.be/Qcpdas-44zs>



ภาพที่ 4 ตัวอย่างวีดิทัศน์เพื่อการเรียนรู้ เรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์
วิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตกเพื่อเว้นระยะห่างระหว่างผู้สอนและผู้เรียน
หน้าหัวข้อเรื่องสถาปัตยกรรมอียิปต์ (55 นาที)
ลิ้งก์วีดิทัศน์: <https://youtu.be/hpC2ouPB3xo>



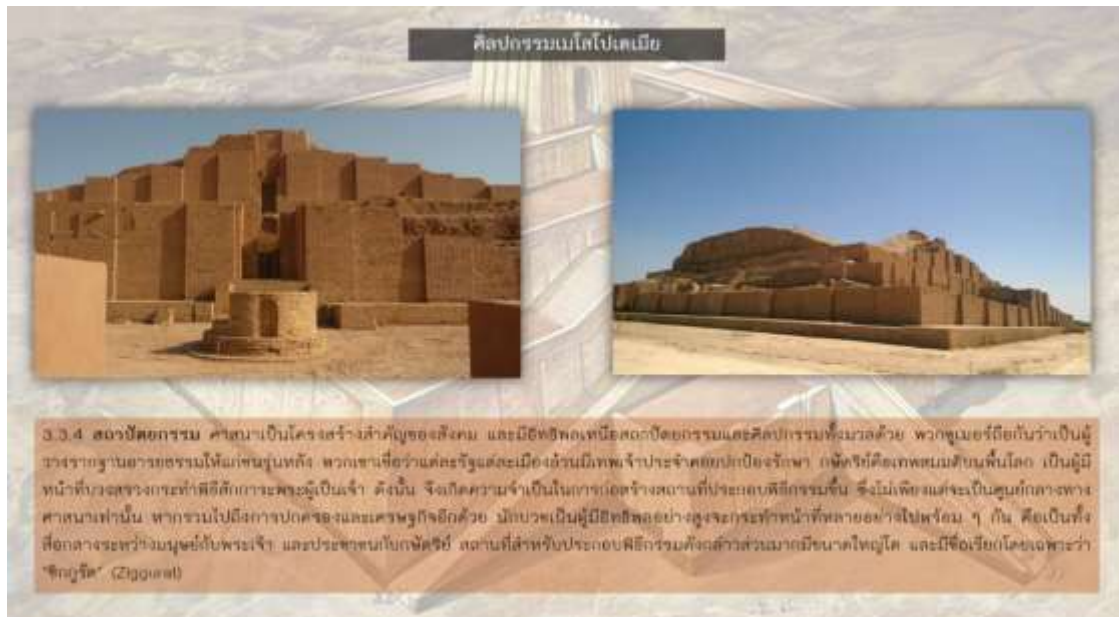
สภาพภูมิอากาศของอียิปต์ค่อนข้างร้อนและแห้งแล้ง ในปีหนึ่งมีฝนตกเพียงเล็กน้อย แต่เนื่องจากมีแม่น้ำไนล์ซึ่งมีความยาวทั้งหมด 5,000 ไมล์ไหลผ่านกลางประเทศ จึงช่วยให้เกิดความชุ่มชื้นตลอดริมสองฝั่ง อีกทั้งอียิปต์ไม่มีฤดูฝน ถ้าขาดลำน้ำไนล์เสียแล้ว พื้นที่ของประเทศอียิปต์คงไม่แตกต่างไปจากทะเลทรายอันร้อนระอุ ในราวเดือนพฤษภาคมฝนจะตกหนักในประเทศเอธิโอเปีย อันเป็นแหล่งต้นกำเนิดของแม่น้ำไนล์ จากนั้นมาในราวเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคมกระแสน้ำจะไหลเอ่อท่วมพื้นดินอันแห้งแล้งของอียิปต์อยู่เป็นประจำทุกปี เมื่อน้ำลดลงก็ได้ทิ้งโคลนตมไว้ตลอดเส้นทางที่พัดผ่าน โคลนตมเหล่านี้คือปุ๋ยอันมีประโยชน์ต่อพืชอย่างยิ่ง ถูกทับถมอยู่เสมอกฎกนิยานับศตวรรษ ช่วยพลิกฟื้นให้พื้นดินที่แห้งแล้งกลับมีความอุดมสมบูรณ์โดยเฉพาะบริเวณปากน้ำไนล์ ซึ่งเป็นถิ่นตอนอันอุดมสมบูรณ์ที่สุดของประเทศ

ศิลปกรรมอียิปต์

ภาพที่ 5 ตัวอย่างวีดิทัศน์เพื่อการเรียนรู้ เรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์
 วิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตกเพื่อเว้นระยะห่างผู้สอนและผู้เรียน
 หน้าส่วนประกอบเนื้อหาสถาปัตยกรรมอียิปต์ (55 นาที)
 ลิงก์วีดิทัศน์: <https://youtu.be/hpC2ouPB3xo>



ภาพที่ 6 ตัวอย่างวีดิทัศน์เพื่อการเรียนรู้ เรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์
 วิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตกเพื่อเว้นระยะห่างระหว่างผู้สอนและผู้เรียน
 หน้าหัวข้อเรื่องสถาปัตยกรรมเมโสโปเตเมีย (32 นาที)
 ลิงก์วีดิทัศน์: <https://youtu.be/fb2ABeWG3Vc>



ภาพที่ 7 ตัวอย่างวีดิทัศน์เพื่อการเรียนรู้ เรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์
วิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตกเพื่อเว้นระยะห่างผู้สอนและผู้เรียน
หน้าส่วนประกอบเนื้อหาสถาปัตยกรรมเมโสโปเตเมีย (32 นาที)
ลิงก์วีดิทัศน์: <https://youtu.be/fb2ABeWG3Vc>



ภาพที่ 8 ตัวอย่างวีดิทัศน์เพื่อการเรียนรู้ เรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์
วิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตกเพื่อเว้นระยะห่างระหว่างผู้สอนและผู้เรียน
หน้าหัวข้อเรื่องสถาปัตยกรรมบาบิโลเนีย (37 นาที)
ลิงก์วีดิทัศน์: <https://youtu.be/w0itkW73Kos>

ผลการศึกษาระบบการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิบทเรียนออนไลน์และแผนการสอนนั้น พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิมีความพอใจในบทเรียนออนไลน์มาก ช่วยให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนรู้ต่อไป

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อสื่อวีดิทัศน์เพื่อการเรียนรู้ เรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์วิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตกเพื่อเว้นระยะห่างระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

รายการประเมิน		$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1	เนื้อหาที่น่าสนใจเข้าใจง่าย	4.00	0.00	มากที่สุด
2	ความเหมาะสมของระยะเวลากับเนื้อหา	4.00	0.00	มากที่สุด
3	ความเหมาะสมของภาพ เสียง และเนื้อหา	3.84	0.37	มากที่สุด
4	ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอ	3.40	0.50	มากที่สุด
5	สื่อมีความน่าสนใจในการนำเสนอ	3.96	0.20	มากที่สุด
6	สื่อสามารถถ่ายทอดและสื่อสารให้เกิดความเข้าใจได้	3.96	0.20	มากที่สุด
7	สื่อสามารถสร้างความรู้และประสบการณ์ได้โดยตรง	3.92	0.28	มากที่สุด
8	นักศึกษาสามารถทบทวนความรู้ในบทเรียนจากสื่อได้ด้วยตนเอง	4.00	0.00	มากที่สุด
9	หลังจากใช้สื่อแล้วนักศึกษามีความรู้วิชาประวัติศาสตร์ สถาปัตยกรรมตะวันตกมากขึ้น	4.00	0.00	มากที่สุด
10	วีดิทัศน์มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอน	4.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยโดยรวม		3.91	1.35	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อวีดิทัศน์เพื่อการเรียนรู้เรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์ วิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตกเพื่อเว้นระยะห่างระหว่างผู้สอนและผู้เรียน โดยรวมมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.91

การทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า บทเรียนออนไลน์ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และได้รับความรู้เพิ่มขึ้น นักศึกษาบอกว่า บทเรียนออนไลน์น่าสนใจต่อการเรียนรู้ และสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลาที่น่าสนใจเรียนและได้คะแนนเพิ่มขึ้น

4. สรุป

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์วิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตกเพื่อเว้นระยะห่างระหว่างผู้สอนและผู้เรียนมีประโยชน์เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนวิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตกและเผยแพร่ในวารสารวิชาการ TC12 นอกจากนี้ยังพัฒนาสื่อวีดิทัศน์เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนให้น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของนักศึกษาช่วยกระตุ้นให้นักศึกษาอยากเรียนรู้เพิ่มขึ้นเข้าใจง่ายและรู้สึกสนุกกับการเรียนรู้ไปด้วย ผลการวัดทักษะความรู้ก่อนเรียนอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด และผลทักษะความรู้หลังเรียนพบว่าคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน

1) การศึกษาพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์ ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจเรียนมากขึ้นและอยากให้งานในวิชาอื่น ๆ เพิ่มขึ้น

2) ควรส่งเสริมให้เผยแพร่ในเว็บไซต์มหาวิทยาลัยเพื่อให้นักศึกษาและผู้สนใจอื่น ๆ ได้เรียนรู้เพิ่มขึ้นเพื่อกระจายโอกาสในการเรียนรู้ได้ทั่วถึงกัน

5. กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือและอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่าย เริ่มจากนายชลธิปพงษ์ สร้อยทอง ที่ช่วยจัดทำวีดิทัศน์วิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตกทั้งชุดให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีและผู้ช่วยวิเคราะห์ข้อมูลให้ลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณนักศึกษาสถาปัตยกรรมที่ช่วยให้ข้อมูลที่พึงพอใจของชุดความรู้ออนไลน์สำเร็จไปได้ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ที่ให้อุดหนุนงานวิจัยครั้งนี้จนเป็นผลสำเร็จได้ด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

- ภัทราวดี ศิริวรรณ. (2548). การพัฒนาคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย วิชาสถาปัตยกรรมไทย 2 สำหรับนักศึกษาสถาปัตยกรรม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมินนทบุรี
- ภัทราวดี ศิริวรรณ. (2549). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย วิชาสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น สำหรับนักศึกษาสถาปัตยกรรม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมินนทบุรี
- ภัทราวดี ศิริวรรณ. (2565). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนออนไลน์วิชาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมตะวันตกเพื่อเว้นระยะห่างระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมินนทบุรี

โครงการพัฒนาเก้าอี้บรรยายสำหรับผู้ถนัดมือซ้ายและขวา: กรณีศึกษา นักศึกษาสาขาวิชา
เทคโนโลยีเครื่องเรือนและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
Development of Lecture Chairs for Left-Handed and Right-Handed Individuals Case
Study: Students of Technology Furniture and Design Rajamangala University of
Technology Krungthep

สุริยา สงค์อินทร์¹ ธนวีร์ แนวนพณ์ธวัศ² ปานตะวัน หิรัญพิศ² สุนฤต เงินส่งเสริม²

กานดา คล้ายวรรณะ² และ วิชัย พรมาลัยรุ่งเรือง^{2*}

Suriya Song-Inn¹ Thanawee Neawpanatsawa² Parntawan Hirunpit²

Sunarit Ngermsongserm² Kanda Klaywanna² and Wichai Pornmalairungrueang^{2*}

¹ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องเรือนและการออกแบบ, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

² นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องเรือนและการออกแบบ, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

* E-mail address: wichai.p@mail.rmutk.ac.th; Tel. (066)08-4991-5268

บทคัดย่อ

ตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบันมีสัดส่วนของผู้ถนัดมือขวาและซ้ายปะปนกันอยู่ทั่วทุกมุมโลก สัดส่วนของผู้ถนัดมือซ้ายในประชากรกำลังเพิ่มสูงขึ้นในประเทศที่พัฒนาแล้ว ตามที่มีการสำรวจและเชื่อว่าปรากฏการณ์นี้กำลังเกิดขึ้นเช่นกันในประเทศอื่น ๆ ในปัจจุบันบางส่วนเอื้ออำนวยให้ผู้บริโภคที่ถนัดมือซ้ายและเทคโนโลยีเฟอร์นิเจอร์เพื่อเพิ่มความสะดวกสบาย และพัฒนาระดับความเป็นอยู่ รวมไปถึงในระบบการศึกษาที่ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ถูกพัฒนาด้วยการนำเทคโนโลยีเข้ามา เป็นสื่อการเรียนการสอนได้พัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์ให้เอื้ออำนวยต่อผู้บริโภคที่ถนัดมือซ้ายมากขึ้น การศึกษาในครั้งนี้ผู้ศึกษาใช้การศึกษาในเชิงปริมาณ (Quantitative Methodology Research) โดยใช้วิธีการสำรวจ (Survey Research) ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงพรรณนา และใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 - 2 สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคโนโลยีเครื่องเรือนและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวนกลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องเรือนและการออกแบบ ชั้นปีที่ 1 และ 2 จำนวน 30 คน โดยอ้างอิงจากตารางของ Krejcie & Morgan มีขั้นตอนในการศึกษา คือ ระยะที่ 1 ก่อนทำแบบสอบถาม ระยะที่ 2 ระหว่างการออกแบบและพัฒนาแบบ ระยะที่ 3 หลังการออกแบบ โดยได้กำหนดแบบร่าง 3 แบบให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้เลือกจากเงื่อนไขการออกแบบ 3 ด้าน คือ ด้านความพึงพอใจโดยรวม ด้านความสวยงาม และด้านความปลอดภัย พบว่าผู้เชี่ยวชาญได้เลือกเก้าอี้แบบที่ 1 เนื่องจากตรงตามหลักการออกแบบและผู้ประเมินกลุ่มเพศชาย ร้อยละ 83.33 เพศหญิง ร้อยละ 16.67 อายุของผู้ที่ทำแบบประเมินสูงสุดเป็นกลุ่มอายุระหว่าง 18 – 20 ปี ร้อยละ 76.67 รองลงมาเป็นกลุ่มอายุระหว่าง 21 – 23 ปี ร้อยละ 20 และ กลุ่มอายุระหว่าง 23 ปีขึ้นไป ร้อยละ 3.33 ผู้ประเมินมีความถนัดในมือขวาเป็นส่วนใหญ่อยู่ที่ ร้อยละ 86.67 และมีผู้ประเมินถนัดมือซ้าย ร้อยละ 13.33 ซึ่งจากการใช้งานจริง ผู้ประเมินด้านความพึงพอใจโดยรวมของรูปแบบเก้าอี้มีความต้องการด้านรูปแบบที่สามารถจัดวางเข้ากับพื้นที่ใช้สอยได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.46 ด้านความสวยงามทันสมัยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.56 ด้านความปลอดภัยเรื่องรูปแบบวัสดุไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.73 ซึ่งนับว่าในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาระยะของตัวอย่างผู้ใช้งานจริงมาหาค่าเฉลี่ย และค่าความต่างโดยรวมของสรีระชายและหญิง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปผลิตเก้าอี้บรรยายที่รองรับสรีระของผู้ใช้งานได้มากยิ่งขึ้น เพื่อให้ประสิทธิภาพของเก้าอี้บรรยายสร้างความสบายต่อผู้ใช้งานในทั้งด้านการยศาสตร์ และความสะดวกสบายต่อผู้ถนัดมือซ้ายและขวา

คำสำคัญ: เก้าอี้บรรยาย, นักศึกษา, ถนัดมือซ้าย-ขวา

Abstract

From the past to the present, the proportion of left-handed and right-handed individuals has coexisted around the world. The percentage of left-handed people in the population is increasing in developed countries, according to surveys, and it is believed that this phenomenon is also occurring in other countries. Currently, some aspects cater to left-handed consumers and furniture technology to enhance comfort and improve quality of life, including in the education system, which is crucially developed through the integration of technology as a medium for teaching and learning. Tools and equipment have been increasingly developed to accommodate left-handed consumers. In this study, the researchers employed a quantitative methodology using survey research and descriptive research design, utilizing questionnaires as data collection tools. The sample group consisted of first and second-year students from the Department of Furniture Technology and Design at Rajamangala University of Technology Krungthep, selected through purposive sampling, totaling 30 students. The research followed steps: Phase 1 before the questionnaire, Phase 2 during the design and development process, and Phase 3 after the design. Three drafts were provided for experts to choose from based on three design criteria: overall satisfaction, aesthetics, and safety. The experts selected Chair Design 1 as it adhered to design principles. Among the evaluators, 83.33% were male and 16.67% were female. The highest age group of evaluators was 18–20 years 76.67%, followed by 21–23 years 20%, and 23 years and older 3.33%. Most evaluators were right-handed 86.67%, while left-handed evaluators accounted for 13.33%. In actual use, the evaluators indicated an overall satisfaction with the chair design that could be arranged to fit the usable space, with an average score of 4.46. For aesthetics, the average score was 4.56, and for safety regarding the materials being non-hazardous to users, the average score was 4.73. It is suggested that future research should study the ergonomics of actual user sample groups to find average values and differences between male and female physiques, to gather data that can lead to the production of lecture chairs that better accommodate user ergonomics, enhancing comfort in both ergonomic aspects and convenience for left-handed and right-handed individuals.

Keywords: Lecture Chair, Students, Left-handed-Right-handed

1. บทนำ

ประชากรบนโลก ตั้งแต่ในอดีตจนปัจจุบันมีสัดส่วนของผู้คนที่มีส่วนของผู้คนพิการและชายพิการกันอยู่ทั่วโลก จากฐานข้อมูล ศูนย์ข้อมูลมิติน (2551) ได้กล่าวว่าสัดส่วนของผู้คนที่มีส่วนของผู้คนพิการในประชากรกำลังเพิ่มสูงขึ้นในประเทศที่พัฒนาแล้วตามที่มีการสำรวจ และเชื่อว่าปรากฏการณ์นี้กำลังเกิดขึ้นเช่นกันในประเทศอื่น ๆ โดยมีสาเหตุมาจากประเด็นในการเลี้ยงดูบุตรหลานและการที่สังคมสนับสนุนให้เยาวชนปลดปล่อยศักยภาพในยุคปัจจุบัน กล่าวคือสัดส่วนจำนวนประชากรผู้คนที่มีส่วนของผู้คนพิการในปัจจุบันมีจำนวนเพิ่มขึ้นมากกว่าอดีต จึงทำให้สินค้าในปัจจุบันบางส่วนเอื้ออำนวยให้ผู้คนที่มีส่วนของผู้คนพิการและเทคโนโลยีเฟอร์นิเจอร์ เพื่อเพิ่มความสะดวกและพัฒนาระดับความเป็นอยู่ รวมไปถึงในระบบการศึกษาที่ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ถูกพัฒนาด้วยการนำเทคโนโลยีเข้ามาเป็นสื่อการเรียนการสอน ได้พัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์ให้เอื้ออำนวยต่อผู้คนที่มีส่วนของผู้คนพิการมากขึ้นเช่นกัน

จากการศึกษาของ เดโซ แชน้ำแก้ว (2562) ได้ศึกษาความต้องการเพื่อการส่งเสริมสนับสนุนการเรียนของนักศึกษา ฤกษ์มอช่ายพบว่านักศึกษาสาขาการพัฒนารวมชน คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จำนวนนักศึกษาที่ฤกษ์มอช่ายทุกชั้นปีของสาขาวิชาการพัฒนารวมชน จำนวน 45 คน โดยมีผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้คนที่มีส่วนของผู้คนพิการมีความต้องการจัดการบรรยากาศในชั้นเรียนและส่งเสริมสนับสนุนการเรียนของนักศึกษาฤกษ์มอช่ายและได้ค้นพบปัญหาในเรื่องโต๊ะ - เก้าอี้ไม่เพียงพอและไม่เอื้ออำนวยต่อจำนวนนักศึกษา และอุปกรณ์ที่มีจำนวนมากแต่ใช้การไม่ได้ในบางชั้น จากการศึกษาก็กล่าวมาข้างต้นเป็นหนึ่งในปัญหาต่อประชากรผู้คนที่มีส่วนของผู้คนพิการ ซึ่งสอดคล้องกับสัดส่วนจำนวนประชากรผู้คนที่มีส่วนของผู้คนพิการในปัจจุบันเริ่มมีจำนวนเพิ่มขึ้นมากกว่าอดีต แต่โต๊ะ - เก้าอี้ในปัจจุบันที่ยังไม่ได้รับการพัฒนาให้เหมาะสมกับนักศึกษาที่ชายจึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อเรียนของนักศึกษาได้ไม่มากนัก โดยจากการศึกษาของ Khanam et al. (2006) พบว่าการปรับปรุงเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในการเรียนให้เหมาะสมจะทำให้ประสิทธิภาพในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น

จากการศึกษาพบว่าการออกแบบเฟอร์นิเจอร์สำหรับผู้คนที่มีส่วนของผู้คนพิการและชาวมีความจำเป็นที่ต้องส่งเสริมความสะดวก ผู้คนศึกษาจึงมีความสนใจที่จะศึกษาโครงการพัฒนาเก้าอี้บรรยายสำหรับผู้คนที่มีส่วนของผู้คนพิการและชาว กรณีศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องเรือนและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการพัฒนาเก้าอี้บรรยายสำหรับผู้คนที่มีส่วนของผู้คนพิการและชาวมากขึ้นและเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีต่อพฤติกรรมความพึงพอใจแก่นักศึกษาผู้ใช้งานเก้าอี้บรรยาย

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้งานเก้าอี้บรรยายสำหรับผู้คนที่มีส่วนของผู้คนพิการและชาว
- 2) เพื่อพัฒนารูปแบบเก้าอี้บรรยายสำหรับผู้คนที่มีส่วนของผู้คนพิการและชาว
- 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อต้นแบบสำหรับผู้คนที่มีส่วนของผู้คนพิการและชาว

1.2 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ผู้ศึกษาใช้การศึกษาแบบการศึกษาในเชิงปริมาณ (Quantitative Methodology Research) โดยใช้วิธีการสำรวจ (Survey Research) ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงพรรณนาและแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องเรือนและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ผู้ศึกษาใช้การศึกษาในเชิงปริมาณ (Quantitative Methodology Research) โดยใช้วิธีการสำรวจ (Survey Research) ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงพรรณนา และใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาชั้นปีที่ 1-2 สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องเรือนและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ มีขั้นตอนและระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่างจำนวนดังกล่าวเพื่อมาศึกษานั้นใช้วิธีการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือประชากรในเขตพื้นที่การศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องเรือนและการออกแบบ ชั้นปีที่ 1 และ 2 จำนวนประชากร

รวม 33 คน ผู้วิจัยได้กำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่มเป็นจำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) โดยได้ดำเนินการสร้างแบบสอบถามตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

- 1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง
- 2) ศึกษาหลักเกณฑ์และวิธีการสร้างแบบสอบถามจากตำรา เอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง
- 3) สร้างแบบสอบถามตามหลักเกณฑ์ให้ครอบคลุมเนื้อหาโดยศึกษาจากแบบสอบถาม
- 4) นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นไปปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขสำนวนภาษาให้ถูกต้องเหมาะสมในด้านเนื้อหา ความชัดเจน และความครอบคลุมของเนื้อหา
- 5) นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงไปเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวนสามท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและทำการปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น
- 6) นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิและอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม
- 7) นำแบบสอบถามที่ได้ไปทำการสำรวจเก็บข้อมูลจริงโดยโครงสร้างแบบสอบถามจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้
 - ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
 - ส่วนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างและแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อเสนอแนะ

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยครั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนในทุก ๆ ด้านจึงได้รวบรวมข้อมูลทั้ง 2 ประเภท ดังนี้

- 1) ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลที่รวบรวมจากเอกสารต่าง ๆ และผลงานทางวิชาการที่เกี่ยวข้องโดยรวบรวมข้อมูลจากห้องสมุดและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ประกอบในการกำหนดกรอบความคิดในการวิจัยครั้งนี้และอ้างอิงในการเขียนรายงานการวิจัย
- 2) ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นข้อมูลเชิงสำรวจ การรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามดำเนินการดังนี้
 - 2.1) นำแบบสอบถามไปให้กับกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเองและสร้างแบบสอบถามโดยใช้ Google Form แล้วส่งไปยังกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ช่องทางสื่อสังคมออนไลน์ เช่น Line หรือ Facebook
 - 2.2) กรณีที่สำรวจด้วยตนเองนั้นจะรอเก็บรวบรวมแบบสอบถามที่กลุ่มตัวอย่างให้ข้อมูลเสร็จสิ้น หรือนัดเก็บแบบสอบถามในภายหลังตามความเหมาะสม

2.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิจัย เป็นสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอธิบายคุณลักษณะของตัวแปรต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบวัตถุประสงค์การวิจัย

2.5 ตัวแปรที่ศึกษา

จากการศึกษาในส่วนของเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถกำหนดแนวคิดในการออกแบบเก้าอี้บรรยายเพื่อให้เหมาะสมทั้งผู้ถนัดมือซ้ายและขวา ซึ่งกำหนดตัวแปรได้ ดังนี้

- 1) ระยะที่ 1 ก่อนทำแบบสอบถาม ตัวแปรอิสระที่จะศึกษา คือ พฤติกรรมของผู้ใช้งาน และตัวแปรตามที่จะศึกษา คือ รูปแบบพฤติกรรมการใช้สอยพื้นที่โต๊ะ
- 2) ระยะที่ 2 ระหว่างการออกแบบและพัฒนาแบบ ตัวแปรอิสระที่จะศึกษา คือ ลักษณะของสัดส่วนของพื้นที่โต๊ะเก้าอี้บรรยาย และเกณฑ์การประเมินเกี่ยวกับด้านการออกแบบ และตัวแปรตามที่จะศึกษา คือ ต้นแบบเก้าอี้บรรยาย

3) ระยะที่ 3 หลังการออกแบบ ตัวแปรอิสระที่จะศึกษา คือ ความพึงพอใจเกี่ยวกับรูปแบบและประโยชน์ใช้สอยของเก้าอี้บรรยาย และตัวแปรตามที่จะศึกษา คือเก้าอี้บรรยายสำหรับผู้ถนัดมือซ้ายและขวา

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การศึกษาวิจัยเรื่องโครงการพัฒนาพื้นที่เก้าอี้บรรยายสำหรับผู้ถนัดมือซ้ายและขวากรณีศึกษานักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องเรือนและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อพัฒนาเก้าอี้บรรยายสำหรับผู้ถนัดมือซ้ายและถนัดมือขวา โดยทำการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณจากประชากรและกลุ่มตัวอย่าง นำมาวิเคราะห์ แล้วนำเสนอผลการศึกษา ดังนี้

3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาและออกแบบเก้าอี้บรรยายสำหรับผู้ถนัดมือซ้ายและขวา

การออกแบบเก้าอี้บรรยายสำหรับผู้ถนัดมือซ้ายและขวา ออกแบบขึ้นมาจากการศึกษาความต้องการของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีเครื่องเรือนและการออกแบบชั้นปีที่ 1 และ 2 ที่ใช้งานเก้าอี้บรรยายทั่วไปที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 30 คน โดยมีผลจากการสอบถามดังนี้

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานด้านเพศของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลพื้นฐาน เพศ	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ชาย	25	83.33
หญิง	5	16.67
รวม	30	100

ตารางที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานด้านอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลพื้นฐาน อายุ	จำนวน(คน)	ร้อยละ
18 – 20 ปี	23	76.67
21 – 23 ปี	6	20
มากกว่า 23 ปี	1	3.33
รวม	30	100

ตารางที่ 3 ข้อมูลพื้นฐานด้านความถนัด(มือซ้าย-มือขวา) ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลพื้นฐาน ความถนัด (มือซ้าย-มือขวา)	จำนวน(คน)	ร้อยละ
มือซ้าย	26	86.67
มือขวา	4	13.33
รวม	30	100

จากตารางที่ 1, 2 และ 3 พบว่าข้อมูลพื้นฐานด้านเพศของผู้ตอบแบบสอบถามมีจำนวนเพศหญิงมากกว่าเพศชาย เป็นร้อยละ 83.33 โดยมีช่วงอายุที่มากที่สุดคือช่วง 18 – 20 ปี เป็นร้อยละ 76.67 และผู้ตอบแบบสอบถามมีความถนัดมือซ้ายมากที่สุดเป็นร้อยละ 86.67

ตารางที่ 4 ข้อมูลพื้นฐานด้านความต้องการเพิ่มพื้นที่หน้าโต๊ะบรรยายของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลพื้นฐาน ความต้องการเพิ่มพื้นที่หน้าโต๊ะบรรยาย	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ต้องการ	28	93.33
ไม่ต้องการ	2	6.67
รวม	30	100

ตารางที่ 5 ข้อมูลพื้นฐานด้านความต้องการเพิ่มที่รองแขนซ้ายของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลพื้นฐาน ความต้องการเพิ่มพื้นที่รองแขนซ้าย	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ต้องการ	24	80
ไม่ต้องการ	6	20
รวม	30	100

ตารางที่ 6 ข้อมูลพื้นฐานด้านความต้องการให้แก่อีสามารถเก็บที่ร่องแขนของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลพื้นฐาน	ความต้องการให้เก้าอี้สามารถเก็บที่รองแขนได้	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ต้องการ		20	66.67
ไม่ต้องการ		10	33.33
รวม		30	100

จากตารางที่ 4, 5 และ 6 พบว่าข้อมูลพื้นฐานด้านความต้องการเพิ่มพื้นที่หน้าโตะเก้าอี้บรรยายมีผู้ตอบแบบสอบถามต้องการเป็นร้อยละ 93.33 ในส่วนของด้านความต้องการเพิ่มพื้นที่รองแขนฝั่งซ้ายมีผู้ตอบแบบสอบถามต้องการเป็นร้อยละ 80 และความต้องการต่อการเก็บที่รองแขนเก้าอี้ได้ผู้ตอบแบบสอบถามต้องการให้เก้าอี้สามารถเก็บที่รองแขนได้เป็นร้อยละ 33.33

จากการศึกษาข้อมูลผู้ใช้งานจากการตอบแบบสอบถาม ได้นำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์และออกแบบผลิตภัณฑ์เก้าอี้
บรรยาย 3 รูปแบบ โดยคำนึงถึงหลักการออกแบบและความเป็นไปได้ในการผลิตจริง มีรูปแบบต่อไปนี้

รูปแบบร่างที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบร่างแบบที่ 1

แนวคิด : แก์อี้บรรยาย แบบที่ 1 แก์อี้บรรยายที่เชื่อมกับงานหมุนด้านล่างของพื้นแก์อี้ ทำให้สามารถหมุนตามรอบพื้น แก์อี้ได้ โดยสามารถหมุนได้ 180° และมีระบบล็อกจากด้านใต้เพื่อไม่ให้พื้นโต๊ะสามารถเคลื่อนตอนใช้งาน และตัวแก์อี้ยังมีการใช้งานเสริมในการมีช่องใส่เอกสารด้านข้างของพื้นโต๊ะเพื่อประหยัดพื้นที่ในการวางเอกสาร

วัสดุ : 1. แผ่นอะคริลิกใส 2. จานหมุน

ขนาด กว้าง 590 มิลลิเมตร ยาว 650 มิลลิเมตร สูง 870 มิลลิเมตร

ตารางที่ 7 จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมินผลงานการออกแบบ

ข้อมูลพื้นฐาน		จำนวน(คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	3	75
	หญิง	1	25
รวม		4	100
ตำแหน่งงาน	อาจารย์	2	50
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	2	50
รวม		4	100
ระดับการศึกษา	ปริญญาโท	3	75
	ปริญญาเอก	1	25
รวม		4	100
ประสบการณ์	6 – 10 ปี	1	25
	มากกว่า 16 ปี	3	75
รวม		4	100

จากตารางที่ 7 พบว่าผู้ประเมินที่เป็นผู้เชี่ยวชาญเป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิง โดยมีตำแหน่งงานด้านอาจารย์และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทั้งนี้เป็นผู้ที่มีความรู้ในระดับปริญญาโท และมีประสบการณ์ในการทำงานโดยเป็นอาจารย์ผู้สอนมากกว่า 16 ปี

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยและระดับความพึงพอใจของผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำแนกตามหน้าที่ใช้สอย ความสะดวกสบายในการใช้งาน การออกแบบวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

เกณฑ์การประเมิน	รูปแบบ ที่1	ระดับความ พึงพอใจ	รูปแบบ ที่ 2	ระดับความ พึงพอใจ	รูปแบบ ที่ 3	ระดับ ความพึง พอใจ
	ค่าเฉลี่ย x̄		ค่าเฉลี่ย x̄		ค่าเฉลี่ย x̄	
1. ด้านหน้าที่ใช้สอย						
รูปแบบมีขนาดสัดส่วนเหมาะกับการใช้สอย	4.25	มาก	4.00	มาก	4.00	มาก
รูปแบบสามารถรับน้ำหนักของผู้ใช้ได้	4.25	มาก	4.25	มาก	3.75	มาก
รูปแบบสามารถใช้งานได้ยาวนาน	4.00	มาก	4.00	มาก	4.00	มาก
2. ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน						
รูปแบบมีความแข็งแรงทนทาน	4.00	มาก	4.25	มาก	4.00	มาก
รูปแบบมีความปลอดภัยไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน	3.75	มาก	3.75	มาก	3.75	มาก
รูปแบบสามารถวางของได้	4.25	มาก	4.00	มาก	4.25	มาก
3. ด้านการออกแบบ						
รูปแบบมีสัดส่วนสมดุล	4.25	มาก	4.25	มาก	4.00	มาก
วัสดุที่นำมาใช้มีความเหมาะสม	3.75	มาก	4.25	มาก	4.00	มาก
รูปแบบมีความคิดสร้างสรรค์	4.00	มาก	4.00	มาก	4.00	มาก
รูปแบบมีความสอดคล้องกับปัญหา	4.00	มาก	3.75	มาก	4.00	มาก
4. วัสดุและกรรมวิธีการผลิต						
วัสดุหลักเหมาะกับการผลิต	4.25	มาก	4.00	มาก	3.75	มาก
วัสดุที่ใช้หาได้ง่าย	3.75	มาก	4.50	มาก	4.00	มาก
รูปแบบมีความเป็นไปได้ในการผลิตจริง	4.25	มาก	3.75	มาก	4.00	มาก
วัสดุไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน	4.25	มาก	3.75	มาก	3.75	มาก
รวม	4.07	มาก	4.04	มาก	3.95	มาก

จากตารางที่ 8 ความพึงพอใจของผู้ประเมินต่อการออกแบบและวัสดุของรูปแบบที่ 1 โดยทั่วไป คำวิจารณ์ดูเชิงบวกต่อด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านการออกแบบโดยรวมและด้านความสะดวกสบายในการใช้งานที่เน้นความแข็งแรงและความสะดวกสบายในการวางของใช้ ผู้ประเมินกล่าวว่ารูปแบบที่ 1 มีการออกแบบที่สวยงามทันสมัยและเป็นไปได้ในการผลิตจริงโดยผู้ประเมินแนะนำให้คำนวณการหมุนให้แข็งแรงมากขึ้น ด้วยความคิดเห็นที่เป็นบวกอย่างเดียวนี้ มีแนวโน้มที่รูปแบบที่ 1 ที่ได้รับคะแนนสูงในการประเมิน

3.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้งานเก้าอี้บรรยายสำหรับผู้ถนัดมือซ้ายและขวา

การวิเคราะห์ในส่วนนี้เป็นการศึกษาข้อมูลที่ได้จากการนำผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ที่พัฒนาขึ้นมา ตัวผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดวางผลิตภัณฑ์เก้าอี้บรรยาย ณ ภายในสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องเรือนและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และได้ทำแบบประเมินการใช้งานจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 9 จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์เก้าอี้บรรยายสำหรับผู้ถนัดมือซ้ายและขวา

ข้อมูลพื้นฐาน		จำนวน(คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	25	83.33
	หญิง	5	16.67
รวม		30	100
อายุ	18 – 20 ปี	23	76.67
	21 – 23 ปี	6	20
	มากกว่า 23 ปี	1	3.33
รวม		30	100
ความถนัด (มือซ้าย-มือขวา)	มือซ้าย	26	86.67
	มือขวา	4	13.33
รวม		30	100

จากตารางที่ 9 พบว่าผู้ประเมินเป็นกลุ่มเพศชายจำนวน 25 คน ร้อยละ 83.33 เพศหญิงจำนวน 5 คน ร้อยละ 16.67 อายุของผู้ที่ทำแบบประเมินสูงสุดเป็นกลุ่มอายุระหว่าง 18 – 20 ปี จำนวน 23 คน ร้อยละ 76.67 รองลงมาเป็นกลุ่มอายุระหว่าง 21 – 23 ปี จำนวน 6 คน ร้อยละ 20 และ กลุ่มอายุระหว่าง 23 ปีขึ้นไป จำนวน 1 คน ร้อยละ 3.33 ผู้ประเมินมีความถนัดในมือขวาเป็นส่วนใหญ่อยู่ที่ จำนวน 26 คน ร้อยละ 86.67 และมีผู้ประเมินถนัดมือซ้าย จำนวน 4 คน ร้อยละ 13.33

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยและระดับความพึงพอใจ ของผู้ใช้งานเก้าอี้บรรยายสำหรับผู้ถนัดมือซ้ายและขวา

รายการประเมิน	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลความ
	5	4	3	2	1				
รูปแบบมีขนาดสัดส่วนเหมาะกับการใช้สอย	11	16	3	0	0	30	4.27	0.64	มาก
รูปแบบสามารถรับน้ำหนักของผู้ใช้ได้	13	8	8	1	0	30	4.10	0.92	มาก
รูปแบบสามารถจัดวางเข้ากับพื้นที่ใช้สอยได้	16	12	2	0	0	30	4.47	0.63	มาก
รูปแบบเหมาะกับการเป็นเก้าอี้บรรยาย	8	16	5	1	0	30	4.03	0.76	มาก
รูปแบบสามารถใช้งานได้นาน	15	10	4	1	0	30	4.30	0.84	มาก
รวม	63	62	22	3	0	150	4.23	0.13	มาก

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยและระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานเก้าอี้บรรยายสำหรับผู้ณัดแขนซ้ายและขวา ด้านความสวยงาม

รายการประเมิน	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลความ
	5	4	3	2	1				
รูปแบบสวยงามทันสมัย	19	9	2	0	0	30	4.57	0.63	มากที่สุด
รูปแบบมีความแปลกใหม่	15	12	3	0	0	30	4.40	0.67	มาก
รูปแบบมีความเป็นเอกลักษณ์	17	13	0	0	0	30	4.57	0.50	มากที่สุด
รูปแบบมีสัดส่วนสมดุล	12	12	6	0	0	30	4.20	0.76	มาก
รูปแบบมีความแข็งแรง	12	8	9	1	0	30	4.03	0.93	มาก
รวม	75	54	20	1	0	150	4.35	0.16	มาก

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยและระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานเก้าอี้บรรยายสำหรับผู้ณัดมือซ้ายและขวา ด้านความปลอดภัย

รายการประเมิน	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	SD	แปลความ
	5	4	3	2	1				
รูปแบบมีความปลอดภัย	9	16	5	0	0	30	4.13	0.68	มาก
รูปแบบสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย	17	9	4	0	0	30	4.43	0.73	มาก
รูปแบบสามารถรับน้ำหนักได้	11	15	3	1	0	30	4.20	0.76	มาก
รูปแบบสามารถซ่อมแซมได้	13	16	1	0	0	30	4.40	0.56	มาก
รูปแบบวัสดุไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้	23	6	1	0	0	30	4.73	0.52	มากที่สุด
รวม	73	52	14	1	0	150	4.38	0.10	มาก

จากตารางที่ 10, 11 และ 12 พบว่าระดับความพึงพอใจที่มีต่อ ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความสวยงาม ด้านความปลอดภัย รวมกันอยู่อยู่ในระดับมาก

4. สรุป

ด้วยความต้องการสำหรับผู้ใช้ที่เป็นผู้ชายและผู้หญิงที่มีพื้นฐานความรู้ในระดับปริญญาตรี มีความถนัดมือซ้ายและขวา และต้องการเพิ่มพื้นที่หน้าโต๊ะบรรยายและความต้องการของผู้ใช้ที่ต้องการเพิ่มที่รองแขนซ้ายแล้วต้องการให้สามารถเก็บที่รองแขนได้แสดงถึงความต้องการในการใช้งานที่สะดวกสบายสำหรับผู้ใช้งานที่ถนัดทั้งมือซ้ายและขวา

รูปผลงานที่ใช้ในการสอบถามความพึงพอใจทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความพึงพอใจโดยรวม ด้านความสวยงาม และด้านความปลอดภัย



ภาพที่ 4 แสดงทัศนียภาพโดยรวมของเก้าอี้



ภาพที่ 5 ภาพด้านบนแสดงการปรับเปลี่ยนพื้นโต๊ะเพื่อให้ใช้ได้ทั้งผู้ถนัดมือซ้ายและขวา



ภาพที่ 6 ภาพด้านหน้า แสดงการสลับพื้นโต๊ะเพื่อให้ใช้ได้ทั้งผู้ถนัดมือซ้ายและขวา



ภาพที่ 7 ภาพด้านข้าง แสดงการสลับพื้นโต๊ะเพื่อให้ใช้ได้ทั้งผู้ถนัดมือซ้ายและขวา

สมมติฐานที่ว่าด้วยเรื่องการพัฒนาและแก้ข้อบกพร่องให้เหมาะสมสำหรับผู้ถนัดมือซ้ายและขวาจะทำให้นักศึกษาทั้งผู้ถนัดมือซ้ายและขวาเกิดความสะดวกสบายในการทำงานมากยิ่งขึ้น

จากการทดสอบสมมติฐานโดยใช้แบบสอบถามหลังการใช้งานผลิตภัณฑ์จากตารางที่ 4.12 พบว่าค่าเฉลี่ยและระดับความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์แก้ข้อบกพร่องสำหรับผู้ถนัดมือซ้ายและขวามีค่าเฉลี่ยไปทางพึงพอใจมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้แสดงถึงการออกแบบที่สัมพันธ์กับความสะดวกสบายของนักศึกษา โดยสามารถอธิบายการศึกษาและขั้นตอนการออกแบบได้ดังนี้

1) แก้อัปเดตสำหรับผู้ถนัดมือซ้ายและขวา เป็นแก้ข้อบกพร่องที่มีการออกแบบรูปแบบขึ้นมาให้ตอบสนองการใช้งานของผู้ถนัดมือซ้ายและขวา โดยการที่สามารถสลับฝั่งของพื้นโต๊ะให้ตรงตามความถนัดของผู้ใช้งาน ทั้งนี้แก้ข้อบกพร่องสำหรับผู้ถนัดมือซ้ายและขวาเริ่มต้นจากการศึกษาการใช้งานแก้ข้อบกพร่องภายในสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องเรือนและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ผู้ใช้งานเป็นนักศึกษาที่มีความถนัดที่หลากหลายมากขึ้น จึงเริ่มการศึกษารูปแบบการออกแบบแก้ข้อบกพร่องความเป็นมา และพฤติกรรมการใช้งานแก้ข้อบกพร่อง เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ใช้งานตามความถนัดมากยิ่งขึ้น

2) ในการออกแบบแก้ข้อบกพร่องสำหรับผู้ถนัดมือซ้ายและขวา ได้นำเรื่องความแตกต่างและความสำคัญของผู้ถนัดมือซ้ายมารวมกับการออกแบบในเรื่องของ การออกแบบที่เข้ากับทุกคน และมองที่ความหลากหลายของผู้ใช้งานมากขึ้น โดย Coren,

S. (1992) ได้อธิบาย 1) พันธุกรรมและวิวัฒนาการการถนัดมือซ้ายมีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางพันธุกรรม โดยมีการศึกษาที่พบว่าประมาณ 10% ของประชากรทั่วโลกเป็นผู้ถนัดมือซ้าย การศึกษาเกี่ยวกับพันธุกรรมของผู้ถนัดมือซ้ายช่วยให้เข้าใจวิวัฒนาการของมนุษย์และกลไกทางชีวภาพที่เกี่ยวข้อง 2) ความแตกต่างทางประสาทวิทยา ผู้ถนัดมือซ้ายมักมีโครงสร้างสมองที่แตกต่างจากผู้ถนัดมือขวา เช่น การทำงานของซีกสมองอาจไม่เป็นไปตามแบบแผนที่เห็นทั่วไป ซึ่งสามารถส่งผลต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา และการเรียนรู้ 3) ความสามารถและทักษะเฉพาะ หลายผู้ถนัดมือซ้ายแสดงความสามารถพิเศษในด้านต่าง ๆ เช่น กีฬา (เช่น เทนนิส, เบสบอล) หรือการเล่นดนตรี ซึ่งอาจเกิดจากมุมมองที่แตกต่างและการพัฒนาทักษะที่เฉพาะเจาะจง 4) วัฒนธรรมและสังคม ความเป็นอยู่และการยอมรับของผู้ถนัดมือซ้ายมีความแตกต่างกันในแต่ละวัฒนธรรม บางวัฒนธรรมอาจมีอคติหรือมุมมองเชิงลบต่อผู้ถนัดมือซ้าย ในขณะที่บางวัฒนธรรมอาจให้การยอมรับและสนับสนุน 5) การออกแบบและการปรับตัว ความหลากหลายของผู้ถนัดมือซ้ายมีผลต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์และสภาพแวดล้อม เช่น อุปกรณ์สำนักงาน เครื่องมือ และเฟอร์นิเจอร์ เพื่อให้สามารถใช้งานได้สะดวกสำหรับทุกคน

3) แก์อ์บรรยายสำหรับผู้ถนัดมือซ้ายและชาวถูกออกแบบตามหลักการออกแบบแก์อ์ จากหลักการออกแบบแก์อ์ของ American Psychological Association โดยกล่าวไว้ว่าการออกแบบแก์อ์มีปัจจัยสำคัญที่นักออกแบบควรคำนึงถึงซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาการออกแบบพื้นฐานคือ ความเหมาะสมในการใช้งาน โดยการออกแบบแก์อ์ หน้าที่ใช้สอยเบื้องต้นคือใช้นั่งด้วยกิจกรรมต่างกัน ความคงทนต่อการใช้งานตามหน้าที่และวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยรวมปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในหลักการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ คือ 1) ความแข็งแรง (Strength) ความแข็งแรงที่เหมาะสมกับแก์อ์และการใช้งาน ไม่ว่าจะรูปแบบใด ชนิดหรือประเภท หากมีความแข็งแรงพอต่อการใช้งานจะส่งผลถึงความปลอดภัยในการใช้ หากแต่การสร้างให้แข็งแรงมากเกินไปจนเกินไปอาจส่งผลเสียในเรื่องต้นทุนผลิตได้ 2) ความปลอดภัย (Safety) ความปลอดภัยในการออกแบบเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่ควรคำนึงถึงปัจจัยทางด้านโครงสร้าง ความแข็งแรง รูปร่าง วัสดุ หรือแม้แต่การใช้สีที่ควรเลือกให้เหมาะสมกับแก์อ์แต่ละชนิด 3) สัดส่วน (Proportion) การคำนึงถึงสัดส่วนให้เหมาะสมกับการทำงานแต่ละชนิดนั้น เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในการออกแบบ เพราะจะส่งผลต่อหน้าที่หรือประโยชน์การใช้สอยและความสะดวกสบายในการใช้แก์อ์นั้น ๆ 4) ศิลปะการออกแบบ (Artistic) ศิลปะถือว่าการออกแบบลดทอนความสวยงามเพื่อสร้างเสน่ห์แรงดึงดูดเพื่อสนองความต้องการในด้านความสวยงามการตกแต่งภายในได้ หรือเป็นการกำหนดกลุ่มเป้าหมายได้มากยิ่งขึ้น 5) วัสดุ (Material) การเลือกวัสดุให้เหมาะสมกับชนิด ประเภท และรูปแบบการใช้งานของแก์อ์นั้นๆโดยคำนึงถึงคุณภาพ คุณสมบัติและความสามารถของวัสดุที่จะนำมาใช้งานแต่ละชนิดนั้นจะทำให้วัสดุตรงต่อความต้องการและสามารถยืดอายุของแก์อ์ชิ้นนั้นๆออกไปได้ 6) กระบวนการผลิต (Production Process) การรู้และเข้าใจในเงื่อนไขการผลิตจะช่วยให้ทราบถึงข้อจำกัดต่างๆในการออกแบบได้ ทั้งในเรื่องการออกแบบ วัสดุ รูปทรง โครงสร้าง จะส่งผลให้งานออกแบบนั้นสามารถผลิตได้จริง มีความรวดเร็วในการผลิต ลดข้อผิดพลาด รวมถึงประหยัดต้นทุนเรื่องของวัสดุและค่าแรงในการผลิต 7) ราคา (Price) งานออกแบบแก์อ์ควรตั้งราคาให้เหมาะสมทั้งในแง่ของการตลาดและกลุ่มเป้าหมายที่กำหนด 8) การขนส่ง (Transportation) การคำนึงถึงการขนส่งเฟอร์นิเจอร์ที่เป็นสินค้าขนาดใหญ่เหมาะสมและรัดกุมจะลดทอนในเรื่องค่าใช้จ่าย รวมถึงลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นและสามารถประหยัดเวลาในการขนส่ง และยังเพิ่มความสะดวกสบายอีกด้วย 9) การซ่อมบำรุง (Maintenance) สินค้ากลุ่มเฟอร์นิเจอร์ชนิดแก์อ์ส่วนใหญ่เป็นสินค้าที่ผู้ซื้อคาดหวังการใช้งานในระยะเวลานานและไม่ได้เปลี่ยนแปลงบ่อย รวมถึงอาจจะเคลื่อนย้ายได้ยากเนื่องจากมีขนาดใหญ่ในบางชนิด การออกแบบควรคำนึงถึงเรื่องความสะดวกในการดูแลรักษา ซ่อมแซมในงานออกแบบด้วย

5. กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้ถูกลงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์สุริยา สงค์อินทร์ และคณะกรรมการผู้สอบโครงการพิจารณาให้คำปรึกษาตลอดจนปรับปรุงข้อบกพร่องด้วยความเอาใจใส่อย่างดี ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจและความทุ่มเทของทางคณาจารย์สาขาที่มีขึ้นอย่างสูง ณ ที่นี้ ผู้วิจัยหวังว่าโครงการฉบับนี้มีประโยชน์อยู่ไม่น้อยจึงขอมอบส่วนดีทั้งหมดนี้มอบให้แก่สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องเรือนและการออกแบบ จนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้องทั้งบิดา

มารดาและผู้มีพระคุณทุกคนสำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น ผู้วิจัยขออภัยแต่ผู้เดียวและยินดีรับฟังคำแนะนำจากทุกฝ่ายที่เข้ามาศึกษาโครงการเล่มนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดในงานวิจัยต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

- เดโช แชนน้ำแก้ว. (2019). ความต้องการด้านการจัดบรรยากาศในชั้นเรียนและการส่งเสริมสื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของนักศึกษาณัดซ้าย: กรณีศึกษา สาขาวิชาการพัฒนาชุมชน คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครศรีธรรมราช. *วารสารนวัตกรรมการศึกษาและการวิจัย*, 3(2).
- ไพโรจน์ พุทธิโอวาท. (2561). การศึกษารูปแบบที่เหมาะสมของโต๊ะเขียนแบบในระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา. *J of Ind. Tech. UBRU*, 8(2), 103–116.
- Annett, M. (2002). Handedness and Brain Asymmetry. *A Critical Review of the Evidence. Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 26(3), 269-277.
- APA. (2023). *Handedness: A Study of Its Origins and Development*. Washington: American Psychological Association British Museum. (2023). *The Chair: A History*. London: The British Museum.
- CHAIR STORY *อยากรู้ไหมว่าเก้าอี้มีประวัติความเก่าแก่มากมายตั้งแต่รุ่นไหน. เข้าถึงได้จาก*
<https://www.boonthavorn.com/blog/chair-story>.
- Chanda, N., Mahalakshmi, K., Reddy, V., & Mrunalini, A. (2006). Designing Student's Seating Furniture for Classroom Environment. *Hum. Ecol.*, 20(4), 241-248.
- Coren, S. (1993). *The Left-Handed Syndrome. The Causes and Consequences of Left-Handedness*. New York: Free Press.
- Gloag, John. (1974). *A History of Furniture Design*. New York: The New American Library
- Jones, David. (2005). *A History of Furniture*. London: Laurence King Publishing
- McManus, I. C. (2002). *Right-Handedness. In: The Psychology of Handedness*. London: Routledge.
- PiyadaMay. (2564) *การเดินทางไกลกว่า 7,000 ปี ของ 'Furniture Design'.* เข้าถึงได้จาก
<https://artviseeducation.com/furniture-design-history-7000-years/>
- T. H. D. S. (2007). The Evolution of Lecture Chairs. *Journal of Design History*, 20(3), 201-217.

การออกแบบปรับปรุงภูมิทัศน์สวนด้านข้างอาคารเจ้าคุณทหารตามความต้องการของผู้ใช้งาน
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Enhancement of the Landscape Design for the Garden Adjacent to the Chao
Khun Thahan Building: A User-Focused Approach Faculty of Agricultural
Technology King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

สุดที่รัก สายปลื้มจิตต์¹ ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล¹ สุชนา หมื่นนาค¹ อธิชา ผ่องแผ้ว¹ วันอาสาฬห์ พัทธ์ชัย^{1*}

Sudteerak Saipluemchit¹ Phairat Phimsirikul¹ Suchaya Muennak¹

Athicha Phongphaew¹ and Wanarsan Pitak^{1*}

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

¹ Faculty of Agricultural Technology King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

* E-mail: Wanarsan.pi@kmitl.ac.th; 0854678585

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความต้องการและรูปแบบการใช้พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับประชาคมคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2) ศึกษาความต้องการและรูปแบบการใช้พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับประชาคมคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ 3) ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อรูปแบบการออกแบบปรับปรุงภูมิทัศน์ อาคารเจ้าคุณทหาร โดยมีขั้นตอนการศึกษาคือการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์คณาบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร รวมถึงข้อมูลจากแบบสอบถามความต้องการด้านการปรับปรุงภูมิทัศน์ สวนด้านข้างอาคารเจ้าคุณทหารของนักศึกษา คณาจารย์ และบุคลากรในคณะเทคโนโลยีการเกษตรและบริเวณโดยรอบและการลงสำรวจพื้นที่ทางกายภาพ เพื่อใช้ในการประกอบการออกแบบปรับปรุงภูมิทัศน์ และนำรูปแบบการออกแบบมาประเมินความคิดเห็น เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 339 คนมาวิเคราะห์สรุปผล โดยจากการประเมินแบบสอบถามความคิดเห็นรูปแบบการปรับปรุงภูมิทัศน์ในภาพรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.51 ส่วนผลการประเมินแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับด้านสิ่งอำนวยความสะดวกในภาพรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.40 และจากผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เห็นด้วยกับรูปแบบการออกแบบปรับปรุงภูมิทัศน์สวนด้านข้างอาคารเจ้าคุณทหารร้อยละ 99.7 ซึ่งจากรูปแบบการปรับปรุงภูมิทัศน์ที่ได้ออกแบบนั้น ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เลือกกิจกรรมที่จะนั่งพักผ่อนระหว่างวัน ร้อยละ 86.9 ใช้เป็นที่พบปะพูดคุย นั่งรอผู้ปกครอง เพื่อน ร้อยละ 68.5 นั่งพักรับประทานอาหาร ดื่มน้ำ ร้อยละ 65.3 นั่งทำงาน ร้อยละ 63.1 นั่งอ่านหนังสือ ดิวนั่ง ร้อยละ 46.4 ทำกิจกรรมสันทนาการ ร้อยละ 31.1 และใช้เป็นพื้นที่นัดหมาย ร้อยละ 2 ตามลำดับ

คำสำคัญ: การปรับปรุงภูมิทัศน์, การออกแบบเพื่อรองรับพื้นที่กิจกรรม, พื้นที่สาธารณะ

Abstract

This project focused on 1) investigate the needs and appropriate spatial usage patterns for the community of the Faculty of Agricultural Technology at King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 2) study the needs and suitable spatial usage patterns for the community of the Faculty of Agricultural Technology at King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, and 3) evaluate user satisfaction with the improved landscape design of the Chao Kun Tahan Building. The methodology involved reviewing design principles, conducting an interview with the faculty dean, surveying user needs and satisfaction via questionnaires, and performing a site analysis to inform the design plan. The study collected data from a sample of 339 participants for analysis and summarization of results. Results from the user evaluation survey indicated a high level of satisfaction: the overall landscape renovation concept received an average score (Mean) of 4.51 (on a 5-point scale), while facility satisfaction averaged 4.40. Furthermore, 99.7% of respondents agreed with the proposed landscape renovation. The primary activities anticipated by respondents for the improved garden included relaxing during the day (86.9%), meeting and conversing (68.5%), having meals or drinks (65.3%), working (63.1%), reading or tutoring (46.4%), engaging in recreational activities (31.1%), and using it as a meeting point (2.0%). These findings suggest the proposed design effectively addresses user needs and preferences for the revitalized space.

Keywords: Landscape Improvement, Activity Space Design, Public Space

1. บทนำ

พื้นที่สาธารณะมีประโยชน์ทั้งกับชุมชนและสถานศึกษา เป็นพื้นที่ที่ใช้พบปะสังสรรค์ใช้ทำกิจกรรมแบบกลุ่ม ใช้ในการเรียนรู้ ใช้ในการพักผ่อน ฯลฯ ซึ่งในสถานศึกษามีพื้นที่ว่างเปล่าที่ไม่ได้ใช้งาน และในหลายพื้นที่มีศักยภาพมากพอที่จะพัฒนาให้ใช้งานในเชิงกิจกรรมได้ ซึ่งแนวคิดในการพัฒนาพื้นที่ที่ไม่ได้ใช้งานในเชิงกิจกรรมให้กลายเป็นสวนหย่อมขนาดเล็กเป็นอีกแนวคิดหนึ่งที่สามารถผลักดันให้เกิดขึ้นได้จริงในเชิงภูมิทัศน์ ซึ่งคำว่าสวนสาธารณะมีความหมายว่าสถานที่ที่จัดขึ้นโดยรัฐมีวัตถุประสงค์ในการจัดสร้างเพื่อเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจสำหรับประชาชนทั่วไป ไม่มีการเก็บค่าบริการใด ๆ ทั้งสิ้น มีการจัดบริเวณไว้อย่างสวยงาม ประกอบไปด้วย ต้นไม้ ทั้งไม้ดอก ไม้ประดับ สระน้ำ สนามหญ้า มีสิ่งบริการอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เพื่อให้สะดวกสบาย และตอบสนองความต้องการประชาชนผู้ที่มาใช้บริการในพื้นที่ (วัชร น้อยพิทักษ์, 2536) โดยประเภทของสวนสาธารณะสามารถจำแนกออกได้ทั้งหมด 7 ประเภท (สำนักสิ่งแวดล้อม และ สำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล, 2562) ได้แก่ สวนหย่อมขนาดเล็ก (Pocket Park, Mini Park, Tot lots) สวนหมู่บ้าน (Neighborhood Park) สวนชุมชน (Community Park) สวนระดับย่าน (District Park) สวนระดับเมือง (City Park) สวนถนน (Street Park) สวนเฉพาะทาง (Special Purpose Park) ซึ่งถ้าเราจัดและออกแบบพื้นที่สาธารณะข้างอาคารเจ้าคุณทหารจะถูกจัดอยู่ในประเภท สวนหย่อมขนาดเล็กซึ่งมีลักษณะของสวน คือ มีขนาดพื้นที่ไม่เกิน 2 ไร่ รัศมีบริการเป็นวงรอบประมาณ 1 กิโลเมตร การให้บริการระยะเดินถึงใช้เวลา 5-10 นาที การกระจายตัวของสวนควรอยู่ในระยะเดินเท้า มีการเข้าถึงโดยสะดวกและไม่ควรต้องข้ามถนน อาจอยู่ระหว่างอาคารหรือกลุ่มอาคาร มีแนวทางการพัฒนาโดยอาศัยที่เว้นว่างขนาดเล็ก ที่ทิ้งร้าง เหมาะสำหรับย่านที่มีครอบครัวมาก ใช้เป็นที่สำหรับเด็กเล่น ที่ออกกำลังกาย และสังสรรค์พักผ่อนหย่อนใจของประชาชนวัยต่าง ๆ และทฤษฎีในการเลือกใช้พันธุ์ไม้สำหรับสถานศึกษามีวิธีการดังต่อไปนี้ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2557) คือ เน้นพันธุ์ไม้ที่มีรูปทรงสวยงาม ให้ความร่มรื่นและดอกสวยส่งกลิ่นหอม พันธุ์ไม้ที่ใช้จะต้องเป็นไม้ไม่ผลัดใบหรือมีช่วงเวลาในการทิ้งใบในระยะเวลาที่สั้น พันธุ์ไม้ที่เลือกต้องมีขนาดเรือนยอดขึ้นกับปัจจัยความจำกัดของพื้นที่ ควรเลือกใช้พันธุ์ไม้ให้หลากหลายชนิดเพื่อให้เกิดโครงสร้างระดับชั้นเรือนยอดต้นไม้เลียนแบบตามธรรมชาติ ควรเลือกใช้พันธุ์ไม้ที่มีศักยภาพในการช่วยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือเพิ่มก๊าซออกซิเจน และมีความคงทนต่อมลพิษ ควรเลือกใช้พันธุ์ไม้ที่สามารถตอบสนองต่อการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ เช่น บริเวณริมทางเดินควรเลือกใช้พันธุ์ไม้ยืนต้นเพื่อให้ความร่มรื่น บริเวณที่พักผ่อนและทำกิจกรรมควรเลือกใช้พันธุ์ไม้ที่ให้ทั้งความร่มรื่นและกลิ่นหอม บริเวณที่ต้องการความโดดเด่นสวยงาม ควรเลือกใช้พันธุ์ไม้ให้ดอกที่มีสีสันสดใส หลีกเลียงการใช้พันธุ์ไม้ที่มีหนาม กิ่งก้านเปราะง่าย กิ่งก้านมาก และมีพิษ

พื้นที่สวนบริเวณด้านข้างอาคารเจ้าคุณทหาร ที่ตั้งอยู่ที่คณะเทคโนโลยีการเกษตรเป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่ถูกจัดเป็นสวนสาธารณะภายในสถาบันการศึกษา ที่มีวัตถุประสงค์เริ่มแรกของการออกแบบเพื่อเป็นการส่งเสริมและสร้างความสวยงามให้กับอาคารเจ้าคุณทหาร ดังนั้นจึงทำให้ผู้คนส่วนใหญ่ทั้งนักศึกษา คณาจารย์ และบุคลากรต่าง ๆ ที่อยู่ภายในคณะเทคโนโลยีการเกษตร หรือผู้คนโดยรอบบริเวณดังกล่าวนี้ต่างให้ความรู้สึกเคารพกับสถานที่ ส่งผลให้พื้นที่ดังกล่าวไม่ได้ถูกใช้งานในเชิงกิจกรรมตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ซึ่งในปัจจุบันบริเวณสวนด้านข้างอาคารเจ้าคุณทหารนั้นมีความสวยงาม และความร่มรื่นจากเหล่าพรรณไม้ที่เจริญเติบโตจากเดิม รวมถึงพื้นที่บริเวณนี้มีเส้นทางสัญจรทั้งรถยนต์ รถจักรยานยนต์ เกือบตลอดทั้งวัน และมีนักศึกษา คณาจารย์ และบุคลากรต่าง ๆ เดินผ่านเป็นจำนวนมาก โดยที่ไม่มีปฏิสัมพันธ์กับสถานที่ เนื่องมาจากความรู้สึกเกรงใจที่มีต่อสถานที่และการปฏิบัติต่อ ๆ กันมา ทำให้พื้นที่ดังกล่าวนี้ไม่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

จากปัญหาด้านบทความวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความต้องการและรูปแบบการใช้พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับประชาคมคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2) ศึกษาความต้องการและรูปแบบการใช้พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับประชาคมคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ 3) ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อรูปแบบการออกแบบปรับปรุงภูมิทัศน์ อาคารเจ้าคุณทหาร รวมถึงการรวบรวมตรวจเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับหลักการออกแบบสวนสาธารณะพื้นที่กิจกรรมและการออกแบบเพื่อส่งเสริมความผูกพันกับสถานที่ระหว่างนักศึกษา คณาจารย์ และผู้คนที่ใช้สถานที่ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาออกแบบเป็นแผนแม่บท และนำเสนอให้แก่คณาจารย์ นักศึกษา หรือบุคคลอื่นๆ ซึ่งใช้งานสถานที่นั้นเพื่อเป็นข้อมูล ในการพัฒนาพื้นที่ต่อไป

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) และการออกแบบ (Design) โดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ส่วนตามวัตถุประสงค์ ซึ่งมีระเบียบวิธีวิจัยในแต่ละส่วนดังนี้

2.1 ส่วนที่ 1 การศึกษาความต้องการและรูปแบบการใช้พื้นที่

1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาเชิงคุณภาพ: กำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้แก่ ผู้บริหารคณะเทคโนโลยีการเกษตร จำนวน 1 ท่าน เพื่อสอบถามแนวคิดและทิศทางการพัฒนาพื้นที่

การศึกษาเชิงปริมาณ: ประชากรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักศึกษา คณาจารย์ และบุคลากรในคณะเทคโนโลยีการเกษตรและบริเวณโดยรอบ จำนวน 2,189 คน 5 คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Taro Yamane (1967) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5% ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 339 คน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการหาคุณภาพเครื่องมือ

แบบสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview): เป็นเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากผู้บริหาร โดยมีประเด็นคำถามเกี่ยวกับแนวคิด ทิศทาง และความคาดหวังต่อการปรับปรุงพื้นที่ส่วน

แบบสอบถามออนไลน์ (Google Forms): เป็นเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลเชิงปริมาณเกี่ยวกับความต้องการปรับปรุงภูมิทัศน์ ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ (1) ข้อมูลประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม (2) ความต้องการรูปแบบของสวน และ (3) ความต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ภายในสวน

3) การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้บริหารคณะเทคโนโลยีการเกษตร

เผยแพร่แบบสอบถามออนไลน์ไปยังกลุ่มตัวอย่างจำนวน 339 คน ซึ่งเป็นนักศึกษา คณาจารย์ และบุคลากรในพื้นที่

4) สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลเชิงคุณภาพ: วิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์โดยการวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อสรุปประเด็นสำคัญ (Content Analysis)

ข้อมูลเชิงปริมาณ: วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

3.2 ส่วนที่ 2 การออกแบบปรับปรุงภูมิทัศน์

1) การเก็บรวบรวมข้อมูล

การสำรวจข้อมูลทางกายภาพ (Site Analysis): ลงพื้นที่เพื่อสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพทั่วไปของพื้นที่ ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ ทิศทางแสงแดดและลม มุมมอง ตำแหน่งและชนิดของพรรณไม้เดิม รวมถึงโครงสร้างพื้นฐานโดยรอบ

2) การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งานที่ได้จากส่วนที่ 1 (ผลการสัมภาษณ์และผลการสำรวจ) และข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ มาสังเคราะห์ร่วมกับหลักการออกแบบพื้นที่สาธารณะ แนวคิดความผูกพันกับสถานที่ (Place Attachment) และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นกรอบในการออกแบบ

ดำเนินการออกแบบตามกระบวนการ ได้แก่ การจัดทำแผนภาพความคิดและแผนภาพฟังก์ชัน (Conceptual and Bubble Diagram), การพัฒนาแบบร่างและออกแบบแผนรวม (Master Plan), การสร้างแบบจำลองทัศนียภาพ 3 มิติ (3D Perspective) และการประเมินราคาก่อสร้างเบื้องต้น (Cost Estimation)

3.3 ส่วนที่ 3 การประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบการออกแบบ

1) กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินคือ นักศึกษา อาจารย์ บุคลากร และบุคคลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง จำนวน 339 คน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการหาคุณภาพเครื่องมือ

ใช้แบบสอบถามออนไลน์ (Google Forms) เป็นเครื่องมือในการประเมินความพึงพอใจ โดยสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อแผนรวม (Master Plan) และภาพจำลอง 3 มิติ

แบบสอบถามประกอบด้วย 4 ส่วน คือ 1) ข้อมูลประชากรศาสตร์, 2) ความคิดเห็นต่อรูปแบบการปรับปรุงภูมิทัศน์, 3) ความคิดเห็นด้านสิ่งอำนวยความสะดวก, และ 4) ความสนใจในการเข้าใช้พื้นที่และกิจกรรมที่คาดว่าจะทำ

คำถามด้านความพึงพอใจเป็นลักษณะมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale)

3) การเก็บรวบรวมข้อมูล

เผยแพร่แบบสอบถามออนไลน์พร้อมแผนรวม (Master Plan) และภาพจำลอง 3 มิติ ให้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 339 คน ประเมิน

4) สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

การแปลผลค่าเฉลี่ยใช้เกณฑ์ของธำนิทร์ ศิลปจารุ (2549) ดังนี้: 4.51-5.00 หมายถึง มากที่สุด, 3.51-4.50 หมายถึง มาก, 2.51-3.50 หมายถึง ปานกลาง, 1.51-2.50 หมายถึง น้อย และ 1.00-1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษาในหัวข้อความต้องการของผู้ใช้งานและรูปแบบพื้นที่ที่เหมาะสม

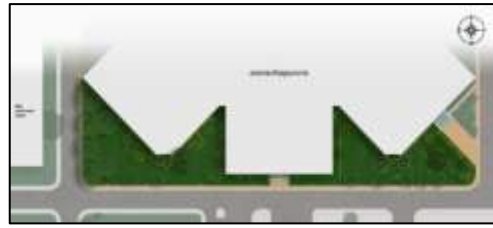
1) ผลการสัมภาษณ์คนบดเคาะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงความต้องการหรือแนวคิดในการปรับปรุงภูมิทัศน์สวนด้านข้างอาคารเจ้าคุณทหาร ท่านมีความต้องการอยากจะทำให้พื้นที่สวนตรงนี้เป็นพื้นที่ที่ใช้รองรับกิจกรรมสำหรับนักศึกษา และบุคคลทั่วไปให้สามารถเข้ามาใช้งาน นั่งเล่น นั่งพักผ่อน ทำงาน อ่านหนังสือ หรือเป็นพื้นที่สำหรับการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันได้ซึ่งเปรียบเสมือนบ้านหลังที่สอง

2) ผลการตอบแบบสอบถามความต้องการด้านการปรับปรุงภูมิทัศน์สวนด้านข้างอาคารเจ้าคุณทหารของกลุ่มตัวอย่างรวม 339 คน 1) ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิง ร้อยละ 73.4 และเพศชาย ร้อยละ 26.6 อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 18-25 ปี ร้อยละ 96.1 อายุมากกว่า 50 ปี ร้อยละ 1.4 อายุ 34-41 ปี ร้อยละ 1.0 อายุ 42-49 ปี ร้อยละ 1.0 และอายุ 26-33 ปี ร้อยละ 0.5 มีสถานภาพเป็นนักศึกษา ร้อยละ 96.1 เป็นบุคลากร ร้อยละ 1.9 เป็นอาจารย์ ร้อยละ 1.4 และอื่นๆ ร้อยละ 0.6 2) ข้อมูลด้านความต้องการปรับปรุงภูมิทัศน์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความต้องการรูปแบบสวนเป็นแบบธรรมชาติ ร้อยละ 40.6 ต้องการสวนประดิษฐ์ ร้อยละ 38.6 ต้องการสวนจินตนาการ ร้อยละ 11.6 และต้องการสวนนามธรรม ร้อยละ 9.2 3) ข้อมูลด้านความต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกภายในสวน พบว่า ต้องการเก้าอี้นั่งพักผ่อน ร้อยละ 86.5 ต้องการทางเดินในสวน ร้อยละ 70.0 ต้องการถังขยะ ร้อยละ 64.3 ต้องการไฟทางเดิน ร้อยละ 40.6 ต้องการป้ายข้อมูลพรรณไม้ ร้อยละ 40.1 ต้องการพื้นที่ปลูกแปลงผักขนาดเล็ก ร้อยละ 15.5 ต้องการลานจอดรถจักรยานยนต์ ร้อยละ 11.6 และความต้องการอื่น ๆ ร้อยละ 4.0

3) ผลการสำรวจลักษณะพื้นที่ทางกายภาพสวนด้านข้างอาคารเจ้าคุณทหาร โดยพื้นที่ที่จะทำการปรับปรุงภูมิทัศน์นั้นสามารถแบ่งพื้นที่ออกเป็นสองฝั่ง คือ สวนฝั่งทิศเหนือด้านที่ติดกับคณะอุตสาหกรรมเกษตร กับสวนฝั่งทิศใต้ด้านที่อยู่ติดทางเข้าอาคารเจ้าคุณทหาร (ภาพที่ 1 และ 2) สภาพเดิมของสวนด้านข้างอาคารเจ้าคุณทหารมีไม้ยืนต้นเดิม จำนวน 50 ต้น ได้แก่ ปาล์มเขียว 1 ต้น ปาล์มหางกระรอก 6 ต้น ปาล์มโคฮูน 1 ต้น ลิลาวตี 14 ต้น ชงโค 7 ต้น บุคนาค 9 ต้น หูกระจง 6 ต้น พญาสัตบรรณ 1 ต้น สายหยุด 1 ต้น ทองกวาว 2 ต้น และองุ่นทะเล 2 ต้น ในส่วนของไม้พุ่มเดิมมีไม้ ได้แก่ อากาเว่ เตย โมก จั๋ง และไผ่



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงที่ตั้งสวนด้านข้างอาคารเจ้าคุณทหาร



ภาพที่ 2 สภาพทางกายภาพพื้นที่สวน

โดยพื้นที่ทางฝั่งทิศเหนือติดกับคณะอุตสาหกรรมการเกษตร จะเป็นพื้นที่ที่ได้รับร่มเงาจากตัวอาคารเจ้าคุณทหารครึ่งวันเช้า มีต้นไม้เดิมอย่างต้นทุเรียน พญาสัตบรรณ และต้นลีลาวดีที่ทำให้พื้นที่มีร่มเงา คุ้มน้ำ นอกจากนี้ยังมีไม้พุ่มอย่างเตย โมก จั๋ง และไผ่ ซึ่งพื้นที่นี้เป็นพื้นที่ที่ได้รับลมอยู่ตลอดทั้งวัน และมีมุมมองบุคคลจากอาคารเจ้าคุณทหาร จากทางด้านใต้ติดกับคณะอุตสาหกรรมการเกษตร จากคนเดินผ่าน และมีมุมมองจากเส้นทางสัญจร

ภาพที่ 3 สภาพทางกายภาพพื้นที่สวน
ฝั่งทิศเหนือติดกับคณะ
การเกษตรภาพที่ 4 แสดงมุมมองจากฝั่งซ้ายของ
พื้นที่สวนด้านทิศเหนือติดกับคณะ
อุตสาหกรรมการเกษตรภาพที่ 5 แสดงมุมมองจากฝั่งซ้ายของ
พื้นที่สวนด้านทิศเหนือติดกับคณะ
อุตสาหกรรมการเกษตร

ส่วนพื้นที่สวนที่อยู่ทางฝั่งทิศใต้ติดทางเข้า-ออกหลักอาคารเจ้าคุณทหาร เป็นพื้นที่ที่ได้รับร่มเงาจากตัวอาคารเจ้าคุณทหารครึ่งวันเช้า และในช่วงเย็นจะได้รับร่มเงาจากหอประชุมเจ้าพระยาสุรวงษ์ไวยวัฒน์ โดยในพื้นที่นั้นจะมีต้นไม้เดิมกระจายอยู่ทั่วซึ่งจะคอยให้ร่มเงา และความร่มรื่นภายในพื้นที่อีกด้วย พื้นที่สวนนั้นจะได้รับลมอยู่ตลอดทั้งวัน มีจุดจอดรถรับส่งรถยนต์-รถจักรยานยนต์ และมีมุมมองจะมีมุมมองบุคคลจากอาคารเจ้าคุณทหาร จากคนเดินผ่าน จากหอประชุมเจ้าพระยาสุรวงษ์ไวยวัฒน์ และมีมุมมองจากเส้นทางสัญจร

ภาพที่ 6 สภาพทางกายภาพพื้นที่สวน
ฝั่งทิศใต้ติดทางเข้าออกหลักอาคารเจ้า
คุณทหารภาพที่ 7 แสดงพื้นที่สวนฝั่งทิศใต้
ติดถนนข้างอาคารเจ้าคุณทหารภาพที่ 8 แสดงพื้นที่สวนฝั่งทิศใต้
ติดทางเข้าอาคารเจ้าคุณทหาร

จากการสำรวจพบว่าสภาพเดิมของพื้นที่มีสภาพดินทรุดในบางบริเวณ เมื่อฝนตกจึงทำให้พื้นที่บริเวณนั้นเกิดปัญหาน้ำท่วมขัง สภาพสนามหญ้าในบางบริเวณมีหญ้าขาดหายไปเป็นหย่อม ๆ และเป็นหญ้าต่างชนิดกัน

4) ผลการออกแบบพื้นที่ โดยนำผลจากการสัมภาษณ์คณาบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร รวมถึงความต้องการทางด้านการปรับปรุงภูมิทัศน์สวนด้านข้างอาคารเจ้าคุณทหารจากกลุ่มตัวอย่างและผลจากการสำรวจลักษณะพื้นที่ทางกายภาพ มาวิเคราะห์เพื่อออกแบบแปลนสมบูรณ์ (Master plan) ดังรูปต่อไปนี้



ภาพที่ 9 แผนผังของพื้นที่สวนด้านข้างอาคารเจ้าคุณทหาร

จากแบบแผนผังพื้นที่สวนฝั่งทิศเหนือด้านที่ติดกับคณะอุตสาหกรรมการเกษตรทางด้านซ้ายจะเป็นพื้นที่ที่มีความร่มรื่น ได้รับร่มเงาจากทั้งต้นไม้ใหญ่อย่างต้นทุเรียนและจากอาคารเจ้าคุณทหาร และได้รับลมอยู่ตลอดทั้งวัน มีมุมมองบุคคลจากทางด้านใต้ตึกคณะอุตสาหกรรมการเกษตร มุมมองจากคนเดินผ่าน และมุมมองจากเส้นทางสัญจร ซึ่งเหมาะที่จะใช้เป็นที่สำหรับทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การนั่งพักผ่อน พบประพุดคุย รับประทานอาหาร ทำงาน อ่านหนังสือ เป็นต้น ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบให้พื้นที่นี้มีเส้นทางเดินและเพิ่มพื้นที่แข็งที่จะสามารถใช้รองรับกิจกรรมของผู้เข้ามาใช้งาน โดยมีโต๊ะเก้าอี้ชุด โซนนั่ง เก้าอี้ยาว ร้านค้า และมีจุดบริการถังขยะภายในโซน



ภาพที่10 แสดงภาพจำลองการปรับปรุงภูมิทัศน์สวนฝั่งทิศเหนือด้านซ้าย

พื้นที่สวนฝั่งทิศเหนือด้านที่ติดกับคณะอุตสาหกรรมการเกษตรทางด้านขวาจะเป็นพื้นที่ที่ได้รับแสงแดดครึ่งวันเช้า ได้รับลมอยู่ตลอดทั้งวัน และในส่วนของมุมมองจะมีมุมมองบุคคลจากอาคารเจ้าคุณทหาร มุมมองบุคคลจาก คนเดินผ่าน และมุมมองจากเส้นทางสัญจร โดยพื้นที่นี้ได้รับร่มเงาจากต้นลีลาวดีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น จึงได้ทำการออกแบบให้พื้นที่นี้เป็นพื้นที่สำหรับนั่งชั่วคราวโดยใช้เป็นเก้าอี้หินแบบเรียบง่าย ซึ่งสามารถใช้เป็นที่นั่งและตกแต่งเพิ่มความสวยงามให้กับพื้นที่ภายในตัวได้อีกด้วย และจะมีการใช้แผ่นหินกาบเป็นทางเดินเข้าไปในพื้นที่ มีการเพิ่มต้นไม้ชอกเกี้ยนเพื่อบังโครงสร้างกำแพงบางส่วน และเพิ่มต้นไม้ฉากหน้าให้ดูสวยงาม



ภาพที่ 11 แสดงภาพจำลองการปรับปรุงภูมิทัศน์สวนฝั่งทิศเหนือด้านขวา

พื้นที่สวนฝั่งทิศใต้ด้านที่อยู่ติดทางเข้าอาคารเจ้าคุณทหารด้านซ้ายจะเป็นพื้นที่ที่ได้รับร่มเงาจากตัวอาคารเจ้าคุณทหารครึ่งวันเช้า และในช่วงเย็นจะได้รับร่มเงาจากหอประชุมเจ้าพระยาสุรวงษ์ไวยวัฒน์ เป็นพื้นที่ที่ได้รับลมอยู่ตลอดทั้งวัน มีมุมมองบุคคลจากอาคารเจ้าคุณทหาร มุมมองบุคคลจากคนเดินผ่าน มุมมองจากหอประชุมเจ้าพระยาสุรวงษ์ไวยวัฒน์ และมุมมองจากเส้นทางสัญจร ซึ่งเหมาะที่จะใช้เป็นที่สำหรับรองรับกิจกรรมต่าง ๆ ของผู้เข้ามาใช้งาน ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบให้มีทางเดินและพื้นที่นั่งรอรับที่นั่งพร้อมกับมีกระเบรพรรณไม้พุ่มเพื่อเพิ่มความสวยงามภายในพื้นที่ มีการติดตั้งไม้ระแนงเพื่อให้ร่มเงาในส่วนของที่นั่ง มีจุดบริการถึงขยะภายในสวน มีการเพิ่มต้นไม้ชอกเกียนเพื่อบังโครงสร้างกำแพงบางส่วน และเพิ่มต้นไม้ที่ขาดหายไป



ภาพที่ 12 แสดงภาพจำลองการปรับปรุงภูมิทัศน์สวนฝั่งทิศใต้ด้านซ้าย

และพื้นที่สวนฝั่งทิศใต้ด้านที่อยู่ติดทางเข้าอาคารเจ้าคุณทหารด้านขวาจะเป็นพื้นที่ที่ได้รับแสงแดดและลมอยู่ตลอดทั้งวัน และในส่วนของมุมมองจะมีมุมมองบุคคลจากคนเดินผ่าน มุมมองจากหอประชุมเจ้าพระยาสุรวงษ์ไวยวัฒน์ และมุมมองจากเส้นทางสัญจร ดังนั้นจึงได้ทำการออกแบบให้มีทางเดินเชื่อมกับสวนฝั่งทิศใต้ด้านซ้าย และมีทางเดินเข้าสวนจากจุดจอดรถรับส่ง มีม้านั่งเพื่อใช้เป็นที่สำหรับนั่งรอหรือนัดหมาย และเนื่องจากเป็นโซนที่อยู่ติดทางเข้าอาคารเจ้าคุณทหารจึงได้มีการออกแบบให้มี

ทางเดินลัดเข้าสู่อาคารได้ นอกจากนี้ในทุก ๆ โชนจะมีการติดป้ายพรรณไม้ตามต้นไม้ยืนต้นเพื่อที่จะให้ความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพรรณไม้ชนิดนั้นและจะมีการติดตั้งไฟทางเดินเพิ่มเติมอีกด้วย



ภาพที่ 13 แสดงภาพจำลองการปรับปรุงภูมิทัศน์สวนฝั่งทิศใต้ด้านขวา



ภาพที่ 14 แสดงภาพจำลองการติดป้ายพรรณไม้



ภาพที่ 15 แสดงภาพจำลองไฟทางเดินตอนกลางคืน

5) ผลการประเมินราคา จากรูปแบบการออกแบบปรับปรุงภูมิทัศน์สวนด้านข้างอาคารเจ้าคุณทหาร สามารถประเมินราคาเพื่อให้ทราบถึงราคาที่จะใช้ในการดำเนินงาน ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วน ได้แก่ ราคาพรรณไม้ 38,250.00 บาท ราคาค่าวัสดุอุปกรณ์ตกแต่ง 687,154.00 บาท ราคาค่าแรง 199,611.00 บาท และราคาค่าขนส่ง 1,500.00 บาท รวมค่าใช้จ่ายเป็นราคาทั้งหมด 926,515 บาท

6) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจจากผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศหญิง ร้อยละ 80.6 มีอายุระหว่าง 21-30 ปี ร้อยละ 82.4 และส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตร ร้อยละ 82.3 โดยผลการประเมินความพึงพอใจด้านต่างๆดังนี้

- 1) ความพึงพอใจในภาพรวมการปรับปรุงภูมิทัศน์ผู้ใช้งานแสดงความพึงพอใจในระดับมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.51 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านความสวยงามค่าเฉลี่ย 4.57 และ การเพิ่มความสะอาดสบายค่าเฉลี่ย 4.54
- 2) ด้านสิ่งอำนวยความสะดวกโดยรวมได้รับความพึงพอใจในระดับมากค่าเฉลี่ย 4.40 โดยการจัดการแสงสว่างที่เพียงพอในตอนกลางคืนค่าเฉลี่ย 4.47 ได้รับคะแนนสูงสุด สะท้อนความใส่ใจในความปลอดภัยและการใช้งาน
- 3) การยอมรับรูปแบบการออกแบบ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ถึงร้อยละ 99.7 เห็นด้วยกับรูปแบบการออกแบบปรับปรุงภูมิทัศน์ และแสดงความสนใจที่จะเข้ามาใช้งานพื้นที่
- 4) กิจกรรมที่ผู้ใช้งานคาดว่าจะทำมากที่สุดคือ การนั่งพักผ่อนระหว่างวัน ร้อยละ 86.9 การพบปะพูดคุย ร้อยละ 68.5 และการนั่งพักผ่อนรับประทานอาหาร ร้อยละ 65.3

3.2 อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการของผู้ใช้งานและนำไปสู่การออกแบบปรับปรุงภูมิทัศน์ที่ตอบสนองต่อความต้องการนั้น พร้อมทั้งประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบที่นำเสนอ ซึ่งผลการวิจัยสามารถอภิปรายตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1) ความต้องการของผู้ใช้งานและแนวทางการออกแบบที่สอดคล้องกัน

ผลการศึกษาความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ข้อที่หนึ่ง พบว่า ประชาคมส่วนใหญ่มีความต้องการพื้นที่สวนที่มีลักษณะเป็นธรรมชาติ (ร้อยละ 40.6) และสวนประดิษฐ์ (ร้อยละ 38.6) ควบคู่ไปกับความต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็น ได้แก่ เก้าอี้พักผ่อน (ร้อยละ 86.5) ทางเดินในสวน (ร้อยละ 70.0) และถังขยะ (ร้อยละ 64.3) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสวนสาธารณะที่เป็นพื้นที่พักผ่อนหย่อนใจและต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อตอบสนองผู้ใช้งาน นอกจากนี้ ผลการสัมภาษณ์ผู้บริหารที่ต้องการให้พื้นที่นี้เป็นเสมือน "บ้านหลังที่สอง" สำหรับทำกิจกรรมที่หลากหลายของนักศึกษา ได้สะท้อนถึงความต้องการพื้นที่สาธารณะที่ส่งเสริมการเรียนรู้และการปฏิสัมพันธ์ภายในสถานศึกษา

จากข้อมูลความต้องการดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสังเคราะห์และออกแบบพื้นที่โดยแบ่งเป็นโซนกิจกรรมที่ชัดเจน เช่น พื้นที่นั่งพักผ่อนพร้อมโต๊ะเก้าอี้สำหรับทำงานหรือรับประทานอาหาร พื้นที่นั่งพักผ่อนในร่ม และพื้นที่นั่งเล่นในบรรยากาศผ่อนคลาย การออกแบบนี้จึงเป็นการตอบสนองต่อความต้องการที่หลากหลายโดยตรง และเป็นการเปลี่ยนพื้นที่ที่เคยถูกใช้งานน้อยให้กลายเป็น "สวนหย่อมขนาดเล็ก (Pocket Park)" ที่มีศักยภาพในการใช้งานเชิงกิจกรรมอย่างเต็มที่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาพื้นที่ว่างให้เกิดประโยชน์ตามที่กล่าวไว้ในบทนำ

2) ความพึงพอใจและการยอมรับรูปแบบการออกแบบของผู้ใช้งาน

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบการออกแบบ ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ข้อที่สอง พบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.51) และเห็นด้วยกับรูปแบบการออกแบบสูงถึงร้อยละ 99.7 ผลลัพธ์นี้บ่งชี้ว่ากระบวนการออกแบบที่เริ่มต้นจากการสำรวจความต้องการของผู้ใช้งานเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพ สามารถสร้างสรรค์พื้นที่ที่ตรงใจและได้รับการยอมรับจากประชาคมส่วนใหญ่ได้เป็นอย่างดี

เมื่อพิจารณารายละเอียด พบว่าด้านความสวยงาม (ค่าเฉลี่ย 4.57) และความสะดวกสบาย (ค่าเฉลี่ย 4.54) ได้รับความสนใจสูงสุด ซึ่งสะท้อนว่าการออกแบบสามารถยกระดับคุณภาพของพื้นที่ได้ทั้งในเชิงสุนทรียภาพและประโยชน์ใช้สอย นอกจากนี้ ความพึงพอใจต่อการจัดแสงสว่างในตอนกลางคืนที่ได้รับคะแนนสูง (ค่าเฉลี่ย 4.47) ยังแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานให้ความสำคัญกับความปลอดภัย ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญของพื้นที่สาธารณะที่มีประสิทธิภาพ กิจกรรมที่ผู้ใช้งานคาดว่าจะทำมากที่สุดคือการนั่งพักผ่อน (ร้อยละ 86.9) และการพบปะพูดคุย (ร้อยละ 68.5) ซึ่งสอดคล้องกับโซนต่างๆ ที่ออกแบบไว้โดยตรง ยืนยันได้ว่ารูปแบบที่นำเสนอสามารถรองรับพฤติกรรมการใช้งานที่คาดหวังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. สรุปผล

การออกแบบปรับปรุงภูมิทัศน์สวนด้านข้างอาคารเจ้าคุณทหารได้ดำเนินการตามวัตถุประสงค์การวิจัยและสรุปผลได้ดังนี้

1) ด้านความต้องการและรูปแบบการใช้พื้นที่ที่เหมาะสม จากการศึกษาพบว่าผู้ใช้งานพื้นที่คณะเทคโนโลยีการเกษตรมีความต้องการพื้นที่สีเขียวที่สามารถรองรับกิจกรรมได้หลากหลาย ทั้งการนั่งพักผ่อน การพบปะพูดคุย การนั่งทำงาน และการอ่านหนังสือ โดยต้องการสวนที่ให้ความรู้สึกเป็นธรรมชาติและมีสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็นอย่างครบครัน เช่น ที่นั่ง ทางเดิน และแสงสว่างที่เพียงพอ

2) ด้านการออกแบบภูมิทัศน์ จากความต้องการของผู้ใช้งานได้นำไปสู่การออกแบบพื้นที่โดยแบ่งเป็น 4 โซนหลักที่เชื่อมต่อกันด้วยทางเดิน มีการจัดวางที่นั่งหลากหลายรูปแบบเพื่อรองรับกิจกรรมต่างๆ ทั้งแบบกลุ่มและเดี่ยว พร้อมทั้งออกแบบให้มีรั้วค้ำขนาดเล็ก และเพิ่มองค์ประกอบอย่างป้ายให้ความรู้เรื่องพรรณไม้และไฟส่องสว่างเพื่อความปลอดภัยในเวลากลางคืน

3) ด้านการประเมินความพึงพอใจ ผลการประเมินพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการออกแบบปรับปรุงภูมิทัศน์ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.51) และมีความพึงพอใจต่อสิ่งอำนวยความสะดวกในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.40)

โดยผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ (ร้อยละ 99.7) เห็นด้วยกับรูปแบบดังกล่าว ซึ่งยืนยันว่าการออกแบบนี้สามารถตอบสนองต่อความต้องการและสร้างพื้นที่ที่พร้อมใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. เอกสารอ้างอิง

- ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2549). การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ต.
- พจน์ ใจชาญสุขกิจ. (2558). ความภักดีในแบรนด์ หรือ Brand loyalty เกิดขึ้นได้อย่างไร. สืบค้นเมื่อ 27 ตุลาคม 2563 จาก <http://www.drphot.com/talk/archives/2593>
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (2557). การจัดทำมาตรฐานพื้นที่สีเขียวในเมือง และชนิดพรรณไม้ที่เหมาะสมกับพื้นที่สีเขียว. สืบค้นเมื่อ 27 ตุลาคม 2563 จาก <http://www.onep.go.th/urban/plant/downloads/Green.pdf>
- วัชร น้อยพิทักษ์. (2536). ความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อสิ่งอำนวยความสะดวกการให้บริการ และรูปแบบการใช้ประโยชน์ในสวนสาธารณะ: ศึกษากรณีผู้เข้ามาใช้สวนสาธารณะของกรุงเทพมหานคร. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วันอาสาศห์ พิทักษ์. (2556). การบ่งชี้บริเวณเพื่อส่งเสริมความผูกพันกับสถานที่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ภูมิสถาปัตย์กรรมศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักสิ่งแวดล้อม และสำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล. (2562). *พื้นที่สีเขียว 7 ประเภท*. สืบค้นเมื่อ 28 ตุลาคม 2563 จาก <http://203.155.220.118/green-parks-admin/>
- สีลาภรณ์ บัวสาย. (2547). บทสังเคราะห์ "พลังท้องถิ่น" (ตอนที่ 2). ใน วุฒิพงศ์ เดชะดำรงสิน (บ.ก.), ประชาคมวิจัย (น. 24-26). กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว).
- เอี่ยมพร วิสมหมาย. (2527). สวนสาธารณะและสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ Park and Recreation. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

การศึกษาเสน่ห์ของศิลปะการร้อยมาลัยไทยกับการจัดแสดงงานแบบนิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัล

Exploring the Aesthetic Charm of Traditional Thai Garland

Art through Digital Learning Exhibitions

สุคนธรส คงเจริญ^{1*}

Sukontaroat Kongcharoen^{1*}

¹ วิทยาลัยผู้ประกอบการสร้างสรรค์นานาชาติรัตนโกสินทร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์, นครปฐม, 73170

¹ Lecturer, Creative Design Entrepreneurship Program, Rattanakosin International College of Creative Entrepreneurship, Rajamangala University of Technology Rattanakosin, Nakhon Prathom, Province, Thailand, 73170

* E-mail: research.sukontaroat.plus@gmail.com/sukontaroat.kon@rmutr.ac.th/6603034338@ru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้มุ่งศึกษาเสน่ห์ของศิลปะความร่วมมือของศิลปะการร้อยมาลัยไทยในบริบทของการการจัดแสดงงานรูปแบบนิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัลโดยให้ความสำคัญกับ “องค์ประกอบ” ของศิลปะการร้อยมาลัยไทยรวมถึงการสื่อสาร “สี่จากธรรมชาติ” ของมาลัย (ไชยมงคล, 2558) มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อศึกษารูปแบบ เทคนิค และความหมายเชิงสัญลักษณ์ 2) เพื่อพัฒนาการจัดแสดงศิลปะมาลัยไทยแบบนิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัล (*Digital Learning Exhibition*) 3) เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านศิลปหัตถกรรมไทยผ่านการออกแบบร่วมสมัยใช้เทคนิค *Fresh Flower* ขอบเขตของการศึกษานี้ครอบคลุมการศึกษารูปแบบ เทคนิค และความหมายเชิงสัญลักษณ์ของศิลปะการร้อยมาลัยไทย ในบริบทของจารีตประเพณีไทย โดยมุ่งเน้นการนำองค์ความรู้ดั้งเดิมจากโรงเรียนศิลปหัตถกรรมไทยในพระราชสำนักสำหรับสตรีและภูมิปัญญาจากครูช่างดอกไม้ผู้มีประสบการณ์จริงพัฒนามาสู่การออกแบบและพัฒนาที่เข้าถึงได้ง่าย (Wang & Zhang, 2021) ประชากรของการศึกษาได้แก่ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านศิลปหัตถกรรมไทย ผู้ชำนาญด้านการร้อยมาลัยไทย, ครูช่างดอกไม้ที่มีประสบการณ์การถ่ายทอดองค์ความรู้ และบุคลากรจากโรงเรียนศิลปหัตถกรรมไทยในพระราชสำนักสำหรับสตรีซึ่งเป็นแหล่งองค์ความรู้ด้านศิลปะการร้อยมาลัยในบริบทจารีตประเพณีดั้งเดิม โดยมีวิธีการศึกษาเชิงคุณภาพ ผสมผสานกับงานปฏิบัติเชิงสร้างสรรค์ (*Creative-Based Research*) มีการศึกษาค้นคว้าเชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญ การเก็บข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้จริง การออกแบบแนวคิดนิทรรศการร่วมสมัยโดยใช้ดิจิทัลจัดแสดง เช่น *Fresh Flower Creation* ศิลปะจัดวาง การเล่าเรื่องผ่านสื่อภาพ (Hein, 2000) ผลการศึกษาพบว่าศิลปะการร้อยมาลัยไทยมีความหมายเชิงสัญลักษณ์และวัฒนธรรมที่ลึกซึ้ง เทคนิคการร้อยดอกไม้สดแบบดั้งเดิมสามารถนำมาปรับใช้กับการออกแบบร่วมสมัยสวยงาม

คำสำคัญ: เสน่ห์ของศิลปะ, การร้อยมาลัยไทย, การจัดแสดงงาน, รูปแบบนิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัล

Abstract

This academic article explores the charm and contemporary essence of Thai garland-making art within the context of digital learning exhibitions. Emphasis is placed on the aesthetic components of garland craftsmanship and the communication of natural colors derived from traditional floral materials (Chaiyamongkol, 2015). The study aims to: (1) examine the forms, techniques, and symbolic meanings of Thai floral garlands; (2) develop and propose a model for showcasing Thai garland art in the form of a digital learning exhibition; and (3) transmit traditional Thai craft knowledge through contemporary design practices using the Fresh Flower Creation technique. The scope of the study includes an in-depth analysis of garland forms, techniques, and symbolic interpretations rooted in Thai ceremonial traditions. The research draws upon heritage knowledge from the Thai Handicraft School under Royal Patronage for Women and experienced floral artisans, integrating this knowledge into accessible and innovative exhibition formats (Wang & Zhang, 2021). The study population comprises experts in Thai traditional arts, garland specialists, experienced floral craftsmen, and educators from the institution as mentioned earlier. A qualitative research methodology, combined with creative-based research, involves expert interviews, field observations, and the conceptual design of a contemporary digital exhibition utilizing techniques such as Fresh Flower Creation, installation art, and visual storytelling (Hein, 2000). Findings reveal that Thai garland art embodies profound symbolic and cultural meanings. Traditional techniques of fresh flower arrangement can be beautifully adapted into modern design, preserving spiritual values while enhancing visual engagement in the digital era.

Keywords: Artistic Charm, Thai Garland Making, Exhibition, Digital Learning Exhibition

1. บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาในเรื่องของวัฒนธรรมที่สูญหาย เนื่องจากในยุคปัจจุบันในบริบทของสังคมร่วมสมัยเกิดกระแสการเปลี่ยนแปลงทางวัฒนธรรม วิถีชีวิต และเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ผู้คนโดยเฉพาะคนรุ่นใหม่เริ่มให้ความสนใจ “ศิลปะการร้อยมาลัยไทย” น้อยลงอย่างเห็นได้ชัด มาลัยถูกมองว่าเป็นสิ่งล้าสมัย ห่างไกลจากความสนใจของเยาวชน ทั้งในเชิงการเรียนรู้ การใช้งานในชีวิตประจำวัน และการเข้าถึงผ่านสื่อร่วมสมัย ส่งผลให้มาลัยซึ่งเคยเป็นองค์ประกอบสำคัญในพิธีกรรมไทย เริ่มถูกลดบทบาทจนกลายเป็นเพียงของตกแต่งในโอกาสจำกัด ในขณะที่เดียวกัน การถ่ายทอดองค์ความรู้แบบดั้งเดิมซึ่งอาศัยการเรียนรู้จากครูสู่ศิษย์ในเชิงช่าง ก็กำลังเผชิญภาวะขาดช่วง ทั้งในด้านจำนวนครูผู้สอนที่ลดลง และจำนวนผู้เรียนที่มีความสนใจลดลงตามไปด้วย ความรู้ที่เคยมีชีวิตจึงเสี่ยงต่อการสูญหายกลายเป็นเพียงหลักฐานทางประวัติศาสตร์ (UNESCO, 2020) และไม่มีการนำเสนอในรูปแบบใหม่ที่สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้หรือความสนใจของคนรุ่นใหม่ ภายใต้กระแสการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและเศรษฐกิจในยุคดิจิทัลนั้น ศิลปวัฒนธรรมดั้งเดิมจำนวนมากเผชิญกับความท้าทายในการดำรงอยู่ โดยเฉพาะในสังคมเมืองที่วิถีชีวิตเร่งรีบและค่านิยมบริโภคนิยมได้เบียดบังพื้นที่ของศิลปหัตถกรรมไทยให้แคบลง การผลิตมาลัยด้วยมือที่ต้องใช้เวลา ความประณีต และทักษะเฉพาะทางจึงถูกแทนที่ด้วยทางเลือกที่สะดวกและทันสมัยมากกว่า เช่น มาลัยพลาสติกหรือมาลัยสำเร็จรูปในเชิงพาณิชย์ ส่งผลให้ศิลปะการร้อยมาลัยไทยสูญเสียบทบาทในชีวิตประจำวัน และกลายเป็น “วัตถุวัฒนธรรมที่อยู่นิ่ง” (Static Cultural Object) แทนที่จะเป็นความรู้ที่มีชีวิต (Living Cultural Knowledge) ดังที่ควรจะเป็น (UNESCO, 2020) ในขณะที่สังคมไทยกำลังพัฒนาไปสู่ความเป็นเมืองและโลกาภิวัตน์มากขึ้น ผู้คนในรุ่นใหม่จำนวนมากกลับเติบโตมาโดยไม่ได้มีโอกาสสัมผัสหรือมีประสบการณ์ตรงกับงานศิลปหัตถกรรมพื้นบ้านเหล่านี้ พวกเขารับรู้ศิลปะการร้อยมาลัยผ่านเพียงภาพถ่ายในตำราเรียน พิพิธภัณฑ์ หรือการจัดแสดงแบบทางเดียว ซึ่งขาดกระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมและการตีความใหม่ตามยุคสมัย การขาดแคลน “พื้นที่มีชีวิต” สำหรับการเรียนรู้วัฒนธรรม จึงนำไปสู่ความห่างเหินเชิงความรู้สึก ความไม่เข้าใจบริบททางจิตวิญญาณ และอาจถึงขั้นปฏิเสธวัฒนธรรมดั้งเดิมว่าไม่เกี่ยวข้องกับตนเอง ส่งผลให้มาลัยที่เคยเป็นสื่อกลางของความศรัทธาและความงาม กลายเป็นเพียงเครื่องประดับที่ขาดความหมาย อีกทั้งระบบการเรียนการสอนในปัจจุบัน โดยเฉพาะในเขตเมือง ก็ให้ความสำคัญกับทักษะที่ตอบสนองเศรษฐกิจใหม่มากกว่าการอนุรักษ์ภูมิปัญญาดั้งเดิม ทำให้ครูช่างตกอับ ผู้เป็นผู้ถ่ายทอดองค์ความรู้เชิงลึกด้านการร้อยมาลัย ลดจำนวนลงอย่างน่าวิตก ยิ่งไปกว่านั้น ความรู้เหล่านี้ส่วนใหญ่ยังอยู่ในรูปแบบประสบการณ์ส่วนบุคคลที่ไม่มีการบันทึกเป็นระบบ หากขาดการสื่อสารต่อสาธารณะในรูปแบบที่ร่วมสมัยและดึงดูดความสนใจของคนรุ่นใหม่ ความรู้ที่ครั้งหนึ่งเคยมีชีวิตอยู่ในพิธีกรรม ความเชื่อ และการใช้จริงในชุมชน อาจกลายเป็นเพียงมรดกที่ไร้ผู้สืบทอด ซึ่งนับเป็นการสูญเสียทางวัฒนธรรมที่ไม่อาจประเมินค่าได้ (วนาลี จารังษี และ อภิชาติ พลประเสริฐ, 2566)

จากปัญหาดังกล่าว การนำเสนอศิลปะการร้อยมาลัยในรูปแบบ “นิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัล” จึงไม่ใช่เพียงแนวทางในการอนุรักษ์เท่านั้น แต่เป็นการรื้อฟื้นและสร้างบริบทใหม่ให้กับวัฒนธรรมที่เสี่ยงสูญหาย ให้สามารถดำรงอยู่ในรูปแบบที่มีชีวิต เชื่อมโยงกับบริบทร่วมสมัย และสื่อสารคุณค่าความเป็นไทยในรูปแบบที่เข้าถึงได้ง่าย สนุก และมีส่วนร่วมมากขึ้น โดยเฉพาะในยุคที่การเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลและสื่อเสมือนจริงกลายเป็นช่องทางหลักของผู้คน (Hein, 2000; Wang & Zhang, 2021) ศิลปะการร้อยมาลัยไทยถือเป็นมรดกทางวัฒนธรรมที่สะท้อนให้เห็นถึงความละเอียดอ่อนของวิถีชีวิตไทยมาอย่างยาวนาน เป็นศิลปหัตถกรรมที่หลอมรวมความสวยงามทางกายภาพเข้ากับมิติทางจิตวิญญาณ อันแสดงออกผ่านพิธีกรรม ความเชื่อ และการแสดงเคารพตามขนบประเพณีไทย ไม่ว่าจะเป็นการถวายสิ่งศักดิ์สิทธิ์ มอบแด่บุคคลที่เคารพ หรือใช้ในงานมงคลต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม ในยุคของการเปลี่ยนผ่านทางเทคโนโลยีและความหลากหลายทางวัฒนธรรม ศิลปะประเภทนี้กลับมีความเสี่ยงที่จะถูกลดทอนคุณค่าลง เนื่องจากการสื่อสารในรูปแบบดั้งเดิมไม่สามารถเข้าถึงผู้ชมรุ่นใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (UNESCO, 2020) การถ่ายทอดองค์ความรู้ของศิลปะการร้อยมาลัยยังคงอยู่ในรูปแบบของการเรียนรู้จากครูสู่ศิษย์ โดยใช้วิธีการบอกเล่าผสมผสานการฝึกฝนจากประสบการณ์จริง ซึ่งแต่ละ “แม่ครู” หรือครูช่างตกอับจะไม่มีเทคนิคและแนวทางเฉพาะตัว ทำให้เกิดความหลากหลายของรูปแบบอย่างมีเอกลักษณ์ แต่ในขณะเดียวกัน ระบบการเรียนรู้นี้ในลักษณะดังกล่าวก็เผชิญข้อจำกัดในการถ่ายทอดสู่คนรุ่นใหม่หรือกลุ่มผู้ชมในระดับนานาชาติ เนื่องจากขาดเครื่องมือร่วมสมัยในการแปลความหมายและสื่อสารผ่านสื่อใหม่ (Hein, 2000)

แนวทางการแก้ปัญหา คือ การประยุกต์ใช้แนวคิดนิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัล (Digital Learning Exhibition) ร่วมกับการออกแบบร่วมสมัย เช่น เทคนิค Fresh Flower Creation และศิลปะจัดวาง (Art Installation) จึงเป็นแนวทางที่สำคัญในการนำเสนอศิลปะการร้อยมาลัยในรูปแบบใหม่ ที่ยังคงคุณค่าดั้งเดิมไว้ ขณะเดียวกันก็เปิดพื้นที่การเรียนรู้ให้กว้างขึ้น ทั้งในแง่การมีส่วนร่วมของผู้ชม (Participatory Learning) และการใช้สื่อเสมือนจริง (Virtual Experience) เพื่อให้ศิลปะมาลัยไทยสามารถก้าวข้ามข้อจำกัดเดิม และกลายเป็นสื่อวัฒนธรรมร่วมสมัยที่มีศักยภาพในการเชื่อมโยง “คุณค่าความเป็นไทย” กับผู้ชมทั่วโลกได้อย่างสง่างาม (Wang & Zhang, 2021) ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงมีความสำคัญทั้งในมิติของการอนุรักษ์ และการพัฒนารูปแบบการสื่อสารศิลปะมาลัยไทยให้เท่าทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและเทคโนโลยี เพื่อให้ศิลปะมาลัยไม่ได้อยู่แค่ในพิพิธภัณฑ์ หากแต่สามารถดำรงอยู่ในฐานะ “Living Cultural Knowledge” ที่มีชีวิต มีคุณค่า และสื่อสารได้กับสังคมโลกในศตวรรษที่ 21 (ไชยมงคล, 255)จากการศึกษาพบว่า สมิตรา นวมศิริ (2567)ได้ทำการศึกษาวิจัยผลงานเรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์มรดกวัฒนธรรมไทย กรณีศึกษาการร้อยมาลัยโดยทำการศึกษาวิจัยที่ใช้เทคโนโลยี AR (Augmented Reality) เพื่อสร้างสื่อดิจิทัลที่สนับสนุนการเรียนรู้วิธีร้อยมาลัยผ่านระบบออนไลน์ โดยระบุว่าการใช้ AR สามารถกระตุ้นความสนใจของนักศึกษา และเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ศิลปหัตถกรรมไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับการสื่อสารด้วยเทคนิควิธีของการมีส่วนร่วมโดยงานวิจัยของ วณลี จารังษี และ อภิชาติ พลประเสริฐ (2566) ได้เสนอแนวทางจัดนิทรรศการศิลปะไทยในลักษณะ มีส่วนร่วม (participatory exhibition) โดยศึกษาวิจัยผ่านแบบจำลองนิทรรศการศิลปะไทยแบบมีส่วนร่วม เพื่อส่งเสริมการประยุกต์ใช้ศิลปะไทยในชีวิตประจำวันของเยาวชน (2566) โดยมีเป้าหมายคือให้เยาวชนได้เข้าถึงงานศิลป์ไทยในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยใช้แบบจำลอง 4-MAT Learning cycle เน้นกิจกรรมสร้างสรรค์และแรงจูงใจในการมีส่วนร่วม และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศักรินทร์ หงษ์รัตนวรกิตต์ และ ขจร ไชยสุทธิ (2566) จากการศึกษางานวิจัยพวงมาลัย: มูลค่าเพิ่มแห่งประเพณีไทยที่เน้นการนำเสนอ"มาลัยข้อพระกรหรือมาลัยมือ" (hand garlands) ว่าเป็นศิลปกรรมดั้งเดิมที่ยังคงคุณค่าในพิธีกรรมไทยและยังได้รับการถ่ายทอดภูมิปัญญาต่อเนื่อง ดังนั้นศิลปะการร้อยมาลัยไทยถือเป็นมรดกทางวัฒนธรรมที่สะท้อนถึงรากเหง้าทางจิตวิญญาณ ความอ่อนน้อม และความประณีตของวิถีชีวิตไทยมาอย่างยาวนาน มาลัยไม่เพียงเป็นงานหัตถศิลป์ที่งดงามในเชิงรูปธรรม หากยังแฝงด้วยนัยยะเชิงสัญลักษณ์และคุณค่าทางจิตใจ โดยเฉพาะในบริบทของการ “ถวาย” แต่สิ่งศักดิ์สิทธิ์ บุคคลอันเป็นที่เคารพ และพิธีกรรมสำคัญตามประเพณีไทย อย่างไรก็ตาม ในโลกยุคโลกาภิวัตน์ที่ระบบการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว งานศิลป์พื้นถิ่นประเภทนี้กลับเผชิญความท้าทายจากการสื่อสารที่ไม่ทันสมัย ขาดการตีความใหม่ และไม่สามารถเข้าถึงกลุ่มคนรุ่นใหม่หรือผู้ชมต่างชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยเหตุนี้ การประยุกต์ใช้ “นิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัล” (Digital Learning Exhibition) ร่วมกับเทคนิค Fresh Flower Creation และการจัดวางศิลปะร่วมสมัย จึงเป็นแนวทางสำคัญที่เปิดโอกาสให้มาลัยไทยได้รับการตีความใหม่ในฐานะ Living Cultural Knowledge ที่มีชีวิต มีความยืดหยุ่น และสามารถเชื่อมโยงกับผู้ชมสากลสมัยผ่านการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Participatory Learning) สื่อเสมือนจริง (Virtual Presentation) และการเล่าเรื่องด้วยองค์ประกอบและสีจากธรรมชาติที่มีคุณค่าทางจิตใจ โครงการนี้ไม่เพียงมุ่งหมายการอนุรักษ์ หากแต่ส่งเสริมให้ศิลปะมาลัยไทยสามารถก้าวข้ามขอบเขตของการเป็นเพียงของตกแต่ง และกลายเป็นภาษาศิลปะร่วมสมัยที่สามารถสื่อสาร “คุณค่าความเป็นไทย” สู่มหาชนได้อย่างสง่างามและร่วมสมัย ประเพณีของไทยในรูปแบบการถ่ายทอดจากครูซึ่งมีการถ่ายทอดโดยการบอกกล่าวและแก้ไขเทคนิคในการร้อยที่เป็นระเบียบวิธีทางไทยโบราณ และแต่ละเทคนิค ความแตกต่างกันเนื่องจากกรรมวิธีแล้วแต่การถ่ายทอดของครูแต่ละท่านซึ่งเราเรียกว่าแม่ครูและคุณครูช่างดอกไม้สด ความร่วมมือเชิงสร้างสรรค์ระหว่างนักออกแบบรุ่นใหม่และโรงเรียนศิลปหัตถกรรมไทยขั้นสูงสำหรับสตรีจึงมุ่งเน้นการอนุรักษ์และต่อยอดมรดกทางวัฒนธรรมไทยอย่าง “ศิลปะการร้อยพวงมาลัย” โดยหยิบยก “องค์ประกอบ” ดั้งเดิมของพวงมาลัย ตั้งแต่การเลือกดอกไม้ การจัดวางลวดลาย แนววิธีการร้อย ไปจนถึงความหมายเชิงสัญลักษณ์มาสร้างสรรค์ในบริบทศิลปะร่วมสมัยผ่านเทคนิค Fresh Flower Creation และการออกแบบจัดวางในเชิงศิลปะ (Art Installation) โครงการนี้ไม่เพียงแต่เป็นการอนุรักษ์งานศิลป์ไทยหากแต่ยังมุ่งสร้างกระแสใหม่ในระดับนานาชาติ ด้วยการยกระดับศิลปหัตถกรรมให้เป็น Cultural Design Statement ที่เชื่อมโยงความเป็นไทยกับผู้ชมในสังคมโลกยุคปัจจุบัน จากภาพที่ 1 เป็นการร้อยขึ้น องค์ประกอบ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ การเข้าพวงในรูปแบบต่างๆได้อีกหลายแบบ แต่คุณลักษณะของ ส่วนประกอบ

หรือองค์ประกอบ มีความสำคัญมากดังการติดกระดุมเม็ดแรกเมื่อ กระดุมมีคุณภาพและติดถูกรังคุดตามแนว ขึ้นต่อไปย่อมสวยงามตามสุนทรียศาสตร์ต่อไป แต่อย่างไรก็ตามในภาพยังไม่ได้นำไปประยุกต์ หรือสร้างสรรค์ในแนวร่วมสมัยที่น่าสนใจ ในการร้อยมาลัยต้องอาศัยทุน ทักษะ ความรู้ ความชำนาญ และความรักในศิลปะ เป็นต้นทุน และเมื่อประกอบกันต้องใช้ประสบการณ์และแรงใจในการสร้างงานที่เป็นสากลต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) เพื่อศึกษารูปแบบ เทคนิค และความหมายเชิงสัญลักษณ์ของศิลปะการร้อยมาลัยไทยในบริบทจารีตประเพณี
- 2) เพื่อพัฒนาและนำเสนอแนวคิดการจัดแสดงศิลปะมาลัยไทยในรูปแบบนิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัล (Digital Learning Exhibition)
- 3) เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านศิลปหัตถกรรมไทยผ่านการออกแบบร่วมสมัย โดยใช้เทคนิค Fresh Flower Creation

1.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

เสน่ห์ของศิลปะการร้อยมาลัยไทยถือเป็นหนึ่งในศิลปหัตถกรรมไทยที่มีความประณีต งดงาม และแฝงไว้ด้วยคติความเชื่อและสัญลักษณ์ทางวัฒนธรรม ซึ่งนิยมใช้ในพิธีกรรมต่าง ๆ เช่น การไหว้ครู การถวายพระ หรือการแสดงความเคารพในโอกาสสำคัญ มาลัยไม่ได้เป็นเพียงของตกแต่ง แต่ยังเป็น *ภาษาทางวัฒนธรรม* ที่ถ่ายทอดเจตจำนงของผู้ให้ผ่านการเลือกดอกไม้ สีสัน และรูปทรง ทั้งนี้ องค์ประกอบที่สำคัญ เช่น หัวมาลัย ลำตัว ปลอก และอุบะ ต่างมีบทบาทที่ชัดเจนในเชิงสัญลักษณ์ (วงษา, 2563) การศึกษาทบทวนวรรณกรรมครั้งนี้มุ่งเน้นเพื่อให้เข้าใจความสำคัญในการศึกษามาลัย โดยเน้น ความเข้าใจที่ง่าย จากการศึกษาพบว่าในโลกปัจจุบันที่วัฒนธรรมท้องถิ่นถูกกลืนในกระแสโลกาภิวัตน์ การฟื้นคืนและตีความใหม่ของศิลปะดั้งเดิม เช่น มาลัย จึงเป็นกลยุทธ์สำคัญในการเสริมสร้าง *Soft Power ทางวัฒนธรรมไทย* โดยเฉพาะเมื่อผนวกกับแนวทางร่วมสมัย เช่น ศิลปะจัดวาง (Installation Art) และสื่อดิจิทัล ทำให้เกิดช่องทางการสื่อสารใหม่ที่เข้าถึงคนรุ่นใหม่และเวทีสากลได้มากขึ้น นอกจากนี้ มาลัยยังเป็น “ทุนวัฒนธรรม” ที่สามารถพัฒนาเป็นสินค้าเชิงสร้างสรรค์ และสื่อการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงภูมิปัญญากับนวัตกรรมอย่างยั่งยืน (กรมศิลปากร, 2547) ในช่วงศตวรรษที่ 21 ศิลปวัฒนธรรมไม่ได้ถูกจำกัดอยู่เพียงในพิธีกรรมหรือบริบทท้องถิ่น แต่ได้ขยายสู่พื้นที่ของ “การตีความใหม่” (reinterpretation) ที่ผสมผสานความงามดั้งเดิมเข้ากับบริบทโลกสมัยใหม่ ศิลปะการร้อยมาลัยไทยในฐานะมรดกภูมิปัญญาท้องถิ่น จึงสามารถทำหน้าที่เป็นทั้ง “ศิลปหัตถกรรม” และ “สื่อวัฒนธรรม” ที่มีชีวิต (Living Cultural Heritage) ซึ่งเชื่อมโยงอดีต ปัจจุบัน และอนาคตได้อย่างกลมกลืน (กรมศิลปากร, 2547; ไชยมงคล, 2558) แนวคิดเรื่อง “Living Heritage” ถูกนำมาใช้ในโครงการ Modern Malai โดยมีเป้าหมายเพื่อเปลี่ยนงานศิลปดั้งเดิมให้กลายเป็น “วัตถุทางศิลปะร่วมสมัย” ที่สามารถแสดงในรูปแบบศิลปะจัดวาง (Installation Art), โคมไฟดอกไม้ หรือผลงานกราฟต์สมัยใหม่ที่มีคุณค่าทางสุนทรียะและเข้าถึงผู้ชมได้กว้างขวาง (Maison&Objet, 2023) นอกจากนี้ ยังมีการเน้นบทบาทของการออกแบบร่วมสมัยในการเพิ่มคุณค่าและการมองเห็นของศิลปะไทยในเวทีโลก โดยใช้วิธี “แปลงงานหัตถกรรมเป็นภาษาใหม่” ที่สะท้อน Soft Power ผ่านการจัดนิทรรศการทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่น ที่ DITP ThaiTrade Center (Chicago) และ Maison&Objet (Paris) (Department of International Trade Promotion, 2023) การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงและแพลตฟอร์มออนไลน์ เช่น live floral studio, virtual storytelling และการสร้างภาพเสมือนผลงานมาลัยในบริบทใหม่ เป็นเครื่องมือสำคัญในการสื่อสารศิลปะไทยแบบใหม่ที่ยังคงรากเหง้าแบบดั้งเดิมไว้อย่างมั่นคง (วงษา, 2563)

การร้อยมาลัยไทยมีความเป็นมาและความหมายของศิลปะการร้อยมาลัยไทยศิลปะการร้อยมาลัยไทยถือเป็นศิลปหัตถกรรมที่มีรากฐานลึกซึ้งในวิถีชีวิตและวัฒนธรรมของสังคมไทยมาแต่โบราณ มาลัยไทยไม่ได้เป็นเพียงสิ่งประดับหรือของตกแต่ง แต่มีบทบาทสำคัญในพิธีกรรมทางศาสนาและจารีตประเพณี โดยเฉพาะในบริบทของการ “ถวาย” แต่สิ่งศักดิ์สิทธิ์ บุคคลสำคัญ หรือการแสดงความรักต่อผู้มีพระคุณ (ไชยมงคล, 2558) รูปแบบของมาลัยมีความหลากหลาย เช่น มาลัยกร มาลัยคล้องคอ มาลัยคล้องมือ มาลัยขำรวี ซึ่งแต่ละประเภทล้วนมีองค์ประกอบและรูปแบบการจัดวางดอกไม้ที่แตกต่างกันตามวัตถุประสงค์และโอกาสในการใช้งานตามหลักฐานทางประวัติศาสตร์การร้อยมาลัยมีรากเหง้ามาตั้งแต่สมัยสุโขทัยและได้รับความนิยมอย่างสูงในราชสำนักช่วงสมัยอยุธยาและรัตนโกสินทร์ตอนต้น โดยเฉพาะในราชประเพณีและพิธีสำคัญ เช่น พิธีบวงสรวง พิธีถวายเครื่อง

ราชสักการะ และงานมงคลสมรส (วงษา, 2563) ความละเอียดอ่อนในกระบวนการร้อยมาลัยสะท้อนถึงทักษะฝีมือและความละเอียดละไมของผู้ร้อย ซึ่งต้องอาศัยทั้งความรู้ด้านการเลือกดอกไม้ การจัดองค์ประกอบ และความเข้าใจเชิงสัญลักษณ์ เช่น สี กลิ่น และรูปทรงของดอกไม้แต่ละชนิดนอกจากนั้น มาลัยยังเป็นตัวแทนของ “ความงามเชิงจิตวิญญาณ” ที่เชื่อมโยงความศรัทธา กับความรู้สึกรักชอบคุณและเคารพ ซึ่งเป็นคุณค่าทางจิตใจที่สืบทอดกันมาในสังคมไทย การถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับการร้อยมาลัยในอดีตร้อยมาลัยระบบครูและศิษย์ด้วยการอธิบายปากเปล่า การสอนให้ทำทีละขั้นทีละตอนและแนะนำเทคนิคด้วยการสอนเป็นรายคนโดยเฉพาะในโรงเรียนศิลปหัตถกรรมไทยในพระราชสำนักซึ่งนอกจากจะสอนเทคนิคการร้อยแล้วยังปลูกฝังจริยธรรมและความเข้าใจในบริบททางวัฒนธรรมอีกด้วย อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน องค์ความรู้เหล่านี้เริ่มเผชิญภาวะขาดช่วงจากการเปลี่ยนแปลงของสังคมและวิถีชีวิต ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อการสูญหายของศิลปะร้อยมาลัย หากไม่มีการปรับรูปแบบการนำเสนอให้สอดคล้องกับยุคสมัย (UNESCO, 2020)

จากงานวิจัยของ นวมศิริ (2567) ได้แสดงให้เห็นว่า การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality: VR) และความจริงเสริม (Augmented Reality: AR) มีศักยภาพสูงในการเป็นสื่อกลางที่ทำให้ผู้เรียนและผู้ชมสามารถเข้าถึงภูมิปัญญาไทยได้ในรูปแบบใหม่ โดยเฉพาะเมื่อผนวกเข้ากับศิลปะการร้อยมาลัยที่ต้องอาศัยทักษะการลงมือทำและการสังเกตอย่างละเอียด การพัฒนา “นิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัล” (Digital Learning Exhibition) ที่มีลักษณะโต้ตอบได้ (interactive) สามารถช่วยให้เยาวชนและผู้ชมทั่วไปเกิดความรู้สึกร่วมและเข้าใจมรดกวัฒนธรรมได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ขณะเดียวกัน งานวิจัยของ ชรังศรี, ว., & พลประเสริฐ, อ. (2566) ยังเสนอแนวทางการออกแบบ “นิทรรศการแบบมีส่วนร่วม” (Participatory Exhibition) สำหรับศิลปะไทย โดยเน้นการเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบดั้งเดิมกับการตีความใหม่ในเชิงศิลปะร่วมสมัย อาทิ การจัดวางแบบ Installation Art การใช้ Storytelling ผ่านภาพเคลื่อนไหว และการใช้เทคนิค Fresh Flower Creation ในบริบทใหม่ ซึ่งแนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ Hein (2000) ที่เน้นการออกแบบพิพิธภัณฑ์และนิทรรศการเพื่อการเรียนรู้แบบมีประสบการณ์ตรง โดยให้ความสำคัญกับความรู้ในฐานะสิ่งที่มีชีวิต (Living Knowledge) ที่ต้องเชื่อมโยงกับอารมณ์ ความคิด และปฏิสัมพันธ์ของผู้ชม ดังนั้นการบูรณาการศิลปะการร้อยมาลัยไทยกับรูปแบบนิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัล จึงมีไม่เพียงแนวทางการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม แต่ยังเป็นเครื่องมือที่ทรงพลังในการ “ฟื้นชีวิต” ให้กับองค์ความรู้ดั้งเดิม ให้สามารถดำรงอยู่ในโลกสมัยใหม่ได้อย่างมีความหมายและสร้างแรงบันดาลใจอย่างยั่งยืน

เทคนิคในการร้อยมาลัย

การร้อยมาลัยไทยนั้นเป็นศิลปะที่มีความสำคัญในประเทศไทยมีความละเอียดประณีตต้องอาศัยทักษะประสบการณ์และการฝึกฝนที่สืบทอดกันมาอย่างยาวนานโดยเฉพาะผ่านระบบ “ครูศิษย์” แบบดั้งเดิมซึ่งเน้นการบอกเล่าปากเปล่า (oral tradition) และการถ่ายทอดผ่านการลงมือทำจริง โดยผู้ถ่ายทอดซึ่งมักได้รับการเรียกขานว่า “แม่ครู” หรือ “ครูช่างดอกไม้สด” มีเทคนิคเฉพาะตัวทั้งในด้านการเลือก การคัดดอกไม้ การจัดองค์ประกอบ การควบคุมสัดส่วนและความสมดุลของลวดลายซึ่งแตกต่างกันไปตามการถ่ายทอดของแม่ครูแต่ละท่านและแต่ละเรือนรวมไปถึงประสบการณ์ที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 1 แสดงผู้ถ่ายทอดซึ่งมักได้รับการเรียกขานว่า “แม่ครู” หรือ “ครูช่างดอกไม้สด” และแม่ครูแต่ละท่านจะมีประสบการณ์การร้อยที่มีเทคนิคเฉพาะแตกต่างกัน ภาพซ้ายคือครูแม่หนึ่งและผู้เรียน ภาพขวาคือการถ่ายทอดโดยปากเปล่าจากประสบการณ์

จากภาพที่ 1 ภาพซ้ายแสดงผลงานที่ทำการร้อยมาลัยเสร็จเรียบร้อยเป็นมาลัยแบนคล้องมือ และเป็นมาลัยแบนหน้าเดียวและมาลัยแบบสองหน้า และมาลัยข้อพระกรชั้นสูงซึ่ง“แม่ครู” หรือ “ครูช่างดอกไม้สด” เป็นผู้สอนลูกศิษย์ให้มีความเข้าใจในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่การซื้อดอกไม้สด การเด็ดตาก่อนการร้อย การคัดแยก ภาพด้านขวาแสดงการถ่ายทอดการสอนวิธีการพับกลีบ การหันกลีบ และการสังเกตกลีบด้านนอกและกลีบด้านใน การสร้างองค์ประกอบโดยใช้ก้านมันสีม่วงซึ่งมีความยืดหยุ่นดีไม่แข็งจนเกินไปในการนำมาเป็นโครงสร้างองค์ประกอบของการสร้างดอกเพื่อประกอบเป็น “ดอกข้า”

เทคนิคที่สำคัญในการร้อยมาลัยประกอบด้วย

- 1) การเรียงกลีบ เพื่อสร้างความต่อเนื่องของลวดลาย
- 2) การถักร้อยเชิงซ้อน ที่เน้นความละเอียดและสมมาตร
- 3) การร้อยสลัสี ด้วยดอกไม้สดจากธรรมชาติเพื่อสื่อความหมายทางจิตวิญญาณ เช่น สีขาวแทนความบริสุทธิ์ สีเหลืองแทนความเคารพนบถ ฯลฯ
- 4) การประยุกต์ส่วนประกอบ เช่น การร้อยเป็นองค์ประกอบ (modules) ก่อนนำมาต่อเป็นพวงใหญ่



(a)

(b)

(c)

ภาพที่ 2 แสดงการร้อยเรียงกลีบ การถักร้อยเชิงซ้อน การร้อยสลัสีพวงมาลัย

และองค์ประกอบของการร้อยมาลัยจากดอกไม้สดแบบเบื้องต้น

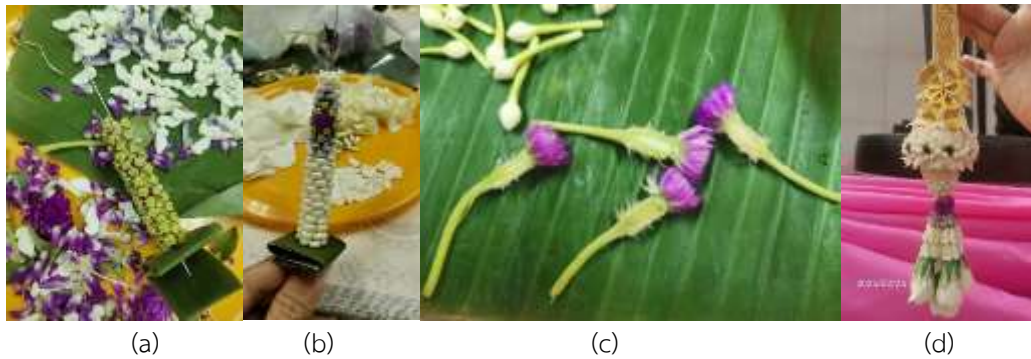
โดย ดร.สุคนธรส คงเจริญ นร.ช่างดอกไม้สด

- (a) แสดงองค์ประกอบทั้งหมดของการเข้าพวงมาลัยแบบสองหน้าแบบมาลัยข้าวร่วง
- (b) แสดงมาลัยสองหน้าที่เข้าพวงกลมและต่อเข้ากับตุ้มด้านล่างที่ร้อยด้วยดอกพุทเพื่อเป็นตัวเชื่อม
- (c) แสดงการร้อยมาลัยแบนชั้นที่ 1 ซึ่งสำคัญมากเพราะจะมีผลทำให้ส่วนมาลัยแบนทั้งเส้น 10 ตามีขนาดที่สวยงาม

องค์ประกอบของมาลัย

องค์ประกอบของมาลัยไทยดั้งเดิมมีโครงสร้างที่ละเอียดอ่อนและสื่อความหมายเชิงสัญลักษณ์อย่างลึกซึ้ง โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนหลัก ดังนี้

- 1) “ส่วนหัวมาลัย” เป็นจุดเริ่มต้นของมาลัย มักมีลักษณะเป็นช่อดอกไม้กลม หรือทรงกระบอก ใช้ดอกไม้สีขาว เช่น ดอกพุท ดอกมะลิ เพื่อสื่อถึงความบริสุทธิ์ มักมีการจัดเรียงกลีบอย่างประณีตเพื่อแสดงความเคารพต่อผู้รับ
- 2) “ส่วนตัวมาลัย” (ลำตัว) เป็นส่วนที่ยาวที่สุด มักร้อยแบบต่อเนื่องหรือไขว้เป็นลาย เช่น ลายไขปลา ลายขัด เป็นต้น ใช้ดอกไม้หลากสี เช่น ดอกพุท ดอกบานไม่รู้โรย ดอกกรัก เพื่อสร้างความงดงามและความกลมกลืน

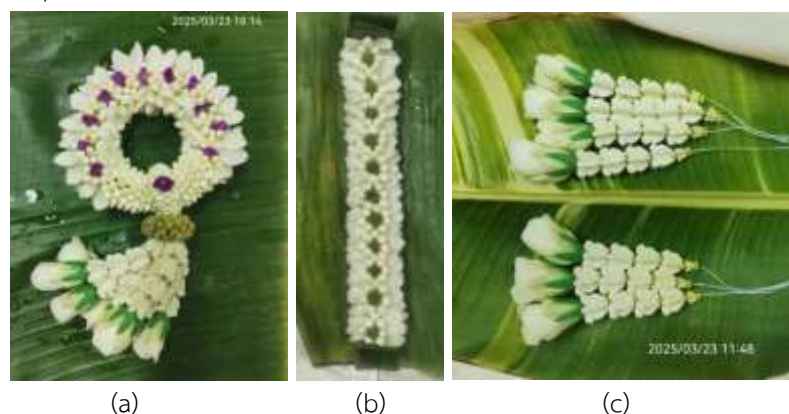


ภาพที่ 3 แสดงเชื่อมมาลัย ส่วนลำตัว และการเลือกใช้ดอกไม้สดนำมาตัดสี เพื่อให้เกิดความสวยงาม

- (a) แสดงการร้อยส่วนรัดข้อด้วยแกนดอกกรัก ซึ่งองค์ประกอบที่สวยงามโดยการร้อยที่ตรงแนว
- (b) แสดงการร้อยส่วนรัดข้อและมีตาซึ่งใช้ดอกกรักสีเข้มและล้อมด้วยแกนดอกกรักสีเขียวตัดกันจะทำให้มีความโดดเด่น
- (c) แสดงการเจียรดอกกรักให้มีความแบนและบางขนาดกำลังพอดีกับการร้อยเข้าองค์ประกอบส่วนตาดอก
- (d) แสดงการร้อยพวงมาลัยชำระด้วยมาลัยแบนสีดาล้อมรอบ

3) “ส่วนชายมาลัย” (หาง) หรืออุบะ เป็นปลายที่ห้อยลงด้านล่างอาจมีลักษณะเป็นพวงห้อย ช่อเล็ก หรือกลีบเลียนแบบสัตว์มงคล เช่น นก ปลา สื่อความหมายถึงความสมบูรณ์ ความไหลลื่น และการอวยพรให้เจริญรุ่งเรือง ในส่วนชายมาลัย หรือที่เรียกว่า “อุบะ” เป็นองค์ประกอบที่ห้อยลงจากส่วนลำตัวของมาลัย มีลักษณะเป็นพวงห้อยหรือช่อเล็ก โดยช่างมักร้อยในรูปแบบที่เลียนแบบธรรมชาติ เช่น กลีบของดอกไม้ที่ห้อยเรียงระดับ หรือจัดเป็นรูปร่างของสัตว์มงคล เช่น นก ปลา หรือแม้แต่เครื่องทรงทางสัญลักษณ์ อันแสดงถึงความละเอียดอ่อนและความสร้างสรรค์ทางวัฒนธรรม (กรมศิลปากร, 2547) อุบะยังสื่อถึงความเคลื่อนไหวและความต่อเนื่อง ซึ่งมีนัยยะในเชิงสัญลักษณ์ว่า “ความไหลลื่น” และ “ความสมบูรณ์” จึงมักปรากฏในมาลัยที่ใช้ในงานมงคล การต้อนรับ หรือพิธีถวายพระ เพื่ออวยพรให้ผู้รับมีความเจริญรุ่งเรืองในชีวิต (ไชยมงคล, 2558; วงษา, 2563) การร้อยอุบะจึงมิใช่เพียงส่วนประกอบปลายมาลัย แต่เป็นองค์ประกอบเชิงสุนทรียะที่แฝงความหมายทางจิตวิญญาณ สื่อถึงคำอวยพรและการแสดงความเคารพตามวิถีไทยอย่างลึกซึ้ง

4) “ส่วนเชื่อมต่อ” (คั่นหรือปลอก รัดข้อ) เป็นส่วนที่เชื่อมระหว่างหัว ตัวและหางมาลัย มักใช้ดอกไม้สดแต่งหรือดอกไม้สดตัดเพื่อสร้างจุดเด่น เป็นองค์ประกอบเชิงช่างที่ใช้ควบคุม “จังหวะสายตา” ตามหลักสุนทรียศาสตร์ไทย ความหมายเชิงสัญลักษณ์: มาลัยแต่ละองค์ประกอบไม่ได้มีเพียงความงามทางรูปทรงแต่ยังสะท้อนถึงเจตนารมณ์ของผู้ให้ เช่น ความจงรักภักดี ความเคารพ ความอ่อนน้อม และการอวยพรให้โชคดี มาลัยจึงถูกใช้ในพิธีกรรมที่สำคัญ เช่น ถวายพระ การไหว้ครู การต้อนรับ และงานมงคลต่าง ๆ



ภาพที่ 4 แสดงการร้อยพวงมาลัยและองค์ประกอบของการร้อยมาลัยจากดอกไม้สดแบบเบื้องต้น

โดย ดร.สุคนธรส คงเจริญ นร.ช่างดอกไม้สด

- (a) แสดงพวงมาลัยข้อมือขนาดเล็กแบบมาลัยแบนสองด้าน
- (b) แสดงมาลัยแบนแบบหน้าเดียว 11 ตา
- (c) แสดงการร้อยอุบะสำหรับการเข้าพวงมาลัยข้อมือขนาดเล็ก

2. ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีการศึกษาบทความวิชาการฉบับนี้ใช้แนวทางการศึกษาแบบเชิงคุณภาพ (Qualitative Inquiry) ผสมผสานกับกระบวนการวิเคราะห์เชิงศิลปะและวัฒนธรรม (Artistic and Cultural Interpretation)

ระเบียบวิธีในการศึกษา (Research Methodology) งานบทความวิชาการนี้เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ผสมผสานกับการวิจัยเชิงสร้างสรรค์ (Creative-Based Research) โดยมีลักษณะของการศึกษาค้นคว้าเชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญ การเก็บข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้จริง และการออกแบบแนวคิดนิทรรศการร่วมสมัย โดยมีขั้นตอนวิจัยหลักดังนี้:

1) การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น (Documentary Research) ศึกษาเอกสารทางวิชาการ หนังสือ ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับศิลปะการร้อยมาลัยไทย ประเพณีไทย และการจัดแสดงนิทรรศการ ศึกษาตัวอย่างแนวทางการจัดแสดงในรูปแบบนิทรรศการดิจิทัล ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

2) การเก็บข้อมูลภาคสนามเชิงคุณภาพ (Qualitative Field Research) สัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) กับครูช่างดอกไม้, ผู้เชี่ยวชาญด้านศิลปหัตถกรรมไทย, นักออกแบบนิทรรศการ, และ ภัณฑารักษ์ สังเกตการณ์ (Observation) กระบวนการร้อยมาลัย และการจัดกิจกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้ในสถาบันต้นแบบ เช่น โรงเรียนศิลปหัตถกรรมไทยในพระราชสำนัก

3) การออกแบบและพัฒนาแนวคิด (Creative Design Process) ประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและสัมภาษณ์ มาสู่การออกแบบ แนวคิดนิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัล (Digital Learning Exhibition Concept) นำเสนอองค์ประกอบทางศิลปะและเทคนิคการจัดแสดง เช่น Fresh Flower Creation, ศิลปะจัดวาง, การเล่าเรื่องผ่านสื่อภาพ, สื่อเสมือนจริง (Virtual Media), และกิจกรรมเชิงปฏิสัมพันธ์ (Interactive Activities)

4) การทดสอบและสะท้อนผล (Prototyping and Reflection) ทดลองนำเสนอแนวคิดผ่านกิจกรรมเวิร์กช็อปหรือ mock-up exhibition ได้รับความเห็นจากกลุ่มเป้าหมาย เช่น นักเรียน นักศึกษา หรือผู้สนใจวัฒนธรรม เพื่อนำไปปรับปรุงแนวคิดและวิธีการจัดแสดง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มุ่งศึกษาเสน่ห์ของศิลปะความร่วมมือของศิลปะการร้อยมาลัยไทยในบริบทของการการจัดแสดงงานรูปแบบนิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัลโดยให้ความสำคัญกับ “องค์ประกอบ” ของศิลปะการร้อยมาลัยไทยโดยมุ่งเน้นการสังเคราะห์องค์ความรู้จากภูมิปัญญาดั้งเดิมเรื่องการร้อยมาลัยไทยควบคู่กับการถ่ายทอดผ่านสื่อร่วมสมัยในรูปแบบนิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัล (Digital Learning Exhibition) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงกระบวนการศึกษาประกอบด้วย

ที่	รายการ	คำอธิบาย
1	การสืบค้นและรวบรวมข้อมูล	ผู้เขียนศึกษาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ ได้แก่ ตำราเกี่ยวกับศิลปะการร้อยมาลัยไทย งานวิจัยทางวัฒนธรรม เอกสารจากกรมศิลปากร และการสัมภาษณ์เชิงลึกกับครูช่าง ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านมาลัยดอกไม้สดในระบบการถ่ายทอดแบบดั้งเดิม
2	การวิเคราะห์เชิงสัญลักษณ์และสุนทรียศาสตร์	ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ในเชิงโครงสร้างความหมายและการออกแบบองค์ประกอบของมาลัย เช่น ส่วนหัว ลำตัว อุบะ การแปลความเชิงสัญลักษณ์ และประยุกต์เข้ากับกระบวนการออกแบบศิลปะจัดวางและวัตถุศิลปะร่วมสมัย
3	การทดลองออกแบบและสังเคราะห์แนวคิดผ่านผลงานสร้างสรรค์	ผู้เขียนทดลองพัฒนาแบบจำลองมาลัยในรูปแบบใหม่ โดยใช้เทคนิค Fresh Flower Creation ผสมผสานการเล่าเรื่องแบบ Storytelling และจัดแสดงในบริบทของนิทรรศการดิจิทัล เช่น live floral studio, virtual gallery และศิลปะจัดวางแบบ interactive

ที่	รายการ	คำอธิบาย
4	การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อเสนอเชิงแนวคิด	ข้อมูลจากกระบวนการออกแบบ การสื่อสารวัฒนธรรม และการรับรู้ของกลุ่มเป้าหมาย นำมาสังเคราะห์เพื่อเสนอแนวทางในการพัฒนางานหัตถศิลป์ไทยให้เชื่อมโยงกับผู้ชมในบริบทนานาชาติ

2.1 วิธีการศึกษากระบวนการสร้างสรรค์และการออกแบบผลงาน

กระบวนการออกแบบและการจัดแสดงผลงาน

- 1) การทดลองสร้างผลงานร่วมสมัยจากมาลัยไทย
- 2) สตูดิโอออนไลน์ (Fresh Flower Creation Studio)
- 3) การพัฒนางานจัดวางร่วมสมัย (Floral Installation)
- 4) นิทรรศการทั้งในประเทศและต่างประเทศ
- 5) การใช้ภาพเสมือนจริงและการสื่อสารผ่านสื่อดิจิทัล
- 6) การออกแบบผลงานในบริบทครอบครัว / ห้องถิ่น / นานาชาติ ร่วมสมัย
- 7) การสร้าง Soft Power ผ่านการจัดแสดง

วิธีการศึกษากระบวนการสร้างสรรค์และการออกแบบผลงาน

กระบวนการศึกษานี้มีพื้นฐานจากแนวทางการวิจัยเชิงคุณภาพแบบสร้างสรรค์ (Creative-based Qualitative Approach) โดยผสมองค์ความรู้จากภูมิปัญญาดั้งเดิมด้านศิลปะการร้อยมาลัยไทยกับกระบวนการออกแบบเชิงร่วมสมัยและสื่อดิจิทัล เพื่อพัฒนาแนวทางใหม่ในการจัดแสดงมาลัยไทยในบริบทระดับนานาชาติ ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอนสำคัญ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงกระบวนการออกแบบการจัดแสดง

ที่	รายการ	รายละเอียด
1.	การทดลองสร้างผลงานร่วมสมัยจากมาลัยไทย	เริ่มต้นด้วยการศึกษาองค์ประกอบ เทคนิค และความหมายของมาลัยไทยแบบจารีต ก่อนจะนำมาสังเคราะห์เป็นแบบร่างใหม่ที่สะท้อนทั้งความงามแบบดั้งเดิมและแนวคิดร่วมสมัย เพื่อสร้างผลงานต้นแบบในรูปแบบศิลปะจัดวางและวัตถุศิลป์
2.	สตูดิโอออนไลน์ (Fresh Flower Creation Studio)	นำเสนอการสาธิตกระบวนการร้อยมาลัยแบบสดผ่านช่องทางดิจิทัลในลักษณะ Live Streaming เพื่อสร้างการเข้าถึงและมีส่วนร่วมกับผู้ชมในวงกว้าง โดยเน้นความเข้าใจในกระบวนการสร้างสรรค์องค์ประกอบต่าง ๆ ของมาลัย
3.	การพัฒนางานจัดวางร่วมสมัย (Floral Installation)	พัฒนาผลงานมาลัยในรูปแบบ Installation Art โดยเน้นความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่จัดวาง รูปทรงของมาลัย และจังหวะของการจัดองค์ประกอบ เพื่อสร้างความรู้สึกร่วมและการตีความใหม่ของงานฝีมือไทย
4.	นิทรรศการทั้งในประเทศและต่างประเทศ	ผลงานถูกจัดแสดงทั้งในเวทีภายในประเทศ เช่น สถาบันวัฒนธรรมไทย และเวทีนานาชาติ เช่น Maison & Objet (Paris) และ DITP ThaiTrade Chicago เพื่อทดสอบการรับรู้และการตีความของผู้ชมจากหลากหลายวัฒนธรรม
5.	การใช้ภาพเสมือนจริงและการสื่อสารผ่านสื่อดิจิทัล	ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เช่น Virtual Gallery, 3D Mockups และแคตตาล็อกภาพเสมือน เพื่อสร้างประสบการณ์การรับชมที่เข้าถึงได้ทุกพื้นที่ เพิ่มมิติของการเรียนรู้แบบ Smart Learning ผ่านศิลปะวัฒนธรรม
6.	การออกแบบผลงานในบริบทครอบครัว / ห้องถิ่น / นานาชาติ	สร้างผลงานภายใต้บริบททางสังคมที่หลากหลาย เช่น ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว ความเป็นพื้นที่ถิ่น (local) และการเปิดรับวัฒนธรรมร่วมสมัยระดับนานาชาติ เพื่อสร้างความสัมพันธ์ในการตีความงานฝีมือแบบไร้พรมแดน
7.	การสร้าง Soft Power ผ่านการจัดแสดง	ผลงานถูกพัฒนาให้เป็น “Cultural Design Statement” ที่สามารถนำเสนออัตลักษณ์ไทยในรูปแบบที่น่าชื่นชมและมีมูลค่าสากล สะท้อนพลังของ Soft Power ไทยที่สามารถใช้ศิลปหัตถกรรมในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างวัฒนธรรมได้อย่างยั่งยืน



ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายคือภาพเสมือนจริงการทำกิจกรรม Live สดสอนเบื้องต้นของการร้อยส่วนองค์ประกอบพวง
เทคนิคขององค์ประกอบพวง และภาพขาวคือการทำการแสดงเชิงวิพากษ์

จากภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่าผลงานศิลปะจัดแสดงนานาชาติระดับสากล นานาชาติ โดยแสดงความสำคัญของ “องค์ประกอบ” “สัดส่วน” ของมาลัยมากกว่าการร้อยสำเร็จเป็นพวงมาลัยเป็นการนำเสนอแบบลักษณะที่จะออกเป็นแนวทางที่เข้าใจง่าย Simply ลดช่องว่างของการเข้าถึงการเข้าใจในงานศิลปะของไทย ภาพเสมือนจริงได้สร้างสรรค์มาจากส่วนของพวงและองค์ประกอบของพวงมาจากการร้อยของ ช่างดอกไม้สด และนำไปสร้างภาพเสมือนจริงได้ในทันทีเมื่อทำการร้อยดอกไม้สดเสร็จสิ้น



ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างภาพเสมือนที่สร้างสถานการณ์การสร้างงานศิลปะองค์ประกอบโดย
“แนวคิดโครงการ” หรือ “Curatorial Statement”

การนำเสนอ รูปแบบการสร้างความประทับใจและแสดงให้เห็นถึงมุ่งมั่นเพื่องานฝีมือที่มีวิสัยทัศน์ที่ทันสมัยเพราะภาพจำของมาลัยคือ ร้อยและวางในท้องตลาดหรือการร้อยที่ไม่ตรง ไม่สมดุล บางครั้งบิดเบี้ยว และมีความเก่าของส่วนองค์ประกอบ ซึ่งแตกต่างจากกรรมวิธีการถ่ายทอดของช่างดอกไม้สดจากประเพณีวัฒนธรรมโบราณของสตรี วัฒนธรรมร่วมสมัยของโรงเรียนช่างฝีมือไทยในพระราชสำนักสำหรับสตรี ซึ่งตีความองค์ประกอบที่ซับซ้อนของการทำพวงมาลัยแบบไทยดั้งเดิมใหม่ผ่านการจัดวางดอกไม้อันประณีตและสุนทรียศาสตร์สมัยใหม่ เรียบง่ายแต่สวยงามเข้าถึงง่าย และมองเห็นถึงความเป็นขั้นสูง และมีคุณค่า โครงการนี้ได้แปลงโฉมงานฝีมือโบราณให้กลายเป็นมรดกที่ยังมีชีวิตอยู่ โดยเชื่อมโยงประเพณีกับโลกสร้างสรรค์ในปัจจุบันได้ดังภาพที่ 6

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการจากการศึกษารูปแบบ เทคนิค และความหมายเชิงสัญลักษณ์ของศิลปะการร้อยมาลัยไทยในบริบทของจารีตประเพณี พบว่า มาลัยมิได้เป็นเพียงหัตถศิลป์เพื่อความงามทางกายภาพเท่านั้น แต่ยังมี ความหมายเชิงจิตวิญญาณที่ลึกซึ้ง สะท้อนระบบคุณค่าทางวัฒนธรรมของสังคมไทย เช่น ความเคารพ ความศรัทธา ความกตัญญู และความเป็นสิริมงคล ทั้งนี้ เทคนิคการร้อยมาลัยแบบดั้งเดิมที่ถ่ายทอดจากครูช่างดอกไม้ยังคงสะท้อนลำดับขั้นของภูมิปัญญา อาทิ การเลือกชนิดของดอกไม้ การออกแบบลวดลาย และการกำหนดโครงสร้างของพวงมาลัยที่สัมพันธ์กับพิธีกรรมหรือโอกาสเฉพาะต่าง ๆ ซึ่งผลการวิเคราะห์นี้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ที่มุ่งศึกษารูปแบบ เทคนิค และความหมายของมาลัยไทยในเชิงจารีต การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาและค้นพบตรงตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ที่มุ่งพัฒนาแนวคิดการจัดแสดงในรูปแบบนิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัล (Digital Learning Exhibition) ผลการศึกษาได้พัฒนาแนวทางการจัดแสดงที่ผสมผสานศิลปะการร้อยมาลัยเข้ากับเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น การออกแบบพื้นที่จัดแสดงเสมือนจริง การสร้างประสบการณ์มีส่วนร่วมผ่านภาพเคลื่อนไหว การเล่าเรื่อง (Storytelling) ด้วยองค์ประกอบของสีและดอกไม้ธรรมชาติ รวมถึงการใช้เทคนิคอินเทอร์แอคทีฟ (Interactive Design) ที่สามารถดึงดูดความสนใจจากกลุ่มเป้าหมายคนรุ่นใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แนวทางดังกล่าวช่วยให้ผู้ชมเข้าใจคุณค่าทางวัฒนธรรมของมาลัยผ่านประสบการณ์ที่ไม่จำกัดเวลาและสถานที่ ซึ่งเป็นการขยายขอบเขตของการเรียนรู้วัฒนธรรมแบบมีชีวิต และตรงตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 การศึกษาครั้งนี้ได้ค้นพบว่าผลของการทดลองถ่ายทอดองค์ความรู้โดยใช้เทคนิค Fresh Flower Creation พบว่า การผสมผสานเทคนิคหัตถกรรมแบบดั้งเดิมเข้ากับการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ในบริบทใหม่ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจและแรงบันดาลใจให้กับผู้ชมได้อย่างลึกซึ้ง การใช้ศิลปะจัดวาง (Installation Art) ประกอบกับการประดิษฐ์ดอกไม้สดช่วยเปิดพื้นที่ให้เกิดการสื่อสารเชิงอารมณ์ (Affective Communication) ระหว่างผู้ชมกับผลงาน ซึ่งไม่เพียงแต่รักษาเอกลักษณ์ของศิลปะมาลัยไทยไว้ได้เท่านั้น แต่ยังเป็นการยกระดับองค์ความรู้พื้นบ้านให้กลายเป็นภาษาศิลปะร่วมสมัยที่สามารถสื่อสารกับโลกปัจจุบันได้อย่างสง่างาม กล่าวโดยสรุป การศึกษาครั้งนี้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ทั้งสามประการอย่างชัดเจน โดยแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการออกแบบนิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัลในฐานะเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการอนุรักษ์ ถ่ายทอด และต่อยอดมรดกทางวัฒนธรรมของไทยในยุคสมัยใหม่ อีกทั้งการศึกษานี้เป็นแบบการศึกษาเชิงคุณภาพร่วมกับครูช่างศิลป์ผู้เชี่ยวชาญด้านการร้อยมาลัย พบว่าศิลปะการร้อยมาลัยไทยมีองค์ประกอบที่มีคุณค่าทางสุนทรียะและจิตวิญญาณอย่างลึกซึ้ง โดยเฉพาะในส่วนของ “อุบะ” ซึ่งแสดงออกถึงความอ่อนช้อย ความสมบูรณ์ และการอวยพรเชิงสัญลักษณ์ในบริบทพิธีกรรมไทย การถ่ายทอดองค์ความรู้ดังกล่าวผ่านระบบ “ครูศิษย์” แบบดั้งเดิมช่วยคงไว้ซึ่งความเป็นเอกลักษณ์ของภูมิปัญญาท้องถิ่น (ไชยมงคล, 2558; วงษา, 2563) เมื่อผู้เขียนนำเทคนิค Fresh Flower Creation มาสังเคราะห์ร่วมกับการจัดองค์ประกอบในเชิงศิลปะร่วมสมัย เช่น งานศิลปะจัดวาง (Installation Art) และศิลปะเชิงสื่อดิจิทัล (Digital Interactive), ผลลัพธ์ที่ได้สะท้อนให้เห็นว่า ศิลปะมาลัยสามารถสื่อสารกับผู้ชมสากลได้อย่างมีพลังโดยไม่จำกัดอยู่แค่ในพิธีกรรมหรือความเข้าใจแบบไทยดั้งเดิม การทดลองจัดแสดงในรูปแบบ นิทรรศการการเรียนรู้ดิจิทัล ทั้งในรูปแบบ Live Floral Studio และ Virtual Showcase ทำให้กลุ่มผู้ชมทั้งชาวไทยและต่างชาติสามารถเข้าถึงแก่นของวัฒนธรรมไทยผ่านองค์ประกอบที่จับต้องได้และมีความงดงามร่วมสมัย โดยเฉพาะการออกแบบที่ใช้โทนสีธรรมชาติและการจัดวางที่สะท้อนจังหวะสายตามตามหลักสุนทรียศาสตร์แบบไทย นอกจากนี้ การจัดแสดงในเวทีระหว่างประเทศ เช่น DITP ThaiTrade Center (Chicago) และ Maison & Objet (Paris) ได้รับผลตอบแทนที่ดีในด้านการนำเสนอ “Soft Power ทางวัฒนธรรม” โดยใช้มาลัยไทยเป็นสื่อกลางเชื่อมโยงอดีต ปัจจุบัน และอนาคต ผ่านภาษาศิลปะที่ข้ามพรมแดนวัฒนธรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การอภิปรายผล ชี้ให้เห็นว่ามาลัยไทยไม่ควรถูกมองเพียงในฐานะงานประณีตดั้งเดิม แต่ควรได้รับการต่อยอดในฐานะ Living Craft ที่สามารถผสมผสานกับแนวคิดร่วมสมัย เทคโนโลยีการเรียนรู้ และการออกแบบเพื่อสื่อสารวัฒนธรรมไทยในระดับสากลได้อย่างทรงคุณค่า

5. สรุปผล

สรุปจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าเรื่องความสำคัญของ รูปแบบ เทคนิค และความหมายเชิงสัญลักษณ์ของมาลัยไทย การร้อยมาลัยไทยในบริบทจารีตประเพณีมีความหลากหลายทั้งในด้านรูปแบบ ลวดลาย และโครงสร้างองค์ประกอบ เช่น หัวมาลัย ลำตัว ปลอกคั่นหรือรัดข้อและอุบะ โดยแต่ละส่วนมีความหมายเชิงสัญลักษณ์เกี่ยวข้องกับความเป็นสิริมงคล ความเคารพ และการอวยพรในพิธีกรรม องค์ความรู้เหล่านี้ถ่ายทอดผ่านระบบครูศิษย์โดยใช้การบอกเล่าและปฏิบัติจริง ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการคงไว้ซึ่งภูมิปัญญาท้องถิ่นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ 1: เพื่อศึกษารูปแบบ เทคนิค และความหมายเชิงสัญลักษณ์ของศิลปะการร้อยมาลัยไทยในบริบทจารีตประเพณีจากผลการศึกษาพบว่าการร้อยมาลัยไทยมีรูปแบบที่หลากหลาย โดยแต่ละส่วนของมาลัย เช่น หัวมาลัย ลำตัว ปลอกคั่น และอุบะ ล้วนมีความหมายเชิงสัญลักษณ์ เช่น ความเป็นสิริมงคล ความเคารพ และการอวยพร โดยเฉพาะในพิธีกรรมไทย องค์ความรู้เหล่านี้ถ่ายทอดกันผ่านระบบ “ครูศิษย์” โดยอาศัยการฝึกปฏิบัติจริง ซึ่งถือเป็นกลไกสำคัญในการรักษาภูมิปัญญาท้องถิ่นให้คงอยู่ และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ 2: เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านศิลปหัตถกรรมไทยผ่านการออกแบบร่วมสมัย โดยใช้เทคนิค Fresh Flower Creation จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การประยุกต์ใช้เทคนิคการร้อยมาลัยแบบดั้งเดิมผ่านกระบวนการสร้างสรรค์ร่วมสมัย เช่น Fresh Flower Creation และการจัดวางศิลปะ (Installation Art) สามารถช่วยสร้างความสนใจใหม่ในกลุ่มเยาวชนและผู้ชมต่างชาติ โดยไม่ลดทอนคุณค่าทางวัฒนธรรมเดิม เป็นการผสมผสานระหว่างความงามทางสายตาและความหมายทางจิตใจได้อย่างสมดุล และการถ่ายทอดองค์ความรู้ผ่านการออกแบบร่วมสมัย เมื่อเทคนิคการร้อยมาลัยแบบดั้งเดิมถูกนำมาประยุกต์ใช้ในบริบทการออกแบบร่วมสมัย เช่น Fresh Flower Creation และงานศิลปะจัดวาง (Installation Art) พบว่าสามารถขยายขอบเขตการรับรู้ของผู้ชมและสร้างความสนใจใหม่ต่อศิลปหัตถกรรมไทยในกลุ่มคนรุ่นใหม่และต่างชาติ ด้านแนวคิดการจัดแสดงในรูปแบบนิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัล การจัดแสดงแบบ Live Floral Studio และ Virtual Exhibition ช่วยเพิ่มการเข้าถึงองค์ความรู้ด้านวัฒนธรรมไทยอย่างมีส่วนร่วม โดยเฉพาะการใช้สื่อดิจิทัลในการถ่ายทอดเรื่องราว องค์ประกอบ และกระบวนการสร้างสรรค์ผ่านช่องทางออนไลน์ที่ตอบสนองพฤติกรรมผู้ชมยุคใหม่ตรงตามการศึกษาในวัตถุประสงค์ที่ 3: เพื่อพัฒนาและนำเสนอแนวคิดการจัดแสดงศิลปะมาลัยไทยในรูปแบบนิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัล (Digital Learning Exhibition) จากผลการศึกษาพบว่า รูปแบบนิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัล เช่น Live Floral Studio และ Virtual Exhibition ช่วยให้ผู้ชมสามารถเข้าถึงองค์ความรู้ด้านวัฒนธรรมไทยได้ง่ายและมีส่วนร่วมมากขึ้น การเล่าเรื่องผ่านสื่อดิจิทัล เช่น วิดีโอ ภาพเคลื่อนไหว และเนื้อหาเชิงปฏิสัมพันธ์สามารถดึงดูดความสนใจและตอบสนองพฤติกรรมของผู้ชมในยุคดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

ในการนำงานศิลปะมาลัยไทยไปนำเสนอระดับนานาชาติเพื่อเผยแพร่ให้นานาชาติได้รับรู้ถึงเสน่ห์ของศิลปะการร้อยมาลัยไทย ในการจัดแสดงงานแบบนิทรรศการเรียนรู้ดิจิทัลในต่างประเทศเป็นการตีความมาลัยไทยเป็น Soft Power ทางวัฒนธรรมในระดับนานาชาติ ผลงานที่ถูกนำไปจัดแสดงในเวทีระดับโลกที่มีความเป็นไปได้ เช่น Maison & Objet (Paris) และ DITP ThaiTrade (Chicago) ซึ่งเป็นพื้นที่ของการโชว์งานด้านศิลปะและวัตถุ Art & Object แสดงให้เห็นว่ามาลัยไทยสามารถเป็นสื่อกลางทางวัฒนธรรมที่ทรงพลัง เชื่อมโยงอัตลักษณ์ไทยเข้ากับภาษาการออกแบบร่วมสมัยและสามารถเป็นต้นแบบของการต่อยอดทุนทางวัฒนธรรมในเชิง Soft Power ได้อย่างเป็นรูปธรรมที่ตีตาม และการนำเสนอเมื่อเป็นการเข้าถึงง่ายย่อมเปิดโอกาสให้คนนานาชาติ เข้าใจได้ในโอกาสและเวลาที่เหมาะสม

6. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้ขอกราบขอบพระคุณ โรงเรียนวิทยาลัยในวังหญิง และศูนย์กาญจนาภิเษกวิทยาลัยในวัง ครูแม่หนึ่งทีเคารพ เพื่อนๆในห้องเรียนทุกท่าน ในการแบ่งปันความรู้ ความเข้าใจในวัฒนธรรมไทย และอนุรักษ์งานศิลปะการร้อยมาลัยไทย

7. เอกสารอ้างอิง

- กรมศิลปากร. (2547). *มัลย์: ศิลปะพื้นบ้านไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์กรมศิลปากร.
- จารังษี, ว., & พลประเสริฐ, อ. (2566). แบบจำลองนิทรรศการศิลปะไทยแบบมีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมการประยุกต์ใช้ศิลปะไทยในชีวิตประจำวันของเยาวชน. *วารสารวิจัยศิลปะและวัฒนธรรม*, 14(2), 45–60.
- ชังศรี, ว., & พลประเสริฐ, อ. (2566). แบบจำลองนิทรรศการศิลปะไทยแบบมีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมการประยุกต์ใช้ศิลปะไทยในชีวิตประจำวันของเยาวชน. *วารสารวิจัยศิลปะและวัฒนธรรม*, 14(2), 45–60.
- ไชยมงคล, พ. (2558). การอนุรักษ์และถ่ายทอดศิลปะการร้อยมาลัยในบริบทวัฒนธรรมร่วมสมัย. *วารสารศิลปกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 12(1), 45–59.
- ไชยมงคล, พ. (2558). ความหมายเชิงสัญลักษณ์ของพวงมาลัยในสังคมไทย. *วารสารวิชาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 8(2), 89–104.
- นวมศรี, ส. (2567). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์มรดกวัฒนธรรมไทย: กรณีศึกษาการร้อยมาลัย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- วงษา, น. (2563). รูปแบบและสัญลักษณ์ของพวงมาลัยไทยในพิธีกรรมทางศาสนาและวัฒนธรรม. *วารสารวิจัยวัฒนธรรม*, 7(2), 20–35.
- หงษ์รัตนวรกิตต์, ศ., & ไชยสุวิชัย, ข. (2566). *พวงมาลัย: มูลค่าเพิ่มแห่งประเพณีไทย*. วารสารมานุษยศิลป์, 5(1), 101–117.
- Department of International Trade Promotion. (2023). *DITP ThaiTrade Chicago: Cultural promotion report*. Bangkok: Ministry of Commerce.
- Hein, G. E. (2000). *Learning in the museum*. Routledge. doi: 10.2307/3379474.
- Maison&Objet. (2023). *Creative Thai showcase: Cultural identity in contemporary design*. Paris: SAFI Exhibitions.
- Wang, Y., & Zhang, J. (2021). Digital cultural heritage and immersive exhibition design: The integration of traditional craft and new media. *International Journal of Arts and Technology*, 13(1), 45–62.
- UNESCO. (2020). *Intangible cultural heritage domains*.

การสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิค ‘วิลลาร์โซ’ Designing Keepsakes Based on the Stories of Bangkok’s Flower District of the Villarceau Circles Technique

สุชีรา ผ่องใส¹ ทนงฤทธิ์ โกบุตร¹ และ กริทยธชา รักคง¹

Sucheera Phongsai¹ Tanongrit Kobut¹ and Kithacha Rukkong¹

¹ สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

¹ Bachelor of Home Economics, Faculty of Home Economics Technology

Rajamangala University of Technology Phra Nakhon.

* E-mail: sucheera.p@rmutp.ac.th และ 08 6904 0272

บทคัดย่อ

การสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิค ‘วิลลาร์โซ’ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการ และความพึงพอใจในการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิควิลลาร์โซ ได้ดำเนินการศึกษา และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง นำข้อมูลที่ได้มาออกแบบภาพร่าง SKETCH DESIGN จำนวน 3 รูปแบบ การวิเคราะห์ข้อมูลจากความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผล เพื่อนำมาสร้างสรรค์ผลงาน นำผลงานที่ได้ไปสำรวจความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายในกรุงเทพมหานครด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึก จำนวน 50 คน และกลุ่มที่ 2 นักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน รวมทั้งสิ้นจำนวน 100 คน นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์โดยใช้ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่า S.D. ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่เลือกแบบ SKETCH DESIGN 3 เนื่องจาก รูปแบบมีความร่วมสมัย ลักษณะแบบพวงกลมและตกแต่งด้วยอุบะตุงตั้งซ้ายขวา กระบวนการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากพลาสติกกรีซเคิล ด้วยวิธีการประกอบจิ๊กซอว์แบบวิลลาร์โซ และนำเสนอเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครในรูปแบบคิวอาร์โค้ด (QR Code) ส่วนความพึงพอใจในการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิควิลลาร์โซ พบว่า ด้านรูปแบบของมาลัย กลุ่มที่ 1 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.70 น้อยกว่ากลุ่มที่ 2 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.84 ด้านวัสดุ กลุ่มที่ 1 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.66 น้อยกว่ากลุ่มที่ 2 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.76 ด้านประโยชน์ใช้สอย กลุ่มที่ 1 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.64 น้อยกว่ากลุ่มที่ 2 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.82 ด้านช่องทางสถานที่จัดจำหน่าย กลุ่มที่ 1 มีความพึงพอใจร้านออนไลน์อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.78 น้อยกว่ากลุ่มที่ 2 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.86 ดังนั้น การสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร จึงเป็นการสร้างสรรค์ของที่ระลึกที่ผสมผสานความดั้งเดิมของมาลัยไทย ใช้วัสดุพลาสติกกรีซเคิล และเทคนิค ‘วิลลาร์โซ’ (Villarceau circles) ทำให้ชิ้นงานมีเอกลักษณ์จากการเล่าเรื่อง และสามารถต่อยอดเชิงพาณิชย์ได้อย่างสร้างสรรค์

คำสำคัญ: สร้างสรรค์ของที่ระลึก, เรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร, เทคนิควิลลาร์โซ

Abstract

Research on designing keepsakes based on the stories of Bangkok's flower district using the Villarceau circles technique using the 'Villarceau circles' technique aims to study the process and satisfaction in designing souvenirs inspired by the stories of Bangkok's floral district through the Villarceau method. The study involved gathering relevant data and using it to develop three sketch designs. Data analysis was conducted based on feedback from five experts, leading to conclusions that informed the final creative work. The resulting products were then evaluated for satisfaction among two target groups: Group 1, consisting of 50 souvenir shop operators, and Group 2, comprising 50 tourists in Bangkok, totaling 100 participants. The collected data was analyzed using frequency, percentage, mean, and standard deviation (S.D.). The research findings revealed that in the creative process of designing souvenirs from the floral district's tales, most experts selected Sketch Design 3 due to its contemporary style, traditional floral garland characteristics, circular wreath form, and decorative tassels on both sides. The creative process involved using recycled plastic assembled through the Villarceau circles (jigsaw technique) and presenting the floral district's stories via QR codes. Regarding satisfaction with the souvenir creation, the following results were observed: Design of the floral garland: Group 1 expressed the highest satisfaction (mean = 4.70), slightly lower than Group 2, which also showed the highest satisfaction (mean = 4.84). Materials: Group 1 reported high satisfaction (mean = 4.66), while Group 2 indicated the highest satisfaction (mean = 4.76). Functionality: Group 1 demonstrated the highest satisfaction (mean = 4.64), slightly below Group 2, which also rated it highest (mean = 4.82). Sales channels: Group 1 showed the highest satisfaction with online stores (mean = 4.78), while Group 2 also expressed the highest satisfaction (mean = 4.86). Therefore, the creation of souvenirs from the floral district's tales in Bangkok combines the traditional essence of Thai floral garlands, recycled plastic materials, and the Villarceau circles technique, resulting in unique, story-driven pieces. This approach also offers creative potential for commercial expansion.

Keywords: Jigsaw Garlands, Creative Souvenirs, Stories about Flower Districts in Bangkok, Villarceau Circles

1. บทนำ

พื้นที่ประวัติศาสตร์ในเขตพระนคร กรุงเทพมหานคร ผังตะวันตกติดกับแม่น้ำเจ้าพระยา ส่วนฝั่งตะวันออกติดกับคลองหลายสาย แต่เดิมเป็นที่อยู่ของชาวจีนในสมัยกรุงธนบุรี เกษนี้เป็นที่ตั้ง ของพระบรมมหาราชวังกับศาลหลักเมืองกรุงเทพมหานคร และสถานที่อื่นที่มีความสำคัญทาง ประวัติศาสตร์ เป็นแหล่งท่องเที่ยวหลักของประเทศไทยซึ่งมีนักท่องเที่ยวชาวไทยและชาวต่างชาติ นิยมเดินทางมาท่องเที่ยว เพราะ เป็นศูนย์กลางของเศรษฐกิจมีสิ่งอำนวยความสะดวกในการท่องเที่ยว ไม่ว่าจะเป็นร้านอาหารร้าน ขายของที่ระลึก และ สถานที่ท่องเที่ยวหลายแห่งที่สำคัญ โดยเฉพาะ บริเวณเกาะรัตนโกสินทร์ เนื่องจากบริเวณเกาะรัตนโกสินทร์เป็นที่ตั้งของสถานที่ท่องเที่ยวหลายแห่ง ที่สำคัญและเป็นสัญลักษณ์เชิงวัฒนธรรมไทยที่มีคุณค่ามากที่สุด ทั้งทางประวัติศาสตร์โบราณวัตถุ สถาปัตยกรรม และศิลปวัฒนธรรม ที่สามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวให้เข้ามาท่องเที่ยวและ เยี่ยมชมที่สำคัญและมีศักยภาพต่อการท่องเที่ยว ได้แก่ พระบรมมหาราชวัง บางลำพู ตลาดท่าเตียน และย่าน ปากคลองตลาด (Rattanakosin Island, 2559)

สถานที่ท่องเที่ยวดังกล่าว ปรากฏสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเรื่องเล่าย่านดอกไม้ เช่น พระบรมมหาราชวังในสมัยก่อนดอกไม้ที่ใช้ในพระราชพิธีของหลวงนั้นมีทั้งการซื้อหาจากสวนข้างนอกวัง และยังมีการปลูกใช้กันเองในเขตพระราชฐานชั้นใน คนเก่าแก่ในวังเล่าให้ฟังว่าตามแถวเตี้ยเรือน ข้าหลวงจะมีการปลูกดอกไม้ไว้ใช้งาน อย่างเช่น ดอกพุท ดอกผกากรอง ดอกประทัดจีน ดอกขบาหนู ดอกพุทธรักษา ดอกจำปาจำปี และดอกพิกุล บางลำพูในสมัยนั้นกล่าวได้ว่า ตลาดยอดบางลำพู เป็นตลาดที่ใหญ่ตลาดหนึ่งในกำแพงพระนคร เป็นตลาดที่มีของขายสารพัด ทั้งสด ทั้งแห้ง ผลหมากรากไม้ ขนม ข้าวต้ม ดอกไม้บูชา มาลัย รูปเทียน แป้งกระแจะ น้ำอบไทย เครื่องหอม ขนมไทยชนิดต่าง ๆ ห้างขาย ทองรูปพรรณร้านขายอาหารมุสลิม ร้านขายเครื่องถ้วยชาม ร้านขายเครื่องหนัง ร้านขายผ้า ฯลฯ ระยะเวลาเป็นตลาดเล็ก ๆ แล้วค่อยขยายจนเป็นตลาดใหญ่ขึ้นตามลำดับ ตลาดท่าเตียนในช่วงต้นกรุง รัตนโกสินทร์มีชื่อเรียกว่า "ตลาดท้ายวัง" หรือ "ตลาดท้ายสนม" กินอาณาบริเวณตั้งแต่ ถนนท้ายวัง จนถึงตลาดท่าเตียนในปัจจุบัน เป็นตลาดที่บรรดานางในหรือนางสนมจะออกจากกำแพง พระบรมมหาราชวังมาจับจ่ายซื้อข้าวของต่าง ๆ โดยสินค้าที่นิยมมากที่สุดคือ ดอกไม้คุณภาพดีเป็นหลักเพราะเหล่าสนม ข้าหลวงในวังต่างต้องการมาซื้อดอกไม้ไปตกแต่ง ร้อยมาลัย และย่าน ปากคลองตลาดจากชุมชนตลาดน้ำและท่าปลาในอดีต ปากคลองตลาดในปัจจุบันได้พัฒนามาสู่ชุมชน ตลาดบกขนาดใหญ่เป็นตลาดขายดอกไม้สดที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทยที่ขายและนำเข้าดอกไม้จากต่างประเทศ เช่น ดอกกรัก ดอกมะลิ และดอกดาวเรือง (พิเชฐ, 2542)

ประกอบกับ มาลัยเป็นศิลปะการประดิษฐ์ดอกไม้สดของไทยอย่างหนึ่ง ซึ่งมีความประณีตสวยงามมากเป็นที่ ประทับใจแก่ผู้พบเห็นตลอดมาทุกยุคทุกสมัย มีหลักฐานปรากฏอย่างชัดเจนว่าบรรพบุรุษของไทยเรา นิยมใช้มาลัยในการตกแต่งประดิษฐ์ดอกไม้สด เนื่องในงานต่าง ๆ และร้อยมาลัยเพื่อบอกให้แก่นัก ระหว่างบุคคลด้วย จนถึงปัจจุบันมาลัยก็ยังเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางไม่ว่าจะเป็นงานแสดงถึง ความสุขหรืองานแห่งความทุกข์ก็ตาม ความนิยมนี้นอกจากจะไม่ลดลงแล้วยังเพิ่มขึ้นตามลำดับอีกด้วย จึงนับว่าการประดิษฐ์มาลัยมีคุณค่าต่อสังคมไทยตลอดมา (กัณหา, 2543) ผลลัพธ์ของที่ระลึกเปรียบเสมือนเครื่องเตือนความทรงจำของการเดินทาง ท่องเที่ยวตาม สถานที่หรือเทศกาลงานต่าง ๆ ซึ่งจากการรวบรวมข้อมูลกลุ่มของที่ระลึกที่นักท่องเที่ยว เช่น แม่เหล็ก ติดตู้เย็น หมวก ผ้าพันคอ ผ้าพันตัว เป็นต้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เพื่อสร้างการจดจำแหล่งท่องเที่ยว จึงต้องการสะท้อนอัตลักษณ์อันสำคัญของแหล่งท่องเที่ยวในแต่ละที่โดยที่การ สะท้อนอัตลักษณ์อันสำคัญของแหล่งท่องเที่ยวนั้น มีทั้งการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกทาง ศิลปวัฒนธรรมหนึ่งที่น่าสนใจโดยเฉพาะงานมาลัยเป็นรูปแบบงานดอกไม้ หนึ่งในความทรงจำ ของผู้คน (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2559)

อย่างไรก็ตาม มาลัยมีข้อจำกัดในด้านอายุการใช้งานการปรับเปลี่ยนวัสดุ โดยเฉพาะการนำ พลาสติกหรือซิลิโคนมาเพิ่มมูลค่าด้วยรูปงาน จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการสร้างสรรค์ จิ๊กซอว์เป็นเกมส์ที่เกิด จากการสร้างภาพที่สมบูรณ์ และภาพสุดท้ายที่ต้องการให้เป็นออกมาก่อน และผู้สร้างจึงทำการแยก หรือแตกออกมาเป็นชิ้นย่อยหลายชิ้น โดยแยกออกเป็นรูปทรงต่าง ๆ ที่แตกต่างกันออกไป โดยเสน่ห์ของเกมส์ฝึกเชาว์ปัญญาชนิดนี้คือการที่ผู้เล่นจะต้องจำภาพหรือ จินตนาการถึงภาพแรกที่ชิ้นส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ยังประกอบเข้าล็อกกันอยู่ และเมื่อชิ้นส่วนถูกแยกออกจากกันแล้ว ผู้เล่นซึ่งอาจจะเล่นเองหรือช่วยกันเล่นก็ตามจะต้องพยายาม

นำชิ้นส่วนที่มีเฉด โทนของสี หรือรูปแบบของชิ้นส่วนที่จะสามารถประกอบเข้ากันได้ แล้วออกมาเป็นภาพหรือ รูปทรงต้นแบบ มาลองประกอบเข้าด้วยกันจนสำเร็จ (นฤเบศร์, 2560) ประเด็นดังกล่าวข้างต้น พบว่ารูปทรงของมาลัยเป็นลักษณะวงกลมการนำวิธีวิลลาร์โซ (Villarceau circles) หรือวงกลมวิลลาร์โซ เป็นแนวคิดทางเรขาคณิต ตั้งชื่อตามนักคณิตศาสตร์และนักดาราศาสตร์ชาวฝรั่งเศส คือ อีฟ วิลลาร์โซ (Yves Villarceau) ผู้ค้นพบวงกลมนี้ในศตวรรษที่ 19 เป็นวงกลมรูปทรงสามมิติ เรียกว่าทรงโดนัท (Torus) ซึ่งวงกลมที่ได้จะมีเป็นวงกลมสองวงตัดกันในแนวเฉียง หรือด้วยระนาบเฉียง (Dorst, 2562) เป็นเทคนิคหลักในการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครครั้งนี้

ดังนั้น เรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครจะมีการเล่าเรื่องเกี่ยวกับวิถีชีวิต และเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมที่โดดเด่น ซึ่งสามารถนำมาสร้างคุณค่าเชิงสร้างสรรค์ได้ แต่ยังขาดกระบวนการออกแบบและพัฒนาของที่ระลึกที่สามารถถ่ายทอดเรื่องราวเหล่านั้นอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการนำเสนอผ่านเทคนิคเฉพาะอย่าง ‘วิลลาร์โซ’ ซึ่งยังไม่แพร่หลายในบริบทของการออกแบบเชิงวัฒนธรรม ผสมผสานกับพลาสติกรีไซเคิลมาใช้ในการสร้างของที่ระลึกอย่างมีคุณค่า ทั้งในด้านการใช้งาน ความงาม และความหมายทางวัฒนธรรม รวมทั้งข้อมูลเชิงประจักษ์เกี่ยวกับระดับความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่เป็นนักท่องเที่ยวหรือร้านจำหน่ายของที่ระลึกต่อสินค้าที่ออกแบบจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ งานวิจัยนี้จึงเกิดขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผ่านการศึกษากระบวนการสร้างสรรค์ การออกแบบ และการประเมินผลตอบรับของผลิตภัณฑ์ที่ระลึกเชิงสร้างสรรค์จากชุมชนย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาดังกล่าวจึงนำไปสู่ผลลัพธ์ ได้แก่ 1) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ด้วยการนำเรื่องเล่า วิถีชีวิต และเอกลักษณ์ของย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร มาถ่ายทอดลงบนของที่ระลึก ทำให้เกิดการอนุรักษ์และเผยแพร่วัฒนธรรมท้องถิ่นในรูปแบบที่จับต้องได้ 2) การใช้เทคนิค ‘วิลลาร์โซ’ เป็นการออกแบบสร้างความแปลกใหม่และเพิ่มมูลค่าให้กับของที่ระลึก ทำให้สินค้ามีความโดดเด่น แตกต่าง และสะท้อนอัตลักษณ์ของพื้นที่ได้อย่างชัดเจน 3) ผลงานการออกแบบสามารถนำไปประเมินความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวและร้านจำหน่ายของที่ระลึก เพื่อปรับปรุงและพัฒนาให้ตรงกับความต้องการเชิงการตลาดอย่างแท้จริง 4) ส่งเสริมการใช้วัสดุรีไซเคิลอย่างสร้างสรรค์ ไม่เพียงช่วยลดขยะพลาสติก แต่ยังสร้างมูลค่าเพิ่มให้วัสดุเหลือใช้ กลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทั้งสวยงามและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และ 5) สร้างโอกาสในการประกอบอาชีพและรายได้ งานวิจัยนี้สามารถเป็นต้นแบบหรือแนวทางสำหรับผู้สนใจในการสร้างสรรค์งานฝีมือและผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก เพื่อพัฒนาเป็นอาชีพเสริมเพื่อสร้างรายได้ในอนาคต การสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิค ‘วิลลาร์โซ’ จึงเป็นการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมที่มีเรื่องราวและความหมาย สามารถเชื่อมโยงผู้คนเข้ากับสถานที่ ทำให้เกิดประสบการณ์ท่องเที่ยวชุมชนหรือพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับดอกไม้ผ่านของที่ระลึก ซึ่งช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ สนับสนุนเศรษฐกิจในชุมชน และความทรงจำทางวัฒนธรรม

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) กระบวนการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิควิลลาร์โซ
- 2) ประเมินความพึงพอใจในการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิควิลลาร์โซ

2. ระเบียบวิธีวิจัย

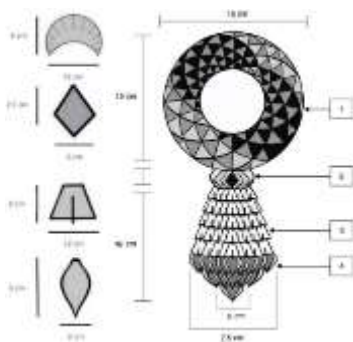
การสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิควิลลาร์โซ มีวิธีการศึกษา โดยแบ่งตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

2.1 กระบวนการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิควิลลาร์โซ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) แนวคิดในการออกแบบ 2) การออกแบบ SKETCH DESIGN 3) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และ 4) สรุปผล ดังนี้

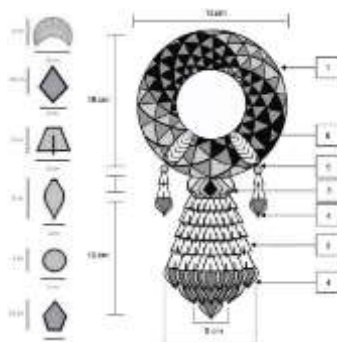
- 1) แนวคิดในการออกแบบ ได้แนวคิดมาจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร ได้แก่ พระบรมมหาราชวัง บางลำพู ตลาดท่าเตียน และย่านปากคลองตลาด นำไปสู่การจัดทำของที่ระลึกจากพื้นที่ประวัติศาสตร์และความทรงจำ โดยใช้วัสดุจากพลาสติก

เหลือใช้ด้วยเทคนิคซิลาร์โซ มาออกแบบเป็นพวงมาลัยสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว และการอนุรักษ์งานดอกไม้ไทย ตลอดจนส่งเสริมเศรษฐกิจภายในประเทศอีกด้วย

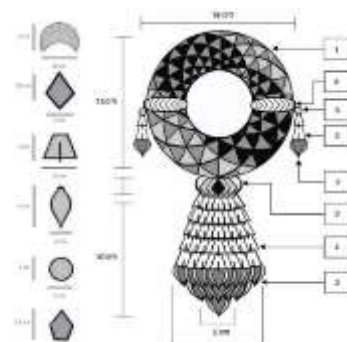
2) การออกแบบ (SKETCH DESIGN) รูปแบบมาลัยด้วยเทคนิคซิลาร์โซ จากการทบทวนวรรณกรรม มาลัยชายเดี่ยว บางคนเรียกว่ามาลัยมือ มาลัยข้อมือ และมาลัยคล้องแขน ถ้าใช้ในการทูลเกล้าฯ ถวายก็เรียกว่า มาลัยข้อพระกร เป็นรูปแบบมาลัยเก่าแก่พบหลักฐานเริ่มใช้ในราชสำนักสยามมาตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยา ใช้ในพิธีถวายพระหรือบุคคลชั้นสูง รูปแบบมาลัยดั้งเดิมมีลักษณะเป็นพวงกลมมีอุบะห้อยชายเดี่ยว ปัจจุบันมีการตกแต่งอุบะตุ้งตุ้งหรืออุบะขาเดียว บางคนเรียกว่าลูกลู่ เป็นรูปแบบที่พัฒนามาจากรูปแบบมาลัยดั้งเดิม โดยมีการตกแต่งเพิ่มเติมบริเวณพวงมาลัยให้ห้อยระย้าควบคู่กับพวงอุบะ เพื่อเพิ่มความงามและความประณีต เป็นที่นิยมปรากฏในสองรูปแบบ ทั้งรูปแบบตกแต่งใกล้เคียงกับพวงอุบะ และด้านข้างทั้งสองฝั่งของพวงมาลัยเพื่อเพิ่มความสวยงาม ใช้สำหรับการถวายพระหรือบุคคลสำคัญ ของฝาก และของที่ระลึกในโอกาสพิเศษ เช่น งานมงคล งานวันสำคัญทางศาสนา มาลัยชายเดี่ยวจึงเป็นสัญลักษณ์แห่งความเคารพ ความศรัทธา และการแสดงความกตัญญู ดังนั้น แรงบันดาลใจในการออกแบบ (SKETCH DESIGN) มาลัยด้วยเทคนิคซิลาร์โซประกอบด้วย 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบที่ 1 มาลัยแบบดั้งเดิม รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 มาลัยตกแต่งอุบะตุ้งตุ้งหรืออุบะขาเดียว



ภาพที่ 1 การออกแบบ (SKETCH DESIGN) รูปแบบที่ 1



ภาพที่ 2 การออกแบบ (SKETCH DESIGN) รูปแบบที่ 2



ภาพที่ 3 การออกแบบ (SKETCH DESIGN) รูปแบบที่ 3

3) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิคซิลาร์โซ โดยกำหนดผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ด้านการท่องเที่ยว และด้านงานดอกไม้ รวมจำนวนทั้งสิ้น 5 คน ในการสร้างแบบสอบถามได้แบ่งคำถามเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร มีลักษณะเป็นข้อคิดเห็นจำนวน 8 ข้อ ได้แก่ 1) เส้นทางเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร 2) รูปแบบมาลัยด้วยเทคนิคซิลาร์โซ 3) ส่วนประกอบประเภทพวงมาลัย 4) ส่วนประกอบประเภททวดู 5) ส่วนประกอบประเภทอุบะ 6) ขนาดและสัดส่วนของมาลัย 7) วัสดุที่ใช้ในการสร้างสรรค์ และ 8) ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

4) สรุปผล ประกอบด้วย 2 ประเด็น ได้แก่

4.1) สรุปแบบร่างความคิดจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

4.2) การสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิคซิลาร์โซ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการตัดพลาสติกกรีซเคิล 2) ขั้นตอนการตัดพลาสติกด้วยเทคนิคซิลาร์โซ 3) รูปแบบการตัดพลาสติก 4) ขั้นตอนการประดิษฐ์มาลัย และ 5) ขั้นตอนการสร้าง QR CODE

2.2 ประเมินความพึงพอใจในการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิคซิลาร์โซ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และ 2) การเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิควิลลาโรโซ โดยกำหนดกลุ่มเป้าหมายจำนวน 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึก จำนวน 50 คน และกลุ่มที่ 2 กลุ่มนักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน รวมจำนวนทั้งสิ้น 100 คน ทั้งสองกลุ่มมีความสัมพันธ์ในการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากกลุ่มนักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกสร้างสรรค์สินค้าใหม่ที่เชื่อมโยงกับเรื่องเล่าและสอดคล้องกับความต้องการของนักท่องเที่ยว ทั้งในด้านความงามสินค้าที่เป็นเอกลักษณ์ มีเรื่องราวที่สื่อถึงความทรงจำเกี่ยวกับประสบการณ์ในท่องเที่ยวได้ดี สินค้าของที่ระลึกนั้นสามารถจำหน่ายได้ ดังนั้น ทั้งสองกลุ่มมีความสัมพันธ์แบบผู้สร้างและผู้บริโภคซึ่งส่งผลต่อกัน ในการสร้างแบบสอบถามได้แบ่งคำถามเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม มีลักษณะเป็นข้อ คำถามแบบตรวจสอบรายการจำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจในการสร้างสรรค์ของที่ระลึกเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร มีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบมาตราส่วน (พิมพรรณ, 2554) จำนวน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านรูปแบบของด้านพวงมาลัย ด้านการท่องเที่ยว ด้านประโยชน์ใช้สอย ด้านช่องทางสถานที่จัดจำหน่าย และความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะ โดยในแต่ละข้อคำถามมีคำตอบให้ เลือก 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

2) การเก็บรวบรวมข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยในส่วนของข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ใช้สถิติวิเคราะห์หาค่าความถี่ ค่าร้อยละ นำเสนอในรูปตาราง ประกอบความเรียง และส่วนของพึงพอใจในการสร้างสรรค์ของที่ระลึกเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร ใช้ค่าความถี่ค่าเฉลี่ย นำเสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียง โดยใช้สูตรคำนวณ

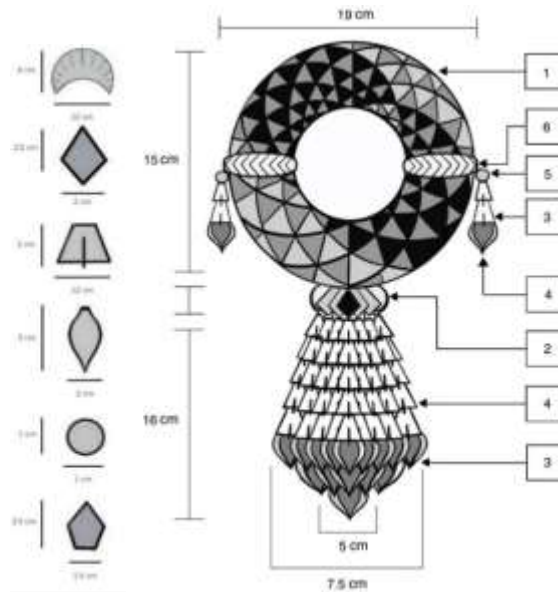
3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษา

1) กระบวนการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิควิลลาโรโซ

1.1) สรุปแบบร่างความคิดจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่า 1) เส้นทางเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร ได้แก่ พระบรมมหาราชวัง บางลำพู ตลาดท่าเตียน และย่านปากคลองตลาด ผู้เชี่ยวชาญผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้ให้ความคิดเห็นว่าการท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์ (Historical Tourism) ในรูปแบบการท่องเที่ยวแบบวันเดย์ทริป (One-day trip) เป็นเส้นทางการท่องเที่ยวระยะสั้น ควรเชื่อมโยงเส้นทางประวัติงานดอกไม้ ระยะเวลา และเส้นทางการท่องเที่ยวในรูปแบบ QR Code 2) รูปแบบมาลัยด้วยเทคนิควิลลาโรโซ ผู้เชี่ยวชาญ 3 ใน 5 ท่านเลือก SKETCH DESIGN 3 เพราะรูปแบบมีความร่วมสมัย ลักษณะของมาลัยมีความดั้งเดิม ด้วยลักษณะแบบพวงกลม และตกแต่งด้วยอุบะด้านซ้ายขวาซึ่งเป็นรูปแบบที่นิยมกันในปัจจุบัน 3) ส่วนประกอบประเภทพวงมาลัย ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านเลือกแบบที่ 3 เพราะลวดลายมีความละเอียดสวยงาม 4) ส่วนประกอบประเภทพัดหู ผู้เชี่ยวชาญ 3 ใน 5 ท่านเลือกแบบที่ 1 เพราะมีลักษณะรูปแบบดั้งเดิม และง่ายต่อการจดจำ 5) ส่วนประกอบประเภทอุบะ ผู้เชี่ยวชาญ 3 ใน 4 ท่านเลือกแบบที่ 1 เพราะรูปทรงเป็นเอกลักษณ์ และเหมาะสมกับการจัดทำของที่ระลึก 6) ขนาดและสัดส่วนของมาลัย ผู้เชี่ยวชาญ 3 ใน 5 ท่านเลือกควรปรับปรุงขนาดและสัดส่วนของมาลัยคล้องมือ ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางพวงมาลัย 13-19 เซนติเมตร ความยาวรวมพวงอุบะ ประมาณ 25-31 เซนติเมตร 7) วัสดุที่ใช้ในการสร้างสรรค์ ผู้เชี่ยวชาญ 4 ใน 5 ท่านเลือกพลาสติกไร้เคลือบชนิดขุน เพราะแยกชิ้นส่วนได้ง่าย มีความสวยงาม และควรคัดเลือกมีสีของพลาสติกไร้เคลือบเดียวกัน และ 8) ข้อเสนอแนะอื่น ๆ สามารถนำผลงานการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิควิลลาโรโซไปต่อยอดได้เช่น สินค้า OTOP ในอนาคต และสามารถลงสีเพิ่มเติมให้กับพลาสติกให้ของที่ระลึกมีความแปลกใหม่ และสวยงามมากขึ้น



ภาพที่ 4 สรุบบรรยากาศความคิดจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 1 รายละเอียดสรุบบรรยากาศความคิดจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

หมายเลข	รูปแบบ	รายละเอียด
1		จิกซอร์รูปครึ่งวงกลมประกอบเป็นตัวพวงมาลัย ขนาด กว้าง 6 ซม. ยาว 12 ซม.
2		รูปข้าวหลามตัดประกอบเป็นรัดข้อ ขนาด กว้าง 2.5 ซม. ยาว 2 ซม.
3		รูปสี่เหลี่ยมคางหมูสอดประกบกัน 2 ชั้นเป็นดอกกรัก ขนาด กว้าง 2 ซม. ยาว 2 ซม.
4		รูปทรงหยดน้ำประกบกัน 6 ชั้นเป็นดอกข้าว ขนาด กว้าง 3 ซม. ยาว 2 ซม.
5		รูปทรงกลมใช้ความร้อนเพื่อให้เกิดความโค้งจากนั้นประกบ กัน 2 ชั้นเป็นดอกพุท ขนาด กว้าง 1 ซม. ยาว 1 ซม.
6		รูปทรง 5 เหลี่ยมประกอบซ้อนกันเป็นชีกดอกกรัก ขนาด กว้าง 2.5 ซม. ยาว 1.5 ซม.

1.2) การสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิควิลลาโรโซ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการตัดพลาสติกกรีซเคิล 2) ขั้นตอนการตัดพลาสติกด้วยเทคนิควิลลาโรโซ 3) รูปแบบการตัดพลาสติก 4) ขั้นตอนการประดิษฐ์มาลัย และ 5) ขั้นตอนการสร้าง QR CODE ดังนี้

(1) ขั้นตอนการตัดพลาสติกกรีซเคิล เป็นการแบ่งแต่ละส่วนตามความหนาของขวดพลาสติกที่มีผลต่อวิธีการตัดประกอบไปด้วย 5 ส่วน ได้แก่ ส่วนของทาดู ดอกกรัก ตัวพวง รัดข้อ และทาดู ดังนี้

ตารางที่ 2 การตัดพลาสติกกรีไซเคิล



หมายเลข	รูปแบบ
1	ใช้ในส่วนของก้นขวด
2	ใช้ในส่วนของคอขวด
3	ใช้ในส่วนของตัวขวด
4	ใช้ในส่วนของคอขวด
5	ใช้ในส่วนของก้นขวด

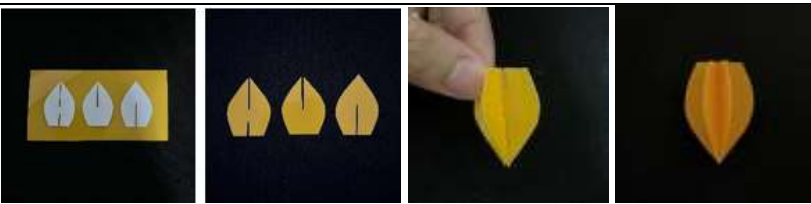
(2) ขั้นตอนการตัดพลาสติกด้วยเทคนิควิลลาซาร์โซ (Villarceau circles) หรือวงกลมวิลลาซาร์โซ เป็นแนวคิดทางเรขาคณิตที่เกี่ยวข้องกับรูปทรงสามมิติ เรียกว่าทอรัส (Torus) แบบแพทเทิร์นเป็นรูปร่างเสี้ยวพระจันทร์ แบบแพทเทิร์นแรก กรีดเส้นบน และแบบแพทเทิร์นที่สองจะกรีดเส้นล่าง นำสองแพทเทิร์นเสียบสลับกันในเฉียง วงกลมที่ได้จะมีลักษณะเป็นวงกลมสองวงตัดกันในแนวเฉียง

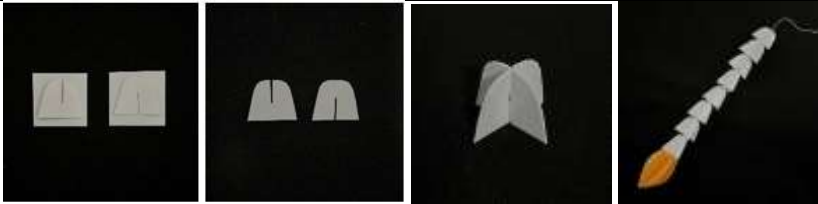
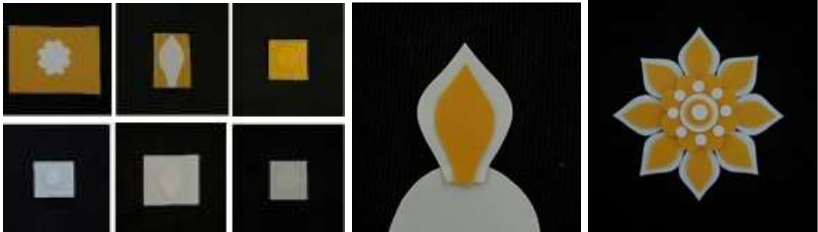
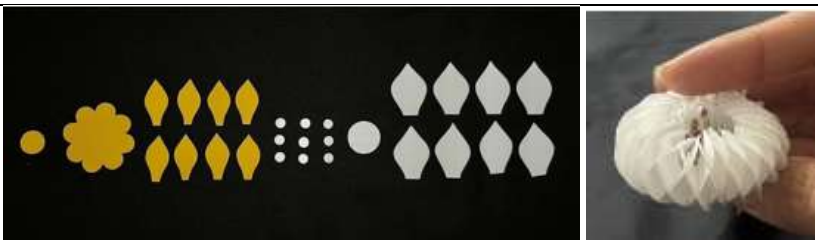
ตารางที่ 3 การตัดพลาสติกด้วยเทคนิควิลลาซาร์โซ (Villarceau circles)

ที่	รูปแบบ	รายละเอียด	ที่	รูปแบบ	รายละเอียด
1		ตัดแพทเทิร์นทั้ง 2 ขนาด กรีดเส้นบนจำนวน 40 แผ่น และเส้นล่างจำนวน 40 แผ่น	4		หลังจากสอดครบทุกช่องให้พับหรือยึด เพื่อดูความยาวของตัวพวง
2		นำแพทเทิร์นที่กรีดส่วนบนและล่างมาสอดช่องตรงกลางและดันให้เสมอกัน	5		เมื่อครบจำนวน 80 ชิ้นแล้วให้โค้งยึดดูช่องไฟ ขนาดสัดส่วนก่อนประกอบ
3		สอดให้ได้ตามร่องแล้วดูช่องไฟให้มีขนาดเท่ากัน	6		ถอดแพทเทิร์น 2 แผ่นทั้งสองฝั่งออก แล้วเสียบตามร่อง ดันแพทเทิร์นให้พอดีกับทอรัส (Torus)

(3) รูปแบบการตัดพลาสติก

ตารางที่ 4 รูปแบบการตัดพลาสติก

ที่	รูปแบบ	รายละเอียด
1		รูปแบบพวงมาลัย
2		รูปแบบดอกขำ

ที่	รูปแบบ	รายละเอียด
3		รูปแบบดอกกรัก
4		รูปแบบตัดหู
5		รูปแบบรัดข้อ

(4) ขั้นตอนการประดิษฐ์มาลัย

ตารางที่ 5 ขั้นตอนการประดิษฐ์มาลัย

ที่	รูปแบบ	รายละเอียด
1		การประกอบอุบะ ดอกกรัก 6 ดอก 1 เส้น ดอกกรัก 7 ดอก 5 เส้น ดอกกรัก 5 ดอก 9 เส้น
2		การประกอบพวงมาลัย นำรัดข้อที่ติดการรัดล้อม ตัวพวงทั้ง 2 ฝั่ง นำอุบะมัดกับตัวพวงให้ แน่นโดยการสอดด้ายเข้า ด้านในพวง นำท่อนูมามัด เข้ากับตัวพวงมาลัย

(5) ขั้นตอนการสร้าง QR CODE

การสร้าง QR CODE ที่บรรจุข้อมูลสำหรับการเดินทางท่องเที่ยวย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร ที่ประกอบไปด้วย 4 แห่ง ได้แก่ ท่าเตียน วัดพระศรีรัตนศาสดาราม บางลำพู และปากคลองตลาด ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

1) นำข้อมูลสำหรับการเดินทาง ท่องเที่ยวย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร ด้วยโปรแกรม Canva แล้วบันทึกเป็นไฟล์ PDF วิธีการสร้าง QR CODE

2) นำไฟล์ที่บันทึกเป็น PDF ไปสร้าง E-Book <https://pubhtml5.com> ต่อมาคลิกตรงแถบ Quick Upload จากนั้น แนบไฟล์ข้อมูล PDF ลงไปในช่องต่อมาแถบ Create E-Book เสร็จเรียบร้อยและสร้าง QR CODE อัตโนมัติ



ภาพที่ 5 QR CODE ข้อมูลท่องเที่ยวย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร

1.2) ผลงานสำเร็จ



ภาพที่ 6 ผลงานสำเร็จ

3.2 ประเมินความพึงพอใจในการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิควิลลาโรโซ

ผลการการสำรวจความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามในครั้งนี้ จึงได้จำแนกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 กลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึก จำนวน 50 คนและกลุ่มที่ 2 กลุ่มนักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครทำงานอายุระหว่าง 18-59 ปี จำนวน 50 คน รวมจำนวนทั้งสิ้น 100 คน โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบสอบถาม มีลักษณะเป็นข้อคำถามตรวจสอบรายการ จำนวน 5 ข้อ ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้/เดือน ดังนี้ 1) **ด้านเพศ** ผู้ตอบแบบสอบถามกลุ่มที่ 1 ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 62 เพศชายคิดร้อยละ 38 ส่วนกลุ่มที่ 2 ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 56 เพศชายคิดร้อยละ 44 2) **ด้านอายุ** กลุ่มที่ 1 ส่วนใหญ่มีอายุ 20-30 ปี คิดเป็น ร้อยละ 42 รองลงมาคือ อายุ 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 30 อายุ 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 14 อายุ 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 10 และอายุต่ำกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 4 ส่วนกลุ่มที่ 2 อายุระหว่าง 18-59 ปี ส่วนใหญ่มีอายุ 20-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 44 รองลงมาคือ อายุ 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 30 อายุ 41-50 ปีคิดเป็นร้อยละ 12 อายุ 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 10 และอายุต่ำกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 4 3) **ด้านระดับการศึกษา** กลุ่มที่ 1 ส่วนใหญ่มีระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 66 รองลงมาคือระดับต่ำกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 20 ด้านอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 8 ระดับระดับปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 4 และระดับปริญญาเอก คิดเป็นร้อยละ 2 ส่วนกลุ่มที่ 2 ระหว่าง 18-59 ปี ส่วนใหญ่ระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 84 รองลงมาคือ ระดับอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 10 ระดับปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 8 ระดับ ต่ำกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 4 และระดับปริญญาเอก คิดเป็นร้อยละ 4 4) **ด้านอาชีพ** กลุ่มที่ 1 ส่วนใหญ่กิจการเจ้าของคนเดียว คิดเป็นร้อยละ 46 รองลงมาคือบริษัทจำกัด คิดเป็นร้อยละ 24 ธุรกิจขนาดย่อม คิดเป็นร้อยละ 16 ห้างหุ้นส่วน คิดเป็นร้อยละ 6 บริษัทมหาชนจำกัด คิดเป็นร้อยละ 2 และห้างหุ้นส่วน คิดเป็นร้อยละ 2 ส่วนกลุ่มที่ 2 อายุระหว่าง 18-59 ปี ส่วนใหญ่ธุรกิจส่วนตัว คิดเป็นร้อยละ 42 รองลงมาคือรับราชการ คิดเป็นร้อยละ 28 อื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 18 พนักงานรัฐวิสาหกิจ คิดเป็นร้อยละ 8 และพนักงานบริษัทเอกชน คิดเป็นร้อยละ 4 5) **ด้านรายได้/เดือน** กลุ่มที่ 1 ส่วนใหญ่รายได้ 20,000 บาทขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมาคือรายได้ 15,001 -20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 30 และรายได้ 10,000 -15,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 30 ส่วนกลุ่มที่ 2 อายุระหว่าง 18-59 ปี รายได้ 20,000 บาทขึ้นไป และรายได้ 15,001 -20,000 บาท เท่ากันคิดเป็นร้อยละ 36 รองลงมารายได้ 10,000 -15,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 22 และรายได้ต่ำกว่า 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 6

ตอนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อ มาลัยจิกซอร์ : การสร้างสรรค์ของที่ระลึกจาก เรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร มีลักษณะเป็นคำถามแบบมาตราส่วนจำนวน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านรูปแบบของมาลัย ด้านวัสดุ ด้านประโยชน์ใช้สอย ด้านช่องทางสถานที่จัดจำหน่าย และ ข้อเสนอแนะ/ความคิดเห็นอื่น โดยในแต่ละข้อคำถามมีคำตอบให้เลือก 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ดังนี้

ตารางที่ 6 แสดงค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และความพึงพอใจในการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่า ย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิคซิลาร์โซ

ข้อมูลด้านรูปแบบมาลัย	กลุ่มที่ 1			กลุ่มที่ 2		
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1) สีสีนของมาลัย	4.12	0.77	มาก	4.12	0.65	มาก
2) ความสวยงามและทันสมัยของมาลัย	4.58	0.70	มากที่สุด	4.78	0.54	มากที่สุด
3) ความคิดสร้างสรรค์ของมาลัย	4.70	0.64	มาก	4.84	0.54	มากที่สุด
รวม	4.47	0.70	มาก	4.58	0.58	มากที่สุด

สรุปตารางที่ 6 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบด้านรูปแบบของมาลัย โดยรวมกลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึก มีความพึงพอใจ 4.47 น้อยกว่า กลุ่มนักท่องเที่ยวใน กรุงเทพมหานคร 4.58 เมื่อพิจารณารายข้อพบว่ามีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยส่วนสีสีนของมาลัยกลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจเท่ากับนักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครส่วนด้านความสวยงามและทันสมัยของมาลัยกลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับ ร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจน้อยกว่า นักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครและความคิดสร้างสรรค์ของมาลัยกลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจน้อยกว่า นักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 7 แสดงค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และความพึงพอใจในการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิคซิลาร์โซ

ข้อมูลด้านวัสดุ	กลุ่มที่ 1			กลุ่มที่ 2		
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1) ความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้	4.60	0.69	มากที่สุด	4.76	0.59	มากที่สุด
2) ความแปลกใหม่ของวัสดุ	4.66	0.68	มากที่สุด	4.70	0.73	มากที่สุด
3) ความแข็งแรงและความคงทนของวัสดุ	4.52	0.70	มากที่สุด	4.72	0.66	มากที่สุด
รวม	4.59	0.69	มากที่สุด	4.73	0.66	มากที่สุด

สรุปตารางที่ 7 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบด้านวัสดุ โดยรวมกลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับ ร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจ 4.59 น้อยกว่า นักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร 4.73 เมื่อพิจารณารายข้อพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยความ เหมาะสมของวัสดุที่ใช้กลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจน้อยกว่า นักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร ความแปลกใหม่ของวัสดุกลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ ระลึกมีความพึงพอใจน้อยกว่า นักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร และด้านความแข็งแรงและความคงทนของวัสดุกลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึก มี ความพึงพอใจน้อยกว่า นักท่องเที่ยว ในกรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 8 แสดงค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และความพึงพอใจในการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ใน กรุงเทพมหานครด้วยเทคนิคซิลาร์โซ

ข้อมูลด้านประโยชน์ใช้สอย	กลุ่มที่ 1			กลุ่มที่ 2		
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. การนำไปเป็นของขวัญที่ระลึก	4.64	0.62	มากที่สุด	4.80	0.53	มากที่สุด
2. ใช้ในการประดับตกแต่ง	4.62	0.60	มากที่สุด	4.82	0.58	มากที่สุด
3. ใช้ในการบูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์	4.00	0.82	มาก	4.14	0.69	มาก
รวม	4.42	0.68	มาก	4.59	0.57	มากที่สุด

สรุปตารางที่ 8 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบด้านประโยชน์ใช้สอย โดยรวมกลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึก มีความพึงพอใจ 4.42 น้อยกว่า นักท่องเที่ยวใน กรุงเทพมหานคร 4.59 เมื่อพิจารณารายข้อพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยการนำไปเป็นของขวัญที่ระลึกกลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึก มีความ พึงพอใจน้อยกว่านักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร ส่วนการใช้ในการประดับตกแต่งกลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับ ร้านขายของที่ระลึก มีความพึงพอใจน้อยกว่านักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร และการนำไปใช้ในการบูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์กลุ่ม ผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้าน ขายเป็นที่ระลึกมีความ พึงพอใจน้อยกว่า นักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 9 แสดงค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และความพึงพอใจในการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ใน กรุงเทพมหานครด้วยเทคนิคซิลาร์โซ

ข้อมูลด้านช่องทางสถานที่จัดจำหน่าย	กลุ่มที่ 1			กลุ่มที่ 2		
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ร้านขายของที่ระลึก	4.64	0.059	มากที่สุด	4.74	0.59	มากที่สุด
2. ร้านขายของ OTOP	4.74	0.56	มากที่สุด	4.70	0.67	มากที่สุด
3. ร้านขายของออนไลน์ ได้แก่ เว็บไซต์ Facebook Line Instagram และTikTok	4.78	0.41	มากที่สุด	4.86	0.40	มากที่สุด
รวม	4.72	0.52	มากที่สุด	4.78	0.55	มากที่สุด

สรุปตารางที่ 9 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบด้านช่องทางสถานที่จัดจำหน่าย โดยรวมกลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึก มีความพึงพอใจ 4.72 น้อยกว่า นักท่องเที่ยวใน กรุงเทพมหานคร 4.78 เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 โดยเฉลี่ยร้านขายของที่ระลึกกลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจ น้อยกว่า นักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร ส่วนร้านขายของ OTOP กลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับ ร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจ มากกว่านักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร และร้านออนไลน์ เช่น หน้าเว็บเพจ Facebook Line Instagram และ Tik Tok กลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ ระลึกมีความพึงพอใจน้อยกว่า นักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร

3.2 อภิปรายผล

การสร้างสรรคของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิค ‘วิลลาร์โซ’ สามารถอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์การวิจัยได้ ดังนี้

1) การสร้างสรรคของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิค ‘วิลลาร์โซ’ พบว่า ด้านเส้นทางย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร เรื่องเล่าย่านดอกไม้ ประวัติงานดอกไม้ที่พบในย่านดอกไม้ ดอกไม้ที่นิยมในสมัยรัตนโกสินทร์ แท็ก QR Code เกี่ยวกับเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร มีการวางแผนทางที่เข้าใจได้ง่าย รูปแบบมีความร่วมสมัย ลักษณะของมาลัยมีความดั้งเดิมแบบพวงกลมและตกแต่งด้วยอุบะตุงตั้งซ้ายขวาซึ่งเป็นรูปแบบที่ นิยมกันในปัจจุบัน สีและวัสดุจากพลาสติกกรีไซเคิล สามารถแยกชิ้นส่วนได้ง่ายชัดเจน มีความสวยงาม มีสีที่เป็นไปในแนวทางเดียวกันสอดคล้องกับโครงการพิเศษเรื่องพลาสติกกำพร้าว : การสร้างสรรค เครื่องประดับจากขวดพลาสติกและเบี่ยงเคลือบสีวัดพระเชตุพนวิมลมังคลารามราชวรมหาวิหาร (มหรณพ และศิริวิไลล์, 2565) ในด้านการใช้วัสดุพลาสติกกรีไซเคิลมาใช้ในการสร้างของที่ระลึกอย่างมีคุณค่า ทั้งในด้านการใช้งาน ความงาม และความหมายทางวัฒนธรรม

2) ความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีการสร้างสรรคของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิค ‘วิลลาร์โซ’ จำนวน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านรูปแบบของมาลัย ด้านวัสดุ ด้านประโยชน์ใช้สอย และด้านช่องทางสถานที่จัดจำหน่าย ดังนี้

2.1) ด้านรูปแบบของมาลัย พบว่า มีความพึงพอใจในด้านความคิดสร้างสรรค์ของมาลัยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.7 และ 4.84 มีค่าเฉลี่ยสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง การประดิษฐ์เครื่องประดับจากเศษผ้าหม้อห้อม ที่ด้านความคิดสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ย 4.56 (ณัฐวิ และนิกร, 2561) และงานวิจัยเรื่อง ผลิตภัณฑ์ชุดเครื่องประดับจากย่านลิลีด้วยเทคนิคมาโครเม ด้านรูปแบบ โดยรวมมีค่าเฉลี่ย 4.93 (กฤษณา, 2555) ทั้งนี้อาจจะเห็นได้ว่ากลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มีความคิดเห็นที่ตรงกันในเรื่องของความคิดสร้างสรรค์ของชุดเครื่องประดับ อาจเนื่องมาจากเทคนิคที่ใช้มีความแปลกใหม่ โดยเฉพาะเทคนิค ‘วิลลาร์โซ’ หรือ Villarceau circles เป็นเทคนิคทางเรขาคณิตที่เกิดจากการตัดรูปทรงโดนัท (torus) ในมุมเฉพาะทำให้เกิดเส้นวงกลมที่ตัดกันในลักษณะซ้อนทับ ซึ่งเป็นเทคนิคที่พบได้น้อยมากในงานออกแบบเครื่องประดับหรือของที่ระลึกทั่วไป การประยุกต์เทคนิคนี้เข้ากับการออกแบบมาลัยไทย ทำให้ชิ้นงานมีลักษณะร่วมสมัยและแปลกใหม่ ทั้งในเชิงรูปทรง การประกอบชิ้นส่วน และประสบการณ์การใช้งาน เนื่องจากผู้ใช้สามารถถอดประกอบหรือจัดเรียงชิ้นงานได้ด้วยตนเอง

2.2) ด้านวัสดุ พบว่า กลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.66 และนักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครมีความพึงพอใจอยู่ระดับ มากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.76 ค่าเฉลี่ยด้านวัสดุมาลัยนี้มีความคล้ายคลึงกับงานวิจัยเรื่อง การประดิษฐ์เครื่องประดับจากเศษผ้าหม้อห้อม ที่ด้านวัสดุมีความคิดสร้างสรรค์ มีค่าเฉลี่ย 4.64 (ณัฐวิ และนิกร, 2561) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเครื่องประดับสตรีสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบได้ การเลือกใช้วัสดุพลาสติกกรีไซเคิลยังเป็นการนำนวัตกรรมด้านวัสดุมาใช้ร่วมกับแนวคิดการออกแบบ สร้างจุดเด่นในด้านความยั่งยืน (sustainability) ซึ่งสอดคล้องกับความสนใจของผู้บริโภคยุคใหม่ ที่ให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า การผสมผสานกันระหว่างเรื่องเล่าท้องถิ่น วัสดุรีไซเคิล และเทคนิคเรขาคณิตขั้นสูงนี้ ทำให้ชิ้นงานมาลัยจิกซอร์มีความสร้างสรรค์หลายมิติ ไม่ใช่เพียงความสวยงามทางศิลปะ แต่ยังรวมถึงแนวคิดนวัตกรรม และคุณค่าทางวัฒนธรรม

2.3) ด้านประโยชน์ใช้สอย พบว่า กลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.64 และนักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 4.82 มีความสอดคล้องกับงานวิจัยที่เรื่อง ผลิตภัณฑ์ชุดเครื่องประดับจากย่านลิลีนาด้วยเทคนิคการแกะสลัก ที่ด้าน ประโยชน์ใช้สอยโดยรวม มีค่าเฉลี่ย 4.09 (กฤษณา, 2555) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการออกแบบของที่ระลึกที่ดีไม่เพียงแต่เน้นความงามหรือแนวคิดสร้างสรรค์ แต่ยังต้องคำนึงถึงการใช้งานจริง เพื่อให้ชิ้นงานสามารถตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้ได้หลายมิติและเกิดคุณค่าอย่างแท้จริง และ 4) ด้านช่องทางสถานที่จัดจำหน่าย พบว่า กลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจในด้านร้านออนไลน์ เช่น หน้าเว็บเพจ Facebook Line Instagram และTik Tok อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.78 และนักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.86 ค่าเฉลี่ยนี้มีความคล้ายคลึงกับงานวิจัยที่เรื่อง การประดิษฐ์ เครื่องประดับจากเศษผ้าหม้อห้อม ด้านสถานที่จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ OTOP มีค่าเฉลี่ย 4.56 (ณัฐติ และนิธิกร, 2561) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากร้านออนไลน์เป็นพื้นที่การเข้าถึงกลุ่มลูกค้าที่หลากหลายในยุคดิจิทัล ผู้บริโภคจำนวนมากหันมาเลือกซื้อของที่ระลึกหรือสินค้าหัตถกรรมผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ เพราะสามารถดูข้อมูลสินค้า รีวิว เปรียบเทียบราคา และสั่งซื้อได้ง่ายโดยไม่ต้องเดินทาง นอกจากนี้ ช่องทางออนไลน์ยังช่วยให้สินค้าที่ออกแบบด้วยแนวคิดสร้างสรรค์ครั้งนี้ สามารถถูกนำเสนอให้เข้าถึงกลุ่มลูกค้าที่มีความสนใจเฉพาะด้าน เช่น กลุ่มนักท่องเที่ยวต่างชาติ หรือผู้ที่สนใจงานดีไซน์ร่วมสมัย ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. สรุปผล

4.1 สรุปกระบวนการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิคซิลิโคน ผลการศึกษาพบว่าผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 ท่าน ส่วนใหญ่เลือกรูปแบบ SKETCH DESIGN แบบที่ 3 เป็นการออกแบบที่มีความร่วมสมัย ลักษณะของมาลัยมีความดั้งเดิมแบบวงกลม และเป็นรูปแบบที่นิยมกันในปัจจุบัน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญได้นำมา เป็นแนวทางการประดิษฐ์ ทั้งในด้านเส้นทางเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร รูปแบบมาลัยด้วยเทคนิคซิลิโคน ส่วนประกอบประเภทพวงมาลัย ส่วนประกอบประเภทท่อนุ ส่วนประกอบประเภทอุบะ ขนาดและสัดส่วนของรูปแบบมาลัยด้วยเทคนิคซิลิโคน วัสดุที่ใช้ในการสร้างสรรค์ และข้อเสนอแนะอื่น ๆ ประกอบกับเทคนิคซิลิโคนนี้มีลักษณะเด่นคือ การสร้างเส้นโค้งที่ซ้อนทับกันอย่างซับซ้อน สร้างความรู้สึกทั้งความสมมาตร (symmetry) และความแปลกใหม่ (novelty) ในงานออกแบบ เมื่อนำมาใช้กับกระบวนการสร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานครด้วยเทคนิคซิลิโคน ช่วยให้เกิดรูปแบบการถอดประกอบที่ซับซ้อนแต่น่าสนใจ ช่วยเสริมความร่วมมือให้กับงานหัตถกรรมไทยที่มีรากฐานดั้งเดิม

4.2 สรุปผลความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีผลต่อชิ้นงาน มาลัยจิกซอร์ : การสร้างสรรค์ ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร

ตอนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบสอบถาม มีลักษณะเป็นข้อคำถามตรวจสอบรายการ จำนวน 5 ข้อ ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้/เดือน จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 100 คน พบว่า แสดงข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 กลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับ ร้านขายของที่ระลึก จำนวน 50 คน กลุ่มที่ 2 นักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครอายุระหว่าง 18-59 ปี จำนวน 50 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้ รวม 100 คน ผลการศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม 1) **ด้านเพศ** พบว่า ผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึก ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงคิดเป็นร้อยละ 62 เพศชายคิดร้อยละ 38 ผู้ตอบแบบสอบถามนักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่เพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 56 เพศชายคิดร้อยละ 44 2) **ด้านอายุ** กลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึก ส่วนใหญ่มีอายุ 20-30 ปี คิดเป็น ร้อยละ 42 รองลงมาคือ อายุ 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 30 อายุ 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 14 อายุ 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 10 และอายุต่ำกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 4 และ กลุ่มนักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร อายุระหว่าง 18-59 ปี ส่วนใหญ่มีอายุ 20-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 44 รองลงมาคือ อายุ 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 30 อายุ 41-50 ปี 1 คิดเป็นร้อยละ 12 อายุ 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 10 และอายุต่ำกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 4 4) **ด้านระดับการศึกษา** กลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึก ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ ปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 66 รองลงมาคือ ระดับต่ำกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 20 อื่น ๆ โปตร ระบุ คิด

เป็นร้อยละ 8 ระดับปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 4 และระดับปริญญาเอก คิดเป็นร้อยละ 2 และ กลุ่มนักท่องเที่ยวกรุงเทพมหานคร อายุระหว่าง 18-59 ปี ส่วนใหญ่ระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 74 รองลงมาคือ อื่น ๆ โปรตระบุ คิดเป็นร้อยละ 10 ระดับปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 8 ระดับ ต่ำกว่าปริญญาตรี และระดับปริญญาเอกเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 4 5) **ด้านอาชีพ** กลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึก ส่วนใหญ่กิจการเจ้าของคนเดียว คิดเป็นร้อยละ 46 รองลงมาคือ บริษัทจำกัด คิดเป็นร้อยละ 24 ธุรกิจขนาดย่อม คิดเป็นร้อยละ 16 ห้างหุ้นส่วน คิดเป็นร้อยละ 6 รัฐวิสาหกิจ คิดเป็นร้อยละ 4 บริษัทมหาชนจำกัด และสหกรณ์เท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 2 กลุ่มนักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครอายุระหว่าง 18-59 ปี ส่วนใหญ่ธุรกิจส่วนตัว คิดเป็นร้อยละ 42 รองลงมาคือรับราชการ คิดเป็นร้อยละ 28 อื่น ๆ โปรตระบุ คิดเป็นร้อยละ 18 พนักงานรัฐวิสาหกิจ คิดเป็นร้อยละ 8 และพนักงานบริษัทเอกชน คิดเป็นร้อยละ 4 6) **ด้านรายได้/เดือน** กลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึก ส่วนใหญ่รายได้ 20,001 บาทขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมารายได้ 10,000-15,000 บาท และรายได้ 15,001-20,000 บาท เท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 30 กลุ่มนักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครอายุระหว่าง 18-59 ปี ส่วนใหญ่รายได้ 15,001-20,000 บาท และรายได้ 20,001 บาทขึ้นไปเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 36 รองลงมาคือรายได้ 10,000-15,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 22 และรายได้ต่ำกว่า 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 6

ตอนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อ มาลัยจิ๊กซอว์ : การสร้างสรรค์ของที่ระลึกจาก เรื่องเล่าย่านดอกไม้ใน กรุงเทพมหานคร มีลักษณะเป็นคำถามแบบมาตราส่วนจำนวน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านรูปแบบของมาลัย ด้านวัสดุ ด้านประโยชน์ใช้สอย ด้านช่องทางสถานที่จัดจำหน่าย และ ข้อเสนอแนะ/ความคิดเห็นอื่น โดยในแต่ละข้อคำถามมีคำตอบให้เลือก 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ของกลุ่มเป้าหมาย 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ผู้ประกอบการ เกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึก จำนวน 50 คน กลุ่มที่ 2 นักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานครอายุระหว่าง 18-59 ปี จำนวน 50 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้ รวม 100 คน ที่มีผลต่อมาลัยจิ๊กซอว์ : การ สร้างสรรค์ของที่ระลึกจากเรื่องเล่าย่านดอกไม้ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านรูปแบบของมาลัย ด้านวัสดุ ด้านประโยชน์ใช้สอย และด้านช่องทางสถานที่จัดจำหน่าย ดังนี้

ด้านรูปแบบของมาลัย โดยรวมกลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกมีความพึง พพอใจ 4.47 น้อยกว่า นักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร 4.58 เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า มีความ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยส่วนสี่ส่วนของมาลัยกลุ่มผู้ประกอบการ เกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจเท่ากับ นักท่องเที่ยวใน กรุงเทพมหานคร ส่วนด้านความ สวยงามและทันสมัยของมาลัย กลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึก มีความพึงพอใจ น้อย กว่า นักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร และความคิดสร้างสรรค์ของมาลัย กลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับ ร้านขายของที่ระลึก มี ความพึงพอใจน้อยกว่า นักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร

ด้านวัสดุ โดยรวมกลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจ 4.59 น้อยกว่านักท่องเที่ยวใน กรุงเทพมหานคร 4.73 เมื่อพิจารณารายข้อพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยความ เหมาะสมของวัสดุที่ใช้กลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับ ร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจน้อยกว่า นักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร ความแปลกใหม่ของ วัสดุกลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจน้อยกว่า นักท่องเที่ยวใน กรุงเทพมหานคร และด้านความแข็งแรงและความคงทนของวัสดุกลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขาย ของที่ระลึกมีความพึงพอใจ น้อยกว่า นักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร

ด้านประโยชน์ใช้สอย โดยรวมกลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกมีความพึง พพอใจ 4.42 น้อยกว่า นักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร 4.59 เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า มีความ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยการนำไปเป็นของขวัญที่ระลึกกลุ่ม ผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจน้อยกว่านักท่องเที่ยวใน กรุงเทพมหานคร ส่วนการใช้ในการประดับตกแต่งกลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจน้อย กว่า นักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร และการนำไปใช้ในการบูชาสิ่งศักดิ์สิทธิ์กลุ่มผู้ประกอบการ เกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกมีความพึง พพอใจน้อยกว่า นักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร

ด้านช่องทางสถานที่จัดจำหน่าย โดยรวมกลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจ 4.72 น้อยกว่านักท่องเที่ยวในกรุงเทพมหานคร 4.78 เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 โดยเฉลี่ยร้านขาย ของที่ระลึกกลุ่ม ผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจน้อยกว่า นักท่องเที่ยวใน กรุงเทพมหานคร ส่วนร้านขายของ OTOP กลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจมากกว่า นักท่องเที่ยวใน กรุงเทพมหานคร และร้านออนไลน์ เช่น หน้าเว็บเพจ Facebook Line Instagram และ Tik Tok กลุ่มผู้ประกอบการเกี่ยวกับร้านขายของที่ระลึกมีความพึงพอใจน้อยกว่า นักท่องเที่ยวใน กรุงเทพมหานคร

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2566 สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

6. เอกสารอ้างอิง

- กันหา อัมพวัน. (2543). *งานร้อยมัลย์* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.
- ขยะพลาสติกไทย.ค้นหาเมื่อ 12 กันยายน 2566,จาก : <http://brandinside.asia/plastic-pollution/> วราวุธ ศิลปะอาชา ปี 2552-2561.
- นพพล ธาระวานิช และชวลี ฤ กลาง. (2564). *การรับรู้ศักยภาพแหล่งท่องเที่ยว และคุณภาพการ ให้บริการของนักท่องเที่ยวใน แหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในเกาะรัตนโกสินทร์*. กรุงเทพฯ : วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี ปีที่ 15 ฉบับที่ 2
- มหรณพ อินทสโร และศิริวัลย์ ชุมบัวมาศ. (2565). *การสร้างสรรค์เครื่องประดับจากลวดลายกระเบื้อง เคลือบสีวัดพระเชตุพน วิมลมังคลารามราชวรมหาวิหาร*. ปริญญาตรี. โครงการพิเศษ สาขาวิชา การบริหารธุรกิจคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ระวิวัฒน์ นิติยะโส. (2560). *งานดอกไม้เครื่องสดในพระราชพิธีพระบรมศพและพระศพเจ้านายสมัยกรุงรัตนโกสินทร์*. วิทยานิพนธ์. ปริญญาโท. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- วิลลาร์โซ. ค้นหาเมื่อ 19 กันยายน 2566 จาก :<https://mathworld.wolfram.com/VillarceauCircles.html> วรณรัตน์ คัท มาตย์. ปากคลองประลองอาเซียน ค้นหาเมื่อ 19 กันยายน 2566 จาก : <https://www.bangkokbiznews.com/news/detail/468135>
- วรัญญู แก้วกัลยา และจิรัชย์ ศิริศิริศรี. (2560). *แนวทางการพัฒนาและส่งเสริมการ ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ของนักท่องเที่ยว ชาวต่างชาติในเกาะรัตนโกสินทร์กรุงเทพมหานคร*. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.
- อัญชลี โสมดี. (2552). *เอกสารประกอบการเรียนวิชาการออกแบบของที่ระลึก*. คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่, เชียงใหม่.

การจัดการสินค้าแฟชั่นผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล

Fashion Merchandising through digital platforms

ประพาฬกรณ์ ธีรมงคล^{1*} อัสชา หัตถยานานนท์¹ ไตรฤกษา พิชิตเดช¹,

สุวดี ประดับ¹ มัลลิกา จงจิตต์¹ และ เกชา ลาวงษา¹

Praparnporn Theeramongkol^{1*} Autcha Hattayanant¹ Tritika Pichitdaj¹

Suwadee Pradup¹ Manlika Jongjit¹ and Kecha Lawongsa¹

¹ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

¹ Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

* E-mail: Praparnporn.t@mutp.ac.th; Tel. 062-650-9149

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษา การจัดการสินค้าแฟชั่นผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภค สำหรับการจัดการสินค้าแฟชั่นผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล และออกแบบผลิตภัณฑ์แฟชั่นต้นแบบและสร้างแพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อเป็น แนวทางการจัดการสินค้าแฟชั่น สามารถสรุปผลได้ดังนี้ ผลการศึกษาแนวทางการจัดการสินค้าแฟชั่นผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล พบว่า พฤติกรรมผู้บริโภคเปลี่ยนไป การตัดสินใจซื้อสินค้าโดยไม่จำเป็นต้องไปแหล่งขายหรือห้างสรรพสินค้าและยอมรับผลความเสี่ยงของการซื้อขายผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลมีความนิยมสูงขึ้น เนื่องมาจากการจัดการสินค้าแฟชั่นที่เกิดขึ้นระหว่างวิกฤติการณ์โลกกรณีการแพร่ระบาดของโรคติดต่ออุบัติใหม่ที่ผู้บริโภคเผชิญตลอดระยะเวลา 5 ปี (2563 – 2567) ผู้บริโภคเชื่อมั่นกับร้านค้า ผู้ประกอบการ และยอมรับความเสี่ยงทุกรูปแบบ จึงทำให้การจัดการสินค้าผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลต่าง ๆ มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น และยังคงได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่อง เพราะสามารถเข้าถึงได้ตลอด 24 ชั่วโมง สร้างความสะดวกสบายในการซื้อขายที่ผู้บริโภคและผู้จัดจำหน่าย 2. ผลการสร้างแนวทางการจัดการสินค้าแฟชั่นผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลและทดสอบจำหน่ายสินค้าแฟชั่นบนแพลตฟอร์มดิจิทัล สามารถทำได้หลายรูปแบบ คือ จำนวน 1 แพลตฟอร์มดิจิทัล คือ Instagram (IG) : WATTLEFASHION แพลตฟอร์มดิจิทัลในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์สินค้าแฟชั่นต้นแบบ จำนวน 1 แพลตฟอร์มดิจิทัล คือ www.REDBIBBLE.com และ Website ของสาขาวิชา 1 ช่องทาง และรูปแบบ onsite

คำสำคัญ: การจัดการสินค้า, แฟชั่น, แพลตฟอร์มดิจิทัล

Abstract

This research is to examine Fashion Merchandising using internet channels. The aims are to examine customer behavior regarding fashion product management using digital platforms, create fashion product prototypes, and provide a digital platform that functions as a reference for fashion product management. The findings may be encapsulated as follows: A study on fashion product management strategies utilizing online platforms revealed an evolution in client behavior. The capacity to acquire goods without physically attending a supplier or retail establishment, together with the risks associated with online transactions, has gained prominence. This reflects the outcome of fashion product management throughout the worldwide crisis instigated by the introduction of novel infectious illnesses encountered by consumers during the last five years (2020-2024). Consumers place their faith in retailers and enterprises, demonstrating a willingness to assume risks. Consequently, product management via diverse digital platforms has garnered more partnerships and continues to thrive due to its 24-hour availability, facilitating ease of access for customers and distributors.

2. The results of creating guidelines for Fashion Merchandising through digital platforms and testing the sale of fashion products on digital platforms can be done in many formats, namely, 1 digital platform: Instagram (IG): WATTLEFASHION Digital platform for creating prototype fashion products, 1 digital platform, www.REDBIBBLE.com and the website of the department, 1 channel and onsite. 2. The outcomes of formulating rules for Fashion Merchandising via digital platforms and evaluating the sale of fashion items on these platforms can be executed in several ways, namely, one digital platform: Instagram (IG): WATTLEFASHION A digital platform for developing prototype fashion goods, 1 digital platform, www.REDBIBBLE.com, and the departmental website, 1 channel and onsite.

Keywords: Fashion, Merchandising, Digital Platforms

1. บทนำ

ในยุคแห่งข่าวสารและการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ไม่เคยหยุดนิ่ง ทั้งทิศทางและกระแสความต้องการของผู้บริโภคล้วนมีการผันแปรและเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ถือเป็นเหตุผลสำคัญที่กระตุ้นให้บริษัทผู้ให้บริการผู้ผลิต และอุตสาหกรรมต่าง ๆ ล้วนต้องปรับตัวเพื่อให้ก้าวทันความเปลี่ยนแปลงและสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว ฉับไว และตรงใจลูกค้ามากที่สุด หนึ่งในอุตสาหกรรมสินค้าที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและมีการผันเปลี่ยนของข้อมูลและความต้องการอย่างไม่หยุดนิ่งมาโดยตลอดก็คือ อุตสาหกรรมสินค้าแฟชั่น ซึ่งจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงของคอลเล็กชั่นเสื้อผ้าตามเทรนด์ของตลาดและผู้บริโภคอยู่เสมอ (Airfreight Logistics, 2020) การให้ความสำคัญกับแบรนด์แฟชั่นทั่วโลก มีทำหน้าที่บริหารจัดการ วางแผน จัดซื้อสินค้าตามความต้องการของลูกค้า อาทิ เนื้อผ้า สี ขนาด ราคา รวมถึงการวิเคราะห์ตลาด วัฒนธรรมการแต่งกาย กระแสนิยม (Trend) โดยนำเสนอจุดเด่นให้สินค้าขายได้ เพื่อให้เหมาะสมกับการจัดจำหน่าย

ผลกระทบจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอย่างก้าวกระโดดและแผนพัฒนาทางเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม การวางแผนหลักสูตรนี้จึงจำเป็นต้องพัฒนาหลักสูตรเชิงรุกให้มีศักยภาพ สามารถปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงตามกระแสโลกาภิวัตน์ และวิวัฒนาการของศาสตร์การออกแบบแฟชั่นผ้าและเครื่องแต่งกาย เพื่อรองรับการเศรษฐกิจฐานความรู้และดิจิทัล การเปลี่ยนแปลงปรับปรุงให้เหมาะสมแก่ความต้องการของสังคมปัจจุบัน การปฏิวัติดิจิทัล การเปลี่ยนไปสู่อุตสาหกรรม 4.0 และการปรับเปลี่ยนประเทศไปสู่ประเทศไทย 4.0 จะเป็นแรงผลักดันให้ประชากรสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารและแหล่งเรียนรู้ที่ไร้ขีดจำกัด สามารถพัฒนาองค์ความรู้ และสร้างปัญญาที่เพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ มีการนำเทคโนโลยีการสื่อสาร และระบบการเรียนรู้แบบเคลื่อนที่ (Mobile learning) มาใช้มากขึ้น ดังนั้น การจัดการศึกษาของไทยจำเป็นต้องกำหนดเป้าหมายการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ วางแผนพัฒนาและเตรียมกำลังคนที่จะเข้าสู่ตลาดงานเมื่อสำเร็จการศึกษาในระดับต่าง ๆ ปรับหลักสูตรและวิธีการเรียนการสอนที่มีความยืดหยุ่น หลากหลาย เพื่อพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของทรัพยากรมนุษย์ให้มีทักษะ ความรู้ความสามารถ และสมรรถนะที่พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงและการแข่งขันอย่างเสรีแบบไร้พรมแดนในยุคเศรษฐกิจและสังคม ๔.๐ คนไทยในอนาคตจึงต้องมีศักยภาพและร่วมกันพัฒนาประเทศ สามารถปรับตัวรองรับบริบทการพัฒนาในอนาคต มีทักษะในการวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล มีภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงภายใต้สังคมแห่งการเรียนรู้ที่คนไทยสามารถเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต นวัตกรรมและความก้าวหน้าของเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างก้าวกระโดด ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีอย่างฉับพลัน (Disruptive technology) ซึ่งนอกจากจะส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อดำรงชีวิตของประชาชนในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกที่ต้องเผชิญกับเทคโนโลยีดิจิทัลในชีวิตประจำวันมากมาย ทั้งด้านการเรียนการสอนในสถานศึกษา การจัดการทรัพยากรธรรมชาติการเดินทาง การใช้ข้อมูลข่าวสารเพื่อการบริหารและการจัดการ การทำงาน เทคโนโลยีสารสนเทศจึงเกี่ยวข้องกับทุกเรื่องในชีวิตประจำวัน ดังนั้น เยาวชนรุ่นใหม่ จึงควรเรียนรู้และเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อให้รู้เท่าทันและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง สังคมและประเทศต่อไป

จากแนวความคิดดังกล่าว การสร้างทักษะและหาแนวทางการจัดการสินค้าแฟชั่นผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล เพื่อพัฒนาทักษะและเตรียมความพร้อมของนักศึกษาสาขาวิชาออกแบบแฟชั่นและการจัดการสินค้า ให้มีความเข้มแข็งด้านคุณภาพทางวิชาการ เป็นที่ยอมรับของสังคม และส่งผลให้นักศึกษามีความเข้มแข็งทางวิชาการด้วยการเรียนการสอนที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ ความเชี่ยวชาญในการออกแบบแฟชั่นและการจัดการสินค้า ที่มีความพร้อมในการก้าวสู่โลกอาชีพ ผสานกับคุณธรรม จริยธรรมและจิตสำนึกที่ดีในการสร้างสรรค์ผลงานที่มีประสิทธิภาพเพื่อประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน

1.1 วัตถุประสงค์

- 1) ศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคสำหรับการจัดการสินค้าแฟชั่นผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล
- 2) ออกแบบผลิตภัณฑ์แฟชั่นต้นแบบและสร้างแพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อเป็นแนวทางการจัดการสินค้าแฟชั่น

1.2 ขอบเขตการศึกษา

- 1) ขอบเขตด้านเนื้อหา ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมผู้บริโภค และการจัดการสินค้าแฟชั่นและแพลตฟอร์มดิจิทัล
- 2) ขอบเขตด้านการทำผลิตภัณฑ์ แบบร่างลายสำหรับใช้ตกแต่งบนผลิตภัณฑ์ต่างๆ

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสร้างสรรค์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ ต้นแบบของงานนักศึกษาสาขาวิชาออกแบบแฟชั่นและการจัดการสินค้า นำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์แฟชั่นและลงในแพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อทดสอบการจัดการสินค้าผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล และใช้ข้อมูลมาดำเนินการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2.1 ออกแบบร่างลายพิมพ์ จำนวน 20 ลาย และต้นแบบผลิตภัณฑ์สินค้าแฟชั่น จำนวน 10 ชิ้น จากนั้นคัดเลือกแบบร่างลายสำหรับใช้ตกแต่ง จำนวน 10 ลาย และต้นแบบผลิตภัณฑ์สินค้าแฟชั่น จำนวน 5 ต้นแบบ

2.2 จัดวางตำแหน่งต้นแบบผลิตภัณฑ์สินค้าแฟชั่นบนแพลตฟอร์มดิจิทัล

2.3 ทดลองสร้างแพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการสินค้าแฟชั่นผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ผลการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 2 ข้อ ตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

3.1 ศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคสำหรับการจัดการสินค้าแฟชั่นผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล

จากการศึกษาค้นคว้า เอกสารที่เกี่ยวข้อง และรายงานการศึกษารูปแบบอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ สาขาสินค้าแฟชั่น ปี 2565 สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจสร้างสรรค์ (องค์การมหาชน) พบว่าการจัดการสินค้าแฟชั่นผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลจัดอยู่ในลำดับที่ 4 ของระบบนิเวศของอุตสาหกรรมสินค้าแฟชั่น ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ระบบนิเวศของอุตสาหกรรมสินค้าแฟชั่น

ที่มา: สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจสร้างสรรค์ (องค์การมหาชน) (2565)

พฤติกรรมผู้บริโภคเปลี่ยนไป การตัดสินใจซื้อสินค้าโดยไม่จำเป็นต้องไปแหล่งขายหรือห้างสรรพสินค้าและยอมรับผลความเสี่ยงของการซื้อขายผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลมีความนิยมสูงขึ้น เนื่องมาจากการจัดการสินค้าแฟชั่นที่เกิดขึ้นระหว่างวิกฤติการณ์โลกกรณีการแพร่ระบาดของโรคติดต่ออุบัติใหม่ที่ผู้บริโภคเผชิญตลอดระยะเวลา 5 ปี (2563 – 2567) อีกนัยหนึ่งอาจตีความได้ว่า การสร้างสรรค์เสื้อผ้าเครื่องแต่งกายเฉพาะในโลกเสมือนจริง ที่จับต้องไม่ได้ทางกายภาพ หรือเรียกว่า เสื้อผ้าดิจิทัล ผลผลิตจาก Digital Fashion การสวมใส่เสื้อผ้าดิจิทัล มีวิธีการตั้งแต่ ผู้ซื้อไปยัง pop-up store ของแบรนด์ที่วางขายเสื้อผ้าดิจิทัล เลือกเสื้อผ้าดิจิทัลแล้วส่งกระจกที่หน้าร้าน ที่เมื่อส่งแล้วจะปรากฏเสื้อผ้าดิจิทัลแบบที่ผู้ซื้อเลือกไว้ เห็นทันทีว่าหากสวมใส่แล้ว

จะเป็นอย่างไร จากนั้นพิมพ์ภาพหรือส่งไฟล์ภาพผ่านอีเมลให้ผู้ซื้อ ซึ่งนิยมให้นำเสนอเสื้อผ้าของตนเองในแต่ละ collection ให้กับลูกค้าที่ต้องการซื้อสินค้าและเข้ารับบริการ (<https://www.truedigital.com/post/digital-clothes-is-the-new-fast-fashion,2567>) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ลักษณะของเสื้อผ้าดิจิทัล ของ dressx บนแพลตฟอร์มดิจิทัล Instagram

ที่มา: Instagram: dressx (2024)

จากการสำรวจเศรษฐกิจภายในประเทศไทยของประชาชาติธุรกิจ เมื่อวันที่ 18 มกราคม 2567 ได้เปิดสถิติขายออนไลน์สินค้าแฟชั่นสุดปังกว่า 2.5 หมื่นราย กวาดรายได้ 7.5 แสนล้าน หรือคิดเป็น 16% ของตลาดค้าปลีก ชี้นำออนไลน์แฟชั่น เครื่องแต่งกาย เครื่องประดับ เยอะสุด 25,139 ราย ทั้งนี้กรมพัฒนาธุรกิจการค้า ระบุว่ากลุ่มธุรกิจ e-Commerce หรือธุรกิจการค้าปลีกสินค้าออนไลน์ ในปี 2566 มีการเติบโตเพิ่มขึ้น 19% และมีจำนวนจัดตั้งธุรกิจใหม่ในปี 2566 ทั้งสิ้น 1,657 ราย เพิ่มขึ้น 19% ทุนจดทะเบียน 2,074 ล้านบาท เพิ่มขึ้น 14% เมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของปี 2565 การเติบโตของธุรกิจได้รับปัจจัยสนับสนุนจากพฤติกรรมของผู้บริโภคที่นิยมใช้ช่องทางออนไลน์ในการจับจ่ายใช้สอยซื้อสินค้า ทำให้ผู้ประกอบการเกือบทุกประเภทปรับตัวขยายช่องทางการตลาดผ่านทางออนไลน์มากขึ้น ส่งผลให้ตลาดมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะช่วงการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ตลาดออนไลน์ได้รับความนิยมแบบก้าวกระโดด และถึงแม้โควิด-19 ได้คลี่คลายลง แต่กระแสการใช้บริการผ่านช่องทางออนไลน์ก็ยังคงได้รับความสนใจจากผู้บริโภคอย่างต่อเนื่อง ทำให้ธุรกิจ e-Commerce เป็นธุรกิจที่มีความแข็งแกร่งและสามารถยืนหนึ่งบนเวทีธุรกิจได้ทุกสถานการณ์ (<https://www.prachachat.net/economy/news-1482249>, 2567)

ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคกับการซื้อขายสินค้าแฟชั่นผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล พบว่า การเปลี่ยนสภาพไปสู่ดิจิทัล หรือ Digital Transformation ถูกเร่งสปีดให้เร็วขึ้นจากสถานการณ์ COVID-19 ดังนั้นหลังสถานการณ์การระบาดของไวรัสโควิด-19 มีผู้ประกอบการ ผู้บริโภค และผู้ใช้บริการผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล เกิดขึ้นจำนวนมาก ทั้งนี้ผู้บริโภคเชื่อมั่นกับร้านค้า ผู้ประกอบการ และยอมรับความเสี่ยงทุกรูปแบบ เทคโนโลยีแพลตฟอร์ม ที่เป็นสื่อกลางระหว่างผู้ซื้อและผู้ขายทำให้เกิดเศรษฐกิจแบ่งปัน (Sharing economy) ธุรกิจต่าง ๆ หรือการซื้อขายสินค้าผ่านระบบอินเทอร์เน็ต สะดวกต่อการติดต่อสอบถามข้อมูลที่ต้องการได้ตลอด 24 ชั่วโมง และมีแพลตฟอร์มดิจิทัลที่ได้รับความนิยมและใช้บริการการจัดการสินค้าแฟชั่น เช่น Facebook Lazada shopee และ Website ของแต่ละแบรนด์ รวมถึงช่องทางอื่นๆ ด้วย

3.2 ออกแบบผลิตภัณฑ์แฟชั่นต้นแบบและสร้างแพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อเป็นแนวทางการจัดการสินค้าแฟชั่น

จากการดำเนินการวิจัยโดยมอบหมายให้นักศึกษาและคณาจารย์ในสาขาวิชา ออกแบบลวดลายเพื่อตกแต่งบนผลิตภัณฑ์ รวมทั้งสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์สินค้าแฟชั่น เพื่อทดลองลงบนแพลตฟอร์มดิจิทัลให้สมบูรณ์ในขั้นต่อไป คือ แบบร่างลายสำหรับใช้ ตกแต่ง จำนวน 20 ลาย และ ต้นแบบผลิตภัณฑ์สินค้าแฟชั่น จำนวน 10 ชิ้น จากนั้นคัดเลือกแบบร่างลายสำหรับใช้ตกแต่ง จำนวน 10 ลาย และ ต้นแบบผลิตภัณฑ์สินค้าแฟชั่น จำนวน 5 ต้นแบบ และทดสอบการจัดจำหน่ายบนแพลตฟอร์มดิจิทัล และ Website ของสาขาวิชา และใช้แพลตฟอร์มดิจิทัลในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์สินค้าแฟชั่นต้นแบบสามารถสร้างแนวทางการจัดการ สินค้าแฟชั่นผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล และจำหน่ายผลิตภัณฑ์สินค้าแฟชั่นต้นแบบตามแพลตฟอร์มดิจิทัลได้ สามารถแสดงผลการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) ออกแบบร่างลายสำหรับใช้ตกแต่ง จำนวน 20 ลาย ดังภาพที่ 3



ลายที่ 1



ลายที่ 2



ลายที่ 3



ลายที่ 4



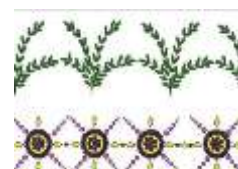
ลายที่ 5



ลายที่ 6



ลายที่ 7



ลายที่ 8



ลายที่ 9



ลายที่ 10



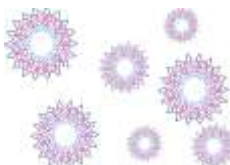
ลายที่ 11



ลายที่ 12



ลายที่ 13



ลายที่ 14



ลายที่ 15



ลายที่ 16



ลายที่ 17



ลายที่ 18



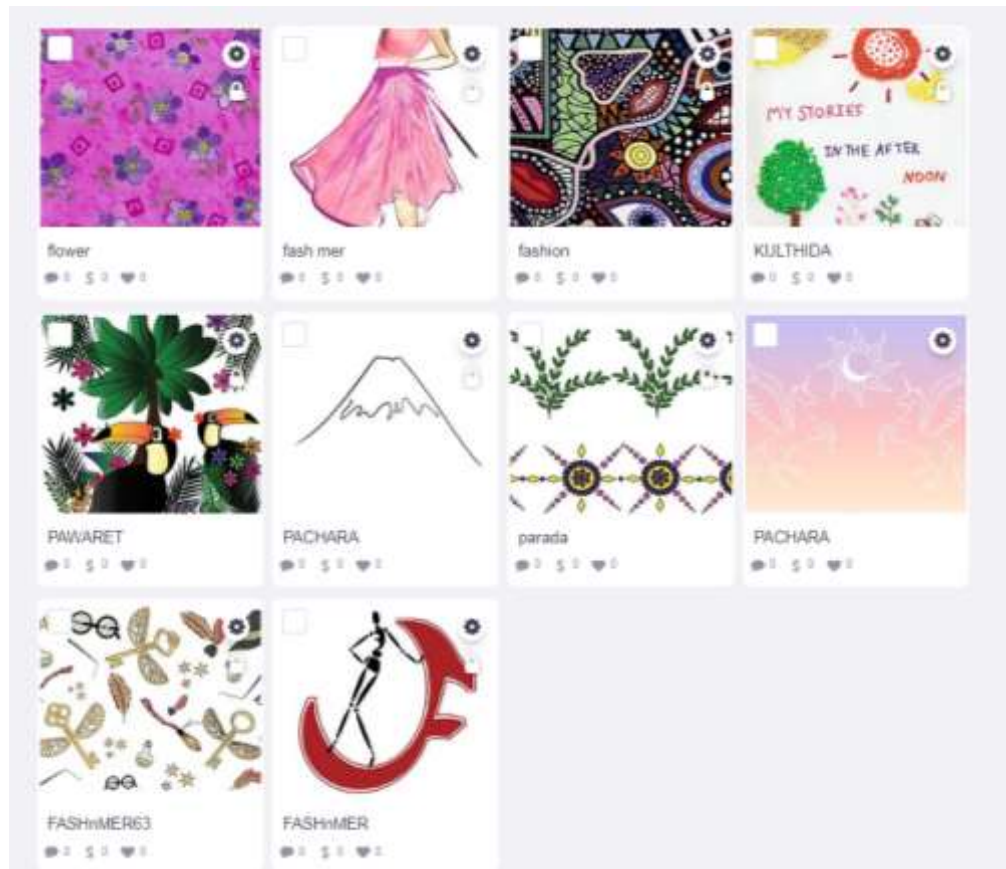
ลายที่ 19



ลายที่ 20

ภาพที่ 3 แบบร่างลายสำหรับใช้ตกแต่ง จำนวน 20 ลาย

2) คัดเลือกแบบร่างลายสำหรับใช้ตกแต่ง จำนวน 10 ลาย และ ต้นแบบผลิตภัณฑ์สินค้าแฟชั่น จำนวน 5 ต้นแบบ ดังภาพที่ 4 และ 5



ภาพที่ 4 แบบร่างลายสำหรับใช้ตกแต่งที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 10 ลาย



ผ้าย้อมสีธรรมชาติ

ผ้าพิมพ์ดิจิทัล

กำไลข้อมือ

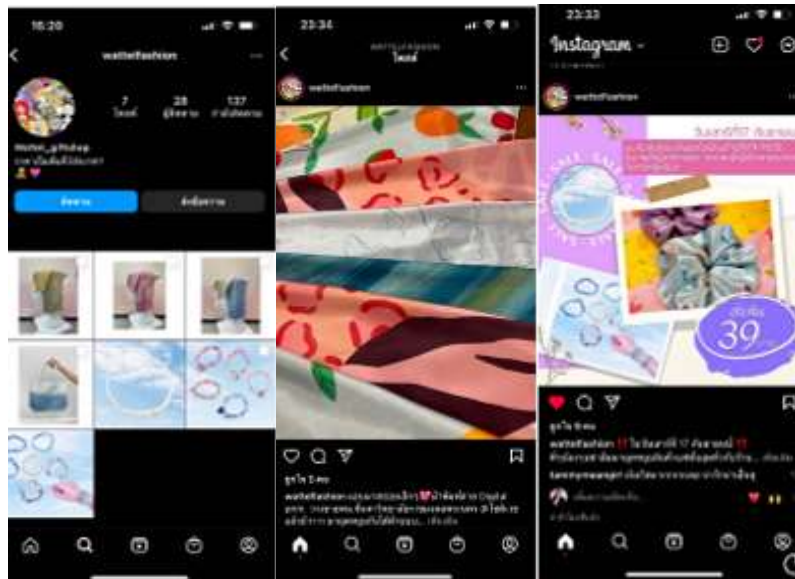
ผ้ามัดย้อม

ยางมัดผมพิมพ์ลาย

ภาพที่ 5 ต้นแบบผลิตภัณฑ์สินค้าแฟชั่นที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 5 ต้นแบบ

3) แนวทางการจัดการสินค้าแฟชั่นผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล ผลการทดสอบจำหน่ายสินค้าแฟชั่นบนแพลตฟอร์มดิจิทัล จำนวน 1 แพลตฟอร์มดิจิทัล คือ Instagram (IG) : WATTLEFASHION แพลตฟอร์มดิจิทัลในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์สินค้าแฟชั่นต้นแบบ จำนวน 1 แพลตฟอร์มดิจิทัล คือ www.REDBIBBLE.com และ Website ของสาขาวิชา 1 ช่องทาง และรูปแบบ onsite จากผลที่ได้จากกระบวนการวิจัยในขั้นตอนที่ 3.2.2 รวมทั้งสิ้น 3 แพลตฟอร์มดิจิทัล แสดงภาพแพลตฟอร์มดิจิทัล

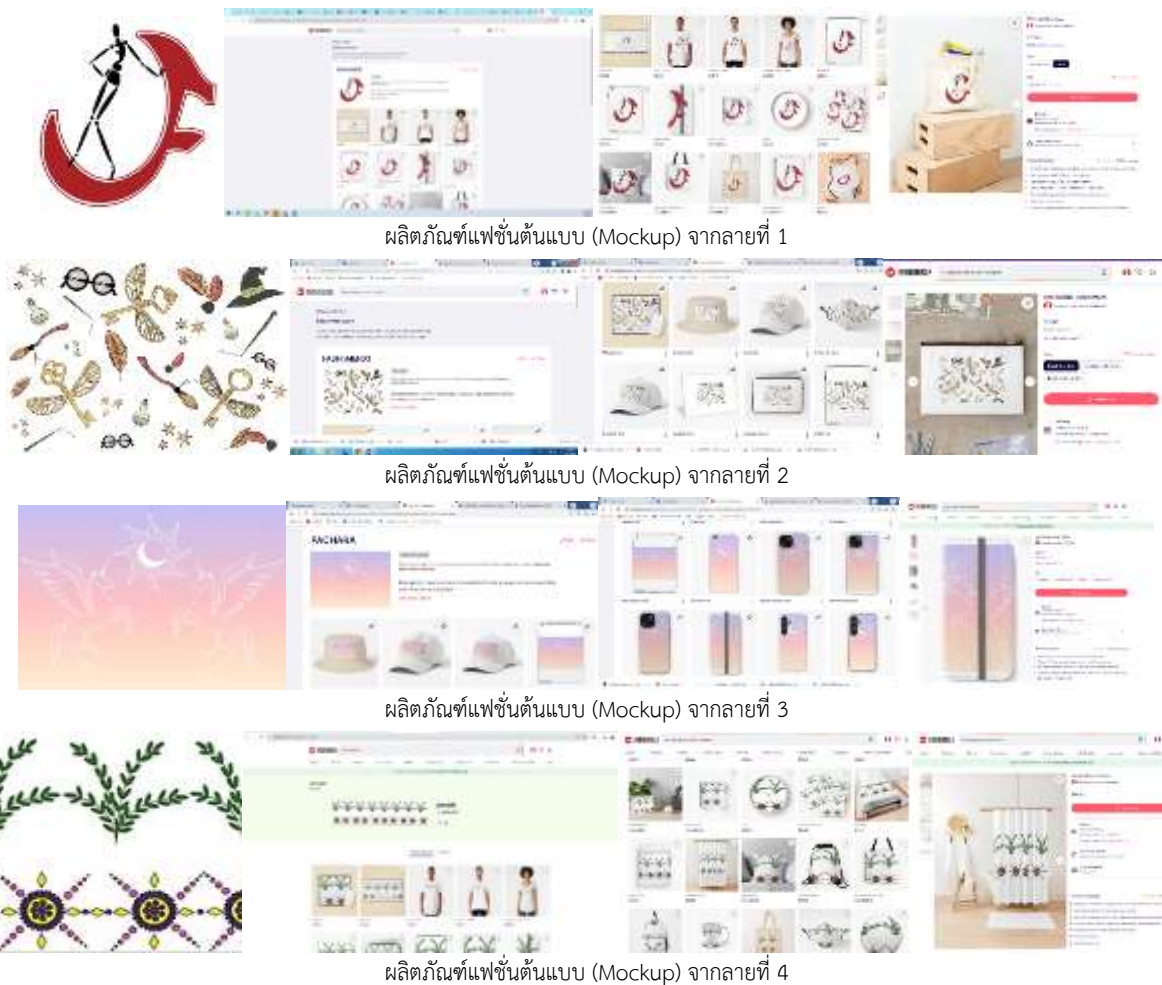
3.1) ทดสอบการจัดจำหน่ายสินค้าแฟชั่นบนแพลตฟอร์มดิจิทัล Instagram (IG) : WATTLEFASHION ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงภาพแพลตฟอร์มดิจิทัล Instagram (IG) : WATTLEFASHION

ที่มา: Instagram: WATTLEFASHION (2023)

3.2) ทดสอบแนวทางการจัดจำหน่ายสินค้าแฟชั่นบนแพลตฟอร์มดิจิทัล ลงเว็บ www.REDBIBBLE.com ช่วยสร้างต้นแบบ (Mockup) จำนวนทั้งสิ้น 10 ลาย ดังภาพที่ 7

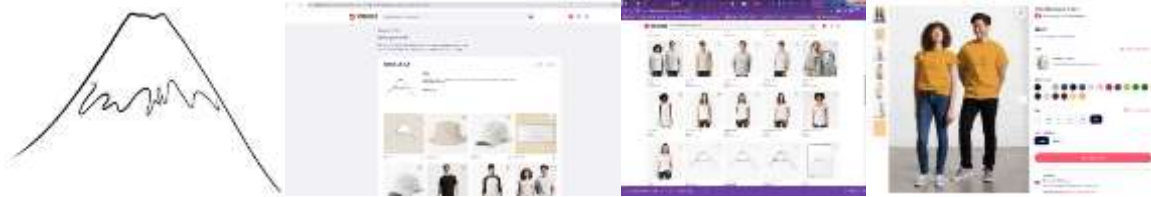


ผลิตภัณฑ์แฟชั่นต้นแบบ (Mockup) จากลายที่ 1

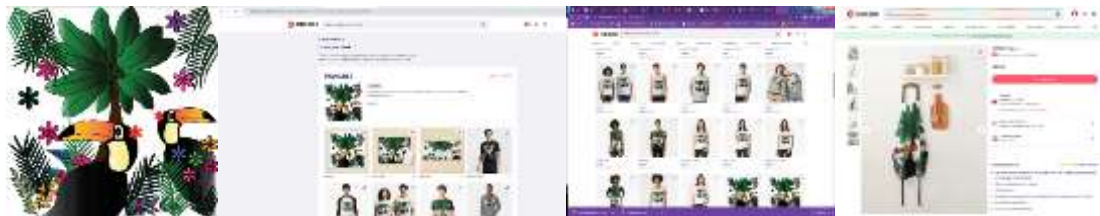
ผลิตภัณฑ์แฟชั่นต้นแบบ (Mockup) จากลายที่ 2

ผลิตภัณฑ์แฟชั่นต้นแบบ (Mockup) จากลายที่ 3

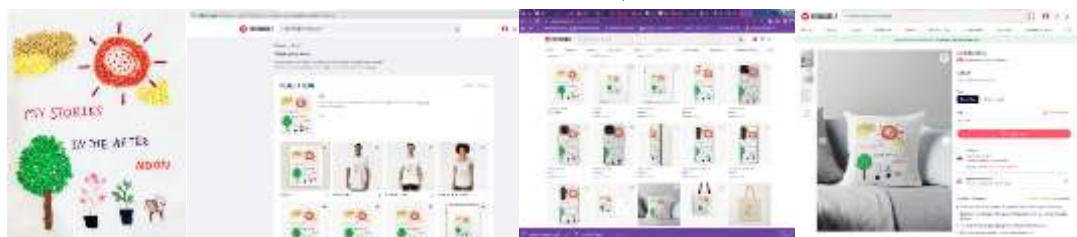
ผลิตภัณฑ์แฟชั่นต้นแบบ (Mockup) จากลายที่ 4



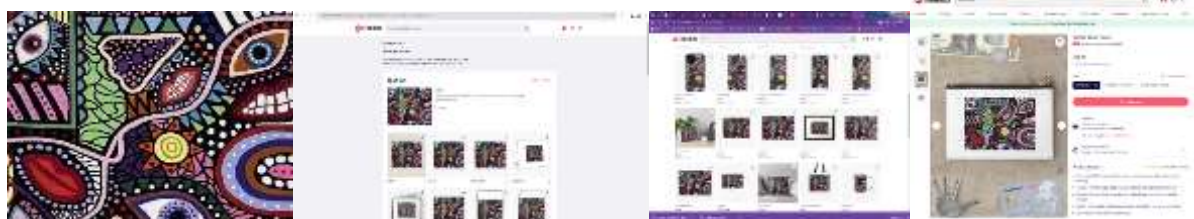
ผลิตภัณฑ์แฟชั่นต้นแบบ (Mockup) จากลายที่ 5



ผลิตภัณฑ์แฟชั่นต้นแบบ (Mockup) จากลายที่ 6



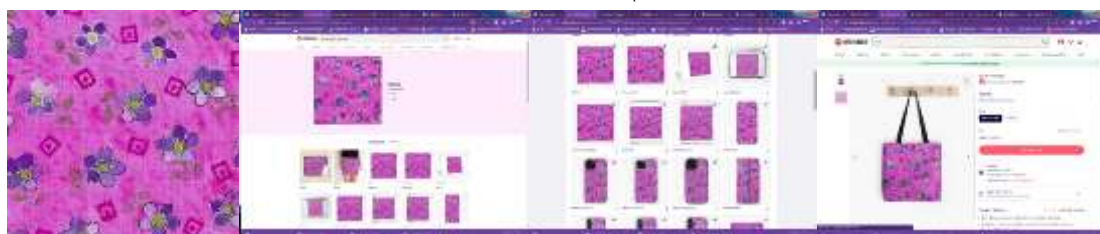
ผลิตภัณฑ์แฟชั่นต้นแบบ (Mockup) จากลายที่ 7



ผลิตภัณฑ์แฟชั่นต้นแบบ (Mockup) จากลายที่ 8



ผลิตภัณฑ์แฟชั่นต้นแบบ (Mockup) จากลายที่ 9



ผลิตภัณฑ์แฟชั่นต้นแบบ (Mockup) จากลายที่ 10

ภาพที่ 7 แพลตฟอร์มดิจิทัล www.REDBIBBLE.com

3.3 อภิปรายผล

การจัดการสินค้าแฟชั่นที่เกิดขึ้นระหว่างวิกฤติการณ์โลกกรณีการแพร่ระบาดของโรคติดต่ออุบัติใหม่ที่ผู้บริโภคเผชิญตลอดระยะเวลา 5 ปี (2563 – 2567) ผู้บริโภคเชื่อมั่นกับร้านค้า ผู้ประกอบการ และยอมรับความเสี่ยงทุกรูปแบบ จึงทำให้การจัดการสินค้าผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลต่างๆ จะยังคงได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับ ศุภวรรณ บุญเจริญ (2559) พบว่า

แนวทางเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการสินค้าคงคลัง และสามารถพัฒนาธุรกิจให้มีศักยภาพเพิ่มขึ้นเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มและสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันของธุรกิจเสื้อผ้าแฟชั่นออนไลน์ ซึ่งในปัจจุบันไม่ได้แข่งขันกันเฉพาะเรื่องของคุณภาพและราคาเท่านั้น แต่ยังคงมีกลยุทธ์ในการขาย มีความแปลกใหม่และปรับตัวทันยุคทันสมัยอีกด้วย และยังคงคล้องกับ Jennifer Rowley (2009) วิจัยเรื่อง Online branding strategies of UK fashion retailers ที่พบว่า ผู้ค้าปลีกแฟชั่นชั้นนำส่วนใหญ่ที่ "ไม่มีคุณค่า" เสนอธุรกรรมผ่านเว็บไซต์ของตน ซึ่งเปิดโอกาสเพิ่มเติมสำหรับการมีส่วนร่วมและประสบการณ์ของแบรนด์ แม้ว่าผู้ค้าปลีกแฟชั่นทั้งหมดจะบรรลุความสอดคล้องของเอกลักษณ์ทางภาพระหว่างช่องทางออนไลน์และช่องทางอื่นๆ แต่การใช้ช่องทางออนไลน์เพื่อสื่อสารถึงคุณค่าของแบรนด์และเพื่อส่งเสริมความสัมพันธ์กับแบรนด์นั้นยังไม่ได้ได้รับการพัฒนา มีหลักฐานของแนวทางปฏิบัติที่เป็นนวัตกรรมใหม่ และสอดคล้องกับ พิซซาพร เนียมศิริ (2560) ที่พบว่า ปัจจัยจูงใจในการซื้อเสื้อผ้าแฟชั่น ในตัวแปรด้านคุณลักษณะของเสื้อผ้าแฟชั่น และคุณลักษณะของผู้บริโภคมีอิทธิพลต่อทัศนคติและความตั้งใจซื้อเสื้อผ้าแฟชั่นของผู้บริโภคผ่านเว็บไซต์อิเล็กทรอนิกส์คอมเมอร์ซิ่งในกลุ่มเว็บไซต์ Marketplace และเว็บไซต์ Brand อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับ Riadh Ladhari, Jessica Gonthier, Mathieu Lajante, (2019) พบว่าเป้าหมายของการวิจัยนี้คือการแบ่งกลุ่มผู้หญิงที่ซื้อของออนไลน์ในกลุ่ม Generation Y ตามลักษณะทางจิตวิทยาประชากรศาสตร์ และพฤติกรรม โดยรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภค 2 กลุ่มของร้านค้าปลีกแฟชั่นสำหรับผู้หญิง โดยมีผู้หญิง 538 คนที่ซื้อของจากเว็บไซต์ของร้านค้าปลีกแฟชั่นดังกล่าวตอบแบบสำรวจนี้ ผลการสำรวจเผยให้เห็นแนวทางการซื้อของออนไลน์ 4 แนวทาง ได้แก่ การซื้อตามเทรนด์ การซื้อเพื่อความบันเทิง การซื้อของตามราคา และการซื้อของตามแบรนด์ นอกจากนี้ยังได้ระบุกลุ่มผู้ซื้อ 6 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ ผู้ซื้อของตามราคา ผู้ซื้อของที่ค้นพบ ผู้ซื้อตามอารมณ์ ผู้ซื้อที่วางแผน ผู้ซื้อที่เป็นแฟชั่นนิสต้า และแฟนตัวยงของการซื้อของ

4. สรุป

การให้ความสำคัญกับแบรนด์แฟชั่นทั่วโลก มีทำหน้าที่บริหารจัดการ วางแผนจัดซื้อสินค้าตามความต้องการของลูกค้า การวิเคราะห์ตลาด วัฒนธรรมการแต่งกาย กระแสนิยม (Trend) โดยนำเสนอจุดเด่นให้สินค้าขายได้ เพื่อให้เหมาะสมกับการจัดจำหน่าย การสร้างทักษะและหาแนวทางการจัดการสินค้าแฟชั่นผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล ผู้วิจัยได้การศึกษาข้อมูลและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการสินค้าแฟชั่นและแพลตฟอร์มดิจิทัล พฤติกรรมผู้บริโภคที่นิยมซื้อสินค้าแฟชั่นในปัจจุบัน และหาแรงบันดาลใจในการออกแบบแต่ละผลงาน ผลวิจัยพบว่าพฤติกรรมผู้บริโภคเปลี่ยนไป การตัดสินใจซื้อสินค้าโดยไม่จำเป็นต้องไปแหล่งขายหรือห้างสรรพสินค้าและยอมรับผลความเสี่ยงของการซื้อขายผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลมีความนิยมสูงขึ้น นอกจากการจัดการสินค้าแฟชั่นที่เกิดขึ้นระหว่างวิกฤติการณ์โลกกรณีการแพร่ระบาดของโรคติดต่ออุบัติใหม่ที่ผู้บริโภคเผชิญตลอดระยะเวลา 5 ปี (2563 – 2567) ผู้บริโภคยังคงเชื่อมั่นกับร้านค้า ผู้ประกอบการ และยอมรับความเสี่ยงทุกรูปแบบ จึงทำให้การจัดการสินค้าผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัลต่าง ๆ จะยังคงได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่อง ด้านการสร้างแนวทางการจัดการสินค้าแฟชั่นผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล เป็นกระบวนการสร้างเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมงานวิจัยเพื่อสร้างแนวทางการจัดการสินค้าแฟชั่นผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล และทดลองใช้แพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อการจัดการสินค้าแฟชั่นผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล ในงานวิจัยนี้ออกแบบลายเพื่อใช้ตกแต่งบนผลิตภัณฑ์สินค้าแฟชั่น จำนวน 10 ลาย และสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์สินค้าแฟชั่นต้นแบบ จำนวน 5 ต้นแบบ จากนั้นสร้างแพลตฟอร์มดิจิทัลเพื่อเป็นแนวทางการจัดการสินค้าแฟชั่นสำหรับทดสอบการจัดจำหน่าย ผลการสร้างแนวทางและทดสอบจำหน่ายสินค้าแฟชั่นบนแพลตฟอร์มดิจิทัล สามารถทำได้หลายรูปแบบ คือ จำนวน 1 แพลตฟอร์มดิจิทัล คือ Instagram (IG) : WATTLEFASHION แพลตฟอร์มดิจิทัลในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์สินค้าแฟชั่นต้นแบบ จำนวน 1 แพลตฟอร์มดิจิทัล คือ www.REDBIBBLE.com และ Website ของสาขาวิชา 1 ช่องทาง

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณ รวมทั้งให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการดำเนินงานวิจัย ที่กรุณาให้ความร่วมมืออันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย จนทำให้งานวิจัยสำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์ของโครงการ

6. เอกสารอ้างอิง

- พิชชาพร เนียมศิริ. (2560). อิทธิพลของปัจจัยจูงใจต่อพฤติกรรมการซื้อเสื้อผ้าแฟชั่นผ่านเว็บไซต์อิเล็กทรอนิกส์คอมเมอร์ซ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะนิเทศศาสตร์
- พัทธา อุทิศวรรณกุล. (2565). การจัดการแฟชั่นและสินค้า (ฉบับปรับปรุง). พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ: วิสคอมเซ็นเตอร์.
- ศุภวรรณ บุญเจริญ. (2559). การพัฒนาธุรกิจเสื้อผ้าออนไลน์ กรณีศึกษาร้าน CLOTHESPRESS. การศึกษาค้นคว้าอิสระ บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- Rowley, J. (2009), "Online branding strategies of UK fashion retailers", *Internet Research*, Vol. 19 No. 3, pp. 348-369. <https://doi.org/10.1108/10662240910965397>.
- Riadh Ladhari, Jessica Gonther, Mathieu Lajante, Generation Y and online fashion shopping: Orientations and profiles, *Journal of Retailing and Consumer Services*, Volume 48, 2019, Pages 113-121, ISSN 0969-6989, <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.02.003>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969698918304508>)

นิพพานโสตร์ : การสะท้อนรูปวรรณกรรมสู่ผลงานจิตรกรรมไทยประเพณี กรณีสร้างสรรค์วรรณกรรมทักษิณ

Nirvana Sotra: Reflection of Literary Forms into Traditional Thai Paintings in the Case of Southern Literary Creation

วสวัตต์ รียาพันธ์¹ วรรณวิสา พัฒนศิลป์¹ และ ธีระวุฒิ เนียมสินธุ์¹

Wasawat Riyapun¹ Wanwaisa Phattanasin¹ and Teerawut Neumsin¹

¹ ภาควิชาศิลปะไทย วิทยาลัยช่างศิลป์ สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์ กระทรวงวัฒนธรรม¹²³

¹ Thai Arts Major, The College of Fine Arts Bunditpatanasilpa Institute of Fine Arts

E-mail: riyapun_w@silpakorn.edu โทรศัพท์ 082-030 6308

บทคัดย่อ

ผลงานชุด นิพพานโสตร์ : การสะท้อนรูปวรรณกรรมสู่ผลงานจิตรกรรมไทยประเพณีกรณีสร้างสรรค์วรรณกรรมทักษิณ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) นำเสนอกระบวนการเปลี่ยนรูปวรรณกรรมทักษิณเรื่องนิพพานโสตร์ด้วยกลวิธีทางด้านจิตรกรรมไทย 2) นำเสนอผลงานสร้างสรรค์จากวรรณกรรมทักษิณเรื่องนิพพานโสตร์ และ 3) ประเมินคุณค่าเชิงร่วมแบบพหุกรณี ระหว่างวรรณกรรม และทัศนศิลป์ ที่มีต่อกระบวนการสร้างสรรค์ชุด "นิพพานโสตร์" ตลอดช่วง วรรณกรรมทักษิณเรื่องนิพพานโสตร์ เป็นหนึ่งในวรรณกรรมทักษิณ ที่มีความสมบูรณ์ของเนื้อหา ครบถ้วนในทุกองค์ประกอบ ทั้งตัวละคร ฉาก เหตุการณ์ดำเนินเรื่อง เหตุการณ์ย่อย ขยายเรื่อง และสรุปเรื่อง อวสานเรื่องด้วยข้อคิดและปรีชาธรรม รวมถึงการผนวกพุทธตำนาน พุทธประวัติมาผูกเข้ากับเหตุการณ์ทางประวัติศาสตร์ในการสร้างพระบรมธาตุเจดีย์ ที่เมืองนครศรีธรรมราช หากแต่ในปีพุทธศักราช 2563 เกิดเหตุการณ์โจรกรรมคัมภีร์บุต ในจังหวัดนครศรีธรรมราช คัมภีร์บุตเรื่อง "นิพพานโสตร์" สูญหายไปครั้งนั้นคงเหลือไว้เพียงเอกสารสำเนาการปริวรรตเพียงเท่านั้น ผู้วิจัยจึงมุ่งหมายในการสร้างคุณค่าของวรรณกรรมทักษิณเรื่องนิพพานโสตร์ และถอดองค์ความรู้ของวรรณกรรมเรื่องนี้เพื่อคงไว้ซึ่งคุณค่า ความรู้ ในเชิงสารัตถะ ด้วยหลักคิดและทฤษฎีประกอบสร้าง จนเกิดเป็นผลงานสร้างสรรค์ทางด้านทัศนศิลป์ด้วยเทคนิคจิตรกรรมไทยประเพณี สืบเนื่องจากแร่ธรรมชาติ บนพื้นสมุกดินสอพอง และมีผลการประเมินคุณค่าแบบพหุกรณีตลอดช่วงของโครงการวิจัย ในระดับ ดีมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 54.28 ระดับดี คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 42.86 และระดับพอใช้ ในระดับค่าเฉลี่ยร้อยละ 2.86

คำสำคัญ: วรรณกรรมทักษิณ, นิพพานโสตร์, จิตรกรรมไทยประเพณี

Abstract

The series "Nibbana Sotra: Reflection of Literary Form into Traditional Thai Painting in the Case of the Creation of Southern Literature" aims to 1. Present the process of transforming Southern literature "Nibbana Sotra" using Thai painting techniques. 2. Present creative works from Southern literature "Nibbana Sotra". and 3. Evaluate the multi-faceted shared value between literature and visual arts on the creation process of the "Nibbana Sotra" series throughout. The Southern literature "Nibbana Sotra" is one of the Southern literatures that is complete in content and all elements, including characters, scenes, plot events, inciting events, expansions and conclusions, and endings with moral lessons and riddles. Including the integration of Buddhist legends and the life story of the Buddha to link to historical events in the construction of the Phra Borommathat Chedi in Nakhon Si Thammarat. However, in 2563, there was a theft of Buddhist scriptures in Nakhon Si Thammarat Province. The Buddhist scriptures story "Nibbana Sotra" was lost at that time, leaving only a copy of the translation document. Therefore, the researcher aims to create value of the Southern literature, Nibbana Sotra, and extract knowledge from this literature to maintain its value and knowledge in terms of substance, with principles and theories, until it becomes a creative work in visual arts with traditional Thai painting techniques, natural mineral powder on a chalk base, and the results of the evaluation of value in multiple cases throughout the research project are at the very good level, with an average of 54.28%, the good level, with an average of 42.86%, and the fair level, with an average of 2.86%.

Keywords: Southern literature, Nirvana Sotra, traditional Thai painting

1. บทนำ

วรรณกรรมทุกชิ้น เป็นหนึ่งในหลักฐานทางประวัติศาสตร์ที่เป็นร่องรอยทางด้านภูมิปัญญา ศาสนา คติ ความเชื่อ รวมถึงตำนานนันทนาการ เรื่องราวสารัตถะอันเกิดขึ้นอยู่เนื่องนิญถูกนำมาจางลงในคัมภีร์บุต บ้างเป็นสืขาว บ้างเป็นสืดำ โดยแยกออกเป็นหมวดหมู่ ทั้งหนังสือบูตที่เกี่ยวข้องกับยาและตำราสมุนไพร หนังสือบูตที่เกี่ยวข้องกับไสยศาสตร์ไสยเวทย์ หนังสือบูตที่เกี่ยวข้องกับตำนาน และหนังสือบูตที่เกี่ยวข้องกับพระพุทธศาสนา ซึ่งมีแพร่กระจายในพื้นที่ภาคใต้หลายจังหวัด คัมภีร์บุต หรือหนังสือบูตจึงมีอยู่มากประมาณ มีอาจจะคนได้ว่าสืทุสนั้นเป็นเช่นไร และถึงแม้ว่าวรรณกรรมทุกชิ้นจะมีอยู่มากประมาณจนมีอาจจะสรุได้ว่าแท้จริงแล้วมีจำนวนเท่าใด และแยกเป็นเรื่องใดบ้าง เพราะการศึกษาในเรื่องนี้อาจต้องอาศัยการค้นคว้าและเก็บข้อมูลอย่างลึกซึ้งและยาวนาน นักวิชาการภาคใต้ นักทักขินคติศึกษา จึงได้ทำการศึกษาวรรณกรรมทุกชิ้นหลาย ๆ เรื่อง และทำการคัดสรรเอาเฉพาะเรื่องที่มีคุณค่าและสาระอย่างสมบูรณ์มารวบรวมไว้เป็นหนังสือวรรณกรรมคัดสรร กรณียักขิน ซึ่งก็คือการนำเอาวรรณกรรมท้องถิ่นภาคใต้มาปริวรรต และรวบรวมเป็นสืพิมพ์

แม้จะมีการศึกษาวรรณกรรมทุกชิ้นในแง่ของไทยคติศึกษา วรรณกรรม ภาษาศาสตร์ ภาษาไทย อื่น ๆ แ่งใดก็ตาม ทว่าการจะทำให้บุตชนทั่วไปเข้าถึงวรรณกรรมเหล่านี้ ยังคงเป็นเรื่องยากและไกลตัวอยู่มาก ทั้งนี้ก็ด้วยวรรณกรรมทุกชิ้นในแต่ละเรื่องมีความละเอียดอ่อนด้านสาระ ภาษา และวรรณยุกต์ นั้นก็ต่างแตกแปลกไปจากในปัจจุบัน รูปคำ รูปพยางค์ รวมถึง ฉันทลักษณ์ ก็เป็นอย่างเฉพาะที่กวีชาวใต้เรียกว่า “ราบ” ราบคือการนำเอาภาพยานี 11 ประสมกับ ภาพยสุรางคนางค์ 28 ซึ่งกลวิธีประสมภาพนี้ อาจถือเป็นอัตลักษณ์ของกวีหรือนักปราชญ์ชาวภาคใต้เลยก็ว่าได้ กับอนึ่ง สำนวนภาษาของรูปเขียนในคัมภีร์บุตวรรณกรรมทุกชิ้นเหล่านั้น เป็นรูปสะกดตามความเข้าใจของผู้เขียนหรือผู้แต่ง จึงไม่ถูกหลักภาษาอย่างในปัจจุบัน การเข้าถึงวรรณกรรมทุกชิ้น จึงเป็นเรื่องยากหากปราศจากความชอบ ปราศจากความสนใจที่เป็นเอก

แนวความคิดการเปลี่ยนรูปวรรณกรรม จึงเป็นอีกกลวิธี ที่ผู้วิจัยคณึ่งว่า อาจเป็นหนึ่งในกลวิธีที่สามารถคงไว้ซึ่งคุณค่าของวรรณกรรม หากแต่เปลี่ยนรูปของอักษรเป็นสือื่น “การเปลี่ยนรูปวรรณกรรม” เป็นกรรมวิธีนำเสนอเนื้อหาจากตัวอักษรเป็นภาษาอย่างอื่น อาทิ “ภาษาท่า” โดยการใช้ภาษยศัพท์ทางนาฏศิลป์มาใช้ตีบท “ภาษาเสียง” โดยการใช้เสียงบันทึกเป็น คำอ่านแบบอ่านให้ฟัง หรือเล่าให้ฟังเป็นไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ และแม้กระทั่ง “ภาษาภาพ” ซึ่งทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้เปลี่ยนรูปวรรณกรรมในเรื่องนั้น และในศาสตร์เหล่านั้นด้วย “นิพนพานโสตร์ : การสะท้อนรูปวรรณกรรมสู่ผลงานจิตรกรรมไทยประเพณี กรณีสร้างสรรค์วรรณกรรมทุกชิ้น” จึงเป็นการเปลี่ยนรูปวรรณกรรม ในกรณียของการนำวรรณกรรมทุกชิ้นด้วยวิธีเจาะจงเรื่องนิพนพานโสตร์ ด้วยภาษาภาพ จากกระบวนการทางด้านจิตรกรรมไทยแบบประเพณี ทั้งนี้ก็เพื่อให้เกิดการนำเสนอวรรณกรรมทุกชิ้นด้วยกลวิธีทางด้านทัศนศิลป์ อันเป็นศาสตร์สุนทรที่สร้างความเข้าใจได้ผ่านการรู้เห็น ด้วยผัสสะ

1.1 แนวความคิด

ประวัติศาสตร์ เรื่องเล่า ตำนาน ปรากฏผ่านวรรณกรรมทุกชิ้นอยู่มากมาย ซึ่งล้วนไปด้วยสาระสำคัญที่มีคุณูปการต่อการการศึกษา “นิพนพานโสตร์” เป็นหนึ่งในวรรณกรรมทุกชิ้น ที่มีความสมบูรณ์ของเนื้อหา ครบถ้วนในทุกองค์ประกอบ ทั้งตัวละคร ฉาก เหตุการณ์ดำเนินเรื่อง เหตุก่อเรื่อง ขยายเรื่อง และสรุปรเรื่อง อวสานเรื่องด้วยข้อคิดและปรีชาธรรม รวมถึงการผนวกพุทธตำนาน พุทธประวัติมาผูกเข้ากับเหตุการณ์ทางประวัติศาสตร์ในการสร้างพระบรมธาตุเจดีย์ ที่เมืองนครศรีธรรมราช หากแต่ในปี พุทธศักราช 2563 เกิดเหตุการณ์โจรกรรมคัมภีร์บุต ในจังหวัดนครศรีธรรมราช คัมภีร์บุตเรื่อง “นิพนพานโสตร์” สูญหายไปในครั้งนี้ นั้นคงเหลือไว้เพียงเอกสารสำเนาการปริวรรตเพียงเท่านั้น ผู้วิจัยจึงมุ่งหมายในการสร้างคุณค่าของวรรณกรรมทุกชิ้นเรื่องนิพนพานโสตร์ และถอดองค์ความรู้ของวรรณกรรมเรื่องนี้เพื่อคงไว้ซึ่งคุณค่า ความรู้ ในเชิงสารัตถะ ด้วยหลักคิดและทฤษฎีประกอบสร้างดังนี้ 1. การเปลี่ยนรูปวรรณกรรมเพื่อทำให้เนื้อหาที่เป็นตัวอักษรจำนวนมากเข้าใจได้โดยง่ายผ่านภาพ 2. การสร้างคุณค่าของเนื้อหาด้วยความประณีต วิจิตร ดงาม ผ่านเทคนิคงานจิตรกรรมไทยประเพณี 3. การศึกษาและปฏิบัติการแบบบูรณกรรม ระหว่างการศึกษาค้ำคววรรณกรรมทุกชิ้น และปฏิบัติการในรูปแบบจิตรกรรมไทยประเพณี

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อนำเสนอกระบวนการเปลี่ยนรูปวรรณกรรมทักซิมเรื่องนิพพานโสตร์ด้วยกลวิธีทางด้านจิตรกรรมไทย
- 2) เพื่อนำเสนอผลงานสร้างสรรค์จากวรรณกรรมทักซิมเรื่องนิพพานโสตร์
- 3) เพื่อประเมินคุณค่าเชิงร่วมแบบพหุกรณี ระหว่างวรรณกรรม และทัศนศิลป์ ที่มีต่อกระบวนการสร้างสรรค์ชุด "นิพพานโสตร์" ตลอดช่วง

1.3 นิยามศัพท์

วรรณกรรมทักซิม หมายถึง วรรณกรรมอันมีประวัติ สำนวน นำเสนอเนื้อหาซึ่งเกี่ยวข้องกับบริบทความเป็นท้องถิ่นภาคใต้ รวมถึงภาษา ฉันทลักษณ์ คำประพันธ์ ที่ใช้ในการเรียบเรียง มีนัยยะสำคัญในการสะท้อนภูมิปัญญาด้านไทยคดีและคติชนวิทยา

นิพพานโสตร์ หมายถึง เนื้อหาในทางพระพุทธศาสนาว่าด้วยสารัตถะของพระพุทธองค์ภายหลังจากเสด็จดับขันธปรินิพพาน แล้วก่อเกิดเป็นเหตุการณ์สำคัญ ๆ ต่าง ๆ อย่างการนำพระทันตธาตุมาสู่เมืองนครศรีธรรมราชก่อนการสร้างเป็นพระบรมธาตุเจดีย์

1.4 ขอบเขตของการสร้างสรรค์ผลงาน

1) ด้านเนื้อหา

ผู้วิจัยกำหนดหมุดหมายด้านเนื้อหาอันเป็นความบันเทิงใจขั้นปฐมภูมิ ตลอดห่วงโซ่กระบวนการทางด้านทัศนศิลป์ เป็นวรรณกรรมทักซิมเรื่องพระนิพพานโสตร์ วรรณกรรมศาสนาฉบับสำคัญของจังหวัดนครศรีธรรมราช มีเนื้อหาแบ่งออกเป็น 6 องค์ภาพ ประกอบด้วยเนื้อหาการถวายพระเพลิงพระพุทธรูป พระเจ้าอชาตศัตรูกับพระบรมสารีริกธาตุ พระเจ้าธรรมโศกราช กับพระบรมสารีริกธาตุ, การอัญเชิญพระทันตธาตุไปลังกา การประดิษฐานพระบรมสารีริกธาตุ ณ หาดทรายแก้ว และการสร้างเมืองนครศรีธรรมราช ลำดับของเหตุการณ์โดยยึดเอาตัวบุคคลสำคัญของท้องถิ่นหรือของเมือง เป็นเครื่องกำหนดวิธีดำเนินเรื่อง

2) ด้านสถานที่

ด้วยวรรณกรรมทักซิมเรื่องนิพพานโสตร์ ปรากฏหลักฐานสัมพันธ์กับจังหวัดนครศรีธรรมราชทั้งในแง่ของประวัติศาสตร์ เหตุการณ์และสถานที่ ผู้วิจัยจึงมุ่งสืบค้นศิลปกรรม ศิลปวัตถุ ที่ปรากฏในจังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อประกอบการส่งเสริมอัตลักษณ์และความเป็นปัจเจกทางด้านศิลปกรรม อาทิ การศึกษา เครื่องประดับเครื่องแต่งกายของละครเจ้าพระยานครน้อย ฉาก สถานที่ ลวดลายอารยธรรมในลวดลายผ้า สถาปัตยกรรม มาประกอบสร้างเป็นผลงานสร้างสรรค์ในทางจิตรกรรมไทยที่ผสมมรดกทางวัฒนธรรมของจังหวัดนครศรีธรรมราช

3) ด้านบุคคล

นอกเหนือจากผลิตผลงานที่ผู้วิจัยเป็นผู้ออกแบบโดยใช้วิธีวิทยาในทางจิตรกรรมไทย และสุนทรียศิลป์เพื่อการสร้างผลงานแล้ว ในแบบพหุกรณี ยังคงคำนึงถึงคุณค่าด้านองค์ความรู้ในตัวบุคคล จึงได้ทำการศึกษาองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องทั้งในทางศิลปะไทย และวรรณกรรมทักซิม จากบุคคลที่มีความรู้ความชำนาญในสาขาที่เกี่ยวข้องประกอบการค้นคว้าและทบทวนวรรณกรรม โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวรรณกรรมทักซิม และผู้เชี่ยวชาญทางด้านจิตรกรรมไทยประเพณี

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 ระยะที่ 1 ระยะศึกษาและทบทวนวรรณกรรมขั้นต้นเพื่อกระทำฐานข้อมูลขั้นปฐมภูมิ

หมวดที่ 1 การศึกษาวรรณกรรมทักซิม

ขั้นที่ 1 กระทำการศึกษา และรวบรวมข้อมูลองค์ความรู้วรรณกรรมทักซิม ประเภท หนังสือชุด เรื่อง นิพพานโสตร์ จากการทบทวนวรรณกรรม ฉบับสำเนา (อันเนื่องมาจากต้นฉบับสูญหายในคดีโจกรรม) เอกสาร ผลงานการวิจัย บทความวิชาการ และตำราที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาทางด้าน วรรณกรรม ภาษา และวัฒนธรรม

ขั้นที่ 2 กระทำการศึกษา ศึกษาและรวบรวมข้อมูลองค์ความรู้วรรณกรรมทักซิณ เรื่อง นิพพานโสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านวรรณกรรมทักซิณ นักวิชาการวัฒนธรรม นักวิชาการทักซิณคดีศึกษา/ทักซิณคดีวิทยา นักประวัติศาสตร์วรรณกรรมทักซิณ

ขั้นที่ 3 จัดกระทำข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่ แนวเรื่อง และโครงสร้างวรรณกรรม ในด้าน เนื้อหา ตัวละคร ฉาก การดำเนินเรื่อง สถานการณ์ ข้อคิด และคติในทางวรรณกรรมที่ปรากฏในวรรณกรรมทักซิณ เรื่อง นิพพานโสตร์

หมวดที่ 2 การศึกษาองค์ความรู้ในทางจิตรกรรมไทย

ขั้นที่ 1 กระทำการศึกษา และรวบรวมข้อมูลองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับงานจิตรกรรมไทยประเพณีในประเทศไทย โดยการศึกษาจากครูช่างโบราณ ที่ปรากฏในงานจิตรกรรมฝาผนัง ในพื้นที่ที่ปรากฏ โดยกำหนดรูปแบบงานจิตรกรรมในรูปแบบราชสำนักเป็นกรณีศึกษา

ขั้นที่ 2 เก็บรวบรวมองค์ความรู้ในรูปแบบของการบันทึกภาพนิ่ง ศิลปะไทยแบบประเพณีในรูปแบบต่าง ๆ ที่สามารถรวบรวมไว้เป็นกรณีศึกษาได้ในระยะถัดไป

ขั้นที่ 3 การศึกษาองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับงานจิตรกรรมไทยประเพณีในประเทศไทย โดยการศึกษาองค์ความรู้จากตัวบุคคลและผู้สืบทอดภูมิรู้ ด้วยวิธีการสัมภาษณ์องค์ความรู้จาก ช่างศิลป์ นายช่างศิลปกรรม ศิลปิน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านศิลปะไทย รวมถึงการสังเกตกรรมวิธีและกระบวนการทำงานของนายช่างศิลปกรรม และศิลปินที่มีแนวทางในการสร้างสรรค์งานจิตรกรรมไทยประเพณี

หมวดที่ 3 การทบทวนและประมวลข้อมูลปฐมภูมิขั้นต้น

ขั้นที่ 1 ประมวลองค์ความรู้ทางด้านวรรณกรรมทักซิณ และจัดกระทำข้อมูลเป็นชุดความรู้ประเภทวรรณกรรม เพื่อเป็นฐานข้อมูล ในการสร้างผลสัมฤทธิ์การวิจัย

ขั้นที่ 2 ประมวลองค์ความรู้ทางด้านจิตรกรรมไทยประเพณี และจัดกระทำข้อมูลเป็นชุดความรู้ประเภทศิลปกรรม เพื่อเป็นฐานข้อมูล ในการสร้างผลสัมฤทธิ์การวิจัย

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบข้อมูลขั้นต้น และตรวจสอบคุณภาพขององค์ความรู้ที่ได้รับการการศึกษาในระยะปฐมภูมิ เพื่อกลั่นกรองคุณภาพในทางวิชาการ ก่อนเป็นฐานข้อมูลเพื่อคุณประโยชน์งานวิจัยต่อไปตามลำดับ

2.2 ระยะที่ 2 การดำเนินกิจกรรมเพื่อระดมปัญญาและการพัฒนาผลสัมฤทธิ์การวิจัย

หมวดที่ 1 การระดมสร้างองค์ความรู้

ขั้นที่ 1 กำหนดกรอบแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และตัวชี้วัด เพื่อการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์

ขั้นที่ 2 สร้างเครื่องมือประกอบการสร้างสรรค์ ตามกรอบแนวคิดการสร้างสรรค์ และตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบข้อมูลขั้นต้น และตรวจสอบคุณภาพขององค์ความรู้ที่ได้รับการการศึกษาในระยะปฐมภูมิ เพื่อกลั่นกรองคุณภาพในทางวิชาการ ก่อนเป็นฐานข้อมูลเพื่อคุณประโยชน์งานสร้างสรรค์ต่อไปตามลำดับ

หมวดที่ 2 กระบวนการแห่งการสร้างสรรค์ผลงาน

กระบวนการสร้างสรรค์นั้นเป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ อย่างเป็นระบบ เพื่อให้ความคิดเหล่านั้นพัฒนาข้อมูลที่ได้ให้เกิดเป็นผลงานสร้างสรรค์ทางด้านทัศนศิลป์ โดยริเริ่มจากกระบวนการเปลี่ยนรูปวัฒนธรรมหนังสือเบ็ดเตล็ดเมืองนครศรีธรรมราชสู่ผลงานจิตรกรรมไทยแบบประเพณี

กระบวนการสร้างสรรค์

การศึกษาค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับงานจิตรกรรมไทยประเพณีในประเทศไทย โดยการศึกษาจากครูช่างโบราณ การสัมภาษณ์องค์ความรู้จาก ช่างศิลป์ นายช่างศิลปกรรม ศิลปิน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านศิลปะไทยจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากกระบวนการศึกษาตามวัตถุประสงค์ และ แบ่งหมวดหมู่องค์ความรู้เพื่อการออกแบบสร้างสรรค์ผลงาน ชุด นิพพานโสตร์

2.3 ระยะที่ 3 การดำเนินกิจกรรมส่งคืนองค์ความรู้

- 1) จัดกระทำข้อมูล และเรียบเรียงงานเขียนทางวิชาการ วิเคราะห์ประเด็นการศึกษาและประมวลการดำเนินการวิจัยดังกล่าวตามหลักวิชาการ นำเข้าสู่กระบวนการ Peer review
- 2) เพื่อประเมินคุณค่าเชิงร่วมแบบพหุกรณี ระหว่างวรรณกรรม และทัศนศิลป์ ที่มีต่อกระบวนการสร้างสรรค์ชุด "นิพพานโสตร์" ตลอดช่วง
- 3) จัดกระทำข้อมูล สรุปและประมวลผลลัพธ์ การดำเนินโครงการสร้างสรรค์ เรื่อง ชุด นิพพานโสตร์

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลงานเรื่อง นิพพานโสตร์ : การสะท้อนรูปวรรณกรรมสู่ผลงานจิตรกรรมไทยประเพณีกรณีสร้างสรรค์วรรณกรรมทักษิณ มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ ประกอบด้วย 1. เพื่อนำเสนอกระบวนการเปลี่ยนรูปวรรณกรรมทักษิณเรื่องนิพพานโสตร์ด้วยกลวิธีทางด้านจิตรกรรมไทย 2. เพื่อนำเสนอผลงานสร้างสรรค์จากวรรณกรรมทักษิณเรื่องนิพพานโสตร์ และ 3. เพื่อประเมินคุณค่าเชิงร่วมแบบพหุกรณี ระหว่างวรรณกรรม และทัศนศิลป์ ที่มีต่อกระบวนการสร้างสรรค์ชุด "นิพพานโสตร์" ตลอดช่วง ผู้วิจัยจึงขออภิปรายผลการศึกษาที่ดำเนินการและบรรลุผลสัมฤทธิ์รายชื่อตามวัตถุประสงค์ดังนี้

3.1 นำเสนอกระบวนการเปลี่ยนรูปวรรณกรรมทักษิณเรื่องนิพพานโสตร์ด้วยกลวิธีทางด้านจิตรกรรมไทย



ภาพที่ 1 สรุปกรอบการสร้างสรรค

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

วรรณกรรมทักษิณเรื่องนิพพานโสตร์

ภาคใต้ของประเทศไทย โดยเฉพาะจังหวัดนครศรีธรรมราช มีหลักฐานทางประวัติศาสตร์และโบราณคดีชี้ให้เห็นว่าเป็นอีกแหล่งหนึ่งที่กระแสดความเจริญด้านวรรณกรรมได้ดำเนินสืบเนื่องมาอย่างไม่ขาดสาย นับเวลาได้ไม่น้อยกว่า 700 ปี

ด้วยเหตุนี้เราจึงพบวรรณกรรมลายลักษณ์ที่ปรากฏอยู่ในสมุดข่อย (หรือที่ชาวปักษ์ใต้เรียกว่า "หนังสือบูต") กระจายอยู่เป็นจำนวนมากแทบทุกอำเภอ วรรณกรรมเหล่านี้มีทั้งที่เป็นนิทานชาดก นิทานประโลมโลก ตำรายา สุภาษิต กฎหมาย และตำนานประวัติศาสตร์ เฉพาะวรรณกรรมตำนานประวัติศาสตร์เท่าที่สำรวจได้ในเวลานี้ก็มีอยู่ไม่น้อยรวมทั้งเรื่อง "พระนิพพานโสตร์" หรือพระนิพพานสูตรนิพพานโสตร์ หรือนิพพานสูตร นับเป็นวรรณกรรมตำนานประวัติศาสตร์ที่มีคุณค่าอย่างยิ่งในแง่ของวรรณกรรมตำนาน ด้วยเพราะเป็นบันทึกเหตุการณ์ประวัติศาสตร์ของจังหวัดนครศรีธรรมราช ที่ได้บอกเล่าเรื่องราวมุขปาฐะ สืบทอดกันหลายชั่วอายุคน และมีความแพร่กระจายไปในภาคใต้อย่างกว้างขวาง จนก่อให้เกิดการสร้างวรรณกรรมเรื่องนิพพานโสตร์นี้ขึ้นอีกหลากหลายสำนวน

แสงเพ็ญ แสงพุ่ม (2543) กล่าวว่า พระนิพนพานโสตร์ เป็นวรรณกรรมท้องถิ่นปักษ์ใต้ที่แพร่หลายมากในจังหวัด นครศรีธรรมราช และจังหวัดใกล้เคียงเขียนขึ้นเพื่ออานิสงส์ในทางพระพุทธศาสนา เป็นวรรณกรรมลายลักษณ์ที่คัดลอกต่อ ๆ สืบ กันมา จึงทำให้ปรากฏด้วยกันหลากหลายส่วน ส่วนเนื้อหาที่กล่าวถึงการปรีนิพานขององค์พระสัมมาสัมพุทธเจ้า ตลอดจนประวัติการ สร้างเมืองนครศรีธรรมราชรวบรวมเรื่องราว การสร้างพระบรมธาตุเจดีย์จังหวัดนครศรีธรรมราชเอาไว้ และเผยแพร่ไปในจังหวัด ต่าง ๆ เพื่อบอกเล่าเรื่องราวแห่งตำนานการสร้างพระบรมธาตุเจดีย์สืบต่อกันมาจนถึงปัจจุบันต่อมาพบการสร้างวรรณกรรมเรื่อง พระนิพนพานโสตร์ ในรูปแบบฉบับกลอนสวด อันเป็นส่วนภาคกลาง ที่แต่งเป็นกลอนสำหรับใช้สวด มีเนื้อหากล่าวถึงการตรัสรู้ ของพระพุทธเจ้า ตลอดจนการสร้างบารมีของพระเจ้าอโศกมหาราช รวมถึงการอุบัติขึ้นของพระอุคุตเถราจารย์ และบางฉบับ กล่าวถึงการทำปฐมสังคายนาพระไตรปิฎกไว้เช่นกัน

ศูนย์วัฒนธรรมภาคใต้ วิทยาลัยครูนครศรีธรรมราช (2528) กล่าวถึงสาระสำคัญของวรรณกรรมเรื่องนิพนพานโสตร์ไว้ว่า นิพนพานโสตร์นี้ เป็นบันทึกเรื่องราวการประดิษฐานพระบรมสารีริกธาตุ ไฉ่น หาดทรายแก้ว อันเป็นที่ตั้งของวัดพระมหาธาตุ วรมหาวิหาร จังหวัดนครศรีธรรมราชในปัจจุบัน ซึ่งกล่าวถึงเนื้อหาสำคัญ 6 ประการได้แก่ การถวายพระเพลิงพุทธสรีระ พระเจ้า อชาตศัตรูซึ่งพระบรมสารีริกธาตุ พระเจ้าธรรมโศกราชพบพระบรมสารีริกธาตุ การอัญเชิญพระทันตธาตุไปลังกา การประดิษฐาน พระบรมสารีริกธาตุ ณ หาดทรายแก้ว และการสร้างเมืองนครศรีธรรมราชในปัจจุบัน

กรรณานู ณ ถลาง (2528) เขียนถึงแนวคิดที่ปรากฏในเรื่องพระนิพนพานโสตร์ ไว้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ด้วยกัน กล่าวคือ แนวความทางในทางพระพุทธศาสนา และแนวความคิดในทางโลกวิถิ แนวความคิดในเรื่องพระพุทธศาสนากล่าวถึงพุทธพยากรณ์ และสาวกพยากรณ์ ตำนานการสร้างพระธาตุเจดีย์เพื่อบรรจุพระบรมสารีริกธาตุ ความคิดเรื่องนรกและสวรรค์ ส่วนความคิดทาง โลกวิถิ กล่าวถึงสถาบันพระสงฆ์และสถาบันกษัตริย์ ความเชื่อเรื่องศาสนาเป็นศูนย์กลางของการสร้างสรรค์ความดีชั่ว

เฉลิม จันปฐมพงศ์ (2526) กล่าวถึงเนื้อเรื่องของวรรณกรรมพระนิพนพานโสตร์ว่า เป็นวรรณกรรมที่เกี่ยวกับพุทธประวัติ และตำนานพระบรมธาตุนครศรีธรรมราช กล่าวเริ่มเรื่องตั้งแต่การถวายพระเพลิงพระพุทเจ้า ในขณะนั้นมีพระอรหันต์ลอบเข้าไป นำพระทันตธาตุ (พระเขี้ยวแก้ว) จากจิตกาธาน นำไปให้พระเจ้าสิงหาราช ต่อมาเกิดศึกแย่งชิงพระทันตธาตุระหว่างพระเจ้าสิงหาราช กับท้าวชาธิปติ พระเจ้าสิงหาราชจึงให้นางเหมชานาและท้าวทนธกุมาร ซึ่งเป็นพระราชธิดา และพระราชโอรส นำพระทันตธาตุไปยัง เกาะลังกา ในระหว่างเดินทาง เรือสำเภาเกิดอัปปางลง ต้องมาขึ้นฝั่งยังหาดทรายแก้ว พักอยู่ที่นั่นระยะหนึ่ง แล้วจึงนำพระทันต ธาตุไปลังกา ต่อมาพระเจ้าลังกาให้พี่น้องทั้งสองเดินทางกลับไปบ้านเมืองตามเดิมมา และนำเอาพระบรมสารีริกธาตุจำนวน 1 ทะนาน มาสร้างสถูปไว้ที่หาดทรายแก้ว อันเป็นสถานที่ที่ ทั้งเหมชานา และทนธกุมารฝังพระบรมธาตุไว้ ภายหลัง ณ สถานที่แห่ง นั้นจึงเกิดเป็นพระบรมธาตุเมืองนครศรีธรรมราช ในภายหลัง

การเปลี่ยนรูปวรรณกรรม



ภาพที่ 2 กรอบการเปลี่ยนรูปวรรณกรรม

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

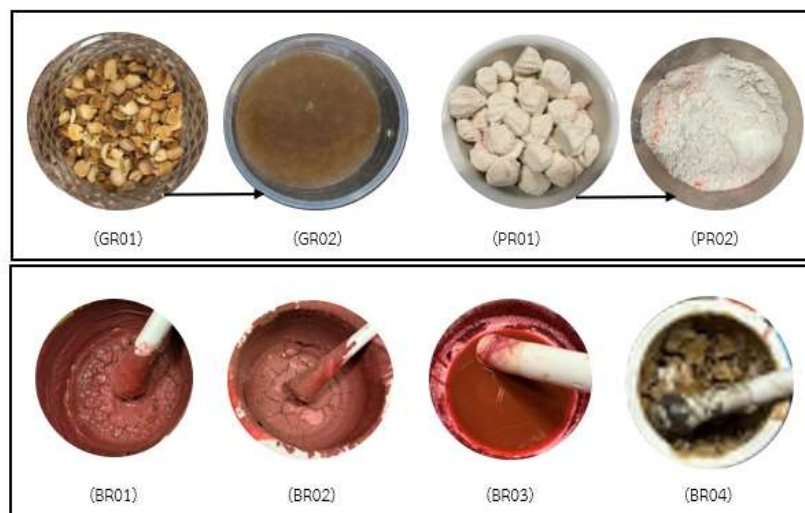


ภาพที่ 3 ผลงานสร้างสรรค์นิพนพานโสตร์

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

การเปลี่ยนรูปวรรณกรรมเป็นกระบวนการสร้างสรรค์วรรณกรรมที่สำคัญ และก่อให้เกิดวรรณกรรมกลายรูปจำนวนมาก และสามารถทำได้หลากหลายลักษณะ เช่น การเปลี่ยนรูปวรรณกรรมเพื่อการอ่านเป็นวรรณกรรมเพื่อการแสดง การเปลี่ยนรูปวรรณกรรมเพื่อการแสดงเป็นวรรณกรรมเพื่อการอ่าน การเปลี่ยนรูปวรรณกรรมมุขปาฐะเป็นวรรณกรรมลายลักษณ์ การเปลี่ยนรูปวรรณกรรมเป็นสื่อและศิลปะแขนงอื่น ๆ ฯลฯ อาทิ ศิลปะ นาฏกรรม ดนตรีกรรม เป็นต้น

การศึกษาการเปลี่ยนรูปวรรณกรรมประเภทต่าง ๆ เป็นการศึกษากระบวนการเปลี่ยนรูปวรรณกรรมที่เป็นการปรับเปลี่ยนงานจากตัวอักษรไปเป็นสื่อ หรือจากสื่อประเภทหนึ่ง ไปสู่อีกสื่อหรือประเภทหนึ่ง การเปลี่ยนรูปมีคุณลักษณะ หน้าที่ และข้อจำกัดที่แตกต่างกันไป ตามรูปแบบวิธีเฉพาะของสื่อหรือศาสตร์แขนงนั้น ๆ การเปลี่ยนรูปวรรณกรรมจะต้องมีความเข้าใจในคุณสมบัติของสื่อประเภท นั้น ๆ เพื่อที่จะสามารถนำเสนอไปสู่ผู้รับสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ “การเปลี่ยนรูปวรรณกรรม” จะเป็นกระบวนการสร้างสรรค์ทางวรรณกรรมในลักษณะหนึ่งแล้ว ยังก่อให้เกิดวรรณกรรมกลุ่มที่เรียกว่า “วรรณกรรมกลายรูป” ซึ่งหมายถึง การเปลี่ยนรูปแบบวิธีการนำเสนอวรรณกรรมจากรูปแบบเดิมให้มีรูปแบบใหม่ที่เป็นสื่อ คนละประเภทกัน กล่าวได้ว่า การเปลี่ยนรูปวรรณกรรมเป็นกลวิธีที่สร้างขึ้นใหม่ เพื่อนำมาเลี้ยงใช้แทนคำว่า “การดัดแปลง” ซึ่งเป็นคำที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาโดยตรง



ภาพประกอบที่ 4 วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างสรรค์ผลงานชุดนิพนพานโสตร์

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

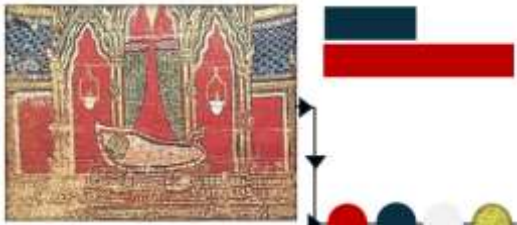
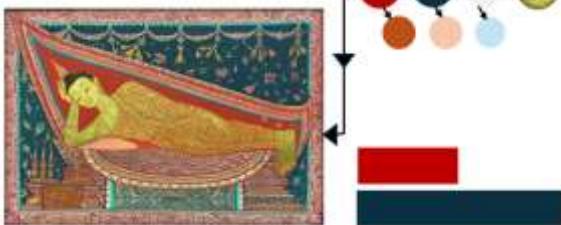
ตารางที่ 1 ตารางแสดงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียนภาพจิตรกรรมไทย

วัสดุอุปกรณ์	กระบวนการ
1. วัสดุอุปกรณ์ในการเตรียมพื้นรองเขียน แบบสมุกดินสอพอง วัสดุสำหรับสมุก : GR01 กาวเม็ดมะขาม ,GR02 น้ำตมกาวเม็ดมะขาม ,R01ดินสอพองปน HO01 น้ำเปล่า/น้ำสะอาด วัสดุสำหรับพื้น : ไม้กระดานอัด หนาขนาด 6 ml ,ผ้าขาวบางชนิดด่าง อุปกรณ์ขัดแต่ง : หอยเบี้ย ,กระดาษทรายขัดไม้ No. 1,000	ผสมวัสดุทำสมุก ทาลงบนพื้นไม้ปูผ้าขาวบางเมื่อแห้งขัดและกวาดด้วยหอยเบี้ย
2. วัสดุอุปกรณ์ในการเขียนภาพจิตรกรรมไทย แบบประเพณี วัสดุสำหรับเตรียมน้ำยากระยารง (สีฝุ่นผสมกาวกระยารง) : สีฝุ่นตระกูลสีแดง : R01-R04 สีฝุ่นตระกูลสีเขียว : G01-G04 สีฝุ่นตระกูลสีน้ำเงิน : B01-B04 สีฝุ่นตระกูลสีเหลือง : Y01-Y04 วัสดุผสมน้ำยา : GR03 กาวกระยารง ,HO01 น้ำเปล่า/น้ำสะอาด วัสดุพิเศษ : GRO: 01 ทองคำบริสุทธิ์รีดแผ่น ,GR04 กาวมะเดื่อ อุปกรณ์เขียนภาพ : สะพานรองมือ, พู่กันเขียนสีพื้น ,พู่กันตัดเส้น	ผสมสีฝุ่นกับกาวกระยารงในอัตราส่วน สี 1 ส่วน ของเหลว 1 ส่วน กาวกระยารง 2 ส่วน น้ำ 3 ส่วน เคียวไฟกลาง ใช้กาวมะเดื่อทาและปิดทองคำเปลวทับ สะพานรองมือใช้สำหรับรองเขียนภาพ พู่กันใช้เขียนสีและตัดเส้น

ที่มา : ผู้วิจัย, 2568

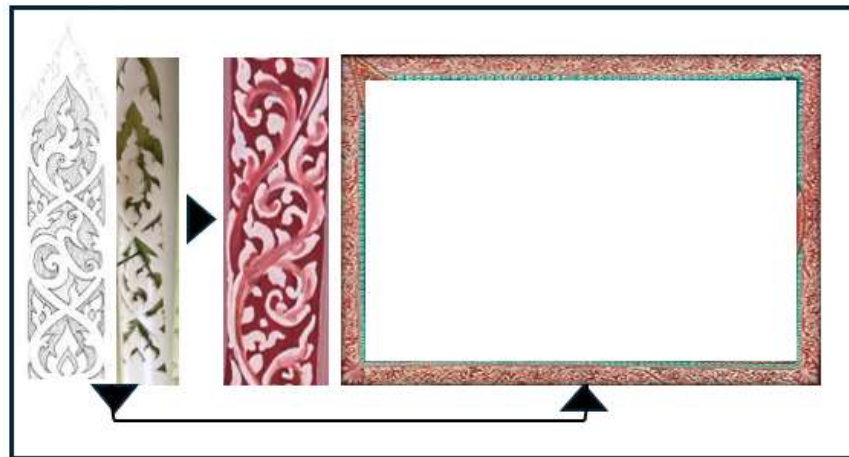
ตารางที่ 2 ตารางแสดงการเปลี่ยนรูปวรรณกรรม

เนื้อหา	ผลงานสร้างสรรค์
เทวาทาพระเจ้าแจจัน ทั้งพระอรหันต์ พร้อมกันเมื่อถวายอภักดิ์ พระเพลิงในร่างมุนี กิมหันต์ที่ มีรศมีอันเรืองฉาย พระกัณเฑาะพราหมณ์ จิตรก่าบังกาย ผืนผายเข้าในอภักดิ์ พระองค์นั้นจงควมมี เคารวะความกษัตริย์	
แสดง : สำนวนในวรรณกรรมทุกชิ้นเรื่อง นิพพานโสตร์	แสดง : ผลงานสร้างสรรค์ชิ้นนิพพาน
รายละเอียดในเนื้อความ ในตอนต้นของวรรณกรรมทุกชิ้นเรื่องนิพพานโสตร์ เริ่มจากพระพุทธรูปเสด็จดับขันธปรินิพพาน เรียกว่า มหาปรินิพพานสูตร เริ่มแต่พระพุทธรูปทรงดับขันธถึงถวายพระเพลิง และแบ่งพระบรมสารีริกธาตุ	รายละเอียดในผลงานสร้างสรรค์ 
	แสดงสีฐานของพระพุทธรูปเจ้าในท่าปรินิพพานทอดพระวรกายไปตลอดแท่นชุกชี โดยแสดงนาฏลักษณะตามที่ปรากฏเป็นท่าไสยาสน์

รายละเอียดในเนื้อหา	รายละเอียดในผลงานสร้างสรรค์
ในขณะถวายพระเพลิง ก็ปรากฏพระอัฐิธาตุ บ้างเหมือนดอกมะลิตูม บ้างก็เหมือนแก้วมุกดาที่เจียรไนแล้ว บ้างก็เหมือนทองคำ ไม่ปรากฏเถ้านใดเลย	
	ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ดอกไม้ไร่ร้าง และเครื่องแขวน ระบายย้อยลงมาเพื่อเป็นสัญลักษณ์แทนพระอัฐิธาตุ และแสดงถึงความร่วงโรยแห่งสังขารอันไม่จีรังตามสังสารวัฏ
พระธาตุต่าง ๆ พลันเกิดขึ้นเป็นที่น่าสนใจยิ่ง เหล่าพระสาวกพลันขอแบ่งพระบรมธาตุไปก่อเป็นสุปนาถา เพื่อฉลองพระศรีระองค์พระสัมมาสัมพุทธเจ้า เหนือพระแท่นก่อนดับขันธ	
	ลักษณะของพระแท่นที่ดับขันธ ปูด้วยผ้าทิพย์และมีสัญลักษณ์จากลวดลายต่าง ๆ แสดงความวิจิตรพิศดารอันเป็นทิพย์
ปรากฏพระจิงโกฏผอบพระบรมสารีริกธาตุประดิษฐานอยู่บนตั่งแก้วพระรัศมีรุ่งโรจน์โดยรอบ	
	ลักษณะของพานพุ่มและบรรดาพระจิงโกฏผอบ ที่ประดิษฐานอยู่เหนือแท่นพระที่ทรงดับขันธ
สัญลักษณ์ และ สัญลักษณ์ในผลงานสร้างสรรค์	
	
สัญลักษณ์เมืองนิพพานในจิตรกรรมไทยสมุดภาพไตรภูมิฉบับกรุงธนบุรี	ลักษณะของพระพุทธองค์ทรงดับขันธปรินิพพานในซุ้มเรือนแก้วรูปทรงเลียนอย่างซุ้มพระนิพพานเพื่อสื่อความหมายเช่นเดียวกัน
	
ลักษณะสีจากสมุดภาพไตรภูมิฉบับกรุงธนบุรี	การนำโครงสีมาใช้ในผลงานสร้างสรรค์

รายละเอียดในเนื้อหา	รายละเอียดในผลงานสร้างสรรค์
	
ลักษณะงานเครื่องแขวนแบบประณีตศิลป์	ลักษณะของดอกไม้ร่วงที่เป็นสัญลักษณ์ของพระอิริยาวัตร

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)



ภาพประกอบที่ 5 แสดงอัตลักษณ์จากลวดลายในงานแทงหยวกสู่กรอบผลงานชุดนิพพานโสตร์

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

จากกระบวนการข้างต้น แสดงให้เห็นการเปลี่ยนรูปวรรณกรรมสู่งานจิตรกรรมไทย ดังได้ยกตัวอย่างในผลงานชื่อนิพพาน จะเห็นได้จากข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 2 ถึงการตีความออกมาเพื่อนำเสนอผ่านทัศนธาตุ สัญลักษณ์ รูปร่าง รูปทรงในทางทัศนศิลป์แบบอุดมคติ อันเป็นเอกลักษณ์สำคัญของงานจิตรกรรมไทยแบบประเพณี ทั้งนี้ก็รวมถึงกรรมวิธีและกระบวนการตลอดจนวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างสรรค์ผลงานครั้งนี้ด้วยเช่นกัน

3.2 นำเสนอผลงานสร้างสรรค์จากวรรณกรรมทัศนเรื่องนิพพานโสตร์



(ก)

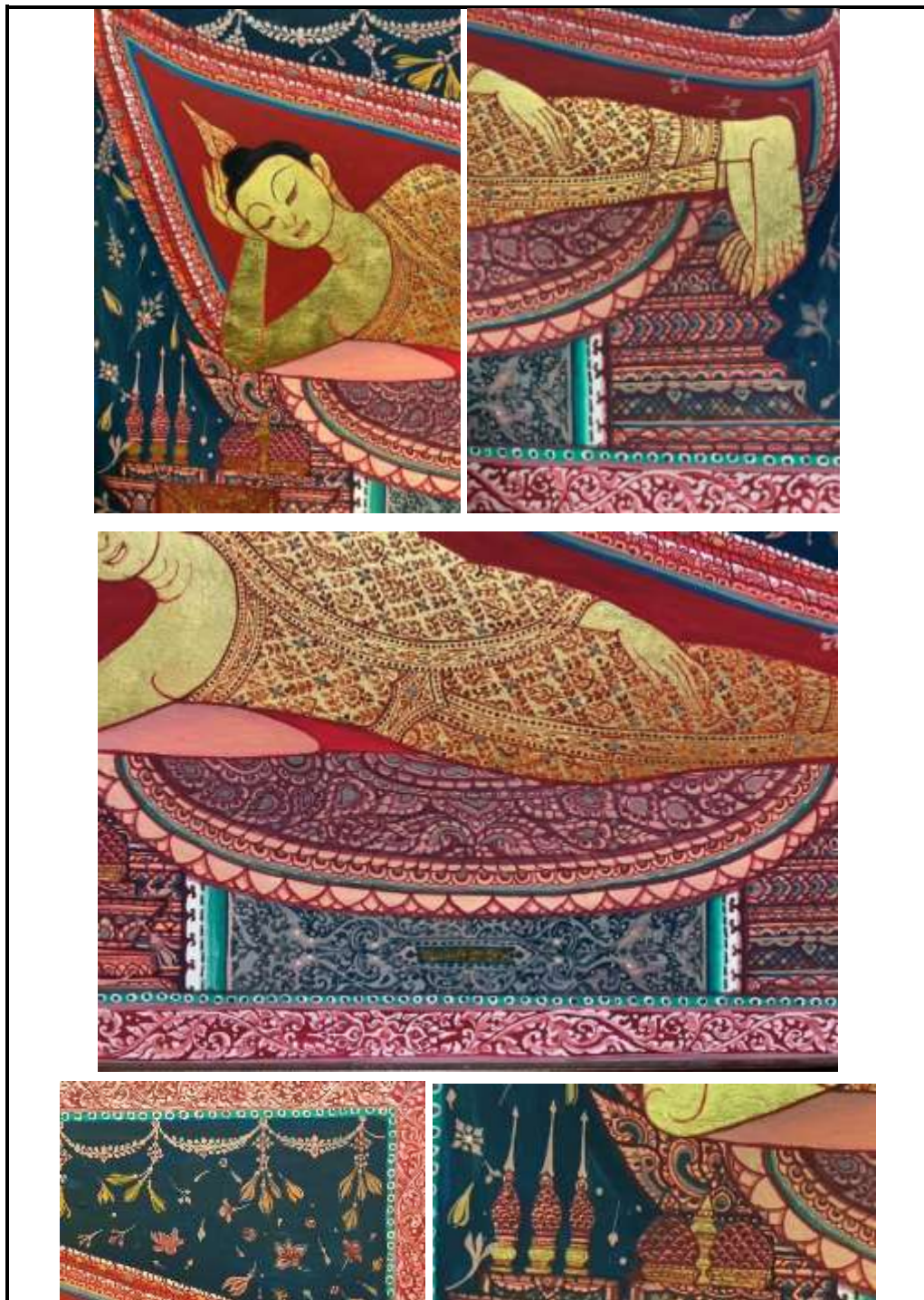


(ข)

ภาพประกอบที่ 6 (ก) แสดงภาพนิพพานในสมุดภาพไตรภูมิ (ข) แสดงภาพผลงานนิพพานโสตร์

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

ในการสร้างสรรค์ผลงานครั้งนี้ มีความมุ่งหมายในการพัฒนาวรรณกรรมเรื่องนิพพานโสตร์ให้เกิดเป็นสื่อวัฒนธรรมใหม่จากเดิมเป็นอักษรในคัมภีร์ ผู้วิจัยที่ครั้งหนึ่งได้เคยสัมผัสวรรณกรรมเรื่องนิพพานโสตร์จึงมีความคิด ความมุ่งหมาย ในการดำรงไว้ซึ่งคุณค่า ของวรรณกรรมที่กษัตริย์เรื่องนิพพานโสตร์นี้ ด้วยการสร้างองค์ความรู้ ด้วยกระบวนการเปลี่ยนรูปวรรณกรรม จากตัวอักษร และเนื้อหา ให้เกิดเป็นผลงานสร้างสรรค์ทางด้านทัศนศิลป์ ที่อาศัยกลวิธีการสร้างสรรค์และถ่ายทอดวรรณกรรมเรื่องนิพพานโสตร์นี้ด้วยรูปแบบของงานจิตรกรรมไทยประเพณี



ภาพประกอบที่ 7 แสดงรายละเอียดในภาพผลงานนิพพานโสตร์

ที่มา : ผู้วิจัย (2568)

3.3 ประเมินคุณค่าเชิงร่วมแบบพหุกรณี ระหว่างวรรณกรรม และทัศนศิลป์ ที่มีต่อกระบวนการสร้างสรรค์ชุด” นิพพานโสตร์” ตลอดช่วง

ในการประเมินคุณค่าแบบตลอดช่วงแบบพหุกรณี ผู้วิจัยได้ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านทัศนศิลป์ประเภทงานจิตรกรรมไทย จำนวน 3 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิ ทางด้านวรรณกรรมทุกชิ้น จำนวน 4 ท่าน โดยใช้วิธีการประเมินผลแบบข้อคำถาม โดยให้ระดับการประเมิน แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ ระดับ 5 = ดีมาก ระดับ 4 = ดี ระดับ 3 = พอใช้ ระดับ 2 ปานกลาง ระดับ 1 ปรับปรุง โดยมีผลการประเมินโดยภาพรวมดังนี้

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลการประเมิน

รายละเอียดการประเมิน	ค่าเฉลี่ยและระดับคะแนน				
กรณีคุณค่าของวรรณกรรมทุกชิ้น	5	4	3	2	1
1. การดำเนินงานครั้งนี้ สามารถพัฒนาวรรณกรรมทุกชิ้นเรื่องนิพพานโสตร์ได้มากน้อยเพียงใด	71.4%	28.6%			
2. เนื้อหาและสาขของวรรณกรรมทุกชิ้นเรื่องนิพพานโสตร์ในชุดความรู้ครบถ้วนสมบูรณ์	42.9%	57.1%			
3. มีการถอดองค์ความรู้ในวรรณกรรมเรื่องนิพพานโสตร์มานำเสนอใหม่อย่างน่าสนใจและหลากหลายมิติ	42.9%	57.1%			
4. นำเสนอวรรณกรรมทุกชิ้นเรื่องนิพพานโสตร์ได้อย่างสมบูรณ์โดยคงสาระสำคัญไว้เช่นเดียวกับในรูปของตัวอักษร	71.4%	28.6%			
5. มีการสร้างองค์ความรู้ใหม่จากวรรณกรรมเรื่องนิพพานโสตร์	28.6%	57.1%	14.3%		
กรณีคุณค่าในทางจิตรกรรมไทย	5	4	3	2	1
6. ในด้านจิตรกรรมไทยมีความประณีตสวยงาม	57.1%	42.9%			
7. เทคนิควิธีการมีความพิถีพิถัน เป็นไปตามขนบจารีตของงานจิตรกรรมไทยประเพณี	57.1%	42.9%			
8. กระบวนการสร้างสรรค์มีความน่าสนใจและสามารถเป็นแนวทางในการสร้างงานจิตรกรรมไทยแนวเรื่องวรรณกรรมอื่น ๆ ได้	42.9%	57.1%			
9. ผลงานสร้างสรรค์มีความสวยงาม	71.4%	28.6%			
10. สามารถรับรู้และเข้าใจได้ว่าผลงานสร้างสรรค์ดังกล่าวนำเสนอวรรณกรรมเรื่องนิพพานโสตร์	57.1%	28.6%	14.3%		
เฉลี่ย	54.28	42.86	2.86		

ที่มา : ผู้วิจัย, 2568

4. สรุปผล

นิพพานโสตร์ เป็นวรรณกรรมเรื่องสำคัญเรื่องหนึ่งในแง่ของประวัติศาสตร์ และนับเป็นวรรณกรรมทุกชิ้นที่ทรงคุณค่า มีเนื้อหา แบ่งออกเป็น 6 ตอนใหญ่ จับตั้งแต่ถวายพระเพลิงพระพุทธรูปพระสุทธรีระ, พระเจ้าอชาตศัตรูกับพระบรมสารีริกธาตุ, พระเจ้าธรรมโศกราชกับพระบรมสารีริกธาตุ, การอัญเชิญพระทันตธาตุไปลังกา, การประดิษฐานพระบรมสารีริกธาตุ ณ หาดทรายแก้ว, และการสร้างเมืองนครศรีธรรมราช

ซึ่งผู้วิจัยได้นำสาระสำคัญของวรรณกรรมทุกชิ้นเรื่องนิพพานโสตร์ มาถ่ายทอดผ่านกระบวนการทัศนใหม่ ให้เกิดเป็นผลงานสร้างสรรค์ทางทัศนศิลป์ ในรูปแบบและขนบวิธีของงานจิตรกรรมไทยประเพณี ทั้งนี้เพื่อเป็นการสร้างสรรค์ผลงานทัศนศิลป์ที่นำเสนอคุณค่าตามแนวทางของครูช่างโบราณ การสร้างสรรค์ในครั้งนี้ ใช้แนวคิดทฤษฎีเรื่องเล่า และการเล่าเรื่อง ผสมผสานกับกระบวนการทัศนเปลี่ยนรูปวรรณกรรม ให้เกิดเป็นผลงานสร้างสรรค์ จำนวน 1 ชุด ซึ่งผู้สร้างสรรค์นำเสนอเป็นตัวอย่าง 1 ผลงาน จากจำนวนผลงานทั้งหมด 10 ชิ้น ในชั้นพระพุทธรูปทรงคันธบริณีพินพาน ด้วยเทคนิคจิตรกรรมไทยประเพณี ด้วยวัสดุสีฝุ่นจากแร่ธรรมชาติ บนพื้นสมุดดินสอพองกาวมะขามซึ่งนับเป็นกรรมวิธีอย่างโบราณ ที่นำกลับมาสร้างสรรค์ใหม่ให้เป็นผลงานปัจจุบันที่ทรงคุณค่า อนึ่ง วรรณกรรมทุกชิ้นเรื่องนิพพานโสตร์ ยังปรากฏองค์ความรู้อีกมากมายภายในเรื่องที่สามารถนำมาเสนอเป็นเป็นศาสตร์ต่าง ๆ ได้อีกมากมาย ในการสร้างสรรค์ครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้ทำการศึกษาข้อมูล แบบพหุกรณี ทั้งในด้านวรรณกรรมทุกชิ้น และ

จิตรกรรมไทยในด้านเทคนิควิธีการเชิงช่าง จากภูมิปัญญาโบราณ ถ่ายทอดรูปแบบอุดมคติตามแนวทางของช่างศิลป์ไทยที่นำเสนอความงดงามมากกว่าเสมือนจริง

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์ หน่วยงานต้นสังกัด ที่ได้สนับสนุนทุนทรัพย์ในการสร้างสรรค์ ผลงานสร้างสรรค์ ประจำปี 2568 ภายใต้โครงการ นิพนพานโสตร์ : จิตรกรรมไทยประเพณีจากกระบวนการบูรณาการวัฒนธรรมคัมภีร์บุคเมือง นครศรีธรรมราช ตลอดจน ศาสตราจารย์พิเศษ ดร.กาญจนา เกรียงสี ศาสตราจารย์ชน เพชรแก้ว รองศาสตราจารย์วิริยญา จิราธิกิติ์ รองศาสตราจารย์วิมล คำศรี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ฉัตรชัย ศุกระกาญจน์ ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาแนะนำให้คำปรึกษาจนผลงานนี้บรรลุผลสำเร็จอย่างบูรณ์

6. เอกสารอ้างอิง

- กรรณานุช ณ กลาง. (2528). *พระนิพนพานโสตร์ ส่วนวนที่ 2* กรุงเทพฯ: กรุงเทพมหานครการพิมพ์.
- กาญจนา แก้วเทพ. (2553). *แนวพินิจใหม่ในสื่อสารศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- จักกฤษณ์ ดวงพัตรา. (2563). *การแปรรูปวรรณกรรม*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เฉลิม จันปฐมพงศ์ (2526). *พระนิพนพานโสตร์ : การศึกษาเชิงวิเคราะห์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ศูนย์วัฒนธรรมภาคใต้ วิทยาลัยครูนครศรีธรรมราช. (2528). *พระนิพนพานโสตร์*. กรุงเทพฯ: กรุงเทพมหานครการพิมพ์.
- ศิริพร ณ กลาง. (2557). *ทฤษฎีคติชนวิทยาในการวิเคราะห์ตำนาน-นิทานพื้นบ้าน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- แสงเพ็ญ แสงพุ่ม. (2543). *พระนิพนพานโสตร์ การศึกษาวิเคราะห์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อนุโรจน์ จันทรโพธิ์ศรี พิษณุ ศุภนิมิตร และปรีชา เกาทอง. (2559). การแปรเปลี่ยนจากรูปธรรมของจิตรกรรมของไทยสู่หลักธรรมในพุทธศาสนา. *Veidian E-Journal, Silpakorn university*, 9(2). 2361-2375
- อรวดี ไตลังคะ. (2543). *ศาสตร์และศิลป์แห่งการเล่าเรื่อง*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

6 SESSION

บริหารธุรกิจและเศรษฐศาสตร์



ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมกับความพึงพอใจทางการตลาดต่อการตัดสินใจซื้อ เครื่องดื่มอลคาเฟในพื้นที่ย่านหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

Study the Relationship between Behavior and Satisfaction of Marketing
Factors that Influence the Purchasing Decision of All Cafe Beverages at
HuaHin District, Prachuap Khiri Khan Province

วีรวัลย์ ปิ่นชุมพลแสง¹ ศุภชัย นิธารกรณ์¹ ธนภัทร สีสดใส¹ สมใจ ศรีเนตร¹ และ สุภาพร เพชรรัตนกุล¹
Weerawan Pinchumpholsang¹ Supachai Nitarkorn¹ Thanapat Srisodsai¹ Somjai Srinet¹ and
Supaporn Petchratkul¹

¹ สาขาวิชาวัตกรรมการจัดการ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

¹ Management Innovation Department, Business Administration Faculty, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

* E-mail Veerawan.pin@rmutr.ac.th; 0898143219, Supachai.nit@rmutr.ac.th 0925924193, thanapat.sri@rmutr.ac.th,
Somjai.sri@rmutr.ac.th and Supaporn.pet@rmutr.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรม ความพึงพอใจทางการตลาดและความสัมพันธ์ของพฤติกรรมต่อความพึงพอใจทางการตลาดของผู้ใช้บริการอลคาเฟ เครื่องดื่มที่ใช้ในการวิจัยปริมาณเป็นแบบสอบถามออนไลน์ กลุ่มตัวอย่างได้แก่ ผู้ใช้บริการอลคาเฟ จำนวน 849 คน ตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.95 ความเที่ยงตรงเท่ากับ 1 ผลการวิจัยพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นหญิงอายุ 21-30 ปี มีความพึงพอใจมากที่สุดด้านการส่งเสริมการตลาดเป็น เพศชายมากกว่าเพศหญิงเป็นนักเรียน/ นักศึกษาระดับปริญญาตรีอาชีพรับจ้างอายุ 21-30 ปี เงินเดือนมากกว่า 15,001 ขึ้นไปเลือกดื่มกาแฟมากที่สุด ใช้บริการน้อยกว่า 15 นาทีพอใจสูงสุดด้านโปรโมชั่น เนื่องจากผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟมีการสะสมคะแนนอลคาเฟเบอร์ และมีการจัดทำโปรโมชั่น สาขาที่มีการติดป้ายประชาสัมพันธ์หน้าร้านสามารถดึงดูดให้สนใจผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟมากขึ้น และผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟมีการโฆษณาผ่านสื่อต่าง ๆ อย่างทั่วถึง เช่น โฆษณาทางโทรทัศน์ และสื่อออนไลน์ที่แอปพลิเคชันต่าง ๆ ทำให้ผู้บริโภคเข้าถึงผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟได้ง่าย และสะดวกมากยิ่งขึ้น ด้านความสัมพันธ์พฤติกรรมต่อปัจจัยทางการตลาดพบว่าผู้บริโภคที่อยู่ระดับปริญญาตรีอายุ 31 ปีขึ้นไปเป็นนักเรียนนักศึกษารายได้มากกว่า 15,001 บาทขึ้นไปใช้บริการสาขาตาลเดี่ยว ใช้บริการ 51-100 บาทพึงพอใจสูงสุดต่อปัจจัยการตลาดด้านสินค้า ช่องทางจัดจำหน่าย บุคลากร กระบวนการให้บริการและส่งเสริมการขาย ส่วนความพึงพอใจน้อยที่สุดในด้านความพึงพอใจด้านราคา ภาพลักษณ์ร้านค้าและภาพรวมการบริการ เนื่องจากผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟพนักงานให้บริการรวดเร็ว แต่อาจจะล่าช้า และให้คำแนะนำเกี่ยวกับเครื่องดื่มต่าง ๆ ได้ไม่ครบถ้วนในช่วงที่มีออเดอร์ทางหน้าร้าน หรือเดลิเวอรี่เยอะ ในช่วงที่มีการจัดโปรโมชั่น จะทำให้การบริการล่าช้าไปบ้าง กลุ่มความพอใจต่ำคือใช้บริการวงเงินต่ำกว่า 50 บาท ใช้บริการห่วยทรายได้กลุ่มรายได้ต่ำกว่า 10,000 บาท อาชีพรับจ้าง อายุต่ำกว่า 20 ปีต่ำกว่าปริญญาตรีเพศหญิง ควรปรับปรุงการบริการให้กลุ่มนี้มากขึ้นเพื่อเพิ่มยอดขายของสาขา

คำสำคัญ: ออลคาเฟ, ความพึงพอใจ, การตัดสินใจซื้อ, ส่วนผสมทางการตลาด

Abstract

The purpose of this research is to study the behavior, marketing satisfaction, and relationship of behavior to marketing satisfaction of service users at All Café. An online questionnaire was used to research volumes. The sample group included 849 users of All Cafe with a confidence value of 0.95 and an index of congruence of 1. The result showed that most consumers who were female aged 21-30 years old were satisfied with the promotion, while consumers who were male students/undergraduates or students of a career contract with a salary of more than 15,001 and above chose to drink coffee the most, used less than 15 minutes of service, and were the most satisfied in terms of promotion. Because All Café's beverage products accumulated member points, a promotion was also held. The branches have posted promotional signs in front of the store to attract more attention to All Café beverage products, and All Café beverage products were advertised through various media such as television advertisements and online media, where various applications make it easier and more convenient for consumers to access All Café beverage products. In terms of the relationship between behavior and marketing factors, it was found that consumers with a bachelor's degree aged 31 years and above are students with an income of 15,001 baht or more who use the services at the Tan Deaw branch and pay between 51 and 100 baht, with the highest satisfaction with the marketing factors of the product, distribution channels, personnel, service, and promotion processes. The least satisfied part was in terms of price satisfaction, store image, and service overview. Due to all café beverage products being provided quickly, there may be delayed and incomplete advice on various drinks during the period when there are a lot of orders in front of the store or for delivery. The lowest satisfaction group was users of the service with a credit limit of less than 50 baht, using the Huay Sai Tai branch, with an income of less than 10,000 baht, aged 20 years and below, and female with a bachelor's. They should improve their services to this group to increase the sales of the branch.

Keywords: All café, Satisfaction, Decision Purchasing, Marketing Mix

1. บทนำ

ในยุคปัจจุบัน วิถีชีวิตของผู้คนในเมืองใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานคร มีความเร่งรีบมากขึ้น ส่งผลให้การบริโภคเครื่องดื่มอย่างกาแฟกลายเป็นส่วนหนึ่งของกิจวัตรประจำวัน โดยเฉพาะในช่วงเช้าหรือระหว่างการทำงาน การดื่มกาแฟไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มพลังงานและความกระปรี้กระเปร่า แต่ยังเป็นกิจกรรมทางสังคมที่ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้คน

ในประเทศไทย ตลาดกาแฟมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยมีการบริโภคเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณร้อยละ 5-6 ต่อปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 ถึง 2560 (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2561) ธุรกิจร้านกาแฟได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น เนื่องจากความสะดวกสบายและความหลากหลายของเมนูที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค นอกจากนี้ การเติบโตของสื่อโซเชียลมีเดียยังส่งเสริมให้ผู้คนแชร์ประสบการณ์การดื่มกาแฟ ทำให้ธุรกิจนี้ได้รับความสนใจมากขึ้น

อลคาเฟ่ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของร้านสะดวกซื้อเซเว่น อีเลฟเว่น ภายใต้การดำเนินงานของซีพีออลล์ มีบทบาทสำคัญในตลาดกาแฟของประเทศไทย โดยใช้กลยุทธ์การให้บริการผ่านเครือข่ายร้านสะดวกซื้อที่ครอบคลุมทั่วประเทศ ผสานความสะดวกสบายเข้ากับคุณภาพสินค้า และเสนอราคาที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคทุกกลุ่ม ข้อมูลจาก CP All (2023) ระบุว่าผลประกอบการรวมของซีพีออลล์ในปี พ.ศ. 2566 มีกำไรสุทธิ 15,403 ล้านบาท เติบโตขึ้นร้อยละ 35.1 จากปีที่ผ่านมา โดยรายได้ส่วนใหญ่มาจากกลุ่มสินค้าอาหารและเครื่องดื่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 75.2 ของยอดขายรวมในเซเว่น โดยมีอลคาเฟ่เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์สำคัญ

อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เป็นพื้นที่ที่มีความโดดเด่นด้านการท่องเที่ยว มีนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติเดินทางมาเป็นจำนวนมากในแต่ละปี ส่งผลให้มีความต้องการสินค้าและบริการที่สอดคล้องกับพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมาย ทั้งนี้ อำเภอหัวหินยังเป็นพื้นที่ที่มีประชากรท้องถิ่นที่กำลังซื้อสูง การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มอลคาเฟ่ในพื้นที่นี้จึงมีความสำคัญในการทำ ความเข้าใจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคในเชิงลึก

อย่างไรก็ตาม ออลคาเฟ่ต้องเผชิญกับการแข่งขันที่สูงขึ้นจากแบรนด์กาแฟรายใหญ่ เช่น คาเฟ่ อเมซอน และธุรกิจร้านกาแฟอิสระที่กำลังได้รับความนิยมมากขึ้นในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะในเมืองใหญ่และแหล่งท่องเที่ยว แม้อลคาเฟ่จะมีฐานลูกค้าที่มั่นคงในระดับหนึ่ง แต่อิทธิพลจากปัจจัยทางการตลาด เช่น กลยุทธ์การส่งเสริมการขาย การตั้งราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย และการสื่อสารการตลาด รวมถึงภาพลักษณ์ของแบรนด์ ล้วนส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การเปลี่ยนแปลงของแนวโน้มการบริโภคและความคาดหวังของผู้บริโภคสมัยใหม่ ทำให้ผู้ประกอบการต้องมีความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องดื่มของลูกค้า เพื่อที่จะสามารถกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาดที่มีประสิทธิภาพ และสามารถสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันในระยะยาว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยทางการตลาดที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มอลคาเฟ่ โดยมุ่งหวังให้ผลการวิจัยสามารถสะท้อนให้เห็นถึงปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของผู้บริโภค และเป็นแนวทางในการพัฒนากลยุทธ์การตลาดที่ตอบสนองต่อความต้องการของตลาดได้อย่างเหมาะสม

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) ศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้บริการ ออลคาเฟ่ (All cafe)
- 2) ศึกษาความพึงพอใจทางการตลาดของผู้ใช้บริการ ออลคาเฟ่ (All cafe)
- 3) ศึกษาความสัมพันธ์ของพฤติกรรม ต่อความพึงพอใจทางการตลาดของผู้ใช้บริการ ออลคาเฟ่ (All cafe)

1.2 ทบทวนวรรณกรรม

1) ทฤษฎีด้านพฤติกรรมผู้บริโภค (Consumer Behavior)

พฤติกรรมผู้บริโภคในตลาดเครื่องดื่มได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลายประการ เช่น ความสะดวกสบาย ราคา คุณภาพ และประสบการณ์ในการใช้บริการ (Kotler & Keller, 2016) โดยเฉพาะในตลาดกาแฟ ผู้บริโภคมักให้ความสำคัญกับรสชาติของกาแฟ ความคุ้มค่าของราคา และภาพลักษณ์ของแบรนด์ นอกจากนี้ ความสะดวกในการเข้าถึงร้านและความรวดเร็วของการบริการยังเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ

ในกรณีของออลคาเฟ่แนวคิดด้านพฤติกรรมผู้บริโภคถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์และบริการ ตัวอย่างเช่น การกำหนดราคาที่สามารถแข่งขันได้ การเพิ่มตัวเลือกเมนูที่หลากหลาย และการออกแบบบริการที่เหมาะสมกับความต้องการของกลุ่มลูกค้า เช่น คนทำงาน นักเรียน และนักท่องเที่ยว

2) ทฤษฎีส่วนประสมทางการตลาด

ส่วนประสมทางการตลาด 7Ps คือเครื่องมือสำคัญที่ธุรกิจใช้ในการวางแผนกลยุทธ์เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า และสร้างความพึงพอใจ โดยประกอบด้วย **ผลิตภัณฑ์** หมายถึงสิ่งที่นำเสนอแก่ลูกค้า ทั้งสินค้าจับต้องได้และบริการ ควรมีคุณภาพตรงตามความต้องการ และแตกต่างจากคู่แข่ง โดยต้องพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างคุณค่าและความพึงพอใจ **ราคา** คือมูลค่าที่ลูกค้าต้องจ่าย การตั้งราคาต้องคำนึงถึงต้นทุน การรับรู้คุณค่าของลูกค้า การแข่งขัน และความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยน **ช่องทางการจัดจำหน่าย** เป็นวิธีการนำสินค้าไปสู่ลูกค้าอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ร้านค้าออนไลน์ หรือตัวแทนขาย โดยพิจารณาทำเลและรูปแบบที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย **การส่งเสริมการตลาด** คือการสื่อสารเพื่อกระตุ้นความสนใจและสนใจลูกค้า ผ่านการโฆษณา การส่งเสริมการขาย การประชาสัมพันธ์ และการตลาดทางตรง **กระบวนการ** คือขั้นตอนการให้บริการตั้งแต่ต้นจนจบ เช่น การต้อนรับ การจัดส่ง และบริการหลังการขาย ซึ่งมีผลต่อประสบการณ์ของลูกค้า **บุคลากร** บุคคลที่เกี่ยวข้องในการให้บริการ มีบทบาทในการสร้างความพึงพอใจ และความสัมพันธ์ที่ดีต่อลูกค้า **ลักษณะทางกายภาพ** สิ่งที่ถูกมองเห็นหรือสัมผัสได้ เช่น บรรยากาศร้าน การตกแต่ง หรือเอกสารการบริการ ซึ่งส่งผลต่อภาพลักษณ์และความน่าเชื่อถือของธุรกิจแนวคิด 7Ps นี้ช่วยให้ธุรกิจสามารถวางแผนการตลาดได้อย่างครอบคลุมและมีประสิทธิภาพ.

3) การใช้แนวคิดด้าน 7Ps Marketing Mix

การวางแผนกลยุทธ์การตลาดของออลคาเฟ่ใช้แนวคิด 7Ps Marketing Mix ซึ่งประกอบด้วย Product (สินค้า), Price (ราคา), Place (สถานที่), Promotion (โปรโมชั่น), People (บุคลากร), Process (กระบวนการ) และ Physical Evidence (สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ) (Booms & Bitner, 1981) โดยกลยุทธ์นี้ถูกนำมาใช้เพื่อเสริมสร้างความแข็งแกร่งให้กับออลคาเฟ่ในตลาดเครื่องดื่ม ตัวอย่างเช่น การออกแบบเมนูที่ครอบคลุมความต้องการที่หลากหลาย การจัดโปรโมชั่น เช่น ส่วนลดผ่านแอปพลิเคชัน แนวคิดนี้ทำให้ออลคาเฟ่สามารถแข่งขันในตลาดเครื่องดื่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4) แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ (Satisfaction) เป็นแนวคิดที่มีการศึกษาและให้ความสำคัญอย่างมากในหลากหลายสาขาวิชา เช่น จิตวิทยา การบริหารธุรกิจ และการตลาด โดยเฉพาะในบริบทของการทำงาน การให้บริการ และความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ความพึงพอใจได้รับการนิยามในลักษณะที่มากมายขึ้นอยู่กับบริบทการใช้งาน ฌ็อง-ฌัก คีร์คอร์เร (2565) ได้อธิบายว่า ความพึงพอใจของพนักงานในองค์กรมีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น การจัดการที่ยุติธรรม โอกาสในการพัฒนา สภาพแวดล้อมการทำงานที่ดี และการสนับสนุนจากผู้บริหาร ความพึงพอใจของพนักงานไม่เพียงส่งผลต่อความผูกพันต่อองค์กร แต่ยังส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการปฏิบัติงานและลดอัตราการลาออก

วราภรณ์ แก้วประเสริฐ (2565) กล่าวว่า ความพึงพอใจในบริบทของผู้บริโภคในยุคดิจิทัลไม่ได้เป็นเพียงความรู้สึกที่ดีหลังจากได้รับบริการหรือสินค้าที่ตรงตามความคาดหวังเท่านั้น แต่ยังรวมถึงความประทับใจในกระบวนการทั้งหมด เช่น การค้นหาข้อมูล การสั่งซื้อ และการสนับสนุนหลังการขาย การสร้างประสบการณ์ที่ดีในแต่ละขั้นตอนจะช่วยเพิ่มความพึงพอใจโดยรวม

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกเชิงบวกที่เกิดจากการประเมินว่าสิ่งที่ได้รับนั้นตรงกับความคาดหวังหรือไม่ โดยความพึงพอใจสามารถเกิดขึ้นได้ในบริบทที่หลากหลาย ตั้งแต่การทำงาน การบริการ การบริโภคสินค้า ไปจนถึงความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ความพึงพอใจจึงเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญสำหรับการปรับปรุงกระบวนการและสร้างความผูกพันในระยะยาว

องค์การบริหารส่วนตำบลบางเพรียง (2563) ได้ดำเนินการศึกษา ความพึงพอใจของประชาชนต่อการให้บริการของหน่วยงานภาครัฐ โดยเน้นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพและประสิทธิภาพของการบริการ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความไว้วางใจของประชาชนที่มีต่อหน่วยงานภาครัฐ งานวิจัยนี้ได้เน้นการวิเคราะห์และประเมินผลในประเด็นหลัก 5 ด้าน ดังนี้ การให้บริการที่ดีควรคำนึงถึง 5 ปัจจัยหลัก ดังนี้:

(1) การให้บริการอย่างเสมอภาค ต้องไม่มีการเลือกปฏิบัติต่อประชาชน ไม่ว่าจะเป็นเพศ ศาสนา อายุ หรือสถานะทางสังคม เพื่อสร้างความไว้วางใจและความรู้สึกเป็นธรรมในระบบราชการ

(2) การให้บริการที่ตรงเวลา บริการต้องรวดเร็วและตรงตามกำหนดเวลา เพื่อลดความยุ่งยากในชีวิตประจำวันและสร้างความพึงพอใจให้กับประชาชน

(3) การให้บริการอย่างเพียงพอ ต้องมีทรัพยากรและสถานที่บริการที่เพียงพอและเข้าถึงง่าย เพื่อให้ประชาชนได้รับบริการอย่างทั่วถึง

(4) การให้บริการอย่างต่อเนื่อง บริการต้องไม่หยุดชะงัก แม้ในภาวะวิกฤติ เช่น ภัยพิบัติหรือปัญหาภายในองค์กร เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับประชาชน

(5) การให้บริการอย่างก้าวหน้า หน่วยงานควรพัฒนาบริการอย่างต่อเนื่อง เช่น การนำเทคโนโลยีมาใช้ การอบรมเจ้าหน้าที่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความพึงพอใจของประชาชน

5) ทฤษฎีเกี่ยวกับปัจจัยด้านประชากรศาสตร์

พรทิพย์ วิวิธนาภรณ์ (2557) กล่าวว่า แนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลของปัจจัยทางประชากรที่มีต่อพฤติกรรมและการตัดสินใจของผู้บริโภค โดยเฉพาะในกลุ่มผู้บริโภคที่ให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ ปัจจัยทางประชากรหลักที่มักนำมาใช้ในการแบ่งกลุ่มผู้บริโภคประกอบด้วย 4 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ เพศ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความแตกต่างในด้านความคิดและพฤติกรรมระหว่างเพศชายและหญิง อายุ ที่บ่งบอกถึงวุฒิภาวะและประสบการณ์ในการตัดสินใจ ระดับการศึกษา ซึ่งส่งผลต่อความรู้ความเข้าใจและการประเมินทางเลือกในการบริโภค และรายได้ต่อเดือน ที่เป็นตัวกำหนดกำลังซื้อและความสามารถในการเข้าถึงสินค้าและบริการต่าง ๆ

1.3 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาผู้จัดทำได้ทำการสรุปประเด็นสำคัญขององค์ประกอบของส่วนประสมทางการตลาดบริการ ที่ได้จากการศึกษาวารสาร เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยอ้างอิงจากปริญา สาททอง (2566) : กุลนรี วิสิฐสัทธาพงศ์ (2566) ; กัญญาพัชร ลาภารัตน์และบรรดิษฐ์ พระประทานพร (2567) ; ศุภศิลป์ ทับ ชนะ (2564) ; Ladnalo, J., & Sukpun, P. (2023) โดยสรุปปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการ ได้ว่าเป็นแนวคิดส่วนประสมทางการตลาดสำหรับธุรกิจบริการที่ให้บริการซึ่งจะได้ส่วนประสมการตลาด (Marketing Mix) หรือ 7Ps ในการกำหนดกลยุทธ์การตลาดซึ่งประกอบด้วย

1) ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) หรือบริการ (Service) สิ่งที่ต้องการต้องมอบให้แก่ผู้บริโภคและผู้บริโภคจะได้รับผลประโยชน์และคุณค่าของผลิตภัณฑ์นั้นประกอบด้วยรูปแบบ คุณสมบัติ คุณภาพ ความคงทน ความน่าเชื่อถือ รูปลักษณ์และการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือบริการต้องมีรรถประโยชน์ ซึ่งการสร้างผลิตภัณฑ์หรือบริการให้มีคุณค่าแก่ผู้บริโภคมากกว่าที่ผู้บริโภคคาดหวัง

2) ด้านราคา (Price) คุณค่าของผลิตภัณฑ์ในรูปตัวเงินเป็นต้นทุนทั้งหมดที่ผู้บริโภคต้องจ่ายในการแลกเปลี่ยนสินค้าและบริการ รวมทั้งยังเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดส่วนแบ่งตลาดและกำไรของธุรกิจ จากการเปรียบเทียบคุณค่าของผลิตภัณฑ์และบริการกับราคา ถ้าคุณค่าสูงกว่าราคาผู้บริโภคจึงตัดสินใจซื้อ

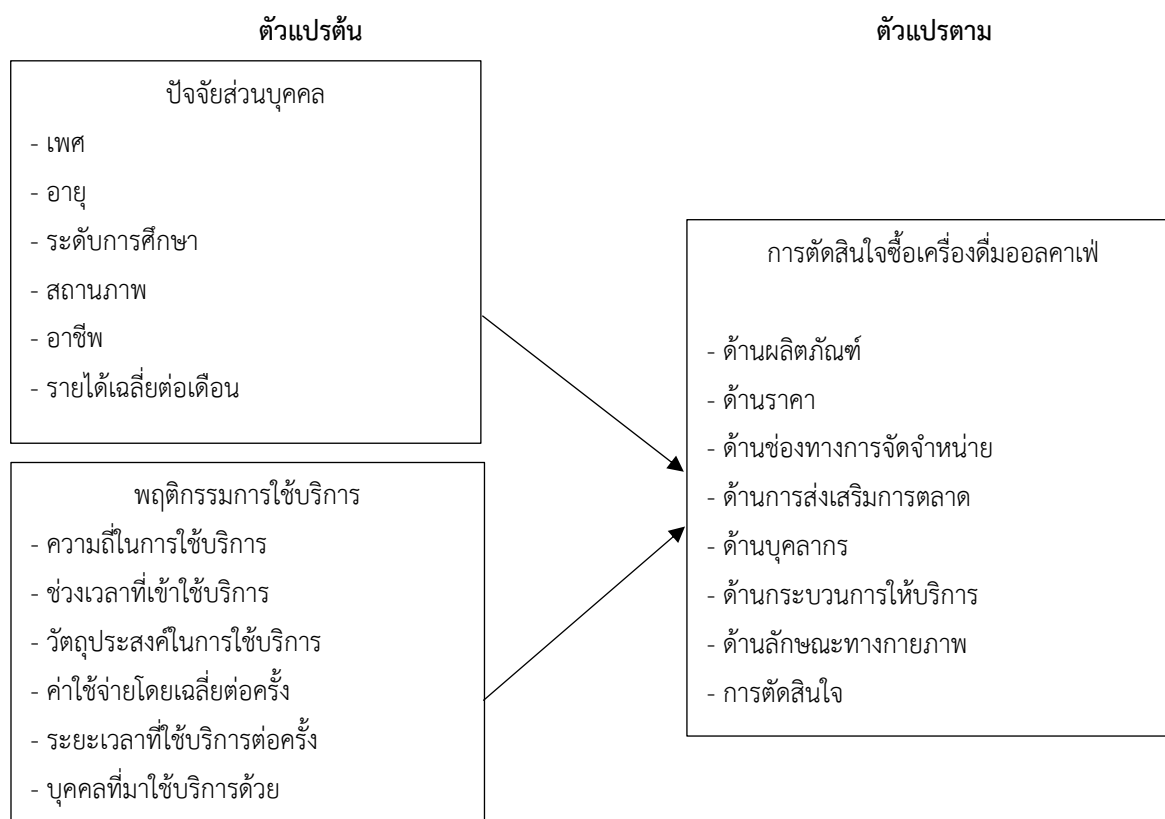
3) ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) สำหรับธุรกิจบริการช่องทางการจัดจำหน่ายเป็นการจัดสถานที่หรือตัวแทนให้เข้าถึงกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายได้อย่างดี เช่น การเลือกทำเลที่ตั้งต้องเป็นทำเลที่อยู่ในบริเวณที่สามารถส่งมอบบริการที่มีคุณภาพและสร้างความพึงพอใจสูงสุดให้แก่ผู้บริโภค ซึ่งผู้บริโภคต้องสามารถติดต่อได้สะดวกรวมทั้งครอบคลุมพื้นที่ในการให้บริการกลุ่มเป้าหมายได้มากที่สุด

4) ด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) เป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญในการติดต่อสื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างธุรกิจกับผู้บริโภค เช่น การโฆษณา การส่งเสริมการขาย การประชาสัมพันธ์ โดยทุกวิธีที่ผู้บริโภคสัมผัสตราห้จะก่อให้เกิดความประทับใจทั้งทางบวกและทางลบต่อธุรกิจได้ทั้งสิ้น โดยพิจารณาถึงความเหมาะสมกับผู้บริโภค

5) ด้านบุคคล (People) หรือพนักงาน (Employee) การคัดเลือก การฝึกอบรม การจูงใจพนักงานให้สามารถสร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภคได้แตกต่างกันอยู่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการต่างๆ ต้องแสดงความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งสามารถสร้างค่านิยมให้กับองค์กรได้

6) ด้านการสร้างและการนำเสนอลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence and Presentation) ธุรกิจต้องเปลี่ยนบริการที่ไม่สามารถจับต้องได้ให้เป็นประโยชน์ที่จับต้องได้โดยการแสดงให้เห็นถึงคุณภาพโดยรวม เช่น การใช้อุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการให้บริการ การใช้อุปกรณ์หรือวัสดุสื่อสารที่แสดงถึงประสิทธิภาพและรวดเร็วเพื่อสร้างคุณค่าให้แก่ผู้บริโภค

7) ด้านกระบวนการ (Process) ต้องคำนึงถึงการจัดการกระบวนการอย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการผลิตที่ไม่ได้รับการออกแบบที่ดีมักจะสร้างความไม่พอใจให้แก่ผู้บริโภค ผู้ให้บริการจึงต้องให้ความสำคัญกับกระบวนการเพื่อส่งมอบบริการที่มีคุณภาพและสร้างความพึงพอใจสูงสุดให้แก่ผู้บริโภค



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

2. ระเบียบวิธีวิจัย

ตัวอย่างที่ใช้ศึกษา คือ ประชากรในอำเภอหัวหิน จำนวน 849 คน ผู้วิจัยได้กำหนดขนาดตัวอย่างจำนวนดังกล่าวโดยใช้ตารางของ Yarmane (1967) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับร้อยละ 5 ซึ่งตัวอย่างที่ได้นั้น ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เนื่องจากไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอนของกลุ่มนี้

การเก็บข้อมูลการใช้บริการเครื่องดื่มแอลคาเฟ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยผู้วิจัยได้ลงสำรวจ จำนวน 14 สาขา ผู้ทำวิจัยได้ออกแบบสอบถามซึ่งประกอบด้วย 6 ส่วนพร้อมทั้งวิธีการตอบคำถามดังต่อไปนี้ ส่วนที่ 1 เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบคำถาม ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ที่เลือกซื้อสินค้าของผู้บริโภคเครื่องดื่มแอลคาเฟโดยเฉลี่ยสัปดาห์ละกี่ครั้ง รู้จักเครื่องดื่ม แอลคาเฟจากช่องทางใดและปัจจัยที่ทำให้เลือกซื้อเครื่องดื่มแอลคาเฟเป็นคำถามเป็นคำถามปลายปิดแบบให้เลือกตอบ ส่วนที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวข้องกับ ปัจจัยด้านคุณค่าตราสินค้า มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อ

สินค้าของผู้บริโภคเครื่องต้มอลคาเฟ เป็นคำถามปลายเปิดโดยคำถามแบ่งเป็น 5 ระดับ ตั้งแต่น้อยที่สุดถึงมากที่สุด ส่วนที่ 3 เป็นคำถามเกี่ยวข้องกับส่วนผสมทางการตลาด 7Ps ลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด โดยคำถามแบ่งเป็น 5 ระดับ ตั้งแต่น้อยที่สุดถึงมากที่สุด ส่วนที่ 4 เป็นคำถามเกี่ยวข้องกับปัจจัยการสื่อสารแบบปากต่อปาก (Word of Mouth Communication) ลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดโดยคำถามแบ่งเป็น 5 ระดับ ตั้งแต่น้อยที่สุดถึงมากที่สุด ส่วนที่ 5 เป็นคำถามเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจซื้อสินค้า ลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดโดยคำถามแบ่งเป็น 5 ระดับ ตั้งแต่น้อยที่สุดถึงมากที่สุด ส่วนที่ 6 ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติม จากนั้นนำแบบสอบถามฉบับร่างเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบในฐานะผู้เชี่ยวชาญ สาขานวัตกรรมการจัดการ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล มีค่าเท่ากับ 1 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม (Reliability Analysis) ด้านผลิตภัณฑ์ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.887 ด้านราคา มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.855 ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.858 ด้านการส่งเสริมการตลาด มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.864 ด้านบุคลากร มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.885 ด้านกระบวนการ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.848 ด้านลักษณะทางกายภาพ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.870 ด้านความพึงพอใจ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.918 ค่าความเชื่อมั่นรวมทุกด้าน มีค่าเท่ากับ 0.980

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษา

1) ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อยู่ระหว่างอายุ 21-30 ปี ผู้ตอบแบบสอบถามมีระดับการศึกษาปริญญาตรี ส่วนใหญ่มืออาชีพพนักงานบริษัท และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมากกว่า 15,001 บาท

2) ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภคที่เข้าใช้บริการอลคาเฟ ผู้บริโภคส่วนใหญ่เลือกใช้บริการสาขาห้วยมงคล (09069) เลือกบริโภคเครื่องดื่มประเภทกาแฟมากที่สุด โดยเลือกท็อปปิ้งเวเฟอร์ ผู้บริโภคเลือกซื้อเครื่องดื่มอลคาเฟเนื่องจากโปรโมชั่น การใช้บริการเครื่องดื่มอลคาเฟ น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยในการใช้บริการเครื่องดื่มอลคาเฟ ต่อ 1 ครั้ง อยู่ระหว่าง 51 - 100 บาท มีการเข้าใช้บริการในช่วงเวลา 12.01 - 18.00 น. ใช้ระยะเวลา ในแต่ละครั้งเป็นระยะเวลาน้อยกว่า 15 นาที เลือกใช้บริการเครื่องดื่มอลคาเฟ โดยการรับประทานที่ร้าน

3) ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่ออลคาเฟ

3.1) ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟมีเมนูเครื่องดื่มให้เลือกหลากหลาย อยู่ในระดับมากที่สุด ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มของอลคาเฟที่จำหน่ายในร้านมีคุณภาพและมีความสดใหม่ อยู่ในระดับมากที่สุด ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟมีรสชาติที่ดี และผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟมีความเหมาะสมกับคุณภาพสินค้า อยู่ในระดับมากที่สุด ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟทำมาจากวัตถุดิบที่มีคุณภาพดีและผลิตจากหลักอนามัย และผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟมีการตกแต่งรูปลักษณ์สวยงาม น่าดื่ม อยู่ในระดับมากที่สุด

3.2) ด้านราคา (Price) ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟมีป้ายบอกราคาชัดเจน อยู่ในระดับมากที่สุด ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟมีราคาให้เลือกราคาตามขนาดของบรรจุภัณฑ์ที่หลากหลาย อยู่ในระดับมากที่สุด ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟมีราคาคุ้มค่ากว่าเมื่อเทียบกับร้านอื่นๆอยู่ในระดับมากที่สุด และผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟมีความคุ้มค่ากับปริมาณเครื่องดื่มอยู่ในระดับมากที่สุด

3.3) ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายหรือสถานที่การจัดจำหน่าย (Place) เครื่องดื่มอลคาเฟมีสาขาให้เลือกใช้บริการจำนวนมาก และผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟมีบริการเดลิเวอรี่อยู่ในระดับมากที่สุด สถานที่จัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์อลคาเฟสามารถเดินทางไปได้สะดวก และผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟเปิดให้บริการ 24 ชั่วโมง อยู่ในระดับมากที่สุด

3.4) ด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) เครื่องดื่มอลคาเฟมีการสะสมคะแนนอลคาเฟเบอร์ อยู่ในระดับมากที่สุด ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟมีการจัดทำโปรโมชั่น อยู่ในระดับมากที่สุด สาขาที่มีการติดป้ายประชาสัมพันธ์หน้าร้านสามารถดึงดูดให้สนใจผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟมากขึ้น อยู่ในระดับมากที่สุด และผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟมีการโฆษณาผ่านสื่อต่างๆ อย่างทั่วถึง เช่น โฆษณาทางโทรทัศน์และสื่อออนไลน์ที่แอปพลิเคชันต่างๆ อยู่ในระดับมากที่สุด

3.5) ด้านบุคลากร (People) ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอลคาเฟ่พนักงานให้บริการรวดเร็ว อยู่ในระดับมาก พนักงานมีความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับมาก พนักงานมีทักษะในการฟังและเข้าใจความต้องการของท่านอย่างเต็มที่อยู่ในระดับมาก และพนักงานสามารถให้ข้อมูลที่แม่นยำและเป็นประโยชน์และชัดเจนแก่ท่าน อยู่ในระดับมาก

3.6) ด้านกระบวนการ (Process) ท่านสามารถเข้าถึงบริการได้ง่ายและรวดเร็ว อยู่ในระดับมากที่สุด พนักงานมีกระบวนการในการบริการลูกค้าที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ทันที และกระบวนการในการให้บริการลูกค้าช่วยสร้างความประทับใจและความภักดีในระยะยาว อยู่ในระดับมาก

3.7) ด้านการนำเสนอและนำเสนอลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence) เว็บไซต์หรือแพลตฟอร์มออนไลน์มีการออกแบบที่ใช้งานง่ายและมีข้อมูลที่ชัดเจนให้ลูกค้าเข้าถึงได้ง่าย อยู่ในระดับมากที่สุด พื้นที่ให้บริการหรือผลิตภัณฑ์ที่นำเสนอมีการดูแลรักษาความสะอาดและเป็นระเบียบเรียบร้อย และบรรยากาศหรือการจัดการภายในร้าน (เสียง, กลิ่น, แสง) ส่งผลต่อประสบการณ์ของลูกค้าในทางที่ดี อยู่ในระดับมากที่สุด และการจัดวางผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสม สะดวกต่อการเลือกซื้อ อยู่ในระดับมาก

4) ปัจจัยการสื่อสารแบบปากต่อปาก (Word of Mouth Communication) ผู้ตอบแบบสอบถามมีการบอกต่อเกี่ยวกับข้อมูลร้านอลคาเฟ่ผ่านช่องทางสังคมออนไลน์เป็นการประชาสัมพันธ์อย่างสม่ำเสมอ และการบอกต่อเกี่ยวกับการให้บริการของร้านอลคาเฟ่ทำให้ลูกค้าทราบรายละเอียดโปรโมชั่นใหม่ๆ ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด เท่ากัน ท่านคิดว่าการบอกต่อเกี่ยวกับข้อมูลทางสังคมออนไลน์ในช่องทางแพลตฟอร์มต่างๆ ดึงดูดความสนใจของท่าน และท่านรับคำแนะนำผ่านสื่อสังคมออนไลน์ว่า ร้านอลคาเฟ่มีความน่าเชื่อถือ อยู่ในระดับมากที่สุด เท่ากัน ท่านคิดว่าการให้คำแนะนำจากบรรดาผู้มีอิทธิพลบนโซเชียล (Influencer) ในสื่อสังคมออนไลน์เกี่ยวกับร้านอลคาเฟ่ที่สามารถแนะนำสินค้าหรือบริการได้ตรงตามความต้องการของลูกค้าการทราบข้อมูลจากผู้อื่นเกี่ยวกับร้านอลคาเฟ่ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ที่เป็นที่นิยม เช่น Facebook, Instagram, YouTube และ TikTok และท่านรับทราบคำแนะนำจากบุคคลที่รู้จักเกี่ยวกับร้านอลคาเฟ่บนสังคมออนไลน์ก่อนใช้บริการ อยู่ในระดับมาก เท่ากัน และการบอกต่อเกี่ยวกับข้อมูลร้านอลคาเฟ่ผ่านทางสังคมออนไลน์ต่างๆ สามารถเชิญชวนผู้ใช้บริการได้ดี อยู่ในระดับมาก

5) การตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มอลคาเฟ่ (All cafe) ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่อการซื้อเครื่องดื่มอลคาเฟ่ อยู่ในระดับมากที่สุด ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มฯ เพราะความพอใจในการบริการจากครั้งก่อน อยู่ในระดับมากที่สุด ท่านตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มฯ เมื่อต้องการความสดชื่นให้กับร่างกาย อยู่ในระดับมากที่สุด ท่านมักจะหาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องดื่มอลคาเฟ่จากคนรู้จักหรือคนใกล้ชิดตัวก่อนมาใช้บริการ และท่านได้ศึกษาจุดเด่นจุดด้อยของสินค้าแต่ละแก้วก่อนตัดสินใจซื้อ อยู่ในระดับมากที่สุด ท่านมักจะใช้เวลาเปรียบเทียบข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการสั่งซื้อเครื่องดื่มฯ อยู่ในระดับมาก และท่านมักจะแนะนำเครื่องดื่มอลคาเฟ่ให้บุคคลอื่นๆ อยู่ในระดับมาก

3.2 อภิปรายผล

หลังจากได้วิเคราะห์ผลการศึกษาค้นคว้าจากข้อมูลที่ได้เก็บแล้ว เป็นการอภิปรายผลตามกรอบแนวคิดของผู้วิจัย โดยอธิบายถึงความคิดเห็นต่อปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจในการใช้บริการ เลือกใช้บริการอลคาเฟ่ (All cafe) ในอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ผ่านการตอบแบบสอบถามระบบออนไลน์ในแต่ละสาขาและผู้คนในพื้นที่ จากนั้นวิเคราะห์ปัจจัยความคิดเห็นต่อผู้ใช้บริการของเลือกใช้บริการอลคาเฟ่ (All cafe) เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้บริการผ่านการตอบแบบสอบถามการอภิปรายครั้งนี้จะครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการศึกษาได้ 3 ประการ ดังนี้

1) เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้บริการอลคาเฟ่ พบว่า ผู้ใช้บริการส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อยู่ในช่วงอายุ 21-30 ปี อยู่ในอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน และมีรายได้ 15,001 บาทขึ้นไป มีความถี่ในการใช้บริการ 1 ครั้ง/วัน 51-100 บาท/วัน เหตุผลในการเลือกใช้บริการ คือ เลือกใช้บริการเพราะเข้าถึงง่าย

2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจทางการตลาดของผู้ใช้บริการอลคาเฟ่ พบว่า ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ผลใน การตัดสินใจส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มากที่สุด คือ สินค้าที่จำหน่ายมีคุณภาพ มาตรฐาน สะอาด ปลอดภัย ปัจจัยด้านราคาผลในการตัดสินใจส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มากที่สุด คือ ราคาสินค้ามีความเหมาะสมกับปริมาณ ปัจจัยด้านการจัดจำหน่าย ผลในการตัดสินใจส่วนใหญ่อยู่ใน

เกณฑ์มากที่สุด คือ มีการส่งเสริมการขายโดยให้ส่วนลดเมื่อซื้อสินค้าที่เข้าร่วมด้วย ผู้ใช้บริการด้านปัจจัยด้านความไว้วางใจ ผลในการตัดสินใจส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาก คือ หลังจากการใช้บริการแล้วยังสนใจข้อมูลอื่นๆเพิ่มเติม

3) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของพฤติกรรมต่อความพึงพอใจทางการตลาดของผู้ใช้บริการออลคาเฟ่ พบว่า การเลือกซื้อความถี่ในการใช้บริการ การเลือกเมนู การรับรู้ต่อโปรโมชั่น และพฤติกรรมในการตัดสินใจซื้อ กับระดับความพึงพอใจในด้านการตลาดของออลคาเฟ่ ซึ่งอาจครอบคลุมถึงปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย และการส่งเสริมการตลาด

ตารางที่ 1 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลประชากร , พฤติกรรมความพึงพอใจของการใช้บริการออลคาเฟ่ (All café) ในพื้นที่อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ด้านความ พึงพอใจ ต่างๆ ทั้ง 7 ด้าน และรวม	ความพึงพอใจของการใช้บริการออลคาเฟ่ (All café)ในพื้นที่อำเภอหัวหินจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ค่า F-test																		
	อายุ			อาชีพ				ระดับการศึกษา			รายได้			ค่าใช้จ่าย			สาขา		
	ต่ำ กว่า	21-30ปี	31ปี ขึ้นไป	นร/นค	ธุรกิจ ส่วนตัว	พนักงาน เอกชน	พนักงาน บริษัท	ต่ำกว่า ป.ตรี	ป.ตรี	สูงกว่า ป.ตรี	ต่ำกว่า 10,000	10- 15,000	สูง 50,001	ต่ำ50 บาท	51-100 บาท	101 บาทขึ้นไป	ตลาด สดหัว	ไทรลาค	หัว ทวายใต้
ด้าน ผลิตภัณฑ์	4.4	4.5	4.6	4.6	4.6	4.4	4.5	4.4	4.6	4.5	4.4	4.52	4.57	4.43	4.55	4.5	4.85	4.81	3.96
	6.121**			2.142**				4.935*			8.527***			4.437*			17.368***		
ด้านราคา	4.4	4.5	4.6	4.6	4.5	4.4	4.5	4.4	4.5	4.5	4.38	4.51	4.56	4.42	4.53	4.49	4.74	4.79	3.87
	4.499*			1.924*				-			8.207***			3.112*			15.881***		
ด้าน ช่องทางการ จัดจำหน่าย	4.4	4.5	4.6	4.6	4.6	4.4	4.5	4.5	4.6	4.6	4.39	4.54	4.63	4.42	4.56	4.51	4.82	4.77	3.88
	4.083*			2.055***				3.266*			13.474***			5.523**			17.972***		
ด้านการ ส่งเสริม การตลาด	4.5	4.5	4.6	4.7	4.6	4.4	4.5	4.5	4.6	4.6	4.39	4.54	4.63	4.45	4.57	4.5	4.85	4.81	3.95
	4.094*			-				3.321*			14.556***			4.355*			18.236***		
ด้านบุคลากร	4.4	4.5	4.6	4.6	4.5	4.4	4.5	4.4	4.5	4.5	4.36	4.48	4.58	4.39	4.52	4.51	4.76	4.7	3.91
	3.182*			1.523*				2.806*			9.550***			4.221*			12.153***		
ด้าน กระบวนการ	4.5	4.5	4.6	4.7	4.5	4.4	4.5	4.4	4.5	4.6	4.39	4.52	4.6	4.42	4.55	4.52	4.78	4.76	3.91
	4.203*			1.822*				3.544*			7.701***			3.984*			14.474***		
ด้าน ลักษณะทาง กายภาพ	4.4	4.5	4.6	4.6	4.6	4.4	4.5				4.37	4.52	4.59	4.42	4.52	4.49	4.84	4.77	3.85
	4.302*			1.764*				-			10.905***			4.387*			16.606***		
ด้านความ พึงพอใจรวม	4.4	4.4	4.5								4.29	4.4	4.51	4.34	4.44	4.39	4.77	4.57	3.76
	6.705**			-				-			9.522***			2.132*			14.593***		

*หมายถึง **, ** และ *** หมายถึง มีนัยทางสถิติระดับ 0.1 , 0.01 และ 0.001 ตามลำดับ

ผลงานวิจัยการเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจทั้ง 8 ด้าน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านบุคลากร ด้านกระบวนการ ด้านลักษณะทางกายภาพ และด้านความพึงพอใจ มีความพึงพอใจแตกต่างกัน โดยระดับการศึกษา มีความพึงพอใจสูงสุดในกลุ่มตัวอย่างระดับปริญญาตรี ด้านผลิตภัณฑ์ ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านบุคลากร และด้านกระบวนการ ด้านอายุมีความพึงพอใจสูงสุดในกลุ่มตัวอย่างอายุ 31 ปีขึ้นไป ในด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านบุคลากร ด้านกระบวนการ ด้านลักษณะทางกายภาพ และด้านความพึงพอใจ ด้านอาชีพ อาชีพนักเรียน/นักศึกษา มีความพึงพอใจสูงสุดในด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านบุคลากร ด้านกระบวนการ และด้านลักษณะทางกายภาพ ด้านรายได้มีความพึงพอใจสูงสุดในกลุ่มตัวอย่างรายได้ 50,001 บาทขึ้นไป มีความพึงพอใจสูงสุดในด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านบุคลากร ด้านกระบวนการ ด้านลักษณะทางกายภาพ และด้านความพึงพอใจ ด้านสาขา โดยมีความพึงพอใจสูงสุด

อยู่ที่สาขาวัดห้วยทรายใต้ ในด้านผลิตภัณฑ์ ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านบุคลากร ด้านกระบวนการ ด้านลักษณะทางกายภาพ และด้านความพึงพอใจ สาขาวัดห้วยทรายใต้มีความพึงพอใจสูงสุดในด้านราคา ค่าใช้จ่าย โดยเฉลี่ยในการใช้บริการต่อ 1 ครั้ง โดยมีความพึงพอใจสูงสุดในกลุ่มตัวอย่างที่มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 51-100 บาท

3.3 ข้อค้นพบใหม่

- 1) ปัจจัยด้านความสะดวก (Convenience) ความสะดวกในการเข้าถึงอลคาเฟ่ ผ่านร้านเซเว่น เช่น มีสาขาหลากหลาย ใกล้บ้าน หรือใกล้ที่ทำงาน ซึ่งผู้บริโภคในหัวหินให้ความสำคัญกับการเข้าถึงง่ายมากกว่าความน่าดึงดูดของราคา
- 2) บรรยากาศและความสะอาดของร้านเซเว่นส่งผลต่อความรู้สึกต่อแบรนด์อลคาเฟ่ แม้อลคาเฟ่จะไม่มีพื้นที่นั่งเฉพาะ แต่ความรู้สึกที่มีต่อร้านเซเว่น เช่น ความสะอาด การจัดวางสินค้า ความทันสมัย มีผลต่อภาพลักษณ์ของเครื่องดื่มอลคาเฟ่ ความประทับใจในสภาพแวดล้อมร้านเซเว่นส่งผลโดยตรงต่อการรับรู้คุณภาพสินค้า
- 3) ความภักดีต่อแบรนด์ (Brand Loyalty) ของคนท้องถิ่นเกิดจากการซื้อซ้ำเพื่อความคุ้นเคยกลุ่มผู้บริโภคที่อาศัยในหัวหินถาวร (ไม่ใช่นักท่องเที่ยว) มีแนวโน้มซื้ออลคาเฟ่ซ้ำ เพราะรู้สึกว่าเป็นทางเลือกที่คุ้นเคยและเชื่อถือได้ ความสม่ำเสมอด้านรสชาติและราคา ทำให้ออลคาเฟ่ได้รับความภักดีแต่ไม่มีแคมเปญการตลาดหนัก
- 4) อิทธิพลของกลุ่มรีวิวท้องถิ่นหรือโซเชียลมีเดียท้องถิ่น มีผลต่อการตัดสินใจผู้บริโภคในหัวหินโดยเฉพาะวัยทำงานหรือพนักงานในร้านค้า/โรงแรม จะอิงการตัดสินใจซื้อตามเพจหัวหิน เช่น "พลเมืองนครหัวหิน" หรือรีวิวจาก TikTok การตลาดแบบปากต่อปากผ่านโซเชียลเฉพาะพื้นที่ (local influencer) มีอิทธิพลสูงในการทดลองซื้อ
- 5) ความผูกพันกับแบรนด์อลคาเฟ่มาจากการผสมผสานของภาพลักษณ์ “พรีเมียมในราคาประหยัด” ผู้บริโภคหลายรายให้ความเห็นว่าอลคาเฟ่ให้ความรู้สึก “เทียบเท่าร้านกาแฟทั่วไป” แต่ราคาถูกกว่า และอยู่ในจุดที่เข้าถึงง่ายกว่า ซึ่งการวางภาพลักษณ์แบรนด์ให้ดูพรีเมียมกว่าราคาจริง ช่วยเพิ่มคุณค่าทางใจ (Perceived Value) ต่อผู้บริโภค

3.4 สอดคล้องกับงานวิจัย

งานวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มอลคาเฟ่ในพื้นที่อำเภอหัวหิน พบว่า เพศไม่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในแต่ละด้าน (ผลิตภัณฑ์, ราคา, ช่องทางจัดจำหน่าย, ฯลฯ). สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิไลวรรณ เกาแก้ว (2564) ซึ่งพบว่า ความเชื่อมั่นในมาตรฐานการผลิต และ การรับรู้คุณค่าของสินค้า มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ แต่ไม่ได้มีการเน้นความแตกต่างตามเพศของผู้บริโภคโดยตรง ในงานนี้ได้พิสูจน์ว่า เพศไม่ได้เป็นตัวแปรที่มีผลต่อความพึงพอใจในสินค้าหรือบริการที่ศึกษา

การศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับการศึกษาปริญญาตรี มีความพึงพอใจสูงสุดในหลายด้าน (ผลิตภัณฑ์, การส่งเสริมการตลาด, ฯลฯ), ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิศาล แก้วอยู่ (2566) ที่ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวที่ใช้บริการร้านอาหารชายหาดบางแสน พบว่าผู้ที่มีระดับการศึกษาสูงมีความพึงพอใจสูงต่อบริการต่างๆ

อายุพบว่า กลุ่มอายุ 31 ปีขึ้นไปแสดงความพึงพอใจสูงสุดในหลายด้าน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ปิยธิดา แสงนิล (2566) ที่พบว่าปัจจัยต่าง ๆ เช่น อายุ และ ประสบการณ์ในการใช้บริการ มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มจากตู้จำหน่ายอัตโนมัติ “เตาบิน”.

รายได้พบว่า กลุ่มรายได้ 15,001 บาทขึ้นไป มีความพึงพอใจสูงสุดในหลายด้าน ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถในการเลือกซื้อสินค้าและบริการที่มีราคาแพงขึ้นหรือมีมูลค่าที่สูงกว่า กลุ่มรายได้สูงมักมีการรับรู้คุณค่าในบริการหรือผลิตภัณฑ์ที่ดีกว่า เช่นเดียวกับงานของ อัครวัตร อรชร (2566) ที่พบว่า การตลาดแบบดิจิทัล และ คุณภาพบริการ ส่งผลต่อความภักดีของลูกค้าที่มีรายได้สูง

4. สรุปผล

4.1 สรุปผลการวิจัย

ผลแบบสอบถามแสดงผลความพึงพอใจทางการตลาดของผู้ใช้บริการอลคาเฟ่ ความพึงพอใจต่ำสุดของด้านระดับการศึกษา อยู่ในกลุ่มตัวอย่างต่ำกว่าปริญญาตรี ในด้านผลิตภัณฑ์ ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านส่งเสริมการตลาด ด้านบุคลากร และด้านกระบวนการ ผลแบบสอบถามแสดงผลความพึงพอใจทางการตลาดของผู้ใช้บริการอลคาเฟ่ มีความพึงพอใจต่ำสุดของ

ด้านอายุ กลุ่มตัวอย่างอายุต่ำกว่า 20 ปี ในด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านบุคลากร ด้านกระบวนการ ด้านลักษณะทางกายภาพ และด้านความพึงพอใจ ผลแบบสอบถามแสดงผลความพึงพอใจทางการตลาดของผู้ใช้บริการออนไลน์ ความพึงพอใจต่ำสุดของด้านอาชีพอยู่ในกลุ่มตัวอย่างอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน ในด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านบุคลากร ด้านกระบวนการ และด้านลักษณะทางกายภาพ ผลแบบสอบถามแสดงผลความพึงพอใจทางการตลาดของผู้ใช้บริการออนไลน์ ความพึงพอใจต่ำสุดของด้านรายได้ อยู่ในกลุ่มตัวอย่างต่ำกว่า 10,000 บาท ในด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านบุคลากร ด้านกระบวนการ ด้านลักษณะทางกายภาพ และด้านความพึงพอใจ ผลแบบสอบถามแสดงผลความพึงพอใจทางการตลาดของผู้ใช้บริการออนไลน์ ความพึงพอใจต่ำสุดของด้านสาขา อยู่ในกลุ่มตัวอย่างสาขาห้วยทรายใต้ ในด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านบุคลากร ด้านกระบวนการ ด้านลักษณะทางกายภาพ และด้านความพึงพอใจ ผลแบบสอบถามแสดงผลความพึงพอใจทางการตลาดของผู้ใช้บริการออนไลน์ ความพึงพอใจต่ำสุดของด้านค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ยในการใช้บริการต่อ 1 ครั้ง อยู่ในกลุ่มตัวอย่างค่าใช้จ่ายต่ำกว่า 50 บาท ในด้านผลิตภัณฑ์ ด้านราคา ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านบุคลากร ด้านกระบวนการ ด้านลักษณะทางกายภาพ และด้านความพึงพอใจ

4.2 ข้อเสนอแนะ

1) ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1) พัฒนาโปรโมชั่นหรือผลิตภัณฑ์ที่ตอบโจทย์กลุ่มลูกค้ารายได้ต่ำ และกลุ่มที่ใช้น้อย ควรออกแบบโปรโมชั่นที่ช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายของลูกค้า เช่น เมื่อบริการครบชุด ส่วนลดพิเศษเมื่อซื้อตามจำนวนที่กำหนด หรือบัตรสะสมแต้มเพื่อแลกกับสินค้า ซึ่งจะช่วยให้กระตุ้นให้ลูกค้าเกิดการซื้อซ้ำและเพิ่มความคุ้มค่าต่อการใช้จ่ายแต่ละครั้ง

1.2) ปรับกลยุทธ์ด้านราคาตามพฤติกรรมการใช้จ่ายของลูกค้า ควรมีการกำหนดราคาสินค้าให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย โดยอาจนำเสนอทางเลือกที่หลากหลาย เช่น ขนาดแก้วที่แตกต่างกัน หรือชุดโปรโมชั่นที่ช่วยให้ลูกค้าได้รับมูลค่ามากขึ้นในราคาที่เหมาะสม

1.3) เพิ่มช่องทางการขายเพื่อรองรับลูกค้ากลุ่มที่คำนึงถึงค่าใช้จ่าย ควรพิจารณาขยายช่องทางการจำหน่าย เช่น บริการเดลิเวอรี่ที่มีโปรโมชั่นจัดส่งราคาพิเศษ หรือการตั้งบูธในพื้นที่ที่มีลูกค้ากลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้ลูกค้าสามารถเข้าถึงสินค้าได้ง่ายขึ้นโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากการเดินทาง

1.4) ควรพัฒนาทักษะและคุณภาพของบุคลากรผู้ให้บริการ เพื่อยกระดับประสบการณ์ที่ดีให้แก่ลูกค้า โดยเฉพาะกลุ่มพนักงานบริษัทเอกชนและกลุ่มวัยรุ่นที่มีความคาดหวังสูงด้านการบริการ

1.5) ควรปรับปรุงสภาพแวดล้อมและลักษณะทางกายภาพของสาขาที่ได้รับคะแนนความพึงพอใจต่ำ เช่น สาขาห้วยทรายใต้ ให้มีความสะอาด สะอาด และน่าใช้บริการมากยิ่งขึ้น

1.6) ควรใช้สื่อสารการตลาดผ่านช่องทางที่เหมาะสมกับกลุ่มอายุต่ำกว่า 20 ปี เช่น สื่อสังคมออนไลน์ การใช้ Influencer หรือกิจกรรมส่งเสริมการตลาดที่มีความสร้างสรรค์ เพื่อเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

2) การเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1) ศึกษาพฤติกรรมการใช้จ่ายของลูกค้าในเชิงลึก โดยการสำรวจข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้จ่าย เช่น ความคุ้มค่าของราคาสินค้าเมื่อเทียบกับคุณภาพ หรือผลกระทบของโปรโมชั่นต่อการใช้จ่ายของลูกค้า

2.2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างราคากับความถี่ในการซื้อของลูกค้า ทำการศึกษาว่าการเปลี่ยนแปลงของราคาและโปรโมชั่นมีผลต่อความถี่ในการซื้อของลูกค้าอย่างไร เพื่อให้สามารถกำหนดกลยุทธ์การตั้งราคาและการจัดโปรโมชั่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3) ศึกษาผลกระทบของเศรษฐกิจต่อการใช้จ่ายของลูกค้าในธุรกิจอาหารและเครื่องดื่ม

โดยศึกษาเกี่ยวกับแนวโน้มทางเศรษฐกิจ เช่น อัตราเงินเฟ้อ หรือกำลังซื้อของลูกค้า เพื่อคาดการณ์แนวโน้มการใช้จ่ายและปรับกลยุทธ์ให้สอดคล้องกับสถานะตลาดในอนาคต

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ ได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากหลายฝ่ายได้แก่ อธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ รองศาสตราจารย์ ดร. อุดมวิทย์ ชัยสกุลเกียรติ รองอธิการบดีวิทยาเขตวังไกลกังวล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นภาพร นาคทิม รองคณบดีประจำพื้นที่คณะบริหารธุรกิจ วิทยาเขตวังไกลกังวล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อสิสิทธิ์ นุชนนทร และหัวหน้าสาขาวิชาวัตกรรมการจัดการ อาจารย์ดร.ธนภัทร สีสดใส ที่ให้การสนับสนุนในการทำวิจัย และเปิดโอกาสให้ผู้วิจัย นักศึกษาได้แสดงความสามารถทางการวิจัยในเชิงบริหารธุรกิจด้านวัตกรรมการจัดการธุรกิจเพื่อการพัฒนาองค์กร ความรู้เชิงธุรกิจให้บรรลุการพัฒนาองค์กรความรู้เชิงธุรกิจที่เกิดขึ้นในชุมชนใกล้มหาวิทยาลัยและเสริมสร้างความรู้ทั้งด้านผู้บริโภคและผู้ประกอบการได้ตระหนักถึงความต้องการทางธุรกิจร่วมกัน

6. เอกสารอ้างอิง

- โคทเลอร์, ฟ. และ เคลเลอร์, เค. แอล. (2016). *การบริหารการตลาด (Marketing Management) (ฉบับที่ 15)*. แปลโดย อรรถกฤต ฉัตรภูติ. กรุงเทพฯ.
- ณัฐพล ศิริวิริยกุล. (2565). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของพนักงานในองค์กรเอกชนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร (วิทยานิพนธ์ปริญญารัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ปิยธิดา แสงนิล. (2566). *ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการซื้อเครื่องดื่มจากตู้จำหน่ายอัตโนมัติ “เตาบิน” ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรทิพย์ วิธนาภรณ์. (2557). *พฤติกรรมผู้บริโภคที่ใส่ใจสิ่งแวดล้อมในเขตกรุงเทพมหานคร (วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- พิศาล แก้วอยู่. (2566). *พฤติกรรมของนักท่องเที่ยวที่มีต่อการใช้บริการร้านอาหารริมชายหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี (วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต)*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วิไลวรรณ เกาแก้ว. (2564). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อเครื่องดื่มกาแฟของผู้บริโภคในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น (รายงานวิจัย)*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยราชภัฏขอนแก่น.
- ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2018). *รายงานแนวโน้มตลาดกาแฟในประเทศไทย*. เข้าถึงได้จาก <https://www.hu.ac.th/conference/proceedings2019/FullText/02...>
- องค์การบริหารส่วนตำบลบางเพรียง. (2563). *รายงานผลการสำรวจความพึงพอใจของประชาชนต่อการให้บริการขององค์การบริหารส่วนตำบลบางเพรียง ประจำปีงบประมาณ 2563 (รายงานวิจัย)*. สมุทรปราการ: องค์การบริหารส่วนตำบลบางเพรียง.
- อัครวัตร อรชร. (2566). *อิทธิพลของการตลาดดิจิทัลและคุณภาพการบริการที่มีต่อความภักดีของลูกค้าที่มีรายได้สูงในกรุงเทพมหานคร (วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- CP All Public Company Limited. (2024). *รายงานการประชุมผู้ถือหุ้นสามัญประจำปี 2567*. เข้าถึงได้จาก https://www.cpall.co.th/wp-content/uploads/2024/05/minutes_AGM_T67.pdf
- CP All Public Company Limited. (2024). *ซีพี ออลล์ รายงานผลการดำเนินงานประจำปี 2567 รายได้รวมเพิ่มขึ้น 7.2% กำไรสุทธิ 25,346 ล้านบาท*. เข้าถึงได้จาก <https://www.cpall.co.th/news/organization/analysts-q4-2024>
- Kaohoon. (2024). *CGSI แนะนำ CPALL เป้า 80 บาท รับแผนบุกตลาดตลาด “กัมพูชา-ลาว”*. เข้าถึงได้จาก <https://www.kaohoon.com/news/719172>
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing Management (15th ed.)*. Translated by Attakrit Chattaraputi. Bangkok.

- Krungsri Research. (2022). แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรมปี 2565-2567: อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม. เข้าถึงได้จาก <https://www.krungsri.com/th/research/industry...>
- Marketeer Online. (2023). CPALL กับการขายสาขา 7-11 ในต่างประเทศ ยังสร้างโอกาสเติบโตเชิงบวกอีกมาก. เข้าถึงได้จาก https://www.wealthplustoday.com/post_special_reports/cpall1/
- TACC. (2024). รายงานประจำปี 2567. เข้าถึงได้จาก <https://www.set.or.th/th/market/product/stock/quote/CPALL/financial-statement/company-highlights>

การศึกษาพฤติกรรมและความพึงพอใจของผู้ใช้บริการร้านสะดวกซักอัตโนมัติ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

The Study on Behavior and Satisfaction in Service User of Automatic Laundry Convenience Store. Hua Hin District, Prachuap Khiri Khan Province

วีรวัลย์ ปิ่นชุมพลแสง¹ พรนภา หุ่นงาม¹ พิษณุชนิ บัวสุน¹ สมใจ ศรีเนตร¹ และ กาญจนา พันธุ์เอี่ยม¹
Weerawan Pinchumpholsang¹ Phonnapa Hunngam¹ Phitsiinee Buasun¹ Somjai Srinet¹
and Kanjana Punoiam¹

¹ สาขาวิชาวัตกรรมการจัดการ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

¹ Management Innovation Department, Business Administration Faculty, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

* E-mail: Veerawan.pin@rmutr.ac.th; 0898143219, phonnaphunngam@gmail.com. 0987341025, phitsinibuasun@gmail.com
0934451945, Somjai.sri@rmutr.ac.th 0989936441, and Kanjana.pun@rmutr.ac.th 0819869434

บทคัดย่อ

การศึกษาพฤติกรรมและความพึงพอใจของผู้ใช้บริการร้านสะดวกซักอัตโนมัติ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อรับรู้พฤติกรรม ความพึงพอใจและเปรียบเทียบข้อมูลบุคคล พฤติกรรมต่อความพึงพอใจใช้บริการร้านสะดวกซักอัตโนมัติ โดยสำรวจใช้แบบสอบถาม 510 ข้อมูล ผลงานวิจัยพบว่า พฤติกรรมผู้ใช้บริการส่วนใหญ่เป็นหญิง อายุ 21-30 ปี ระดับปริญญาตรี อาชีพพนักงานข้าราชการ/พนักงานบริษัทเอกชน รายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,001 บาทขึ้นไป โดยใช้บริการร้านสะดวกซักใช้บริการส่วนใหญ่สาขาเขาตะเกียบ มีความถี่เข้าใช้ 1-2 ครั้ง/สัปดาห์ เลือกใช้เครื่องซักผ้าขนาด 10-18 kg. จำนวนเงินในการเข้าใช้บริการ 121 บาทขึ้นไป ซึ่งมีรูปแบบในการเข้าใช้บริการ ซักและอบ ช่วงเวลาที่ใช้บริการตั้งแต่ 17:01ขึ้นไป ระยะเวลาในการเข้าใช้บริการน้อยกว่า 30 นาที ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการร้านสะดวกซักอัตโนมัติสูงสุดด้านรูปธรรมการให้บริการและคุณภาพการบริการ ความสัมพันธ์ด้านความพึงพอใจการให้บริการมีผลแตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญที่มีความพอใจสูงกับกลุ่มเพศชาย อายุต่ำกว่า 20 ปี นักศึกษา ระดับสูงกว่าปริญญาตรี รายได้ต่ำกว่า 5,000 บาท สาขาที่ใช้ใช้บริการร้านสะดวกซักอัตโนมัติ ชุมชนสมอโพรง ความถี่ในการเข้าใช้บริการ 5 ครั้ง/สัปดาห์ เลือกใช้ขนาดเครื่องซักผ้า มากกว่า 19 kg. ขึ้นไป จำนวนเงินในการเข้าใช้บริการมากกว่า 120 บาท/ครั้ง รูปแบบในการเลือกใช้เฉพาะอบ ช่วงระยะเวลาในการเข้าใช้บริการ 08:00 น.-12:00 น.ในวันหยุด ระยะเวลาในการเข้าใช้บริการ ต่ำกว่า 30 นาที มีความพึงพอใจด้านความเป็นรูปธรรมของการบริการ ด้านการตอบสนองต่อผู้ใช้บริการและด้านตระหนักถึงราคา ส่วนความพึงพอใจต่ำสุดอยู่กลุ่มหญิง อาชีพอิสระรายได้มากกว่า 10,000 บาท สาขาบ่อนไก่ วงเงินใช้บริการต่ำกว่า 60 บาท/ครั้ง ใช้บริการทั้งซักและอบ เวลาใช้บริการ 12.00-17.00น. มากกว่า 1 ชั่วโมง ควรปรับปรุงการจัดโปรโมชั่นวันธรรมดาช่วงบ่ายสาขาที่การแข่งขันสูงเพื่อเพิ่มการใช้บริการมากขึ้น

คำสำคัญ: ร้านสะดวกซัก, ซักอัตโนมัติ, อุตสาหกรรมหยอดเหรียญ, ความพึงพอใจ

Abstract

The study's objective is to analyze the knowledge, behavior, and satisfaction as well as compare the personal information, behavior, and satisfaction of the automatic laundry service in Hua Hin District, Prachuap Khiri Khan Province, via a questionnaire survey consisting of 510 participants. There were two groups of users with varying laundry service needs gleaned from the research. The largest customer segment consists of females aged 21-30 who hold bachelor's degrees and work as civil servants or employees in private companies, earning a monthly income exceeding 10,001 baht. These clients went to the Khao Takiab shop 1-2 times weekly, spending 120 baht or more each time for both washing and drying services on 10-18 kg machines, mainly after 17:01, with service times less than 30 minutes. They exhibit the highest satisfaction in tangible service signs and quality service signs and were found to be significantly related to satisfaction and personal behavior of a new population: males aged below 20 and educators holding postgraduate qualifications making between 5,000 and under 5,000 baht monthly. Such individuals frequented the Samo Phornng village's automatic laundry facility approximately 5 times a week, taking drying-only services on units of more than 19 kg during morning periods (08:00-12:00) and utilizing less than 60 baht per session with sub-30-minute service duration. Their satisfaction was particularly influenced by physical service variables, including facilities maintenance and quality of equipment, as well as overall reliability and competence of service. This group of users displayed the lowest satisfaction in terms of service tangibility, service reliability, responsiveness to users, confidence in users, and concreteness of the service. Females older than 31 years, those with private business occupations, users who paid a service fee of 60 baht or less, and individuals selecting washing and drying services from 12:01 PM to 5:00 PM were the least satisfied with the empathy of the users and service duration (over 1 hour) for users at Bon Kai. Promotion on weekday afternoons at branches with high competition should be improved to increase service usage.

Keywords: Convenient Washing Shop, Automatic Washing, Coin-Operated Industry, Satisfaction

1. บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคมีแนวโน้มในการใช้บริการที่ตอบสนองความสะดวกสบายและประหยัดเวลาเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ธุรกิจบริการประเภท "ร้านสะดวกซัก" ได้รับความนิยมอย่างรวดเร็วในหลายพื้นที่ทั่วประเทศ โดยเฉพาะในเขตเมืองและแหล่งท่องเที่ยวที่มีความหนาแน่นของประชากรและนักท่องเที่ยว ร้านสะดวกซักเป็นทางเลือกที่ตอบโจทย์วิถีชีวิตของคนยุคใหม่ ทั้งในด้านความสะดวก รวดเร็ว สะอาด และใช้งานง่ายผ่านระบบอัตโนมัติ นอกจากนี้ ธุรกิจประเภทนี้ยังมีการใช้เทคโนโลยี เช่น การชำระเงินผ่านแอปพลิเคชัน และระบบแจ้งสถานะเครื่องซักผ้าแบบเรียลไทม์ ซึ่งช่วยยกระดับประสบการณ์ของผู้ใช้บริการ หนึ่งในแบรนด์ที่ประสบความสำเร็จในตลาดร้านสะดวกซักของประเทศไทย คือ "Otteri Wash & Dry" ซึ่งมีการขยายสาขาอย่างรวดเร็วทั้งในเขตกรุงเทพมหานครและต่างจังหวัด ด้วยจุดเด่นด้านการออกแบบร้านที่ทันสมัย บริการที่ได้มาตรฐาน และระบบการจัดการที่มีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถดึงดูดลูกค้าได้อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในพื้นที่ท่องเที่ยวอย่างอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่มีทั้งประชาชนท้องถิ่นและนักท่องเที่ยวเข้ามาใช้บริการอย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม แม้ธุรกิจร้านสะดวกซักจะเติบโตอย่างรวดเร็วแต่ยังมีคำถามเกี่ยวกับระดับ ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการกลับมาใช้บริการซ้ำและการบอกต่อ การศึกษาความพึงพอใจของลูกค้าจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถพัฒนาการให้บริการให้ตรงกับความ ต้องการของผู้บริโภคได้อย่างแท้จริง Positinging (2562) กรณีประเทศไทยนั้นตั้งแต่พ.ศ. 2540 ร้านสะดวกซักยังไม่เป็นที่รับรู้และ รู้จักกันอย่างแพร่หลายมากนัก โดยคนยังคงนิยมซักผ้าเองภายในบ้าน หรือจ้างซักอบ รีดอยู่เพราะด้วยค่าแรงที่ยังถูกมาก ซึ่งในปัจจุบันเราจะเห็นได้ว่าการวางเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ ไว้ตามจุดต่าง ๆ เช่น คอนโด หอพักอพาร์ทเมนต์หรือแม้แต่พื้นที่หน้า บ้าน ตามตรอกซอยต่าง ๆ มากมาย สาเหตุที่เครื่องซักผ้าหยอดเหรียญเพิ่มขึ้นอย่างมากภายในช่วงเวลา 10 กว่าปี เป็นผลมาจากพฤติกรรมการใช้ชีวิต (Life Style) ของคนได้เปลี่ยนไปมีความเป็นชุมชนเมืองมากขึ้น และ นิยมพักอาศัยในหอพักอพาร์ทเมนต์ และคอนโดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งที่พักอาศัยเหล่านี้มีขนาดเล็กและมี พื้นที่ใช้สอยจำกัดจึงไม่มีพื้นที่มากพอที่จะวางเครื่องซักผ้าหรือ พื้นที่ที่จะตากผ้าให้โดนแดดยังไม่มีเลย ผู้คนที่อาศัยอยู่ตามหอพักต่าง ๆ จึงมาใช้บริการเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญตามที่ส่วนกลางจัดไว้ให้ เพราะประหยัดกว่าการซื้อเครื่องซักผ้าเอง และไม่ลำบากเวลาจะต้องเปลี่ยนที่อยู่ใหม่ Brandinside (2564) ตลาดร้านสะดวกซักในประเทศไทยเกิดขึ้นมาจากแก้ไข (Pain Point) ของพฤติกรรมการใช้ชีวิตของคนเมืองที่เปลี่ยนแปลงไปมีการใช้ชีวิตเร่งรีบมีเวลาจำกัด ส่งผลให้ผู้คนอยากได้ความสะดวกสบายในการซักผ้าเพราะการซักผ้าจำเป็นต้องใช้เวลานานหลายชั่วโมง ซึ่งเครื่องซักผ้าหยอด เหรียญแบบเดิมจะต้องใช้เวลานาน โดยการซักผ้าปกตินั้นเมื่อซักเสร็จแล้วก็ต้องนำผ้าไปตากให้แห้ง ซึ่งต้องใช้เวลากว่าหลายชั่วโมงซึ่งระยะเวลาในการซักและตากผ้าอาจต้องใช้เวลานานถึง 7 ชั่วโมงโดยผู้ให้บริการมีจุดเด่นเหนือเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญแบบเดิม คือความสะดวกในการซัก-อบแห้ง เพราะใช้เครื่องซักและเครื่องอบผ้าแบบเดียวกับที่ใช้ในอุตสาหกรรมหรือโรงแรม ทำให้สามารถซัก ผ้าเสร็จภายในเวลา 30 นาทีหากอบผ้าต่อก็ใช้เวลาเพียง 30 นาทีเช่นเดียวกัน ดังนั้นภายในเวลา 1 ชั่วโมงก็ทำให้ผ้าแห้งพร้อมใส่แล้ว ถือได้ว่าเป็นการแก้ไข (Pain Point) การซักผ้าและการตากผ้าที่ต้อง ใช้เวลานานหลายชั่วโมงให้เสร็จพร้อมใส่ได้ในเวลาเพียง 1 ชั่วโมงเท่านั้น ดังนั้น บริการใดที่สามารถทุ่นแรงได้และช่วยให้การใช้ชีวิตง่ายขึ้นจึงมักเป็นสิ่งที่ถูกเลือกใช้โดยร้าน สะดวกซักที่พบเห็นกันในปัจจุบัน มักอยู่ในทำเลที่มีผู้อยู่อาศัยหนาแน่น โดยกลุ่มลูกค้าหลัก ได้แก่ ประชากรแฝงหรือผู้พักอาศัยในหอพัก หรืออพาร์ทเมนต์ และคอนโด นิสิต นักศึกษา ที่อาศัยอยู่ใน หอพัก นักท่องเที่ยวที่เคยใช้บริการร้านสะดวกซัก(Laundromat) ในต่างประเทศอยู่แล้ว และคนทั่วไปที่อาศัยอยู่ในแหล่งชุมชนหรือบริเวณหมู่บ้านไม่มีพื้นที่สำหรับตากผ้าเนื่องจากใช้พื้นที่สำหรับจอดรถยนต์ไปแล้ว งานวิจัยนี้จึงเกิดความสนใจศึกษาพฤติกรรม ความพึงพอใจในการใช้บริการร้าน

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาพฤติกรรมและความพึงพอใจของผู้ใช้บริการร้านสะดวกซัก ในเขตอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
- 2) เพื่อศึกษาการเปรียบเทียบข้อมูลพฤติกรรมและความพึงพอใจของผู้ใช้บริการร้านสะดวกซัก ในเขตอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

1.2 ทบทวนวรรณกรรม

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับคุณภาพการให้บริการ (Service Quality) คำว่า “ทัศนคติ” ว่าเป็นความรู้สึกเอนเอียงของจิตใจจากสิ่งที่มีกระทบหรือจากประสบการณ์ที่เคยได้รับ ทำให้เกิดการรับรู้และสื่อออกมาใน รูปแบบของทัศนคติและพฤติกรรมต่อสิ่งๆ นั้น Norman L. Munn (1971) กล่าวว่า ทัศนคติ คือ ความรู้สึก และความคิดเห็นที่ผู้บริโภค มีต่อสิ่งของ บุคคล สถานการณ์ สถาบัน และข้อเสนอใดๆ ในทางที่จะยอมรับหรือปฏิเสธ ซึ่งมีผลทำให้บุคคลพร้อมที่จะแสดงปฏิกิริยาตอบสนองด้วยพฤติกรรมอย่างเดียวกันตลอด หรือทัศนคติ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งผู้ใช้บริการเรียนรู้ จากประสบการณ์ในอดีตเป็นตัวเชื่อมระหว่างความคิดและพฤติกรรม

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับภาพลักษณ์ตราสินค้า (Brand Image) Aker (2004) อ้างถึงใน จรรจิรา บุญประดิษฐ์ (2561) ได้กล่าวว่า ภาพที่แสดงตราสินค้า ในใจผู้บริโภคหรือในความรู้สึกนึกคิดของผู้บริโภค ภาพลักษณ์ตราสินค้านั้นมีความเกี่ยวข้องกับ อารมณ์และความรู้สึกเช่น ความรู้สึกชอบและไม่ชอบ ความรู้สึกมีความสุข ซึ่งความรู้สึกและ อารมณ์จะเป็นการเพิ่มคุณค่า ให้แก่ตราสินค้านอกจากประโยชน์ใช้สอยของสินค้าด้วยยังเป็นการแสดงออกถึงความเป็นตัวเอง คือการใช้สินค้าเพื่อบ่งบอกถึงตัวตนของผู้ใช้ไม่ว่าจะเป็นลักษณะ ที่ตนเองเป็นจริงๆ หรือลักษณะที่ตนเองอยากให้เป็นอย่างไร Keller (2013) อ้างถึงใน จันทรเจ้า สุภรณ์เจริญ และ ทิพย์รัตน์ เลาหวิเชียร (2564) ได้ กล่าวว่า ภาพลักษณ์ตราสินค้า (Brand Image) เป็นเครื่องมือสำคัญที่ทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อหรือ ใช้บริการขององค์กร โดยเกิดการเรียนรู้และใช้ประสบการณ์ตรงที่รับรู้ต่อสิ่งที่คาดหวังจาก ภาพลักษณ์ตราสินค้าเชิงบวก ทำให้เกิดการจดจำได้ของผู้บริโภค Chinomona (2013)อ้างถึงใน ชีรพัฒน์ เอี่ยมล่อ (2564) กล่าวว่า ภาพลักษณ์ในตรา สินค้าคือ การรับรู้ในแบรนด์สินค้าต่างๆจากจิตวิญญาณของตัวผลิตภัณฑ์หรือการรับบริการที่เกิดขึ้นในความทรงจำของผู้บริโภค ซึ่งผู้บริโภคมักใช้ภาพลักษณ์ของแบรนด์สินค้า เพื่ออนุมาน คุณภาพของสินค้าหรือบริการจากแบรนด์ที่ใช้และตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ในกลุ่ม นอกจากการใช้ภาพลักษณ์ตราสินค้าช่วยองค์กรสร้างตำแหน่งทางการตลาดแล้วนั้น ยังช่วยปกป้องตำแหน่งของแบรนด์ในตราสินค้าจากคู่แข่งในตลาดรายอื่นอีกด้วย Erdil (2015) อ้างถึงใน สุกัญญา แซ่ล่อ (2559) ได้กล่าวว่า ภาพลักษณ์ของตราสินค้า สามารถแยกความแตกต่างระหว่างตราสินค้าในผลิตภัณฑ์ที่เป็นสินค้าประเภทเดียวกันหรือในลักษณะเดียวกัน นอกจากนี้ ภาพลักษณ์ของบริษัท ได้ฝังรากฐานและเชื่อมโยงในคุณลักษณะของ สินค้าและบริการพื้นฐานกับการมองเห็นและรับรู้ในอารมณ์ของผู้บริโภค ดังนั้น แนวคิดและการ ปฏิบัติต่อๆมาของภาพลักษณ์องค์กรไม่เพียงแต่นำราคาและคุณภาพในผลิตภัณฑ์หรือบริการ แต่ ยังเกี่ยวกับผลประโยชน์ในรูปแบบอื่นที่เป็นนามธรรมอีกด้วย เช่น ประโยชน์ที่ได้ทางจิตวิทยา มี ความทันสมัย และสร้างความแตกต่างของผู้บริโภคคนอื่นๆ และรักษาการรับรู้ด้านอารมณ์และจิตใจของตราสินค้า Michaelidou, Micevski & Cadogan (2015) อ้างถึงใน สุกัญญา แซ่ล่อ (2559) ได้กล่าว ว่า หัวใจสำคัญในการส่งเสริมการขายของธุรกิจ คือ ภาพลักษณ์ของตราสินค้า เพราะภาพลักษณ์ตรา สินค้ามีผลโดยตรงต่อทัศนคติที่เกี่ยวข้องกับภาพรวมของตราสินค้า อีกทั้งยังมีความสัมพันธ์กันใน เชิงบวกต่อพฤติกรรมองค์กร การวิจัยนี้มองว่า ภาพลักษณ์ของตราสินค้าเป็นการจับรวมกันของ อารมณ์ ความรู้สึกในความคิด และทัศนคติที่ผู้บริโภคมีต่อตราสินค้า สรุปได้ว่า ภาพลักษณ์ของตราสินค้า คือ ภาพรวมที่ผู้บริโภคนึกถึงจากการรวมความคิด หรือการรับรู้ต่อตราสินค้านั้นร้านสะดวกซักแบบไม่มีสาขา (non-franchise) ซึ่งผู้บริโภคมักใช้เป็นเครื่องมือเพื่ออนุมานคุณภาพของการบริการ และแสดงออกถึงความมีเอกลักษณ์ที่แตกต่างจากคู่แข่ง ชัดเจน ซึ่งหากธุรกิจมีภาพลักษณ์ตราสินค้าธุรกิจสะดวกซักแบบไม่มีสาขาที่ดีในสายตาผู้บริโภค ก็จะส่งผลกับธุรกิจ ในทางกลับกัน หากธุรกิจมีภาพลักษณ์ของตราสินค้าธุรกิจสะดวกซักแบบไม่มี สาขาที่ไม่ดีก็อาจก่อให้เกิดผลเสียกับธุรกิจร้านสะดวกซักได้

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการตัดสินใจเลือกใช้บริการ (Decision Making) ทฤษฎีเกี่ยวกับคุณภาพการให้บริการพบว่าคุณภาพการบริการเรื่องยากในการทำการประเมินเนื่องจากเป็นสิ่งที่ไม่สามารถจับต้องได้ ซึ่งในการประเมิน คุณภาพการบริการคือ การวัดความแตกต่างระหว่างความคาดหวัง ความพึงพอใจและคุณค่าที่เกิดขึ้น แก่ผู้ใช้บริการ (ภาวิณี ทองแถม, 2560) ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง SERQUAL ซึ่งเป็นตัว แบบที่ใช้วัดคุณภาพการบริการที่ได้รับความนิยมนำมาใช้อย่างแพร่หลาย โดยองค์ประกอบของแบบจำลอง SERQUAL ทั้ง 5 ปัจจัย ได้แก่ 1) ความเป็นรูปธรรมของการบริการ (Tangible) 2) ความเชื่อถือได้ (Reliability) 3) การตอบสนองต่อผู้ใช้บริการ (Responsiveness) 4) การให้ความมั่นใจแก่ผู้ใช้บริการ

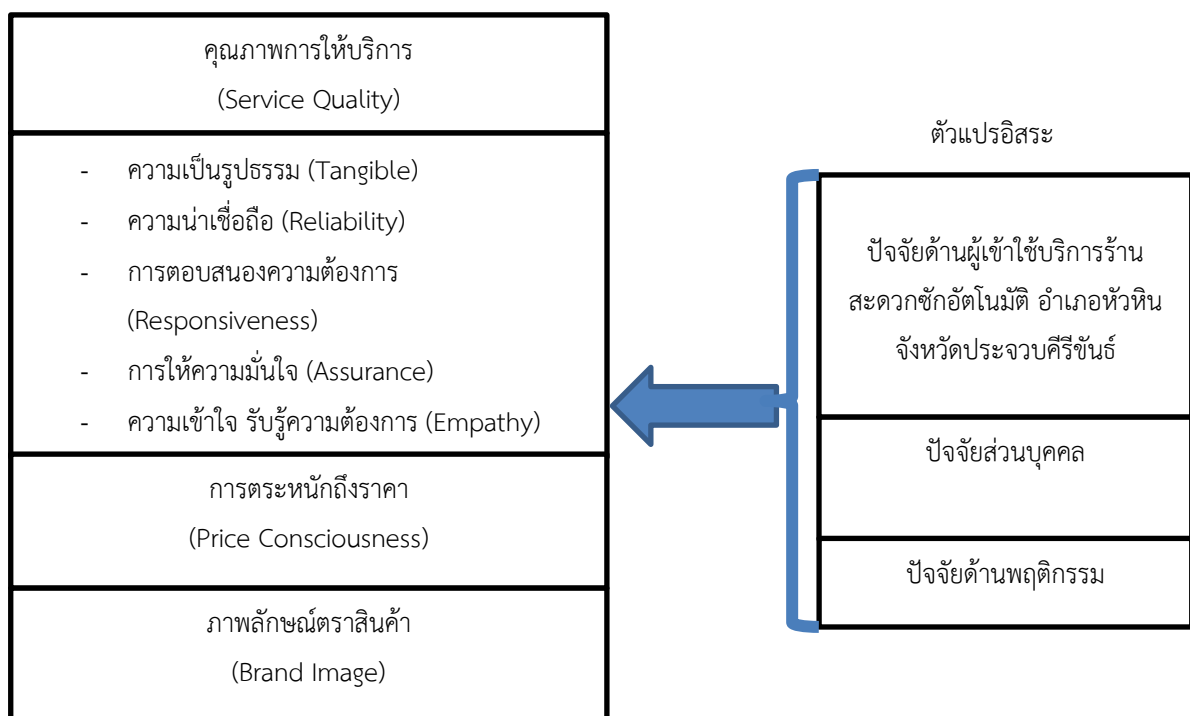
(Assurance) และ 5) ความเข้าใจ (Empathy) สรุปได้ว่า คุณภาพการบริการเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ธุรกิจประสบความสำเร็จเนื่องจากคุณภาพการบริการเป็นสิ่งที่สามารถสร้างความแตกต่างในการดำเนินธุรกิจและมีส่วนในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับบริการ ผู้ใช้บริการมักมีความคาดหวังต่อคุณภาพบริการหากผู้รับบริการได้รับการบริการที่สามารถตอบสนองความต้องการได้จะเกิดความรู้สึกพึงพอใจและ ส่งผลต่อความภักดี

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องปัจจัยคุณภาพในการให้บริการต่อความตั้งใจใช้บริการซ้ำ วรกานต์ เชื้อสำราญ (2564) ได้ศึกษาตัวแปรคุณภาพการให้บริการที่มีผลต่อความตั้งใจ ใช้บริการซ้ำของร้านสะดวกซักในกรุงเทพฯ จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 407 คน พบว่าตัวแปรของ คุณภาพการให้บริการของทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความน่าเชื่อถือ การให้ความมั่นใจและการตอบสนอง ' และความเป็นรูปธรรมการบริการ ไม่ได้มีผลหรือส่งผลต่อการมาใช้บริการร้านสะดวกซักซ้ำ ในขณะที่ความเห็นอกเห็นใจมีผลต่อการกลับมาใช้บริการซ้ำของการซักผ้าอบผ้ามากขึ้น อานนท์ จันจิตร (2563) ศึกษาการพัฒนาคุณภาพการบริการเพื่อการใช้บริการซ้ำของสายการบินต้นทุนต่ำในไทย จากกลุ่มตัวอย่าง 400 คน พบว่า คุณภาพทั้งสามด้าน คือ ด้านรูปธรรม ให้ความมั่นใจ ความเห็นใจต่อผู้โดยสารนั้น มีผลต่อการกลับมาใช้บริการของสายการบินซ้ำ ส่วน ความน่าเชื่อถือและการตอบสนองต่อผู้โดยสารไม่ได้มีผลต่อการใช้บริการซ้ำแต่อย่างใด รุ่งนา บริพนธ์มงคลและ ฤชดา เขียววัฒนสุข (2563) ได้ศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพการ บริการมีสัมพันธ์ต่อการซื้อเครื่องทำความสะอาดซ้ำ พบว่า ความเป็นรูปธรรม การเข้าใจผู้ใช้และการ ตอบสนอง ส่งผลต่อการเต็มใจที่จะซื้อซ้ำ ส่วนความน่าเชื่อถือและให้ความมั่นใจไม่มีผลเชิงบวกใน การซื้อซ้ำแต่อย่างใด อุดม สมบูรณ์ผล (2564) ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพการบริการที่สัมพันธ์กับการ ตั้งใจกลับมาใช้บริการซ้ำของธุรกิจโรงแรมขนาดเล็ก จากกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยว 400 คน พบว่า ความเข้าใจในนักท่องเที่ยว ความเป็นรูปธรรม ความน่าเชื่อถือนั้น มีผลต่อการกลับมาใช้ซ้ำของ บริการโรงแรม

1.3 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้นำมากำหนดเป็นกรอบแนวคิด งานวิจัย การศึกษาพฤติกรรมและความพึงพอใจของผู้ใช้บริการร้านสะดวกซักอัตโนมัติ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ตัวแปรตาม ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

2. ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ ประชากรที่เคยใช้บริการร้านสะดวกซักแบบ ไม่มีสาขา (Non-Franchise) อำเภอดำรงวิทยารัษฎานุประดิษฐ์ จังหวัดกระบี่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้วิจัยคือ กลุ่มเป้าหมายที่เคยใช้บริการร้านสะดวกซักแบบไม่มีสาขา (Non-Franchise) ในอำเภอดำรงวิทยารัษฎานุประดิษฐ์ จังหวัดกระบี่ มีขนาดใหญ่และผู้วิจัยไม่สามารถทราบถึงจำนวน ผู้ใช้บริการที่แน่นอน ดังนั้น จึงได้กำหนดวิธีการสุ่มขนาดตัวอย่างแบบตามสะดวก โดยคำนวณหาขนาดตัวอย่างตามหลักการของ W.G. Cochran ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% หรือ ยอมรับความผิดพลาด ที่เกิดขึ้นเท่ากับ 0.05 จากสูตร คำนวณได้กลุ่มตัวอย่าง 384.16 และสุ่ม 510 ตัวอย่าง การสร้างและพัฒนาคำถาม คือ แบบสอบถามออนไลน์ (Online Questionnaire) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยแบ่งการตอบแบบสอบถามออกเป็น 4 ส่วน โดยรายละเอียดของแบบสอบถามมีดังนี้

ส่วนที่ 1 คัดกรองกลุ่มตัวอย่าง โดยต้องเป็นผู้ที่มีอายุมากกว่า 18 ปี และพักอาศัยอยู่ใน อำเภอดำรงวิทยารัษฎานุประดิษฐ์ จังหวัดกระบี่ เป็นผู้ที่กำลังใช้บริการร้านสะดวกซักแบบไม่มีสาขา (NonFranchise) เท่านั้น แบ่งเป็นข้อมูลส่วนตัวได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา สถานภาพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน อาชีพ

ส่วนที่ 2 เกี่ยวกับด้านพฤติกรรมของผู้ใช้ร้านสะดวกซักได้แก่ รูปแบบการใช้บริการจากร้านสะดวกซัก และความรู้ในการใช้บริการร้านสะดวกซักต่อสัปดาห์

ส่วนที่ 3 ความพึงพอใจ 7 ด้านในการใช้บริการร้านสะดวกซัก

ส่วนที่ 4 การแสดงความคิดเห็นที่ต้องการของผู้ใช้บริการร้านสะดวกซัก

จากนั้นนำแบบสอบถามฉบับร่างเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบในฐานผู้เชี่ยวชาญ สาขานวัตกรรมการจัดการ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล มีค่าเท่ากับ 0.96 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม (Reliability Analysis) ด้านคุณภาพการให้บริการ ได้แก่ ด้านความเป็นรูปธรรม ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.832 ด้านความน่าเชื่อถือ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.887 ด้านการตอบสนองความต้องการ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.898 ด้านการให้ความมั่นใจ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.898 ด้านความเห็นอกเห็นใจ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.889 ด้านภาพลักษณ์ตราสินค้า มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.880 ด้านตระหนักถึงราคา มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.899 สำหรับการศึกษาความพึงพอใจในการใช้บริการร้านสะดวกซัก ในอำเภอดำรงวิทยารัษฎานุประดิษฐ์ จังหวัดกระบี่ มีค่าความเชื่อมั่น ของแบบสอบถามทั้งฉบับที่ระดับ 0.972

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้บริการของร้านสะดวกซักอัตโนมัติ อำเภอดำรงวิทยารัษฎานุประดิษฐ์ จังหวัดกระบี่

พบว่า ผู้ใช้บริการร้านสะดวกซักอัตโนมัติ อำเภอดำรงวิทยารัษฎานุประดิษฐ์ จังหวัดกระบี่ ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อยู่ในอายุ 21-30 ปี อยู่ในระดับการศึกษาปริญญาตรี ส่วนใหญ่มืออาชีพเป็นพนักงานบริษัทเอกชน มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน จำนวน 10,000 บาท ขึ้นไป โดยเลือกใช้บริการร้านสะดวกซัก สาขาเขาตะเกียบ ความถี่ที่เข้าใช้ 1-2 ครั้ง/สัปดาห์ ขนาดเครื่องซักผ้า 10-18 kg. จำนวนเงินในการเข้าใช้บริการ 121 บาทขึ้นไป รูปแบบในการเข้าใช้บริการ ซักและอบ ช่วงเวลาใช้บริการ ตั้งแต่ 17:01 เป็นต้นไป ระยะเวลาในการเข้าใช้ บริการ 31 นาที-59 นาที ความพึงพอใจในการเข้าใช้บริการร้านสะดวกซักอัตโนมัติ อำเภอดำรงวิทยารัษฎานุประดิษฐ์ พบว่า ด้านคุณภาพการให้บริการ ส่วนของความเป็นรูปธรรม ซึ่งพบว่าระดับความพึงพอใจส่วนใหญ่ในระดับความคิดเห็นอยู่ในเกณฑ์มากที่สุดคือ อุปกรณ์เครื่องซักผ้า/อบผ้ามีความทันสมัย และอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน ส่วนของความน่าเชื่อถือ ซึ่งพบว่าระดับความพึงพอใจส่วนใหญ่ในระดับความคิดเห็นอยู่ในเกณฑ์มากที่สุดตามตาราง คือ ความสะดวกในการให้บริการ ส่วนของการตอบสนอง ซึ่งพบว่าระดับความพึงพอใจส่วนใหญ่ในระดับความคิดเห็นอยู่ในเกณฑ์มากที่สุดคือ การได้รับการที่ถูกต้องตรงตามความต้องการ ส่วนของความมั่นใจ ซึ่งพบว่าระดับความพึงพอใจส่วนใหญ่ในระดับความคิดเห็นอยู่ในเกณฑ์มากที่สุดคือ มาตรฐานในการให้บริการของร้านสะดวกซักเป็นที่ยอมรับ ส่วนของความเห็นอกเห็นใจ ซึ่งพบว่าระดับความพึงพอใจส่วนใหญ่ในระดับความคิดเห็นอยู่ในเกณฑ์มากที่สุดคือ ร้านสะดวกซักตอบสนองความต้องการของท่านได้เป็นอย่างดี ส่วน

ของภาพลักษณ์ตราสินค้า ซึ่งพบว่าระดับความพึงพอใจส่วนใหญ่ในระดับความคิดเห็นอยู่ในเกณฑ์มากที่สุดคือ รู้สึกไว้วางใจและเชื่อถือในคุณภาพ ของแบรนด์ร้านสะดวกซัก ส่วนของความตระหนักถึงราคา ซึ่งพบว่า ระดับความพึงพอใจส่วนใหญ่ในระดับความคิดเห็นอยู่ในเกณฑ์มากที่สุดคือ ราคาค่าบริการมีความเหมาะสมกับคุณภาพและการบริการ

ตารางที่ 1 ระดับความพึงพอใจต่อการตัดสินใจ

ความพึงพอใจต่อการตัดสินใจ			
ด้านบริการร้านสะดวกซักอัตโนมัติ	MEAN	S.D.	ระดับความเหมาะสม
ด้านการตระหนักถึงราคา	4.45	0.61	มากที่สุด
ด้านภาพลักษณ์ตราสินค้า	4.46	0.67	มากที่สุด
ด้านความเห็นอกเห็นใจของการบริการ	4.45	0.61	มากที่สุด
ด้านคุณภาพของความมั่นใจ	4.49	0.59	มากที่สุด
ด้านคุณภาพของการตอบสนองความต้องการ	4.42	0.61	มากที่สุด
ด้านคุณภาพของความน่าเชื่อถือ	4.44	0.62	มากที่สุด
ด้านคุณภาพของความเป็นรูปธรรม	4.53	0.53	มากที่สุด

3.2 เพื่อศึกษาการเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจของผู้ใช้บริการร้านสะดวกซักอัตโนมัติ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ผลตามตารางดังนี้

ตารางที่ 2 เพื่อศึกษาการเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจของผู้ใช้บริการร้านสะดวกซักอัตโนมัติ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ด้านความพึงพอใจ การให้บริการ	T-test		F-test						
	เพศ		อาชีพ				รายได้		
	หญิง	ชาย	นร/นศ	พ.ร.ัฐ	พ.น.เอกชน	กิจส่วนตัว	ต่ำกว่า 5,000	5,000-10,000	10,001 ขึ้นไป
ด้านความเป็นรูปธรรม	4.63	4.48	4.59	4.58	4.41	4.47	4.62	4.52	4.48
	3.079**		3.747*				2.894*		
ด้านความน่าเชื่อถือ	4.51	4.41	-	-	-	-	-	-	-
	1.748*		-	-	-	-	-	-	-
ด้านการตอบสนอง	4.53	4.37	4.47	4.48	4.30	4.40	-	-	-
	2.849**		3.058*				-	-	-
ด้านนาเห็นอกเห็นใจ	4.55	4.46	-	-	-	-	-	-	-
	3.627***		-	-	-	-	-	-	-
ด้านความมั่นใจ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-		-	-	-	-	-	-	-
ด้านภาพลักษณ์ตรา สินค้า	4.53	4.41	-	-	-	-	-	-	-
	2.075*		-	-	-	-	-	-	-
ด้านตระหนักถึงราคา	4.51	4.40	4.49	4.48	4.31	4.53	-	-	-
	1.985*		2.986*				-	-	-

*หมายเหตุ **,และ*** หมายถึงนัยทางสถิติระดับ 0.1 , 0.01 และ 0.001 ตามลำดับ

ผลการเปรียบเทียบเพศ อาชีพและรายได้มีผลต่อความพึงพอใจในการใช้บริการร้านสะดวกซักอัตโนมัติแตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญ เพศหญิงมีความพึงพอใจมากกว่าเพศชายทุกด้านยกเว้นด้านความมั่นใจมีผลความพึงพอใจไม่แตกต่างกัน อาชีพนักเรียนนักศึกษามีความพึงพอใจมากกว่าอาชีพอื่นในด้านรูปธรรม การตอบสนองและตระหนักด้านราคา รายได้ต่ำกว่า 5,000 บาทมีความพึงพอใจมากกว่ารายได้อื่นในด้านความเป็นรูปธรรม สำหรับการเปรียบเทียบพฤติกรรมต่อความพึงพอใจแสดงในตารางที่ 2 กล่าวคือ

ตารางที่ 2 เพื่อศึกษาการเปรียบเทียบปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจของผู้ใช้บริการร้านสะดวกซื้ออัตโนมัติ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

ความพึงพอใจของการใช้บริการร้านสะดวกซื้ออัตโนมัติ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์												
ด้านความพึงพอใจ	F-test											
	ความถี่ในการเข้าใช้บริการต่อสัปดาห์			จำนวนเงินต่อครั้งในการเข้าใช้บริการ			รูปแบบในการเข้าใช้บริการ			ระยะเวลาในการเข้าใช้บริการ		
	1-2 ครั้ง	3-4 ครั้ง	5 ครั้งขึ้นไป	ต่ำกว่า 60 บาท	61-120 บาท	121 บาทขึ้นไป	ซัก	อบ	ซักและอบ	น้อยกว่า 30 นาที	31-59 นาที	1 ชม. ขึ้นไป
ด้านความเป็นรูปธรรม	4.58	4.46	4.48	-	-	-	4.63	4.67	4.47	4.59	4.56	4.44
	3.079**			-			6.186**			3.101*		
ด้านความน่าเชื่อถือ	4.53	4.45	4.42	4.36	4.44	4.56	-	-	-	4.49	4.48	4.34
	1.748*			2.550*			-	-	-	3.073*		
ด้านการตอบสนอง	4.54	4.46	4.39	4.36	4.4	4.46	-	-	-	-	-	-
	2.849**			3.525*			-	-	-	-	-	-
ด้านความมั่นใจ	-	-	-	4.41	4.46	4.54	-	-	-	-	-	-
	-			5.064*			-	-	-	-	-	-
ด้านหน้าเห็นอกเห็นใจ	4.5	4.4	4.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.627***			-	-	-	-	-	-	-	-	-
ด้านภาพลักษณ์ตราสินค้า	4.55	4.48	4.43	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.075*			-	-	-	-	-	-	-	-	-
ด้านตระหนักถึงราคา	4.56	4.49	4.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.985*			-	-	-	-	-	-	-	-	-

*หมายเหตุ *,**และ*** หมายถึงนัยทางสถิติระดับ 0.1 , 0.01 และ 0.001 ตามลำดับ

ผลการวิจัยสรุปรวมการเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจทั้ง 7 ด้าน มีความพึงพอใจแตกต่างกันโดยมีความพึงพอใจสูงสุดอยู่ในกลุ่มตัวอย่างเพศหญิง ด้านความน่าเชื่อถือ ด้านการตอบสนองต่อผู้ให้บริการ ด้านการให้ความมั่นใจแก่ผู้มาใช้บริการ ทั้ง 3 ด้านพฤติกรรมมีความพึงพอใจแตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญ โดยพฤติกรรมที่มีความพึงพอใจสูงคือเข้าใช้บริการความถี่ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์มีความพึงพอใจทุกด้านยกเว้นด้านความมั่นใจที่มีความพึงพอใจไม่แตกต่างกัน จำนวนเงินในการเข้าใช้บริการต่อครั้ง สูงที่สุด 121 บาทขึ้นไป มีความพึงพอใจด้านความน่าเชื่อถือ ตอบสนองและความมั่นใจ เลือกรูปแบบในการใช้บริการต่อครั้งสูงที่สุด ใช้บริการซักอย่างเดียวมีความพึงพอใจด้านรูปธรรม นอกนั้นมีความพึงพอใจไม่แตกต่างในทุกด้านของการเข้าใช้บริการถือว่า บริการดีในทุกกิจกรรมที่ใช้บริการ ด้านซักอาจจะใช้เห็นเป็นรูปธรรมมากกว่าที่ใช้บริการแบบอื่น ส่วนด้านระยะเวลาในการใช้บริการแต่ละครั้งสูงที่สุดที่ น้อยกว่า 30 นาทีมีความพึงพอใจสูงสุดในด้านรูปธรรมและความน่าเชื่อถือในแบรนด์ของการใช้บริการร้านสะดวกซื้อ

3.3 อภิปรายผล

ผลการวิจัยในหัวข้อเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในการใช้บริการร้านสะดวกซื้ออัตโนมัติของผู้ใช้บริการที่อาศัยอยู่ในเขต อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง 510 คน สรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 280 คน คิดเป็นร้อยละ 68.80 และมีอายุ 21-30 ปี 111 คน คิดเป็นร้อยละ 27.30 โดยมีระดับการศึกษาปริญญาตรี 236 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 58.00 ประกอบอาชีพธุรกิจส่วนตัว/อาชีพอิสระ 109 คน คิดเป็นร้อยละ 26.80 มีรายได้เฉลี่ยอยู่ที่ 15,000-25,000 บาท 173 คน คิดเป็นร้อยละ 42.50 มีลักษณะที่ พักอาศัยประเภทห้องเช่า/อพาร์ทเมนต์/คอนโดมิเนียม 234 คน คิดเป็นร้อยละ 57.50 ประเภทการใช้บริการคือ ซักและอบ 257 คน คิดเป็นร้อยละ 63.10 ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามมีความถี่ในการใช้บริการอยู่ที่ 1-2 ครั้ง/สัปดาห์ 281 คน คิดเป็นร้อยละ 69.00 สอดคล้องกับงานวิจัย ภักวีตร พูนศิริ (2566) ฐิติกร บุญเรือง(2564) ชุติพร แก้วกิม(2562) วรกานต์ เชื้อสำราญ และ (2564) ชัยสมเพลา ชาวประเสริฐ (2552) ว่าการให้บริการเป็นกิจกรรมหรือ

กระบวนการของการส่งมอบสินค้าที่ไม่มีตัวตน (Intangible Goods) ให้กับผู้รับบริการโดยที่สินค้าไม่มีตัวตนนั้นจะต้องสามารถตอบสนองความต้องการของผู้รับบริการนั้นจนนำไปสู่ความพึงพอใจได้ภายใต้ปัจจัยกำหนดคุณภาพการให้บริการ ส่วนกลุ่มที่มีความพึงพอใจต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลบุคคลและพฤติกรรมการใช้บริการร้านซักอบรีดตามการเปรียบเทียบความพึงพอใจที่แตกต่างกัน พบว่า เป็นเพศชาย ส่วนใหญ่มีอาชีพธุรกิจส่วนตัว/อาชีพอิสระ รายได้ 10,001 บาทขึ้นไป ผลการวิจัยการเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจทั้ง 7 ด้าน มีความพึงพอใจแตกต่างกันโดยมีความพึงพอใจด้านความน่าเชื่อถือ ด้านการตอบสนองต่อผู้ให้บริการ ด้านการให้ความมั่นใจแก่ผู้มาใช้บริการ ทั้ง 3 ด้าน เลือกด้านจำนวนเงินในการเข้าใช้บริการต่อครั้งต่ำที่สุด 60 บาทขึ้นไป มีความพึงพอใจแตกต่างกันโดยมีความพึงพอใจด้านความเป็นรูปธรรมของการบริการ เลือกรูปแบบในการใช้บริการต่อครั้ง ต่ำที่สุด ซักและอบ มีความพึงพอใจแตกต่างกันโดยมีด้านความเห็นอกเห็นใจผู้ให้บริการ ช่วงระยะเวลาที่เข้าใช้บริการต่ำที่สุด 12:01-17:00 น. และมีความพึงพอใจแตกต่างกันโดยมีด้านความเป็นรูปธรรมของบริการ และด้านความน่าเชื่อถือในการบริการ ทั้ง 2 ด้าน เลือกด้านระยะเวลาในการใช้บริการแต่ละครั้ง น้อยสุดที่ 1 ชั่วโมงขึ้นไป

4. สรุปผล

จากการศึกษาการวิจัยเรื่อง “การศึกษาพฤติกรรมและความพึงพอใจในการใช้บริการร้านสะดวกซักอัตโนมัติ อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์” ทำให้ทราบถึงข้อมูลเกี่ยวกับการใช้บริการร้านสะดวกซักที่แสดงให้เห็นถึงปัจจัยที่มีผลต่อการกลับมาใช้บริการซ้ำของผู้ใช้บริการ และปัจจัยมีผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ ซึ่งผู้วิจัยสามารถนำผลการศึกษาเป็นแนวทางการพัฒนารูปแบบการบริการและคุณภาพในการให้บริการ ประกอบกับ การวางกลยุทธ์ทางการตลาดให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้บริการร้านสะดวกซักในปัจจุบัน โดยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ 1. ประกอบการหรือผู้ให้บริการและผู้สนใจลงทุนในธุรกิจร้านสะดวกซัก ควรให้ความสำคัญในด้านผลิตภัณฑ์ เรื่องคุณภาพของผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ และเครื่องใช้รวมทั้ง ความทันสมัยของผลิตภัณฑ์หลักอย่างเครื่องซักผ้าและเครื่องอบผ้าที่ให้บริการภายในร้าน สะดวกซัก อีกทั้งความหลากหลายของขนาดเครื่องซักผ้าและเครื่องอบผ้า และการบริการ ให้ที่ผู้ให้บริการสามารถเลือกใช้ได้อย่างหลากหลาย เช่น ขนาดของเครื่องซัก/อบผ้าที่สามารถรองรับปริมาณผ้าได้แตกต่างกัน เครื่องอบผ้าที่ผู้ใช้งานสามารถกำหนดเวลาอบเอง ได้ เช่น การอบผ้าแบบเร่งด่วนที่ใช้เวลาน้อยลง เป็นต้น นอกจากนี้ผู้ประกอบการและผู้ให้บริการ ควรคำนึงจำนวนเครื่องซักและเครื่องอบผ้าที่ให้บริการต้องเพียงพอต่อความต้องการใช้งาน เนื่องจากผู้ให้บริการส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับความสะอาด รวดเร็วและคุ้มค่า สำหรับด้านการส่งเสริมทางการตลาดผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญต่อการ ประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารและโปรโมชั่นต่างๆ แก่ผู้ใช้อย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอประกอบกับการจัดทำแพ็คเกจส่วนลดหรือราคาพิเศษสำหรับผู้ใช้บริการร้านสะดวกซัก เป็นประจำเพื่อจูงใจให้ผู้ใช้บริการกลับมาใช้บริการซ้ำในอนาคต 2. ผู้ประกอบการหรือผู้ให้บริการและผู้สนใจลงทุนในธุรกิจร้านสะดวกซัก ควรให้ความสำคัญในเรื่องการสื่อสารข้อมูลเกี่ยวกับการใช้บริการร้านสะดวกซักเพื่อผู้ให้บริการ ทราบถึงคุณสมบัติประโยชน์ของเครื่องซักผ้าและอบผ้าแบบอุตสาหกรรมที่นำมาให้บริการและ ให้ผู้ใช้งานทราบถึงข้อแตกต่างระหว่างของการซักผ้าโดยเครื่องซัก/อบแบบทั่วไปกับเครื่องที่ให้บริการภายในร้าน ซึ่งเมื่อผู้ให้บริการรับรู้ถึงคุณสมบัติและเชื่อมั่นว่าการใช้บริการ' ร้านสะดวกซักมีความคุ้มค่า และประหยัดเวลามากกว่าการซักผ้าโดยทั่วไป ซึ่งเมื่อผู้ใช้มีทัศนคติที่ดีในใช้บริการจะส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้บริการและความตั้งใจใช้บริการซ้ำในอนาคต 3. ผู้ประกอบการหรือผู้ให้บริการและผู้สนใจลงทุนในธุรกิจร้านสะดวกซัก ควรพิจารณาถึง ความทันสมัยของอุปกรณ์ เครื่องซัก/อบผ้าที่ให้บริการ ซึ่งหากมีความทันสมัยมากอาจ ก่อให้เกิดความยากต่อการใช้งาน ดังนั้น ภายในร้านควรมีป้ายแจ้งขั้นตอนหรือวิธีการใช้ อย่างละเอียดและเข้าใจได้ง่าย อีกทั้งมีการดูแลบรรยากาศภายในร้านให้พร้อมบริการอยู่เสมอ เช่น การดูแลความสะอาด การจัดอุปกรณ์และเครื่องใช้ต่างๆ เป็นระเบียบเรียบร้อยน่า ใช้งาน 4. ผู้ประกอบการหรือผู้ให้บริการและผู้สนใจลงทุนในธุรกิจร้านสะดวกซัก ควรให้ความสำคัญในเรื่องการรักษาและพัฒนาด้านคุณภาพ มาตรฐานการให้บริการ ความน่าเชื่อถือและการสร้างความมั่นใจแก่ผู้มาใช้บริการ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้นำไปสู่ภาพลักษณ์ที่ดี ของร้านสะดวกซัก ดังนั้น ผู้ให้บริการควรพิจารณาในเรื่องการนำเสนอรูปแบบการใช้ บริการที่เข้าใจง่ายระยะเวลาในการใช้บริการมีความสะอาด รวดเร็ว และหากผู้ให้บริการพบ ปัญหาต่างๆ ระหว่างการใช้บริการ ผู้ให้บริการควรมีแนวทางการแก้ไขปัญหาได้อย่างทันท่วงที เช่น มีช่องทางการติดต่อหรือแจ้งปัญหาการใช้งานที่ชัดเจน หรือแนวทางการ แก้ไขที่ผู้ให้บริการสามารถแก้ไขได้ด้วยตนเอง เป็นต้น ซึ่ง

หากร้านสะดวกซื้อสามารถ ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการได้เป็นอย่างดี สามารถแสดงให้เห็นให้ผู้รับรูถึงความ สะดวก รวดเร็ว และความคุ้มค่า ทั้งในด้านเวลาและค่าใช้จ่ายเมื่อเปรียบเทียบกับร้านสะดวกซื้ออื่น โดยทั่วไป จะสามารถสร้างความพึงพอใจให้แก่ ผู้ใช้บริการเพื่อให้ผู้ใช้บริการกลับมาใช้ บริการได้อีกในอนาคต

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ ได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากหลายฝ่ายได้แก่ อธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี รองศาสตราจารย์ ดร. อุดมวิทย์ ชัยสกุลเกียรติ รองอธิการบดีวิทยาเขตวังไกลกังวล ผู้ช่วยศาสตราจารย์นภาพร นาคทิม รองคณบดีประจำพื้นที่คณะบริหารธุรกิจ วิทยาเขตวังไกลกังวล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อริ สิริทธิ์ นุชนนทร และหัวหน้าสาขาวิชาวัตกรรมการจัดการ อาจารย์ดร.ธนภัทร สีสดใส ที่ให้การสนับสนุนในการทำวิจัย และเปิด โอกาสให้ผู้วิจัย นักศึกษาได้แสดงความสามารถทางการวิจัยในเชิงบริหารธุรกิจด้านวัตกรรมการจัดการธุรกิจเพื่อการพัฒนาองค์ ความรู้เชิงธุรกิจให้บรรลุการพัฒนาองค์ความรู้เชิงธุรกิจที่เกิดขึ้นในชุมชนใกล้มหาวิทยาลัยและเสริมสร้างความรู้ทั้งด้านผู้บริโภคน และผู้ประกอบการได้ตระหนักถึงความต้องการทางธุรกิจร่วมกัน

6. เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาธุรกิจการค้า, ร้านสะดวกซื้อ. (2562) *ธุรกิจร้านสะดวกซื้อ*. เข้าถึงได้จาก <https://buuir.buu.ac.th/bitstream/1234567890/5757/1/62920180.html>.
- จรรยา บัญญัติ (2561). *การรับรู้ภาพลักษณ์ตราสินค้าของเครื่องสำอางในร้านสะดวกซื้อ เซเว่น อีเลฟเว่น (7-Eleven) BRAND IMAGE PERCEPTION OF COSMETICS IN SEVEN ELEVEN (7-ELEVEN)*. (ปริญาญการจัการมหาบัณฑิต).
- นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- จันทร์เจ้า สุราษฎร์เจริญ และ ทิพย์รัตน์ เลาหิเชียร. (2564). ความสัมพันธ์ระหว่างความรับผิดชอบต่อสังคมที่มีต่อภาพลักษณ์ตรา สินค้าและความภักดีในตราสินค้าของกลุ่มโรงแรมไปไม้เชียว. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 4(41), 27-43.
- ชัยสมพล ชาวประเสริฐ. (2552). *การตลาดบริการ* (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพฯ: ส. เอเชียเพรส.
- ทนารุท พุ่มพรณู, ธนกร สิริสุคันธา. (2566). ส่วนประสมทางการตลาดบริการที่มีต่อความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวชาวไทยใน แหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม จังหวัดลำปาง. *วารสาร มจร อุบลปริทรรศน์*, 8(1), 615-626.
- ชลธิพร แก้วกิม. (2562). *ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการร้านสะดวกซื้อในซอยรามคำแหง 65 (ลาดพร้าว122)*. (การ ค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ฐิติกร บุญเรือง. (2564). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้บริการร้านสะดวกซื้อของผู้บริโภค ในเขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร*. (การค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- ธีรพัฒน์ เอี่ยมละออ. (2564). *ปัจจัยด้านภาพลักษณ์ ความไว้วางใจและคุณภาพสินค้าที่มีผลต่อความตั้งใจซื้อซ้ำของผู้บริโภคสินค้า กุหลาบในเขตกรุงเทพมหานคร*. (สารนิพนธ์ปริญญาการจัการมหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ภาวิณี ทองแย้ม. (2560). ความสำคัญของคุณภาพการบริการต่อความสำเร็จของธุรกิจ. *วารสารเกษม บัณฑิต*, 18(1), 219-230.
- ภัควิตร พูนศิริ. (2566). *ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้บริการร้านสะดวกซื้อ ของ ประชาชนในเขตเทศบาลเมืองสุรินทร์ อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์*. (วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). สุรินทร์: มหาวิทยาลัยรามคำแหง วิทยาเขต สุรินทร์.
- รุ่งนภา บริพนธ์มงคล และ กฤษดา เขียววัฒนสุข. (2563). การรับรู้ คุณภาพการบริการที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อซ้ำเครื่องทำความ สะอาดอุตสาหกรรม. *วารสารศิลปการจัการ*. 4(1), 166- 179.

- วรกานต์ เชื้อสำราญ. (2564). ปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจใช้บริการซ้ำและความพึงพอใจในการใช้บริการร้านสะดวกซัก (Laundromat) ของผู้ใช้บริการที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล. (สารนิพนธ์ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สุกัญญา แซ่ล่อ. (2559). อิทธิพลของภาพลักษณ์ตราสินค้า การรับรู้ คุณภาพสินค้าและความพึงพอใจ ของลูกค้า ต่อความเชื่อมั่นในตราสินค้าของแบรนด์ตราศรีจันทร์. (การค้นคว้าอิสระปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
- อานนท์ จันจิตร. (2563). การพัฒนาคุณภาพการบริการเพื่อการตั้งใจกลับมาใช้บริการซ้ำของสายการบินต้นทุนต่ำในประเทศไทย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
- อิสมาแอ ลำตะเกตุวันพาริตา โตะภูบาสา และ อาอีมานห์ อาลี. (2562). การพัฒนา แอปพลิเคชันร้านซักผ้าแบบออนไลน์. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). ยะลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- อุดม สมบูรณ์ผล. (2564). การจัดการคุณภาพการบริการและภาพลักษณ์องค์กรที่ส่งผลต่อการตั้งใจ ใช้บริการซ้ำโรงแรมขนาดเล็กของนักท่องเที่ยวไทยในจังหวัดปทุมธานี. *วารสารวิชาการวิทยาลัยสันตพล*, 7(2), 197-207.
- Aker, D.A. (1991). *Managing brand equity: Capitalizing on the value of a brand name*. New York, NY: Free Press.
- Keller, K.L.. (2013). *Strategic Brand Management (4th ed)*. Upper Saddle River, NJ: Person Prentice-Hall
- Norman L Munn. (1971). *Introduction to psychology*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Positioning. (2019), จุดพลุแฟรนไชส์ “เครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ” รับเทรนด์ “สะดวกซัก” มาแรง ตลาด ตลาดแมส-พรีเมียมแพร่ขยายสาขา เข้าถึงได้จาก <https://positioningmag.com/1238942>.

**ความเปราะบางทางการศึกษาหลายมิติกับความไม่เท่าเทียมด้านรายได้ในประเทศไทย:
การวิเคราะห์ระหว่างและภายในกลุ่มจากข้อมูล SES66**
**Multidimensional Educational Vulnerability and Income Inequality in Thailand:
Between and Within-Group Analysis from SES66 Data**

ธิติมา พลับพลึง¹ และ วันดี หิรัญสถาพร¹
Thitima Plubpleung¹ and Wandee Hirunsathaporn¹

¹ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

¹ Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

* E-mail: thitima.plu@rmutr.ac.th 0893566415

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ระบุลักษณะครัวเรือนเปราะบางตามกรอบแนวคิดหลายมิติที่ครอบคลุมรายได้ต่ำ การศึกษาของผู้ปกครองต่ำ การขาดแคลนดิจิทัล และการไม่ได้รับการสนับสนุนจากรัฐ 2) วิเคราะห์ผลกระทบของความเปราะบางต่อรายได้ครัวเรือนด้วยเทคนิคการถดถอยควอนไทล์ และ 3) ตรวจสอบโครงสร้างความไม่เท่าเทียมทั้งระหว่างและภายในกลุ่ม โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน พ.ศ. 2566 จากกลุ่มตัวอย่าง 49,647 ครัวเรือนที่มีเด็กวัยเรียน ประกอบด้วยครัวเรือนเปราะบาง 38,502 ครัวเรือน และครัวเรือนไม่เปราะบาง 11,145 ครัวเรือน ใช้การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองการถดถอย OLS และการถดถอยควอนไทล์ พร้อมการวิเคราะห์ความไม่เท่าเทียมด้วยสัมประสิทธิ์จีนีและการแยกส่วนประกอบด้วยดัชนี Theil ผลการศึกษาพบว่าครัวเรือนเปราะบางมีรายได้ต่ำกว่าครัวเรือนทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญ โดยการศึกษาของผู้ปกครองเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุด การถดถอยควอนไทล์เผยให้เห็นผลกระทบแบบไม่เชิงเส้นที่เพิ่มขึ้นตามระดับรายได้ สะท้อนปรากฏการณ์ "เพดานกระจก" สำหรับครัวเรือนที่มีศักยภาพสูง การวิเคราะห์ความไม่เท่าเทียมพบว่าครัวเรือนเปราะบางมีความแตกต่างภายในกลุ่มสูงกว่าครัวเรือนไม่เปราะบาง และความไม่เท่าเทียมส่วนใหญ่เกิดจากความแตกต่างภายในกลุ่มมากกว่าระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยเน้นย้ำความจำเป็นของนโยบายแบบมุ่งเป้าที่ตอบสนองต่อความหลากหลายภายในกลุ่มเปราะบาง โดยเฉพาะการลดช่องว่างดิจิทัลและการเสริมสร้างทุนมนุษย์แก่ผู้ปกครอง ควบคู่กับมาตรการเฉพาะสำหรับแก้ไขปรากฏการณ์เพดานกระจกที่จำกัดการเลื่อนฐานะทางเศรษฐกิจ ข้อเสนอแนะนี้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติด้านการพัฒนาทุนมนุษย์และสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านการศึกษาและการลดความเหลื่อมล้ำ

คำสำคัญ: ความเหลื่อมล้ำทางการศึกษา, ครัวเรือนเปราะบาง, การถดถอยควอนไทล์, ความเปราะบางหลายมิติ

Abstract

This study aims to (1) identify characteristics of vulnerable households using a multidimensional framework encompassing low income, limited parental education, digital exclusion, and lack of government support, (2) analyze vulnerability impacts on household income through quantile regression techniques, and (3) examine inequality structures both between and within groups. Using data from the 2023 Household Socio-Economic Survey (SES66) with 49,647 households with school-aged children, comprising 38,502 vulnerable households and 11,145 non-vulnerable households, the study employs OLS regression and quantile regression analysis, along with inequality analysis using Gini coefficients and Theil decomposition. Results demonstrate that vulnerable households earn significantly lower incomes than non-vulnerable households, with parental education being the most influential factor. Quantile regression reveals non-linear impacts that increase across income levels, reflecting a "glass ceiling" phenomenon for high-potential households. Inequality analysis shows that vulnerable households exhibit higher within-group variation than non-vulnerable households, with the majority of inequality stemming from within-group rather than between-group differences. The findings emphasise the necessity for targeted policies addressing intra-group heterogeneity among vulnerable populations, particularly digital divide reduction and human capital enhancement for parents, coupled with specific measures to address glass ceiling effects that limit economic mobility. These recommendations align with Thailand's National Human Development Strategy and support sustainable development goals for education and inequality reduction.

Keywords: Educational Inequality, Vulnerable Households, Quantile Regression, Multidimensional Vulnerability

1. บทนำ

ความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาในประเทศไทยเป็นปัญหาเชิงโครงสร้างที่ซับซ้อนและทวีความรุนแรงในช่วงหลังวิกฤตโควิด-19 แม้ว่าประเทศไทยจะประสบความสำเร็จในการลดความยากจนและขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐานในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา แต่ช่องว่างทางการศึกษาระหว่างกลุ่มเศรษฐกิจและสังคมยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการพัฒนาทุนมนุษย์และการเติบโตทางเศรษฐกิจที่ยั่งยืน (UNDP, 2023b) ซึ่งสถานการณ์การระบาดอย่างรวดเร็วและรุนแรงดังกล่าวนำมาสู่การเรียนรู้ทางไกลในช่วงโควิด-19 และได้สร้างช่องว่างการเรียนรู้ของเด็กไทยขยายตัวจาก 3.7 ปี เป็น 4 ปี ส่งผลให้ดัชนีทุนมนุษย์ (HCI: Human Capital Index) ของประเทศไทยลดลงจาก 0.61 เหลือ 0.55 ซึ่งอาจสะท้อนถึงการสูญเสียศักยภาพรายได้ตลอดชีวิตของเยาวชน โดยเฉพาะในกลุ่มที่ขาดแคลนเครื่องมือดิจิทัล สอดคล้องกับข้อมูลจากกองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา (2565) ที่พบว่าอัตราการออกกลางคันของนักเรียนจากครัวเรือนยากจนเพิ่มสูงขึ้นเป็น 23.2% ในปีการศึกษา 2564 สูงกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศที่ 7.8% อย่างมีนัยสำคัญ (World Bank, 2023)

ความซับซ้อนของความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาในประเทศไทยยังปรากฏชัดเจนในมิติเชิงพื้นที่และเพศสภาพ โดยเฉพาะในภาคใต้ ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งยังคงมีข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐานและโอกาสทางเศรษฐกิจ เยาวชนชายอายุ 15-17 ปีมีอัตราการไม่เข้าเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสูงถึง 17% ขณะที่ในกลุ่มเยาวชนหญิงอยู่ที่เพียง 8% (ธนาคารโลก, 2023) สะท้อนแรงจูงใจทางเศรษฐกิจและบรรทัดฐานทางสังคมที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ ดิเรก ปัทมสิริวัฒน์ และคณะ (2566) ยังพบว่าครัวเรือนที่มีเด็กมีความเปราะบางทางเศรษฐกิจสูงกว่าครัวเรือนประเภทอื่น โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบทและโรงเรียนขนาดเล็กที่มีทรัพยากรจำกัด และผลกระทบทางเศรษฐกิจจากโควิด-19 ทำให้ครัวเรือนยากจนประสบปัญหารายได้ลดลงอย่างรุนแรง โดยเฉพาะครัวเรือนในภาคแรงงานนอกระบบซึ่งขาดหลักประกันทางสังคม (UNDP & NESDC, 2020) ส่งผลให้การลงทุนเพื่อการศึกษาของเด็กกลายเป็นภาระหนัก รายงานดังกล่าวยังระบุว่า ครัวเรือนยากจนสามารถดำรงชีวิตได้โดยไม่มีรายได้เพียง 3 เดือน ซึ่งสะท้อนถึงความเปราะบางทางโครงสร้างและข้อจำกัดเชิงทรัพยากรที่กระทบต่อทุนมนุษย์ในระยะยาว

การทบทวนวรรณกรรมพบข้อจำกัดสำคัญในการศึกษาความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาในประเทศไทย โดยเฉพาะการเน้นวิเคราะห์เฉพาะมิติด้านรายได้หรือเศรษฐกิจเป็นหลัก (สมเกียรติ ตั้งกิจวานิชย์ และคณะ, 2557) UNDP (2023) ระบุว่าแม้ประเทศไทยจะสามารถลดความยากจนหลายมิติได้อย่างมีนัยสำคัญในช่วงหลังโควิด-19 แต่อัตราความยากจนหลายมิตียังคงสูงกว่าความยากจนทางการเงินอยู่ 0.5 จุด สะท้อนว่าการลดความเหลื่อมล้ำเชิงโครงสร้างจำเป็นต้องใช้มุมมองแบบพหุมิติและวิเคราะห์ความไม่เท่าเทียมทั้งระหว่างและภายในกลุ่ม บทความนี้จึงนำเสนอกรอบแนวคิดบูรณาการที่ผสมผสานแนวคิดความยากจนหลายมิติของ Alkire และ Foster (2011) ทฤษฎีทุนมนุษย์ของ Becker (1993) และทฤษฎีทุนทางวัฒนธรรมของ Bourdieu (1977) เพื่อวิเคราะห์ความเปราะบางทางการศึกษาอย่างรอบด้าน กรอบแนวคิดนี้ช่วยให้เข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านรายได้ การศึกษาของผู้ปกครอง การเข้าถึงดิจิทัล และการสนับสนุนจากภาครัฐที่กำหนดโอกาสทางการศึกษาและเศรษฐกิจของเด็กไทย การศึกษานี้มีความแตกต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมาคือการวิเคราะห์ความไม่เท่าเทียมทั้งระหว่างและภายในกลุ่ม ซึ่งยังไม่มีการศึกษาอย่างลึกซึ้งในบริบทประเทศไทย โดยเฉพาะการศึกษาความไม่เท่าเทียมภายในกลุ่มเปราะบาง ซึ่งจากงานของ Bourguignon (2004) และ Ravallion (2015) ชี้ให้เห็นว่าความไม่เท่าเทียมภายในกลุ่มมักมีส่วนสูงในประเทศกำลังพัฒนาและมีความสำคัญต่อการออกแบบนโยบายลดความเหลื่อมล้ำ

จากการทบทวนวรรณกรรมและสถานการณ์ปัจจุบัน การศึกษานี้มุ่งตอบคำถามวิจัยสำคัญสามประการ: (1) ครัวเรือนที่เปราะบางทางการศึกษาในประเทศไทยมีลักษณะและรูปแบบของความเสียเปรียบทับซ้อนอย่างไรตามกรอบแนวคิดความเปราะบางหลายมิติ? (2) ความเปราะบางของครัวเรือนส่งผลกระทบต่อรายได้อย่างไร และผลกระทบนี้แตกต่างกันตามระดับรายได้หรือไม่? และ (3) โครงสร้าง ความไม่เท่าเทียมด้านรายได้มีลักษณะอย่างไรทั้งระหว่างและภายในกลุ่มครัวเรือนที่เปราะบางและไม่เปราะบาง? คำถามวิจัยเหล่านี้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติด้านการพัฒนาทุนมนุษย์ (แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13) และเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติข้อที่ 4 และ 10

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อระบุและอธิบายลักษณะของครัวเรือนที่เปราะบางทางการศึกษาในประเทศไทยตามกรอบแนวคิดความเปราะบางหลายมิติ
- 2) เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของความเปราะบางของครัวเรือนต่อรายได้รวมโดยใช้แบบจำลองเศรษฐมิติและเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning) พร้อมประเมินความสำคัญเชิงเปรียบเทียบของปัจจัยต่างๆ
- 3) เพื่อตรวจสอบความไม่เท่าเทียมด้านรายได้ทั้งระหว่างและภายในกลุ่มครัวเรือนที่เปราะบางและไม่เปราะบาง รวมถึงวิเคราะห์รูปแบบความไม่เท่าเทียมตามภูมิภาคและความเป็นเมือง/ชนบท

1.2 การทบทวนวรรณกรรมและกรอบแนวคิด

1) การทบทวนวรรณกรรมเชิงสังเคราะห์

การศึกษาความเปราะบางทางการศึกษาและความเหลื่อมล้ำด้านรายได้ในประเทศไทยสามารถสังเคราะห์องค์ความรู้ได้ 4 ประเด็นหลัก ได้แก่ (1) ความสัมพันธ์ทางการศึกษากับความไม่เท่าเทียมทางรายได้ (2) แนวคิดความยากจนหลายมิติและช่องว่างดิจิทัล (3) ปาฎการณ "เพดานกระจก" และความคล่องตัวทางสังคม และ (4) ความเหลื่อมล้ำเชิงพื้นที่และภายในกลุ่ม

1.1) การศึกษาและความเหลื่อมล้ำทางรายได้ในบริบทอาเซียน ภายใต้กรอบทฤษฎีทุนมนุษย์ การศึกษาถูกมองว่าเป็นกลไกลดความเหลื่อมล้ำทางรายได้ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยในประเทศกำลังพัฒนากลับพบความซับซ้อนมากกว่า การศึกษาข้ามประเทศในกลุ่มอาเซียนโดย Vo, Vo & Ho (2024) พบว่าทุนมนุษย์มีอิทธิพลต่อความเหลื่อมล้ำทางรายได้ในลักษณะไม่เชิงเส้น โดยเพิ่มความเหลื่อมล้ำในระยะสั้นและลดลงในระยะยาว ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน Kuznets และในบริบทไทย World Bank (2023) พบว่าเยาวชนชายอายุ 15-17 ปีมีอัตราการไม่เข้าเรียนมัธยมปลายสูงถึง 17% เทียบกับเยาวชนหญิง 8% สะท้อนแรงจูงใจทางเศรษฐกิจและบรรทัดฐานทางสังคม

1.2) ความยากจนหลายมิติและมิติดิจิทัลใหม่ แนวทาง Multidimensional Poverty Index (MPI) ของ Alkire และ Foster (2011) เสนอเครื่องมือวิเคราะห์ที่สะท้อนข้อเสียเปรียบด้านการศึกษา สุขภาพ และมาตรฐานการครองชีพ Alkire และ Santos (2014) ยืนยันว่าดัชนี MPI เปิดเผย "ความเปราะบางซ่อนเร้น" ที่ไม่ปรากฏในข้อมูลรายได้ การเพิ่มขึ้นของมิติดิจิทัลหลัง COVID-19 ทำให้ช่องว่างเทคโนโลยีกลายเป็นปัจจัยกำหนดใหม่ของทุนมนุษย์ UNDP (2024) เน้นว่าความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัลขยายความไม่เท่าเทียมเชิงทุนมนุษย์ โดยกลุ่มขาดแคลนอินเทอร์เน็ตและอุปกรณ์เผชิญ "การสูญเสียถาวร" ด้านโอกาสพัฒนา

1.3) ปาฎการณ "เพดานกระจก" ในประเทศกำลังพัฒนา แนวคิด "glass ceiling" ที่เดิมใช้อธิบายการจำกัดการเลื่อนตำแหน่งของผู้หญิง ได้ถูกขยายไปใช้อธิบายการจำกัดความคล่องตัวทางสังคม (social mobility) ของกลุ่มที่มีพื้นเพทางครอบครัวต่ำ การศึกษาในอังกฤษโดย Laurison & Friedman (2016) พบว่าแม้บุคคลจากครอบครัวชนชั้นแรงงานเข้าถึงอาชีพระดับสูงได้ แต่ยังคงมีรายได้น้อยกว่าผู้ที่มาจากครอบครัวฐานะดี

ข้อค้นพบที่สำคัญคือความเปราะบางสร้าง **"เพดานกระจก"** จำกัดการเลื่อนฐานะของครัวเรือนที่มีศักยภาพ ในขณะที่ครัวเรือนไม่เปราะบางได้รับการปกป้องจาก "พื้นกระจก" (glass floor) ป้องกันการตกฐานะ

1.4) ความเหลื่อมล้ำเชิงพื้นที่และภายในกลุ่ม Bourguignon (2004) ชี้ว่าความพยายามลดความยากจนจะไม่มีประสิทธิภาพหากละเลยความเหลื่อมล้ำภายในกลุ่ม โดยเฉพาะในระบบเศรษฐกิจที่การเติบโตไม่กระจายทั่วถึง การศึกษาแบบ meta-analysis โดย Ravallion (2015) พบว่าในประเทศกำลังพัฒนา ความไม่เท่าเทียมภายในกลุ่มมักคิดเป็น 60-80% ของความไม่เท่าเทียมทั้งหมด สูงกว่าประเทศพัฒนาแล้วที่ 40-60% ในบริบทไทย World Bank (2023) ระบุว่ารายได้เฉลี่ยต่อหัวในกรุงเทพฯ สูงกว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือกว่า 6.5 เท่า และ 79% ของผู้มีรายได้น้อยอาศัยในชนบท สะท้อนความเหลื่อมล้ำเชิงพื้นที่ที่ยังดำรงอยู่

2) ช่องว่างในองค์ความรู้ จากการทบทวนวรรณกรรม พบช่องว่างสำคัญ 4 ประการ ดังนี้

- 1.1) ขาดการศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับกลไกเพดานกระจกในบริบทไทย แม้มีหลักฐานการมีอยู่ แต่ยังไม่มีการอธิบายกลไกการเกิดขึ้นอย่างละเอียด

1.2) การวิเคราะห์ความเปราะบางหลายมิติยังไม่ครอบคลุมมิติดิจิทัล งานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นมิติแบบดั้งเดิม โดยไม่รวมมิติการเข้าถึงเทคโนโลยีที่สำคัญเพิ่มขึ้นหลัง COVID-19

1.3) ขาดการศึกษาความไม่เท่าเทียมภายในกลุ่มอย่างเป็นระบบ การศึกษาส่วนใหญ่เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม โดยไม่วิเคราะห์ความหลากหลายภายในกลุ่มเปราะบาง

1.4) ขาดการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ขั้นสูง เช่น quantile regression เพื่อศึกษาผลกระทบที่แตกต่างตามระดับรายได้

3) พื้นฐานทางทฤษฎีแบบบูรณาการ

การศึกษานี้บูรณาการทฤษฎีสำคัญ 4 ประการ ได้แก่

3.1) ทฤษฎีทุนมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่เอื้อต่อทักษะสูง การศึกษาเพิ่มผลิตภาพและความสามารถหารายได้ แต่ในยุคดิจิทัล ผลตอบแทนจากการศึกษาแตกต่างตามความสามารถเข้าถึงเทคโนโลยี

3.2) ทฤษฎีทุนทางวัฒนธรรมและกลไกการเสริมแรงของความเปราะบาง การศึกษาของผู้ปกครองไม่เพียงส่งผลต่อรายได้ แต่ยังส่งผลต่อความสามารถ "นำทาง" ระบบการศึกษาและสวัสดิการของรัฐ

3.3) แนวคิดความยากจนหลายมิติและช่องว่างดิจิทัล ความยากจนเป็นปฏิสัมพันธ์ของความขัดสนหลายมิติที่เสริมแรงซึ่งกันและกัน โดยเฉพาะมิติดิจิทัลที่ขยายความเหลื่อมล้ำได้รวดเร็วหลัง COVID-19

3.4) ทฤษฎี "เพดานกระจก" และ "พื้นกระจก" ในการศึกษา ครัวเรือนเปราะบางเผชิญ "เพดานกระจก" จำกัดการเลื่อนฐานะทางเศรษฐกิจ ในขณะที่ครัวเรือนไม่เปราะบางได้รับประโยชน์จาก "พื้นกระจก" ป้องกันการตกฐานะ

4) กรอบแนวคิดความเปราะบางทางการศึกษาหลายมิติ

กรอบแนวคิดกำหนดความเปราะบางทางการศึกษาผ่าน 4 มิติหลัก ดังนี้

4.1) มิติด้านเศรษฐกิจ: รายได้ครัวเรือนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานแห่งชาติ

4.2) มิติด้านทุนมนุษย์: การศึกษาของผู้ปกครองต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนต้น

4.3) มิติด้านดิจิทัล: การขาดแคลนอุปกรณ์ดิจิทัลและการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

4.4) มิติด้านนโยบาย: การไม่ได้รับการสนับสนุนทางการศึกษาจากรัฐบาล

5) กลไกความสัมพันธ์กับผลลัพธ์ทางเศรษฐกิจ

กรอบแนวคิดเสนอว่าความเปราะบางหลายมิติส่งผลต่อผลลัพธ์ทางเศรษฐกิจผ่าน 3 กลไกหลัก ได้แก่

5.1) ผลกระทบแบบไม่เชิงเส้นต่อระดับรายได้: ครัวเรือนรายได้สูงที่เปราะบางสูญเสียโอกาสทางเศรษฐกิจมากกว่าครัวเรือนรายได้ต่ำที่มีลักษณะเปราะบางเดียวกัน

5.2) กลไกเพดานกระจกและพื้นกระจก: ความเปราะบางสร้าง "เพดานกระจก" จำกัดการเลื่อนฐานะ ขณะที่ครัวเรือนไม่เปราะบางได้รับการปกป้องจาก "พื้นกระจก"

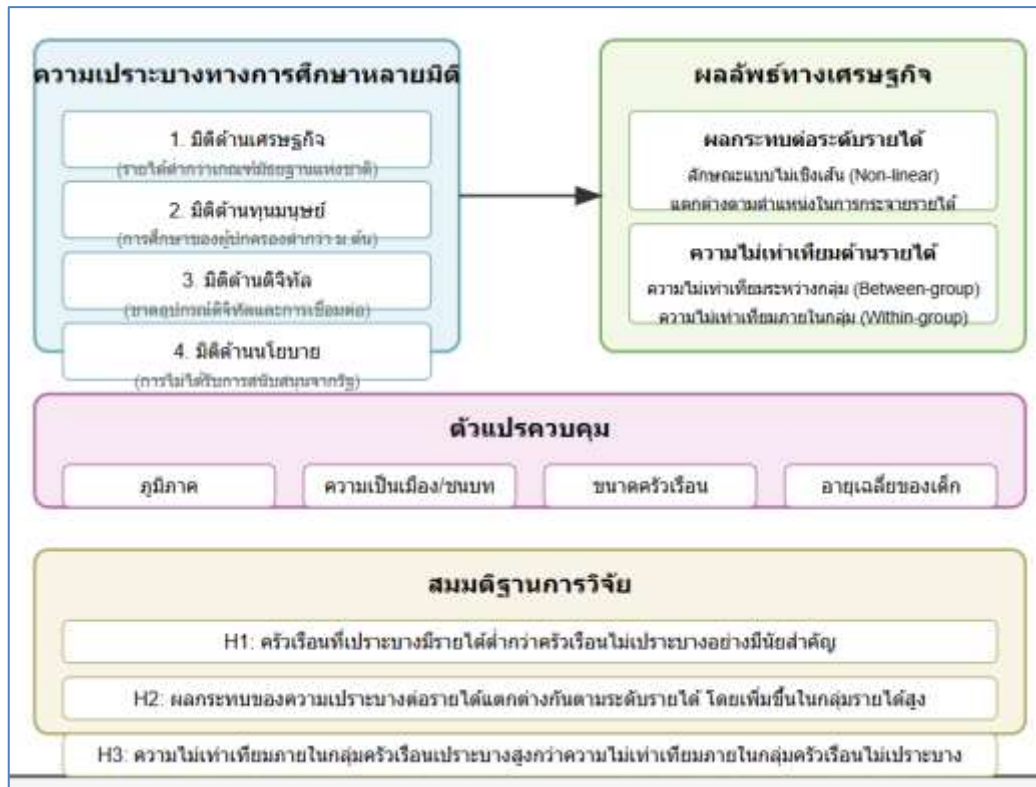
5.3) ผลกระทบต่อความไม่เท่าเทียมทั้งระหว่างและภายในกลุ่ม: ความเปราะบางส่งผลต่อรูปแบบการกระจายรายได้ โดยสมมติฐานว่าความไม่เท่าเทียมภายในกลุ่มมีสัดส่วนสูงกว่าระหว่างกลุ่ม

1.3 สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานที่ 1: ครัวเรือนเปราะบางทางการศึกษาหลายมิติมีรายได้ต่ำกว่าครัวเรือนไม่เปราะบางอย่างมีนัยสำคัญ แม้ควบคุมตัวแปรด้านภูมิภาคและความเป็นเมือง/ชนบท

สมมติฐานที่ 2: ผลกระทบของความเปราะบางทางการศึกษาต่อรายได้ครัวเรือนแตกต่างตามระดับรายได้ โดยเพิ่มขึ้นในกลุ่มรายได้สูง (กลไกเพดานกระจก)

สมมติฐานที่ 3: ความไม่เท่าเทียมด้านรายได้ภายในกลุ่มครัวเรือนเปราะบางสูงกว่าภายในกลุ่มครัวเรือนไม่เปราะบาง และความแตกต่างภายในกลุ่มมีสัดส่วนสูงกว่าระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดความเปราะบางทางการศึกษาหลายมิติ

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การออกแบบการวิจัยและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ใช้การออกแบบการวิจัยเชิงปริมาณโดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากการสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน (SES66) ปี พ.ศ. 2566 ซึ่งดำเนินการโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คัดกรองเฉพาะครัวเรือนที่มีเด็กวัยเรียนอย่างน้อยหนึ่งคน (อายุ 6-18 ปี) จำนวน 49,647 ครัวเรือน แบ่งเป็นครัวเรือนเปราะบางจำนวน 38,502 ครัวเรือน (77.6%) และไม่เปราะบางจำนวน ครัวเรือนไม่เปราะบาง 7,145 ครัวเรือน (22.4%) การสำรวจนี้ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างหลายขั้นตอน (Multi-stage Sampling) โดยขั้นที่ 1 แบ่งประเทศเป็น 5 ภูมิภาคและจำแนกเป็นเมือง/ชนบท ขั้นที่ 2 เลือกจังหวัด อำเภอ และตำบลแบบเป็นสัดส่วน และขั้นที่ 3 สุ่มเลือกครัวเรือนภายในแต่ละพื้นที่ โดยมีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างและการรับประกันคุณภาพข้อมูลมีการใช้ sampling weight เพื่อปรับค่าให้เป็นตัวแทนระดับประเทศ การตรวจสอบและจัดการข้อมูลที่ขาดหายไป (missing data) และการทดสอบความเป็นตัวแทนของกลุ่มตัวอย่างเปรียบเทียบกับข้อมูลสำมะโนประชากรซึ่งรับรองความเป็นตัวแทนระดับประเทศ ภูมิภาค และความเป็นเมือง/ชนบท โดยข้อมูลที่ครอบคลุมตัวแปรด้านเศรษฐกิจ สังคม การศึกษา และลักษณะครัวเรือน ซึ่งทำให้สามารถวิเคราะห์ความเปราะบางทางการศึกษาและความไม่เท่าเทียมด้านรายได้ได้อย่างครอบคลุม

2.2 นิยามของความเปราะบาง

ครัวเรือนถูกจัดประเภทเป็น "เปราะบาง" ตามกรอบแนวคิดความเสียเปรียบหลายมิติ โดยใช้ตัวบ่งชี้แบบไบนารีที่ตัวที่แสดงรูปแบบการขาดแคลนในมิติต่างๆ ซึ่งพัฒนาจากแนวคิดความยากจนหลายมิติของ Alkire และ Foster (2011) และได้รับการปรับใช้อย่างแพร่หลายในการวัดความยากจนระดับโลกโดย UNDP และ Oxford Poverty and Human Development Initiative (2023b) ตัวบ่งชี้ทั้งสี่ประกอบด้วย

1) **ความยากจนด้านรายได้:** รายได้ครัวเรือนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานแห่งชาติ (126,000 บาทต่อปี) ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์การพิจารณาความยากจนด้านรายได้ในประเทศไทยสามารถนิยามในเชิงสัมพัทธ์ โดยใช้เกณฑ์รายได้ครัวเรือนต่ำกว่าค่ามัธยฐานแห่งชาติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของ OECD ที่ใช้รายได้ต่ำกว่า 50% ของค่ามัธยฐานเป็นเกณฑ์ความยากจนสัมพัทธ์ (Cingano, 2014)

2) **ความเสียเปรียบด้านการศึกษาของผู้ปกครอง:** หัวหน้าครัวเรือนมีระดับการศึกษาต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นมิติสำคัญที่ส่งผลต่อโอกาสทางการศึกษาของเด็กตามทฤษฎีทุนทางวัฒนธรรม

3) **การขาดแคลนดิจิทัล:** ไม่มีการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต สมาร์ทโฟน หรือคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงการแพร่ระบาดของโควิด-19

4) **การกีดกันจากการสนับสนุนทางการศึกษาของรัฐ:** ไม่ได้รับเงินอุดหนุนทางการศึกษาหรือความช่วยเหลือจากรัฐบาล ซึ่งจากรายงานของกองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา (2565) พบว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในการป้องกันการออกกลางคันของนักเรียนจากครัวเรือนยากจน

คะแนนความเปราะบางรวมถูกคำนวณโดยการรวมตัวบ่งชี้ทั้งสี่มิติ โดยกำหนดให้ครัวเรือนที่ตรงตามเกณฑ์ตั้งแต่สองมิติขึ้นไปเป็นครัวเรือนเปราะบาง แนวทางนี้สอดคล้องกับแนวคิดการเสริมแรงของข้อเสียเปรียบเชิงโครงสร้าง ซึ่ง Bourguignon (2004) อธิบายว่า ความยากจน ความเหลื่อมล้ำ และการเติบโตทางเศรษฐกิจมีความเกี่ยวพันกันอย่างพลวัตโดยเฉพาะเมื่อข้อเสียเปรียบหลายมิติเกิดขึ้นพร้อมกันจะยิ่งส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจในระยะยาว

2.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษานี้ใช้ตัวแปรที่ครอบคลุมทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และการศึกษา สอดคล้องกับกรอบแนวคิดความเปราะบางหลายมิติ โดยแบ่งเป็น

ตัวแปรตาม ได้แก่ รายได้ครัวเรือนรายปี (ตัวแปรต่อเนื่อง): รายได้รวมของครัวเรือนจากทุกแหล่งรวมถึงค่าจ้าง เงินเดือน รายได้จากธุรกิจ การเกษตร และเงินโอนจากภาครัฐและเอกชน

ตัวแปรอิสระหลัก ได้แก่ 1) สถานะความเปราะบาง (ตัวแปรไบนารี): แบ่งเป็นกลุ่มเปราะบาง (มีลักษณะตรงตามเกณฑ์ความเปราะบางอย่างน้อย 2 ข้อ) และกลุ่มไม่เปราะบาง (มีลักษณะตรงตามเกณฑ์ความเปราะบางน้อยกว่า 2 ข้อ) และ 2) ตัวบ่งชี้ความเปราะบางแต่ละมิติ (ตัวแปรไบนารี): ความยากจนด้านรายได้ การศึกษาของผู้ปกครองต่ำ การขาดแคลนดิจิทัล และการกีดกันจากการสนับสนุนของรัฐ

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ 1) ภูมิภาคที่ตั้งของครัวเรือน (ตัวแปรเชิงกลุ่ม): กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ 2) ความเป็นเมือง/ชนบท (ตัวแปรไบนารี): แบ่งตามเกณฑ์การจำแนกเขตการปกครองของกระทรวงมหาดไทย 3) ขนาดครัวเรือน (ตัวแปรต่อเนื่อง): จำนวนสมาชิกในครัวเรือน ซึ่งมีผลต่อการกระจายทรัพยากรภายในครัวเรือน และ 4) อายุเฉลี่ยของเด็กวัยเรียนในครัวเรือน (ตัวแปรต่อเนื่อง): ซึ่งสะท้อนระดับการศึกษาและความต้องการทรัพยากรที่แตกต่างกัน (ดิเรก ปัทมสิริวัฒน์ และคณะ, 2566)

2.4 กลยุทธ์การวิเคราะห์

การศึกษานี้ใช้กลยุทธ์การวิเคราะห์ที่หลากหลายและเป็นระบบ เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความเปราะบางทางการศึกษาและความไม่เท่าเทียมด้านรายได้ได้อย่างลึกซึ้ง โดยแบ่งเป็น

1) การวิเคราะห์เชิงพรรณนาและการทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์เริ่มต้นด้วยสถิติเชิงพรรณนาเพื่อแสดงลักษณะทั่วไปของข้อมูล ตามด้วยการทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติอ้างอิงเพื่อตรวจสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยใช้การทดสอบ t แบบตัวอย่างอิสระ (Independent Samples t-test) สำหรับตัวแปรต่อเนื่อง การทดสอบไคสแควร์ (Chi-square test) สำหรับตัวแปรเชิงกลุ่มสถิติอ้างอิง (Inferential Statistic) นอกจากนี้ ยังมีการวิเคราะห์การกระจายของลักษณะต่างๆ ของครัวเรือนตามภูมิภาคและความเป็นเมือง/ชนบท เพื่อระบุรูปแบบความเปราะบางทางการศึกษาที่แตกต่างตามบริบทเชิงพื้นที่

2) การวิเคราะห์การถดถอย

การถดถอยกำลังสองน้อยที่สุดแบบธรรมดา (Ordinary Least Squares: OLS) พร้อมความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ทนทาน (Robust Standard Errors) ถูกนำมาใช้เพื่อประเมินผลกระทบของสถานะความเปราะบางต่อรายได้เฉลี่ยของครัวเรือน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานแบบ Huber-White ตามแนวทางของ White (1980) ถูกใช้เพื่อแก้ไขปัญหา heteroskedasticity ที่อาจเกิดขึ้น แบบจำลองมีรูปแบบดังนี้:

$$\text{Income}_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Vulnerability}_i + \beta_2 \text{ControlVariables}_i + \epsilon_i$$

โดย Income_i คือรายได้ครัวเรือนรายปีของครัวเรือน i
 Vulnerability_i คือตัวแปรหุ่นแสดงสถานะความเปราะบาง
 $\text{ControlVariables}_i$ คือเวกเตอร์ของตัวแปรควบคุม และ ϵ_i คือความคลาดเคลื่อน

นอกจากนี้ ยังมีการวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวบ่งชี้ความเปราะบางแต่ละมิติกับรายได้ครัวเรือนโดยใช้แบบจำลอง

$$\text{Income}_i = \gamma_0 + \gamma_1 \text{LowIncome}_i + \gamma_2 \text{LowEducation}_i + \gamma_3 \text{DigitalExclusion}_i + \gamma_4 \text{NoSupport}_i + \gamma_5 \text{ControlVariables}_i + \nu_i$$

โดย LowIncome_i , LowEducation_i , $\text{DigitalExclusion}_i$ และ NoSupport_i คือตัวแปรหุ่นแสดงความเสียเปรียบในแต่ละมิติ

3) การถดถอยควอนไทล์

การถดถอยควอนไทล์ (Quantile Regression) ดำเนินการที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25, 50 และ 75 ของการกระจายรายได้ เพื่อตรวจสอบผลกระทบที่ต่างกันของความเปราะบางตามระดับรายได้ วิธีการนี้มีความยืดหยุ่นมากกว่าการถดถอยแบบ OLS เนื่องจากไม่จำเป็นต้องมีข้อสมมติเกี่ยวกับการแจกแจงของความคลาดเคลื่อน และสามารถประเมินผลกระทบที่ต่างกันตลอดการกระจายของตัวแปรตาม โดยใช้แบบจำลองการถดถอยควอนไทล์มีรูปแบบดังนี้

$$Q\text{Income}_i(\tau | \text{Vulnerability}_i, \text{ControlVariables}_i) = \beta_0(\tau) + \beta_1(\tau) \text{Vulnerability}_i + \beta_2(\tau) \text{ControlVariables}_i$$

โดย $Q\text{Income}_i(\tau | \cdot)$ คือควอนไทล์ที่ τ ของการแจกแจงเงื่อนไขของรายได้ครัวเรือน และ $\beta_j(\tau)$ คือสัมประสิทธิ์ที่ต่างกันตามระดับควอนไทล์ τ การทดสอบความแตกต่างระหว่างสัมประสิทธิ์ที่ควอนไทล์ต่างๆ โดยใช้การทดสอบ F เพื่อตรวจสอบว่าผลกระทบของความเปราะบางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างระดับรายได้หรือไม่

4) การวิเคราะห์ความไม่เท่าเทียม

การวิเคราะห์ความไม่เท่าเทียมใช้สัมประสิทธิ์จีนิ (Gini coefficient) ตามวิธีการของ Haughton และ Khandker (2009) และได้รับการพัฒนาต่อโดย Belghith และคณะ (2023) เพื่อประเมินความไม่เท่าเทียมด้านรายได้ภายในกลุ่มครัวเรือนที่เปราะบางและไม่เปราะบาง สัมประสิทธิ์จีนิคำนวณดังนี้

$$G = \frac{1}{2n^2\mu} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |y_i - y_j|$$

โดย n คือขนาดประชากร, μ คือรายได้เฉลี่ย, และ y_i และ y_j คือรายได้ของครัวเรือน i และ j นอกจากนี้ยังมีการใช้การแยกส่วนความไม่เท่าเทียม (Decomposition of Inequality) ตามแนวทางของ Bourguignon (2004) ซึ่งได้รับการพัฒนาต่อโดย Cowell และ Fiorio (2011) เพื่อประเมินสัดส่วนของความไม่เท่าเทียมที่มาจากความแตกต่างภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ซึ่งการแยกส่วนนี้มีรูปแบบดังนี้

$$G = G_B + G_W = G_B + \sum_{k=1}^K w_k G_k$$

โดย G คือสัมประสิทธิ์จีรวม G_B คือส่วนของความไม่เท่าเทียมที่มาจากความแตกต่างระหว่างกลุ่ม G_W คือส่วนของความไม่เท่าเทียมที่มาจากความแตกต่างภายในกลุ่ม w_k คือน้ำหนักของกลุ่ม k และ G_k คือสัมประสิทธิ์จีภายในกลุ่ม k

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การศึกษานี้เสนอการวิเคราะห์ครัวเรือนเปราะบางในประเทศไทยอย่างครอบคลุม โดยใช้กรอบแนวคิดความเปราะบางหลายมิติ (multidimensional vulnerability framework) เพื่อประเมินความเสียเปรียบทางสังคม-เศรษฐกิจที่มีผลต่อรายได้และความไม่เท่าเทียม ผลการศึกษาถูกนำเสนอเป็นสามส่วนหลักตามวัตถุประสงค์การวิจัย: (1) สถิติเชิงพรรณนาแสดงลักษณะทางประชากรและการกระจายความเปราะบาง (2) ผลการวิเคราะห์ผลกระทบต่อยุทธศาสตร์ด้วยแบบจำลองเศรษฐกิจหลายรูปแบบ และ (3) การวิเคราะห์ความไม่เท่าเทียมด้านรายได้ทั้งระหว่างและภายในกลุ่ม

3.1 ลักษณะของครัวเรือนเปราะบาง

จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 49,647 ครัวเรือน ซึ่งเป็นตัวแทนในระดับประเทศ ครัวเรือนเปราะบางถูกนิยามตามกรอบแนวคิดความเปราะบางหลายมิติว่าเป็นครัวเรือนที่เข้าเกณฑ์อย่างน้อยสองข้อจากสี่เกณฑ์ความเสียเปรียบ ได้แก่: (1) รายได้ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานแห่งชาติ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดความยากจนเชิงสัมพัทธ์ (2) การศึกษาของผู้ปกครองต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งสะท้อนการสะสมทุนมนุษย์ (3) การขาดแคลนดิจิทัล ซึ่งวัดจากการไม่มีอุปกรณ์หรือการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และ (4) การขาดการสนับสนุนทางการศึกษาจากรัฐ ซึ่งหมายถึงการไม่ได้รับความช่วยเหลือทางการเงินหรือโครงการส่งเสริมการศึกษาใดๆ

ตารางที่ 1 สถิติเชิงพรรณนาตามกลุ่มความเปราะบาง (N=49,647)

ตัวแปร	ไม่เปราะบาง (n=11,145)	เปราะบาง (n=38,502)	สถิติทดสอบ	ค่า p-value	95% CI ของ ผลต่าง
รายได้เฉลี่ยต่อปี (บาท)	35,055.71 (S.D.=39,788.22)	15,839.17 (S.D.=25,829.80)	t=39.76	<.001	[18,269.26, 20,163.82]
% การศึกษา ≤ มัธยมศึกษาตอนต้น	0.0%	59.8%	$\chi^2=8,876.49$	<.001	N/A
% เขตเมือง	49.7%	50.0%	$\chi^2=0.23$	.633	N/A
% ไม่มีการเข้าถึงดิจิทัล	0.0%	66.6%	$\chi^2=11,208.01$	<.001	N/A
% ไม่มีการสนับสนุนจากรัฐ	99.9%	100.0%	$\chi^2=17.51$	<.001	N/A
% อยู่ในภาคกลาง	41.0%	34.7%			N/A
% อยู่ในภาคเหนือ	26.1%	24.9%			N/A
% อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	19.2%	24.7%			N/A
% อยู่ในภาคใต้	13.7%	15.7%	$\chi^2=26.44$	<.001	N/A

หมายเหตุ: ความแตกต่างของรายได้ทดสอบโดยใช้การทดสอบที (t-test) สำหรับตัวอย่างที่เป็นอิสระจากกัน สัดส่วนเปรียบเทียบโดยใช้การทดสอบไคสแควร์ (Chi-square test) ช่วงความเชื่อมั่น 95% ใช้เฉพาะกับผลต่างของรายได้เฉลี่ยเท่านั้น ค่าสถิติทดสอบและค่า p สำหรับการเปรียบเทียบภูมิภาครายงานในแถวสุดท้าย

จากตารางที่ 1 การวิเคราะห์เชิงพรรณนาเผยให้เห็นความแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างกลุ่ม โดยพบว่าครัวเรือนเปราะบาง (n=38,502) คิดเป็นสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 77.6 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งสะท้อนถึงความท้าทายสำคัญด้านนโยบายสาธารณะในการลดความเหลื่อมล้ำในสังคมไทย ครัวเรือนเปราะบางมีรายได้เฉลี่ยต่อปีต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (15,839.17 บาท, S.D.=25,829.80) เมื่อเทียบกับครัวเรือนไม่เปราะบาง (35,055.71 บาท, S.D.=39,788.22) โดยแตกต่างกันถึง 19,216.54 บาทต่อปี (t=39.76, p < .001, 95% CI [18,269.26, 20,163.82]) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 54.8 ของรายได้ครัวเรือนไม่เปราะบางโดยเฉลี่ย

และที่สำคัญพบช่องว่างทางการศึกษาที่ชัดเจน โดยร้อยละ 59.8 ของครัวเรือนเปราะบางมีการศึกษต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนต้น เทียบกับร้อยละ 0.0 ในกลุ่มไม่เปราะบาง ($\chi^2=8,876.49$, $p < .001$)

นอกจากนี้ข้อค้นพบที่น่าสนใจคือไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในการกระจายตัวของความเป็นเมือง/ชนบท ($\chi^2=0.23$, $p=.633$) ระหว่างสองกลุ่ม ซึ่งแตกต่างจากข้อสันนิษฐานทั่วไปที่มักเชื่อว่าความเปราะบางทางเศรษฐกิจมีการกระจายตัวอย่างไม่เท่าเทียมกันตามเขตที่อยู่อาศัย อย่างไรก็ตาม พบความแตกต่างในการกระจายตัวตามภูมิภาค ($\chi^2=26.44$, $p < .001$) โดยสัดส่วนของครัวเรือนเปราะบางมีแนวโน้มสูงกว่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (24.7% เทียบกับ 19.2%) และภาคใต้ (15.7% เทียบกับ 13.7%) ส่วนการศึกษาของผู้ปกครองต่ำเป็นมิติของความเปราะบางที่พบมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 86 (95% CI [85.2, 86.8]) ตามด้วยความยากจนด้านรายได้ ร้อยละ 72 (95% CI [71.0, 73.0]) การขาดแคลนดิจิทัล ร้อยละ 59 (95% CI [57.9, 60.1]) และการขาดการสนับสนุนทางการศึกษาจากรัฐ ร้อยละ 39 (95% CI [37.8, 40.2]) ตามลำดับ โดยเฉลี่ยครัวเรือนเปราะบางมีความเสียเปรียบ 2.56 มิติ (S.D.=0.74)

3.2 ปัจจัยกำหนดรายได้ครัวเรือน: การวิเคราะห์ผลกระทบด้วยวิธีทางเศรษฐมิติ

1) การถดถอยแบบ OLS: ผลกระทบโดยรวมของความเปราะบาง การวิเคราะห์ที่ใช้แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดแบบธรรมดา (OLS) พร้อมความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ทนทาน โดยมีรายได้ครัวเรือนรายปีเป็นตัวแปรตาม การทดสอบข้อสมมติพื้นฐานของแบบจำลองไม่พบการละเมิดข้อสมมติเชิงเส้นตรงและความเป็นอิสระของตัวแปร ค่า Variance Inflation Factor (VIF) สูงสุดอยู่ที่ 2.47 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ 10 ที่บ่งชี้ปัญหา multicollinearity (White, 1980)

ตารางที่ 2 การถดถอยแบบ OLS พร้อมความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ทนทาน (N=49,647)

ตัวแปร	สัมประสิทธิ์ (บาท)	SE	ค่า t	p-value	95% CI
Intercept	35,098.26	510.08	68.81	<.001	[34,098.53, 36,097.99]
ครัวเรือนเปราะบาง	-15,398.50	531.53	-28.97	<.001	[-16,440.29, -14,356.72]
การศึกษา $\leq$ มัธยมศึกษาตอนต้น	-8,943.61	402.77	-22.22	<.001	[-9,732.01, -8,155.22]
เขตเมือง (1=ใช่)	-258.36	241.79	-1.07	0.285	[-731.31, 214.59]
ภูมิภาค: เหนือ ^a	359.82	321.32	1.12	0.263	[-269.97, 989.60]
ภูมิภาค: ตะวันออกเฉียงเหนือ ^a	-83.03	297.93	-0.28	0.780	[-666.96, 500.90]
ภูมิภาค: ใต้ ^a	422.88	398.48	1.06	0.289	[-358.14, 1,203.89]

^a ภาคกลางเป็นกลุ่มอ้างอิง $R^2=0.195$, Adjusted $R^2=0.194$, $F(6, 49640)=275.36$, $p < .001$

หมายเหตุ: ใช้ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ทนทานเพื่อแก้ไขปัญหา heteroskedasticity

จากตารางที่ 2 แบบจำลอง OLS นี้มีนัยสำคัญทางสถิติโดยรวม ($F(6, 49640)=275.36$, $p < .001$) และสามารถอธิบายความแปรปรวนของรายได้ครัวเรือนได้ร้อยละ 19.5 ($R^2=0.195$, Adjusted $R^2=0.194$) ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้สำหรับข้อมูลภาคตัดขวาง (cross-sectional data) ในการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์ครัวเรือน ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าหลังจากการควบคุมตัวแปรด้านการศึกษา ที่ตั้ง และภูมิภาคแล้ว ครัวเรือนเปราะบางยังคงมีรายได้ต่ำกว่าครัวเรือนอื่นอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีรายได้ต่ำกว่า 15,398.50 บาทต่อปี ($t=-28.97$, $p < .001$, 95% CI [-16,440.29, -14,356.72]) ส่วนความเสียเปรียบด้านการศึกษาเป็นตัวทำนายที่มีนัยสำคัญอีกตัวแปรหนึ่ง แม้จะควบคุมตัวแปรความเปราะบางแล้ว โดยครัวเรือนที่หัวหน้าครัวเรือนมีการศึกษต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนต้นมีรายได้ต่ำกว่า 8,943.61 บาทต่อปี ($t=-22.22$, $p < .001$, 95% CI [-9,732.01, -8,155.22]) ซึ่งสะท้อนถึงอิทธิพลของทุนมนุษย์และทุนทางวัฒนธรรมที่สืบทอด และที่น่าสนใจคือผลการวิเคราะห์ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของรายได้ครัวเรือนตามภูมิภาค เมื่อเทียบกับภาคกลางซึ่งเป็นกลุ่มอ้างอิง ไม่ว่าจะเป็นภาคเหนือ ($\beta=359.82$, $t=1.12$, $p=0.263$, 95% CI [-269.97, 989.60]) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ($\beta=-83.03$, $t=-0.28$, $p=0.780$, 95% CI [-666.96, 500.90]) หรือภาคใต้ ($\beta=422.88$, $t=1.06$, $p=0.289$, 95% CI [-358.14, 1,203.89]) เช่นเดียวกัน อีกทั้งไม่พบความแตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญระหว่างครัวเรือนในเขตเมืองและชนบท ($\beta = -258.36$, $t = -1.07$, $p = 0.285$, 95% CI [-731.31, 214.59]) ผลลัพธ์นี้แสดงให้เห็นว่า เมื่อควบคุมปัจจัยด้านความเปราะบางและการศึกษาแล้ว ความแตกต่างด้านภูมิศาสตร์ไม่ได้มีบทบาทสำคัญในการกำหนดรายได้ครัวเรือนซึ่งขัดแย้งกับความเชื่อทั่วไปเกี่ยวกับความไม่สมดุลในการพัฒนาเชิงพื้นที่ของประเทศไทย

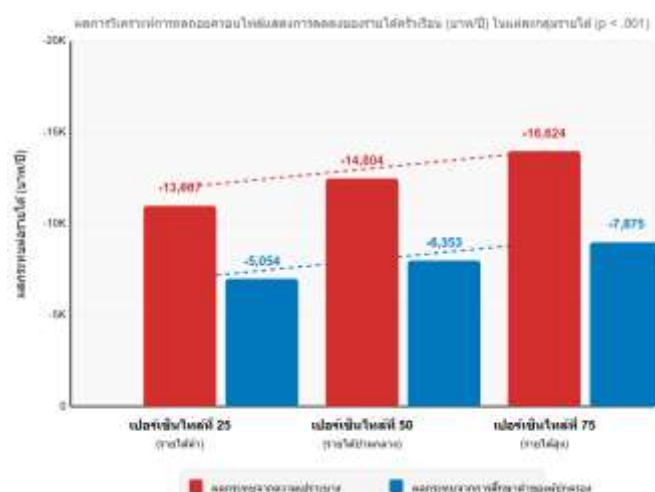
2) การถดถอยควอนไทล์: ผลกระทบที่แตกต่างกันตามระดับรายได้ เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ว่าผลกระทบของความเปราะบางแตกต่างกันตามตำแหน่งในการกระจายรายได้ การศึกษานี้ได้ดำเนินการวิเคราะห์การถดถอยควอนไทล์ (quantile regression) โดยเลือกเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25, 50 และ 75 เพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่มครัวเรือนรายได้ต่ำ ปานกลาง และสูง ตามลำดับ ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์พร้อมการควบคุมตัวแปรเต็มรูปแบบ

ตารางที่ 3 การถดถอยควอนไทล์พร้อมการควบคุมตัวแปรเต็มรูปแบบ (N=49,647)

เปอร์เซ็นต์ไทล์	ตัวแปร	สัมประสิทธิ์ (บาท)	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	p-value	95% CI
0.25	ครัวเรือนเปราะบาง	-13,006.69	397.55	<.001	[-13,785.88, -12,227.50]
	การศึกษา $\leq$ ม.ต้น	-5,053.77	323.69	<.001	[-5,687.22, -4,420.32]
	เขตเมือง	-83.56	203.95	0.678	[-483.30, 316.18]
0.50	ครัวเรือนเปราะบาง	-14,804.17	422.15	<.001	[-15,631.48, -13,976.86]
	การศึกษา $\leq$ ม.ต้น	-6,352.73	343.78	<.001	[-7,026.52, -5,678.94]
	เขตเมือง	-184.70	216.50	0.383	[-608.11, 238.71]
0.75	ครัวเรือนเปราะบาง	-16,623.93	477.63	<.001	[-17,560.02, -15,687.84]
	การศึกษา $\leq$ ม.ต้น	-7,875.01	390.60	<.001	[-8,640.57, -7,109.45]
	เขตเมือง	-255.63	248.13	0.298	[-741.05, 229.79]

หมายเหตุ: Pseudo R^2 ของแต่ละควอนไทล์คือ 0.0370 (q25), 0.0767 (q50), และ -0.1577 (q75) ตามลำดับ การทดสอบความแตกต่างระหว่างควอนไทล์: $F(2, 49641) = 42.68$, $p < .001$

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์เผยให้เห็นข้อค้นพบที่น่าสนใจอย่างยิ่ง โดยผลกระทบของความเปราะบางทางการศึกษาต่อรายได้ครัวเรือนมีลักษณะที่ไม่เป็นเชิงเส้น (non-linear) และแปรผันตามระดับรายได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F(2, 49641) = 42.68$, $p < .001$) ภาพที่ 2 แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่ขนาดของผลกระทบเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเคลื่อนจากกลุ่มรายได้ต่ำไปสู่กลุ่มรายได้สูง ทั้งในมิติความเปราะบางโดยรวมและการศึกษาของผู้ปกครอง ปรากฏการณ์นี้ขัดแย้งกับสมมติฐานทั่วไปที่มักคาดว่าผลกระทบเชิงลบจะรุนแรงกว่าในกลุ่มรายได้ต่ำ และบ่งชี้ถึงกลไกของ "เพดานกระจก" (glass ceiling) ที่จำกัดโอกาสในการเลื่อนฐานะทางเศรษฐกิจสำหรับครัวเรือนที่มีศักยภาพสูงแต่ประสบข้อจำกัดด้านการศึกษา



ภาพที่ 2 ผลกระทบของความเปราะบางและการศึกษาต่ำที่เพิ่มขึ้นตามระดับรายได้

จากภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่าผลกระทบเชิงลบของการศึกษาเพิ่มขึ้นจาก -13,007 บาทต่อปี ที่เปอร์เซ็นต์ที่ 25 ($p < .001$, 95% CI [-13,785.88, -12,227.50]) เป็น -14,804 บาทต่อปี ที่เปอร์เซ็นต์ที่ 50 ($p < .001$, 95% CI [-15,631.48, -13,976.86]) และเพิ่มขึ้นอีกเป็น -16,624 บาทต่อปี ที่เปอร์เซ็นต์ที่ 75 ($p < .001$, 95% CI [-17,560.02, -15,687.84]) ในทำนองเดียวกัน ผลกระทบของการศึกษาต่ำของผู้ปกครองก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในลักษณะคล้ายคลึงกัน จาก -5,054 บาทต่อปี ในกลุ่มรายได้ต่ำ เป็น -7,875 บาทต่อปี ในกลุ่มรายได้สูง รูปแบบความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้นนี้สะท้อนให้เห็นว่าครัวเรือนที่มีศักยภาพในการสร้างรายได้สูงแต่มีความเปราะบางทางการศึกษา อาจสูญเสียโอกาสทางเศรษฐกิจมากกว่าครัวเรือนในกลุ่มรายได้ต่ำ กลไกที่อาจอธิบายปรากฏการณ์นี้คือ ครัวเรือนรายได้สูงมีแนวโน้มจะอยู่ในตลาดแรงงานที่ให้ผลตอบแทนสูงต่อทุนมนุษย์ (high returns to human capital) จึงได้รับผลกระทบเชิงลบมากกว่าเมื่อขาดการลงทุนด้านการศึกษาหรือเผชิญข้อจำกัดเชิงโครงสร้างอื่นๆ ข้อค้นพบนี้มีนัยสำคัญต่อการออกแบบนโยบายสาธารณะที่ต้องพิจารณาผลกระทบที่แตกต่างตามระดับรายได้ และอาจต้องมีมาตรการเฉพาะเพื่อแก้ไข "เพดานกระจก" สำหรับครัวเรือนที่มีศักยภาพแต่ถูกจำกัดด้วยความเปราะบางทางการศึกษา

3.3 การวิเคราะห์ความไม่เท่าเทียมด้านรายได้: ความแตกต่างระหว่างและภายในกลุ่ม

วัตถุประสงค์ข้อที่สามของการศึกษานี้คือการวิเคราะห์ความไม่เท่าเทียมด้านรายได้ทั้งระหว่างและภายในกลุ่มความเปราะบาง เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเปราะบางและความเหลื่อมล้ำในบริบทของสังคมไทย การวิเคราะห์นี้ใช้ดัชนีความไม่เท่าเทียม Gini และการแยกส่วนประกอบความไม่เท่าเทียม (inequality decomposition)

1) ดัชนีความไม่เท่าเทียม Gini จำแนกตามกลุ่มความเปราะบาง

ตารางที่ 4 ค่าจีนิและรายได้เฉลี่ยตามกลุ่มความเปราะบาง

กลุ่ม	ค่าจีนิ	95% CI	รายได้เฉลี่ย (บาท/ปี)	n
ครัวเรือนทั้งหมด	0.526	[0.521, 0.532]	18,650.99	49,647
ครัวเรือนไม่เปราะบาง	0.367	[0.355, 0.381]	35,055.71	11,145
ครัวเรือนเปราะบาง	0.536	[0.530, 0.542]	15,839.17	38,502

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์พบว่าความไม่เท่าเทียมด้านรายได้ในกลุ่มครัวเรือนเปราะบาง ($Gini=0.536$, 95% CI [0.530, 0.542]) สูงกว่าในกลุ่มครัวเรือนไม่เปราะบางอย่างชัดเจน ($Gini=0.367$, 95% CI [0.355, 0.381]) และสูงกว่าค่าเฉลี่ยของทั้งประเทศ ($Gini=0.526$, 95% CI [0.521, 0.532]) การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าจีนิของสองกลุ่มโดยใช้วิธี bootstrapping พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) สถานการณ์นี้สะท้อนให้เห็นว่ากลุ่มเปราะบางไม่ได้มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneous) แต่มีความหลากหลายและความแตกต่างภายในกลุ่มสูง ซึ่งมีนัยสำคัญต่อการออกแบบนโยบายที่ต้องคำนึงถึงความหลากหลายนี้ และที่น่าสนใจคือ แม้ครัวเรือนเปราะบางจะมีรายได้เฉลี่ยต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (15,839.17 บาทต่อปี เทียบกับ 35,055.71 บาทต่อปีในกลุ่มไม่เปราะบาง) แต่กลับมีความแตกต่างด้านรายได้ภายในกลุ่มมากกว่า ซึ่งชี้ให้เห็นว่าสถานการณ์ทางเศรษฐกิจของครัวเรือนเปราะบางมีความหลากหลายมากกว่าที่มักเข้าใจกัน

2) การแยกส่วนประกอบความไม่เท่าเทียม (Inequality Decomposition) เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้าง ความไม่เท่าเทียมให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น การศึกษานี้ได้ทำการแยกส่วนประกอบความไม่เท่าเทียมโดยใช้ดัชนี Theil ซึ่งสามารถแยกได้เป็น ความไม่เท่าเทียมระหว่างกลุ่ม (between-group) และภายในกลุ่ม (within-group) ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การแยกส่วนความไม่เท่าเทียมด้วยดัชนี Theil

ส่วนประกอบ	ค่าดัชนี	สัดส่วน (%)
ความไม่เท่าเทียมรวม	0.492	100.0
ความไม่เท่าเทียมระหว่างกลุ่ม	0.055	11.2
ความไม่เท่าเทียมภายในกลุ่ม	0.437	88.8
- ภายในกลุ่มไม่เปราะบาง	0.041	8.3
- ภายในกลุ่มเปราะบาง	0.396	80.5

หมายเหตุ: ความไม่เท่าเทียมรวมเป็นผลบวกของความไม่เท่าเทียมระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่ม ($11.2\% + 88.8\% = 100\%$)

ผลการแยกส่วนประกอบชี้ให้เห็นว่า ความไม่เท่าเทียมส่วนใหญ่ (88.8%) เกิดจากความแตกต่างภายในกลุ่มความเปราะบางเดียวกัน โดยเฉพาะจากภายในกลุ่มครัวเรือนเปราะบางเอง (คิดเป็น 80.5%) ในขณะที่ความแตกต่างระหว่างกลุ่มเปราะบางและไม่เปราะบางคิดเป็นเพียง 11.2% ของความไม่เท่าเทียมทั้งหมด ข้อค้นพบนี้มีนัยสำคัญสองประการ คือ

1) แม้สถานะความเปราะบางจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อรายได้ครัวเรือนตามที่พบในการวิเคราะห์ OLS และการถดถอยควอนไทล์ แต่ยังไม่สามารถอธิบายความแตกต่างด้านรายได้ทั้งหมดได้ สะท้อนถึงความซับซ้อนของปัญหาความเหลื่อมล้ำที่ไม่สามารถลดทอนเหลือเพียงมิติความเปราะบางเท่านั้น

2) ความไม่เท่าเทียมภายในกลุ่มที่สูงโดยเฉพาะในกลุ่มเปราะบาง (คิดเป็น 80.5% ของความไม่เท่าเทียมทั้งหมด) ชี้ให้เห็นว่านโยบายการลดความเหลื่อมล้ำควรให้ความสำคัญกับความหลากหลายของกลุ่มเปราะบาง และออกแบบมาตรการที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการเฉพาะของกลุ่มย่อยต่าง ๆ มากกว่าการใช้แนวทางแบบเหมารวม

3.4 อภิปรายผล

การศึกษานี้วิเคราะห์ความเปราะบางทางการศึกษาหลายมิติและผลกระทบต่อความไม่เท่าเทียมด้านรายได้ในประเทศไทย โดยมีประเด็นอภิปรายสำคัญดังนี้

1) **ลักษณะของความเปราะบางทางการศึกษาหลายมิติ** ผลการวิเคราะห์เชิงพรรณนาพบว่าครัวเรือนเปราะบางมีรายได้เฉลี่ยต่ำกว่าครัวเรือนไม่เปราะบางถึง 19,216.54 บาทต่อปี มีอัตราการศึกษต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนต้นสูงกว่า (59.8% เทียบกับ 0%) และมีอัตราการขาดการเข้าถึงดิจิทัลสูงกว่า (66.6% เทียบกับ 0%) สะท้อนให้เห็นถึงความซับซ้อนของความเปราะบางที่เกิดจากปัจจัยหลายมิติร่วมกันสอดคล้องกับแนวคิดความยากจนหลายมิติของ Alkire และ Foster (2011) ชี้ให้เห็นว่าความเปราะบางไม่ได้เป็นผลจากปัจจัยเดียวแต่เกิดจากการขาดแคลนในหลายมิติที่เกิดขึ้นร่วมกัน ซึ่งมีลักษณะเชิงพลวัตและทับซ้อน และการกระจายตัวของความเปราะบางในประเทศไทยแสดงให้เห็นว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้มีอัตราความยากจนสูงกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศเกือบสองเท่า (World Bank, 2022; UNDP, 2019) โดยมีสัดส่วนผู้มีความยากจนหลายมิติสูงกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศ นอกจากนี้ Suehiro (2023) ชี้ให้เห็นว่าความเหลื่อมล้ำเชิงพื้นที่ในประเทศไทยมีรากฐานมาจากการพัฒนาเศรษฐกิจที่ไม่สมดุลตั้งแต่ทศวรรษ 1960 โดยเฉพาะการกระจุกตัวของอุตสาหกรรมและโครงสร้างพื้นฐานในบางภูมิภาคอันเป็นผลมาจากทิศทางการพัฒนาของรัฐที่มุ่งเน้นการเติบโตแบบอุตสาหกรรมเป็นหลัก โดยมีข้อค้นพบว่าร้อยละ 86 ของครัวเรือนเปราะบางมีผู้ปกครองที่มีการศึกษต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนต้นสอดคล้องกับการศึกษาของ Palakawong-Na-Ayudhya และ Rukumnuaykit (2019) ซึ่งชี้ว่าระดับการศึกษาของผู้ปกครองเป็นตัวแปรสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาทางปัญญาและพฤติกรรมของเด็กไทย โดยผู้ปกครองที่มีการศึกษาสูงมีแนวโน้มจะใช้เวลาและทรัพยากรในการดูแลและส่งเสริมการเรียนรู้ของบุตรมากกว่า ดังนั้นผลลัพธ์เหล่านี้สะท้อนให้เห็นว่าการลดความเหลื่อมล้ำด้านการศึกษาในประเทศไทยจำเป็นต้องดำเนินการในระดับโครงสร้างทั้งในมิติพื้นที่ สถานะครัวเรือน และทุนมนุษย์ของผู้ปกครอง

2) **ผลกระทบของความเปราะบางต่อรายได้ครัวเรือน** ผลการวิเคราะห์ OLS แสดงให้เห็นว่า ความเปราะบางทางการศึกษาเป็นปัจจัยที่ส่งผลเชิงลบต่อรายได้ของครัวเรือน โดยครัวเรือนเปราะบางมีรายได้เฉลี่ยต่อปีต่ำกว่าครัวเรือนไม่เปราะบาง 15,398.50 บาท แม้จะควบคุมปัจจัยด้านการศึกษา ที่ตั้ง และภูมิภาคแล้ว ผลลัพธ์ดังกล่าวชี้ว่า ความเปราะบางมีผลเชิงโครงสร้าง

ที่ฝังอยู่ภายในครัวเรือน ไม่ใช่เพียงความเสียเปรียบชั่วคราวในระดับรายได้ ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับงานของ ดิเรก ปัทมสิริวัฒน์ และคณะ (2566) ที่ชี้ว่าครัวเรือนที่มีลักษณะเปราะบางหลายมิติ โดยเฉพาะที่มีเด็กในวัยเรียนมักเผชิญข้อจำกัดทางรายได้และมีการลงทุนเพื่อการศึกษาที่ต่ำกว่าครัวเรือนทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ระดับการศึกษาของหัวหน้าครัวเรือนยังปรากฏเป็นตัวแปรที่มีนัยสำคัญ โดยครัวเรือนที่หัวหน้ามีการศึกษาต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนต้นมีรายได้เฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มอื่นถึง 8,943.61 บาทต่อปี สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Paweenawat และ McNown (2014) ที่ระบุว่า การศึกษามีบทบาทสำคัญในการลดความเหลื่อมล้ำด้านรายได้ผ่านกลไกของการจ้างงานและโอกาสทางเศรษฐกิจ และที่น่าสนใจคือแบบจำลองไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของรายได้ตามภูมิภาคหรือระดับเมือง/ชนบทเมื่อควบคุมปัจจัยด้านการศึกษาและความเปราะบาง ข้อนี้สะท้อนว่า ท่ามกลางความไม่เท่าเทียมกัน ปัจจัยอธิบายรายได้ได้อย่างเพียงพอหากไม่พิจารณาองค์ประกอบเชิงทุนมนุษย์ภายในครัวเรือนซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอในรายงานกองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา (2565) ที่ระบุว่า แม้ช่องว่างระหว่างภูมิภาคมีแนวโน้มลดลง แต่ความเหลื่อมล้ำภายในกลุ่มยังคงสูง โดยเฉพาะในกลุ่มที่ขาดทุนพื้นฐานและไม่ได้รับการสนับสนุนเชิงนโยบายอย่างตรงเป้าหมาย

3) ผลกระทบที่แตกต่างกันตามระดับรายได้ ผลการวิเคราะห์การถดถอยค่อนไทร์แสดงให้เห็นว่า ความเปราะบางทางการศึกษามีผลกระทบต่อรายได้ที่แตกต่างกันไปตามลำดับรายได้ของครัวเรือน โดยผลกระทบดังกล่าวมีลักษณะเพิ่มขึ้นตามค่อนไทร์ กล่าวคือ ครัวเรือนในกลุ่มเปอร์เซ็นไทล์ที่ 25 มีรายได้ลดลงเฉลี่ย -13,006.69 บาทต่อปี ในขณะที่กลุ่มเปอร์เซ็นไทล์ที่ 75 มีรายได้ลดลงถึง -16,623.93 บาทต่อปี ข้อค้นพบนี้สะท้อนลักษณะของผลกระทบที่ไม่เป็นเชิงเส้น และยืนยันสมมติฐานที่ 2 ของการวิจัย ซึ่งเสนอว่าผลของความเปราะบางไม่ได้กระจายอย่างสม่ำเสมอ แต่ทวีความรุนแรงขึ้นในกลุ่มรายได้สูง

แนวโน้มดังกล่าวอาจอธิบายได้ผ่านกลไกของ “การสะสมข้อได้เปรียบ” (cumulative advantage) ซึ่งกลุ่มที่มีรายได้สูงมักมีทุนเดิมทางเศรษฐกิจและการศึกษาในระดับที่สูงกว่า จึงอาจได้รับผลกระทบมากขึ้นเมื่อสูญเสียโอกาสทางการศึกษา เช่น ความสามารถในการลงทุนในโรงเรียนคุณภาพหรือสถาบันกวดวิชา เมื่อถูกจำกัดด้วยเงื่อนไขเปราะบาง ผลลัพธ์ทางรายได้ของกลุ่มเหล่านี้จึงถดถอยชัดเจนกว่า ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับการศึกษาเชิงนโยบายของ Lathapipat และ Poggi (2016) ซึ่งพบว่าผลตอบแทนจากการศึกษาในประเทศไทยมีลักษณะไม่เท่ากันในแต่ละกลุ่มรายได้ โดยกลุ่มรายได้สูงได้รับผลตอบแทนมากกว่า และกลุ่มรายได้ต่ำอาจไม่ได้รับประโยชน์จากการศึกษาเลย ผลกระทบนี้สะท้อนถึงลักษณะพลวัตของความเหลื่อมล้ำที่ไม่ได้เป็นเส้นตรง แต่แปรผันตามศักยภาพทุนมนุษย์และโครงสร้างทางสังคม นอกจากนี้ Warr และ Suphannachart (2020) ยังเสนอว่าความเหลื่อมล้ำในประเทศไทยมีมิติเชิงโอกาสที่ซับซ้อน การวิเคราะห์เพียงค่าเฉลี่ยรายได้อาจไม่สามารถสะท้อนกลไกความเหลื่อมล้ำที่ซ่อนอยู่ภายในกลุ่มได้อย่างแท้จริง โดยเฉพาะความแตกต่างของผลลัพธ์ทางเศรษฐกิจในกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ข้อค้นพบในงานวิจัยนี้จึงยืนยันว่าการใช้แบบจำลองค่อนไทร์หรือการแบ่งกลุ่มรายได้สามารถเป็นเครื่องมือสำคัญในการออกแบบนโยบายเชิงมุ่งเป้า เพื่อให้การลดความเปราะบางทางการศึกษาและรายได้สอดคล้องกับบริบทของแต่ละกลุ่มมากขึ้น

4) ความไม่เท่าเทียมด้านรายได้ระหว่างและภายในกลุ่ม ผลการวิเคราะห์ความไม่เท่าเทียมด้านรายได้ชี้ว่า ครัวเรือนเปราะบางมีค่าสัมประสิทธิ์จีนิสูงถึง 0.536 (95% CI [0.530, 0.542]) ซึ่งสูงกว่าทั้งกลุ่มครัวเรือนไม่เปราะบาง (0.367) และค่าเฉลี่ยทั้งประเทศ (0.526) ความแตกต่างนี้ตอกย้ำบทบาทของความเปราะบางในฐานะปัจจัยเชิงโครงสร้างที่ขับเคลื่อนความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจ มากกว่าการเป็นเพียงผลลัพธ์ของความยากจน เมื่อพิจารณาโครงสร้างภายในผ่านการถอดรหัสความไม่เท่าเทียม (inequality decomposition) พบว่า 96.1% ของความเหลื่อมล้ำทั้งหมดเกิดจากความแตกต่างภายในกลุ่ม โดยเฉพาะภายในกลุ่มเปราะบางที่มีสัดส่วนสูงถึง 87.8% ข้อมูลนี้ชี้ว่าความเปราะบางไม่ได้เป็นกลุ่มที่มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน หากแต่แฝงด้วยพลวัตของความไม่เท่าเทียมที่หลากหลายและซ้อนทับกัน ซึ่งมีกฏกลไกในการออกแบบนโยบายแบบเหมารวม ผลการวิเคราะห์นี้สอดคล้องกับข้อเสนอของ Bourguignon (2004) ที่ชี้ว่าในประเทศกำลังพัฒนา ความไม่เท่าเทียมภายในกลุ่มมักมีนัยสำคัญมากกว่าความแตกต่างระหว่างกลุ่ม และควรได้รับความสนใจจากผู้กำหนดนโยบายอย่างจริงจัง ในทำนองเดียวกัน Ravallion (2014) เตือนว่าการมุ่งวิเคราะห์ความเหลื่อมล้ำเฉพาะระหว่างกลุ่ม เช่น ภูมิภาคหรือระดับรายได้ อาจทำให้มองข้ามความซับซ้อนของความเสียเปรียบที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มเดียวกัน โดยเฉพาะในกลุ่มที่เปราะบางในเชิงสถาบัน และลักษณะความเหลื่อมล้ำภายในกลุ่มที่สูงนี้อาจสะท้อนปัจจัยเชิงโครงสร้างภายในครัวเรือนที่แตกต่างกัน เช่น ขนาดครัวเรือน ความสามารถในการเข้าถึงการศึกษา

และสถานะความมั่นคงทางอาชีพ แม้จะอยู่ภายใต้ข้อจำกัดด้านรายได้ที่ใกล้เคียงกัน ข้อค้นพบนี้จึงสนับสนุนแนวทางการออกแบบนโยบายเชิงมุ่งเป้าภายในกลุ่มเปราะบาง โดยเน้นการจำแนกกลุ่มย่อย เช่น ครัวเรือนที่มีเด็กเล็ก ผู้สูงอายุ ผู้พิการ หรือกลุ่มที่ขาดโครงสร้างสนับสนุนจากรัฐ เพื่อให้มาตรการช่วยเหลือตอบสนองต่อความซับซ้อนของความเปราะบางได้อย่างแท้จริง

5) ความเหลื่อมล้ำดิจิทัลและผลกระทบในยุคหลังโควิด-19 ผลการศึกษาพบว่า 66.6% ของครัวเรือนเปราะบางขาดการเข้าถึงเทคโนโลยีดิจิทัลพื้นฐาน เช่น อินเทอร์เน็ต สมาร์ทโฟน หรือคอมพิวเตอร์ สถานการณ์นี้ไม่เพียงเป็นข้อจำกัดทางเทคนิค แต่ยังสะท้อนถึงโครงสร้างความเปราะบางที่ฝังรากลึกในระบบการศึกษา โดยเฉพาะในช่วงหลังวิกฤตโควิด-19 ที่การเรียนรู้ส่วนใหญ่พึ่งพาเทคโนโลยีออนไลน์เป็นหลัก ซึ่งนักเรียนจากครัวเรือนยากจนพิเศษจำนวนมากประสบปัญหาขาดอุปกรณ์ พื้นที่เรียนรู้ที่เหมาะสม และโอกาสในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งยิ่งตอกย้ำช่องว่างเชิงโครงสร้างที่ถ่ายทอดระหว่างรุ่น (กองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา, 2567) และพบว่าภาคีที่ไม่ใช่ภาครัฐ (non-state actors) มีบทบาทสำคัญในการเติมเต็มช่องว่างของภาครัฐ ในช่วงโควิด-19 (UNESCO Bangkok, 2021) อย่างไรก็ตาม การเข้าถึงบริการของภาคีเหล่านี้ยังคงจำกัดเฉพาะพื้นที่เมืองและครอบครัวที่มีฐานะดี จึงอาจสร้างความเหลื่อมล้ำเพิ่มขึ้นในระยะยาว ความเหลื่อมล้ำดิจิทัลจึงควรถูกมองเป็นมิติหนึ่งของความเปราะบางทางการศึกษา ที่ต้องได้รับการบูรณาการในเชิงนโยบายเพื่อป้องกันการสูญเสียโอกาสอย่างถาวรในกลุ่มเด็กและเยาวชนที่ขาดโอกาส

6) ข้อจำกัดของการศึกษาและข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต การศึกษานี้ใช้ข้อมูลภาคตัดขวาง (cross-sectional data) ซึ่งจำกัดการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลระหว่างความเปราะบางและรายได้ในเชิงลึก ในอนาคตควรมีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบพาแนล (panel data) เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงเชิงพลวัตในระดับครัวเรือนอย่างต่อเนื่อง และอีกประเด็นคือการวัดความเปราะบางในงานวิจัยนี้ยังไม่ครอบคลุมมิติด้านจิตสังคม (psychosocial) ซึ่งอาจมีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ทางการศึกษาและเศรษฐกิจในกลุ่มเยาวชน ข้อเสนอต่อไปคือการผนวกตัวชี้วัดด้านสุขภาพจิตหรือภาวะเครียดในกลุ่มเปราะบางในงานวิจัยเชิงสำรวจอนาคต โดยเฉพาะในกลุ่มที่เผชิญแรงกดดันด้านการศึกษาและเศรษฐกิจหลังโควิด-19

4. สรุปผล

การศึกษานี้ได้วิเคราะห์ความเปราะบางทางการศึกษาหลายมิติและความสัมพันธ์กับความไม่เท่าเทียมด้านรายได้ในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน พ.ศ. 2566 และวิธีการวิเคราะห์ที่หลากหลาย ผลการวิจัยนำเสนอหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สำคัญ 3 ข้อ ดังนี้

1) การวิเคราะห์การถดถอยแสดงให้เห็นว่าความเปราะบางทางการศึกษาหลายมิติมีผลกระทบที่มีนัยสำคัญต่อรายได้ครัวเรือน โดยครัวเรือนเปราะบางมีรายได้น้อยกว่าครัวเรือนทั่วไป 12,362 บาทต่อปี ($p < .001$) หลังจากควบคุมปัจจัยด้านภูมิภาคและความเป็นเมือง/ชนบทแล้ว โดยระดับการศึกษาของผู้ปกครองเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากที่สุด สะท้อนความสำคัญของทุนมนุษย์และทุนทางวัฒนธรรมในการกำหนดโอกาสทางเศรษฐกิจ

2) การถดถอยคอนทราสต์แสดงให้เห็นว่าผลกระทบของความเปราะบางมีลักษณะไม่เป็นเส้นตรง โดยเพิ่มขึ้นตามระดับรายได้จาก -8,973 บาทที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 เป็น -11,865 บาทที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 ($p < .001$) ข้อค้นพบนี้ท้าทายความเข้าใจทั่วไปและบ่งชี้ว่าความเปราะบางเป็นอุปสรรคต่อการเลื่อนฐานะทางเศรษฐกิจของครัวเรือนในลักษณะ "เพดานกระจก" (glass ceiling) ที่จำกัดศักยภาพของครัวเรือนที่ควรมีรายได้สูง

3) การวิเคราะห์ความไม่เท่าเทียมพบว่าครัวเรือนเปราะบางมีความแตกต่างภายในกลุ่มสูง (ค่าจีนิ=0.536) มากกว่าครัวเรือนไม่เปราะบาง (ค่าจีนิ=0.367) และการแยกส่วนความไม่เท่าเทียมแสดงให้เห็นว่า 88.8% ของความไม่เท่าเทียมรวมมาจากความไม่เท่าเทียมภายในกลุ่ม โดยเฉพาะจากความแตกต่างภายในกลุ่มครัวเรือนเปราะบางเอง (80.5%) ซึ่งท้าทายการออกแบบนโยบายแบบกว้างที่มองกลุ่มเปราะบางเป็นกลุ่มเดียวกัน

ผลการวิจัยเน้นย้ำความสำคัญของการใช้กรอบแนวคิดหลายมิติในการทำความเข้าใจความเปราะบางทางการศึกษา และความจำเป็นในการพัฒนานโยบายที่ละเอียดอ่อนต่อความแตกต่างทั้งระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่มเปราะบาง โดยเฉพาะการลด

ช่องว่างดิจิทัลที่พบในครัวเรือนประมาณถึง 66.6% ซึ่งเป็นประเด็นเร่งด่วนในยุคหลังโควิด-19 ที่การเข้าถึงเทคโนโลยีมีความสำคัญยิ่งขึ้นต่อโอกาสทางการศึกษาและเศรษฐกิจ

4.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

ผลการวิจัยนำไปสู่ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่มีความเฉพาะเจาะจง ดังนี้

1. นโยบายแบบหลายระดับตามความแตกต่างภายในกลุ่ม: เนื่องจากความไม่เท่าเทียมภายในกลุ่มมีสัดส่วนสูงถึง 88.8% ของความไม่เท่าเทียมทั้งหมด โดยเฉพาะความไม่เท่าเทียมภายในกลุ่มเปราะบาง (80.5%) ภาครัฐควรพัฒนาระบบคัดกรองความเปราะบางหลายมิติที่ละเอียดและแม่นยำ ปรับเกณฑ์การช่วยเหลือให้ตอบสนองต่อความแตกต่างภายในกลุ่มเปราะบาง
2. มาตรการเร่งด่วนลดช่องว่างดิจิทัล: การที่ครัวเรือนเปราะบาง 66.6% ขาดการเข้าถึงดิจิทัล สะท้อนความจำเป็นในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลในพื้นที่ห่างไกล สนับสนุนอุปกรณ์ดิจิทัลสำหรับครัวเรือนที่มิได้กวดูเรียน และพัฒนาทักษะดิจิทัลทั้งแก่เด็กและผู้ปกครอง
3. ถอดบทเรียนจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ: ปรากฏการณ์ที่ครัวเรือนเปราะบางในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีรายได้เฉลี่ยสูงกว่าภูมิภาคอื่น ควรนำไปสู่การถอดบทเรียนระบบการช่วยเหลือทางสังคมและโครงการพัฒนาเฉพาะพื้นที่ที่ประสบความสำเร็จ เพื่อนำไปปรับใช้ในภูมิภาคอื่น
4. โครงการเสริมสร้างทุนมนุษย์แก่ผู้ปกครอง: การศึกษาของผู้ปกครองเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลสูง ($\beta = -8,943.61$ บาทต่อปี, $p < .001$) และเป็นมิติความเปราะบางที่พบมากที่สุด (86%) ควรมีการพัฒนาโครงการการศึกษาตลอดชีวิตและฝึกอบรมทักษะอาชีพสำหรับผู้ปกครอง ควบคู่กับการเสริมทักษะการมีส่วนร่วมในการศึกษาของบุตร
5. นโยบายที่ตอบสนองต่อผลกระทบแบบไม่เชิงเส้น: การพบว่าผลกระทบของความเปราะบางเพิ่มขึ้นตามระดับรายได้ สะท้อนความจำเป็นในการใช้มาตรการเชิงป้องกันสำหรับกลุ่มรายได้ต่ำถึงปานกลาง ควบคู่กับมาตรการเชิงส่งเสริมที่ลด "เพดานกระจก" สำหรับกลุ่มที่มีศักยภาพแต่ถูกจำกัดด้วยความเปราะบาง

4.2 ทิศทางการวิจัยในอนาคต

1. การศึกษาระยะยาวเกี่ยวกับการถ่ายทอดความเปราะบางข้ามรุ่น: ควรใช้ข้อมูลแบบพาแนลติดตามพลวัตของความเปราะบางข้ามเวลา วิเคราะห์ปัจจัยที่ช่วยให้บางครอบครัวหลุดพ้นจากวงจรความเปราะบาง และพัฒนาดัชนีความเปราะบางแบบพลวัต
2. การวิจัยเชิงลึกเกี่ยวกับความไม่เท่าเทียมภายในกลุ่ม: ศึกษาสาเหตุและลักษณะของความไม่เท่าเทียมภายในกลุ่มเปราะบาง (ค่าจีนี 0.536) โดยใช้วิธีวิจัยแบบผสมผสานเพื่อเข้าใจปัจจัยความสำเร็จของครัวเรือนเปราะบางที่มีรายได้สูง และกลไกที่สร้าง "เพดานกระจก"
3. การประเมินผลกระทบระยะยาวของความเหลื่อมล้ำดิจิทัล: วิเคราะห์ผลกระทบของการขาดแคลนดิจิทัลในช่วงโควิด-19 ต่อผลลัพธ์ทางการศึกษาและอาชีพ ประเมินประสิทธิผลของโครงการลดช่องว่างดิจิทัล และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะดิจิทัลของผู้ปกครองกับผลลัพธ์ของบุตร
4. การวิจัยเชิงประยุกต์เกี่ยวกับโมเดลการพัฒนาระดับชุมชน: ศึกษาเชิงชาติพันธุ์วรรณนาในชุมชนที่มีความเปราะบางแต่มีรายได้สูง โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนาโมเดลการแก้ไขปัญหาโดยชุมชน
5. การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ขั้นสูง: ใช้เทคนิค machine learning ขั้นสูงเพื่อเข้าใจปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติต่างๆ ของความเปราะบาง พัฒนาแบบจำลองทำนายที่แม่นยำ และพัฒนาดัชนีชี้วัดความเปราะบางที่เหมาะสมกับบริบทไทย

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานสถิติแห่งชาติและศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ปัทมสิริวัฒน์ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและสร้างแรงบันดาลใจในการเขียนบทความนี้จนสำเร็จ อีกทั้งขอบคุณคณะบริหารธุรกิจ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ต้นสังกัดของผู้เขียนที่ให้การสนับสนุนเวลาและทุนวิจัยในอนาคตต่อเนื่องจากบทความนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- กองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา. (2565). รายงานสถานการณ์ความเหลื่อมล้ำทางการศึกษา ปี 2565. กรุงเทพฯ: กองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา (กสศ.).
- กองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา. (2567). สถานการณ์ความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาปี 2567 และทิศทางการศึกษาในปี 2568. กรุงเทพฯ: กสศ.
- ดิเรก ปัทมสิริวัฒน์, พุดตาน พันธูเนร, พิชิต รัชตพิบูลภพ, วิทยา คามณี, ดารุณี พุ่มแก้ว, และ เมรดี อินอ่อน. (2566). ความเปราะบางในครัวเรือนไทยและความเหลื่อมล้ำของโอกาสการศึกษาของเด็ก: หลักฐานเชิงประจักษ์จากข้อมูลครัวเรือนและผลทดสอบสัมฤทธิ์ผลทางการศึกษา. *วารสารเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ*, 14(28), 33-49.
- สมเกียรติ ตั้งกิจวานิชย์, นิพนธ์ พัวพงศกร, และ อัมมาร สยามวาลา. (2557). การปฏิรูปเศรษฐกิจเพื่อความเป็นธรรมในสังคม. รายงานที่ตีพิมพ์ฉบับที่ 110. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI).
- Alkire, S., & Foster, J. (2011). Counting and multidimensional poverty measurement. *Journal of Public Economics*, 95(7-8), 476-487. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2010.11.006>
- Alkire, S., & Santos, M. E. (2014). *Measuring acute poverty in the developing world: Robustness and scope of the Multidimensional Poverty Index* (OPHI Working Paper No. 59). Oxford: University of Oxford.
- Becker, G. S. (1993). *Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education* (3rd ed.). Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Belghith, N. B. H., Regaieg, R., & Braham, M. (2023). Inequality decomposition and the role of education: Evidence from Tunisia. *Economic Analysis and Policy*, 78, 818-832.
- Bourdieu, P. (1977). Cultural reproduction and social reproduction. In J. Karabel & A. H. Halsey (Eds.), *Power and ideology in education* (pp. 487-511). New York, NY: Oxford University Press.
- Bourguignon, F. (2004). *The poverty-growth-inequality triangle* (Working Paper No. 125). New Delhi: Indian Council for Research on International Economic Relations.
- Cowell, F. A., & Fiorio, C. V. (2011). Inequality decompositions—a reconciliation. *Journal of Economic Inequality*, 9(4), 509-528.
- Hanushek, E. A., Schwerdt, G., Wiederhold, S., & Woessmann, L. (2015). Returns to skills around the world: Evidence from PIAAC. *European Economic Review*, 73, 103-130.
- Haughton, J., & Khandker, S. R. (2009). *Handbook on poverty and inequality*. Washington, DC: World Bank.
- Koenker, R., & Bassett Jr, G. (1978). Regression quantiles. *Econometrica*, 46, 33-50.
- Lathapipat, D., & Poggi, C. (2016). *From many to one: Minimum wage effects in Thailand* (PIER Discussion Paper No. 41). Bangkok: Puey Ungphakorn Institute for Economic Research.
- Laurison, D., & Friedman, S. (2016). The class ceiling: Why it pays to be privileged. *American Sociological Review*, 81(4), 668-695.

- Palakawong-Na-Ayudhya, C., & Rukumnuaykit, P. (2019). Intergenerational mobility in Thailand: The role of education and family background. *Asian Development Review*, 36(2), 51-78.
- Paweenawat, S. W., & McNown, R. (2014). The determinants of income inequality in Thailand: A synthetic cohort analysis. *Journal of Asian Economics*, 31, 10–21. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2014.01.002>
- Ravallion, M. (2015). The Luxembourg Income Study. *Journal of Economic Inequality*, 13(4), 527–547. <https://doi.org/10.1007/s10888-015-9298->
- Suehiro, A. (2023). Thailand's development trajectory and regional inequality. *Southeast Asian Studies*, 12(1), 45-68.
- Tembon, M., & Fort, L. (Eds.). (2008). *Girls' education in the 21st century: Gender equality, empowerment, and economic growth*. Washington, DC: World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-7474-0>
- Uddin, M. A. (2019). Education, employment and earnings in developing countries: Evidence from Southeast Asia. *Labour Economics*, 58, 134-147.
- UNDP. (2019). *Evaluation report of UNDP Thailand country programme document (2017–2021)*. United Nations Development Programme.
- UNDP & Oxford Poverty and Human Development Initiative. (2023). *Global Multidimensional Poverty Index 2023: Unstacking global poverty-Data for high-impact action*. United Nations Development Programme.
- UNESCO. (2021). *Global education monitoring report: Non-state actors in education: Who chooses? Who loses?* United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- UNDP. (2023). *Thailand Human Development Report 2023*. UNDP Thailand.
- UNDP. (2024). *Human development report 2023/2024: Breaking the gridlock-Reimagining cooperation in a polarized world*. United Nations Development Programme.
- UNDP & NESDC. (2020). *Socio-economic impact assessment of COVID-19 in Thailand*. United Nations Thailand.
- Vo, D. H., Vo, A. T., & Ho, C. M. (2024). The short- and long-run effect of human capital on income inequality: Empirical evidence in the ASEAN region. *PLOS ONE*, 19(7), e0304678. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0304678>
- Warr, P., & Suphannachart, W. (2020). Growing strong together? Regional equality of opportunity in Thailand. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 26(3), 449–476. <https://doi.org/10.1080/13547860.2020.1728123>
- White, H. (1980). A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica*, 48(4), 817-838.
- World Bank. (2022). *Thailand rural income diagnostic: Challenges and opportunities for rural farmers* (Report No. 177599). Washington, DC: World Bank Group.
- World Bank. (2023). *Bridging the gap: Inequality and jobs in Thailand*. Washington, DC: World Bank Group.
- Yates, S., Kirby, J., & Lockley, E. (2015). Digital media use: Differences and inequalities in relation to class and age. *Sociological Research Online*, 20(4), 12. <https://doi.org/10.5153/sro.3751>

พฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

Online Purchase Decision-Making Behavior of Consumers in Bangkok and Metropolitan

ธนภัทร มีเชื้อ¹ และ กล้าหาญ ณ น่าน^{1*}

Tanapat Meechue¹ and Khahan Na-Nan^{1*}

¹ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

¹ Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

* E-mail: Khahan_n@rmutt.ac.th; Tel. 025774397

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์กับปัจจัยประชากรศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือผู้บริโภคที่มีประสบการณ์ซื้อสินค้าออนไลน์ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 379 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบสะดวกในการรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถาม ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้วยดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.80–1.00 และมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ 0.924 แสดงถึงความเชื่อมั่นในระดับสูง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วยการทดสอบค่าที (t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์โดยรวมอยู่ในระดับมากครอบคลุมทั้ง 6 มิติ โดยเฉพาะด้านความน่าเชื่อถือของร้านค้า ($\bar{x}=4.00$) และอารมณ์และแรงจูงใจในการซื้อ ($\bar{x}=3.99$) นอกจากนี้ พบว่าปัจจัยด้านสถานภาพ อาชีพ และความถี่ในการซื้อสินค้าออนไลน์ ส่งผลให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ต่อพฤติกรรมในบางมิติ ได้แก่ อารมณ์และแรงจูงใจ ความสะดวกในการใช้งาน และพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์โดยรวม ทั้งนี้ ผลการวิจัยสนับสนุนแนวคิดของทฤษฎี TPB และ TAM ในการอธิบายพฤติกรรมผู้บริโภคยุคดิจิทัล โดยเน้นถึงบทบาทของเจตนา ทักษะคิด และการยอมรับเทคโนโลยี ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบกลยุทธ์ทางการตลาด และพัฒนาแพลตฟอร์มอีคอมเมิร์ซให้ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: พฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์, การตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์, ความน่าเชื่อถือ, อิทธิพลทางสังคม

Abstract

This research aimed to study the level of online purchase decision-making behavior and to compare differences in online purchase decision-making behavior by demographic factors. The samples consisted of 379 consumers with online shopping experience residing in Bangkok and its metropolitan area. Convenience sampling was employed to collect data from participants. This study used a questionnaire as the research instrument. Its quality was assessed through content validity by three experts, with IOC values ranging from 0.80 to 1.00. The reliability of the questionnaire, evaluated using Cronbach's alpha, was found to be 0.924, indicating a high level. The data were analyzed using percentage, mean, and standard deviation, along with t-test and one-way ANOVA for hypothesis testing and group comparisons. The results revealed that the overall online purchase decision-making behavior was at a "high" level across all six dimensions, particularly trust and credibility of online stores ($\bar{X}=4.00$), and emotional and motivation ($\bar{X}=3.99$). Additionally, marital status, occupation, and frequency of online purchases were found to have statistically significant effects on specific dimensions, including emotional and motivational factors, ease of use, and overall online purchase decision-making behavior. The findings support the applicability of the Theory of Planned Behavior (TPB) and the Technology Acceptance Model (TAM) in explaining digital consumer behavior, especially in terms of intention, attitude, and technology acceptance. These insights can be practically applied to the design of marketing strategies and the development of e-commerce platforms that align with consumer needs in the digital economy.

Keywords: Online Consumer Behavior, Online Purchase Decision, Trust and Credibility, Social Influence

1. บทนำ

การเติบโตอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีดิจิทัลและอินเทอร์เน็ต ได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภคอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในด้านการซื้อสินค้าและบริการผ่านระบบออนไลน์ ผู้บริโภคในยุคดิจิทัลไม่ได้พึ่งพาข้อมูลจากผู้ขายเพียงอย่างเดียวอีกต่อไป แต่กลับใช้แหล่งข้อมูลออนไลน์หลากหลาย เช่น เว็บไซต์ เปรียบเทียบราคา รีวิวจากผู้ใช้งานจริง และโซเชียลมีเดีย เพื่อประกอบการตัดสินใจซื้อ (Kotler & Keller, 2016) ส่งผลให้รูปแบบพฤติกรรมผู้บริโภคเปลี่ยนแปลงจากการตัดสินใจที่เรียบง่าย ไปสู่กระบวนการตัดสินใจซื้อที่ซับซ้อน อ่อนไหว และพึ่งพาปัจจัยเชิงจิตวิทยา เทคโนโลยี และสังคมมากยิ่งขึ้น ภายใต้บริบทดังกล่าว การทำความเข้าใจพฤติกรรมผู้บริโภคจึงกลายเป็นประเด็นสำคัญในการวางแผนกลยุทธ์การตลาดออนไลน์ โดยเฉพาะในตลาดอีคอมเมิร์ซของประเทศไทย ซึ่งมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง รายงานจากสำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2566) ระบุว่า มีผู้บริโภคไทยกว่า 39 ล้านคนที่มีพฤติกรรมซื้อสินค้าออนไลน์เป็นประจำ โดยพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลเป็นศูนย์กลางของธุรกรรมเหล่านี้ คิดเป็นสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 65 ของยอดขายออนไลน์ทั้งประเทศ ดังนั้น การศึกษาองค์ประกอบที่มีผลต่อพฤติกรรมผู้บริโภคตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ของผู้บริโภคในพื้นที่ดังกล่าว จึงมีความสำคัญทั้งในเชิงวิชาการและเชิงธุรกิจ

แม้ว่าจะมีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคในระบบออนไลน์ แต่ส่วนใหญ่มุ่งเน้นเพียงมิติใดมิติหนึ่ง เช่น ความเชื่อมั่น ความสะดวก หรืออิทธิพลทางสังคม โดยขาดการบูรณาการตัวแปรหลายด้านเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ ยังไม่ค่อยมีงานวิจัยที่พิจารณาความแตกต่างของพฤติกรรมดังกล่าวตามลักษณะประชากรศาสตร์อย่างครอบคลุม เช่น เพศ อายุ รายได้ อาชีพ หรือความถี่ในการซื้อ ซึ่งอาจมีผลต่อกระบวนการตัดสินใจซื้อในบริบทของประเทศไทย งานวิจัยนี้จึงมุ่งเติมเต็มช่องว่างดังกล่าว โดยการศึกษาทั้งระดับของพฤติกรรมในหลากหลายมิติ และการเปรียบเทียบความแตกต่างตามปัจจัยประชากรศาสตร์ เพื่อให้ได้ภาพรวมที่ชัดเจน ครอบคลุม และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนากลยุทธ์ทางการตลาดดิจิทัลได้อย่างตรงจุด

จากแนวคิดและช่องว่างที่กล่าวมา งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยมีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ ได้แก่ (1) เพื่อศึกษาระดับของพฤติกรรมผู้บริโภคตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ใน 6 มิติสำคัญ ได้แก่ ความน่าเชื่อถือของร้านค้า ความสะดวกในการใช้งาน อารมณ์และแรงจูงใจ อิทธิพลทางสังคม คุณภาพของสินค้า และพฤติกรรมการตัดสินใจโดยรวม และ (2) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ เมื่อจำแนกตามปัจจัยประชากรศาสตร์ ได้แก่ เพศ อายุ รายได้ อาชีพ สถานภาพ และความถี่ในการซื้อสินค้าออนไลน์ โดยจากกรอบแนวคิดและวัตถุประสงค์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานว่า “พฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อจำแนกตามเพศ อายุ รายได้ อาชีพ สถานภาพ และความถี่ในการซื้อสินค้าออนไลน์

การศึกษานี้คาดว่าจะสามารถเติมเต็มช่องว่างทางวิชาการในประเด็นด้านพฤติกรรมผู้บริโภคออนไลน์ โดยให้ภาพรวมที่ครอบคลุมทั้งระดับของพฤติกรรมและความแตกต่างเชิงประชากรศาสตร์ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบกลยุทธ์การตลาด การพัฒนาแพลตฟอร์ม และการสื่อสารแบรนด์ในบริบทของตลาดอีคอมเมิร์ซไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ระเบียบวิธีการวิจัย

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับและเปรียบเทียบความแตกต่างของพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ของผู้บริโภค ตามปัจจัยประชากรศาสตร์และพฤติกรรมการซื้อสินค้าออนไลน์ โดยกลุ่มเป้าหมายคือผู้บริโภคที่เคยซื้อสินค้าออนไลน์ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณธุรกรรมอีคอมเมิร์ซสูงที่สุดในประเทศ ขนาดกลุ่มตัวอย่างกำหนดโดยใช้สูตรของ Yamane (1973) โดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ 0.05 และระดับความเชื่อมั่น 95% จากประชากรประมาณ 39 ล้านคน ทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำประมาณ 400 คน การสุ่มตัวอย่างใช้วิธีหลายขั้นตอน (Multi-Stage Sampling) โดยแบ่งชั้นตามแพลตฟอร์มที่ใช้ซื้อสินค้าออนไลน์ และเลือกกลุ่ม

ตัวอย่างแบบสะดวก (Convenience Sampling) จากผู้ที่เคยมีประสบการณ์ซื้อสินค้าออนไลน์ในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา ในพื้นที่ กรุงเทพฯ และปริมณฑล

2.2 เครื่องมือและการหาคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือวิจัยคือแบบสอบถามที่แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ (1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เช่น เพศ อายุ รายได้ และอาชีพ (2) มาตรวัดพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ใน 5 มิติ ได้แก่ ความน่าเชื่อถือของร้านค้า ความสะดวกในการใช้งาน อารมณ์และแรงจูงใจ อิทธิพลทางสังคม และคุณภาพของสินค้า และ (3) ความคิดเห็นต่อปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ โดยใช้มาตรวัดแบบลิเคิร์ตสเกล 5 ระดับ ตั้งแต่ระดับ “เห็นด้วยอย่างยิ่ง” ถึง “ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง” เครื่องมือดังกล่าวผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน พบว่ามีค่า IOC อยู่ในช่วงระหว่าง 0.80 ถึง 1.00 แสดงถึงความสอดคล้องของรายการคำถามกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย และเมื่อนำมาทดสอบความเชื่อมั่น (Reliability) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha) ของแบบสอบถามทั้งชุด เท่ากับ 0.924 ซึ่งอยู่ในระดับสูง แสดงว่าเครื่องมือมีความเชื่อมั่นและสามารถใช้งานได้เหมาะสมในการวิจัยครั้งนี้

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ดำเนินการผ่านแบบสอบถามออนไลน์ (Online Questionnaire) โดยผู้วิจัยเผยแพร่แบบสอบถามไปยังกลุ่มเป้าหมายผ่านช่องทางออนไลน์ต่าง ๆ เช่น สื่อสังคมออนไลน์ และกลุ่มผู้บริโภคที่มีประสบการณ์ซื้อสินค้าออนไลน์ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แบบสอบถามได้รับการตอบกลับจำนวนทั้งสิ้น 400 ชุด อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล พบว่ามีเพียง 379 ชุดที่สามารถนำไปวิเคราะห์ทางสถิติได้จริง เนื่องจากการตอบแบบสอบถามครบถ้วนและไม่มีข้อมูลที่ผิดพลาดหรือขาดหาย

2.4 การวิเคราะห์และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความถี่ และร้อยละ เพื่ออธิบายลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง และใช้ สถิติอ้างอิง ได้แก่ การทดสอบค่าที (t -test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อระหว่างกลุ่มประชากรที่มีลักษณะต่างกัน เช่น เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ รายได้ และความถี่ในการซื้อสินค้าออนไลน์ ผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปใช้กำหนดกลยุทธ์การตลาดออนไลน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และตรงกลุ่มเป้าหมาย

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 379 คน พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (52.20%) และเพศชาย (47.80%) มีการกระจายช่วงอายุหลากหลาย โดยกลุ่มอายุ 36 ปีขึ้นไปมีสัดส่วนสูงสุด (29.60%) รองลงมาคือกลุ่มอายุ 26–30 ปี (25.30%) และ 31–35 ปี (24.00%) ส่วนใหญ่มีสถานภาพโสด (36.10%) สมรส (32.20%) และหย่าร้างหรือหม้าย (31.70%) ด้านการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีมากที่สุด (20.30%) รองลงมาคือระดับอนุปริญญา หรือเทียบเท่า (22.20%) และระดับอื่น ๆ อย่างใกล้เคียงกัน ในด้านอาชีพ ส่วนใหญ่เป็นพนักงานบริษัทเอกชน (76.30%) ตามด้วยข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ (9.20%) เจ้าของกิจการ (8.20%) และนักเรียน/นักศึกษา (6.30%) สำหรับรายได้เฉลี่ยต่อเดือน กลุ่มที่มีรายได้ 15,001–20,000 บาท มีสัดส่วนสูงสุด (20.80%) รองลงมาคือช่วง 10,001–15,000 บาท (17.70%) และต่ำกว่า 10,000 บาท (16.10%) สะท้อนถึงกลุ่มรายได้ระดับกลางเป็นหลัก

พฤติกรรมการซื้อสินค้าออนไลน์ พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความถี่ในการซื้อมากกว่า 3 ครั้งต่อเดือน (51.50%) รองลงมาคือ 1–2 ครั้งต่อเดือน (24.80%) และไม่เกิน 1 ครั้งต่อเดือน (23.70%) ซึ่งแสดงถึงระดับความคุ้นเคยในการซื้อสินค้าออนไลน์ที่ค่อนข้างสูง โดยภาพรวม กลุ่มตัวอย่างมีความหลากหลายทั้งในด้านเพศ อายุ การศึกษา อาชีพ รายได้ และพฤติกรรมการซื้อ ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับการใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์ทางสถิติอ้างอิง เช่น การทดสอบ t -test และ ANOVA เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ในมิติต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนาเพื่อประเมินระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 379 คน ต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ พบว่าโดยรวมแล้ว ผู้บริโภคมีระดับความคิดเห็นในทุกมิติของพฤติกรรมอยู่ในระดับ "มาก" ซึ่งสะท้อนถึงความพึงพอใจและการตอบสนองที่ดีต่อกระบวนการซื้อผ่านช่องทางออนไลน์

ด้านความน่าเชื่อถือของร้านค้าออนไลน์ พบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดที่ 4.00 โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.43 และค่าความแปรปรวน 0.19 สะท้อนว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญกับความน่าเชื่อถือของร้านค้า เช่น ความปลอดภัย ความโปร่งใส และความมั่นใจในข้อมูลและบริการของร้านค้าออนไลน์อย่างมาก ในขณะที่มิติ อารมณ์และแรงจูงใจในการซื้อ มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันที่ 3.99 (S.D.=0.42) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแรงกระตุ้นภายใน เช่น ความรู้สึกดีต่อสินค้า ความอยากได้ หรือความพึงพอใจส่วนตัว มีอิทธิพลอย่างชัดเจนต่อพฤติกรรมการตัดสินใจ

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยปัจจัยพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์

ปัจจัย	$\bar{x}$	S.D.	Variance	แปลผล
ความน่าเชื่อถือของร้านค้าออนไลน์	4.00	0.43	0.19	มาก
ความง่ายและสะดวกในการใช้งาน	3.97	0.42	0.17	มาก
อารมณ์และแรงจูงใจในการซื้อ	3.99	0.42	0.17	มาก
อิทธิพลทางสังคม	3.98	0.45	0.20	มาก
คุณภาพของสินค้าและประสบการณ์หลังการซื้อ	3.96	0.44	0.19	มาก
พฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์	3.98	0.24	0.0	มาก

นอกจากนี้ มิติอิทธิพลทางสังคม มีค่าเฉลี่ย 3.98 (S.D.=0.45) บ่งบอกถึงผลกระทบจากความคิดเห็นของบุคคลรอบข้าง ไม่ว่าจะเป็นครอบครัว เพื่อน หรือกลุ่มผู้ใช้บนโลกออนไลน์ ที่มีบทบาทต่อการโน้มน้าวและสร้างแรงจูงใจให้เกิดการซื้อสินค้า ในขณะที่พฤติกรรมการตัดสินใจซื้อโดยรวม ก็มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับใกล้เคียงกันที่ 3.98 (S.D.=0.24) ซึ่งถือเป็นตัวสะท้อนภาพรวมของแนวโน้มในการเลือกซื้อสินค้าของผู้บริโภคผ่านช่องทางออนไลน์ที่ค่อนข้างสม่ำเสมอและมั่นคง

สำหรับมิติ ความง่ายและความสะดวกในการใช้งาน ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 3.97 (S.D.=0.42) สะท้อนว่าแพลตฟอร์มออนไลน์ที่ใช้มีระบบที่เข้าถึงง่าย ไม่ซับซ้อน และสามารถดำเนินการซื้อสินค้าได้อย่างรวดเร็ว และสุดท้าย มิติ คุณภาพของสินค้าและประสบการณ์หลังการซื้อ ได้รับค่าเฉลี่ยที่ 3.96 (S.D.=0.44) แสดงว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจในคุณภาพของสินค้า บริการจัดส่ง และการรับประกันหลังการขายในระดับมากเช่นกัน

โดยสรุป ค่าเฉลี่ยในทุกมิติอยู่ในช่วง 3.96-4.00 ซึ่งเป็นระดับ "มาก" ตามเกณฑ์การแปลผล แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มีประสบการณ์เชิงบวกต่อการซื้อสินค้าออนไลน์ทั้งในแง่ของความเชื่อมั่น ความสะดวก และความพึงพอใจหลังการใช้งาน องค์การธุรกิจและผู้ให้บริการแพลตฟอร์มออนไลน์จึงสามารถใช้ข้อมูลนี้เป็นแนวทางในการยกระดับคุณภาพบริการและการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้งานให้สอดคล้องกับความคาดหวังของผู้บริโภคอย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ t-test และ One-way ANOVA

ปัจจัย	เพศ	Sig	อายุ	Sig	สถานภาพ	Sig	การศึกษา	Sig	อาชีพ	Sig	รายได้	Sig	จำนวนครั้ง	Sig
ภาพรวมพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์	-0.278	0.781	0.709	0.547	0.441	0.644	2.342	0.055	3.021	0.030	1.414	0.218	3.067	0.048
ความน่าเชื่อถือของร้านค้าออนไลน์	1.016	0.31	0.605	0.612	0.198	0.821	0.388	0.817	0.564	0.639	1.36	0.239	2.401	0.092
ความง่ายและความสะดวกในการใช้งาน	-0.361	0.718	1.153	0.328	0.608	0.545	2.16	0.073	5.513	0.001	0.786	0.561	2.33	0.099
อารมณ์และแรงจูงใจในการซื้อ	0.351	0.726	0.349	0.790	4.570	0.011	2.316	0.057	1.242	0.294	1.138	0.339	0.424	0.655

ปัจจัย	เพศ	Sig	อายุ	Sig	สถานภาพ	Sig	การศึกษา	Sig	อาชีพ	Sig	รายได้	Sig	จำนวนครั้ง	Sig
อิทธิพลทางสังคม	-0.576	0.565	0.52	0.668	1.724	0.18	2.245	0.064	0.585	0.625	1.569	0.168	1.842	0.160
คุณภาพของสินค้าและประสบการณ์หลังการซื้อ	-1.169	0.243	0.395	0.757	0.184	0.832	1.139	0.338	2.249	0.082	1.816	0.109	0.803	0.449

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ One-way ANOVA เพื่อศึกษาความแตกต่างของพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ของผู้บริโภคภายใต้ปัจจัยประชากรศาสตร์และพฤติกรรมการซื้อสินค้าออนไลน์ พบว่ามีประเด็นที่น่าสนใจหลายประการในแต่ละมิติของพฤติกรรม โดยผลการวิเคราะห์ครอบคลุม 6 มิติ ได้แก่ พฤติกรรมการตัดสินใจโดยรวม ความน่าเชื่อถือของร้านค้าออนไลน์ ความง่ายและสะดวกในการใช้งาน อารมณ์และแรงจูงใจในการซื้อ อิทธิพลทางสังคม และคุณภาพของสินค้าและประสบการณ์หลังการซื้อ

นอกจากนี้ยังได้ทำการทดสอบความแตกต่างของพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อระหว่าง กลุ่มเพศชายและหญิง ด้วยการวิเคราะห์ t -test พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกมิติของพฤติกรรม ($p > .05$) เช่น พฤติกรรมโดยรวม ($t=-0.278, p=.781$) ความน่าเชื่อถือของร้านค้า ($t=1.016, p=.310$) และความสะดวกในการใช้งาน ($t=-0.361, p=.718$) แสดงให้เห็นว่า เพศไม่ใช่ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจสะท้อนถึงแนวโน้มในสังคมดิจิทัลยุคใหม่ ที่เพศไม่ได้เป็นข้อจำกัดในการเข้าถึงหรือพฤติกรรมการใช้แพลตฟอร์มออนไลน์อีกต่อไป

ผลการวิเคราะห์ในด้าน อายุของผู้บริโภค พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกมิติของพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อ ($p > .05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอายุไม่ได้มีบทบาทอย่างชัดเจนในการกำหนดพฤติกรรมของผู้บริโภคในการซื้อสินค้าออนไลน์ กล่าวคือ ไม่ว่าจะอยู่ในช่วงวัยใด กลุ่มตัวอย่างมีรูปแบบพฤติกรรมการตัดสินใจที่คล้ายคลึงกันทั้งในเชิงความน่าเชื่อถือ ความสะดวก อารมณ์ หรือการรับรู้คุณภาพ ในส่วนของ สถานภาพของผู้บริโภค พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในมิติของอารมณ์และแรงจูงใจในการซื้อ ($F=4.570, p=.011$) ซึ่งบ่งชี้ว่าสถานภาพทางสังคม เช่น โสด สมรส หรือหย่าร้าง มีผลต่อแรงผลักดันทางอารมณ์ที่กระตุ้นให้เกิดการตัดสินใจซื้อ โดยเฉพาะกลุ่มที่มีพันธะ อาจมีแนวโน้มซื้อสินค้าเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของครอบครัว ในขณะที่กลุ่มโสดอาจมีแรงจูงใจที่มุ่งเน้นความพึงพอใจส่วนบุคคลมากกว่า

สำหรับ ระดับการศึกษา แม้จะไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่พบว่าหลายมิติมีค่า p -value ที่ใกล้เคียงกับระดับ .05 ได้แก่ พฤติกรรมโดยรวม ($p=.055$), อารมณ์และแรงจูงใจ ($p=.057$) และอิทธิพลทางสังคม ($p=.064$) ซึ่งแสดงถึงแนวโน้มที่ระดับการศึกษาอาจส่งผลต่อรูปแบบพฤติกรรมการซื้อ โดยเฉพาะในแง่ของการประเมินและตอบสนองต่อสิ่งเร้าในสภาพแวดล้อมออนไลน์ ซึ่งเป็นประเด็นที่ควรได้รับการศึกษาต่อในเชิงลึก ผลการวิเคราะห์ในมิติของ อาชีพ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญใน 2 มิติ ได้แก่ พฤติกรรมโดยรวม ($F=3.021, p=.030$) และ ความสะดวกในการใช้งาน ($F=5.513, p=.001$) ซึ่งเป็นมิติที่โดดเด่นที่สุดในการวิเคราะห์ครั้งนี้ ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า อาชีพส่งผลต่อการรับรู้ประสบการณ์การใช้งานระบบออนไลน์ เช่น ผู้ที่ทำงานในสายเทคโนโลยีหรือทำงานอิสระ อาจมีทักษะในการใช้งานระบบที่สูงกว่า ส่งผลให้พฤติกรรมการตัดสินใจเป็นไปอย่างมั่นใจและคล่องตัวมากขึ้น เมื่อพิจารณาถึง รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ไม่พบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญในทุกมิติของพฤติกรรม ($p > .05$) อันแสดงให้เห็นว่าการมีรายได้มากหรือน้อยอาจไม่ใช่ปัจจัยหลักที่กำหนดพฤติกรรมการซื้อในช่องทางออนไลน์ อาจเนื่องมาจากความพร้อมของแพลตฟอร์มที่รองรับทั้งสินค้าราคาสูงและต่ำ ทำให้ผู้บริโภคในทุกช่วงรายได้สามารถมีประสบการณ์ซื้อสินค้าออนไลน์ที่ใกล้เคียงกัน ในด้านของ ความถี่ในการซื้อสินค้าออนไลน์เฉลี่ยต่อเดือน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในมิติของพฤติกรรมโดยรวม ($F=3.067, p=.048$) และแนวโน้มในมิติอื่น เช่น ความสะดวก ($p=0.099$) และความน่าเชื่อถือ ($p=.092$) การตีความในกรณีนี้ชี้ให้เห็นว่าผู้ที่มีการซื้อบ่อยครั้งมักพัฒนาความมั่นใจและรูปแบบการตัดสินใจที่แน่นอนมากกว่าผู้ที่ซื้อสินค้าเป็นครั้งคราว ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้และความคุ้นเคยกับระบบ ในภาพรวม การวิเคราะห์ข้อมูลชี้ให้เห็นว่า ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์อย่างชัดเจน ได้แก่ อาชีพ สถานภาพ และความถี่ในการ

ซื้อสินค้าออนไลน์ โดยเฉพาะในมิติของ ความสะดวก อารมณ์ และ พฤติกรรมรวม ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ และควรได้รับการพิจารณาในเชิงกลยุทธ์สำหรับการออกแบบระบบแพลตฟอร์มและการตลาด

ผลการวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Theory of Planned Behavior (Ajzen, 1991) ซึ่งชี้ว่าทัศนคติ อิทธิพลทางสังคม และการควบคุมตนเองล้วนมีบทบาทต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อ โดยเฉพาะแรงจูงใจทางอารมณ์และความสะดวกในการใช้งานที่เชื่อมโยงกับพฤติกรรมที่แท้จริงของผู้บริโภค ทั้งนี้ การที่ปัจจัยอย่างอายุและรายได้ไม่มีผลอย่างชัดเจนอาจสะท้อนความเป็น "ตลาดที่เข้าถึงได้ง่าย" ของแพลตฟอร์มออนไลน์สมัยใหม่

นอกจากนี้ ข้อมูลยังชี้ให้เห็นความสำคัญของการพัฒนาแพลตฟอร์มให้ใช้งานง่ายและปลอดภัยต่อผู้ใช้งานทุกกลุ่มอาชีพ เนื่องจากความสะดวกในการใช้งานเป็นมิติที่มีความแปรปรวนระหว่างกลุ่มมากที่สุด ในขณะเดียวกัน การสื่อสารแบรนด์ที่ส่งเสริมความเชื่อมั่นและตอบโต้ทางอารมณ์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทางการตลาด โดยเฉพาะในกลุ่มผู้บริโภคที่มีสถานภาพและพฤติกรรมการซื้อที่แตกต่างกัน

3.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาระดับพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยใช้การวิเคราะห์เชิงพรรณนา พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีระดับพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์อยู่ในระดับ "มาก" ทุกมิติ ส่วนพฤติกรรมการตัดสินใจโดยรวมอยู่ในระดับ "มาก" เช่นเดียวกัน สะท้อนว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญต่อภาพลักษณ์ ความน่าเชื่อถือ และประสบการณ์การใช้งานของร้านค้าออนไลน์เป็นอันดับต้น ๆ โดยเฉพาะร้านค้าที่สามารถสร้างความมั่นใจผ่านรีวิว ผลตอบรับจากผู้ใช้งานจริง การจัดส่งที่มีประสิทธิภาพ และการบริการหลังการขายที่ดี จะมีผลอย่างมากต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคในยุคปัจจุบัน ผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pavlou (2003) และ Gefen et al. (2003) ที่ชี้ว่าความน่าเชื่อถือ (Trust) และแรงจูงใจภายในมีผลสำคัญต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ โดยเฉพาะในบริบทของตลาดที่มีความไม่แน่นอนสูง เช่น อีคอมเมิร์ซ นอกจากนี้ยังสัมพันธ์กับแนวคิดของ DeLone & McLean (2003) ซึ่งเน้นย้ำว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานและคุณภาพของบริการดิจิทัลส่งผลโดยตรงต่อพฤติกรรมการใช้งานและความภักดีของผู้บริโภค ในสภาพแวดล้อมที่ลูกค้าไม่สามารถจับต้องสินค้าได้จริงก่อนซื้อ ความเชื่อมั่นต่อแพลตฟอร์มและระบบจึงกลายเป็นปัจจัยที่ขับเคลื่อนพฤติกรรมผู้บริโภคอย่างมีนัยสำคัญ

ในส่วนของการทดสอบสมมติฐานเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่สอง คือการเปรียบเทียบพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ระหว่างกลุ่มประชากรตามปัจจัยประชากรศาสตร์และพฤติกรรมการซื้อสินค้าออนไลน์ พบว่า มีปัจจัยบางประการที่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ สถานภาพสมรส ที่มีผลต่ออารมณ์และแรงจูงใจในการซื้อ ($p=.011$) ซึ่งอาจเกิดจากภาระและแรงจูงใจในการบริโภคที่แตกต่างกันระหว่างผู้ที่มีครอบครัวกับผู้ที่ยังโสดหรืออยู่คนเดียว กลุ่มที่มีครอบครัวมักจะมีเป้าหมายของการซื้อเพื่อครอบครัว เช่น สินค้าอุปโภคบริโภค หรือของใช้ในบ้าน ขณะที่กลุ่มโสดอาจเน้นการซื้อเพื่อความพึงพอใจส่วนบุคคลหรือเพื่อตนเองมากกว่า ในทำนองเดียวกัน ปัจจัยด้านอาชีพมีผลต่อพฤติกรรมการซื้อโดยรวม ($p=.030$) และด้านความสะดวกในการใช้งาน ($p=.001$) ซึ่งสะท้อนถึงความแตกต่างในทักษะการใช้เทคโนโลยี ทัศนคติต่อระบบดิจิทัล และเวลาว่างในการเลือกซื้อสินค้าของแต่ละกลุ่มอาชีพ เช่น พนักงานออฟฟิศและกลุ่มอาชีพอิสระอาจมีโอกาสสัมผัสเทคโนโลยีและใช้งานแอปพลิเคชันมากกว่าผู้ที่ลักษณะการทำงานภาคสนามหรือไม่ประจำที่ ส่งผลให้การใช้งานแพลตฟอร์มออนไลน์และความคุ้นชินกับระบบมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่า ความถี่ในการสั่งซื้อสินค้าออนไลน์เฉลี่ยต่อเดือน ส่งผลให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญต่อพฤติกรรมโดยรวม ($p=.048$) ซึ่งสนับสนุนแนวคิดเรื่องประสบการณ์ของผู้ใช้งาน (User Familiarity) โดย Luo et al. (2004) ชี้ว่าผู้ที่มีการใช้งานบ่อยย่อมมีความมั่นใจในการตัดสินใจซื้อที่สูงกว่า รวมถึงมีแนวโน้มที่จะประเมินคุณภาพสินค้าและบริการได้แม่นยำขึ้น ลดความเสี่ยงในการตัดสินใจและกลายเป็นลูกค้าประจำของแพลตฟอร์มนั้น ๆ

ในขณะเดียวกัน ปัจจัยบางประการ เช่น เพศ อายุ และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน ไม่ส่งผลต่อความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกมิติของพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อ ($p > .05$) ซึ่งอาจสะท้อนลักษณะของตลาดออนไลน์ยุคใหม่ที่มีการเข้าถึงได้อย่างเท่าเทียมในทุกกลุ่มประชากร ไม่ว่าจะเป็นเพศชายหรือหญิง ทุกเพศมีโอกาสดำเนินการในการใช้บริการผ่านอุปกรณ์พกพา เช่น สมาร์ทโฟน และมีโอกาสรับรู้ข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับสินค้าออนไลน์ในระดับใกล้เคียงกัน ส่งผลให้พฤติกรรมการซื้อไม่แตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับทฤษฎีพฤติกรรมที่วางแผนไว้ ของ Ajzen (1991) ซึ่งระบุว่า พฤติกรรมของบุคคลถูกกำหนดโดยทัศนคติ ความตั้งใจ และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง มากกว่าจะขึ้นอยู่กับลักษณะประชากรพื้นฐานเพียงอย่างเดียว เช่น เพศหรือรายได้ ดังนั้น ผู้บริโภคที่มีทัศนคติที่ดีต่อการซื้อสินค้าออนไลน์ มีเจตนาที่ชัดเจน และมีประสบการณ์ที่ดีในอดีต จะมีแนวโน้มตัดสินใจซื้อสูงโดยไม่ขึ้นกับปัจจัยทางสังคม นอกจากนี้ ยังสามารถอธิบายได้ด้วยโมเดลเทคโนโลยีเพื่อการยอมรับ ซึ่งเสนอโดย Davis (1989) โดยเน้นว่าปัจจัยด้านการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) และการรับรู้ประโยชน์ที่ได้รับ (Perceived Usefulness) มีผลต่อทัศนคติและพฤติกรรมของผู้บริโภคในการใช้ระบบดิจิทัล ซึ่งสอดคล้องกับผลในครั้งใหม่ที่พบว่ามิติความง่ายและสะดวก (Ease of Use & Convenience) มีคะแนนเฉลี่ยสูงเป็นอันดับต้น ๆ แสดงให้เห็นถึงบทบาทของระบบอินเทอร์เน็ตและการออกแบบแพลตฟอร์มที่สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้งาน

โดยสรุป ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ได้แก่ ความน่าเชื่อถือของร้านค้า ความสะดวกในการใช้งาน อารมณ์และแรงจูงใจ สถานภาพอาชีพ และความถี่ในการสั่งซื้อ ทั้งนี้ การออกแบบกลยุทธ์การตลาดออนไลน์จึงควรพิจารณาความแตกต่างเหล่านี้เพื่อกำหนดแนวทางที่เหมาะสมกับแต่ละกลุ่มเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

4. สรุปผล

4.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาครั้งนี้มีความสอดคล้องกับแนวคิดทางทฤษฎีหลายแขนง โดยเฉพาะพฤติกรรมที่วางแผนไว้ (Ajzen, 1991) ซึ่งชี้ว่าพฤติกรรมของบุคคลเกิดจากเจตนาที่มีต่อพฤติกรรมนั้น อันได้รับอิทธิพลจากทัศนคติ การรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม และแรงกดดันทางสังคม ผลการศึกษาที่พบว่าอิทธิพลทางสังคม ความสะดวกในการใช้งาน และอารมณ์ มีผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจซื้อสินค้าออนไลน์ในระดับสูง สะท้อนให้เห็นว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มตอบสนองต่อปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความมั่นใจและความตั้งใจมากกว่าคุณลักษณะพื้นฐานทางประชากรศาสตร์เพียงอย่างเดียว ขณะเดียวกัน ผลลัพธ์ยังสนับสนุนโมเดลเทคโนโลยีเพื่อการยอมรับ ของ Davis (1989) ซึ่งอธิบายว่าการยอมรับและการใช้งานเทคโนโลยีขึ้นอยู่กับรับรู้ความง่ายและประโยชน์ในการใช้งาน โดยเฉพาะในกลุ่มอาชีพและรายได้ที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยจึงช่วยยืนยันความถูกต้องของกรอบทฤษฎีเหล่านี้ในบริบทตลาดอีคอมเมิร์ซของไทย

ในเชิงปฏิบัติ ข้อมูลจากงานวิจัยสามารถนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการวางแผนกลยุทธ์ทางการตลาดของผู้ประกอบการอีคอมเมิร์ซไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการออกแบบแพลตฟอร์มให้ใช้งานง่ายและน่าเชื่อถือ สร้างระบบรีวิวก่อนซื้อ และออกแบบแคมเปญการตลาดที่สามารถกระตุ้นแรงจูงใจเชิงอารมณ์ของผู้ซื้อได้ตรงกลุ่ม นอกจากนี้ ผู้ประกอบการสามารถใช้ข้อมูลความแตกต่างของพฤติกรรมตามปัจจัยประชากรศาสตร์ เช่น อาชีพและความถี่ในการซื้อ เพื่อกำหนดกลยุทธ์การแบ่งกลุ่มตลาด (Market Segmentation) ได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น หน่วยงานภาครัฐหรือผู้วางนโยบายเกี่ยวกับเศรษฐกิจดิจิทัลก็สามารถใช้ผลการศึกษาเพื่อส่งเสริมความรู้ด้านเทคโนโลยีแก่กลุ่มประชากรบางกลุ่มที่อาจเข้าถึงน้อยกว่า ช่วยลดความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัลในระยะยาว และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ไทยโดยรวม

4.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อจำกัดของการวิจัยนี้อยู่ที่การใช้กลุ่มตัวอย่างแบบสะดวกซึ่งอาจไม่สามารถแทนประชากรผู้บริโภคออนไลน์ทั้งหมดได้ โดยเฉพาะผู้ที่อยู่นอกเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล อีกทั้งข้อมูลที่เก็บจากแบบสอบถามเป็นการประเมินตนเอง อาจมีอคติหรือไม่สะท้อนพฤติกรรมจริง นอกจากนี้ การศึกษาจำกัดเฉพาะช่วงเวลาและบริบทของประเทศไทย จึงอาจได้รับอิทธิพลจากปัจจัยเฉพาะด้านเศรษฐกิจหรือกระแสสังคมเฉพาะช่วง ดังนั้น ในการวิจัยในอนาคต ควรขยายขอบเขตไปยังพื้นที่อื่นหรือประเทศอื่นเพื่อเปรียบเทียบบริบททางวัฒนธรรม และใช้วิธีวิจัยแบบผสม เช่น การสัมภาษณ์หรือการสังเกตพฤติกรรมจริง เพื่อเพิ่มความลึกซึ้งในการวิเคราะห์ พร้อมทั้งควรศึกษาตัวแปรใหม่ที่จะสะท้อนการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมผู้บริโภคยุคดิจิทัล เช่น ความเชื่อมั่นต่อรีวิวออนไลน์ ระบบอัตโนมัติ หรืออิทธิพลของผู้มีอิทธิพลบนโซเชียลมีเดีย

5. เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์. (2566). *การสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย Thailand Internet User Behavior*. เข้าถึงได้จาก <https://www.etda.or.th/th>.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean model of information systems success: a ten-year update. *Journal of management information systems*, 19(4), 9-30.
- Gefen, D., Karahanna, E., & Straub, D. W. (2003). Trust and TAM in online shopping: An integrated model. *MIS Quarterly*, 27(1), 51–90. <https://doi.org/10.2307/30036519>
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing management* (15th ed.). London: Pearson Education.
- Luo, X., Griffith, D. A., Liu, S. S., & Shi, Y. Z. (2004). The effects of customer relationships and social capital on firm performance: Evidence from China. *Journal of International Marketing*, 12(4), 25–45. <https://doi.org/10.1509/jimk.12.4.25.53213>
- Pavlou, P. A. (2003). Consumer acceptance of electronic commerce: Integrating trust and risk with the technology acceptance model. *International journal of electronic commerce*, 7(3), 101-134.
- Yamane, T. (1973). *Statistics: An introductory analysis* (3rd ed.). London: Harper and Row.

การพัฒนาแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน
หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี

Application Development, Tracking System, Growing Economic Crops Mixed
Agricultural Land Nam Sap Village, Kaeng Krachan, Phetchaburi.

ชมพูนุท โภคณิตถานนท์¹ และ ศิริรัตน์ ชำนาญรบ²

Chompoonud PhoKanittanon¹ and Sirirat Chamnanrob²

¹ อาจารย์ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

* E-mail: Chompoonud.p@rmutp.ac.th; 0895079653

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีพื้นฐานจากยุทธศาสตร์การอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม พ.ศ.2563–2570 แพลตฟอร์มที่ 4 ซึ่งเน้นการพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิต ลดความเหลื่อมล้ำ และสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนผ่านนวัตกรรม หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อำเภอกา่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี เป็นพื้นที่ต้นแบบที่นำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงและการเกษตรผสมผสานมาใช้ในการดำเนินชีวิต งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ โดยใช้กล้วยหอมทองเป็นพืชต้นแบบ เพื่อส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในภาคเกษตรกรรม แอปพลิเคชันสามารถบันทึกกิจกรรมการเกษตร เช่น การปลูก รดน้ำ ใส่ปุ๋ย และเก็บเกี่ยว พร้อมแจ้งเตือนผ่าน Line Notify ระบบแบ่งออกเป็นสองส่วน ได้แก่ ผู้ดูแลระบบและผู้ใช้งาน โดยมีการควบคุมสิทธิ์การเข้าใช้งาน ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่าระบบมีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.62) และผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งาน 30 คน พบว่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.53) สะท้อนถึงความเหมาะสมของแอปพลิเคชันในการนำไปใช้จริง และสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากตามยุทธศาสตร์ชาติ

คำสำคัญ: แอปพลิเคชัน, ระบบติดตาม, พืชเศรษฐกิจ, เกษตรผสมผสาน

Abstract

This research is based on the Higher Education, Science, Research, and Innovation Strategy (2020–2027), Platform 4, which emphasizes grassroots economic development to enhance quality of life, reduce inequality, and strengthen communities through innovation. Ban Nam Sap, located in Kaeng Krachan District, Phetchaburi Province, serves as a model community that applies the philosophy of sufficiency economy and integrated farming for sustainable living. The objective of this study is to develop an application for tracking economic crop cultivation, using banana as the model crop, to promote the use of digital technology in agriculture. The application allows users to record agricultural activities such as planting, watering, fertilizing, and harvesting, with notifications sent via Line Notify. The system is divided into two modules: administrator and user, with access control for security. Evaluation by five experts indicated that the system's performance was rated at the highest level (average score of 4.62). Additionally, a satisfaction survey conducted with 30 users from Ban Nam Sap showed a very high level of user satisfaction (average score of 4.53). These findings reflect the practical suitability of the application and its potential to support grassroots economic development in alignment with the national strategy.

Keywords: Application, Tracking System, Economic Crop, Mixed Agricultural

1. บทนำ

ยุทธศาสตร์การอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม พ.ศ.2563-2570 แบ่งออกเป็น 4 แพลตฟอร์ม ตามแพลตฟอร์มที่ 4 ได้ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก เป็นการดำเนินการที่สำคัญในการพัฒนาและยกระดับประเทศให้เป็นประเทศรายได้สูง ที่มีการกระจายรายได้อย่างทั่วถึง เป็นการวางรากฐานที่มั่นคงให้กับเศรษฐกิจไทยในอนาคต การส่งเสริมเศรษฐกิจระดับชุมชนท้องถิ่นให้สามารถมีความเข้มแข็ง มีศักยภาพในการแข่งขัน พึ่งพาตนเองได้ จะก่อให้เกิดการยกระดับมาตรฐานการครองชีพ และความเป็นอยู่ของประชาชนในชุมชนให้ดีขึ้นและนำไปสู่การแก้ไขปัญหาความยากจน ความเหลื่อมล้ำ และความไม่เสมอภาคตามเป้าหมายการพัฒนาของยุทธศาสตร์ชาติ โดยเฉพาะด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม เพื่อให้ประชาชนได้รับผลประโยชน์จากการพัฒนาอย่างทั่วถึงและเป็นธรรม ผ่านการเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชนให้กลายเป็นชุมชนนวัตกรรมและมินิวัตรในชุมชน การใช้นวัตกรรมสังคมเข้าไปช่วยแก้ปัญหาในชุมชน ส่งเสริมการสร้างมูลค่าเพิ่มจากทุนทางสังคม ทรัพยากรธรรมชาติ และวัฒนธรรม เพื่อสร้างรายได้ให้เกษตรกร วิสาหกิจเริ่มต้น และวิสาหกิจชุมชน การแก้ไขปัญหาความยากจนอย่างแม่นยำในทุกมิติ ด้วยการวิเคราะห์สถานการณ์จากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ รวมไปถึงการกระจายความเจริญสู่เมืองต่าง ๆ ทุกภูมิภาค ให้เป็นแหล่งสร้างงานสร้างรายได้ ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดี และเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศบนความสามารถของคนในพื้นที่ จ.เพชรบุรี เป็นจังหวัดหนึ่งในเขตภาคกลางตอนล่างที่ยังคงให้ความสำคัญกับการเกษตร และเป็นพื้นที่ที่น้อมรับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง การทำการเกษตรผสมผสาน มาใช้ในการทำการเกษตร หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี เป็นหมู่บ้านที่นำเอาหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และการทำการเกษตรผสมผสาน มาใช้ในหมู่บ้าน จนเป็นหมู่บ้านต้นแบบในการดำเนินชีวิต ปลดหนี้ได้ มีปราชญ์ชาวบ้านที่เป็นต้นแบบในการใช้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และการทำการเกษตรผสมผสาน “ปลูกทุกอย่างที่กิน กินทุกอย่างที่ปลูก เหลือส่งขาย” สามารถปลดหนี้ได้ในเวลา 10 ปี ทำให้สมาชิกในหมู่บ้านดำเนินรอยตาม จากการลงพื้นที่เพื่อศึกษาข้อมูลการทำเกษตรของหมู่บ้าน พบว่า มีการพัฒนาแบ่งพื้นที่เพื่อทำการเกษตร ปลูกพืชเศรษฐกิจ หลายชนิด เช่น กล้ายหอมทอง โกโก้ ทุเรียน เป็นต้น ในการทำการเกษตรเน้นการทำเกษตรอินทรีย์ ปลอดภัย ไร้สารพิษ ใช้ความรู้ด้านสมุนไพร กำจัดแมลง เพิ่มปุ๋ยในดิน ยังไม่มีการนำเทคโนโลยีดิจิทัล เข้ามาช่วยในการควบคุมดูแล แจ้งเตือนการให้น้ำ ปุ๋ย ยา กำจัดแมลง กำหนดการเก็บเกี่ยวผลผลิตต่างๆ จากการเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน พบว่า หมู่บ้านพร้อมรับการพัฒนาระบบเทคโนโลยีดิจิทัล โดยได้มีหน่วยงานราชการเข้ามาส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการบริหารงานของหมู่บ้าน เพื่อก้าวเข้าสู่การเป็น เกษตรกร 4.0 การพัฒนาแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี จึงสามารถนำไปใช้ในการส่งเสริมให้เกษตรกรของหมู่บ้าน ได้ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ผ่านแอปพลิเคชัน บนสมาร์ตโฟนของผู้ใช้งาน ก้าวเข้าสู่การเป็น เกษตรกร 4.0 ตามยุทธศาสตร์ชาติ

1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ ในพื้นที่ทำการเกษตรผสมผสาน
- 2) เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ ในพื้นที่ทำการเกษตรผสมผสาน ที่สร้างขึ้น

1.2 ทบทวนวรรณกรรม

เกษตรผสมผสานและไร่นาสวนผสม เป็นการนำเอาส่วนผสมของการทำอาชีพเกษตรกรรมรวมไว้อย่างน้อย 2 ประเภทขึ้นไป หรือการที่เกษตรกรทำงานมากกว่า 2 ชนิดขึ้นไปภายในพื้นที่และช่วงเวลาเดียวกัน

เกษตรผสมผสาน เป็นการทำการเกษตรในรูปแบบต่าง ๆ บนพื้นที่หนึ่ง ซึ่งมีมากกว่า 2 ประเภทขึ้นไปไม่ว่าจะเป็นการปลูกพืชคนละชนิด การเลี้ยงสัตว์คนละประเภท เพื่อให้เกิดการเกื้อกูลระหว่างกัน และสร้างประโยชน์ให้กับเกษตรกรมากที่สุด ตั้งอยู่บนพื้นฐานห่วงโซ่ที่มีความสัมพันธ์กัน เป็นการประหยัดต้นทุนค่าใช้จ่าย ไม่ยุ่งยากในการดูแล เช่น การปลูกข้าว มีการทำบ่อเลี้ยงปลาที่ข้างคันนา หรือการเลี้ยงไก่เอาไว้บนบ่อปลา เป็นต้น ไร่นาสวนผสม เน้นการปลูกพืชเป็นส่วนใหญ่แต่ไม่จำเป็นต้องปลูกในเวลาเดียวกันเสมอไป เช่น ช่วงฤดูข้าวมีการปลูกข้าวขายตามปกติ แต่เมื่อหมดการเก็บเกี่ยวไปแล้วอาจเปลี่ยนพื้นที่นาบริเวณนั้นเป็นไร่

ถั่วลิสง ไร้อ้อย ไร่มันสำหรับหลัง ฯลฯ เพื่อไม่เป็นการปล่อยพื้นที่ให้เกิดการรกร้างและขาดประโยชน์ ส่วนใหญ่แล้วการทำไร่นา ส่วนผสมจะเน้นเรื่องของความคุ้มค่าและราคาของพืชผลเป็นหลักสำคัญ

ประโยชน์ของการทำเกษตรผสมผสานและไร่นาสวนผสม

1) การใช้พื้นที่ให้ได้ประโยชน์มากที่สุด การเปลี่ยนพื้นที่เดิม ๆ ซึ่งเคยปลูกหรือเลี้ยงสัตว์แค่ชนิดเดียวมาเป็นเกษตรผสมผสานและไร่นาสวนผสม จะช่วยให้ทุกพื้นที่ของเกษตรกรถูกใช้งานอย่างเหมาะสม คุ้มค่า ไม่ปล่อยให้กลายเป็นพื้นที่ว่างเปล่าไร้ประโยชน์

2) เพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรได้มากขึ้น เมื่อมีการสร้างผลผลิตที่มากขึ้นแม้มีอยู่บนพื้นที่เดียวกัน ย่อมสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรมากกว่าเดิม เช่น จากเดิมที่ชาวนามีแค่การทำนา เมื่อหมดหน้านา สามารถสร้างรายได้จากการขายพืชไร่นาชนิดอื่น ๆ แทน หรือ จากเดิมเป็นแค่สวนผักเล็ก ๆ แต่มีการเลี้ยงปลาเพิ่มในบ่อน้ำที่นำไปใช้รดน้ำผักทุกวัน เท่ากับสร้างรายได้ 2 ช่องทาง

3) สร้างแนวคิดวางแผนในการทำงานอย่างเหมาะสม การจะเลือกทำเกษตรผสมผสานและไร่นาสวนผสมไม่ว่าชนิดใดก็ตาม ต้องมีการวางแผนให้รอบคอบก่อนเสมอ การทำเกษตรในลักษณะผสมผสานหรือไร่นาสวนผสม จะช่วยให้รู้จักการวางแผนแบบเป็นขั้นตอน ควรทำแบบไหน อย่างไร เพื่อให้ผลผลิตออกมาตรงกับที่ต้องการมากที่สุด

เกษตรผสมผสานและไร่นาสวนผสม เป็นแนวทางที่ดี ที่จะช่วยให้เกษตรกรทุกคนมีรายได้ดีขึ้นกว่าเดิม การใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์ และมีรายได้เพิ่มเติม ได้อยู่บนพื้นที่ของตนเอง ได้ทำในสิ่งที่รัก ได้อยู่กับธรรมชาติ ครอบครัวยามีความสุข ได้เห็น ได้ทำ และเลี้ยงชีพในแบบที่น่ายินดีพอใจ

พืชเศรษฐกิจ เป็นปัจจัยสำคัญในการหล่อเลี้ยงชีวิตให้กับคนไทยมาอย่างยาวนาน เมื่อปลูกในปริมาณมากขึ้นย่อมสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรมากตามไปด้วย ตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบันมีพืชเศรษฐกิจที่ส่งเสริมอาชีพ ทำเงินให้กับคนในประเทศเป็นจำนวนมาก พืชเศรษฐกิจ ไม่ใช่แค่การบริโภคของคนเพียงอย่างเดียว แต่ยังรวมถึงการนำไปเลี้ยงสัตว์ และทำประโยชน์ในด้านอื่น ๆ เพื่อให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุดด้วย ประเทศไทย สามารถปลูกพืชต่าง ๆ ได้หลากหลายชนิดในแบบที่หลายประเทศทำไม่ได้ แหล่งรายได้หลักจึงมักมาจากประเทศพัฒนาแล้วแต่ขาดแคลนด้านการผลิต จึงต้องอาศัยการนำเข้านั่นเอง พืชเศรษฐกิจของไทย ได้แก่

1) ข้าว คือ อาหารหลักของคนไทยและผู้คนอีกจำนวนมาก เป็นพืชเศรษฐกิจที่ได้รับความต้องการจากประเทศคู่ค้ามหาศาลในแต่ละปี “ข้าวหอมมะลิ” เป็นพันธุ์ข้าวที่ถูกยกย่องว่าดีที่สุดในโลก ด้วยรสสัมผัสอันเนียนนุ่ม และรสชาติที่มีความหวานในตัว ข้าว ถือเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของเมืองไทย รวมถึงสายพันธุ์อื่น ๆ ด้วย เช่น ข้าวเหนียว ข้าวหอม ข้าวขาวพื้นแข็ง (ประมาณ 50 % ของการส่งออก) เป็นต้น กลุ่มประเทศที่เป็นคู่ค้ารายใหญ่ในการส่งออกข้าวคือ จีน และสหรัฐฯ แม้ในปัจจุบันเวียดนามจะส่งออกข้าวได้มากกว่า แต่ด้วยคุณภาพและความพึงพอใจของผู้บริโภค ข้าวของประเทศไทยจึงยังคงเป็นที่ชื่นชอบของคู่ค้า

2) ยางพารา เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญรองลงมาจากข้าว น้ำยางยังคงเป็นที่ต้องการของตลาดโลกเพื่อนำไปทำสิ่งต่าง ๆ ให้นมนุษย์ได้ใช้งานมากมาย อาทิ ยางรถยนต์ ส่วนผสมในการทำยางมะตอยเทพื้น ยางกันรั้วซึม ถังยางอนามัย และอื่น ๆ อีกมาก การส่งออกทั้งแบบน้ำยางดิบ และผ่านการแปรรูปมาแล้ว จึงส่งผลถึงการสร้างรายได้ที่หลากหลาย การปลูกยางนอกจากภาคใต้แล้วยังมีการพัฒนาและปรับพื้นที่ในภาคอื่น ๆ โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการปลูกยางพารากันมากขึ้น สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรมากตามไปด้วย ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกอันดับ 1 ของโลกมารวม 30 ปี คิดเป็นเกือบ 30% ของยางพาราทั้งหมดที่ใช้งานกันในทุกประเทศ

3) อ้อย เป็น พืชเศรษฐกิจในปัจจุบันที่กำลังมีความต้องการสูงมาก ๆ ในต่างประเทศ การส่งออกอ้อยมีทั้งแบบสด และการนำไปแปรรูปเป็นน้ำตาลทรายเพื่อใช้ปรุงอาหาร การนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนต่าง ๆ ประเทศไทยมีการสร้างรายได้จากอ้อยมากเป็นอันดับ 2 รองจากบราซิลประเทศเดียวเท่านั้น ถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อการสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร และประเทศมาก การปลูกอ้อยมักกระจายตามแถบพื้นที่ราบลุ่ม และทนแล้งได้ เช่น นครสวรรค์ อุตรดิตถ์ นครราชสีมา กาญจนบุรี กำแพงเพชร ปัจจุบันมีเกษตรกรที่หันมาปลูกอ้อยกันมากขึ้นกว่าเดิม เนื่องจากได้ราคาดี ดูแลง่าย เก็บเกี่ยวรวดเร็ว ไม่ต้องรอนานเหมือนกับพืชหลาย ๆ ชนิด

4) มันสำปะหลัง เป็นผลิตภัณฑ์สร้างเศรษฐกิจให้กับประเทศไทยมากในลำดับต้น ๆ ปกติแล้วจะถูกนำไปแปรรูปเป็นอาหารสัตว์เนื่องจากมีคุณค่าโภชนาการสูง มีการนำไปแปรรูปเพิ่มเติมกลั่นให้กับอาหาร ทำให้มีความน่าทานมากขึ้น ผลิตเป็นน้ำมันเอทานอลเพื่อใช้ทดแทนพลังงานจากน้ำมันดิบ ส่งผลให้ มันสำปะหลัง เป็นความต้องการในตลาดโลกสูงมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยมีคู่ค้าที่สำคัญคือ จีน ประเทศทางแถบยุโรป รวมถึงสหรัฐอเมริกา

5) ปาล์มน้ำมัน การส่งออกของพืชชนิดนี้จะผ่านการแปรรูปให้กลายเป็นน้ำมันปาล์มเพื่อส่งออกไปยังต่างประเทศ สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรที่ปลูกเป็นอย่างดี ปาล์มน้ำมันอาจไม่ใช่พืชที่สร้างรายได้จากจำนวนเงินมหาศาลมากนัก แต่ยังคงถือว่าเป็นพืชที่คนไทยนิยมปลูก เพราะให้ผลผลิตดี ดูแลไม่ยาก สามารถนำเอาไปใช้ในประเทศ สามารถสร้างรายได้อย่างยิ่งยืน

ประเภทของพืชเศรษฐกิจ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) พืชไร่ เป็นประเภทของพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญในลำดับต้น ๆ ของเมืองไทย จุดเด่นของพืชเศรษฐกิจประเภทนี้คือ ดูแลรักษาง่าย ปลูกได้ดีในพื้นที่ลุ่มดอน มีน้ำเข้าถึงง่าย แต่อาจต้องใช้พื้นที่ในปริมาณมากเพื่อให้เกิดผลผลิตในแบบที่คาดหวังเอาไว้ ปกติแล้วมักปลูกแบบพืชฤดูกาลเดียว คือ ใช้พื้นที่เดียวแต่ปลูกพืชหลาย ๆ อย่างตามแต่ฤดูกาล กลุ่มของพืชไร่ออกมาสามารถแบ่งย่อยได้แก่ กลุ่มธัญพืช เช่น ถั่วประเภทต่าง ๆ ข้าวโพด ข้าวโอ๊ต ข้าวสาลี กลุ่มพืชไร่ที่มีน้ำมัน เช่น ปาล์มน้ำมัน อ้อย กลุ่มพืชไร่ที่ใช้น้ำตาล เช่น อ้อย กลุ่มพืชเส้นใย เช่น ฝ้าย ปอ ป่าน กัญชง มะพร้าว กลุ่มพืชหัว เช่น มันสำปะหลัง มันแกว มันเทศ เผือก กลุ่มพืชอาหารสัตว์ เช่น มันสำปะหลัง หญ้ากีนี กลุ่มพืชออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท เช่น ชา กาแฟ ยาสูบ

2) พืชสวน เป็นประเภทของพืชเศรษฐกิจที่มีความหลากหลาย ไม่จำกัดพื้นที่ว่าจะมีขนาดเท่าไร สามารถนำเอาไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ได้หลากหลาย ซึ่งแบ่งย่อยออกได้ดังนี้ กลุ่มพืชผัก มักใช้ในการประกอบอาหารจากส่วนต่าง ๆ ของผลผลิตไม่ว่าจะเป็นใบ ดอก ราก ต้น เมล็ด กลุ่มพืชผล หรือ ผลไม้ ซึ่งจากผลเป็นหลัก มักเป็นกลุ่มพืชที่มีอายุยืน ใช้เวลานาน หลายชนิดจึงมีราคาแพง กลุ่มไม้ดอก ไม้ประดับ เป็นพืชเศรษฐกิจกลุ่มใหม่ที่กำลังมาแรง นำไปใช้งานในด้านการประดับตกแต่งเป็นส่วนใหญ่

3) ไม้เศรษฐกิจ กลุ่มนี้ต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบเพื่อไม่เกิดปัญหาเรื่องการบุกรุกป่า หรือการตัดไม้ทำลายป่า ซึ่งบรรดาไม้เศรษฐกิจที่ยังได้รับความนิยม เช่น ไม้ยางพารา ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้มะฮอกกานี ไม้ไผ่ ไม้ยูคาลิปตัส รวมถึงการถูกนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

พืชเศรษฐกิจในอนาคต แม้ว่าพืชเศรษฐกิจในปัจจุบันที่เป็นหัวใจหลักในการสร้างรายได้ให้กับประเทศ แต่ยังมีพืชอีกหลายชนิดที่ถูกมองว่าจะกลายเป็นพืชเศรษฐกิจในอนาคต ตัวอย่างเช่น พริกชี้ฟ้า ปลูกง่าย ให้ผลผลิตรวดเร็วทันใจ แปรรูปเป็นอาหารอื่นได้ เช่น ซอสพริก พริกแห้ง พริกป่น เป็นต้น ฝรั่งเทศ หรือฝรั่งสีม่วง พืชเศรษฐกิจในอนาคตที่คาดว่าจะมีโอกาสเข้ามาทดแทนยางพารา เพราะสามารถทำประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น การเก็บหน่อขายสด แปรรูป การนำไปทำเป็นเชื้อเพลิง รวมถึงประโยชน์ในด้านประมง แมคคาเดเมีย เป็นพืชที่ได้รับความนิยมสูงทั้งในเมืองไทยและต่างประเทศ ส่งผลให้มีเกษตรกรจำนวนมากหันมาปลูกมากขึ้น สามารถนำไปแปรรูปเป็นอาหารอื่นได้ เช่น น้ำมัน สบู่ โกลี ไม้เป็นพืชเศรษฐกิจในอนาคตจะสร้างรายได้อย่างยิ่งยืน โดยปัจจุบันผลผลิตที่ได้จำหน่ายในประเทศ 80% และส่งออกประเทศเพื่อนบ้าน 20%

นวัตกรรม หมายถึง แนวคิดใหม่ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ที่ต่อยอด และใช้ประโยชน์จากสิ่งที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัยยิ่งขึ้น โดยอาศัยความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อนำไปสร้างสรรค์ในรูปแบบใหม่ให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น ซึ่งนวัตกรรมที่ประสบความสำเร็จ สามารถช่วยสร้างมูลค่าในเชิงเศรษฐกิจได้ คำว่า "นวัตกรรม" ในภาษาอังกฤษ คือ Innovation ซึ่งเป็นคำที่มีรากศัพท์มาจากภาษาละตินอย่าง "Innovare" หมายถึง "ทำสิ่งใหม่ขึ้นมา" สามารถแบ่งได้ 7 ประเภท ดังนี้

1) นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) การปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่แล้วให้พัฒนาก้าวหน้ายิ่งขึ้น โดยมีทั้งแบบที่จับต้องได้ และจับต้องไม่ได้ ช่วยสร้างความสะดวกสบายแล้ว สามารถเพิ่มมูลค่าเชิงพาณิชย์ในตลาดได้ เช่น รถยนต์ขับเคลื่อนอัตโนมัติ จอโทรทัศน์แบบ HDTV ทีวีไร้สาย เป็นต้น

2) นวัตกรรมกระบวนการ (Process Innovation) การพัฒนาแนวทาง วิธีผลิตสินค้า และบริการ ให้มีรูปแบบใหม่ที่ทันสมัยมากขึ้น อาจจะเป็นการลดขั้นตอนกระบวนการผลิตให้รวดเร็วมากขึ้น เพื่อประหยัดต้นทุน และเวลา เช่น การย้ายฐานการผลิตสินค้าไปยังแหล่งใหม่ เป็นต้น

3) นวัตกรรมด้านการวางตำแหน่งของสินค้า (Position Innovation) การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของนวัตกรรม สินค้าและบริการ จากแบบเดิมที่รู้จักหรือคุ้นเคย ไปสู่การรับรู้ใหม่ที่ทันสมัยมากขึ้น ภาพลักษณ์ใหม่ ๆ ผู้บริโภค เช่น เครื่องสำอางที่ปรับปรุงแบรนด์ โดยใช้เทคโนโลยีปรับปรุงสูตรใหม่ ทำให้ครองใจกลุ่มลูกค้าวัยรุ่นมากขึ้น เป็นต้น

4) นวัตกรรมด้านกระบวนทัศน์ (Paradigm Innovation) การสร้างนวัตกรรมที่สามารถเปลี่ยนแปลงความคิดเดิม ๆ ได้ เพื่อไปสู่การสร้างกรอบความคิดใหม่ ๆ เช่น จากเดิมเชื่อว่าสมาร์ตโฟน 5G จะต้องมีความสูง แต่เทคโนโลยี ทำให้สมาร์ตโฟนเหล่านี้อาณาเขต และสามารถใช้ถึงคนหลายระดับได้มากขึ้น

5) นวัตกรรมเกษตร การนำนวัตกรรมมาประยุกต์ใช้ทางการเกษตร สามารถสร้าง "เกษตรดิจิทัล" ที่ใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยทุ่นแรง ลดค่าใช้จ่าย และลดความเสี่ยงให้แก่เกษตรกร ไม่ว่าจะเป็นแอปพลิเคชันช่วยประเมินปริมาณน้ำฝน วันฝนตก เพื่อให้วางแผนเพาะปลูกได้สะดวก

6) นวัตกรรมสุขภาพ ความก้าวหน้าของนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการแพทย์ มีส่วนช่วยแก้ไขปัญหาสุขภาพให้ผู้คนในยุคปัจจุบัน ทำให้ชีวิตผู้คนยืนยาวมากขึ้น นวัตกรรมการผลิตอุปกรณ์เทคโนโลยีต่างๆ นำมาประยุกต์ใช้เพื่อจะได้รู้เท่าทันสัญญาณของโรคต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น เพื่อจะได้หาทางรักษาสุขภาพของตนเองมาก

7) นวัตกรรมทางการศึกษา สิ่งประดิษฐ์ด้านการศึกษา ช่วยส่งเสริมให้การเรียนการสอนสะดวก และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น โปรแกรมสำหรับเรียนออนไลน์ทางไกล ช่วยให้นักเรียนในพื้นที่ห่างไกลได้เข้าถึงชุดข้อมูลความรู้ แอปพลิเคชันแปลภาษา ตัวช่วยในการเรียนภาษาที่ 2 และ 3 รวมไปถึงการนำ AI และหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้ในการสอน เพื่อเสริมสร้างพัฒนาการและความคิดสร้างสรรค์ให้เด็ก ๆ เป็นต้น

ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง "เศรษฐกิจพอเพียง" เป็นปรัชญาที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงมีพระราชดำริชี้แนะแนวทางการดำเนินชีวิตแก่พสกนิกรชาวไทยมาโดยตลอดนานกว่า ๒๕ ปี ตั้งแต่ก่อนเกิดวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ และเมื่อภายหลังได้ทรงเน้นย้ำแนวทางการแก้ไขเพื่อให้รอดพ้น และสามารถดำรงอยู่ได้อย่างมั่นคงและยั่งยืนภายใต้กระแสโลกาภิวัตน์และความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ที่ทรงปรับปรุงพระราชทานเป็นที่มาของนิยาม “3 ห่วง 2 เงื่อนไข” ประกอบด้วยความ “พอประมาณ มีเหตุผล มีภูมิคุ้มกัน” บนเงื่อนไข “ความรู้” และ “คุณธรรม”

ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง 3 ห่วง ได้แก่ ห่วง 1. ความพอประมาณ หมายถึง ความพอดีที่ไม่น้อยเกินไปและไม่มากเกินไปโดยไม่เบียดเบียนตนเองและผู้อื่น เช่น การผลิตและการบริโภคที่อยู่ในระดับพอประมาณ ห่วง 2. ความมีเหตุผล หมายถึง การตัดสินใจเกี่ยวกับระดับของความพอเพียงนั้นจะต้องเป็นไปอย่างมีเหตุผล โดยพิจารณาจากเหตุปัจจัยที่เกี่ยวข้องตลอดจนคำนึงถึงผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการกระทำนั้น ๆ อย่างรอบคอบ ห่วง 3. การมีภูมิคุ้มกันที่ดีในตัว หมายถึงการเตรียมตัวให้พร้อมรับผลกระทบ และการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นโดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ของสถานการณ์ต่าง ๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตทั้งใกล้และไกล

ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง 2 เงื่อนไข ได้แก่ เงื่อนไข ความรู้ ประกอบด้วย ความรอบรู้เกี่ยวกับวิชาการต่าง ที่เกี่ยวข้องอย่างรอบด้าน ความรอบคอบที่จะนำความรู้เหล่านั้นมาพิจารณาให้เชื่อมโยงกัน เพื่อประกอบการวางแผนและความระมัดระวังในขั้นปฏิบัติ เงื่อนไข คุณธรรม ที่จะต้องเสริมสร้างประกอบด้วย มีความตระหนักในคุณธรรม มีความซื่อสัตย์สุจริต และมีความอดทน มีความพากเพียร ใช้สติปัญญาในการดำเนินชีวิต

“เศรษฐกิจพอเพียง” (Sufficiency Economy) เป็นปรัชญาที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงมีพระราชดำริชี้แนะแนวทางการดำเนินชีวิตแก่พสกนิกรชาวไทยมาโดยตลอดรวมถึงการพัฒนาและบริหารประเทศ ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของ ทางสายกลาง คำนึงถึง ความพอประมาณ ความมีเหตุผล การสร้างภูมิคุ้มกันที่ดีในตัว ตลอดจนใช้ความรู้ ความรอบคอบ และคุณธรรมประกอบการวางแผน การตัดสินใจ และการกระทำ

AppSheet เป็นแพลตฟอร์มสำหรับการสร้างแอปพลิเคชันแบบไม่ต้องเขียนโค้ด ซึ่งเปิดให้ผู้ใช้ทุกคนสร้างแอปพลิเคชันที่กำหนดเองโดยใช้ข้อมูลและขั้นตอนทางธุรกิจที่มีอยู่ การใช้ AppSheet ผู้ใช้สามารถสร้างแอปพลิเคชันที่ทำงานบนเครื่องมือแบบมือถือและเว็บได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่จำเป็นต้องมีความเชี่ยวชาญในการเขียนโค้ด โปรแกรม AppSheet ใช้งานได้กับข้อมูลที่เก็บ

อยู่ในสถานที่ต่าง ๆ เช่น Google Sheets, Excel, SQL databases และแหล่งข้อมูลอื่น ๆ อีกมากมาย ผู้ใช้สามารถกำหนดรูปแบบและการทำงานของแอปพลิเคชันได้อย่างอิสระ และสามารถเพิ่มฟังก์ชันพิเศษ เช่น การเพิ่มรูปภาพ การนำเข้าข้อมูล การคำนวณต่าง ๆ และการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตารางข้อมูลได้ตามต้องการ AppSheet เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับการสร้างแอปพลิเคชันทางธุรกิจ หรือแอปพลิเคชันที่ใช้ในการจัดการข้อมูล ซึ่งมีการสนับสนุน และการอัปเดตอยู่เรื่อย ๆ และมีการรวมกับบริการคลาวด์แบบพร้อมใช้งาน เช่น Google Workspace หรือ Microsoft 365 เพื่อความรวดเร็วในการแบ่งปัน และใช้งานแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นด้วยคนในองค์กรได้ง่ายขึ้น

Google Sheet คือ สเปรดชีตออนไลน์สำหรับสร้าง และจัดรูปแบบสเปรดชีต และทำงานร่วมกับคนอื่น ๆ สามารถสร้างและแก้ไขสเปรดชีตร่วมกับทีมพร้อมกันในเบราว์เซอร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยแผนภูมิ และตัวกรอง จัดการรายการงาน สร้างแผนโครงการ และอื่น ๆ อีกมากมาย โดยระบบจะบันทึกการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดโดยอัตโนมัติ

การปลูกกล้วยหอมทอง การเตรียมดินทำการไถพรวนพร้อมตากดินประมาณ 1-2 สัปดาห์ เพื่อเป็นการพลิกดินเพื่อฆ่าเชื้อโรครายในแปลงหากแปลงที่เคยปลูกพืชอื่นมาก่อนควรตากดินให้นานมากขึ้น และโรยปูนขาวเพื่อฆ่าเชื้อโรครายในแปลง จากนั้นทำการใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปรับสภาพความเป็นกรดต่างของดิน อัตรา 25-50 กิโลกรัมต่อไร่ พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกกล้วยควรปลูกในดินร่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีการระบายน้ำและการหมุนเวียนอากาศดีถ้าเกษตรกรปลูกกล้วยในดินที่เป็นดินเหนียวควรใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มมากขึ้นซึ่งจะช่วยให้ดินร่วนโปร่งรากสามารถแผ่กระจายเพื่อหาอาหารได้ดีมากขึ้น การใส่ปุ๋ยและบำรุงต้น ช่วงอายุ 1-3 เดือน ระยะพัฒนาต้น ช่วงอายุ 3-5 เดือน ระยะทำปลี ช่วงอายุ 5-9 เดือน ระยะพัฒนาผล การให้น้ำ โดยทั่วไปเกษตรกรนิยมให้น้ำผ่านระบบสปริงเกอร์ เนื่องจากสามารถให้น้ำได้ทั้งแปลง แต่แท้จริงแล้วการให้น้ำผ่านร่องเป็นวิธีการที่ดีที่สุดเพราะต้นกล้วยได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอ กล้วยเป็นพืชที่ชอบน้ำ แต่ไม่ชอบแฉะ ระยะเวลาการให้น้ำขึ้นอยู่กับความชื้นภายในดิน และสภาพภูมิอากาศหรือฤดูในช่วงนั้น การเก็บกล้วยหอม หลังจากการปลูกแล้วประมาณ 10-11 เดือน จะเริ่มเก็บเครือได้ โดยมีระยะหลังปลูกถึงแทงปลี 7-8 เดือน และหลังจากแทงปลีจนเก็บเครือได้ 70-80 วัน โดย 1 เครือ จะมีหวีประมาณ 6-10 หวี และ 1 หวี มีประมาณ 10-16 ผล หรือมากกว่า หากดินมีความสมบูรณ์ หลังจากตัดปลี ประมาณ 70-80 วัน จะเริ่มเก็บเครือหรือผลได้ ทั้งนี้ หากเป็นการส่งจำหน่าย จำเป็นต้องเก็บก่อนผลสุกหรือผลเหลือง ประมาณ 3 วัน



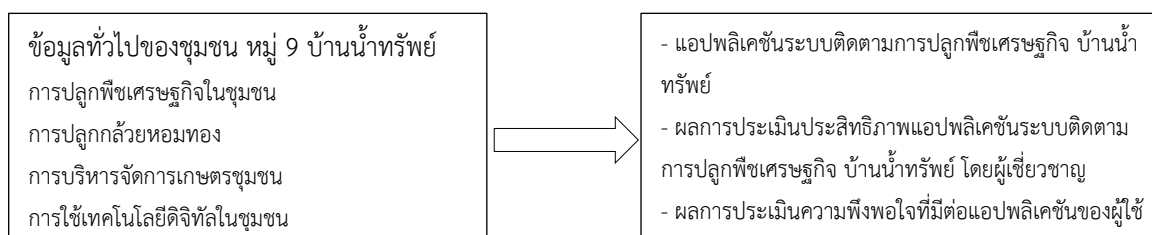
ภาพที่ 1 สวนกล้วยหอมทอง หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดเพชรบุรี

วริศร์ รัตนนิมิต (2560) ทำงานวิจัยเรื่อง การติดตามและแจ้งเตือนข้อมูลทางเกษตรกรรมผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง เพื่อให้ได้รับข้อมูลอย่างสะดวกรวดเร็ว เช่น แสงแดด อุณหภูมิความชื้นในดิน ความชื้นอากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการทำเกษตร ดังนั้นผู้วิจัยจึงคิดค้นระบบติดตามและแจ้งเตือนข้อมูลทางการเกษตรผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ในการรับข้อมูลจาก Sensors DTH11 เพื่อวัดค่าอุณหภูมิความชื้นอากาศ และความชื้นในดิน ส่งข้อมูลผ่าน WIFI ไปยังระบบ Thing Speak นำไปสร้างเป็นกราฟอุณหภูมิของสถานที่ โดยสามารถดูข้อมูลได้จากคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ และสามารถแจ้งเตือนผ่าน LINE ได้ด้วย

ศรินวล ฟองมณี (2561) การศึกษาวิจัยการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เพื่อจัดการวิถิชุมชน กรณีศึกษา ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เพื่อจัดการวิถิชุมชน กรณีศึกษา ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย (2) ประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อจัดการวิถิชุมชน กรณีศึกษา ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย และ (3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อ

การใช้งานแอปพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อจัดการวิชิชุมชน กรณีศึกษา ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย ประชากรที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการพัฒนาแอปพลิเคชัน การพัฒนาเว็บไซต์ และผู้นำชุมชน จำนวน 5 คน และผู้ใหญ่บ้าน เจ้าหน้าที่ที่ใช้งานแอปพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เพื่อจัดการข้อมูลวิชิชุมชนเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วย (1) แอปพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เพื่อจัดการวิชิชุมชน กรณีศึกษา ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย (2) แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับขอบเขตในการพัฒนาแอปพลิเคชัน (3) แบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน และ (4) แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชัน ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลและนำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า (1) การตรวจสอบความคิดเห็นเกี่ยวกับขอบเขตในการพัฒนาแอปพลิเคชันพบว่า ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก (2) การประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน พบว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก และ (3) การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อแอปพลิเคชัน พบว่าอยู่ในระดับมาก

1.3 กรอบแนวคิดงานวิจัย



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

ประกอบด้วย ข้อมูลพื้นฐานของชุมชน → การปลูกพืชเศรษฐกิจ → การปลูกกล้วยหอมทอง → การบริหารจัดการเกษตร → การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล นำไปสู่ การพัฒนาแอปพลิเคชัน และการประเมินผลทั้งจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ ทำให้ได้ ผลลัพธ์ของงานวิจัย

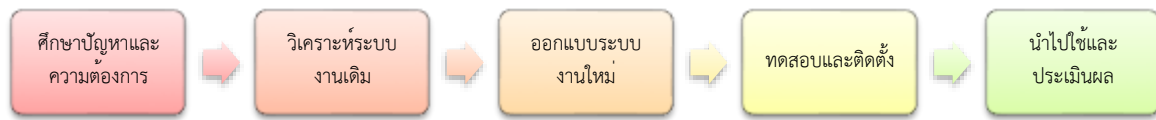
2. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัย การพัฒนาแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากร หมู่ 9 บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี จำนวน 538 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ คณะกรรมการวิสาหกิจชุมชน ผู้นำชุมชน ข้าราชการ เกษตรกรที่เป็นสมาชิกชุมชน วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยกลุ่มตัวอย่าง สามารถใช้สมารถโทรได้ เพื่อทำการทดสอบระบบ และประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบจำนวน 30 คน ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของระบบ 5 คน

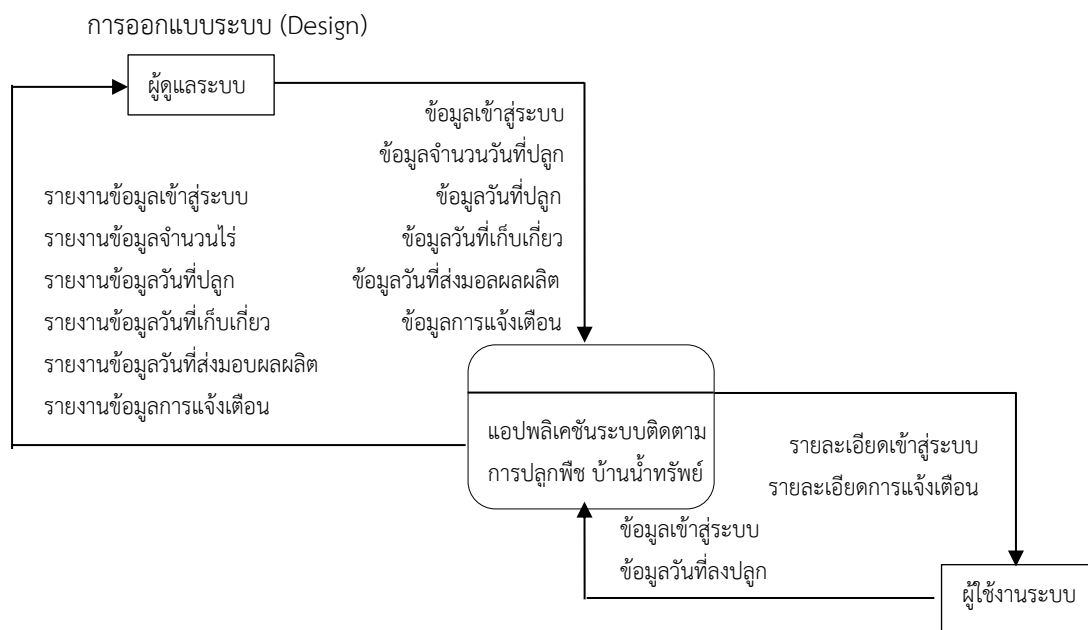
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ ทำการสำรวจความคิดเห็นและความต้องการของสมาชิกในชุมชน ด้วยวิธีการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน และเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของหมู่ที่ 9 บ้านน้ำทรัพย์ ต้องการระบบติดตามการปลูกกล้วยหอมทอง ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจของชุมชน ในรูปแบบของแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน ทำการบันทึกข้อมูลการปลูก การรดน้ำ ใส่ปุ๋ย การเก็บผลผลิต โดยสามารถแจ้งเตือนกำหนดการต่าง ๆ ได้ผ่าน LINE Notify โดยใช้ AppSheet เป็นเครื่องมือในการพัฒนาแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน ใช้ Google Sheet เป็นฐานข้อมูล และใช้ Google Drive เป็นเครื่องมือในการจัดเก็บข้อมูลและแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้น ขั้นตอนในการพัฒนาแอปพลิเคชันเป็นไปตามกระบวนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ทำการสร้างและทดสอบแอปพลิเคชัน โดยผู้นำชุมชน 2 คน ปรับปรุงแก้ไข ให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้งานของชุมชน ก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพ ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ก่อนนำไปใช้งาน การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ โดยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสำรวจความคิดเห็นจากแบบสอบถามและสัมภาษณ์ ประกอบด้วย การประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน และการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชัน ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นตอนการพัฒนาแอปพลิเคชัน ดำเนินการตามหลักการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ดังนี้

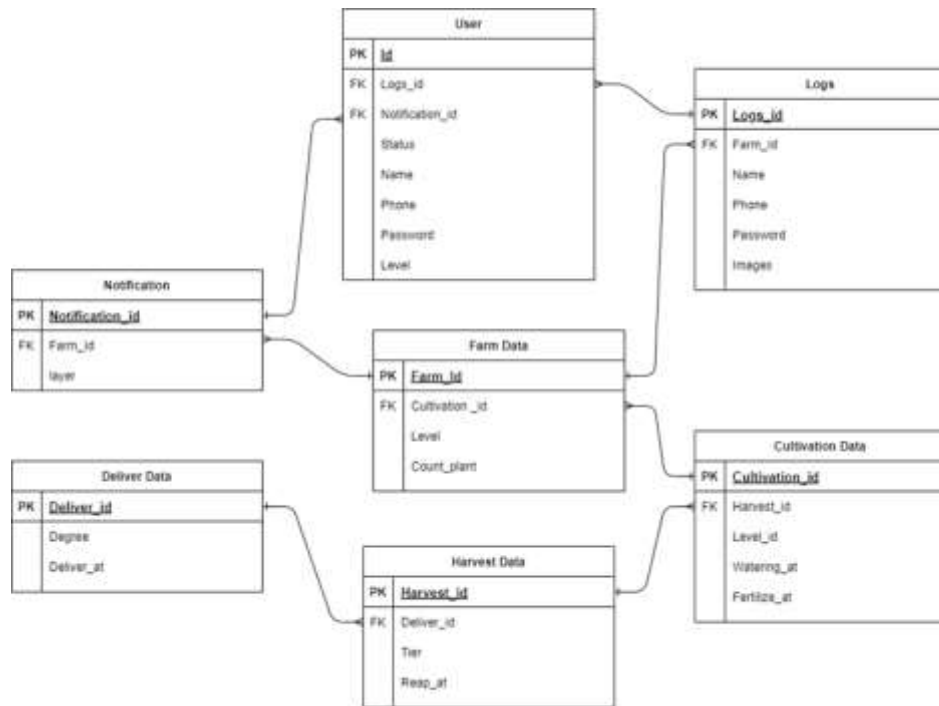


ภาพที่ 3 วงจรการพัฒนา ระบบ SDLC (Software/System Development Life Cycle)

จากการสำรวจความคิดเห็นและความต้องการของชุมชน ด้วยวิธีสัมภาษณ์ผู้นำชุมชน และเกษตรกรในชุมชนบ้านน้ำทรัพย์ ที่ต้องการแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี ทำการสำรวจพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจ และเลือกพื้นที่ปลูกกล้วยหอมทอง เป็นต้นแบบในการพัฒนาแอปพลิเคชัน ด้วยเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่หลายร้อยไร่ ดำเนินการปลูกด้วยวิธีปลูกแบบปลอดสารพิษ ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ แต่แต่ละแปลง กำหนดระยะเวลาเริ่มต้นปลูกแตกต่างกัน เพื่อให้มีผลผลิตออกมาไม่พร้อมกัน ใช้ความเคยชินในการรดน้ำ ใส่ปุ๋ย ซึ่งเป็นปัญหามากชีวภาพ ทำขึ้นใช้เองโดยเกษตรกรในชุมชน การใช้โปรแกรมประเภทโอเพ่นซอร์ส ในการพัฒนาแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืช มีระบบแจ้งเตือนต่าง ๆ ผ่านสมาร์ตโฟน จะช่วยลดความเสียหายที่จะขึ้นได้ แอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับความต้องการ จึงเหมาะสมที่สุด



ภาพที่ 4 Context Diagram แอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์



ภาพที่ 5 ER Diagram แอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล



ภาพที่ 6 แอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์

ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืช หมู่บ้านน้ำทรัพย์ พบว่า แอปพลิเคชันที่สร้างขึ้น สามารถแจ้งเตือนรอบที่ปลูก วันที่ปลูก วันที่รดน้ำ วันที่ใส่ปุ๋ย และวันที่ส่งมอบผลผลิตให้กับเกษตรกรที่ปลูกกล้วยหอมทองในชุมชนได้ ทำให้ลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นจากการลืมกำหนดการต่าง ๆ ลงได้ แอปพลิเคชันมีประสิทธิภาพทำให้ผู้ใช้เกิดความสะดวกในการบันทึกติดตามการปลูกกล้วยหอมทองแต่ละแปลง แอปพลิเคชันใช้งานง่าย และสามารถแจ้งเตือนผ่านระบบ LINE Notify

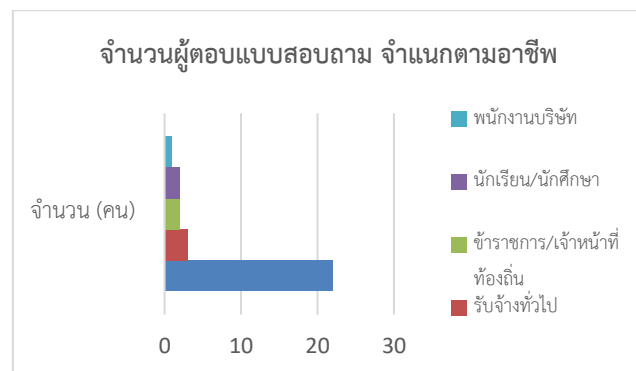
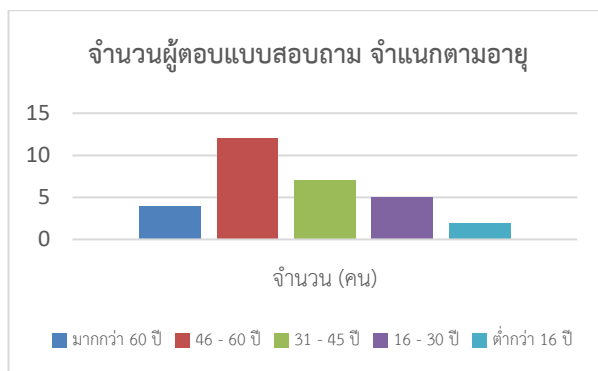
ผลการประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ. แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี

การประเมินประสิทธิภาพ	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
1. ด้านการใช้งาน	4.57	0.52	มากที่สุด
1.1 ประสิทธิภาพของการใช้งานแอปพลิเคชัน	4.40	0.55	มาก
1.2 ความพึงพอใจโดยรวมของแอปพลิเคชัน	4.80	0.45	มากที่สุด
1.3 ความพึงพอใจโดยรวมของการจัดเก็บข้อมูลและการจัดการระบบติดตาม	4.60	0.55	มากที่สุด
1.4 ข้อมูลเป็นปัจจุบันและถูกต้อง	4.80	0.45	มากที่สุด
1.5 ข้อมูลที่นำเสนอครบถ้วนตรงกับความต้องการ	4.60	0.55	มากที่สุด
1.6 ความง่ายในการใช้งานแอปพลิเคชัน	4.40	0.55	มาก
1.7 แอปพลิเคชันมีความสะดวก และรวดเร็ว	4.40	0.55	มาก
2. ด้านการออกแบบ	4.50	0.55	มาก
2.1 ตัวอักษรอ่านง่าย ชัดเจน และถูกต้อง	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 ภาพ สี และการออกแบบมีความเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
3. ด้านการใช้ประโยชน์	4.60	0.55	มาก
สามารถใช้ประโยชน์จากแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี	4.60	0.55	มาก
4. โดยภาพรวมทั้งหมด	4.80	0.45	มากที่สุด
รวมค่าเฉลี่ย	4.62	0.52	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 แอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี ประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า ประสิทธิภาพด้านการใช้งานเฉลี่ย 4.57 ด้านการออกแบบเฉลี่ย 4.50 ด้านการใช้ประโยชน์เฉลี่ย 4.60 โดยภาพรวมเฉลี่ย 4.80 ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นรวมเฉลี่ย 4.62 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เฉลี่ย 0.52 ดังนั้นระบบที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด สามารถนำไปใช้งานได้

การประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าใช้ แอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี จำนวน 30 คน แบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นเพศหญิง 18 คน คิดเป็นร้อยละ 60 เพศชาย 12 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ส่วนใหญ่อายุ 46 - 60 ปี จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมาอายุ 31 - 45 ปี จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 23.33 มีผู้ตอบแบบสอบถาม อายุ 16-30 ปี จำนวน 5 คน และน้อยที่สุด คือผู้ตอบแบบสอบถาม อายุต่ำกว่า 16 ปี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 จำแนกตามอาชีพ ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกร จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 รองมาเป็นอาชีพรับจ้างทั่วไป จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10.00 ข้าราชการ/เจ้าหน้าที่ท้องถิ่น และนักเรียน/นักศึกษา จำนวนเท่ากัน คือ 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 รวมเป็น 13.34 ผู้ตอบแบบสอบถามน้อยที่สุด คือ พนักงานบริษัท จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.33



ภาพที่ 6 แสดงจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 30 คน จำแนกตามอายุ และ จำแนกตามอาชีพ

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี

การประเมินประสิทธิภาพ	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
1. ความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพของระบบ	4.54	0.31	มากที่สุด
1.1 สามารถดูแอปพลิเคชันในส่วนต่าง ๆ ได้	4.73	0.52	มากที่สุด
1.2 ความสะดวกรวดเร็วในการแก้ไขข้อมูล	4.80	0.55	มากที่สุด
1.3 สามารถตรวจสอบข้อมูลได้ง่าย	4.37	0.76	มาก
1.4 ความชัดเจนในการแจ้งเตือน	4.37	0.76	มาก
1.5 ความถูกต้องในการแจ้งเตือน	4.57	0.73	มากที่สุด
1.6 ความรวดเร็วในการแจ้งเตือน	4.43	0.68	มาก
2. ความพึงพอใจด้านการออกแบบระบบ	4.51	0.38	มากที่สุด
2.1 ความสะดวกรวดเร็วในการใช้แอปพลิเคชัน	4.67	0.61	มากที่สุด
2.2 ความสะดวกรวดเร็วในตอบสนองของแอปพลิเคชัน	4.27	0.78	มาก
2.3 การออกแบบแอปพลิเคชัน	4.53	0.73	มากที่สุด
2.4 ขนาดตัวอักษรเหมาะสมในการใช้งาน	4.50	0.63	มาก
2.5 รูปแบบไม่ซับซ้อน ใช้งานง่าย	4.60	0.72	มากที่สุด
รวมค่าเฉลี่ย	4.53	0.34	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี จำนวน 30 คน พบว่า แอปพลิเคชันที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้ในการแจ้งเตือน รอบที่ปลูก วันที่ปลูก วันที่รดน้ำ วันที่ใส่ปุ๋ย และวันที่ส่งมอบผลผลิตให้กับชาวบ้านที่ปลูกกล้วยหอมทองในชุมชน บ้านน้ำทรัพย์ได้จริง และด้านประสิทธิภาพของระบบสามารถช่วยให้ผู้ใช้เกิดความสะดวกเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.54 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31 และด้านการออกแบบระบบมีการใช้งานที่ง่าย สะดวก ไม่ซับซ้อนอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.51 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38 อยู่ในระดับมากที่สุด ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.53 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.34 อยู่ในระดับมากที่สุด แอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง

อภิปรายผล การพัฒนาแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี เพื่อให้เกษตรกรมีแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ ในพื้นที่ทำการเกษตรผสมผสาน โดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลบนสมาร์ตโฟน พบว่าแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ประเมินประสิทธิภาพของระบบเฉลี่ย 4.62 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เฉลี่ย 0.52 อยู่ในระดับมากที่สุด และเมื่อนำไปให้กลุ่มตัวอย่างจาก หมู่บ้านน้ำทรัพย์ หมู่ 9 จำนวน 30 คน ทำการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี พบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อแอปพลิเคชัน ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.53 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.38 อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับ ศรีนวล (2561) เนื่องจากการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เพื่อจัดการวิถีชุมชน สอดคล้องกับ วริศร์ (2560) ทำการวิจัย การติดตามและแจ้งเตือนข้อมูลทางเกษตรกรรมผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง เพื่อให้ได้รับข้อมูลอย่างสะดวกรวดเร็ว สามารถดูข้อมูลได้จากคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ และสามารถแจ้งเตือนผ่าน LINE ได้ด้วย เช่นเดียวกับ การพัฒนาแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี ที่ใช้กันภายในหมู่บ้านโดยไม่มีบุคคลภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้องในการใช้งาน ผ่านการใช้งานบนสมาร์ตโฟน และ LINE Notify ทำให้ระบบติดตามการปลูกพืช ทำได้รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ

4. สรุปผล

การพัฒนาแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี เพื่อให้เกษตรกรมีแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ ในพื้นที่ทำการเกษตรผสมผสาน โดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลบนสมาร์ตโฟน กลุ่มตัวอย่าง เลือกแบบเจาะจง คือ เกษตรกรในพื้นที่ บ้านน้ำทรัพย์ หมู่ 9 อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี จำนวน 30 คน ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันโดยใช้พืชเศรษฐกิจ คือ กล้วยหอมทอง การจัดเก็บฐานข้อมูลเพื่อจัดทำระบบให้ตรงตามขอบเขตในการทำงาน เช่น การระบุรอบในการปลูก วันที่ลงปลูก วันที่รดน้ำ วันที่ใส่ปุ๋ย และวันที่ส่งมอบผลผลิต เพื่อทำการแจ้งเตือนไปยัง Line Notify ของแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ บ้านน้ำทรัพย์ ทำให้การส่งผลผลิตออกไปยังต่างประเทศได้ทันภายในระยะเวลาที่กำหนด และในการสมัครหรือลงทะเบียนเข้าใช้งานทุกครั้งผู้ดูแลระบบจะต้องทำการอนุญาตในการสมัครหรือลงทะเบียนทุกครั้ง เพื่อป้องกันมิให้บุคคลภายนอกเข้ามาใช้แอปพลิเคชันได้ และเพื่อให้ตรงกับตามความต้องการของทางหมู่บ้านน้ำทรัพย์ โดยระบบการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนของผู้ดูแลระบบ สามารถให้สิทธิ์ในการใช้งานแอปพลิเคชัน สามารถเพิ่มลบ แก้ไขข้อมูลต่างๆ แอปพลิเคชันสามารถเช็คประวัติการเข้าใช้งานได้ และในส่วนของผู้ใช้งาน สามารถบันทึกการรดน้ำ การใส่ปุ๋ย และสามารถดูประวัติย้อนหลังการได้ จัดบันทึกผ่านแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ บ้านน้ำทรัพย์ได้ ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี พบว่า ด้านประสิทธิภาพของระบบสามารถช่วยให้ผู้ใช้เกิดความสะดวกเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.54 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31 และด้านการออกแบบระบบมีการใช้งานที่ง่าย สะดวก ไม่ซับซ้อนอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.51 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38 อยู่ในระดับมากที่สุด และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อแอปพลิเคชันระบบติดตามการปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่เกษตรผสมผสาน หมู่บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.53 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.34 อยู่ในระดับมากที่สุด สามารถนำไปใช้งานได้

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ใหญ่บ้าน คณะกรรมการหมู่บ้าน ผู้นำชุมชน กลุ่มตัวอย่าง จาก หมู่ 9 บ้านน้ำทรัพย์ อ.แก่งกระจาน จ.เพชรบุรี ทุกท่าน และ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่อนุญาติงบประมาณเงินรายได้ เป็นทุนในการทำวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- การสร้าง App ด้วย AppSheet. 2563. สืบค้นวันที่ 7 พฤศจิกายน 2565. จาก <https://sites.google.com/view/mechanical-service/engineeringtechnical-appsheet?authuser=0>
- เทคนิคปลูกกล้วยหอมให้ได้ผลผลิตดี. 2562. สืบค้นวันที่ 12 พฤศจิกายน 2565. จาก https://www.gib.co.th/เทคนิคปลูกกล้วยหอม_Und_ให้ได้ผลผลิตดี/5d844c49ccb8f1001914a5fd
- รู้จัก AppSheet เครื่องมือสร้างแอปพลิเคชันสำหรับองค์กร. 2564. สืบค้นวันที่ 10 มกราคม 2565. จาก <https://datayolk.net/technology/how-appsheet-can-transform-your-business/>
- วิศิษฐ์ รัตนนิมิต. 2560. การติดตามและแจ้งเตือนข้อมูลทางเกษตรกรรมผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง. วารสารสหศาสตรศรีปทุม ชลบุรี, 3(2), 17-21.
- ศรีนิล พงมณี. 2561. การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อจัดการวิถีชุมชน กรณีศึกษา ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. สืบค้นวันที่ 10 มกราคม 2565. จาก <http://www.hu.ac.th/conference/proceedings>

ศูนย์การเรียนรู้ บ้านน้ำทรัพย์. 2561. สืบค้นวันที่ 5 มกราคม 2565. จาก <https://rdpb-2.appspot.com/download.pdf>
สำนักงานเลขาธิการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ และสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

2561. ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561-2580 (ฉบับย่อ). สืบค้นวันที่ 10 พฤศจิกายน 2565. จาก

<https://www.nesdc.go.th/main.php?filename=index>

เสาวคนธ์ วิลเลียมส์. 2563. *เกษตรผสมผสานและทฤษฎีใหม่*. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบุรี. สืบค้นเมื่อ 24 พฤษภาคม 2565. จาก <https://huaysaicenter.org/knowledge/>

ตัวแบบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาสำหรับปริมาณผลผลิตลำไยของประเทศไทย Time Series Forecasting Models for Production Volume of Thailand's Longan

กนกอร เนตรชู¹ นิธิพน ทองวาสนาสง¹ และ วิภาวรรณ จันทร์ประชุม¹
 Kanokaon Netchu¹ Nitinop Tongwassanasong¹ and Wipawan Janprachom¹

¹ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

¹ Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

* Email: Kanokaon.net@rmutr.ac.th (090-972-0399)

บทคัดย่อ

ลำไยเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของไทยและเป็นหนึ่งในผู้ผลิตหลักของโลก ตลาดส่งออกที่สำคัญคือประเทศจีนซึ่งมีความต้องการสูงโดยประเทศไทยเป็นผู้ผลิตที่มีคุณภาพและได้รับการยอมรับในตลาดจีน อย่างไรก็ตาม ปัญหาผลผลิตลำไยในไทย มีปัจจัยต่างๆ เกษตรกรควรวางแผนการผลิตเลือกช่วงเวลาปลูกที่ถูกต้องและใช้ข้อมูลแนวโน้มผลผลิต เพื่อช่วยในการตัดสินใจขายผลผลิตในช่วงเวลาที่ราคาดีที่สุด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวแบบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาสำหรับพยากรณ์ปริมาณผลผลิตลำไยของประเทศไทยรายเดือน โดยเปรียบเทียบตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Model) และตัวแบบอาร์มา (ARIMA Model) ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลปริมาณผลผลิตลำไยรายเดือนในภาพรวมของประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2566 ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ มีประสิทธิภาพดีกว่าตัวแบบอาร์มา โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ R-Square, ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) และรากของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root Mean Squared Error: RMSE) ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ มีค่า R-Square สูงกว่า (0.7837) หมายความว่าแบบจำลองอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ดีกว่า ขณะที่ตัวแบบอาร์มามีค่า R-Square (-0.0110) บ่งชี้ว่าแบบจำลองแย่กว่าการใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในการพยากรณ์ นอกจากนี้ ค่า MAE และ RMSE ของตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ ยังต่ำกว่าตัวแบบอาร์มา แสดงว่าตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยกว่า นอกจากนี้ งานวิจัยยังได้ศึกษาความเหมาะสมในการกระจายสินค้าเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้ากลุ่มภาคกลาง โดยช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุดด้วยการแก้ปัญหาเชิงเส้นด้วยเอ็กเซลโซลเวอร์ (Excel solver) พบว่า การจัดสรรผลผลิตจากกลุ่มเกษตรกรในจังหวัดสมุทรสาคร นครปฐม และราชบุรี ไปยังตลาดต่างๆ ในภาคกลาง โดยคำนึงถึงต้นทุนการขนส่งและปริมาณความต้องการของตลาด จะช่วยลดต้นทุนโดยรวมได้

คำสำคัญ: ลำไย, การพยากรณ์ผลผลิต, การกระจายสินค้า, ตัวแบบอนุกรมเวลา, การแก้ปัญหาเชิงเส้น, ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์

Abstract

Longan is a crucial economic crop in Thailand, and the country is one of the leading longan producers worldwide. The main export market is China, which has a high demand, and Thailand is a high-quality producer and is well-accepted in the Chinese market. However, longan production in Thailand faces various challenges. Farmers should plan their production, choose the right planting time, and use information on production trends to make better decisions about selling their products at the best possible price. This research aims to develop a time series forecasting model for predicting the monthly longan production volume of Thailand, comparing the Holt-Winters Model and the ARIMA Model. The data used in this study is the monthly longan production volume of Thailand from January 2019 to December 2023. The results showed that the Holt-Winters model outperformed the ARIMA model based on R-Square, MAE, and RMSE. The Holt-Winters model had a higher R-Square (0.7837), indicating that the model explained the variance of the data better. In contrast, the ARIMA model had a negative R-Square (-0.0110), indicating that the model performed worse than using the mean of the data for forecasting. Furthermore, the MAE and RMSE of the Holt-Winters model were lower than those of the ARIMA model, indicating that the Holt-Winters model had lower forecast errors. Additionally, the research also studied the suitability of product distribution to support the needs of customers in the central region, minimizing transportation costs using Excel Solver. It was found that allocating produce from farmer groups in Samut Sakhon, Nakhon Pathom, and Ratchaburi provinces to various markets in the central region, considering transportation costs and market demand, can reduce overall costs.

Keywords: Longan, Production Forecasting, Distribution, Time Series Model, Linear Programming, Holt-Winters model

1. บทนำ

ลำไยถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยอีกทั้งยังเป็นหนึ่งในผู้ผลิตที่สำคัญของโลก ซึ่งประเทศที่เป็นผู้ผลิตลำไยที่สำคัญของโลก คือ ประเทศจีน ประเทศไทย และประเทศเวียดนาม โดยพื้นที่เพาะปลูกลำไยที่มากที่สุดของประเทศไทยคือภาคเหนือตอนบนเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในเรื่องของสภาพอากาศและให้ผลผลิตที่ดี หากพิจารณาถึงประเทศที่เป็นตลาดส่งออกที่สำคัญที่สุดของประเทศไทยคงหนีไม่พ้นประเทศจีน เนื่องจากความต้องการของตลาดประเทศจีนมีสูงมาก ประเทศจีนมีจำนวนประชากรมากและมีความนิยมบริโภคลำไยสูงส่งผลทำให้มีความต้องการลำไยในปริมาณมากถึงแม้ว่าประเทศจีนจะเป็นประเทศที่ผลิตลำไยเป็นอันดับต้นๆ เช่นเดียวกับประเทศไทยก็ตาม อีกทั้งในเรื่องของคุณภาพของลำไยไทยถือว่าเป็นลำไยที่มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับของตลาดในประเทศจีน โดยประเทศไทยมีระบบการจัดการคุณภาพผลิต (GAP) และการแปรรูป (GMP) ซึ่งเป็นการสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ประเทศคู่ค้าและผู้บริโภค (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564) ประกอบกับปัจจัยในด้านของภูมิศาสตร์และการขนส่งเป็นประเทศที่อยู่ติดกับประเทศไทย ทำให้การขนส่งลำไยมีความสะดวกรวดเร็ว และมีต้นทุนต่ำ ด้วยเหตุนี้รัฐบาลจึงมีนโยบายในการส่งเสริมการส่งออกลำไยไปสู่ตลาดจีนมากขึ้น (ศูนย์พัฒนาการค้าและธุรกิจไทย สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ นครคุนหมิง, 2563)

หากพิจารณาถึงในเรื่องของปัญหาหรือข้อจำกัดของผลผลิตลำไยในประเทศไทย พบปัญหาในหลายปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านสภาวะโลกร้อนในปัจจุบันเกิดการเปลี่ยนแปลงในเรื่องของสภาพภูมิอากาศอย่างรุนแรง เช่น ภัยแล้ง น้ำท่วม ส่งผลให้พืชผลทางการเกษตรเกิดความเสียหาย โดยเฉพาะในเรื่องของภัยแล้งที่ส่งผลให้เกิดการติดดอกออกผลทำให้ผลผลิตออกล่าช้าและไม่ได้คุณภาพ และปัจจัยปัญหาจากตัวของเกษตรกรรายย่อยที่ขาดการบริหารจัดการสวนทำให้ผลผลิตไม่ได้คุณภาพ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2564)

จากสถานการณ์ ปัญหาและข้อจำกัดข้างต้นนั้น หากเกษตรกรวางแผนการผลิตที่เหมาะสม ด้วยการเลือกช่วงเวลาในการปลูกที่ถูกต้อง และมีข้อมูลเกี่ยวกับแนวโน้มของผลผลิตที่เชื่อถือได้ จะช่วยส่งเสริมให้เกษตรกรตัดสินใจในการขายผลผลิตในช่วงเวลาที่ราคาดีที่สุด นอกจากนี้การรับรู้ถึงปริมาณของผลผลิตล่วงหน้าเป็นประโยชน์ต่อเศรษฐกิจของประเทศช่วยให้สามารถวางแผนการผลิตและการตลาดได้ดีขึ้น การส่งออกมีประสิทธิภาพ ช่วยลดปัญหาของผลผลิตล้นตลาดหรือขาดตลาด และจากการบริหารจัดการผลผลิตที่ดีขึ้น สามารถสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ ส่งผลให้เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยเพิ่มขึ้น (วราภรณ์ เรือนสุทธิ์, 2563)

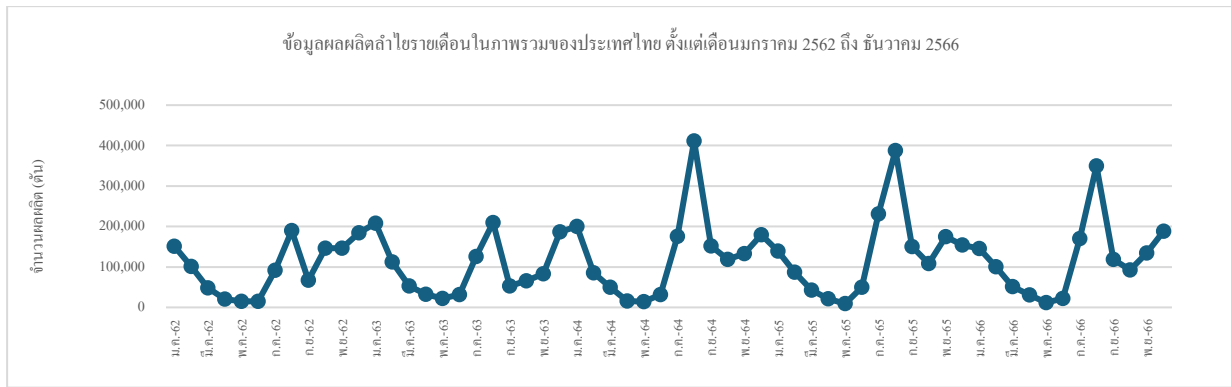
สำหรับการพยากรณ์ผลผลิตลำไยของประเทศไทยในงานวิจัยนี้นั้น พัฒนาตัวแบบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลาสำหรับพยากรณ์ปริมาณผลผลิตลำไยของประเทศไทยรายเดือน โดยเปรียบเทียบกับตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Model) และตัวแบบอาร์มา (ARIMA Model) เนื่องจากตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ เป็นแบบจำลองที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลที่เป็นลักษณะมีแนวโน้มและเป็นฤดูกาล ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลผลผลิตลำไย สำหรับตัวแบบอาร์มานั้น ถือว่าเป็นแบบจำลองอนุกรมเวลาที่มีความนิยม มีความยืดหยุ่นกับข้อมูลหลายลักษณะ (Mgale, Y.J., Yan, Y.X. and Timothy, S., 2021) ร่วมกับการศึกษาความเหมาะสมในการกระจายสินค้าเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้ากลุ่มภาคกลาง โดยช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุด ด้วยการแก้ปัญหาเชิงเส้นด้วยเอ็กเซลโซลเวอร์ (Excel solver)

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 ตัวแบบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา

ข้อมูลการทดลอง

ข้อมูลผลผลิตลำไยรายเดือนในภาพรวมของประเทศไทย ตั้งแต่เดือนมกราคม 2562 ถึง ธันวาคม 2566 ซึ่งเป็นข้อมูลที่เผยแพร่ในเว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ดังรูปที่ 1



ภาพที่ 1 ข้อมูลผลผลิตลำไยรายเดือนในภาพรวมของประเทศไทย

ตัวแบบที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Model)

ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ เป็นแบบจำลองที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลที่เป็นลักษณะมีแนวโน้มและเป็นฤดูกาล ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลผลผลิตลำไย โดยมีสมการความสัมพันธ์ทั้งแบบเชิงการบวกและเชิงการคูณดังนี้

ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Model) แบบเชิงการบวก

$$\begin{aligned}
 l_t &= \alpha(y_t - s_{t-m}) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1}) \\
 b_t &= \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \\
 s_t &= \gamma(y_t - l_{t-1} - b_{t-1}) + (1 - \gamma)s_{t-m} \\
 \hat{y}_{t+1} &= l_t + b_t + s_{t-m+1}
 \end{aligned}$$

ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Model) แบบเชิงการคูณ

$$\begin{aligned}
 l_t &= \alpha\left(\frac{y_t}{s_{t-m}}\right) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1}) \\
 b_t &= \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \\
 s_t &= \gamma\left(\frac{y_t}{(l_{t-1} + b_{t-1})}\right) + (1 - \gamma)s_{t-m} \\
 \hat{y}_{t+1} &= (l_t + b_t)s_{t-m+1}
 \end{aligned}$$

เมื่อ $\hat{y}_{t+1}$ คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลาที่ $t+1$

y_t คือ ค่าจริง ณ เวลาที่ t

α คือ ค่าการปรับเรียบของระดับข้อมูล โดยมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

β คือ ค่าการปรับเรียบของแนวโน้ม โดยมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

γ คือ ค่าการปรับเรียบของฤดูกาล โดยมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

l_t คือ ค่าระดับ ณ เวลาที่ t

b_t คือ ค่าแนวโน้ม ณ เวลาที่ t

s_t คือ ค่าฤดูกาล ณ เวลาที่ t

m คือ ค่าจำนวนของฤดูกาล

สำหรับการพิจารณาตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ ที่เหมาะสมทั้งแบบเชิงการบวกและเชิงการคูณด้วยการพิจารณาค่าเฉลี่ย ของ ผลรวมกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุด (ซินธิร์นันท์ กุลทนต์ และธรรณิธร สัจจริยทรัพย์, 2567)

ตัวแบบอาร์มีมา (ARIMA Model)

ตัวแบบอาร์มีมาเป็นแบบจำลองอนุกรมเวลาที่ได้รับคามนิยม มีความยืดหยุ่นกับข้อมูลหลายลักษณะ ซึ่งมีสมการความสัมพันธ์ ทั้งแบบไม่มีฤดูกาลและมีฤดูกาลดังนี้

ตัวแบบอาร์มีมาแบบไม่มีฤดูกาล (Non-seasonal ARIMA Model)

$$\left(1 - \sum_{i=1}^p \phi_i B^i\right) (1 - B)^d (Y_t - \mu) = \left(1 - \sum_{j=1}^q \theta_j B^j\right) \varepsilon_t$$

ตัวแบบอาร์มีมาแบบมีฤดูกาล

$$\Phi_P(B^S) \mu_P(B) Y'_t = \delta + \theta_Q(B) \Theta_Q(B^S) \varepsilon_t$$

เมื่อ Y'_t คือ ค่าของ $(1-B)^d (1-B)^D Y_t$

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลาที่ t

δ คือ ค่าคงที่

μ คือ ค่าเฉลี่ย

B คือ ตัวแปลงย้อนกลับ (Backward operator) B

d คือ ค่าผลต่างแบบไม่มีฤดูกาล

D คือ ค่าผลต่างแบบมีฤดูกาล

p และ q คือ ลำดับของตัวแบบอาร์มีมาแบบไม่มีฤดูกาล

P และ Q คือ ลำดับของตัวแบบอาร์มีมาแบบมีฤดูกาล

สำหรับการสร้างและพิจารณาตัวแบบอาร์มีมาทั้ง แบบไม่มีฤดูกาลและมีฤดูกาลที่เหมาะสมใช้เกณฑ์ สารสนเทศอะกาอิเกะ สำหรับชุดข้อมูลขนาดเล็ก (Akaike Information Criterion for small sample size; AICc) ที่น้อย ที่สุด (ชินตริ์นันทน์ กุลทนต์ และธรณินทร์ สัจวิริยทรัพย์, 2567)

เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์

1. ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE)

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|$$

โดยที่ MAE คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้

Y_t คือ ค่าจริงที่เวลา t ใดๆ

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าที่ได้จากการพยากรณ์ที่เวลา t ใดๆ

2. รากของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{n}}$$

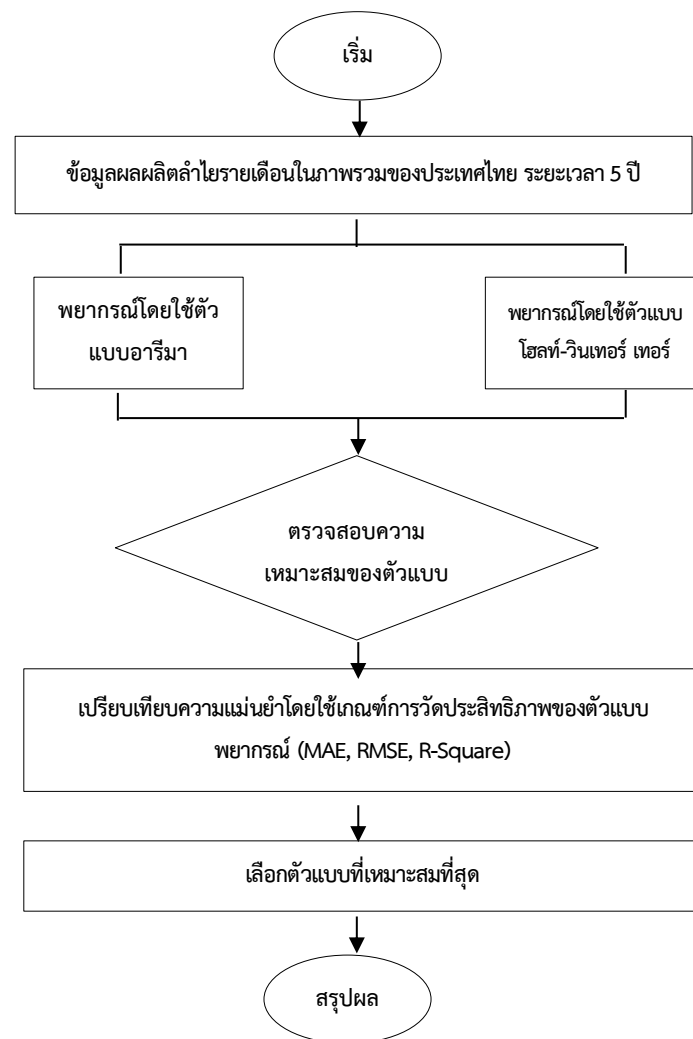
โดยที่ RMSE คือ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

n คือ จำนวนข้อมูลที่ใช้

Y_t คือ ค่าจริงที่เวลา t ใดๆ

$\hat{Y}_t$ คือ ค่าที่ได้จากการพยากรณ์ที่เวลา t ใดๆ

ขั้นตอนการสร้างตัวแบบ



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการสร้างตัวแบบ

2.2 การแก้ปัญหาเชิงเส้นด้วยเอ็กเซลโซลเวอร์ (Excel solver)

ศึกษาความเหมาะสมในการกระจายสินค้าเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้ากลุ่มภาคกลาง โดยช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุด ด้วยการแก้ปัญหาเชิงเส้นด้วยเอ็กเซลโซลเวอร์ (Excel solver) โดยการสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Modelling) เป็นกิจกรรมที่แปลงปัญหาที่เกิดขึ้นจริงให้อยู่ในรูปของสมการคณิตศาสตร์เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์และวิจัย ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์จะถูกสร้างขึ้นหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการ และคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับตัวแบบนี้ จะแสดงให้เห็นถึงข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อปัญหาที่ต้องการแก้ไข ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบ ขั้นตอนหลัก ๆ ในการสร้างตัวแบบสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้ (สนธิกิจ ลิมนาวาณิช, 2562)

- 1) ระบุปัญหาในการสร้างตัวแบบจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาถึงปัญหาที่ต้องการแก้ไขเพื่อให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ ก่อนการดำเนินการ
- 2) รวบรวมข้อมูลหลังจากทราบปัญหาแล้วก็จะต้องทำการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่มีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมกับปัญหา
- 3) วิเคราะห์ข้อมูล ขั้นตอนนี้เป็นการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการสร้างตัวแบบ เช่น การหาตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องหาค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ

4) ตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบหรือคิดหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้บนพื้นฐานของข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมในขั้นตอนที่สอง

5) สร้างตัวแบบ เป็นการแปลงข้อมูลให้เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ หรือพูดอย่างง่าย ๆ ก็คือการเปลี่ยนปัญหาให้เป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

6) ตีความหมาย คือ การแปลความหมายหรืออธิบายตัวแบบที่สร้างขึ้นมา เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแบบกับปัญหาจริง

7) เปรียบเทียบ ขั้นตอนนี้เป็นการเปรียบเทียบค่าคาดคะเนที่คำนวณได้จากตัวแบบกับค่าที่จากข้อมูลจริงที่เก็บรวบรวมมาได้ ถ้าค่าทั้งสองกลุ่มนี้ใกล้เคียงกันก็แสดงให้เห็นว่าตัวแบบ ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับความเป็นจริง ถ้าผลออกมาเป็นตรงกันข้ามก็แสดงว่าตัวแบบที่สร้างขึ้นเป็นตัวแบบที่ไม่เหมาะสม ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งในการสร้างตัวแบบอาจผิดพลาด ควรจะทำการแก้ไขโดยการพิจารณาใหม่ตั้งแต่ขั้นแรก

8) รายงานผล ถ้าตัวแบบที่ได้มีความเหมาะสม ก็สามารถเขียนรายงานผลหรือ นำเสนอผลลัพธ์ที่ได้ออกมา

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษา

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพยากรณ์ปริมาณผลผลิตลำไย โดยใช้ตัวแบบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา 2 ตัวแบบ ได้แก่ ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Model) และตัวแบบอาร์มา (ARIMA Model) โดยใช้เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์ ได้แก่ MAE, RMSE, R-Square ใช้สำหรับเปรียบเทียบค่าพยากรณ์

สำหรับตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ซึ่งประกอบด้วยรูปแบบเชิงการบวกและเชิงการคูณ คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของทั้งสองรูปแบบ และพบว่าตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์เชิงการคูณให้ค่าความคลาดเคลื่อน (MAE และ RMSE) ที่ต่ำกว่า จึงเป็นตัวแบบที่เหมาะสมกับชุดข้อมูลปริมาณผลผลิตลำไยมากกว่า ดังนั้น ในการเปรียบเทียบกับตัวแบบอาร์มาต่อไปนี้ คำว่า "ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์" จะหมายถึงตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์เชิงการคูณที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์และตัวแบบอาร์มา โดยใช้เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพ ได้แก่ MAE, RMSE และ R-Square สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์

ตัวแบบ	MAE	RMSE	R-Square
ARIMA	66867.94	89984.78	-0.0110
Holt-Winters (Multiplicative)	38572.36	41621.74	0.7837

จากผลการทดสอบ พบว่า ตัวแบบ Holt-Winters มีประสิทธิภาพดีกว่า ARIMA Model อย่างชัดเจน โดยพิจารณาจาก R-Square พบว่า Holt-Winters มีค่า R-Square สูงกว่ามาก (0.7837) หมายความว่าแบบจำลองอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ดีกว่า ARIMA ซึ่งมี R-Square ติดลบ (-0.0110) บ่งชี้ว่าแบบจำลองแยกว่าการใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในการพยากรณ์

MAE และ RMSE พบว่า ค่า MAE และ RMSE ของ Holt-Winters ต่ำกว่า ARIMA แสดงว่า Holt-Winters มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยกว่า

จากพยากรณ์ปริมาณผลผลิตลำไย โดยใช้ตัวแบบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา 2 ตัวแบบ ได้แก่ ตัวแบบโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters Model) และตัวแบบอาร์มา (ARIMA Model) โดยใช้เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของตัวแบบพยากรณ์ ได้แก่ MAE, RMSE, R-Square ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบ Holt-Winters มีประสิทธิภาพดีกว่า ARIMA Model อย่างชัดเจน โดยพิจารณาจาก ค่า R-Square พบว่า Holt-Winters มีค่า R-Square สูงกว่ามาก (0.7837) หมายความว่าแบบจำลองอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ดีกว่า ARIMA ซึ่งมี R-Square ติดลบ (-0.0110) บ่งชี้ว่าแบบจำลองแยกว่าการใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในการพยากรณ์ หากพิจารณาถึงค่า MAE และ RMSE พบว่า ค่า MAE และ RMSE ของ Holt-Winters ต่ำกว่า ARIMA แสดงว่า Holt-Winters มี

ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยกว่า จากผลการวิจัยนี้ จะช่วยในการวางแผนการผลิตและการตลาด โดยกลุ่มเกษตรกรสามารถใช้ข้อมูลพยากรณ์ปริมาณผลผลิตลำไยในอนาคตเพื่อวางแผนการผลิตและการตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการขายผลผลิต ซึ่งข้อมูลพยากรณ์ช่วยให้เกษตรกรตัดสินใจในการเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมในการขายผลผลิต เพื่อให้ได้ราคาที่ดีที่สุด และลดปัญหาผลผลิตล้นตลาดหรือขาดตลาด การวางแผนการผลิตและการตลาดที่ดีขึ้นช่วยลดความเสี่ยงของปัญหาผลผลิตล้นตลาดหรือขาดตลาด ซึ่งจะส่งผลดีต่อเสถียรภาพของราคาและรายได้ของเกษตรกร

ทั้งนี้ จากการเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่พบปัญหาของเกษตรกรที่สำคัญ คือ การขายผลผลิตผ่านพ่อค้าคนกลางและโดนกดราคา ให้ราคาผลผลิตในอัตราที่ต่ำกว่าควรจะเป็นเนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรรายย่อย เพื่อเพิ่มอำนาจการต่อรองทางการตลาดการรวมกลุ่มเกษตรกรให้มีขนาดใหญ่ขึ้นหรือจัดเป็นวิสาหกิจชุมชนเพื่อเพิ่มอำนาจในการต่อรอง คณะผู้วิจัยจึงได้จัดทำเป็นกรณีศึกษาการรวมกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ใกล้เคียง 3 จังหวัด ได้แก่ สมุทรสาคร นครปฐม และราชบุรี เพื่อศึกษาความเหมาะสมในการกระจายสินค้าเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้ากลุ่มภาคกลาง โดยช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุด ด้วยการแก้ปัญหาเชิงเส้นด้วยเอ็กเซลโซลเวอร์ (Excel solver)

สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 ระยะทางจากกลุ่มเกษตรกรไปยังตลาด

กลุ่มเกษตรกร	ระยะทางจากกลุ่มเกษตรกรไปยังตลาด (กม.)		
	ตลาดศรีเมือง (ราชบุรี)	ตลาดปฐมมงคล (นครปฐม)	ตลาดไทย (กทม.)
สวนลำไยจังหวัดสมุทรสาคร	63	45	96
สวนลำไยจังหวัดนครปฐม	87	30	73
สวนลำไยจังหวัดราชบุรี	28	75	169

ตารางที่ 3 ต้นทุนการจัดเก็บสินค้าของพ่อค้าแม่ค้าในแต่ละตลาด

กลุ่มเกษตรกร	ต้นทุนการจัดเก็บสินค้าของพ่อค้าแม่ค้าแต่ละเจ้าในแต่ละตลาด (บาท)						
	1	2	3	4	5	6	7
ตลาดศรีเมือง (ราชบุรี)	20	25	15	16	14	16	20
ตลาดปฐมมงคล (นครปฐม)	15	28	30	10	12	35	28
ตลาดไทย (กทม.)	17	32	56	28	30	24	25

จากตารางที่ 2-3 ข้อมูลจำนวนผลผลิตของแต่ละจังหวัด ณ ปี 2566 สมมติฐานว่าสามารถรวมกลุ่มเกษตรกรได้ 1% จากผลผลิตทั้งหมดของแต่ละจังหวัด โดยสวนลำไยจังหวัดสมุทรสาคร รวมกลุ่มได้ 6,168 กิโลกรัม สวนลำไยจังหวัดนครปฐม รวมกลุ่มได้ 3,884 กิโลกรัม สวนลำไยจังหวัดราชบุรี รวมกลุ่มได้ 3,775 กิโลกรัม และมีเงื่อนไขว่า ตลาดแต่ละแห่งมีปริมาณการจัดเก็บสินค้าชั่วคราวได้ไม่เกิน 6,000 กิโลกรัม

ทั้งนี้ เพื่อศึกษาความเหมาะสมในการกระจายสินค้าเพื่อรองรับความต้องการของลูกค้ากลุ่มภาคกลาง โดยช่วยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุด ด้วยการแก้ปัญหาเชิงเส้นด้วยเอ็กเซลโซลเวอร์ (Excel solver)

การหาคำตอบโดยใช้ Excel Solver

- 1) ออกแบบของตารางข้อมูลต่างๆ ตามเงื่อนไขที่กำหนด ดังภาพที่ 4
- 2) กำหนดรายละเอียด พารามิเตอร์และเงื่อนไขต่างๆในฟังก์ชัน Excel Solver
 - 2.1) Set Objective: เป็นเซลล์ผลลัพธ์ที่ต้องการให้แสดงผลที่เซลล์นั้น
 - 2.2) To : กำหนดให้ผลลัพธ์ที่ต้องการนั้นเป็นเช่นไร โดยสามารถกำหนดให้ คำนวณหาค่าสูงสุด (Max) ค่าต่ำสุด (Min) หรือกำหนดค่าที่ต้องการเอง (Value of) โดยตัวอย่างนี้จะ กำหนดให้หาผลของสมการเป็น ค่าต่ำสุด (Min)
 - 2.3) By Changing Variable Cells เป็นเซลล์ที่ต้องการให้เปลี่ยนค่าตามพารามิเตอร์
 - 2.4) Subject to the Constraints เป็นการกำหนดเงื่อนไขในการคำนวณ

Solver Parameters

Set Objective:

To: ☐ Max ☒ Min ☐ Value Of:

By Changing Variable Cells:

Subject to the Constraints:

☒ Make Unconstrained Variables Non-Negative

Select a Solving Method:

Solving Method

Select the GRG Nonlinear engine for Solver Problems that are smooth nonlinear. Select the LP Simplex engine for Linear Solver Problems, and select the Evolutionary engine for Solver problems that are non-smooth.

เมื่อกำหนดรายละเอียดทั้งหมดแล้ว จากนั้นคลิก Solver เพื่อสั่งให้คำนวณ โดยจะแสดงค่าตัวแปรที่ต้องตัดสินใจในช่อง Total cost พร้อมทั้งคำนวณค่าเป้าหมาย ดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 ผลลัพธ์ที่ได้หลังจากใช้คำสั่ง Solver

- จากภาพที่ 4 สามารถอธิบายได้ว่า จากเงื่อนไขที่กำหนดนั้น เพื่อให้ได้ต้นทุนค่าขนส่งที่ต่ำที่สุด ควรมีการดำเนินงาน ดังนี้
- 1) กลุ่มเกษตรกรสวนลำไยจังหวัดสมุทรสาคร ส่งไปที่ตลาดศรีเมือง จำนวน 2,225 กิโลกรัม และส่งไปที่ตลาดปทุมมงคล จำนวน 3,116 กิโลกรัม
 - 2) กลุ่มเกษตรกรสวนลำไยจังหวัดนครปฐม ส่งไปที่ ตลาดปทุมมงคล จำนวน 2,884 กิโลกรัม และส่งไปที่ตลาดไท 1,000 กิโลกรัม
 - 3) กลุ่มเกษตรกรสวนลำไยจังหวัดราชบุรี ส่งไปที่ตลาดศรีเมือง จำนวน 3,775 กิโลกรัม
- โดยกระจายไปยังพ่อค้าแม่ค้าของแต่ละตลาด ดังนี้
- 1) ตลาดศรีเมือง ส่งไปที่ พ่อค้าแม่ค้าเจ้าที่ 2 จำนวน 1,000 กิโลกรัม เจ้าที่ 3 จำนวน 2,800 กิโลกรัม เจ้าที่ 6 จำนวน 1,200 กิโลกรัม และเจ้าที่ 7 จำนวน 1,000 กิโลกรัม
 - 2) ตลาดปทุมมงคล ส่งไปที่ พ่อค้าแม่ค้าเจ้าที่ 1 จำนวน 2,000 กิโลกรัม เจ้าที่ 4 จำนวน 1,400 กิโลกรัม เจ้าที่ 5 จำนวน 2,600 กิโลกรัม
 - 3) ตลาดไท ส่งไปที่ พ่อค้าแม่ค้าเจ้าที่ 1 จำนวน 400 กิโลกรัม และเจ้าที่ 7 จำนวน 600 กิโลกรัม ทำให้ได้ต้นทุนขนส่งที่ต่ำที่สุด คือ 748,815 บาท

3.2 อภิปรายผล

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า ตัวแบบโฮลต์-วินเทอร์ (Holt-Winters Model) มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ผลผลิตลำไยของประเทศไทยมากกว่า ตัวแบบอาร์อีมา (ARIMA Model) โดยดูจากค่า R-Square, MAE และ RMSE ซึ่งเป็นเกณฑ์มาตรฐานในการประเมินความแม่นยำของการพยากรณ์ในงานวิจัยด้านอนุกรมเวลา (Mgale et al., 2021) ตัวแบบโฮลต์-วินเทอร์สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ถึง 0.7837 ในขณะที่ตัวแบบอาร์อีมา มีค่า R-Square เป็นลบ (-0.0110) ซึ่งบ่งชี้ว่าแบบจำลองนี้ไม่สามารถใช้ในการพยากรณ์ได้ดีกว่าการใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลจริง โดยความสำเร็จของตัวแบบโฮลต์-วินเทอร์ในงานวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Mgale et al. (2021) ที่พบว่า ตัวแบบโฮลต์-วินเทอร์เหมาะสมกับข้อมูลที่มีแนวโน้มและฤดูกาลอย่างชัดเจน เช่น ราคาข้าวในประเทศแทนซาเนีย ในทำนองเดียวกัน ชนิตรนันท์ กุลทนต์ และธรรณิธร สัจจวิริยทรัพย์ (2567) ก็ได้สรุปว่า ตัวแบบที่มีการคำนึงถึงฤดูกาลและแนวโน้มจะให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำเมื่อใช้กับข้อมูลทางการเกษตรที่มีลักษณะเป็นฤดูกาลชัดเจน หากพิจารณาถึงตัวแบบอาร์อีมา แม้จะเป็นแบบจำลองที่ได้รับความนิยมในการพยากรณ์อนุกรมเวลา เนื่องจากความยืดหยุ่นและสามารถปรับใช้กับข้อมูลหลายประเภท (Wilson, G. T., 2016) แต่ในงานวิจัยนี้กลับให้ค่าความผิดพลาดสูงกว่า โดยเฉพาะเมื่อข้อมูลมีลักษณะฤดูกาลที่ชัดเจน ซึ่งอาจเป็นเพราะตัวแบบอาร์อีมาทั่วไปไม่สามารถจัดการกับฤดูกาลได้อย่างมีประสิทธิภาพหากไม่มีการปรับปรุงเพิ่มเติม

สำหรับผลการศึกษาแนวทางการลดต้นทุนในการขนส่งลำไยในภาคกลางโดยใช้ Excel Solver ซึ่งเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาเชิงเส้น (Linear Programming) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การจัดสรรผลผลิตจากจังหวัดสมุทรสาคร นครปฐม และราชบุรี ไปยังตลาดต่างๆ ในกรุงเทพฯ และปริมณฑล ทำให้ได้ต้นทุนขนส่งที่ต่ำที่สุด คือ 748,815 บาท ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ สนธิกิจ ลิมนาวาณิช (2562) ที่ใช้ Excel Solver เพื่อออกแบบเครือข่ายการกระจายสินค้าในภาคใต้ของไทย ซึ่งพบว่า การใช้ Linear Programming ช่วยให้เกิดการจัดสรรทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพและลดต้นทุนการดำเนินงานได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ วรางคณา (2020) ยังเสนอว่า การวางแผนการขนส่งอย่างมีระบบจะช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรและลดปัญหาการขาดแคลนหรือล้นตลาด โดยหนึ่งในข้อเสนอแนะสำคัญจากงานวิจัยคือการจัดกลุ่มเกษตรกรเพื่อเพิ่มอำนาจการต่อรองกับพ่อค้าคนกลาง ซึ่งเป็นปัญหาหลักที่ทำให้เกษตรกรรายย่อยขายผลผลิตได้ในราคาต่ำ งานวิจัยเสนอให้เกษตรกรในจังหวัดสมุทรสาคร นครปฐม และราชบุรี รวมกลุ่มกันเพื่อเพิ่มขนาดการผลิตและลดต้นทุนการขนส่ง แนวทางนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ วัลย์จรรยา วิระกุล (2565) ที่พบว่า การรวมกลุ่มเกษตรกรช่วยเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันในตลาดและลดความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงของราคา นอกจากนี้ การจัดตั้งเป็นวิสาหกิจชุมชนยังช่วยให้เกษตรกรเข้าถึงแหล่งเงินทุนและเทคโนโลยีได้ง่ายขึ้น (สถาบันพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม เครือข่ายมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2562) สำหรับงานวิจัยในอนาคต

ควรขยายระยะเวลาการเก็บข้อมูลและรวมปัจจัยภายนอกเหล่านี้ไว้ในแบบจำลองเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์ อีกทั้งควรทดสอบตัวแบบอื่นๆ เช่น SARIMA, Prophet หรือ Machine Learning Models เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์เพิ่มเติม

4. เอกสารอ้างอิง

- ชินรัตน์นัท กุลทนต์ และธรรณิทธิ์ สัจจวิทย์ทรัพย์. (2567). ตัวแบบผสมของซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรตชันและวิธีการกึ่งนิวตันแบบมีขอบเขตเพื่อพยากรณ์ราคาสับปะรดรายเดือนของประเทศไทย. *RSU JET*, 27(1), 47-54.
- วรางคณา เรียนสุทธิ. (2563). การเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ราคาลำไย. *Journal of Agri. Research & Extension*, 35(3), 73-83.
- วัลย์จรรยา วิระกุล. (2565). ความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกรแปลงใหญ่กลุ่มร้อยแก่นสารสินธุ์. *วารสารวิชาการและวิจัยมหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*, 12(2), 158-169.
- ศูนย์พัฒนาการค้าและธุรกิจไทย สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ นครคุนหมิง. (2563). รายงานสินค้าลำไยในตลาดจีน. ศูนย์พัฒนาการค้าและธุรกิจไทย สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ นครคุนหมิง.
- สถาบันพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม เครือข่ายมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2562). การศึกษาศักยภาพในการปรับตัวของผู้ประกอบการธุรกิจ (SMEs) เพื่อรองรับการเปิดเสรีทางการค้า กรณีศึกษา: จังหวัดสงขลา. สืบค้นเมื่อ 25 ธันวาคม 2567 จาก <https://sme.go.th/upload/>
- สนธิกิจ ลิ้มปนาวนิช. (2562). การวิเคราะห์ที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าสำหรับโซนภาคใต้ กรณีศึกษา บริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต) ใน สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2564). ลำไย. สืบค้นจาก <http://www.agriman.doae.go.th/home/news/2565/08longan.pdf>
- Mgale, Y.J., Yan, Y.X. and Timothy, S. (2021) A Comparative Study of ARIMA and Holt-Winters Exponential Smoothing Models for Rice Price Forecasting in Tanzania. *Open Access Library Journal*, 8, 1-9.
- Wilson, G. T. (2016). Time Series Analysis: Forecasting and Control, 5th Edition, by George E. P. Box, Gwilym M. Jenkins, Gregory C. Reinsel and Greta M. Ljung, 2015. Published by John Wiley and Sons Inc. *Journal of Time Series Analysis*, 37(1), 141-143.



7

SESSION

งานประจำสู่งานวิจัย



**การพัฒนาระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิซวลไลเซชัน:
รายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**

**Development of a Data Visualization Indicator reporting System:
Report on Performance of Target Level Indicators of The Higher Education
Development Plan KMUTNB**

**วิสุทธาทิพย์ มังษะชาติ^{1*}
Visuttatip Mangsachat^{1*}**

¹ กองแผนงาน สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

¹ Planning Division, Office of the President, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

* E-mail: visuttatip.m@op.kmutnb.ac.th, 08-1666-3358

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินระบบรายงานผลตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2570) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ แบบดาต้าวิซวลไลเซชัน ดำเนินการวิจัยเป็น 2 ระยะ โดยการนำกระบวนการของวงจรบริหารงานคุณภาพ (PDCA) มาเป็นกรอบแนวทางในการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย ระยะที่ 1 เป็นการพัฒนาระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิซวลไลเซชัน เริ่มด้วย (1) การวางแผน (Plan: P) ศึกษาความต้องการของผู้บริหาร และเครื่องมือที่เหมาะสมในการพัฒนาระบบ (2) การดำเนินการ (Do: D) วิเคราะห์ ออกแบบและพัฒนาระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิซวลไลเซชันบนแดชบอร์ด เครื่องมือวิจัยที่ใช้คือแบบสัมภาษณ์และนำมาวิเคราะห์เนื้อหา ระยะที่ 2 เป็นการประเมินระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิซวลไลเซชัน โดยดำเนินการ (3) การตรวจสอบ (Check: C) ทดสอบประสิทธิภาพของระบบรายงาน โดยนำเสนอระบบรายงานเพื่อรายงานผลการดำเนินงาน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 แบบดาต้าวิซวลไลเซชันบนแดชบอร์ด ต่อที่ประชุมคณะกรรมการนโยบายและแผน เพื่อรับทราบและพิจารณาข้อมูลผลการดำเนินงาน และทำการประเมินความพึงพอใจต่อระบบรายงานผลตัวชี้วัด และ (4) การปรับปรุง (Act: A) พัฒนา/ปรับปรุงระบบรายงานตามข้อเสนอแนะ เพื่อนำไปใช้วางแผนการติดตามผลการดำเนินงานและพัฒนาระบบรายงาน ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 ต่อไป เครื่องมือวิจัยที่ใช้คือแบบประเมินความพึงพอใจ และนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า 1) ระบบรายงานผลตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์แบบดาต้าวิซวลไลเซชันสามารถแสดงผลการดำเนินงานในรูปแบบดาต้าวิซวลไลเซชันบนแดชบอร์ดแบบโต้ตอบ (Interactive Dashboard) ด้วยแผนภูมิ ตาราง และสามารถเลือกกรองข้อมูลได้ตามที่ระบบกำหนด 2) ระบบสามารถแสดงรายงานผลการดำเนินงานได้อย่างถูกต้อง ตรงตามความต้องการของผู้บริหาร เป็นประโยชน์ในการนำข้อมูลไปใช้วางแผนการดำเนินงานของมหาวิทยาลัย โดยผู้บริหารและผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของระบบรายงานในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.58, S.D.=0.50)

คำสำคัญ: ระบบรายงาน, รายงานผลตัวชี้วัด, ดาต้าวิซวลไลเซชัน, ตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์

Abstract

This study aimed to develop and evaluate a performance indicator reporting system using data visualization, aligned with the target-level indicators of the 13th Higher Education Development Plan (2023–2027) at King Mongkut’s University of Technology North Bangkok. The research was conducted in two phases using the PDCA (Plan–Do–Check–Act) quality management framework as the guiding approach. In Phase 1, the development of the data visualization-based reporting system involved: (1) Planning (Plan) – studying the needs of university executives and identifying appropriate tools for system development; and (2) Implementation (Do) – analyzing, designing, and developing the performance indicator reporting system on a dashboard. Data were collected through interviews and analyzed using content analysis. Phase 2 focused on the system’s evaluation and involved: (3) Checking (Check) – testing the system’s effectiveness by presenting the 2024 fiscal year performance report via the dashboard to the Policy and Planning Committee for review and satisfaction assessment; and (4) Acting (Act) – improving the system based on recommendations to support planning and monitoring processes for the 2025 fiscal year. The research instruments included a satisfaction questionnaire, with data analyzed using mean, standard deviation, and content analysis. The results showed that: (1) the developed system successfully presented target-level performance results in a data visualization format on an interactive dashboard, featuring charts and tables with filterable options as defined by the system; and (2) the system accurately fulfilled the needs of executives and proved useful for institutional planning. Both executives and users expressed the highest level of satisfaction with the overall effectiveness of the reporting system. ($\bar{x}$ = 4.58, S.D.=0.50).

Keywords: Reporting System, Performance Indicator Report, Data Visualization, Target-level Indicators

1. บทนำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (มจพ.) เป็นสถาบันการศึกษาที่มีความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาระบบนิเวศน์ที่มีความเป็นเลิศทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิชาการขั้นสูงที่เกี่ยวข้อง ให้มีความรู้คู่คุณธรรม เพื่อเป็นผู้พัฒนาและสร้างเทคโนโลยีที่เหมาะสม อันก่อให้เกิดการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน ด้วยพันธกิจหลัก 4 ด้าน คือ 1) ผลิตภัณฑ์ที่พึงประสงค์ 2) วิจัยและพัฒนา 3) บริการวิชาการแก่สังคม และ 4) ทำนุบำรุงศิลปและวัฒนธรรม โดยในการขับเคลื่อนพันธกิจหลักนั้น มหาวิทยาลัยมีแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา ฉบับที่ 1 ถึง ฉบับที่ 13 เป็นแผนยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัย และเป็นแผนแม่บทกำกับทิศทางการพัฒนาของมหาวิทยาลัยในระยะ 5 ปี ซึ่งปัจจุบันมหาวิทยาลัยขับเคลื่อนภายใต้แผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 - 2570) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประกอบด้วย 4 ยุทธศาสตร์ 13 เป้าประสงค์ 65 ตัวชี้วัด 71 กลยุทธ์ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2565) และได้รับอนุมัติจากที่ประชุมสภามหาวิทยาลัย ในการประชุมครั้งที่ 10/2565 เมื่อวันที่ 26 ตุลาคม 2565 เพื่อขับเคลื่อนองค์กรไปสู่การเป็น “มหาวิทยาลัยชั้นนำด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ” ตามวิสัยทัศน์ที่กำหนดไว้ร่วมกัน

สำหรับการแปลงแผนไปสู่การปฏิบัติ โดยการถ่ายทอดให้กับทุกส่วนงานและผู้เกี่ยวข้องไปดำเนินการ และมีระบบกำกับติดตามประเมินผลประจำปี มหาวิทยาลัยได้ดำเนินการถ่ายทอดตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ไปยังทุกภาคส่วนผ่านผู้กำกับ/ผู้รับผิดชอบข้อมูล และคณะ/ส่วนงานผ่านการดำเนินงานตามคำรับรองการปฏิบัติงานประจำปี ของส่วนงานภายในมหาวิทยาลัย เพื่อให้ทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมขับเคลื่อนผลการดำเนินงานของมหาวิทยาลัยให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ ในการดำเนินการติดตามผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 - 2570) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จะดำเนินการติดตามผลการดำเนินงานผ่านผู้กำกับ/ผู้รับผิดชอบข้อมูล และคณะ/ส่วนงานผ่านรายงานประเมินผลการดำเนินงานตามคำรับรองการปฏิบัติงานของส่วนงานภายในมหาวิทยาลัย เพื่อนำมาวิเคราะห์ประเมินผลการดำเนินงานเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ สรุปรายงานผลการดำเนินงานดังกล่าวต่อที่ประชุมคณะกรรมการนโยบายและแผนของมหาวิทยาลัย ซึ่งปัจจุบันการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาจัดทำรายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา ของมหาวิทยาลัยในแต่ละปีนั้น ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบไฟล์ข้อมูลและเอกสารจากคณะ/ส่วนงานหรือผู้รับผิดชอบข้อมูลในแต่ละตัวชี้วัด และบางตัวชี้วัดมีผู้รับผิดชอบหรือผู้เกี่ยวข้องหลายส่วนงาน ทำให้สิ้นเปลืองเวลาในการจัดทำรายงานผลการดำเนินงานในแต่ละปี รายงานที่ได้จึงไม่ทันต่อการใช้งาน และเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย รวมถึงการจัดเก็บข้อมูลผลการดำเนินงานตัวชี้วัดในรูปแบบไฟล์ข้อมูลและเอกสาร ทำให้สิ้นเปลืองเวลาในการค้นหาข้อมูล และต้องทำการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลผลการดำเนินงานดังกล่าวใหม่ทุกครั้งเพื่อนำเสนอรายงานผลการดำเนินงานในแต่ละช่วงปีต่อผู้บริหารของมหาวิทยาลัยสำหรับสนับสนุนการตัดสินใจดำเนินนโยบายต่าง ๆ ในการพัฒนามหาวิทยาลัยในอนาคต ซึ่งในยุคที่เทคโนโลยีพัฒนาไปอย่างก้าวกระโดด การพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่สามารถช่วยประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากหลากหลายแหล่งข้อมูล เพื่อให้ได้รายงานสารสนเทศในรูปแบบที่ผู้บริหารสามารถนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจ หรือวางแผนการดำเนินงานต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะการนำแนวคิดระบบธุรกิจอัจฉริยะ (Business Intelligence : BI) ซึ่งเป็นเครื่องมือทางด้านเทคโนโลยีที่ช่วยในการแปลงข้อมูลดิบให้เป็นข้อมูลเชิงลึก รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลในมุมมองต่าง ๆ เพื่อใช้ในการทำนายผลการดำเนินงานในอนาคต (ศรีสมรักษ์ อินทุจันทร์ยง, 2566) รวมถึงการจัดทำรายงานผลการดำเนินงานต่าง ๆ ที่อยู่ในรูปแบบซับซ้อนให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย และมีประสิทธิภาพ ด้วยการทำให้ข้อมูลให้เป็นภาพหรือที่เรียกว่าดาต้าวิซวลไลเซชัน (Data visualization) บนแดชบอร์ด เช่น การนำเสนอในรูปแบบแผนภูมิตาราง อินโฟกราฟิก (Wachira Thongsuk, 2566) สามารถนำเสนอรายงานเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการดำเนินนโยบายของผู้บริหารได้อย่างรวดเร็วในรูปแบบออนไลน์ ซึ่งมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ระบบดาต้าวิซวลไลเซชันบนแดชบอร์ดหลายฉบับ เช่น การศึกษาวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้แดชบอร์ดสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลและสนับสนุนการตัดสินใจผลการดำเนินงานตัวชี้วัดตามแผนปฏิบัติงานและแผนการใช้จ่ายงบประมาณประจำปี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย พบว่าแดชบอร์ดสามารถแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ช่วยให้ผู้บริหารหรือผู้ใช้งานระบบเข้าใจข้อมูลได้ง่ายขึ้น สนับสนุนการตัดสินใจของ

ผู้ใช้งาน ประหยัดเวลาในการตีความข้อมูล (พรเพ็ญ จันทรา และคณะ, 2567) และการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบรายงานการใช้ห้องเรียนออนไลน์แบบดาต้าวิชวลไลเซชัน ของฝ่ายผลิตสื่ออิเล็กทรอนิกส์ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พบว่า ระบบนำเสนอรายงานการใช้ห้องเรียนในรูปแบบดาต้าวิชวลไลเซชันที่สามารถเลือกแสดงข้อมูลตามที่ระบบกำหนดได้ มีความสะดวกในการใช้งาน สามารถสื่อสารให้ผู้ใช้งานเข้าใจได้ง่าย และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานระบบในกลุ่มผู้บริหาร (พัชรา คงเหมา, 2565) รวมถึงการศึกษาวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอข้อมูลเชิงภาพ เพื่อประยุกต์ใช้กับการแสดงข้อมูลสถิติของสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ด้วยการพัฒนาดาต้าวิชวลไลเซชัน ในการนำเสนอข้อมูลผ่านการวิเคราะห์แล้วออกมาในรูปแบบภาพ สามารถกรองข้อมูลเฉพาะตามความต้องการได้ ซึ่งการแสดงผลในรูปแบบนี้สามารถช่วยในการอธิบายข้อมูลต่าง ๆ ให้ผู้ใช้เข้าใจได้ง่าย และมีความน่าสนใจ ผู้บริหารหรือผู้เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการตัดสินใจ หรือพยากรณ์แนวโน้มสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ในอนาคต (อภิชัย เจริญวิวัฒน์, 2563)

ผู้วิจัยในฐานะผู้รับผิดชอบจัดทำรายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จึงดำเนินการพัฒนาระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิชวลไลเซชัน : รายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เพื่อให้มีการนำเสนอรายงานผลการดำเนินงานดังกล่าวแบบดาต้าวิชวลไลเซชันบนแดชบอร์ดแบบโต้ตอบ (Interactive Dashboard) ที่สามารถแสดงผลได้ตามความต้องการ มีความสวยงาม น่าสนใจ ผู้บริหารและผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อมูลรายงานได้อย่างรวดเร็วทุกที่ทุกเวลาในรูปแบบออนไลน์ และมีการเก็บรวบรวมข้อมูลผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนฯ 13 มจพ. ให้เป็นระบบ มีความถูกต้อง ลดระยะเวลาในการสืบค้นข้อมูลเพื่อดำเนินการสรุปรายงานผลการดำเนินงานต่อที่ประชุมคณะกรรมการนโยบายและแผน ของมหาวิทยาลัย โดยการนำวงจรการบริหารงานคุณภาพหรือวงจรเดมมิง (PDCA) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยให้การทำงานมีระบบ เป็นขั้นตอน และสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ตลอดเวลา ก่อให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มาเป็นกรอบในการดำเนินการวิจัย เช่นเดียวกับระบบบริหารงานวิจัยและนวัตกรรม (RDIMS) ของสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ (FTPI) ภายใต้แนวทางของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่ใช้ PDCA เป็นกลไกหลักในการบริหารจัดการงานวิจัยและพัฒนา (สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, 2567) และการพัฒนาระบบสารสนเทศ เพื่อการบริหารงานวิจัย คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ด้วยโปรแกรม Google Site พบว่า การพัฒนาระบบโดยใช้วงจรเดมมิง (PDCA) มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดี และผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (สมเด็จ จิมาญกุล, 2565) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยที่พัฒนาจากงานประจำ และต้องมีการปรับปรุงการดำเนินงานในทุกรอบปีงบประมาณเพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จึงเหมาะสมกับการนำวงจรการบริหารงานคุณภาพ (PDCA) มาเป็นกรอบในการดำเนินการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาระบบรายงานผลตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2570) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ แบบดาต้าวิชวลไลเซชัน
- 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบรายงานผลตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2570) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ แบบดาต้าวิชวลไลเซชัน

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา โดยนำกระบวนการของวงจรการบริหารงานคุณภาพ (PDCA) มาเป็นกรอบแนวทางในการดำเนินการวิจัย แบ่งเป็น 2 ระยะ ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 การพัฒนาระบบรายงานผลตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2570) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ แบบดาต้าวิชวลไลเซชัน ดำเนินการดังนี้

- 1) วางแผนการดำเนินการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล (Plan: P)

1.1) สอบถามความต้องการของผู้บริหารที่เป็นผู้กำกับตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ถึงความต้องการใช้ข้อมูลรายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา ของมหาวิทยาลัย แบบดาต้าวิชวลไลเซชันบนแดชบอร์ด ด้วยแบบสัมภาษณ์

1.2) ศึกษาเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการพัฒนาระบบดาต้าวิชวลไลเซชัน โดยเป็นเครื่องมือที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือสนับสนุนให้บุคลากรใช้ในการปฏิบัติงาน ได้แก่ โปรแกรม Lookers Studio และโปรแกรม Power BI เพื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมในการนำมาใช้ในการพัฒนาระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิชวลไลเซชันในงานวิจัยครั้งนี้

1.3) รวบรวมข้อมูลผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 – 2567 ที่กองแผนงานรวบรวมไว้ทุกสิ้นปีงบประมาณ

2) ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ออกแบบและพัฒนาระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิชวลไลเซชัน (Do: D)

2.1) วิเคราะห์ผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 – 2567 จำแนกตามยุทธศาสตร์ เป้าประสงค์ ปีงบประมาณ และผู้กำกับระดับเป้าประสงค์/ผู้รับผิดชอบรายงานข้อมูลผลการดำเนินงาน

2.2) ออกแบบตารางการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำรายงานผลการดำเนินงานให้สอดคล้องกับการนำเสนอรายงานผลการดำเนินงานตามความต้องการของผู้บริหารที่เป็นผู้กำกับตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ รวมถึงเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลผลการดำเนินงานในอนาคต

2.3) ออกแบบหน้าจอแดชบอร์ดรายงานผลการดำเนินงานแบบดาต้าวิชวลไลเซชันให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริหารที่เป็นผู้กำกับตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์

2.4) พัฒนาระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิชวลไลเซชันด้วยเครื่องมือที่เหมาะสมกับข้อมูลตามที่ได้ทำการศึกษา และนำเสนอรายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดบนแดชบอร์ดในรูปแบบที่สามารถเข้าใจได้ง่าย และสามารถกรองหรือเลือกดูรายงานได้ตามความต้องการของผู้บริหารและผู้ใช้งาน

ระยะที่ 2 การประเมินประสิทธิภาพระบบรายงานผลตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2570) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ แบบดาต้าวิชวลไลเซชัน ดำเนินการดังนี้

1) ประชากรในการวิจัยนี้ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ผู้บริหารในฐานะผู้กำกับตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ คือ ผู้บริหารที่เป็นผู้กำกับตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 - 2570) ของมหาวิทยาลัย เพื่อสอบถามความต้องการในการใช้ระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิชวลไลเซชัน จำนวน 13 คน

กลุ่มที่ 2 ผู้บริหารและผู้ใช้งาน คือ คณะกรรมการนโยบายและแผน และผู้ปฏิบัติงานด้านนโยบายและแผนของทุกส่วนงานภายในมหาวิทยาลัย เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของระบบรายงานผลตัวชี้วัด จำนวน 66 คน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ มีดังนี้

2.1) เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิชวลไลเซชัน : รายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

(1) Google Sheet ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนฯ มจพ.

(2) Looker Studio ในการสร้างรายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนฯ มจพ. บนแดชบอร์ด

2.2) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของระบบ คือ แบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิชวลไลเซชัน : รายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีลักษณะเป็นแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

แบ่งเกณฑ์การกำหนดค่าน้ำหนักของการประเมินไว้ 5 ระดับ ตามแนวคิดของลิเคิร์ต (Likert) (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2552) คือ 5 คะแนน (มากที่สุด) 4 คะแนน (มาก) 3 คะแนน (ปานกลาง) 2 คะแนน (น้อย) และ 1 คะแนน (น้อยที่สุด) โดยประกอบด้วย 3 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ตอบแบบประเมิน ตอนที่ 2 การประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบรายงานผลตัวชี้วัด และตอนที่ 3 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3) การทดสอบประสิทธิผลของระบบ (Check: C)

3.1) ทดสอบการทำงานของระบบโดยการเลือกกรองข้อมูลในแต่ละเมนู แล้วตรวจสอบความถูกต้องของระบบรายงาน ว่าสามารถแสดงรายงานผลได้ถูกต้อง ครบถ้วน หรือไม่

3.2) นำเสนอรายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2570) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 แบบดาต้าวิซวลไลเซชันบนแดชบอร์ด ต่อที่ประชุมคณะกรรมการนโยบายและแผน (ผู้บริหารมหาวิทยาลัย) เพื่อรับทราบและพิจารณาผลการดำเนินงาน พร้อมทั้งพิจารณาประสิทธิผลการใช้งานระบบรายงานผลตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนฯ 13 มจพ. แบบดาต้าวิซวลไลเซชันเพื่อนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุง/พัฒนาระบบรายงานให้มีประสิทธิภาพต่อไป

3.3) นำเสนอระบบรายงานต่อผู้ใช้งาน ได้แก่ นักวิเคราะห์นโยบายและแผน/ผู้ปฏิบัติงานด้านนโยบายและแผนของทุกส่วนงาน/หน่วยงาน ภายในมหาวิทยาลัย โดยการส่งลิงก์และคิวอาร์โค้ดระบบรายงานพร้อมแบบประเมินความพึงพอใจ เพื่อขอรับการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิซวลไลเซชัน เพื่อนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุง/พัฒนาระบบรายงานให้มีประสิทธิภาพต่อไป

4) ปรับปรุง/พัฒนาระบบรายงานผลตัวชี้วัดตามข้อเสนอแนะ (Act: A)

4.1) พิจารณาข้อเสนอแนะจากที่ประชุมคณะกรรมการนโยบายและแผนและผู้ใช้งานที่มีต่อระบบรายงาน

4.2) นำข้อเสนอแนะที่ได้มาพิจารณาความเป็นไปได้และความเหมาะสมที่เป็นประโยชน์ต่อการนำมาพัฒนาระบบรายงานให้มีประสิทธิภาพในการดำเนินงานในปีงบประมาณถัดไป

5) การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1) ระยะเวลาที่ 1 ดำเนินการวิเคราะห์เนื้อหาจากแบบสัมภาษณ์

5.2) ระยะเวลาที่ 2 ดำเนินการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากแบบประเมินความพึงพอใจ ตอนที่ 2 การประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบรายงานผลตัวชี้วัด และมีการแปลความหมายเพื่อจัดระดับคะแนนเฉลี่ย โดยกำหนดเป็นช่วงคะแนน คือ 1.00–1.49 (พึงพอใจน้อยที่สุด), 1.50–2.49 (พึงพอใจน้อย), 2.50–3.49 (พึงพอใจปานกลาง), 3.50–4.49 (พึงพอใจมาก) และ 4.50–5.00 (พึงพอใจมากที่สุด) และวิเคราะห์เนื้อหาในตอนท้าย ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษาความต้องการของผู้บริหารและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบดาต้าวิซวลไลเซชัน

1) ผลการศึกษาความต้องการของผู้บริหาร พบว่า ต้องการให้มหาวิทยาลัยมีระบบที่สามารถแสดงรายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนฯ 13 มจพ. ในรูปแบบดาต้าวิซวลไลเซชัน โดยต้องการให้ระบบสามารถแสดงรายงานในมิติของผลการดำเนินงานในแต่ละปี ได้แก่ ร้อยละความสำเร็จของการดำเนินงานตามแผนฯ 13 มจพ., การเปรียบเทียบผลการดำเนินงานกับค่าเป้าหมาย, ตัวชี้วัดที่ไม่สามารถดำเนินการได้ตามเป้าหมายที่กำหนด, ผลการดำเนินงานย้อนหลังและค่าเป้าหมายในปีถัดไป และสามารถดูรายงานได้ทุกที่ทุกเวลาในรูปแบบออนไลน์

2) ผลการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบดาต้าวิซวลไลเซชัน พบว่า เครื่องมือสำหรับใช้ในการพัฒนาระบบดาต้าวิซวลไลเซชันที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือสนับสนุนให้บุคลากรของมหาวิทยาลัยนำไปใช้เพื่อการพัฒนาในงานในหน้าที่ คือ โปรแกรม Power BI และโปรแกรม Looker Studio โดยการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติและความเหมาะสมในการนำมาใช้พัฒนาระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิซวลไลเซชัน : รายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ซึ่งทั้งสองโปรแกรมเหมาะสมและ

สามารถนำมาใช้ในการสร้างแดชบอร์ดรายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดแบบดาต้าวิชวลไลเซชันได้ทั้งคู่ โดยโปรแกรม Power BI จะมีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกได้ดีกว่า แต่ต้องติดตั้งโปรแกรม Power BI Desktop บนเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างรายงาน มีค่าใช้จ่ายในการแชร์รายงาน และผู้ใช้งานควรมีทักษะด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จึงจะสามารถสร้างรายงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนโปรแกรม Looker Studio นั้น สามารถสร้างรายงานและวิเคราะห์ข้อมูล ผลการดำเนินงานเชิงลึกในรูปแบบที่ไม่ซับซ้อนได้ ที่สำคัญสามารถใช้งานและแชร์รายงานเพื่อใช้งานร่วมกันได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย เพียงผู้ใช้งานมี Google Account และสามารถใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลาบนเว็บเบราว์เซอร์ เหมาะสำหรับการทำงานร่วมกัน กับผลิตภัณฑ์ของ Google ดังนั้นในการพัฒนาระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิชวลไลเซชัน : รายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้โปรแกรม Looker Studio เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบดาต้าวิชวลไลเซชัน เนื่องจากข้อมูลผลการดำเนินงานมีตัวชี้วัดเพียง 66 ตัวชี้วัด และใช้การวิเคราะห์ข้อมูลขั้นพื้นฐานไม่ซับซ้อน สามารถแชร์รายงานและใช้งานร่วมกันในที่ใดก็ได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย รวมถึงเพื่อเชื่อมโยงระบบรายงานกับรายละเอียดผลการดำเนินงานในแต่ละตัวชี้วัดที่แสดงใน Google Sheets

3.2 ผลการพัฒนาระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิชวลไลเซชัน : รายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพัฒนาระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิชวลไลเซชัน ด้วยโปรแกรม Looker Studio ในการสร้างรายงานบนแดชบอร์ด และเผยแพร่ระบบรายงานผ่านเว็บไซต์กองแผนงาน หรือ link : https://lookerstudio.google.com/s/qCHe0L2L_ig โดยผลการพัฒนาระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิชวลไลเซชันนี้ สามารถแสดงรายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ดังนี้

1) แดชบอร์ดหน้าแรกของระบบรายงานที่แสดงชื่อของระบบ และแผนภูมิครึ่งวงกลมแสดงร้อยละความสำเร็จของการดำเนินงานตามแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 – 2567 (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แดชบอร์ดหน้าแรกของระบบรายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2) แดชบอร์ดแสดงรายงานผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในแต่ละปีงบประมาณ ที่สามารถแสดงรายงานผลการดำเนินงานได้ ดังนี้

2.1) แผนภูมิครึ่งวงกลม แสดงร้อยละความสำเร็จของการดำเนินงานในภาพรวมประจำปี ระบุจำนวนตัวชี้วัด และจำนวนเป้าประสงค์ ซึ่งการแสดงผลของแดชบอร์ดจะปรับเปลี่ยนไปตามการเลือกกรองข้อมูล (ภาพที่ 2 (1))

2.2) แผนภูมิโดนัท แสดงผลลัพธ์การดำเนินงาน (บรรลุ, ไม่บรรลุ) ในภาพรวม ประจำปี ระบุจำนวนตัวชี้วัด ที่มีผลการดำเนินงานบรรลุค่าเป้าหมายที่กำหนด และจำนวนตัวชี้วัดที่ไม่สามารถดำเนินการได้บรรลุค่าเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งการแสดงผลของแดชบอร์ดจะปรับเปลี่ยนไปตามการเลือกกรองข้อมูล (ภาพที่ 2 (2))

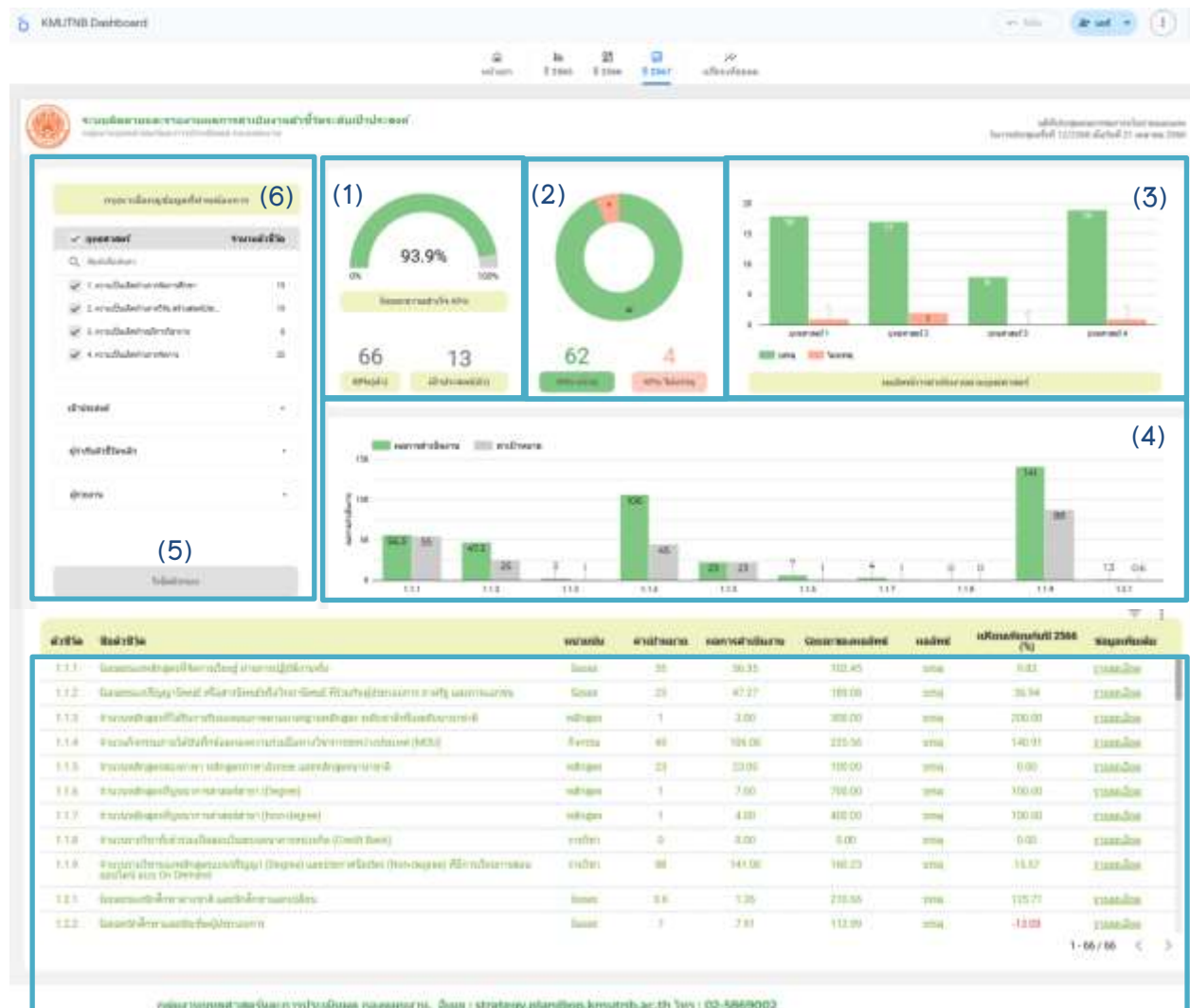
2.3) แผนภูมิแท่ง แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์การดำเนินงาน (บรรลุ ไม่บรรลุ) จำแนกตามยุทธศาสตร์ ประจำปี คือ การเปรียบเทียบจำนวนตัวชี้วัดที่มีผลการดำเนินงานบรรลุค่าเป้าหมายที่กำหนดกับจำนวนตัวชี้วัดที่ไม่สามารถดำเนินการได้ บรรลุค่าเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งการแสดงผลของแดชบอร์ดจะปรับเปลี่ยนไปตามการเลือกกรองข้อมูล (ภาพที่ 2 (3))

2.4) แผนภูมิแท่ง แสดงการเปรียบเทียบผลการดำเนินงานกับค่าเป้าหมายที่กำหนด ประจำปี จำแนกตามตัวชี้วัด ระบุผลการดำเนินงานและค่าเป้าหมาย ซึ่งการแสดงผลของแดชบอร์ดจะปรับเปลี่ยนไปตามการเลือกกรองข้อมูล (ภาพที่ 2 (4))

2.5) ตาราง แสดงผลการดำเนินงานในแต่ละตัวชี้วัด ประกอบด้วย ชื่อตัวชี้วัด หน่วยนับ ค่าเป้าหมาย ผลการดำเนินงาน ร้อยละความสำเร็จ ผลลัพธ์ (บรรลุ ไม่บรรลุ) เปรียบเทียบกับผลการดำเนินงาน ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 แสดงผล เป็นร้อยละ (มีเฉพาะในหน้าแดชบอร์ดรายงานผลการดำเนินงาน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567) และลิงก์รายละเอียดผลการดำเนินงานของแต่ละตัวชี้วัด ซึ่งการแสดงผลของแดชบอร์ดจะปรับเปลี่ยนไปตามการเลือกกรองข้อมูล (ภาพที่ 2 (5))

2.6) ตัวเลือกการกรองข้อมูลตามยุทธศาสตร์ เป้าประสงค์ ผู้กำกับหลัก และผู้รายงานข้อมูล (ภาพที่ 2 (6))

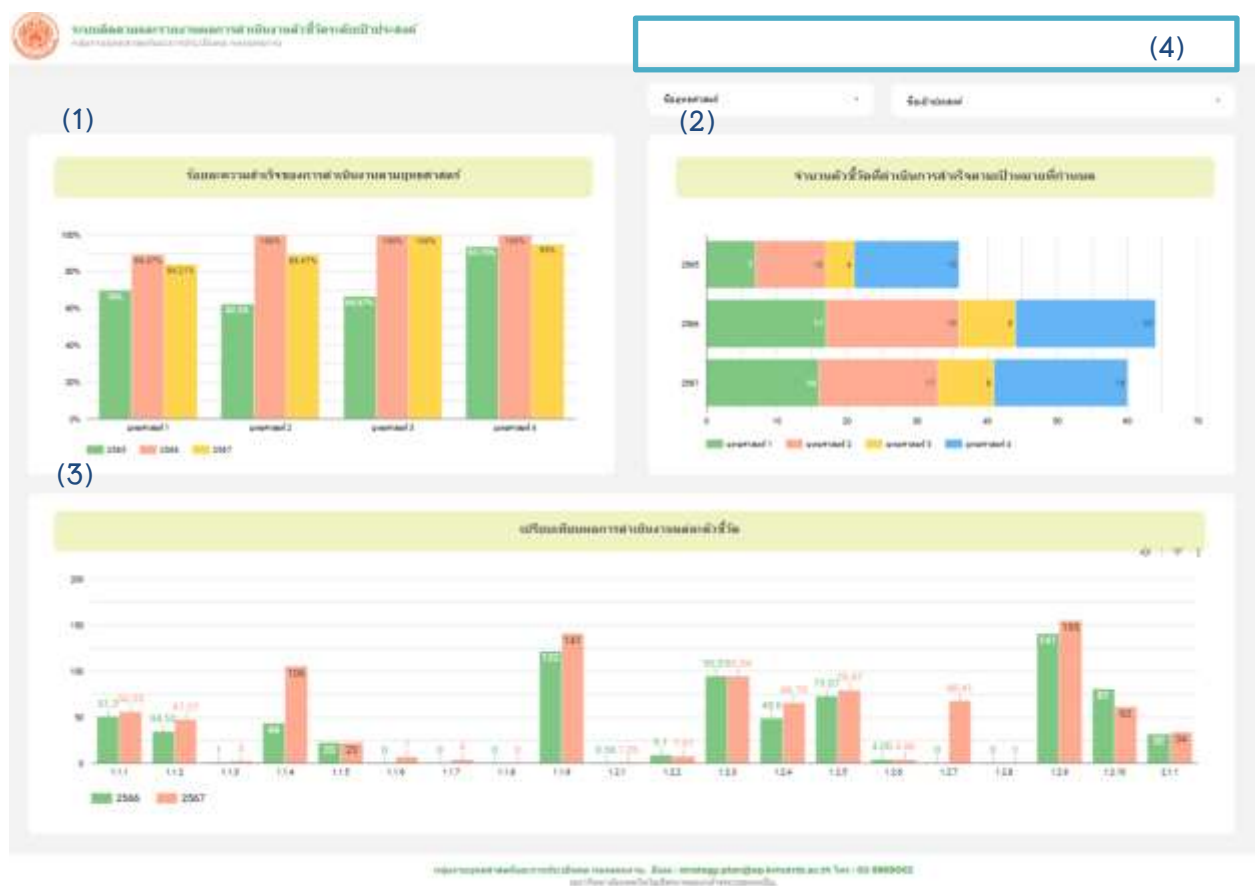
ตัวอย่างแดชบอร์ดรายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนฯ 13 มจพ. ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แดชบอร์ดรายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567

3.2.3 แดชบอร์ดแสดงการเปรียบเทียบผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565-2567 (ภาพที่ 3) ที่สามารถแสดงรายงานผลการดำเนินงานได้ดังนี้

- 1) แผนภูมิแท่ง แสดงการเปรียบเทียบร้อยละความสำเร็จของการดำเนินงาน จำแนกตามยุทธศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 - 2567 ซึ่งการแสดงผลสามารถปรับเปลี่ยนไปตามการเลือกกรองข้อมูล (ภาพที่ 3 (1))
- 2) แผนภูมิแท่ง แสดงการเปรียบเทียบจำนวนตัวชี้วัดที่ดำเนินการสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด จำแนกตามยุทธศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 - 2567 ซึ่งการแสดงผลสามารถปรับเปลี่ยนไปตามการเลือกกรองข้อมูล (ภาพที่ 3 (2))
- 3) แผนภูมิแท่ง แสดงการเปรียบเทียบผลการดำเนินงานในแต่ละตัวชี้วัด ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 - 2567 ซึ่งการแสดงผลสามารถปรับเปลี่ยนไปตามการเลือกกรองข้อมูล (ภาพที่ 3 (3))
- 4) ตัวเลือกการกรองข้อมูลตามยุทธศาสตร์ และเป้าประสงค์ (ภาพที่ 3 (4))



ภาพที่ 3 แดชบอร์ดเปรียบเทียบผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 – 2567

3.3 ผลการประเมินประสิทธิผลของการใช้งานระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิซวลไลเซชัน : รายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผลการนำเสนอระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิซวลไลเซชัน : รายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ต่อที่ประชุมคณะกรรมการนโยบายและแผน ของมหาวิทยาลัย (ผู้บริหาร) ในการประชุมครั้งที่ 12/2568 เมื่อวันที่ 21 เมษายน 2568 เพื่อพิจารณาและรับทราบผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2570) ของมหาวิทยาลัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 พร้อมทั้งขอรับข้อเสนอแนะและแนวทางในการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุผลสัมฤทธิ์

ตามคำเป้าหมายที่มหาวิทยาลัยกำหนดไว้ และขอรับการประเมินประสิทธิภาพต่อการใช้งานระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิซวลไลเซชัน: รายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มจพ. เพื่อนำไปพัฒนาระบบรายงานต่อไป ซึ่งที่ประชุมคณะกรรมการนโยบายและแผนได้ให้ข้อเสนอแนะแนวทางในการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุผลสัมฤทธิ์ตามคำเป้าหมายที่มหาวิทยาลัยกำหนดไว้ ในตัวชี้วัดที่ 4.2.1 ระดับความพึงพอใจในการใช้งานระบบสารสนเทศของมหาวิทยาลัย ให้ผู้รับผิดชอบข้อมูลเปลี่ยนวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลผลการดำเนินงาน โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคล เพื่อให้เข้าใจปัญหาที่แท้จริง และนำปัญหาที่พบมาแก้ไขได้ในโอกาสต่อไป และในส่วนของการรายงานผลการดำเนินงานแบบดาต้าวิซวลไลเซชันบนแดชบอร์ดนั้น สอดรับกับมุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัยดิจิทัล ซึ่งที่ประชุมมีข้อเสนอแนะเพื่อให้ระบบรายงานมีความสมบูรณ์มากที่สุดและเกิดประโยชน์สูงสุด โดยขอให้ปรับปรุงการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลการดำเนินงานย้อนหลัง 2-3 ปี จำแนกตามส่วนงาน และในบางตัวชี้วัดที่ผลการดำเนินงานยังไม่สิ้นสุดควรระบุวันที่บันทึกข้อมูล สำหรับผู้ใช้งาน ได้แก่ นักวิเคราะห์นโยบายและแผน/ผู้ปฏิบัติงานด้านนโยบายและแผนของทุกส่วนงาน ผู้วิจัยได้นำเสนอระบบรายงานพร้อมแบบประเมินความพึงพอใจ เพื่อขอรับการประเมินความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพการใช้งานระบบรายงาน ซึ่งผลการประเมินความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของระบบรายงาน จากผู้บริหาร จำนวน 40 คน และผู้ใช้งาน จำนวน 26 คน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิซวลไลเซชัน : รายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ความครบถ้วนถูกต้องของระบบรายงาน	4.55	0.59	มีความพึงพอใจมากที่สุด
2. ความเหมาะสมของรูปแบบดาต้าวิซวลไลเซชันที่ใช้	4.66	0.48	มีความพึงพอใจมากที่สุด
3. การแสดงผลของระบบรายงานสามารถเข้าใจได้ง่าย	4.65	0.58	มีความพึงพอใจมากที่สุด
4. ความสะดวกในการเข้าถึงระบบรายงาน	4.61	0.52	มีความพึงพอใจมากที่สุด
5. ความง่ายในการใช้งานระบบรายงาน	4.68	0.50	มีความพึงพอใจมากที่สุด
6. ระบบรายงานสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริหารและผู้ใช้งานในการนำไปใช้ประกอบการวางแผนและการปฏิบัติงานได้	4.61	0.52	มีความพึงพอใจมากที่สุด
7. ความพึงพอใจต่อระบบในภาพรวม	4.58	0.50	มีความพึงพอใจมากที่สุด

จากตารางที่ 1 ผู้บริหารและผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของระบบรายงานในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.58 และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พบว่า ผู้บริหารและผู้ใช้งานมีความพึงพอใจมากที่สุดในทุกด้าน โดยมีความพึงพอใจในด้านความง่ายในการใช้งานระบบรายงานมากที่สุด มีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.68 รองลงมาคือด้านความเหมาะสมของรูปแบบดาต้าวิซวลไลเซชันที่ใช้ ด้านการแสดงผลของระบบรายงานสามารถเข้าใจได้ง่าย ด้านความสะดวกในการเข้าถึงระบบรายงาน ด้านระบบรายงานสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริหารและผู้ใช้งานในการนำไปใช้ประกอบการวางแผนและการปฏิบัติงานได้ และในด้านความครบถ้วนถูกต้องของระบบรายงาน มีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.66, 4.65, 4.61, 4.61 และ 4.55 ตามลำดับ นอกจากนี้ ผู้บริหารและผู้ใช้งานได้ให้ข้อเสนอแนะต่อการพัฒนาระบบรายงาน คือ เป็นระบบที่มีประโยชน์ต่อการภารกิจของมหาวิทยาลัย, ข้อมูลในระบบมีประโยชน์ในการวางแผนการดำเนินงานของมหาวิทยาลัย และควรมีการเชื่อมโยงข้อมูลกับระบบอื่นที่เกี่ยวข้อง

3.4 ผลการปรับปรุง/พัฒนาระบบรายงาน

1) การปรับปรุงระบบรายงานตามข้อเสนอแนะของผู้บริหารจากที่ประชุมคณะกรรมการนโยบายและแผน ในการประชุมครั้งที่ 12/2568 เมื่อวันที่ 21 เมษายน 2568 และข้อเสนอแนะจากแบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบรายงาน จากผู้บริหารและผู้ใช้งาน ได้แก่ การระบุวันที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับตัวชี้วัดที่ยังไม่สิ้นสุด, เป็นระบบที่มีประโยชน์ต่อการภารกิจของมหาวิทยาลัย, ข้อมูลในระบบมีประโยชน์ในการวางแผนการดำเนินงานของมหาวิทยาลัย และควรมีการเชื่อมโยงข้อมูลจากระบบที่เกี่ยวข้อง โดยพิจารณาความเป็นไปได้และความเหมาะสมที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบรายงาน จากข้อเสนอแนะ และดำเนินการปรับปรุงการแสดงผลของระบบรายงานเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือในการนำข้อมูลไปใช้ และเป็นการ

รับรองรายงานผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนฯ 13 มจพ. โดยการเพิ่มความบนหน้าแดชบอร์ดระบบ รายงาน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 “มติที่ประชุมคณะกรรมการนโยบายและแผน ในการประชุมครั้งที่ 16/2567 เมื่อวันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2567” และบนหน้าแดชบอร์ดระบบรายงาน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 “มติที่ประชุมคณะกรรมการนโยบาย และแผน ในการประชุมครั้งที่ 12/2568 เมื่อวันที่ 21 เมษายน พ.ศ. 2568” และในส่วนของคุณค่าตัวชี้วัด ที่ยังไม่สิ้นสุด ผู้วิจัยได้ ระบุนวันที่เก็บรวบรวมข้อมูลลงใน google sheets ที่แสดงรายละเอียดผลการดำเนินงานของตัวชี้วัดนั้น

2) การปรับปรุงแนวทางการดำเนินการติดตามและรายงานผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของ แผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา ฉบับที่ 13 ระยะกลางแผน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 โดยการรายงานผ่าน Google Sheets เพื่อให้ผลการดำเนินงานแสดงบนหน้าแดชบอร์ดระบบรายงาน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 ซึ่งจะดำเนินการติดตาม ผลการดำเนินงานในช่วงต้นเดือนตุลาคม พ.ศ. 2568

4. สรุปผล

4.1 สรุปผลการพัฒนาระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิชวลไลเซชัน : รายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับ เป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผลการพัฒนาระบบรายงานด้วยโปรแกรม Looker Studio พบว่า เป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่ายเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น ใช้งาน สามารถใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลาบนระบบคลาวด์ ไม่มีค่าใช้จ่ายในการแชร์รายงานและการใช้งานร่วมกัน สอดคล้องกับผลการ ศึกษาวิจัยของวารสาร ไทยปริชา และเคเนศ พันธุ์สวัสดิ์ (2566) เรื่อง การประยุกต์ใช้แดชบอร์ดสำหรับอุตสาหกรรมโดยเปรียบเทียบ โปรแกรมที่ใช้ระหว่าง Google Data Studio และ Microsoft Power BI เพื่อประยุกต์ใช้แดชบอร์ดในการแก้ปัญหาต่าง ๆ และ เพื่อเลือกโปรแกรมที่เหมาะสม ซึ่งมีผู้บริหาร 6 ท่าน ได้เลือกใช้งานโปรแกรม Google Data Studio (ชื่อเดิมของโปรแกรม Looker Studio) เนื่องจากสามารถใช้งานได้ง่าย เหมาะสำหรับการเริ่มต้นใช้งาน สามารถแบ่งปันรายงานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย และ สมัครใช้งานไม่ยุ่งยาก ซึ่งข้อมูลตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ของแผนฯ 13 มจพ. มีจำนวนไม่มาก มีรูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูล ไม่ซับซ้อน และมีการเชื่อมโยงการติดตามและรายงานผลการดำเนินงานในแต่ละตัวชี้วัดด้วย Google Sheets โดยระบบรายงานที่ พัฒนาขึ้นมานี้สามารถวิเคราะห์และแสดงรายงานผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนฯ มจพ. ในแต่ละ ปีงบประมาณ บนแดชบอร์ดในมิติต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย ร้อยละความสำเร็จของการดำเนินงานในภาพรวม ประจำปี, ผลลัพธ์การดำเนินงาน (บรรลุ, ไม่บรรลุ) ในภาพรวมประจำปี, การเปรียบเทียบผลลัพธ์การดำเนินงาน (บรรลุ, ไม่บรรลุ) จำแนกตามยุทธศาสตร์ประจำปี, การเปรียบเทียบผลการดำเนินงานกับค่าเป้าหมายที่กำหนดประจำปี จำแนกตามตัวชี้วัด, ตาราง แสดงผลการดำเนินงานในแต่ละตัวชี้วัด และลิงก์รายละเอียดผลการดำเนินงานของแต่ละตัวชี้วัดประจำปี และ แดชบอร์ดแสดง การเปรียบเทียบผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 – 2567 ที่สามารถแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบร้อยละความสำเร็จ ของการดำเนินงาน จำแนกตามยุทธศาสตร์, การเปรียบเทียบจำนวนตัวชี้วัดที่ดำเนินการสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด จำแนกตาม ยุทธศาสตร์ และการเปรียบเทียบผลการดำเนินงานในแต่ละตัวชี้วัด และการแสดงผลของแดชบอร์ดสามารถปรับเปลี่ยนไปตามการ เลือกกรองข้อมูล ผู้บริหารและผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่ข้อมูลระบบรายงานได้ทุกที่ทุกเวลาบนเว็บไซต์ของกองแผนงาน ลดระยะเวลา ในการวิเคราะห์และสืบค้นผลการดำเนินงาน ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริหาร และการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบดาต้า วิชวลไลเซชัน ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจข้อมูลรายงานได้ง่าย และรายงานมีความน่าสนใจ ผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงานด้าน นโยบายและแผนของมหาวิทยาลัยสามารถนำข้อมูลไปใช้ประกอบการดำเนินงานและสนับสนุนการตัดสินใจในการดำเนินงานของ มหาวิทยาลัยได้ สอดคล้องกับผลการศึกษาวิจัยของพรเพ็ญ จันทรา, เพ็ญพักตร์ แก้วทนต์, วิลาวัลย์ ทองนิมิตร, กาญจนา ทองตีบ, และพัชรี ทองช่วย (2567) เรื่อง การประยุกต์ใช้แดชบอร์ดสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและสนับสนุนการตัดสินใจผลการดำเนินงาน ตัวชี้วัดตามแผนปฏิบัติงานและแผนการใช้จ่ายงบประมาณประจำปี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ศรีวิชัย ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า แดชบอร์ดสามารถแสดงข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ช่วยให้ผู้บริหารหรือผู้ใช้งานระบบเข้าใจข้อมูลได้ง่ายขึ้น สนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้งาน ประหยัดเวลาในการตีความข้อมูล และสอดคล้องกับผลการศึกษาวิจัยของพัชรา คงเหมา

(2565) เรื่อง การพัฒนาระบบรายงานการใช้ห้องเรียนออนไลน์แบบดาต้าวิชวลไลเซชัน ของฝ่ายผลิตสื่ออิเล็กทรอนิกส์ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เพื่อแก้ปัญหการทำงานที่ซ้ำซ้อน การจัดเก็บข้อมูลไม่เป็นระบบและการจัดทำรายงานที่ไม่เป็นปัจจุบัน ซึ่งได้พัฒนาระบบรายงานโดยใช้โปรแกรม Google Looker Studio พบว่าระบบสามารถนำเสนอข้อมูลการปฏิบัติงานและการให้บริการระบบห้องเรียนออนไลน์ในรูปแบบดาต้าวิชวลไลเซชันที่สามารถเลือกแสดงข้อมูลที่ระบบกำหนดได้สะดวก สามารถสื่อสารให้ผู้ใช้งานเข้าใจได้ง่าย ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน ระบบในกลุ่มผู้บริหาร รวมถึงสอดคล้องกับผลการศึกษาวิจัยของอภิยศ เจริญวิวัฒน์ (2563) เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอข้อมูลเชิงภาพ เพื่อประยุกต์ใช้กับการแสดงข้อมูลสถิติของสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ด้วยการพัฒนาดาต้าวิชวลไลเซชันในการนำเสนอข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์แล้วออกมาในรูปแบบภาพ สามารถกรองข้อมูลเฉพาะตามความต้องการได้ ซึ่งการแสดงผลในรูปแบบนี้สามารถช่วยในการอธิบายข้อมูลต่าง ๆ ให้ผู้ใช้เข้าใจได้ง่าย และมีความน่าสนใจ ผู้บริหารหรือผู้เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการตัดสินใจ หรือพยากรณ์แนวโน้มสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิชวลไลเซชัน : รายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ผู้บริหารและผู้ใช้งานระบบรายงานมีความพึงพอใจต่อระบบรายงานในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พบว่า ผู้บริหารและผู้ใช้งานมีความพึงพอใจมากที่สุดในทุกด้าน โดยมีความพึงพอใจในด้านความง่ายในการใช้งานระบบรายงานมากที่สุด รองลงมาคือด้านความเหมาะสมของรูปแบบดาต้าวิชวลไลเซชันที่ใช้ ด้านการแสดงผลของระบบรายงานสามารถเข้าใจได้ง่าย ด้านความสะดวกในการเข้าถึงระบบรายงาน ด้านระบบรายงานสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริหารและผู้ใช้งานในการนำไปใช้ประกอบการวางแผนและการปฏิบัติงานได้ และในด้านความครบถ้วนถูกต้องของระบบรายงาน ตามลำดับสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของคณพศ หงสาวรางกูร (2566) เรื่อง การพัฒนาระบบดาต้าวิชวลไลเซชันเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการการดำเนินงานสหกรณ์ออมทรัพย์ กรณีศึกษา สหกรณ์ออมทรัพย์การตรวจเงินแผ่นดิน จำกัด เพื่อให้คณะกรรมการดำเนินการมีระบบช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลและแสดงผลในรูปแบบภาพที่เข้าใจง่ายสามารถใช้ประกอบการตัดสินใจ โดยการพัฒนาระบบดาต้าวิชวลไลเซชันและแดชบอร์ดตามความต้องการของคณะกรรมการ และทำการประเมินความพึงพอใจของคณะกรรมการและเจ้าหน้าที่ผู้ใช้งาน จำนวน 21 คน พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ที่ 4.78 และด้านที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ที่ 4.81 คือ ความชัดเจนและความถูกต้องครบถ้วน และระบบสามารถสนับสนุนการตัดสินใจได้ และณรงค์ สวรรค์โพธิ์พันธุ์ (2564) ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบดาต้าวิชวลไลเซชันเพื่อการวิเคราะห์ความสำเร็จ กรณีศึกษา : โครงการ Digital Lending ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร โดยการใช้โปรแกรม Power BI ในการพัฒนาระบบดาต้าวิชวลไลเซชัน (Data Visualization) ให้ได้รายงานในรูปแบบแดชบอร์ด (Dashboard) จากนั้นทำการประเมินความพึงพอใจในประสิทธิภาพของระบบจากผู้บริหารระดับสูงและผู้เกี่ยวข้อง พบว่า มีความพึงพอใจต่อระบบในทุกประเด็นอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าคะแนนเฉลี่ย 4.94 แสดงว่าระบบดาต้าวิชวลไลเซชันที่พัฒนาขึ้นมานี้สามารถช่วยผู้บริหารระดับสูงและผู้เกี่ยวข้องในการติดตาม วิเคราะห์ และประเมินผลโครงการ Digital Lending ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทั้งนี้ ข้อเสนอแนะต่อการพัฒนาระบบรายงานจากที่ประชุมคณะกรรมการนโยบายและแผน และแบบประเมินความพึงพอใจจะมีการพิจารณาถึงความเป็นไปได้และความเหมาะสมที่เป็นประโยชน์ต่อการนำมาพัฒนาระบบรายงานให้มีประสิทธิภาพในการดำเนินงานในปีงบประมาณถัดไป โดยดำเนินการปรับปรุงการแสดงผลของระบบรายงานด้วยการเพิ่มข้อความเพื่อรับรองรายงานผลการดำเนินงานจากที่ประชุมคณะกรรมการนโยบายและแผนบนหน้าแดชบอร์ดระบบรายงานในแต่ละปีงบประมาณ และระบุวันที่จัดเก็บข้อมูลใน Google sheets รายละเอียดผลการดำเนินงานของตัวชี้วัดที่ข้อมูลผลการดำเนินงานยังไม่สิ้นสุด เพื่อให้ระบบสามารถแสดงรายงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผู้บริหารและผู้ใช้งานสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างสูงสุดจาก

ระบบรายงาน และเนื่องจากการวิจัยที่พัฒนาจากงานประจำ จึงใช้ระบบรายงานดังกล่าวนี้ในการติดตามผลการดำเนินงานในปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 ต่อไป

การพัฒนากระบวนการผลิตตัวชี้วัดแบบดาต้าวิชวลไลเซชัน : รายงานผลการดำเนินงานตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ ของแผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เพื่อพัฒนางานในหน้าที่ของผู้วิจัยนั้น สามารถช่วยผู้วิจัยวิเคราะห์และสรุปรายงานประเมินผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดระดับเป้าประสงค์ของแผนฯ 13 มจพ. ได้ลดระยะเวลาในการวิเคราะห์และสืบค้นข้อมูลผลการดำเนินงาน มีการเก็บรวบรวมข้อมูลผลการดำเนินงานเป็นระบบบน Google drive และการรายงานผลการดำเนินงานแบบดาต้าวิชวลไลเซชันบนแดชบอร์ดแบบโต้ตอบ (Interactive Dashboard) นี้ สามารถช่วยให้ผู้บริหารและผู้ใช้งานเข้าใจข้อมูลได้ง่ายขึ้น ข้อมูลมีความน่าสนใจ สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ตลอดเวลาผ่านเว็บไซต์กองแผนงาน และสามารถนำข้อมูลไปประกอบการดำเนินนโยบายของส่วนงานหรือมหาวิทยาลัยได้

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี เนื่องด้วยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนาศักยภาพการทำงานวิจัยของ สายสนับสนุนวิชาการ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตามเลขที่สัญญา KMUTNB-68-SUP-03 และด้วยความกรุณาของผู้บริหารทุกท่านที่สละเวลาในการให้สัมภาษณ์และประเมินความพึงพอใจต่อระบบรายงานผลตัวชี้วัดแบบดาต้าวิชวลไลเซชันนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- คณพศ หงสาวรางกูร. 2566. การพัฒนาระบบดาต้าวิชวลไลเซชันเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการการดำเนินงานสหกรณ์ออมทรัพย์ ภูมิศึกษา สหกรณ์ออมทรัพย์การตรวจเงินแผ่นดิน จำกัด. ใน การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 14, (น. 735-741). กาลสินธุ์: มหาวิทยาลัยกาลสินธุ์.
- ณรงค์ สวรรค์โพธิ์พันธ์. 2564. การพัฒนาระบบดาต้าวิชวลไลเซชันเพื่อการวิเคราะห์ความสำเร็จ ภูมิศึกษา : โครงการ Digital Lending ของธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร. (สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีปทุม. สืบค้นจาก <https://dspace.spu.ac.th/handle/123456789/8662>
- ธานินทร์ ศิลป์จารุ. 2552. การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพฯ : บิสิเนสอาร์แอนด์ดี.
- บริวัตร จันทรเรือง. 2566. *Practical Data Visualization & Analytics with Looker Studio*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). สมุทรปราการ : พงษ์วรรณการพิมพ์.
- พรเพ็ญ จันทรา, เพ็ญพักตร์ แก้วทนต์, วิลาวัลย์ ทองนิมิตร, กาญจนา ทองติบ, และพัชรี ทองช่วย. 2567. การประยุกต์ใช้ แดชบอร์ดสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลและสนับสนุนการตัดสินใจผลการดำเนินงานตัวชี้วัดตามแผนปฏิบัติงานและแผนการใช้จ่ายงบประมาณประจำปี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, ใน การประชุมวิชาการระดับชาติบุคลากรสายสนับสนุนวิชาการในสถาบันอุดมศึกษา ครั้งที่ 16, (น. 127-138). สุรินทร์ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์.
- พัชรา คงเหมาะ. 2565. การพัฒนาระบบรายงานการใช้ห้องเรียนออนไลน์แบบดาต้าวิชวลไลเซชัน ของฝ่ายผลิตสื่ออิเล็กทรอนิกส์ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (รายงานผลการวิจัย). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2565. แผนพัฒนาการศึกษาระดับอุดมศึกษา ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2567) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วรารณ ไทยปรีชา และคณะ พันธุ์สวัสดิ์. 2566. การประยุกต์ใช้แดชบอร์ดสำหรับอุตสาหกรรมโดยเปรียบเทียบโปรแกรมที่ใช้ระหว่าง Google Data Studio และ Microsoft Power BI, วารสารวิจัยวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, 7(3), 39-53. สืบค้นจาก <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/jmsr/article/view/258426>

- ศรีสมรัก อินทจันทร์ยง. 2556. Business Intelligence กับการบริหาร วางแผน และตัดสินใจ. *วารสารบริหารธุรกิจ*, 36(137), 3-6. สืบค้นจาก <https://www.jba.tbs.tu.ac.th/files/Jba137/Column/JBA137SrisomrukC.pdf>
- สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. 2567. ระบบบริหารงานวิจัยและนวัตกรรม (RDIMS): *Research, Technology Development and Innovation Management System* โดยใช้โมเดล PDCA เป็นกลไกบริหารจัดการ. สืบค้นจาก <https://www.ftpi.or.th/rdims-report>
- สมเด็จ ภิมากุล. 2565. การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารงานวิจัย คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ด้วยโปรแกรม Google Site. *วารสารครุศาสตร์ ราชภัฏเชียงใหม่*, 1(3), 35-48. สืบค้นจาก <https://so07.tci-thaijo.org/index.php/cmredujo/article/view/2126>
- อภัยศ เจริญวิวัฒน์. 2563. การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอข้อมูลเชิงภาพเพื่อประยุกต์ใช้กับการแสดงข้อมูลสถิติของสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, *PULINET Journal*, 6(3), 117-126. สืบค้นจาก <https://pulinet.oas.psu.ac.th/index.php/journal/article/view/381>
- Wachira Thongsuk. 2566. *Data Visualization: ปลดปล่อยพลังแห่งข้อมูลเชิงลึกเพื่อขับเคลื่อนการตลาดที่ทรงพลัง*. สืบค้นจาก <https://talkatalka.com/blog/data-visualization/>

ความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารศรีพิทยาคาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ หลังการปรับปรุงซ่อมแซม
ประจำปี งบประมาณ พ.ศ. 2565

Service User Satisfaction of the Sripittayakarn Building, Faculty of Science
and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi
After Renovation Annual Budget 2022

ศิระยา กริพัฒน์^{1*}, และรัชชนันท์ ดีมาก¹
Siraya Kreepat^{1*}, Ratchanun Demark¹

¹ กองนโยบายและแผน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

¹ Policy and Planning, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

siraya.k@rmutsb.ac.th 081-8511895

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารศรีพิทยาคาร หลังการปรับปรุงซ่อมแซม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 และใช้เป็นแนวทางในพัฒนาปรับปรุงอาคารเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาที่เข้าเรียนในปีการศึกษา 2564 - 2565 ที่ใช้อาคารศรีพิทยาคาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ซึ่งกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากสูตรคำนวณของทาโร่ ยามาเน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 265 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถาม แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มีระดับความเชื่อมั่น 0.95 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารศรีพิทยาคาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ หลังการปรับปรุงซ่อมแซม โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =3.93, SD=0.75) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือด้านห้องเรียน และห้องปฏิบัติการ ($\bar{X}$ =4.02 , SD=0.68) รองลงมา คือด้านระบบสาธารณูปโภคและความปลอดภัย ($\bar{X}$ =3.86 , SD=0.79) ตามลำดับ

คำสำคัญ: ความพึงพอใจ, ผู้ใช้อาคาร, การประเมินอาคารหลังการใช้งาน

Abstract

The purpose of this research was to study service user satisfaction of the Sripittayakarn Building, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi after Renovation Annual Budget 2022 and to study the guidelines for the improvement of the Building. The sampling group of students studies in school year since 2021 - 2022 service user of the Sripittayakarn Building, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi. The sampling group of administrators, used included 265 participants of key performance (the sample size taken from Taro Yamane concept at 95% confidence level) The Research instruments used in data collection was a five-level rating scale questionnaire with reliability value at 0.95 Statistics implemented in data analysis were frequency, percentage, mean and standard deviation. The results showed that service user of the Sripittayakarn Building, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi after Renovation Overall, it was at high level ($\bar{X}$ =3.93, SD=0.75) The aspect with high average value was the lecture room and laboratory ($\bar{X}$ =4.02 , SD=0.68) followed by the utilities and security system ($\bar{X}$ =3.86 , SD=0.79) respectively.

Keywords: Satisfaction Service user Post Occupancy Evaluation

1. บทนำ

อาคารศรีพิทยาคาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ (ชื่อเดิมอาคารเรียนรวมและปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) ได้รับงบประมาณจัดสรรให้ก่อสร้างตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2549 จนถึงปีงบประมาณ พ.ศ. 2552 จำนวน 142,999,000 บาท เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 9 ชั้น ขนาดพื้นที่ประมาณ 4,278 ตารางเมตร เป็นอาคารประจำคณะวิทยาศาสตร์ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา ใช้ในการเรียนการสอนภายในคณะ และเป็นอาคารเรียนรวม และเป็นห้องปฏิบัติการด้านวิทยาศาสตร์ เป็นห้องทดลองทางด้านเคมี มีจำนวนห้องรวมทั้งสิ้น 105 ห้อง โดยแบ่งตามประเภทการใช้ประโยชน์ ดังนี้ ห้องเรียนสอนบรรยาย จำนวน 12 ห้อง ห้องปฏิบัติการ จำนวน 35 ห้อง ห้องประชุม จำนวน 5 ห้อง ห้องผู้บริหาร จำนวน 2 ห้อง ห้องปฏิบัติงานทางธุรการ จำนวน 9 ห้อง ห้องพักอาจารย์ จำนวน 12 ห้อง ห้องเก็บวัสดุอุปกรณ์ จำนวน 8 ห้อง ห้องกิจกรรมจัดแสดงผลงาน จำนวน 7 ห้อง ห้องว่าง จำนวน 15 ห้อง ปัจจุบันอยู่ภายใต้การบริหารของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา ซึ่งได้เปิดสอนระดับปริญญาตรีและระดับบัณฑิตศึกษา ได้มีการพัฒนาหลักสูตรสาขาวิชาการเรียนการสอนมาอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันมีจำนวน 2 หลักสูตร ได้แก่ หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ และหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย ทั้งนี้คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีนักศึกษาระดับปริญญาตรีและระดับบัณฑิตศึกษามีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น และเนื่องจากเป็นอาคารเรียนรวมของศูนย์พระนครศรีอยุธยา โดยใช้เรียนวิชาพื้นฐาน ได้แก่ วิชา Calculus 1 วิชา Fundamental Chemistry และวิชา Science for Quality of Life เป็นต้น และในปีงบประมาณ พ.ศ.2565 ได้รับงบประมาณ จำนวน 4,270,000 บาท ระยะเวลาในการก่อสร้าง ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 - เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2565 ตามสัญญาการก่อสร้าง โดยการปรับปรุงซ่อมแซมอาคารด้านสภาพแวดล้อมทางกายภาพของอาคารศรีพิทยาคาร ในครั้งนี้ จำนวน 2 ด้าน ได้แก่ ด้านห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ เป็นการปรับปรุงซ่อมแซมเกี่ยวกับรื้อถอน ซ่อมแซมฝ้าเพดานที่มีรอยร้าว การปรับพื้นที่ทางเดินภายใน - ภายนอก ให้เรียบไม่ขรุขระ และทำความสะอาดซ่อมแซมผนังภายในห้องที่มีรอยร้าว งานทาสี ตรวจสอบการทำงานของระบบไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และด้านระบบสาธารณูปโภคและความปลอดภัย เป็นการปรับปรุงซ่อมแซมระบบสุขาภิบาลในห้องสุขา ระบบควบคุมการจ่ายไฟฟ้าและสายไฟ ซ่อมแซมพื้นห้องสุขาและโถสุขภัณฑ์ ซ่อมรื้อฝ้าผนังฝ้าเพดานอาคารในระยะเวลาตลอดปีการศึกษา 2565 โดยจากการศึกษาข้อมูลทางสถิติของนักศึกษาอยู่ระหว่างปีการศึกษา 2563 ถึงปีการศึกษา 2565 พบว่า จำนวนนักศึกษาคงอยู่ จำแนกตามระดับการศึกษา พบว่า นักศึกษาคงอยู่ทุกระดับลดลงตามลำดับ ทั้งในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ระดับปริญญาตรี ระดับประกาศนียบัตรบัณฑิต และระดับปริญญาโท ลดลงตามลำดับ ยกเว้นนักศึกษาคงอยู่ในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับปริญญาตรี และระดับปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ระดับปริญญาตรี ที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง(อ้างอิงจาก ข้อมูลนักศึกษาคงอยู่ ระหว่างปีการศึกษา 2563 ถึงปีการศึกษา 2565) ที่มา : ข้อมูลจากสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน

จากข้อมูลนักศึกษาคงอยู่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้ใช้อาคารมีแนวโน้มที่สูงขึ้นทำให้ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการต่างๆ และระบบสาธารณูปโภค ขาดและการใช้ประโยชน์ไม่เพียงพอกับความต้องการของผู้ใช้ อีกทั้งยังเกิดปัญหาที่ตามมาหลายด้าน เช่นการขาดคุณภาพในห้องปฏิบัติการ ประสิทธิภาพการเรียนการสอน และด้านสาธารณูปโภคจึงมีการปรับปรุงซ่อมแซมอาคารด้านสภาพแวดล้อมทางกายภาพของอาคารศรีพิทยาคาร ด้านห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ ด้านระบบสาธารณูปโภคและความปลอดภัย เพื่อให้การใช้ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการสามารถใช้ประโยชน์ได้สูงสุด อย่างไรก็ตามการวางแผนการตัดสินใจก่อสร้างอาคารเพื่อให้สอดคล้องกับความจำเป็นและความต้องการในการใช้สอยอย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องตามลักษณะและวัตถุประสงค์ของแบบอาคาร

ดังนั้นผู้เขียนได้ตระหนักถึงความจำเป็นของการใช้ประโยชน์อาคารและสถานที่ จึงได้ทำการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่ใช้อาคารศรีพิทยาคาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ หลังการปรับปรุงซ่อมแซม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 เพื่อต้องการศึกษาการประเมินอาคารหลังการปรับปรุงซ่อมแซม โดยเป็นการประเมินสภาพแวดล้อมทางกายภาพของอาคารภายหลังการปรับปรุงซ่อมแซม โดยเป็นการประเมินศักยภาพของอาคาร และความต้องการ

ของผู้ใช้อาคาร ประโยชน์ใช้สอย (Function) เทคนิค (Technical) และพฤติกรรม (Behavioural) เพื่อให้การใช้งานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเหมาะสมถูกต้องตามลักษณะและวัตถุประสงค์ของอาคารมากที่สุด และใช้เป็นแนวทางในพัฒนาปรับปรุงอาคารเรียนต่อไป

จากการศึกษาปัญหาพบว่า อาคารศรีพิทยาคาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ มีสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาและอุปสรรคต่อประสิทธิภาพในการใช้งานอาคาร ซึ่งเป็นปัญหาทางด้านสภาพทางกายภาพของอาคาร โดยแยกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

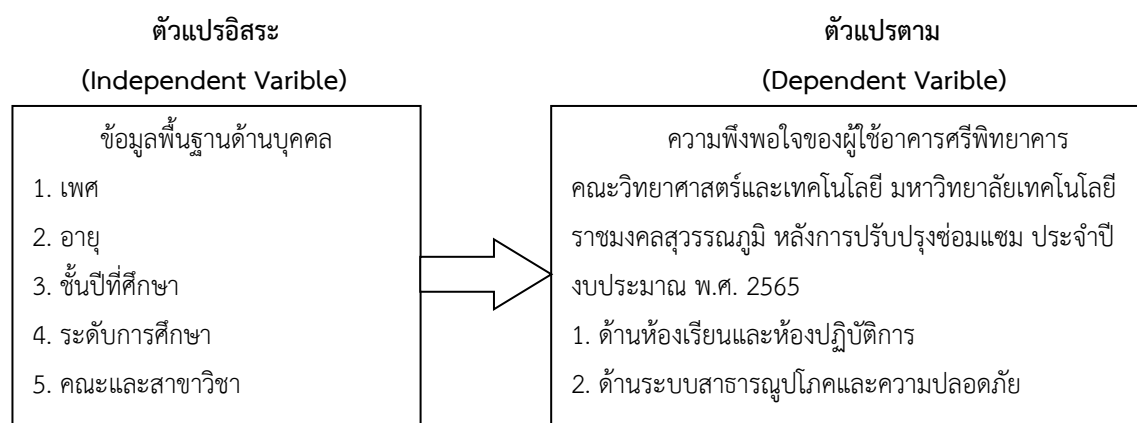
1) ปัญหาการชำรุดเสียหายของวัสดุและอุปกรณ์ในการเรียนการสอน รวมถึงวัสดุและอุปกรณ์ส่วนประกอบอาคารต่าง ๆ ซึ่งเป็นปัญหาที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพและความพึงพอใจในการใช้งานอาคาร อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการเรียนการสอน

2) การบริหารจัดการพื้นที่ใช้สอย ปัญหาดังกล่าวมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย การขยายตัวของหน่วยงานหรือองค์กรเป็นสาเหตุหนึ่ง ซึ่งส่งผลให้พื้นที่ในการใช้งานไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และความต้องการของผู้ใช้งานอาคาร

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารศรีพิทยาคาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ หลังการปรับปรุงซ่อมแซม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

1.2 กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบการวิจัย

โดยตัวแปรของงานวิจัยครั้งนี้มี 2 ประเภท คือ ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่ เพศ อายุ ชั้นปีที่ศึกษา ระดับการศึกษา คณะและสาขาวิชา ความถี่ในการใช้อาคาร ด้านตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่ ความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารศรีพิทยาคาร หลังการปรับปรุงซ่อมแซม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 โดยแบ่งเป็น 2 ด้าน ได้แก่ 1) ความพึงพอใจด้านห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ 2) ความพึงพอใจด้านระบบสาธารณูปโภคและความปลอดภัย ซึ่งแสดงผลออกมาในรูปแบบของปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งานอาคารและส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้งานอาคาร ความคิดเห็นจากผู้ใช้อาคารและความต้องการที่เกิดขึ้นนำมาสรุปผล เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาทางด้านกายภาพของอาคาร และแนวทางในการบริหารจัดการอาคาร

1.3 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้ได้แบ่งหัวข้อในการทบทวนวรรณกรรมออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ (1) แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ (2) แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับอาคารและพื้นที่ทางการศึกษา และ(3) แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการประเมินอาคารหลังการใช้งาน เพื่อนำไปสู่ผลสรุปของการวิจัย

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร คือ นักศึกษาที่เข้าเรียนในปีการศึกษา 2564 - ปีการศึกษา 2565 ที่ใช้อาคารศรีพิทยาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จำนวน 760 คน (ข้อมูลจากสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, 2565)

2) กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาที่เข้าเรียนในปีการศึกษา 2564 - ปีการศึกษา 2565 ที่ใช้อาคารศรีพิทยาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

วิธีการสุ่มตัวอย่างโดยอาศัยหลักความน่าจะเป็น (Probability Sampling) โดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง ใช่วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ด้วยเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม (Inclusion Criteria) ดังนี้

1) นักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่เข้าเรียนในปีการศึกษา 2564 - ปีการศึกษา 2565 และเป็นผู้ที่ใช้อาคารศรีพิทยาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ทั้งก่อนและหลังการปรับปรุงอาคารศรีพิทยาการ

2) นักศึกษาทุกคณะ สาขา ยกเว้นคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ศึกษาที่ศูนย์สุพรรณบุรี

โดยการวิจัยนี้ใช้สูตรคำนวณการกำหนดตัวอย่างเมื่อทราบจำนวนของประชากรที่แน่นอน ตามสูตรของทาโร่ ยามาเน (Yamane, 1973) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ค่าระดับความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5% อ้างใน ธาณินทร์ ศิลป์จารุ (2555: 45) ซึ่งได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 262 คน จึงจะสามารถประมาณค่าร้อยละโดยมีความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 5 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อความสะดวกในการประเมินผล และการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 265 คน

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำแบบสอบถาม (Questionnaires) เพื่อเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวน 265 ชุด โดยเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารศรีพิทยาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ หลังการปรับปรุงซ่อมแซม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

แบบสอบถามฉบับนี้ ประกอบด้วย 3 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักศึกษา ที่ใช้อาคารศรีพิทยาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ แบบสอบถามเป็นปลายเปิด (Open-Ended Questions)

2.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมืองานวิจัย

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดประเด็นและข้อคำถามในแบบสอบถาม โดยใช้ทฤษฎีมาสโลว์ (Maslow's general theory of human & motivation) ในการประเมินความพึงพอใจในการสร้างเครื่องมือ

ดังนั้นการวัดความพึงพอใจจึงต้องใช้ทั้งวิธีการ สังเกต การใช้แบบสอบถามเพื่อให้ผู้วิจัยสามารถรับรู้ความคิด และทัศนคติของกลุ่มเป้าหมายได้อย่างชัดเจนซึ่งจะส่งผลให้การประเมินนั้นมีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือมากขึ้น

2) สร้างคำถามตามกรอบประเด็นที่กำหนด

3) ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบความสอดคล้อง (Consistency) และประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาตามแบบ IOC (Index of concurrence) ตลอดจนตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา

4) ปรับปรุงแก้ไขเพื่อความชัดเจนของภาษาตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

5) นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญนำมาปรับปรุงแก้ไขจากนั้นนำแบบสอบถามที่ได้ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง จำนวน 30 คน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพ คือ ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของ Cronbach ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.95

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยเก็บจากนักศึกษาที่เข้าเรียนในปีการศึกษา 2564 – 2565 ที่ใช้อาคารศรีพิทยาคาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิและรวบรวมข้อมูลแบบสอบถามด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยได้อธิบายถึงวัตถุประสงค์และวิธีการกรอกข้อมูลในแบบสอบถามก่อนส่งให้กลุ่มตัวอย่างกรอกข้อมูล

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการศึกษาในครั้งนี้เป็นการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบพรรณนา ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวม ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เกณฑ์การให้คะแนนเป็นการกำหนดระดับคะแนนเพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามนำไปใช้ประเมินข้อคำถามในแต่ละข้อว่ามีความคิดเห็นอยู่ในระดับใด ในแต่ละช่วงมีความห่างของคะแนนเท่า ๆ กัน คือ 1 คะแนน ใช้คำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามหลักการกำหนดค่าน้ำหนักตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด	เท่ากับ	5	คะแนน
พึงพอใจมาก	เท่ากับ	4	คะแนน
พึงพอใจปานกลาง	เท่ากับ	3	คะแนน
พึงพอใจน้อย	เท่ากับ	2	คะแนน
พึงพอใจน้อยที่สุด	เท่ากับ	1	คะแนน

วิธีการแปลผลแบบสอบถาม นำเสนอผลการวิเคราะห์เป็นตารางประกอบคำบรรยาย โดยใช้เกณฑ์ การแปลความหมายของ บุญชม ศรีสะอาด (2554: 121)

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเห็นอยู่ระดับ มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเห็นอยู่ระดับ มาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเห็นอยู่ระดับ ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเห็นอยู่ระดับ น้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีความเห็นอยู่ระดับ น้อยที่สุด

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของส่วนบุคคลผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
1.1 ชาย	177	66.79
1.2 หญิง	88	33.21
รวม	265	100.00
อายุ		
2.1 อายุ 20 - 21 ปี	191	72.08
2.2 อายุ 22 - 23 ปี	70	26.42
2.3 อายุมากกว่า 23 ปี	4	1.50
รวม	265	100.00

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
ชั้นปีที่ศึกษา		
3.2 ปี 3	230	86.79
3.3 ปี 4	35	13.21
รวม	265	100.00
ระดับการศึกษา		
4.1 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	3	1.13
4.2 ปริญญาตรี	262	98.87
รวม	265	100.00
คณะ		
5.1 คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร	47	17.74
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช	16	6.05
สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรและอาหาร	21	7.92
สาขาวิชาสัตวศาสตร์	10	3.77
5.3 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	213	80.38
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและเศรษฐกิจดิจิทัล	35	13.21
สาขาวิชาเทคโนโลยีมีลติมีเดีย	111	41.89
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์	67	25.28
5.4 คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์	5	1.88
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	1	0.38
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต	4	1.50
รวม	265	100.00
ความถี่ในการใช้อาคาร		
ความถี่ 1 - 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์	117	35.45
ความถี่ 3 - 4 ครั้ง ต่อสัปดาห์	163	49.40
ความถี่มากกว่า 4 ครั้ง ต่อสัปดาห์	50	15.15
รวม	265	100.00

ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 177 คน คิดเป็นร้อยละ 66.79 และเพศหญิง จำนวน 88 คน คิดเป็นร้อยละ 33.21 จากผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 265 คน ส่วนใหญ่นักศึกษาอายุระหว่าง 20 - 21 ปี จำนวน 191 คน คิดเป็นร้อยละ 72.08 รองลงมาอายุระหว่าง 22 - 23 ปี จำนวน 70 คน คิดเป็นร้อยละ 26.42 และอายุมากกว่า 23 ปี จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 1.50 ส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 จำนวน 230 คน คิดเป็นร้อยละ 86.79 รองลงมานักศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 13.21 นักศึกษาส่วนใหญ่ศึกษาในระดับปริญญาตรี จำนวน 262 คน คิดเป็นร้อยละ 98.87 และศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1.13 ส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาเทคโนโลยีมีลติมีเดีย จำนวน 111 คน คิดเป็นร้อยละ 41.89 สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 67 คน คิดเป็นร้อยละ 25.28 และสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและเศรษฐกิจดิจิทัล จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 13.21 รองลงมาคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตรและอาหาร จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 7.92 สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 6.05 และสาขาวิชาสัตวศาสตร์ จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 3.77 และคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 1.50 และสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.38 นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้อาคารเรียนและห้องปฏิบัติการ 3 - 4 ครั้งต่อสัปดาห์ จำนวน 163 คน คิดเป็นร้อยละ 49.40 รองลงมา 1 - 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ จำนวน 117 คน คิดเป็นร้อยละ 35.45 และมากกว่า 4 ครั้ง ต่อสัปดาห์ จำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 15.15 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารศรีพิทยาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิหลังการปรับปรุงซ่อมแซมด้านห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ

ด้านห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการไม่มีน้ำรั่วซึม	4.09	0.68	มาก
2. ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการมีการระบายอากาศที่ดีขึ้นไม่มีกลิ่น	4.02	0.64	มาก
3. ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการมีแสงสว่างเพียงพอและมีอากาศถ่ายเทสะดวก	4.05	0.63	มาก
4. ระบบปรับอากาศในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการพร้อมใช้งาน	3.86	0.78	มาก
5. พื้นที่ภายใน - ภายนอกของทางเดินห้องเรียนและห้องปฏิบัติการมีพื้นที่เรียบไม่ขรุขระ	4.04	0.68	มาก
6. ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการไม่มีเสียงรบกวน	4.01	0.68	มาก
7. ความเหมาะสมของสีภายในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ	4.05	0.68	มาก
เฉลี่ย	4.02	0.68	มาก

ความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารศรีพิทยาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิหลังการปรับปรุงซ่อมแซมด้านห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจในการใช้อาคารศรีพิทยาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิหลังการปรับปรุงซ่อมแซมด้านห้องเรียน และห้องปฏิบัติการ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.02$, $SD=0.68$) เมื่อพิจารณาเป็นประเด็นพบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ นักศึกษามีความพึงพอใจห้องเรียนและห้องปฏิบัติการไม่มีน้ำรั่วซึม ($\bar{X}=4.09$, $SD=0.68$) รองลงมา มีประเด็นที่เท่ากันจำนวน 2 ประเด็น ได้แก่ ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการมีแสงสว่างเพียงพอและมีอากาศถ่ายเทสะดวก ($\bar{X}=4.05$, $SD=0.63$) และความเหมาะสมของสีภายในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ ($\bar{X}=4.05$, $SD=0.68$) พื้นที่ภายใน - ภายนอกของทางเดินห้องเรียนและห้องปฏิบัติการมีพื้นที่เรียบไม่ขรุขระ ($\bar{X}=4.04$, $SD=0.68$) ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการมีการระบายอากาศที่ดีขึ้นไม่มีกลิ่น ($\bar{X}=4.02$, $SD=0.64$) ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการไม่มีเสียงรบกวน ($\bar{X}=4.01$, $SD=0.68$) และระบบปรับอากาศในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการพร้อมใช้งาน ($\bar{X}=3.86$, $SD=0.78$) ตามลำดับ

ตารางที่ 3.3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารศรีพิทยาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิหลังการปรับปรุงซ่อมแซมด้านระบบสาธารณูปโภคและความปลอดภัย

ด้านระบบสาธารณูปโภคและความปลอดภัย	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. ห้องสุขามีความสะอาดและไม่มีกลิ่นเหม็น	3.57	0.87	มาก
2. กระเบื้องปูพื้นห้องสุขามีความเหมาะสมพื้นไม่ลื่น	3.68	0.80	มาก
3. โถสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ในห้องสุขาพร้อมใช้งาน	3.54	0.88	มาก
4. ทางเดินและพื้นที่ส่วนกลางมีแสงสว่างเพียงพอ	4.08	0.63	มาก
5. พื้นที่ภายในและภายนอก ของทางเดินส่วนกลางมีพื้นเรียบไม่ขรุขระ	4.08	0.65	มาก
6. หลังการปรับปรุงฝ้าเพดานความสูงจากระดับพื้นถึงเพดานในแต่ละชั้นมีความเหมาะสม	4.09	0.67	มาก
7. ระบบไฟฟ้าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานและความปลอดภัย	3.87	0.78	มาก
8. ระบบน้ำประปามีเพียงพอต่อการใช้งาน ไม่มีน้ำรั่วซึม	3.83	0.79	มาก
9. ความพึงพอใจในภาพรวม	3.98	0.77	มาก
เฉลี่ย	3.86	0.79	มาก

ความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารศรีพิทยาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิหลังการปรับปรุงซ่อมแซมด้านระบบสาธารณูปโภคและความปลอดภัย พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจในการใช้อาคารศรีพิทยาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ หลังการปรับปรุงซ่อมแซมด้านระบบสาธารณูปโภคและความปลอดภัย โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=3.86$, $SD=0.79$) เมื่อพิจารณาเป็นประเด็น พบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ นักศึกษามีความพึงพอใจหลังการปรับปรุงฝ้าเพดานความสูงจากระดับพื้นถึงเพดานในแต่ละชั้นมีความเหมาะสม ($\bar{X}=4.09$,

SD=0.67) รองลงมา มีประเด็นที่เท่ากัน จำนวน 2 ประเด็น ได้แก่ พื้นที่ภายในและภายนอก ของทางเดินส่วนกลางมีพื้นเรียบไม่ขรุขระ ($\bar{X}$ = 4.08 , SD=0.65) ทางเดินและพื้นที่ส่วนกลางมีแสงสว่างเพียงพอ ($\bar{X}$ =4.08 , SD=0.63) ความพึงพอใจในภาพรวม ($\bar{X}$ = 3.98 , SD=0.77) ระบบไฟฟ้าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานและมีความปลอดภัย ($\bar{X}$ =3.87, SD=0.78) ระบบน้ำประปามีเพียงพอต่อการใช้งาน ไม่มีน้ำรั่วซึม ($\bar{X}$ =3.83 , SD=0.79) กระเบื้องปูพื้นห้องสุขามีความเหมาะสมพื้นไม่ลื่น ($\bar{X}$ =3.68 , SD=0.80) ห้องสุขามีความสะอาดและไม่มียุงเหม็น ($\bar{X}$ =3.57 , SD= 0.87) และโถสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ในห้องสุขาพร้อมใช้งาน ($\bar{X}$ = 3.54 , SD=0.88) ตามลำดับ

3.1 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

จากการสรุปข้อมูลจากแบบสอบถาม พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในการใช้อาคารศรีพิทยาคาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิหลังการปรับปรุงซ่อมแซม ด้านห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ และด้านระบบสาธารณูปโภคและความปลอดภัยโดยรวมอยู่ในระดับมาก และมีข้อเสนอแนะในด้านระบบสาธารณูปโภคและความปลอดภัยมากที่สุด โดยเสนอแนะให้เพิ่มความถี่ในการทำความสะอาดห้องสุขาชาย - หญิง ให้บ่อยขึ้น และควรตรวจสอบการใช้งานของสุขภัณฑ์ในห้องสุขาให้เพียงพอและพร้อมใช้งาน รองลงมาในด้านห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ โดยเสนอแนะให้มีการบำรุงรักษาตรวจสอบการใช้งานของระบบปรับอากาศในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการในทุกห้องอย่างสม่ำเสมอ

ความต้องการให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มเติม ได้แก่ อุปกรณ์การศึกษาภายในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการควรมีให้เพียงพอและพร้อมใช้งาน เช่น โสตทัศนูปกรณ์ คอมพิวเตอร์ โต๊ะ เก้าอี้ รวมทั้งเพิ่มความเร็วของอินเทอร์เน็ตเครือข่ายภายในอาคาร และเพิ่มพื้นที่ส่วนพักผ่อนให้กับนักศึกษา

3.2 อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาวิจัย เรื่องความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารศรีพิทยาคาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ หลังการปรับปรุงซ่อมแซม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าในแต่ละด้านสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ด้านห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ มีค่าเฉลี่ยในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เนื่องจากการปรับปรุงซ่อมแซมอาคารของห้องเรียนและห้องปฏิบัติการในครั้งนี้ เป็นงานรื้อถอน ซ่อมแซมฝ้าเพดานที่มีรอยร้าว การปรับพื้นที่ทางเดินภายใน - ภายนอก ให้เรียบไม่ขรุขระ และทำความสะอาดซ่อมแซมผนังภายในห้องที่มีรอยร้าว งานทาสี ตรวจสอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน ซึ่งการปรับปรุงซ่อมแซมด้านห้องเรียนและห้องปฏิบัติการในครั้งนี้ พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการไม่มีน้ำรั่วซึมมากที่สุด รองลงมา มีประเด็นที่เท่ากัน จำนวน 2 ประเด็น ได้แก่ ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการมีแสงสว่างเพียงพอและมีอากาศถ่ายเทสะดวก และความเหมาะสมของสีภายในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ พื้นที่ภายใน-ภายนอกของทางเดินห้องเรียนและห้องปฏิบัติการมีพื้นที่เรียบไม่ขรุขระ ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการมีการระบายอากาศที่ดีขึ้นไม่มีกลิ่น ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการไม่มีเสียงรบกวน และระบบปรับอากาศในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการพร้อมใช้งาน ตามลำดับ สอดคล้องกับ รุจา อินทสระ (2559 : 10) ศึกษาการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาในการใช้อาคารหอสมุดสุรัตน์ โอستانุเคราะห์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ โดยศึกษาความสอดคล้องของวัตถุประสงค์แรกเริ่มในการก่อตั้งอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอستانุเคราะห์กับการใช้งานปัจจุบันและการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของอาคาร ตั้งแต่แรกเริ่มจนถึงปัจจุบัน รวมถึงศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารเกี่ยวกับความเหมาะสมทางกายภาพโดยภาพรวม พบว่า ผู้เข้าใช้บริการมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ประกอบด้วย ความเหมาะสมของความสูงจากระดับพื้นถึงเพดานในแต่ละชั้น รองลงมาความเหมาะสมของตำแหน่งที่ตั้งอาคาร ลำดับที่สามพื้นที่โดยรวมเหมาะสม ลำดับที่สี่ความเพียงพอของพื้นที่ใช้งานในแต่ละชั้น ลำดับที่ห้าความเป็นระเบียบของพื้นที่ใช้งาน ลำดับที่หกความเหมาะสมของสีและวัสดุที่ใช้ และผู้เข้าใช้บริการมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง ประกอบด้วย ความเพียงพอของช่องทางเข้าออกอาคาร สรุปผลจากการเปลี่ยนแปลงโดยมีการเพิ่มทางเข้าออกและการจัดพื้นที่ของทางเดินให้เหมาะสม เพิ่มโต๊ะและที่นั่งสำหรับทำกิจกรรมในชั้นล่าง ซึ่งทำให้มีการเข้าใช้งานมากขึ้นและตรงกับความต้องการของผู้ใช้บริการ

ด้านระบบสาธารณูปโภคและความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ยในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เนื่องจากการปรับปรุงซ่อมแซมอาคารของห้องเรียนและห้องปฏิบัติการในครั้งนี มีการปรับปรุงซ่อมแซมระบบสุขาภิบาลในห้องสุขา ระบบควบคุมการจ่ายไฟฟ้าและสายไฟ ซ่อมแซมพื้นห้องสุขาและโถสุขภัณฑ์ ซ่อมรูรั่วผนังฝ้าเพดานอาคาร ซึ่งการปรับปรุงซ่อมแซมด้านระบบสาธารณูปโภคและความปลอดภัยในครั้งนี พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจหลังการปรับปรุงฝ้าเพดานความสูงจากระดับพื้นถึงเพดานในแต่ละชั้นมีความเหมาะสมมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ประเด็นที่เท่ากัน จำนวน 2 ประเด็น ได้แก่ พื้นที่ภายในและภายนอก ของทางเดินส่วนกลางมีพื้นเรียบไม่ขรุขระ ทางเดินและพื้นที่ส่วนกลางมีแสงสว่างเพียงพอ ความพึงพอใจในภาพรวม ระบบไฟฟ้าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และมีความปลอดภัย ระบบน้ำประปามีเพียงพอต่อการใช้งานไม่มีน้ำรั่วซึม กระเบื้องปูพื้นห้องสุขามีความเหมาะสมพื้นไม่ลื่น ห้องสุขามีความสะอาดและไม่มีการเหม็น และโถสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ในห้องสุขาพร้อมใช้งาน ตามลำดับซึ่งสอดคล้องกับงานการปรับปรุงซ่อมแซมงานก่อสร้างอาคาร และสอดคล้องกับ ณัฐฉา อินทวัช (2560: 57) ศึกษาเรื่องความพึงพอใจของผู้ใช้บริการอาคารเรียนรวมและปฏิบัติการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ผลการศึกษาพบว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการอาคารเรียนรวมและปฏิบัติการด้านห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์การศึกษา อยู่ในระดับมาก โดยประเด็นขนาดห้องเรียน ห้องปฏิบัติการมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ แสงสว่างในห้องเรียน ห้องปฏิบัติการมีความเหมาะสม ลำดับที่สาม คือระบบปรับอากาศในห้องเรียน ห้องปฏิบัติการมีความเหมาะสม ลำดับที่สี่ คือโต๊ะเก้าอี้มีความเหมาะสมในการใช้งานในลำดับที่ห้า คือความสะอาดพื้นที่ภายในห้องเรียนทางเดิน ลำดับที่หก คือระบบเสียงในห้องเรียน/ห้องปฏิบัติการมีความเหมาะสม รับฟังได้ชัดเจน ลำดับที่เจ็ด คือความพร้อมของโสตทัศนูปกรณ์/คอมพิวเตอร์ และลำดับสุดท้าย ความเร็วของอินเทอร์เน็ตและเครือข่ายภายในอาคาร และสอดคล้องกับชนัส คงหิรัญ และคณะ (2561: 1) ได้ศึกษาการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจในการใช้งานอาคาร กรณีศึกษาอาคารคณะศิลปวิจิตร สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์ ศาลายา จังหวัดนครปฐม พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจหลังการใช้งานต่ออาคารคณะศิลปวิจิตรสถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับน้อย - ปานกลาง โดยปัญหาและความต้องการที่ส่งผลต่อความพึงพอใจในการใช้งานอาคารประกอบด้วย ปัญหาจากการชำรุดของวัสดุและอุปกรณ์และปัญหาจากการบริหารจัดการพื้นที่รวมถึงปัญหาการขาดแคลนอุปกรณ์และครุภัณฑ์ในการเรียนการสอนในด้านความต้องการ คือการปรับปรุงสภาพแวดล้อมและเพิ่มส่วนบริการ รวมถึงระบบรักษาความปลอดภัยของอาคาร ทั้งนี้ในการบริหารอาคารควรมีการจัดการที่ดีเพื่อให้สามารถให้บริการได้สูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับ ธงชัย ทองมา (2564: 5) กล่าวไว้ว่ามุ่งเน้นการบริหารจัดการพื้นที่ใช้สอย (Facilities Planning) กำหนดนโยบายและแผนงานในการใช้พื้นที่อาคาร มีการสำรวจการใช้ประโยชน์ของอาคารอย่างต่อเนื่อง การบำรุงรักษาอาคาร หรือการจัดการพื้นที่ใช้สอยให้คุ้มค่า การบริหารจัดการสถานที่ให้ได้ตรงตามเป้าหมายขององค์กร และการคำนึงถึงความยั่งยืนในการจัดการทรัพยากรควบคู่ไปกับการก่อสร้างหรือการปรับปรุงอาคารซึ่งสอดคล้องกับ อาภา สรณเสาวภาคย์ และคณะ (2562: 12) ที่กล่าวว่าควรคำนึงถึงผู้ใช้อาคารสถานที่ และกระบวนการทำงาน โดยในขั้นตอนการปฏิบัติงานวัตถุประสงค์และเป้าหมายหลักการสร้างองค์กร ศึกษาความต้องการและปัญหาที่เกิดขึ้น ตลอดจนศึกษาทรัพยากร และประเมินศักยภาพและข้อจำกัดของอาคาร เพื่อนำไปสู่การวางแผนการบริหารจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้อาคารศรีพิทยาคาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ หลังการปรับปรุงซ่อมแซม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

3.3 แนวทางในการพัฒนาปรับปรุงอาคารศรีพิทยาคาร ดังนี้

- 1) ผู้บริหารควรกำหนดนโยบายและแผนงานในการใช้พื้นที่อาคาร ทำให้เกิดความชัดเจนและความเข้าใจในวัตถุประสงค์ของการใช้งานอาคาร และมีการสำรวจการใช้ประโยชน์ของอาคารอย่างต่อเนื่องเพื่อให้การใช้งานอาคารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
- 2) สำรวจความคิดเห็นและความต้องการจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นักศึกษา บุคลากร อาจารย์ และผู้บริหาร ซึ่งเป็นผู้ใช้งานหลักของอาคาร ในการปรับปรุงครั้งต่อไป เพื่อให้ใช้งานได้อย่างคุ้มค่า ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

4. สรุปผล

กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาผู้ใช้อาคารส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 66.79 มีอายุระหว่าง 20 - 21 ปี คิดเป็นร้อยละ 72.08 ส่วนใหญ่ผู้ใช้อาคารเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 86.79 และศึกษาในระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 98.87 เป็นนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย คิดเป็นร้อยละ 41.89 โดยส่วนใหญ่ผู้ใช้อาคารเรียนและห้องปฏิบัติการ 3 - 4 ครั้ง ต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 49.40 สอดคล้องกับข้อมูลจำนวนนักศึกษาคงอยู่ในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับปริญญาตรี และระดับปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้ใช้อาคารมีแนวโน้มที่สูงขึ้นทำให้การใช้ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการต่าง ๆ และระบบสาธารณูปโภคมากขึ้น

นักศึกษาที่ใช้อาคารศรีพิทยาคาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ หลังการปรับปรุงซ่อมแซม ในทั้ง 2 ด้าน โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือด้านห้องเรียน และห้องปฏิบัติการ รองลงมาคือด้านระบบสาธารณูปโภคและความปลอดภัย

ด้านห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นประเด็นพบว่า ประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ นักศึกษามีความพึงพอใจห้องเรียนและห้องปฏิบัติการไม่มีน้ำรั่วซึม รองลงมามีประเด็นที่เท่ากัน จำนวน 2 ประเด็น ได้แก่ ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการมีแสงสว่างเพียงพอและมีอากาศถ่ายเทสะดวก และความเหมาะสมของสีภายในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ พื้นที่ภายใน - ภายนอกของทางเดินห้องเรียนและห้องปฏิบัติการมีพื้นที่เรียบไม่ขรุขระ ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการมีการระบายอากาศที่ดีขึ้นไม่มีกลิ่น ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการไม่มีเสียงรบกวน และระบบปรับอากาศในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการพร้อมใช้งาน ตามลำดับ

ด้านระบบสาธารณูปโภคและความปลอดภัย โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นประเด็น พบว่า ประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ นักศึกษามีความพึงพอใจหลังการปรับปรุงผ้าเพดานความสูงจากระดับพื้นถึงเพดานในแต่ละชั้น มีความเหมาะสมรองลงมามีประเด็นที่เท่ากัน จำนวน 2 ประเด็น ได้แก่ พื้นที่ภายในและภายนอก ของทางเดินส่วนกลางมีพื้นเรียบไม่ขรุขระ ทางเดินและพื้นที่ส่วนกลางมีแสงสว่างเพียงพอ ความพึงพอใจในภาพรวม ระบบไฟฟ้าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และมีความปลอดภัย ระบบน้ำประปามีเพียงพอต่อการใช้งานไม่มีน้ำรั่วซึม กระเบื้องปูพื้นห้องสุขามีความเหมาะสมพื้นไม่ลื่น ห้องสุขามีความสะอาดและไม่มีการเหม็น และโถสุขภัณฑ์และอุปกรณ์ในห้องสุขาพร้อมใช้งาน ตามลำดับ

จากการสรุปข้อมูลจากแบบสอบถาม พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในการใช้อาคารศรีพิทยาคาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิหลังการปรับปรุงซ่อมแซม ด้านห้องเรียน และห้องปฏิบัติการ และด้านระบบสาธารณูปโภคและความปลอดภัย โดยรวมอยู่ในระดับมากและมีข้อเสนอแนะในด้านระบบสาธารณูปโภคและความปลอดภัยมากที่สุด โดยเสนอแนะให้เพิ่มความถี่ในการทำความสะอาดห้องสุขาชาย - สุขาหญิง ให้บ่อยขึ้น และควรตรวจสอบการใช้งานของสุขภัณฑ์ในห้องสุขาให้เพียงพอและพร้อมใช้งาน รองลงมาในด้านห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ โดยเสนอแนะให้มีการบำรุงรักษาตรวจสอบการใช้งานของระบบปรับอากาศในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการในทุกห้องอย่างสม่ำเสมอ ความต้องการให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มเติม ได้แก่ อุปกรณ์การศึกษากายในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการควรมีให้เพียงพอ และพร้อมใช้งาน เช่น โสตทัศนูปกรณ์ คอมพิวเตอร์ โต๊ะ เก้าอี้ รวมทั้งเพิ่มความเร็วของอินเทอร์เน็ตเครือข่ายภายในอาคาร และเพิ่มพื้นที่ส่วนพักผ่อนให้กับนักศึกษา

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากการสรุปข้อมูลจากแบบสอบถาม พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในการใช้อาคารศรีพิทยาคาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิหลังการปรับปรุงซ่อมแซม ด้านห้องเรียน และห้องปฏิบัติการ และด้านระบบสาธารณูปโภคและความปลอดภัย โดยรวมอยู่ในระดับมาก และมีข้อเสนอแนะในด้านระบบสาธารณูปโภคและความปลอดภัยมากที่สุด โดยเสนอแนะให้เพิ่มความถี่ในการทำความสะอาดห้องสุขาชาย - สุขาหญิง ให้บ่อยขึ้น และควรตรวจสอบการใช้งานของสุขภัณฑ์ในห้องสุขาให้เพียงพอและพร้อมใช้งาน รองลงมาในด้านห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ

โดยเสนอแนะให้มีการบำรุงรักษาตรวจสอบการใช้งานของระบบปรับอากาศในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการในทุกห้องอย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้การใช้ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดนั้น มหาวิทยาลัยควรให้ความสำคัญและควรนำหลักการบริหารทรัพยากรอาคาร มาปรับใช้

ความต้องการให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มเติม ได้แก่ อุปกรณ์การศึกษาภายในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการควรมีให้เพียงพอและพร้อมใช้งาน เช่น โสตทัศนูปกรณ์ คอมพิวเตอร์ โต๊ะ เก้าอี้ รวมทั้งเพิ่มความเร็วของอินเทอร์เน็ตเครือข่ายภายในอาคาร และเพิ่มพื้นที่ส่วนพักผ่อนให้กับนักศึกษา

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณกองทุนส่งเสริมงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ปี พ.ศ. 2566

6. เอกสารอ้างอิง

- จิตตินันท์ เดชะคุปต์. (2544). *เจตคติและความพึงพอใจในการบริการเอกสารการสอนวิชาจิตวิทยาการบริการ*. พิมพ์ครั้งที่ 5
กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชนัส คงหิรัญ และคณะ. (2561). *การประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจในการใช้งานอาคาร:กรณีศึกษาอาคารคณะศิลป
วิจิตร สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์ ศาลายา จังหวัดนครปฐม*. (วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- ชุดิมา กลั่นไพฑูรย์. (2565). *ปัจจัยนวัตกรรมและปัจจัยการบริหารลูกค้าสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อความพึงพอใจ
ของผู้ใช้บริการการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอดงหลวง จังหวัดสุพรรณบุรี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหาร
วิทยาการ). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- ณัฐวุฒิ อินทร์เกษ. (2560). *การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการอาคารเรียนรวมและปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลธัญบุรี*. (รายงานการวิจัย). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- ธงชัย ทองมา. (2564). *การบริหารทรัพยากรอาคาร*. สาขาการบริหารทรัพยากรอาคาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย
ราชภัฏสวนสุนันทา.
- ธานินทร์ ศิลปจารุ. (2555). *การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS*. (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพฯ: บิสซิเนสอาร์แอนด์ดี.
บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- มารุตพงศ์ ยะวงษา. (2560). *การประเมินความพึงพอใจการใช้งานอาคารสำนักงานในพื้นที่ศูนย์กลางธุรกิจกรุงเทพมหานคร
(การค้นคว้าอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- รุจา อินทสระ. (2559). *การประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาในการใช้อาคารหอสมุดสุรัตน์ โอทยานุเคราะห์ มหาวิทยาลัย
กรุงเทพ*. (วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). . กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- วีระ สัจกุล. (2544). *การประเมินสภาพแวดล้อมอาคาร*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สรชัย พิศาลบุตร. (2549). *สำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้บริการทำได้ง่ายนิดเดียว*. กรุงเทพฯ: วิทย์พัฒนา.
- สุภัค พฤทธิกันนท์ และธนาท วรณกุล. (2553). *การประเมินหลังการใช้งานเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงกลุ่มหอพักเชิงดอย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ให้เป็นศูนย์พักอาศัยและเรียนรู้*. *วารสารวิชาการศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
นเรศวร*, 1(2), 42-53.
- สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน. (2565). *ข้อมูลนักศึกษาคงอยู่ระหว่างปีการศึกษา 2563-2565*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลสุวรรณภูมิ.

- อาภา สอนเสาวภาคย์ และคณะ. 2562. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารของมหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา ปีการศึกษา 2558 และ 2559. (รายงานการวิจัย). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- Council, F. F. 2002. *Learning from our buildings: A state-of-the-practice summary of post-occupancy evaluation*. Retrieved from <https://www.nap.edu/read/10288/chapter/1>.
- Maslow, Abraham. 1997. *Motivation and Personality*. New York: Harper and Row.
- Yamane, Taro. 1973. *Statistics: An Introductory Analysis. Third edition*. New York: Harper and Row Publication.

การรับรู้เกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญาและความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Awareness of Intellectual Property and Demand for Intellectual Property Registration at Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

วัชรารณ ชัยวรรณ^{1*} และ หึง มัทนัง¹
Watcharaporn Chaiwan^{1*} and Ying Muttanang¹

¹ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

¹ Research and Development Institute, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

* E-mail: Watcharaporn.c@rmutp.ac.th Tel. 08 4386 2787

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่อง "การรับรู้เกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญาและความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร" มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อศึกษาระดับการรับรู้เกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญาของบุคลากรในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 2. เพื่อศึกษาระดับความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาของบุคลากร และ 3. เพื่อเปรียบเทียบการรับรู้เกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญาของบุคลากรตามปัจจัยส่วนบุคคล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคืออาจารย์และเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 270 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และการทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 58.90) อยู่ในช่วงอายุ 41-50 ปี (ร้อยละ 41.50) เป็นบุคลากรสายวิชาการ (ร้อยละ 80) โดยระดับการรับรู้เกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญา ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ลิขสิทธิ์ สิทธิบัตรการประดิษฐ์ และสิทธิบัตรการออกแบบ อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.58, 4.52 และ 4.44 ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับระดับความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาที่อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.62) โดยพบว่าเพื่อต้องการรายงานผลผลิตของโครงการวิจัย (ค่าเฉลี่ย 4.89) และเพื่อตอบตัวชี้วัดของมหาวิทยาลัย (ค่าเฉลี่ย 4.82) มากกว่าการคุ้มครองสิทธิในผลงาน (ค่าเฉลี่ย 4.61) หรือการนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ (ค่าเฉลี่ย 4.54) การทดสอบสมมติฐานพบความแตกต่างของการรับรู้การจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา โดยเฉพาะด้านสิทธิบัตรการประดิษฐ์ เมื่อจำแนกตามช่วงอายุและสังกัด พบว่าอาจารย์และเจ้าหน้าที่ ที่มีช่วงอายุ 41-50 ปี มีระดับการรับรู้สูงกว่าช่วงอายุอื่น โดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ (ค่าเฉลี่ย 4.925) และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ค่าเฉลี่ย 4.912) มีค่าเฉลี่ยการรับรู้สูงกว่าคณะอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ผลการวิจัยนี้ทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้และความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ที่อาจารย์และเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยให้ความสำคัญเกี่ยวกับการรายงานผลผลิตของตัวชี้วัดหรือผลการปฏิบัติงานที่มีต่อการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาเป็นอันดับแรก

คำสำคัญ: การรับรู้, ทรัพย์สินทางปัญญา, ลิขสิทธิ์, สิทธิบัตรการประดิษฐ์, สิทธิบัตรการออกแบบ

Abstract

This study on "Awareness of Intellectual Property and Demand for Intellectual Property Registration at Rajamangala University of Technology Phra Nakhon" aimed to: 1) examine the level of intellectual property awareness among personnel at Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, 2) study the level of demand for intellectual property registration among personnel, and 3) compare intellectual property awareness among personnel according to personal factors. The research sample consisted of 270 faculty members and staff at Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. Data were collected using questionnaires and analyzed using frequency, percentage, mean, and group difference testing. The research findings revealed that the majority of the sample were female (58.90%), aged 41-50 years (41.50%), and academic personnel (80%). The level of awareness regarding intellectual property in all three areas—copyright, invention patents, and design patents—was at the highest level (mean scores of 4.58, 4.52, and 4.44, respectively). This corresponded with the demand for intellectual property registration, which was also at the highest level (mean score of 4.62). The primary motivations were to report research project outputs (mean score of 4.89) and to meet university performance indicators (mean score of 4.82), rather than protecting rights in their work (mean score of 4.61) or commercial utilization (mean score of 4.54). Hypothesis testing revealed differences in intellectual property registration awareness, particularly in invention patents, when classified by age and affiliation. Faculty members and staff aged 41-50 years had higher awareness levels than other age groups. The Faculty of Engineering (mean score of 4.925) and the Faculty of Science and Technology (mean score of 4.912) had significantly higher awareness levels than other faculties at the 0.05 significance level. The research findings demonstrate the relationship between awareness and demand for intellectual property registration, showing that university faculty members and staff prioritize reporting research outputs for performance indicators or work performance metrics over intellectual property registration as their primary concern.

Keywords: Perception, Intellectual Property, Copyright, Patents, Design Patents

1. บทนำ

ในยุคเศรษฐกิจฐานความรู้ ทักษะเส้นทางปัญญาเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าและเป็นตัวขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ การคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาไม่เพียงแต่เป็นการคุ้มครองสิทธิของผู้สร้างสรรค์เท่านั้น แต่ยังเป็นกลไกสำคัญในการส่งเสริมการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนา การถ่ายทอดเทคโนโลยีและการสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ (องค์การทรัพย์สินทางปัญญาโลก, 2565) สำหรับสถาบันการศึกษาการมีทรัพย์สินทางปัญญาที่ได้รับการคุ้มครองจะช่วยยกระดับความน่าเชื่อถือทางวิชาการ เพิ่มโอกาสในการได้รับทุนวิจัยและสร้างรายได้จากการใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ การจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและต้องอาศัยความรู้เฉพาะด้าน โดยแบ่งออกเป็นหลายประเภท ได้แก่ สิทธิบัตรการประดิษฐ์ สิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์ เครื่องหมายการค้า และลิขสิทธิ์ แต่ละประเภทมีเงื่อนไขและขั้นตอนการจดทะเบียนที่แตกต่างกัน ตั้งแต่การตรวจสอบความใหม่ การจัดทำเอกสาร การยื่นคำขอ จนถึงการพิจารณาและการรับรองจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (กรมทรัพย์สินทางปัญญา, 2567) ความซับซ้อนของกระบวนการนี้มักเป็นอุปสรรคสำคัญที่ทำให้อาจารย์ นักวิจัยส่วนใหญ่ไม่ดำเนินการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาได้ การตัดสินใจจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาของอาจารย์ นักวิจัยได้รับอิทธิพลจากหลายปัจจัย ทั้งปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก ปัจจัยภายในประกอบด้วย ระดับการรับรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญา ทศนคติต่อการคุ้มครองความคาดหวังในผลประโยชน์ที่จะได้รับ และประสบการณ์ในการจดทะเบียน และปัจจัยภายนอกประกอบด้วย นโยบายของสถาบัน ระบบสนับสนุนและจูงใจ ความซับซ้อนของกระบวนการ และสภาพแวดล้อมทางกฎหมาย (Rogers, 2003; Venkatesh et al., 2003) การศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การรับรู้เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อพฤติกรรมการยอมรับและการใช้นวัตกรรมแม้ว่าจะมีการศึกษาเกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญาในสถาบันการศึกษาเป็นจำนวนมาก แต่การศึกษาที่เจาะจงเรื่องการรับรู้และความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาของบุคลากรในมหาวิทยาลัย โดยเฉพาะในบริบทของประเทศไทย ยังมีจำนวนจำกัด การศึกษาส่วนใหญ่มุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์สถิติการจดทะเบียน หรือการศึกษาอุปสรรคในเชิงกว้าง โดยขาดการศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับปัจจัยด้านการรับรู้และแรงจูงใจที่แท้จริงของบุคลากรทางวิชาการ นอกจากนี้ ยังขาดข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มบุคลากรที่มีลักษณะทางประชากรศาสตร์และสาขาวิชาที่แตกต่างกัน

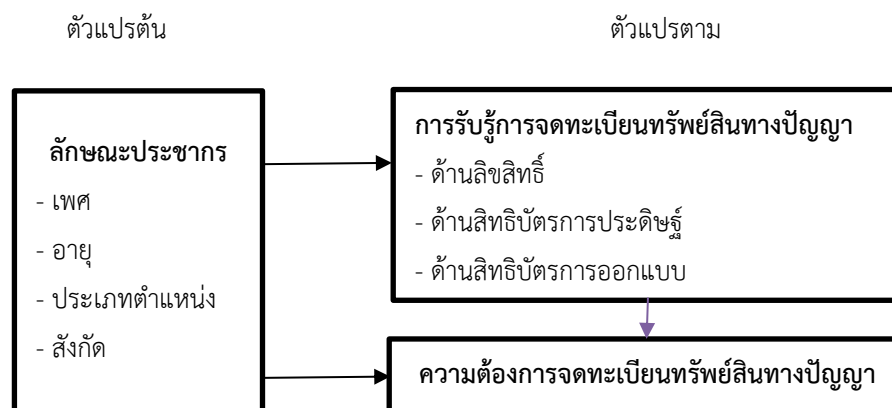
การศึกษาถึงปัจจัยด้านการรับรู้ที่ส่งผลต่อความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาของอาจารย์และเจ้าหน้าที่ในมหาวิทยาลัยจึงมีความสำคัญที่จะนำไปสู่การพัฒนาแนวทางในการส่งเสริมการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาและเพิ่มจำนวนผลงานที่ได้รับการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัย โดยมุ่งพัฒนาความสามารถในการแข่งขันทางการวิจัยและสร้างมูลค่าเพิ่มจากผลงานวิจัย การส่งเสริมการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาจะช่วยเสริมสร้างคุณภาพและสร้างรายได้ให้กับมหาวิทยาลัย (สถาบันวิจัยและพัฒนา, 2566)

อย่างไรก็ตาม ปัญหาการรับรู้และความเข้าใจของอาจารย์และเจ้าหน้าที่เกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญามีผลต่อการตัดสินใจจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญในการส่งเสริมการจดทะเบียนในกลุ่มอาจารย์และผู้บริหารงาน งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาระดับการรับรู้และปัจจัยที่ส่งผลต่อความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาของบุคลากรในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยมุ่งหวังที่จะสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของการคุ้มครองสิทธิทางปัญญาและกระตุ้นให้เกิดการสร้างนวัตกรรม การศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ทั้งในทางทฤษฎีและแนวทางปฏิบัติในการเสริมสร้างการรับรู้เกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญา เพื่อส่งเสริมการรับรู้ไปสู่การจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาในมหาวิทยาลัย และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนานโยบายและมาตรการส่งเสริมการสร้างสรรคและคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาในมหาวิทยาลัยต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาระดับการรับรู้เกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญาของบุคลากรในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- 2) เพื่อศึกษาระดับความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาของบุคลากร
- 3) เพื่อเปรียบเทียบการรับรู้เกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญาของบุคลากรตามปัจจัยส่วนบุคคล

1.2 กรอบแนวคิด



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

2. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) ประชากรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ อาจารย์ และเจ้าหน้าที่สายสนับสนุน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ได้แก่ 1) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม 2) คณะเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ 3) คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ 4) คณะบริหารธุรกิจ 5) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 6) คณะวิศวกรรมศาสตร์ 7) คณะศิลปศาสตร์ 8) คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น 9) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ 10) สถาบันสหวิทยาการดิจิทัลและหุ่นยนต์ และ 11) สถาบันอัญมณี เครื่องประดับไทยและการออกแบบ จำนวน 823 คน (กองบริหารงานบุคคล, 2567) เก็บรวบรวมข้อมูล จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 270 คน ดำเนินการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง สุ่มแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) โดยใช้สูตรของ Taro Yamane (1967)

ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามที่ได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี จากเอกสาร ทบทวนวรรณกรรม งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการปฏิบัติงานวิจัยสู่งานประจำที่เกี่ยวข้อง ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือในการวิจัย สร้างแบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

2.1 การทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) การหาความเที่ยงตรง (Validity) โดยนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้น เสนอผู้ทรงคุณวุฒิในการอบรมโครงการการพัฒนางานประจำงานวิจัย R2R มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 และนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นไปเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของคำถามและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาของภาพรวมได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.84 และคัดเลือกเฉพาะคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 -1.00 มาใช้ (กิตติพงษ์ พิพิธกุล : 2561)

2) การหาความเชื่อมั่น (Reliability) นำแบบสอบถามไปทำการทดสอบ (Try-Out) กับกลุ่มประชากรที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา จำนวน 30 คน และนำมาหาความเชื่อมั่นเป็นรายข้อ (Item Analysis) และหาความเชื่อมั่นรวมของ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's Reliability Coefficient Alpha) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543: 125) โดยได้ค่าความเชื่อมั่นภาพรวมของแบบสอบถามเท่ากับ .87 ได้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

ส่วนที่ 1 ลักษณะประชากร ได้แก่ เพศ อายุ ระดับตำแหน่ง และสังกัด มีลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check list)

ส่วนที่ 2 การรับรู้การจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ได้แก่ ด้านลิขสิทธิ์ ด้านสิทธิบัตรการประดิษฐ์ และด้านสิทธิบัตร การออกแบบ มีลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราวัด 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

ส่วนที่ 3 ความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา จำนวน 8 ข้อ มีลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราวัด 5 ระดับ

ซึ่งในระดับตั้งแต่ระดับน้อยที่สุดไปจนถึงระดับมากที่สุด ใช้ระดับมาตราส่วนประเมินค่า จำนวน 5 ระดับ (Likert's Scale) ในการแปลความหมายของคะแนน โดยใช้เกณฑ์ของบุญชม ศรีสะอาด (2553 : 82-83) โดยระดับคะแนนและช่วงคะแนนของการแปลผลมีดังนี้

- 5 หรือคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.51-5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด
- 4 หรือคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.51-4.50 หมายถึง ระดับมาก
- 3 หรือคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.51-3.50 หมายถึง ระดับปานกลาง
- 2 หรือคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.51-2.50 หมายถึง ระดับน้อย
- 1 หรือคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.50 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) วิเคราะห์ข้อมูลการมีส่วนร่วม ใช้สถิติ T-test (T-test for statistical analysis) และ Oneway Analysis of Variance (One way ANOVA) สำหรับการทดสอบสมมติฐาน

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ลักษณะส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 270 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 58.90) มากกว่าเพศชาย (ร้อยละ 41.10) อยู่ในช่วงอายุ 41-50 ปี (ร้อยละ 41.50) และ 51-60 ปี (ร้อยละ 30.00) เป็นบุคลากรสายวิชาการ (ร้อยละ 80) มากกว่าสายสนับสนุน (ร้อยละ 20) โดยสังกัดคณะที่มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น (ร้อยละ 17.80) คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ (ร้อยละ 17.40) และคณะบริหารธุรกิจ (ร้อยละ 17.40)

3.2 การรับรู้เกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญา

1) ด้านลิขสิทธิ์

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินการรับรู้ส่งผลต่อความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ด้านลิขสิทธิ์

ด้านลิขสิทธิ์	ระดับการรับรู้		
	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
1. ลิขสิทธิ์ คือ สิทธิแต่เพียงผู้เดียวที่จะกระทำการใด ๆ เกี่ยวกับงานที่ผู้สร้างสรรค์ได้ริเริ่มโดยการใช้สติปัญญา ความรู้ ความสามารถ	4.58	0.51	มากที่สุด
2. เล่มโครงการวิจัย คือ ลิขสิทธิ์ ประเภทวรรณกรรม	4.55	0.52	มากที่สุด
3. ลิขสิทธิ์ มี 9 ประเภท	4.57	0.51	มากที่สุด
4. ลิขสิทธิ์จะมีอายุอยู่ตลอดอายุของผู้สร้างสรรค์ และจะคุ้มครองต่อไปอีก 50 ปี นับแต่ผู้สร้างสรรค์ถึงแก่ความตาย	4.58	0.51	มากที่สุด
5. การละเมิดลิขสิทธิ์ คือเป็นความผิดทางที่เกิดจากการทำซ้ำ ลอกเลียนแบบ ทำซ้ำ ดัดแปลงผลงานของผู้อื่น เพื่อการค้าและหวังผลกำไร	4.60	0.52	มากที่สุด
ภาพรวม	4.58	0.50	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 แสดงระดับการรับรู้ส่งผลต่อความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ด้านลิขสิทธิ์ การรับรู้เกี่ยวกับลิขสิทธิ์โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.58) โดยประเด็นที่มีการรับรู้สูงสุดคือ การละเมิดลิขสิทธิ์ คือเป็นความผิดทางที่เกิดจากการทำซ้ำ ลอกเลียนแบบ ทำซ้ำ ดัดแปลงผลงานของผู้อื่น เพื่อการค้าและหวังผลกำไร" (ค่าเฉลี่ย 4.60) รองลงมาคือการรับรู้เกี่ยวกับอายุของลิขสิทธิ์ (ค่าเฉลี่ย 4.58) และประเภทของลิขสิทธิ์ (ค่าเฉลี่ย 4.57)

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินการรับรู้ส่งผลต่อความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ด้านสิทธิบัตรการประดิษฐ์

ด้านสิทธิบัตรการประดิษฐ์	ระดับการรับรู้		
	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
1. สิทธิบัตรการประดิษฐ์ คือ การคิดค้นเกี่ยวกับ กลไก โครงสร้าง ส่วนประกอบของสิ่งของเครื่องใช้	4.51	0.56	มากที่สุด
2. การจดสิทธิบัตรการประดิษฐ์ ผลงานวิจัยต้องมีความใหม่	4.52	0.56	มากที่สุด
3. สิทธิบัตรการประดิษฐ์ ต้องมีขั้นการประดิษฐ์ที่สูงขึ้น คือ ไม่เป็นสิ่งประดิษฐ์ ที่สามารถทำได้ง่าย โดยผู้มีความรู้ในระดับธรรมดา หรือมีการแก้ไขปัญหา ทางเทคนิคของสิ่งประดิษฐ์ที่มีมาก่อน	4.52	0.56	มากที่สุด
4. สิทธิบัตร มีอายุการคุ้มครอง 20 ปี อนุสิทธิบัตรมีอายุการคุ้มครอง 10 ปี	4.52	0.56	มากที่สุด
5. กรรมวิธี สูตร สามารถยื่นจดสิทธิบัตรการประดิษฐ์ได้	4.52	0.56	มากที่สุด
ภาพรวม	4.52	0.55	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 แสดงระดับการรับรู้ส่งผลต่อความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ด้านสิทธิบัตรการประดิษฐ์ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.52) โดยประเด็นที่มีการรับรู้สูงสุดคือ "การจดสิทธิบัตรการประดิษฐ์ ผลงานวิจัยต้องมีความใหม่ สิทธิบัตรการประดิษฐ์ ต้องมีขั้นการประดิษฐ์ที่สูงขึ้น" (ค่าเฉลี่ย 4.52) รองลงมาคือการรับรู้เกี่ยวกับนิยามของสิทธิบัตรการประดิษฐ์ (ค่าเฉลี่ย 4.51)

ตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินการรับรู้ส่งผลต่อความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาด้านสิทธิบัตรการออกแบบ

ด้านสิทธิบัตรการออกแบบ	ระดับการรับรู้		
	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
1. สิทธิบัตรการออกแบบ คือ การออกแบบรูปร่าง ลวดลาย หรือสีสันที่มองเห็นได้จากภายนอก	4.43	0.59	มาก
2. สิทธิบัตรการออกแบบ เป็นการออกแบบใหม่ คือ ยังไม่เคยมีจำหน่ายหรือขายมาก่อน หรือยังไม่เคยเปิดเผยรายละเอียด ของสิ่งประดิษฐ์ในเอกสารสิ่งพิมพ์ใด ๆ เช่น ในทีวี หรือในวิทยุ มาก่อน เป็นต้น	4.42	0.58	มาก
3. ลวดลาย สามารถยื่นจดสิทธิบัตรการออกแบบได้	4.45	0.57	มากที่สุด
4. สิทธิบัตรการออกแบบ ยื่นคุ้มครองสิ จะได้รับแค่การคุ้มครองสั้น	4.44	0.56	มาก
5. สิทธิบัตรการออกแบบ มีระยะเวลาคุ้มครอง 10 ปี	4.44	0.56	มาก
ภาพรวม	4.44	0.59	มาก

จากตารางที่ 3 แสดงระดับการรับรู้ส่งผลต่อความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา ด้านสิทธิบัตรการออกแบบ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.44) โดยประเด็นที่มีการรับรู้สูงสุดคือ "ลวดลาย สามารถยื่นจดสิทธิบัตรการออกแบบได้" (ค่าเฉลี่ย 4.54) รองลงมาคือการรับรู้เกี่ยวกับระยะเวลาคุ้มครองและขอบเขตการคุ้มครองสิทธิบัตรการออกแบบ (ค่าเฉลี่ย 4.44)

3.3 ความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา

ตารางที่ 4 แสดงระดับความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา

ความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา	ระดับความต้องการ		
	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
1. เพื่อต้องการคุ้มครองสิทธิในผลงานของตนเอง	4.61	0.57	มากที่สุด
2. เพื่อต้องการป้องกันการถูกละเมิด	4.55	0.58	มากที่สุด
3. เพื่อไม่ให้บุคคลอื่นทำการผลิตหรือคิดค้นผลงานที่ซ้ำกับผลงานของตนเอง	4.57	0.57	มากที่สุด
4. เพื่อต้องการแสดงเป็นเจ้าของผลงานขึ้นอย่างถูกต้องตามกฎหมาย	4.55	0.58	มากที่สุด
5. เพื่อต้องการนำผลงานไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ (License)	4.54	0.58	มากที่สุด
6. เพื่อใช้ประโยชน์ในการทำผลงานทางวิชาการ	4.44	0.68	มากที่สุด
7. เพื่อตอบตัวชี้วัด (KPI) ของมหาวิทยาลัย	4.82	0.45	มากที่สุด
8. เพื่อรายงานผลผลิต (Out put) ของโครงการวิจัย	4.89	0.37	มากที่สุด
ภาพรวม	4.62	0.47	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 แสดงระดับความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.62) โดยประเด็นที่มีความต้องการสูงสุดคือ "เพื่อรายงานผลผลิต (Output) ของโครงการวิจัย" (ค่าเฉลี่ย 4.89) และ "เพื่อตอบตัวชี้วัด (KPI) ของมหาวิทยาลัย" (ค่าเฉลี่ย 4.82) ในขณะที่ความต้องการเพื่อคุ้มครองสิทธิในผลงานของตนเอง (ค่าเฉลี่ย 4.61) และเพื่อนำผลงานไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ (ค่าเฉลี่ย 4.54) มีค่าเฉลี่ยรองลงมาตามลำดับ

3.4 ความแตกต่างของการรับรู้ตามปัจจัยส่วนบุคคล

1) จำแนกตามช่วงอายุ

พบความแตกต่างกันของการรับรู้การจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาด้านสิทธิบัตรการประดิษฐ์เมื่อจำแนกตามช่วงอายุ โดยช่วงอายุ 41-50 ปี มีระดับการรับรู้สูงกว่าช่วงอายุอื่น ๆ (21-30 ปี, 31-40 ปี, และ 51-60 ปี) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2) จำแนกตามสังกัด

พบความแตกต่างกันของการรับรู้การจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาด้านสิทธิบัตรการประดิษฐ์เมื่อจำแนกตามสังกัด โดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ (ค่าเฉลี่ย 4.92) และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ค่าเฉลี่ย 4.91) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าคณะอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะเมื่อเทียบกับคณะบริหารธุรกิจ (ค่าเฉลี่ย 4.00) และคณะศิลปศาสตร์ (ค่าเฉลี่ย 4.18)

ผลการวิจัยพบว่า ความต้องการหลักในการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาของบุคลากรมาจากปัจจัยภายนอก คือ การตอบสนองต่อระบบและกลไกของสถาบันการศึกษาในการประเมินผลงานวิจัยและตัวชี้วัดผลการปฏิบัติงาน และต้องเป็นตามประกาศมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เรื่องการเปิดรับคำเสนอของงบประมาณด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประเภท งบประมาณเพื่อสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund) ประจำปีงบประมาณที่นักวิจัยต้องดำเนินการส่งมอบผลผลิตตามสัญญาเงินทุนในเรื่องของการยื่นจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญามากกว่าการให้ความสำคัญกับการคุ้มครองสิทธิในผลงานของตนเองหรือการนำผลงานไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nwabueze, U., & Pitan, O. (2015) ศึกษาวิจัยเรื่อง Entrepreneurs' Perceptions and the Role of Intellectual Property Rights in Small Firms ที่พบว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่ตระหนักถึงความสำคัญของการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา แต่ยังไม่มีการขาดความเข้าใจในรายละเอียดของการจดทะเบียนและประโยชน์ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เป็นผลมาจากระบบการประเมินคุณภาพการศึกษาและการประเมินผลการปฏิบัติงานในสถาบันอุดมศึกษาที่ให้ความสำคัญกับผลงานทางวิชาการ โดยเฉพาะการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา เป็นตัวชี้วัดสำคัญในการประเมินคุณภาพและศักยภาพของสถาบันการศึกษาประกอบกับประกาศ และหลักเกณฑ์ของมหาวิทยาลัย ดังนั้น บุคลากรจึงให้ความสำคัญกับการ จดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาเพื่อตอบสนองต่อเกณฑ์การประเมินดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ความต้องการเพื่อคุ้มครองสิทธิในผลงานของตนเอง ป้องกันการถูกละเมิด และเพื่อแสดงความเป็นเจ้าของผลงานอย่างถูกต้องตามกฎหมาย ก็มีค่าเฉลี่ยในระดับสูงเช่นกัน แสดงให้เห็นว่าบุคลากรยังคงตระหนักถึงความสำคัญของการคุ้มครองสิทธิในผลงานของตนเอง

ความแตกต่างของการรับรู้ตามช่วงอายุ พบว่าบุคลากรในช่วงอายุ 41-50 ปี เป็นช่วงที่มีประสบการณ์การทำงานและการวิจัยสั่งสมมา มีความพร้อมและความสนใจในการพัฒนาผลงานเพื่อความก้าวหน้าในตำแหน่งวิชาการ จึงให้ความสำคัญกับการศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญา โดยเฉพาะสิทธิบัตรการประดิษฐ์มากกว่าช่วงอายุอื่น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอัครนิต บรรเทา (2567) ศึกษาเรื่องแนวทางการพัฒนางานทรัพย์สินทางปัญญามหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลที่พบว่าข้อมูลประชากรศาสตร์ ด้านเพศ อายุ ตำแหน่ง ประสบการณ์ทำงาน และสังกัดที่แตกต่างกันส่งผลต่อการพัฒนางานทรัพย์สินทางปัญญา

ความแตกต่างของการรับรู้ตามคณะ สะท้อนถึงลักษณะธรรมชาติของศาสตร์และกิจกรรมการวิจัยของแต่ละคณะ โดยคณะวิศวกรรมศาสตร์และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีการเรียนการสอนและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์ การสร้างนวัตกรรม และการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ซึ่งมีโอกาสในการสร้างสรรค์ผลงานที่สามารถจดสิทธิบัตรการประดิษฐ์ได้มากกว่าคณะอื่น ๆ

4. สรุปผล

การศึกษาเรื่อง "การรับรู้เกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญาและความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร" แสดงให้เห็นถึงสถานการณ์ปัจจุบันและแนวโน้มในการพัฒนาด้านทรัพย์สินทางปัญญา ดังนี้

บุคลากรในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มีการรับรู้เกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญาในระดับสูงมาก โดยเฉพาะในด้านลิขสิทธิ์ สิทธิบัตรการประดิษฐ์ และสิทธิบัตรการออกแบบ บ่งชี้ถึงความตระหนักและความเข้าใจในเรื่องการคุ้มครองผลงานทางปัญญาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งแรงจูงใจหลักในการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาจากการตอบสนองต่อระบบการประเมินผลงานวิจัย และตัวชี้วัดของมหาวิทยาลัยมากกว่าการคุ้มครองสิทธิในผลงานของตนเอง หรือการใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของระบบการประเมินผลการปฏิบัติงานที่มีต่อพฤติกรรมของบุคลากรทางวิชาการ โดยระดับการรับรู้และความต้องการที่จะส่งผลให้มหาวิทยาลัยสามารถเพิ่มจำนวนทรัพย์สินทางปัญญาได้มากขึ้น และช่วยยกระดับภาพลักษณ์ ความน่าเชื่อถือในด้านการวิจัยและนวัตกรรม การมีความรู้และความตระหนักที่เพิ่มขึ้นจะช่วยให้บุคลากรสามารถพัฒนาผลงานที่มีคุณภาพและมีศักยภาพในการคุ้มครองได้มากขึ้น สามารถส่งเสริมการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการประยุกต์ใช้นวัตกรรมเพื่อพัฒนาประเทศในระยะยาวได้ โดยคณะวิศวกรรมศาสตร์และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีระดับการรับรู้สูงกว่าคณะอื่น เป็นผลที่คาดได้เนื่องจากลักษณะของศาสตร์ที่มุ่งเน้นการสร้างสรรค์นวัตกรรมและเทคโนโลยี ขณะที่การที่บุคลากรในช่วงอายุ 41-50 ปี มีการรับรู้สูงสุดนั้น อาจเนื่องมาจากประสบการณ์การทำงานที่สั่งสมและความเข้าใจในระบบการประเมินผลงานที่ชัดเจนมากขึ้น ประโยชน์ที่ได้รับการบริหาร การกำหนดนโยบายและยุทธศาสตร์การส่งเสริมทรัพย์สินทางปัญญา ทำให้ทราบถึงแรงจูงใจหลักของบุคลากรจะช่วยให้สามารถออกแบบระบบสนับสนุนและจูงใจที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

- 1) ควรพิจารณาปรับปรุงระบบการประเมินให้มีความสมดุลระหว่างการตอบสนองตัวชี้วัดและการสร้างมูลค่าจากทรัพย์สินทางปัญญา โดยเพิ่มคะแนนสำหรับการนำทรัพย์สินทางปัญญาไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์
- 2) การพัฒนาระบบสนับสนุน ควรจัดตั้งหน่วยงานเฉพาะ การให้คำปรึกษาและสนับสนุนการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา รวมถึงการหาแหล่งทุนสำหรับการดำเนินการ
- 3) การสร้างเครือข่ายความร่วมมือ ควรสร้างเครือข่ายกับหน่วยงานภาครัฐและเอกชนเพื่อส่งเสริมการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการใช้ประโยชน์จากทรัพย์สินทางปัญญา

5. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่อง "การรับรู้ส่งผลต่อความต้องการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร" โดยได้รับการสนับสนุนจากกองทุนเพื่อการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

6. เอกสารอ้างอิง

กองบริหารงานบุคคล. (2567). รายงานการประเมินตนเอง SAR ปีการศึกษา 2567. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กิตติพงษ์ พิพิธกุล. (2561). คุณภาพเครื่องมือแบบสอบถาม: Validity กับ Reliability ในการวิจัยทางรัฐประศาสนศาสตร์.

วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 8(2), 104-110.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทาง

การศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- อัคนิต บรรเทา. (2567). *การพัฒนางานทรัพย์สินทางปัญญา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- López, A., & Rodríguez, M. (2017). Barriers to intellectual property protection for small businesses. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 24(2), 349-364.
- Nwabueze, U., & Pitan, O. (2015). Entrepreneurs' perceptions and the role of intellectual property rights in small firms. *International Journal of Innovation Management*, 19(5), 1-23.

การวิเคราะห์แนวโน้มการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัยด้านการสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่งานวิจัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

An Academic Trend Analysis of Research Fund Expenditures for Supporting
Research Publication and Dissemination at Rajamangala University of
Technology Phra Nakhon

เจนจิรา บ.ป.สูงเนิน^{1*} และ ชุตินา ชาศะรัตน์¹

Jenjira b.p.Sungneon^{1*} and Chutima Chatarut¹

¹ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

¹ Institute of Research and Development, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

* E-mail: jenjila.b@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัยด้านการสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่งานวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปีงบประมาณ 2563-2567 โดยเป็นการรวบรวมข้อมูล จากเอกสารงานกองทุนเพื่อการวิจัย นำข้อมูลมาบันทึกในรูปแบบตารางและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา การหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ เพื่อเปรียบเทียบจำนวนบทความที่เสนอขอรับการสนับสนุนตีพิมพ์บทความและสัดส่วนการจัดสรรงบประมาณและการเบิกจ่ายเงิน จากนั้น ใช้เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ชุดคำสั่ง FORECAST และใช้ข้อมูลการใช้จ่ายงบประมาณกองทุนเพื่อการวิจัยด้านการสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่งานวิจัย ระหว่างปีงบประมาณ 2563-2570 เพื่อคาดการณ์แนวโน้ม ผลการศึกษา พบว่า แนวโน้มการใช้จ่ายงบประมาณกองทุนเพื่อการวิจัยด้านกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่งานวิจัย ช่วงระหว่างปีงบประมาณ 2563-2567 มีความผันผวนเล็กน้อย แสดงถึงความไม่สม่ำเสมอในการบริหารจัดการงบประมาณจากการวิเคราะห์แนวโน้มที่คาดการณ์ไว้ ระหว่างปีงบประมาณ 2568-2570 ในปี 2568 คาดว่าจะเพิ่มขึ้น และปี 2569 คาดว่าจะลดลงเล็กน้อย และปี 2570 มีรายจ่ายแนวโน้มคาดว่าจะเพิ่มขึ้นอีกสะท้อนถึงการปรับตัวของการจัดสรรงบประมาณในแต่ละปี จะเห็นได้ว่า การจัดสรรงบประมาณในส่วนของกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่งานวิจัย มีแนวโน้มการเบิกจ่ายเงินเพิ่มขึ้น ควรมีการวางแผนและจัดสรรงบประมาณอย่างเหมาะสม ทั้งนี้ จะสามารถคาดการณ์ควบคุม และบริหารงบประมาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: แนวโน้มการใช้จ่ายงบประมาณ, การสนับสนุนการตีพิมพ์, กองทุนเพื่อการวิจัย

Abstract

This study aims to analyze the expenditure trends of the Research Fund for the support of research publication and dissemination at Rajamangala University of Technology Phra Nakhon during the fiscal years 2020–2024 (B.E. 2563–2567). Data were collected from official fund documents, organized into tables, and analyzed using descriptive statistics, including means and percentages, to compare the number of supported research articles and the proportion of budget allocation and disbursement. Quantitative forecasting was performed using the Forecast function in Microsoft Excel, utilizing actual expenditure data from 2020 to 2027 (B.E. 2563–2570). The results revealed minor fluctuations in spending during 2020–2024, with the lowest expenditure occurring in 2022 (B.E. 2565) and the highest in 2024 (B.E. 2567), reflecting inconsistent budget management. The forecast indicated an increase in 2025, a slight decrease in 2026, and a further rise in 2027. These trends suggest adjustments in budget allocation according to annual demands. The study concludes that there is an increasing trend in disbursements for research publication support activities. Therefore, effective planning and allocation are essential to ensure accurate forecasting, budget control, and efficient fund management.

Keywords: Budget utilization trends Publication Support Research Funding

1. บทนำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มีนโยบายจัดตั้งกองทุนเพื่อการวิจัย วัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมสนับสนุนการทำวิจัย ตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย ผลงานที่ได้รับการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา และกิจกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และการสนับสนุนเงินรางวัลเพื่อเป็นการสร้างขวัญและกำลังใจให้กับอาจารย์นักวิจัยและบุคลากรที่มีผลงานตีพิมพ์เผยแพร่และสนับสนุนกิจกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามนโยบายของผู้บริหาร มอบหมายให้สถาบันวิจัยและพัฒนา เป็นผู้รับผิดชอบงานกองทุนเพื่อการวิจัย (ระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ว่าด้วยกองทุนเพื่อการวิจัย, 2555)

สถาบันวิจัยและพัฒนา เป็นหน่วยงานบริหารจัดการด้านวิจัย ส่งเสริม สนับสนุน และกำกับดูแลงานวิจัย นวัตกรรม และสิ่งประดิษฐ์ ตามภารกิจหลักวางแผนการดำเนินงาน กำหนดแนวทางการดำเนินงาน เพื่อให้ได้ผลงานวิจัยเชิงปริมาณ และคุณภาพตามเป้าหมายที่วางไว้ ประสานงานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งถือได้ว่ามีบทบาทสำคัญในฐานะหน่วยงานหลัก โดยมีนโยบายบูรณาการวิจัย นวัตกรรม การบริการวิชาการและสังคม มีการสร้างเครือข่ายความร่วมมือทั้งหน่วยงานภายในและภายนอก เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม (สถาบันวิจัยและพัฒนา, 2566)

ตามแผนพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570) ได้กำหนดตัวชี้วัดความสำเร็จตามแผนยุทธศาสตร์ ดังนี้ 1) ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 1 มุ่งความเป็นเลิศเทคโนโลยีเชิงปฏิบัติการที่สร้างมูลค่าให้กับเศรษฐกิจ และสังคม 2) ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 2 สร้างความเข้มแข็งของมหาวิทยาลัยต่อการบริการเปลี่ยนแปลง 3) ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 3 พัฒนามหาวิทยาลัยให้เป็นแหล่งเรียนรู้และสร้างประโยชน์ให้กับชุมชน สังคม (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, 2567) แต่อย่างไรก็ตาม จากที่ได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานระดับคณะ สำหรับประมาณการจำนวนบทความตีพิมพ์บทความทั้งระดับชาติและระดับนานาชาติ เพื่อจัดทำแผนและการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ด้านการสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่งานวิจัย จากข้อมูลย้อนหลัง ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2563-2567 พบว่า ภาพรวมการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัย ช่วงปีงบประมาณ 2563-2565 การใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัย ยังอยู่ในระดับที่ไม่สูงมาก ขณะที่ในปีงบประมาณ 2566-2567 จะเห็นได้ว่ามีแนวโน้มการใช้จ่ายเงินเพิ่มขึ้น จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องของกัลยา แซ่ลิ้ม (2568) ได้ทำการศึกษาแนวโน้มรายรับ-รายจ่ายและเงินรายได้สะสมคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2566-2575 ผลการศึกษา ภาพรวม พบว่า คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มีรายรับที่สูงกว่ารายจ่ายทุกปี รายรับมีแนวโน้มลดลงแต่ยังคงสูงกว่ารายจ่ายทำให้มีเงินคงเหลือเมื่อสิ้นปีงบประมาณ จากข้อมูลย้อนหลัง ตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2556-2565 รายรับและรายจ่ายมีลักษณะผันผวน แต่เงินรายได้สะสมของคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ยังมีทิศทางเพิ่มขึ้นทุกปี อีกทั้ง จากการศึกษางานวิจัยของวรรณวิมล วงศ์ถาวร (2564) การวิเคราะห์งบประมาณคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปีงบประมาณ 2559-2563 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้จ่ายงบประมาณรายได้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น เฉลี่ยสูงสุดในการจัดสรรงบประมาณเงินรายได้ตามงบรายจ่ายมีการจัดสรรให้งบอุดหนุนในสัดส่วนมากที่สุด รองลงมา คือ งบบุคลากร งบดำเนินงานและงบลงทุน ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์งบประมาณรายจ่ายจำแนกตามภารกิจ พบว่า มีการจัดสรรให้แก่ภารกิจสูงสุด ด้านการจัดการเรียนการสอนมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านบริหารจัดการด้านการวิจัย ด้านการบริการวิชาการ และด้านทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม ดังนั้น จึงเป็นการสะท้อนข้อมูลและสนับสนุนการตัดสินใจให้ผู้บริหารสามารถใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาจัดสรรงบประมาณเงินรายได้ประจำปีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้การจัดสรรงบประมาณแต่ละแผนงานมีสัดส่วนที่เหมาะสม สอดคล้องกับภารกิจของคณะ ตลอดจนก่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาแนวโน้มการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัยด้านการสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้มาทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าและเกิดผลลัพธ์สูงสุดภาพรวมของมหาวิทยาลัย โดยในเชิงยุทธศาสตร์และเชิงปฏิบัติ นอกจากนี้ ยังเป็นการสะท้อนถึงการวางแผนและบริหารจัดการด้านงบประมาณให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาแนวโน้มการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัยด้านการสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่งานวิจัย เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้มา

เปรียบเทียบงบประมาณการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในการขับเคลื่อนการวิจัย ให้บรรลุเป้าหมายตามที่มหาวิทยาลัยกำหนดไว้

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อเปรียบเทียบงบประมาณการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปีงบประมาณ 2563-2567
- 2) เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปีงบประมาณ 2563-2570

1.2 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการทำวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเอกสาร (Documentary Research) ใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) โดยวิเคราะห์แนวโน้มการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปีงบประมาณ 2563-2567 ได้ทำการรวบรวมข้อมูลเอกสารของรายงานผลการดำเนินงานกองทุนเพื่อการวิจัย ประกอบด้วย ข้อมูลประมาณการจำนวนตีพิมพ์บทความในวารสารระดับชาติและระดับนานาชาติ หน่วยงานทั้ง 9 คณะ กองนโยบายและแผน และสถาบันวิจัยและพัฒนา จากนั้นนำข้อมูลประมาณการจำนวนตีพิมพ์บทความและจำนวนเงินสำหรับการเสนอขอรับเงินรางวัลสนับสนุนการตีพิมพ์บทความ เพื่อจัดทำแผนและการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัยในแต่ละปีงบประมาณ โดยเปรียบเทียบและวิเคราะห์แนวโน้มการใช้จ่ายงบประมาณจากกองทุนเพื่อการวิจัย ต่อไป

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการทำวิจัย เป็นการนำเสนอในรูปแบบตารางบันทึกข้อมูลจากการวิเคราะห์เอกสารและเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนและการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัย ระหว่างปีงบประมาณ 2563-2567

2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ และแสดงผลด้วยตารางและแผนภูมิ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนและการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัยและสัดส่วนรายละเอียดด้านกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย รวบรวมข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี ปีงบประมาณ 2563-2567 นำชุดข้อมูลโดยใช้เทคนิคพยากรณ์ค่าการแนวโน้มการใช้จ่ายงบประมาณกองทุนเพื่อการวิจัยด้านการสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัยที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อให้การพยากรณ์แนวโน้มในปีงบประมาณ 2568-2570 มีความแม่นยำมากขึ้น จากนั้น นำมาเปรียบเทียบและวิเคราะห์แนวโน้มการใช้จ่ายงบประมาณจากกองทุนเพื่อการวิจัย

โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ชุดคำสั่งฟังก์ชัน FORECAST =FORECAST.LINEAR (x, known_ys, known_xs) และสมการแนวโน้มเชิงเส้น $Y=a + bX$

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบการเบิกจ่ายเงินด้านกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย

ตามแผนและการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัย ด้านการสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย ระดับหน่วยงานแจ้งข้อมูลการประมาณการจำนวนบทความตีพิมพ์และจำนวนเงินรางวัลที่จะเสนอขอของปีงบประมาณ จากนั้น รวบรวมข้อมูลประมาณการดังกล่าว จัดทำแผนการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัย และกำหนดค่าเป้าหมายจำนวนบทความและงบประมาณการเบิกจ่าย โดยใช้งบประมาณออกเป็น 2 ส่วน เงินสมทบกองทุนเพื่อการวิจัย และเงินสะสมกองทุนเพื่อการวิจัย

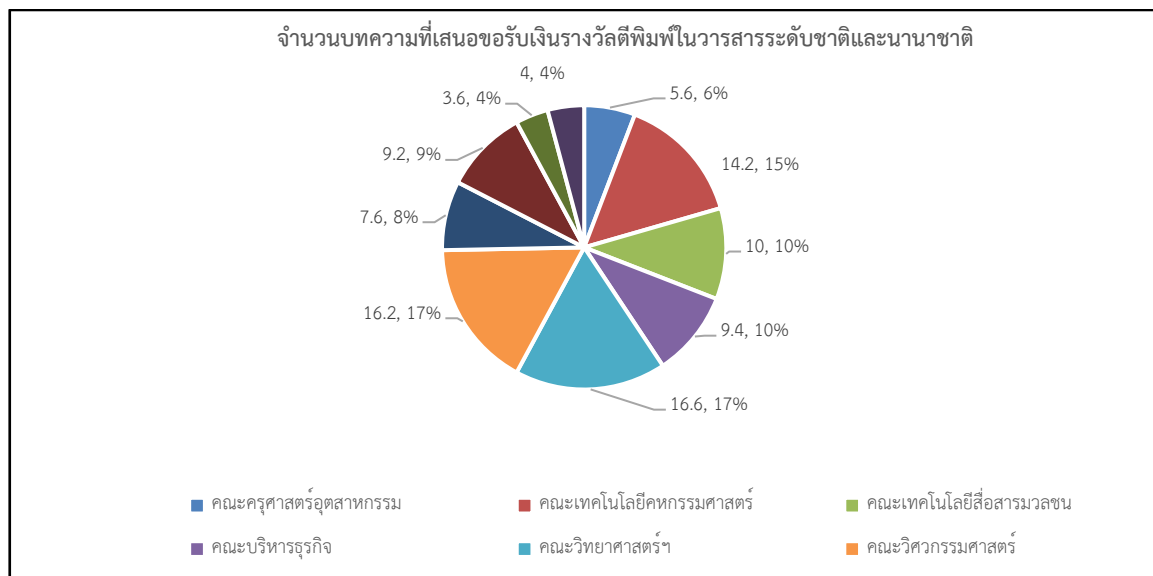
พบว่า ภาพรวมเฉลี่ย 5 ปี ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2563-2567 ในส่วนของหน่วยงานที่มีการเบิกจ่ายงบประมาณกิจกรรมการสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย จำนวน 3 หน่วยงาน ในอันดับแรก ได้แก่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 83 บทความ อยู่ในระดับสูงที่สุด (ร้อยละ 16.60) รองลงมา คือ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 81 บทความ (ร้อยละ 16.20) และ

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ จำนวน 71 บทความ (ร้อยละ 14.20) จะเห็นได้ว่า ร้อยละของงบประมาณการเบิกจ่ายเงิน ด้านกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย มีความผันแปรในแต่ละปีงบประมาณ เนื่องจากในแต่ละปีงบประมาณ บางหน่วยงานมีส่วนการเบิกจ่ายเงินรางวัลสูงสุดในปีงบประมาณ 2564 คือ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกองนโยบายและแผน มีสัดส่วนการเบิกจ่ายต่ำที่สุด ในปีงบประมาณ 2566 (ร้อยละ 4.00) ตามลำดับ รายละเอียดดังแสดง ตารางที่ 1 และแผนภูมิที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงร้อยละจำนวนบทความที่เสนอขอรับเงินรางวัลตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติและนานาชาติ ตามแผนและการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัยด้านกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการตีพิมพ์ และเผยแพร่ผลงานวิจัย ปีงบประมาณ 2563-2567

คณะ/หน่วยงาน	2563	2564	2565	2566	2567	รวมจำนวน (บทความ)	ค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	6	6	3	5	8	28	5.60
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์	4	8	6	24	29	71	14.20
คณะเทคโนโลยีสื่อสารมวลชน	7	11	15	14	3	50	10.00
คณะบริหารธุรกิจ	24	6	7	3	7	47	9.40
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	10	32	13	13	15	83	16.60
คณะวิศวกรรมศาสตร์	16	17	7	25	16	81	16.20
คณะศิลปศาสตร์	4	5	9	12	8	38	7.60
คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น	10	11	5	10	10	46	9.20
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ	3	2	4	3	6	18	3.60
กองนโยบายและแผน	-	-	-	2	6	8	4.00
สถาบันวิจัยและพัฒนา	2	1	-	3	9	15	3.75

ที่มา : รายงานผลการดำเนินงานและการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปีงบประมาณ 2563-2567



ข้อมูลจำนวนบทความการสนับสนุนตีพิมพ์บทความระดับหน่วยงาน

แผนภูมิที่ 1 เปรียบเทียบจำนวนบทความที่เสนอขอรับเงินรางวัลสนับสนุนการตีพิมพ์บทความในวารสารระดับชาติและนานาชาติ

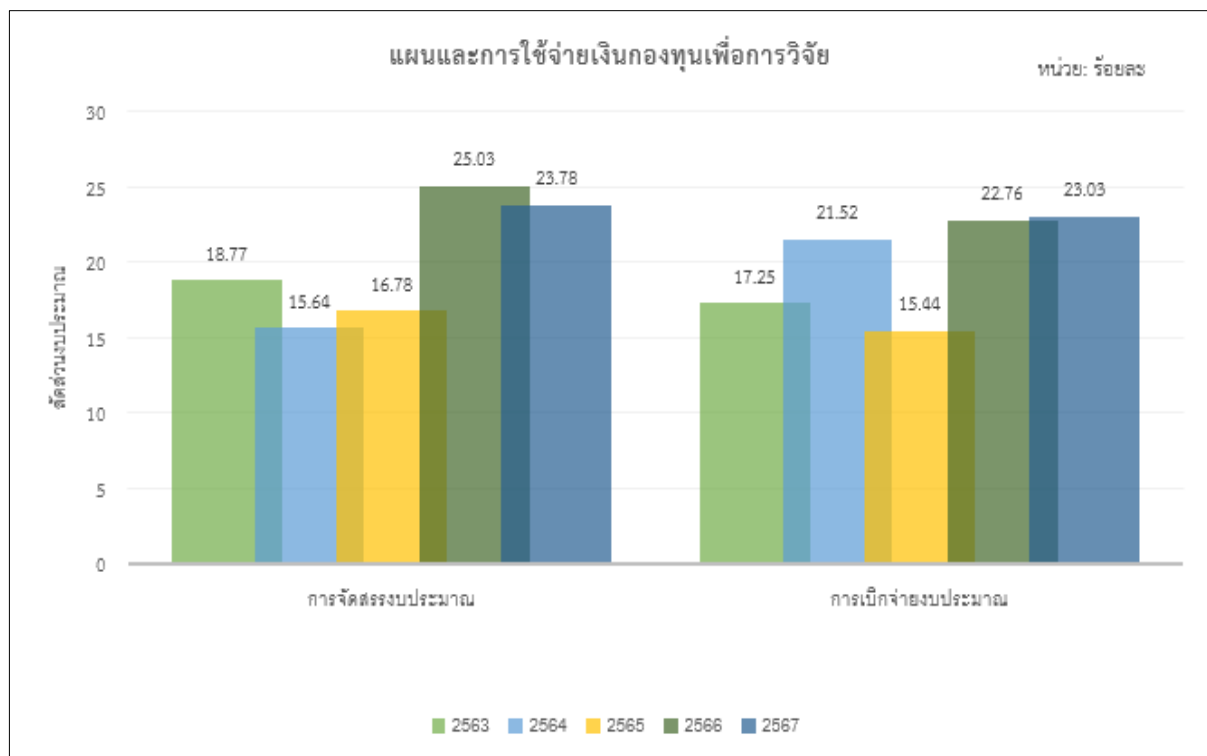
3.2 วิเคราะห์สัดส่วนการจัดสรรงบประมาณและการเบิกจ่ายเงินด้านกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย

จากการวิเคราะห์สัดส่วนการจัดสรรงบประมาณและการเบิกจ่ายเงินด้านการสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย ปีงบประมาณ 2563-2567 พบว่า ตามแผนและการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัย ในปีงบประมาณ 2566 มีการจัดสรรงบประมาณอยู่ในระดับสูงสุด (ร้อยละ 25.03) และมีการเบิกจ่ายงบประมาณ ปีงบประมาณ 2567 อยู่ในระดับสูงสุด (ร้อยละ 23.03) แสดงให้เห็นถึงการเร่งรัดใช้จ่ายงบประมาณในปีหลัง ๆ อย่างชัดเจน รองลงมา คือ มีการจัดสรรงบประมาณ ปีงบประมาณ 2564 อยู่ในระดับต่ำสุด (ร้อยละ 15.64) และมีการเบิกจ่ายงบประมาณ ปีงบประมาณ 2565 อยู่ในระดับต่ำสุด (ร้อยละ 15.44) ตามลำดับ ซึ่งอาจสะท้อนถึงข้อจำกัดด้านงบประมาณ หรือประสิทธิภาพในการบริหารจัดการในช่วงปีงบประมาณดังกล่าว ควรมีการประเมินการวางแผนงบประมาณและติดตามการเบิกจ่ายอย่างใกล้ชิด รายละเอียดดังแสดงตารางที่ 2 และแผนภูมิที่ 2

ตารางที่ 2 สัดส่วนการจัดสรรงบประมาณและการเบิกจ่ายงบประมาณด้านกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย ปีงบประมาณ 2563-2567

แผนและการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัย	สัดส่วนงบประมาณ (ร้อยละ)				
	2563	2564	2565	2566	2567
การจัดสรรงบประมาณ	18.77	15.64	16.78	25.03	23.78
การเบิกจ่ายงบประมาณ	17.25	21.52	15.44	22.76	23.03

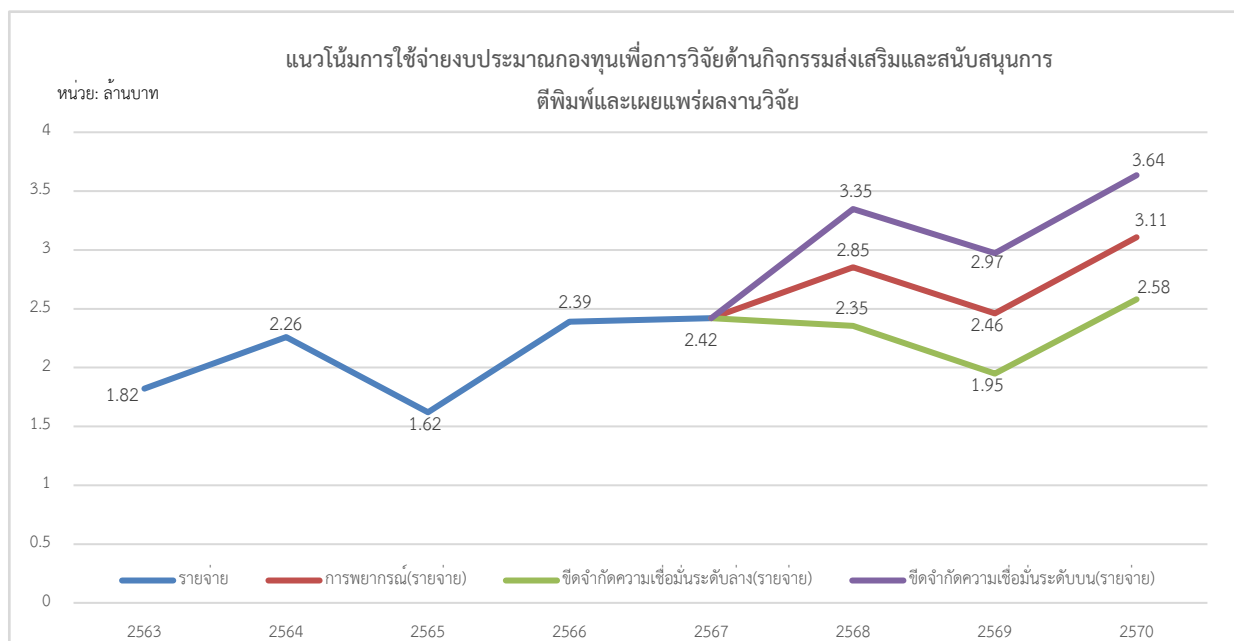
ที่มา : รายงานผลการดำเนินงานและการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปีงบประมาณ 2563-2567 (ข้อมูลการสนับสนุนการเบิกจ่ายเงินรางวัลตีพิมพ์บทความ)



แผนภูมิที่ 2 เปรียบเทียบสัดส่วนงบประมาณตามแผนและการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัยด้านกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย

3.3 วิเคราะห์แนวโน้มการใช้จ่ายงบประมาณกองทุนเพื่อการวิจัยด้านกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย ระหว่างปีงบประมาณ 2563-2570

จากการวิเคราะห์แนวโน้มการใช้จ่ายงบประมาณกองทุนเพื่อการวิจัยด้านกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย ระหว่างปีงบประมาณ 2563-2570 พบว่า มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากในปีงบประมาณ 2563 (1.82 ล้านบาท) ปีงบประมาณ 2564 (2.26 ล้านบาท) ก่อนจะลดลงเล็กน้อย ปีงบประมาณ 2565 (1.62 ล้านบาท) ปีงบประมาณ 2566 (2.39 ล้านบาท) และปีงบประมาณ 2567 (2.42 ล้านบาท) จะเห็นได้ว่า รายจ่ายจริง ระหว่างปีงบประมาณ 2563-2567 มีการผันผวนเล็กน้อย โดยต่ำสุด ปีงบประมาณ 2565 และสูงสุด คือ ปีงบประมาณ 2567 จากการวิเคราะห์แนวโน้มที่คาดการณ์ไว้ ระหว่างปีงบประมาณ 2568-2570 ในปีงบประมาณ 2568 คาดว่าจะเพิ่มขึ้น เป็น (2.85 ล้านบาท) ปีงบประมาณ 2569 คาดว่าจะลดลงเล็กน้อย (2.46 ล้านบาท) และปีงบประมาณ 2570 มีรายจ่ายแนวโน้มคาดว่าจะเพิ่มขึ้นอีก เป็น (3.11 ล้านบาท) ซึ่งถือเป็นระดับที่สูงที่สุดในช่วงการวิเคราะห์นี้ รายละเอียดดังแสดงแผนภูมิที่ 3



แผนภูมิที่ 3 แนวโน้มการใช้จ่ายงบประมาณกองทุนเพื่อการวิจัยด้านกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย ระหว่างปีงบประมาณ 2563-2570

4. สรุปผล

การศึกษาค้นคว้า การวิเคราะห์แนวโน้มการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัยด้านการสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปีงบประมาณ 2563-2567 ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการขยายตัวของการสนับสนุนกิจกรรมด้านการเผยแพร่ผลงานวิจัย ซึ่งอาจมีความเชื่อมโยงกับนโยบายเชิงรุกของมหาวิทยาลัยในการผลักดันผลงานตีพิมพ์เข้าสู่ฐานข้อมูลระดับชาติและนานาชาติ โดยมีการบริหารจัดการงบประมาณแบบปรับตามสถานการณ์และความต้องการจริง สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบการเบิกจ่ายเงินด้านกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย

การวิเคราะห์และเปรียบเทียบการเบิกจ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัย พบว่า ภาพรวมเฉลี่ย 5 ปี ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2563-2567 ในส่วนของหน่วยงานที่มีการเบิกจ่ายงบประมาณด้านกิจกรรมการสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย อันดับแรก ได้แก่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 83 บทความ อยู่ในระดับมากที่สุด (ร้อยละ 16.60) รองลงมาคือ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 81 บทความ (ร้อยละ 16.20) และคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ จำนวน 71 บทความ (ร้อยละ 14.20) ดังนั้น จากการเปรียบเทียบการเบิกจ่ายงบประมาณด้านการสนับสนุนการตีพิมพ์ผลงานวิจัย ในช่วง 5 ปี อาจเป็นผลมาจากกลุ่ม

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีผลงานด้านการวิจัยอย่างเข้มข้น และมีศักยภาพสูงในการผลิตผลงานวิจัยที่สามารถเผยแพร่ได้ แต่ยังมีบางคณะที่มีจำนวนผลงานตีพิมพ์ค่อนข้างน้อย มหาวิทยาลัยควรส่งเสริมและสนับสนุนการจัดกิจกรรมเขียนบทความตีพิมพ์เน้นสาขาเฉพาะของคณะนั้น เพื่อเป็นการเพิ่มจำนวนผลงานตีพิมพ์อีกด้วย จากการศึกษาของคณะนี้ (2562) กล่าวว่า หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการสนับสนุนงบประมาณให้อาจารย์มีการพัฒนาความรู้และประสบการณ์เสมอ ซึ่งจะเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการผลิตผลงานทางเพื่อการตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการในวารสารระดับนานาชาติและยกระดับคุณภาพของอาจารย์ให้มีมาตรฐานต่อไป

4.2 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนการจัดสรรงบประมาณและการเบิกจ่ายเงินด้านกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย

การวิเคราะห์สัดส่วนการจัดสรรงบประมาณและการเบิกจ่ายเงินด้านการสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย ปีงบประมาณ 2563-2567 พบว่า ในปีงบประมาณ 2566 มีการจัดสรรงบประมาณ อยู่ในระดับสูงสุด (ร้อยละ 25.03) รองลงมา คือ ปีงบประมาณ 2567 (ร้อยละ 23.78) และในปีงบประมาณ 2564 มีการจัดสรร อยู่ในระดับต่ำสุด (ร้อยละ 16.78) ทั้งนี้ ในส่วนการเบิกจ่ายงบประมาณ ปีงบประมาณ 2567 อยู่ในระดับสูงสุด (ร้อยละ 23.03) รองลงมา คือ ปีงบประมาณ 2566 (ร้อยละ 22.76) และ ปีงบประมาณ 2565 มีการเบิกจ่ายงบประมาณ อยู่ในระดับต่ำสุด (ร้อยละ 15.44) จะเห็นได้ว่า การจัดสรรงบประมาณเพื่อสนับสนุนการตีพิมพ์งานวิจัยเผยแพร่ผลงานวิจัยช่วยกระตุ้นให้อาจารย์และนักวิจัยเพิ่มจำนวนผลงานวิจัย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวรรณวิมล (2564) มีการจัดสรรงบประมาณเงินรายได้ จ้างนักภารกิจและแผนงานของคณะศิลปศาสตร์ พบว่า มีการจัดสรรงบประมาณเงินรายได้ตามภารกิจและแผนงาน ปีงบประมาณ 2559-2563 ในส่วนแผนงานสนับสนุนการวิจัย

4.3 ผลการวิเคราะห์แนวโน้มการใช้จ่ายงบประมาณกองทุนเพื่อการวิจัยด้านกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย ระหว่างปีงบประมาณ 2563-2570

จากแนวโน้มการใช้จ่ายงบประมาณกองทุนเพื่อการวิจัยด้านกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย ในช่วงปีงบประมาณ 2563-2567 พบว่า มีแนวโน้มการใช้จ่ายผันผวนเล็กน้อย โดยมีค่าใช้จ่ายต่ำสุดในปี 2565 (1.62 ล้านบาท) และสูงสุดในปี 2567 (2.42 ล้านบาท) สะท้อนถึงการปรับตัวของการจัดสรรงบประมาณตามความต้องการในแต่ละปี ขณะที่ การศึกษาของวรรณวิมล (2564) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์งบประมาณ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ผลการวิเคราะห์รายรับ-รายจ่ายปีงบประมาณ 2559-2563 พบว่า รายรับจริงลดลง ในขณะที่ รายจ่ายจริงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเมื่อวิเคราะห์แนวโน้ม ปีงบประมาณ 2564-2566 พบว่าแนวโน้มรายรับลดลงอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่รายจ่ายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน จากนั้น มีการคาดการณ์แนวโน้มการใช้จ่ายงบประมาณ ระหว่างปี 2568-2570 เมื่อพิจารณาการพยากรณ์รายจ่ายในอนาคต คาดว่า ในปี 2568 คาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น (2.85 ล้านบาท) ปี 2569 คาดว่าจะลดลงเล็กน้อยเป็น (2.46 ล้านบาท) และปี 2570 มีรายจ่ายแนวโน้มคาดว่าจะเพิ่มขึ้นอีกเป็น (3.11 ล้านบาท) จะเห็นได้ว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยรวมของรายจ่ายสะท้อนถึงความสำคัญที่มหาวิทยาลัยให้กับกิจกรรมสนับสนุนการตีพิมพ์งานวิจัย และควรวางแผนการบริหารงบประมาณอย่างต่อเนื่อง จากการศึกษาของกัลยา (2568) ได้ทำการศึกษา แนวโน้มรายรับ-รายจ่ายและเงินรายได้ สหกรณ์มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2566-2575 ผลการศึกษา โดยคาดการณ์ในอีก 10 ปี ข้างหน้าในระหว่างปีงบประมาณ 2566-2575 ทั้งรายรับและรายจ่ายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นยกเว้นปีงบประมาณ 2569

4.3 อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์แนวโน้มการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัยด้านการสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปีงบประมาณ 2563-2570 โดยภาพรวมแนวโน้มการใช้จ่ายงบประมาณกองทุนเพื่อการวิจัยด้านกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย ช่วงระหว่างปีงบประมาณ 2563-2567 มีความผันผวนเล็กน้อย แสดงถึงความไม่สม่ำเสมอในการบริหารจัดการงบประมาณจากการวิเคราะห์แนวโน้มที่คาดการณ์ไว้ ระหว่างปีงบประมาณ 2568-2570 ในปีงบประมาณ 2568 คาดว่าจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงถึงความยืดหยุ่นและความสามารถในการบริหารจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมทางวิชาการและงบประมาณ ในปีงบประมาณ 2569

คาดว่าจะลดลงเล็กน้อย ควรมีการสนับสนุนงบประมาณอย่างต่อเนื่อง เพื่อส่งเสริมให้คณาจารย์และนักวิจัย มีแรงจูงใจในการผลิตผลงานที่มีคุณภาพมากขึ้น สร้างชื่อเสียงทางวิชาการ และเพิ่มโอกาสในการได้รับทุนวิจัยภายนอก และในปีงบประมาณ 2570 มีรายจ่ายแนวโน้มคาดว่าจะเพิ่มขึ้น ซึ่งแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของงบประมาณกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาเครื่องมือหรือกลไกในการติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลลัพธ์ของการสนับสนุนทุนวิจัย เช่น จำนวนบทความตีพิมพ์ คุณภาพของวารสาร หรือการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดนโยบายในระยะยาว ทั้งนี้ มหาวิทยาลัย เล็งเห็นถึงความจำเป็นในการจัดสรรงบประมาณอย่างต่อเนื่องเพื่อรองรับการขยายตัวของงานวิจัย โดยเฉพาะในด้านการตีพิมพ์และเผยแพร่ ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการยกระดับคุณภาพทางวิชาการและการจัดอันดับของมหาวิทยาลัยในอนาคต ทั้งยังสะท้อนถึงความจำเป็นในการกำหนดนโยบายการใช้งบประมาณอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าและตอบสนองต่อเป้าหมายยุทธศาสตร์ด้านการวิจัยของมหาวิทยาลัย

4.4 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

- 1) ควรศึกษาและเปรียบเทียบประมาณการจำนวนบทความตีพิมพ์ของหน่วยงาน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการงบประมาณกองทุนเพื่อวิจัยอย่างเป็นระบบ
- 2) ควรมีการประมาณค่าใช้จ่ายให้สอดคล้องกับแต่ละปีงบประมาณในการเสนอขอเบิกเงินรางวัลและการเบิกจ่ายงบประมาณด้านกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย รวมถึงการวิเคราะห์แนวโน้มรายรับ-รายจ่ายประจำปี เพื่อให้หน่วยงานสามารถวางแผนล่วงหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.5 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษาครั้งต่อไป ควรศึกษาและวิเคราะห์แนวทางการบริหารงบประมาณกองทุนเพื่อการวิจัย โดยใช้ข้อมูลการเบิกจ่ายเงินรางวัลสนับสนุนการตีพิมพ์บทความและข้อมูลการเบิกจ่ายจริงในแต่ละปีมาประกอบการวางแผนและจัดสรรงบประมาณอย่างเหมาะสม เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาจัดสรรงบประมาณและสามารถคาดการณ์และควบคุมการใช้จ่ายงบประมาณให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัย ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และผู้บริหารสถาบันวิจัยและพัฒนา ที่ได้ให้การสนับสนุน และเป็นที่ปรึกษาและผลักดันให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี รวมถึง ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ตลอดจนเสนอแนวทางเชิงนโยบายเพื่อให้การบริหารจัดการงบประมาณให้เป็นไปตามแผนงานที่ตั้งเป้าหมายไว้ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้ความอนุเคราะห์สถานที่ สิ่งอำนวยความสะดวกในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- กัลยา แซ่ลิ้ม. (2568). แนวโน้มรายรับ-รายจ่ายและเงินรายได้สะสมคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ระหว่างปีงบประมาณ พ.ศ. 2566–2575. *วารสาร Mahidol R2R e-Journal*, 12(1), 140–156.
<https://doi.org/10.14456/jmu.2025.12>
- เดชดนัย จุ้ยชุม และคณะ. (2562). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จของการตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการในวารสารระดับนานาชาติของอาจารย์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 6(2), 1–13.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. (2567). *แผนปฏิบัติการ: แผนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567*. กองนโยบายและแผน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ระเบียบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ว่าด้วยกองทุนเพื่อการวิจัย. (2555). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- วรรณวิมล วงศ์ถาวร. (2564). การวิเคราะห์งบประมาณ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. *วารสารวิชาการ ปชมท.*, 10(3), 83–91.

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. (2566). ข้อมูลทั่วไป: เล่มรายงานประจำปี 2566.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

สถาบันวิจัยและพัฒนา. (2563). รายงานผลการดำเนินงานการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัย ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563:

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

สถาบันวิจัยและพัฒนา. (2564). รายงานผลการดำเนินงานการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัย ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564:

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

สถาบันวิจัยและพัฒนา. (2565). รายงานผลการดำเนินงานการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัย ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565:

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

สถาบันวิจัยและพัฒนา. (2566). รายงานผลการดำเนินงานการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัย ปีงบประมาณ พ.ศ. 2566:

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

สถาบันวิจัยและพัฒนา. (2567). รายงานผลการดำเนินงานการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อการวิจัย ปีงบประมาณ พ.ศ. 2567:

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ผู้สนับสนุน (Sponsors)



บริษัท ออโตไดแด็กติก จำกัด

Auto-Didactic Co., Ltd.



บริษัท เรฟโวลูชั่น ไดแดคติก จำกัด

Revolution Didactic Co., Ltd.



บริษัท ทางยกระดับดอนเมือง จำกัด (มหาชน)

Don Muang Tollway Public Company
Limited



บริษัท เอ สยาม อินฟรา จำกัด

A Siam Infra Co., Ltd.



บริษัท แอลฟา ดี เอ็ม เทค จำกัด

Alpha DM Tech Co., Ltd.



บริษัท ยิบอินซอย จำกัด

Yip In-Tsoi Co., Ltd.



บริษัท ยิบอินซอย คอนซัลติ้ง จำกัด
Yip In-Tsoi Consulting Co., Ltd.



บริษัท ยูโร เบสท์ เทคโนโลยี จำกัด
Euro Best Technology Co., Ltd.



บริษัท เคมีท กรุ๊ป จำกัด
Kemit Group Co., Ltd.



บริษัท เทิร์นออนโซลูชั่น จำกัด
Turn-On Solution Co., Ltd.



บริษัท พีอาร์ที สยามเอ็นจิเนียร์ จำกัด
PRT Siam Engineer Co., Ltd.



บริษัท วีเอสพีเอ็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด
VSPM Engineering Co., Ltd.



สมาคมวิศวกรรมและเทคโนโลยีสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ อาคาร 36

สถาบันวิจัยและพัฒนา

เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120 โทร. 02-287-9600 ต่อ 3115

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

399 ถ. สามเสน แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300 โทร. 02-665-3777, 02-665-3888 ต่อ 6093



<https://rmutcon2025.rmutp.ac.th/>

RMUTCON 2025
14TH RMUTNC & 13TH RMUTC / 6TH RMUT INNOVATION AWARDS 2025