



วารสารวิชาการ

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3

Institute of Vocational Education Southern Region 3 Journal



“นวัตกรรมเพื่อพัฒนาชุมชนและสังคม”

ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2567
Vol. 4 No. 1 January – June 2024

ISSN 3027-8988 (Print) ISSN 3027-8996 (Online)

○ บทความพิเศษ

**แนวทางการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา
เพื่อขับเคลื่อนนโยบาย “เรียนดี มีความสุข”
ของกระทรวงศึกษาธิการ**

○ บทความวิชาการ

**การจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา
เพื่อพัฒนาผู้เรียนสมรรถนะสูง**

○ บทความวิจัย

- การพัฒนาชุดฝึกอบรมเทคนิคการจับมอเตอร์
แบบไร้แปรงถ่าน (BLDC) สำหรับพื้นฐานยานยนต์ไฟฟ้า
- การออกแบบสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11
สำหรับเครื่องปรับอากาศ
- การพัฒนาอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์
- ผลการออกแบบและการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล
- การพัฒนาและหาประสิทธิภาพระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่
- การพัฒนาระบบบริหารจัดการสมุทรฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm
- ศึกษาระยะบังคับ น้ำหนักบรรทุก และความพึงพอใจของรถเข็นส่งของควบคุมระยะไกล
สำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ
- หุ่นไล่กวดอัตโนมัติระบบโซลาร์เซลล์
- การสร้างและหาประสิทธิภาพอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมพืชจากถั่วเหลืองชนิดผงโดยเทคนิคการอบแห้งแบบโฟมเมท
ร่วมกับการอบแห้งแบบลมร้อน
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลานิลเคดเคียวโซเดียมต่ำ
- พืชของใบ ลำต้น และรากพหุมีต่ออัตราการตายของปลานิลและคุณภาพน้ำในตู้ทดลอง



ดร. สุทอง เอ็มอุทัย

ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาสมรรถนะครู
และบุคลากรอาชีวศึกษา
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา



<http://kris.ives3.ac.th/kris/>

วิทยาลัยอาชีวศึกษาปัตตานี

ได้รับรางวัลชนะเลิศ

ประเภทที่ 4

สิ่งประดิษฐ์ด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีอาหาร

จากผลิตภัณฑ์

“รายาตานี ข้าวย่ำใบยอทั้งสำเร็จรูป ตรายำหย้า”

ในการประกวดสิ่งประดิษฐ์ของคนรุ่นใหม่ ระดับชาติ

ประจำปีการศึกษา 2566

ในระหว่างวันที่ 15 - 18 กุมภาพันธ์ 2567

ณ ศูนย์การค้าเซ็นทรัลพลาซ่า จังหวัดปทุมธานี



บทความพิเศษ

- แนวทางการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา เพื่อขับเคลื่อนนโยบาย “เรียนดี มีความสุข” ของกระทรวงศึกษาธิการ 1
สุรพงษ์ เอ็มอุทัย ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรทางการศึกษา
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

บทความวิชาการ

- การจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียนสมรรถนะสูง 11
จรรยา เตชะเจริญกิจ

บทความวิจัย

- การพัฒนาชุดฝึกอบรมเทคนิคการขับมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (BLDC) สำหรับพื้นฐานยานยนต์ไฟฟ้า 21
เฉลิมศักดิ์ มีไพบุลย์สกุล สุเมธ มาผาคัย อุบลรัตน์ มณีมัย และยุทธวิช ชูสวน
- การออกแบบสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ 33
ภิรมย์ นาคสีทอง ศิรินันท์ เอียดเหลือ และจักร ทอมีเพชร
- การพัฒนาอุปกรณ์อัจฉริยะปลูกปิ่นล่อสำหรับรถยนต์ 45
ชนบ เพชรซ้อน เฉิม เดิมหมวก ปฏิพัทธ์ มีทอง พช แก้วเขียว และสรวุฒิ คงสุข
- ผลการออกแบบและการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล 55
สุทธิศักดิ์ อิกะศิริ สุภาพ ไสสุข บอระเฮง มาปะ สวิง ชุมละออง และจตุรงค์ พรหมสุข
- การพัฒนาและหาประสิทธิภาพระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ 63
ขวัญดารินทร์ จิตหาญ อนุชาติ รังสิยานนท์ ฤกษ์มณี มีสุข นพดล ภูเขา และสุธีร์ พุฒิม่วงค์
- การพัฒนากระบวนการจัดการสมาร์ตฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm 71
ดวงใจ งามศิริ นิพนธ์ บุญสกันต์ และชูพันธ์ แวดีรัมย์
- ศึกษาระยะบังคับ น้ำหนักบรรทุก และความพึงพอใจของรถเข็นส่งของควมระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ 81
ถวิล มาทัง มุฮัมมัดมูรอดี ตาเล๊ะ ไชน์ลออาปิติน เจ๊ะแหว และอิทธิฤทธิ์ ศรีชุมภู
- หุ่นไล่ก้ออัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ 89
อารมย์ ขวัญคง ไชยยา คงพรหม และพีระพงษ์ จันเขียว
- การสร้างและหาประสิทธิภาพอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ 99
ภิรมย์ นาคสีทอง ศิรินันท์ เอียดเหลือ นัสรี จะปะเกีย และบุญยูนุช พรหมเพชร
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมพืชจากถั่วเหลืองชนิดผงโดยเทคนิคการอบแห้งแบบโฟมแม่รวมกับการอบแห้งแบบลมร้อน 111
ติลา เภาะ สุรยานิ บาราเฮง ประกายแก้ว ศุภอักษร ศลิษา ศรีสุข และณัฐนันท์ ชุมแก้ว
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวโซเดียมต่ำ 119
ชลกานต์ ขวัญนาวารักษ์ สุวิทย์ หนูรอด และธราพร จันทร์อ่อน
- พิษของใบ ลำต้น และรากพหามีต่ออัตราการตายของปลานิลและคุณภาพน้ำในตู้ทดลอง 129
ประทีป สองแก้ว กรวิภา ศรีวัฒนารัตน์ และรามศ ชูลิงห์

ที่อยู่สำหรับการติดต่อ :

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3
เลขที่ 7 ถนนกาญจนาภิเษก ตำบลหาดใหญ่
อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
โทรศัพท์ 074-212515
โทรสาร 074-212515 กด 1
เจ้าของ : สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3
Institute of Vocational Education
Southern Region 3
<http://kris.ives3.ac.th>
พิมพ์ที่ : บริษัท นาคศิลป์โฆษณา จำกัด
32 ซ.10 ถนนนิพัทธ์สงเคราะห์ 1 ตำบลหาดใหญ่
อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
โทรศัพท์ 074-236637

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นศูนย์กลางในการเผยแพร่ผลงานวิจัยและพัฒนานวัตกรรมเพื่อชุมชน และสังคม
2. เพื่อเผยแพร่บทความวิจัยทางด้าน วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ คหกรรมศาสตร์ อุตสาหกรรมเกษตรและประมง อุตสาหกรรมอาหาร เทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม ศิลปกรรม ธุรกิจอุตสาหกรรม บริหารธุรกิจ อุตสาหกรรมบริการท่องเที่ยว เทคโนโลยีการศึกษาและการบริหารการศึกษา และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
3. เพื่อสนับสนุนการศึกษา การค้นคว้าให้เกิดการพัฒนาวิชาการและวิชาชีพแก่คนอาชีวศึกษาด้านอาชีวศึกษา

ทัศนะและข้อคิดเห็นใด ๆ ที่ปรากฏในวารสารฉบับนี้ เป็นความคิดเห็นส่วนตัวของผู้เขียนแต่ละท่าน
ทางกองบรรณาธิการเปิดเสรีด้านความคิด และไม่อาจถือว่าเป็นความรับผิดชอบของกองบรรณาธิการ

กำหนดการตีพิมพ์วารสารปีละ 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน และฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม
การส่งบทความ

1. ส่งบทความระบบอิเล็กทรอนิกส์ <http://kris.ives3.ac.th>
2. ติดต่อ นางสาวธิดา หันตเวศ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3
หมายเลขโทรศัพท์ 061-1911463 E-mail : kris@ives3.ac.th

เจ้าของ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ที่ปรึกษา

นายประเสริฐ แก้วเพ็ชร นายกสภาสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3
กรรมการสภาสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3
ดร.สิทธิพงศ์ นกแอนหมาน ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคปัตตานี
ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาปัตตานี
ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพปัตตานี

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคโนโลยีการเกษตรและประมงปัตตานี
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคยะลา
ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษายะลา
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาสงขลา
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสตูล

บรรณาธิการ

ดร.ณัฐนันท์ ชุมแก้ว

ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีวศึกษาภาคใต้ เขตพัฒนาพิเศษเฉพาะกิจจังหวัดชายแดนภาคใต้

รองบรรณาธิการ

รศ.ดร.อาฟีฟ ลาเตะ

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

กองบรรณาธิการ

รศ.ดร.นิรันดร์ จุลทรัพย์ มหาวิทยาลัยหาดใหญ่
รศ.ดร.อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
รศ.ดร.คมกฤตย์ ชมสุวรรณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รศ.ดร.ดาครอง พิศสุวรรณ มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ.ดร.ชูจิตร รินทะวงศ์ ข้าราชการบำนาญ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลกรุงเทพ
ผศ.ดร.กอบแก้ว จันทร์กึ่งทอง มหาวิทยาลัยหาดใหญ่

ผศ.ดร.วีระยุทธ สุดสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผศ.ดร.ธิดา พานิชย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
ผศ.ดร.ทรงนคร การนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลศรีวิชัยสงขลา
ดร.อภิชาติ เนินพรหม ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีวศึกษา
ภาคใต้
ดร.สุรเชษฐ์ สังข์พันธ์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

เลขานุการฝ่ายจัดการวารสาร

นางสาธิตา ทันตเวช

รองผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3

ผู้ช่วยเลขานุการฝ่ายจัดการวารสาร

นายพัลลภ มานพ
นางสาวพนิดา เซซวด

ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3

ฝ่ายประสานงาน

นายร่อเฒ่า เจ๊ะสัน สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3
นางสาวนภัสศรีนัย โอชาอัมพวัน สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3
นายพิษณุภัทร์ นุ่นพิทย์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3

นางสาวรัชฎีพิพา มุ่งงามวิจิตร สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3
นางสาววิศรา ศรีวิลัย สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3
นางสาวศิริณญา รัตฉวี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3

คณะทำงาน

นางอำพา กาญจนถาวร ผู้อำนวยการสำนักยุทธศาสตร์การพัฒน
และความร่วมมือ
นายนิพนธ์ บุญสกันต์ ผู้อำนวยการสำนักงานอาชีวศึกษาบัณฑิต
นายชรินทร์ รัตฉวี รองผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
นายไกรวิทย์ นวลศรี รองผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาปัตตานี
นายสุธา บัวดำ ครู วิทยาลัยเทคนิคสตูล
นายขรรค์ชัย กาละสงค์ ครู วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
นายฮาซัน มะยี้แตะ ครู วิทยาลัยเทคนิคปัตตานี
นายกัมพล ชามูเซิงพานิช ครู วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
นางจงศิริ เรืองทองเมือง ครู วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่

นางสาวเยาวเรศ อนันต์ ครู วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
นางสาวสุกัญญา หมานสา ครู วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
นายอรุณ หมดหมาน ครู วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
นายปริญญ์ ถาวโรฤทธิ์ ครู วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
นางสาวภิกษุขร สุขสวัสดิ์ ครู วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
นายสิทธิชัย กมลสิทธิสถิต ครู วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
นางสาววิภาดา วุฒิบุญญะ ครู วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
นางสาวมัลลิกา จันทรทอง ครู วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
นางสาวณพิชต์ชญาณันท์ คงธนธรรมกุล ครู วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่

แนวทางการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา เพื่อขับเคลื่อนนโยบาย “เรียนดี มีความสุข” ของกระทรวงศึกษาธิการ

สุรพงษ์ เอ็มอุทัย

ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรทางการศึกษา
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้ดำเนินการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษาตามแผนยุทธศาสตร์ชาติที่ 3 ด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ แผนที่ 12 การพัฒนาการเรียนรู้ แผนปฏิรูปประเทศ (ฉบับปรับปรุง) ด้านการศึกษา ตลอดจนแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2570) [1] โดยเฉพาะหมวดหมู่ที่ 12 การพัฒนาการศึกษาของประเทศ เพื่อให้ประเทศไทยมีกำลังคนสมรรถนะสูง มุ่งเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตอบโจทย์การพัฒนาแห่งอนาคต รวมถึงนโยบายของรัฐบาลในเรื่องการปฏิรูปการศึกษาและสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต การพัฒนาครูให้มีคุณภาพทั่วทั้งประเทศ ซึ่งแผนการพัฒนาและนโยบายของรัฐบาลมีความสอดคล้องไปกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 ที่ได้ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องให้คนไทยทุกคนได้รับการศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างเป็นสุขสอดคล้องกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มีความรู้และทักษะในการประกอบวิชาชีพอย่างเพียงพอ นอกจากนี้แนวทางการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษาที่กำหนดขึ้นในปัจจุบันได้เชื่อมโยงกับนโยบายการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ โดยเฉพาะการสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ (Value Added) ตามแนวทางการพัฒนา 10 อุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศ (First S-Curve, New S-Curve) รวมทั้งเชื่อมโยงกับนโยบายสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภายใต้นโยบายการศึกษา “เรียนดี มีความสุข” ของกระทรวงศึกษาธิการ [2] โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการผลิตและพัฒนาากำลังคนในยุคอุตสาหกรรม 4.0 ตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงาน โดยเฉพาะการพัฒนาทักษะและเตรียมความพร้อมผู้เรียนในสายอาชีพให้มีสมรรถนะสูงตรงตามความต้องการของสถานประกอบการ ซึ่งจะช่วยให้สถานประกอบการได้รับประโยชน์จากการใช้ทรัพยากรแรงงานที่มีคุณภาพในกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้สูงขึ้น

1. แนวทางการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567

แนวทางการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 เป็นการพัฒตามนโยบายสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เพื่อขับเคลื่อนวาระงานพัฒนาที่ 7 เรื่อง เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารงานบุคคลและการบริหารจัดการ ข้อ 7.4 พัฒนาศักยภาพครูและบุคลากรอาชีวศึกษาสมรรถนะสูง ภายใต้กรอบการพัฒนาหลักสูตรที่กำหนดขึ้นสอดคล้องกับกลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศและสมรรถนะด้านภาษาตามมาตรฐานสากล [3] ซึ่งในรายละเอียดมีดังนี้

1. กลุ่มอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพ (First S-Curve)
2. กลุ่มอุตสาหกรรมอนาคต (New S-Curve)
3. กลุ่มภาษาต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับ 10 อุตสาหกรรมเป้าหมาย

บทความพิเศษ

เมื่อพิจารณาในรายละเอียดของแนวทางการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 มีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1.1 กรอบแนวทางการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา

1. พัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมตามมาตรฐานหลักสูตรสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่สอดคล้องมาตรฐานอาชีพระดับประเทศหรือระดับสากล
2. พัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษาด้วยรูปแบบและวิธีการจัดการฝึกอบรมที่หลากหลายร่วมกับ เครือข่ายภาครัฐและเอกชน
3. พัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมและกลไกที่สอดคล้องกับเป้าหมายเชิงนโยบาย สู่การพัฒนาในระดับพื้นที่
4. พัฒนาชุดการฝึกอบรมรูปแบบผสมผสาน (Blended Training) ร่วมกับศูนย์บริหารเครือข่าย การผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษา (CVM)
5. พัฒนา Digital Content หรือนำบทเรียนออนไลน์ (Micro Learning) จากองค์กรภาครัฐและเอกชน ทั้งในประเทศและต่างประเทศ มาใช้พัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา
6. ประยุกต์ใช้ AI และ Digital Technology เพื่อการจัดการเรียนการสอนและการบริหารจัดการอาชีวศึกษา
7. สร้างเครือข่ายการพัฒนาประสบการณ์วิชาชีพ (Work Based Training) ร่วมกับสถานประกอบการ คณะอนุกรรมการร่วมภาครัฐ และเอกชน (อ.กรอ.อศ.)
8. ร่วมมือกับองค์กรต่างประเทศในการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา

1.2 รูปแบบการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา

ในส่วนของรูปแบบการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษาที่ดำเนินการอยู่ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 มีทั้งหมด 4 รูปแบบด้วยกัน คือ

1. รูปแบบปกติ (Onsite Training)
2. รูปแบบออนไลน์ (Online Training)
3. รูปแบบผสมผสาน (Blended Training)
4. รูปแบบพัฒนาประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ (Work-Based Training)

1.3 กรอบการพัฒนาสมรรถนะแต่ละระดับของผู้บริหารสถานศึกษา ข้าราชการพลเรือน ครูและบุคลากร อาชีวศึกษา (ภาพที่ 1)

1. กรอบการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา จำนวน 6 ด้าน

- 1) สมรรถนะตามมาตรฐานอาชีพ (ภาพที่ 2)
- 2) สมรรถนะตามมาตรฐานวิชาชีพครู
- 3) ทักษะด้านภาษา
- 4) ทักษะด้านเทคโนโลยีดิจิทัล
- 5) ทักษะการเป็นผู้ประกอบการ
- 6) ทักษะการบริหารการเงิน

2. กรอบการพัฒนาผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 4 ด้าน

- 1) การดำรงตนของผู้บริหารสถานศึกษายุคใหม่
- 2) ผู้นำการเปลี่ยนแปลง
- 3) การบริหารสถานศึกษาสู่ความเป็นเลิศ

- 4) ความเป็นสากลของผู้บริหาร
 - 5) ทักษะด้านภาษา
 - 6) ทักษะด้านเทคโนโลยีดิจิทัล
3. กรอบการพัฒนาข้าราชการพลเรือนและบุคลากรอาชีวศึกษา จำนวน 4 ด้าน
- 1) สมรรถนะในการปฏิบัติงานตามตำแหน่ง
 - 2) ทักษะด้านภาษา
 - 3) ทักษะด้านเทคโนโลยีดิจิทัล
 - 4) ทักษะที่จำเป็นในการปฏิบัติงานในศตวรรษที่ 21



ภาพที่ 1 การพัฒนาสมรรถนะครู ผู้บริหาร และบุคลากรอาชีวศึกษา



ภาพที่ 2 ตัวอย่างการพัฒนาสมรรถนะครูอาชีวศึกษาด้านวิชาชีพ

2. แผนปฏิบัติการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567

สำนักพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษาได้กำหนดแผนปฏิบัติการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ภายใต้กรอบนโยบายรัฐบาล นโยบายกระทรวงศึกษาธิการ ที่เน้นให้ผู้เรียน“เรียนดี มีความสุข” [4] และวางระนาบตามนโยบายสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยเฉพาะเรื่องยกระดับคุณภาพการจัดการอาชีวศึกษาสมรรถนะสูง โดยได้กำหนดแผนปฏิบัติการภายใต้กรอบโครงการ ซึ่งมีกิจกรรมหลัก และกิจกรรมย่อย

2.1 โครงการพัฒนาทักษะและศักยภาพการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา ดังนี้

กิจกรรมหลักที่ 1 พัฒนาสมรรถนะครูอาชีวศึกษาตามนโยบายการพัฒนาอาชีวศึกษา

กิจกรรมย่อยที่ 1.1 พัฒนาด้านระบบแนะแนวการเรียนอาชีวศึกษา (Coaching) (สร้างครูแนะแนว)

กิจกรรมย่อยที่ 1.2 พัฒนาทักษะทางวิชาชีพเฉพาะครูผู้สอน

กิจกรรมย่อยที่ 1.3 พัฒนาประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ

กิจกรรมย่อยที่ 1.4 พัฒนาความรู้และทักษะด้านการเงิน

กิจกรรมย่อยที่ 1.5 พัฒนาทักษะด้านการเป็นผู้อำนวยความสะดวกการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

กิจกรรมหลักที่ 2 พัฒนาสมรรถนะที่ทันสมัยตามมาตรฐานอาชีพ

กิจกรรมหลักที่ 3 พัฒนาทักษะการจัดการเรียนการสอนที่ทันสมัยในโลกยุคใหม่

กิจกรรมหลักที่ 4 พัฒนาสมรรถนะก่อนแต่งตั้ง/เข้าสู่ตำแหน่ง ตามหลักเกณฑ์หรือมาตรฐานกำหนดตำแหน่ง

2.2 โครงการพัฒนาและยกระดับศักยภาพบุคลากรอาชีวศึกษา ดังนี้

กิจกรรมหลัก พัฒนาสมรรถนะที่จำเป็นในการปฏิบัติงานของข้าราชการพลเรือนและบุคลากรอาชีวศึกษา

3. ขั้นตอนการจัดทำหลักสูตรพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา

จากความร่วมมือการดำเนินงานภายใต้นโยบายสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้นำมาสู่การจัดทำหลักสูตรการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษาที่สอดคล้องตามแนวทาง 10 อุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศ รวมถึงรองรับกับแผนปฏิบัติการ (Action Plan) โดยมีขั้นตอนสำคัญในการจัดทำหลักสูตร ดังนี้

1. ขั้นตอนก่อนการพิจารณาหลักสูตรตามมาตรฐานหลักสูตรการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ผู้รับผิดชอบโครงการออกแบบหลักสูตรและเสนอหลักสูตรการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษาในแต่ละสาขาวิชาชีพตามนโยบายสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาและตามกรอบแนวคิดการพัฒนาอุตสาหกรรมกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ กลุ่มอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพ (First S-curve), กลุ่มอุตสาหกรรมอนาคต (New S-curve), กลุ่มสาขาต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับ 10 อุตสาหกรรมเป้าหมาย [4]

1.2 แต่งตั้งคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อหลักสูตรฯ ตามแนวทางที่สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษากำหนด โดยดำเนินการพัฒนาตามแนวทางที่สอดคล้องกับ 10 อุตสาหกรรมเป้าหมายกลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจเพื่ออนาคตของสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม

2. ขั้นตอนระหว่างการพัฒนาหลักสูตรการพัฒนาคูและบุคลากรอาชีวศึกษา ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 แต่งตั้งคณะกรรมการพิจารณาหลักสูตรฝึกอบรม เพื่อพิจารณาเนื้อหาการฝึกอบรมให้มีความสอดคล้องตามมาตรฐานหลักสูตรพัฒนาคูและบุคลากรอาชีวศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และตามเงื่อนไขที่สำนักพัฒนาคูและบุคลากรอาชีวศึกษากำหนด โดยเกณฑ์ในการพิจารณาหลักสูตรในภาพรวมมี 3 ประเด็นที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1) การออกแบบหลักสูตรร่วมกับภาคีเครือข่าย ซึ่งเกี่ยวข้องกับการนำภาคีเครือข่ายทั้งภาครัฐ เอกชน และสถานประกอบการ เข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาคูและบุคลากรอาชีวศึกษาให้เกิดประสิทธิภาพ ประสิทธิผล ตามวัตถุประสงค์ของโครงการ

2) รูปแบบการพัฒนาที่ได้เสนอไว้ เป็นการกำหนดรูปแบบการพัฒนาคูและบุคลากรอาชีวศึกษาที่ได้ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันซึ่งมีทั้งหมด 4 รูปแบบ ตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

3) ระดับการพัฒนาหลักสูตรฯ ในส่วนของระดับการพัฒนาหลักสูตรการพัฒนาคูและบุคลากรอาชีวศึกษา ได้แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนี้

ระดับต้น : นำเสนอประสบการณ์และ/หรือกิจกรรมขั้นพื้นฐาน สำหรับผู้เริ่มเรียนรู้เรื่องนั้น

ระดับกลาง : นำเสนอประสบการณ์และ/หรือกิจกรรมขั้นพัฒนา สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานในเรื่องนั้นมาก่อน มีความเข้าใจหลักการ กรอบแนวคิด ทักษะพื้นฐาน

ระดับสูง : นำเสนอประสบการณ์ และ/หรือกิจกรรมที่เป็นความก้าวหน้า ซับซ้อน หรือเป็นเรื่องเฉพาะทางที่ลุ่มลึก เป็นศาสตร์หรือวิชาเอกเฉพาะ และต้องใช้ทักษะการเรียนรู้ ขั้นสูง มีการบูรณาการความรู้ หรือมีการออกแบบ สร้างสรรค์ หรือมีลักษณะของการวิจัย พัฒนา วิเคราะห์ วิจัย

2.2 คณะกรรมการพิจารณาหลักสูตรฝึกอบรมดำเนินการพิจารณาหลักสูตรฝึกอบรม ซึ่งหลักสูตรจะมีการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขให้ได้ตามมาตรฐานวิชาการ มาตรฐานอาชีพ มาตรฐานอื่นที่เกี่ยวข้อง รวมถึงมาตรฐานหลักสูตรพัฒนาคูและบุคลากรอาชีวศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

3. ขั้นตอนหลังการพัฒนาหลักสูตรและแนวทางการนำหลักสูตรไปพัฒนาคูและบุคลากรอาชีวศึกษา เพื่อตอบสนองนโยบายสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

3.1 ได้หลักสูตรการพัฒนาคูและบุคลากรอาชีวศึกษาที่มีความสอดคล้องตามมาตรฐานหลักสูตรพัฒนาคูและบุคลากรอาชีวศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาและตามเงื่อนไขที่สำนักพัฒนาคูและบุคลากรอาชีวศึกษากำหนด และสอดคล้องตาม 10 กลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศ

3.2 เสนอสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาอนุมัติหลักสูตรที่ผ่านการตรวจพิจารณาจากคณะกรรมการพิจารณาหลักสูตรฝึกอบรม

3.3 นำหลักสูตรที่ผ่านการรับรองมาตรฐานไปใช้พัฒนาคูและบุคลากรอาชีวศึกษาในสาขาวิชาชีพต่าง ๆ เพื่อพัฒนาศักยภาพทางวิชาชีพครู (Upskill Reskill) ให้มีสมรรถนะสูงขึ้น

3.4 ติดตามและประเมินผลการนำหลักสูตรการพัฒนาคูและบุคลากรอาชีวศึกษาไปใช้เพื่อการพัฒนาครูให้มีสมรรถนะสูง

ทั้งนี้ ในส่วนของกรอบระยะเวลาในการดำเนินการตามแผนปฏิบัติการพัฒนาคูและบุคลากรอาชีวศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ได้กำหนดไว้ดังตารางที่ 1 ดังนี้

บทความพิเศษ

ตารางที่ 1 แผนปฏิบัติการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567

โครงการ/กิจกรรม	แผนปฏิบัติการ			
	ไตรมาส 1 (ต.ค.66 - ธ.ค.66)	ไตรมาส 2 (ม.ค.67 - มี.ค.67)	ไตรมาส 3 (เม.ย.67 - มิ.ย.67)	ไตรมาส 4 (ก.ค.67 - ก.ย.67)
1. โครงการพัฒนาทักษะและศักยภาพการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา				
กิจกรรมหลักที่ 1. พัฒนาสมรรถนะครูอาชีวศึกษาตามนโยบาย การพัฒนาอาชีวศึกษา				
กิจกรรมหลักที่ 2. พัฒนาสมรรถนะที่ทันสมัยตามมาตรฐานอาชีพ				
กิจกรรมหลักที่ 3. พัฒนาทักษะการจัดการเรียนการสอน ที่ทันสมัยในโลกยุคใหม่				
กิจกรรมหลักที่ 4. พัฒนาสมรรถนะก่อนแต่งตั้ง/เข้าสู่ ตำแหน่ง ตามหลักเกณฑ์หรือมาตรฐานกำหนดตำแหน่ง				
2. โครงการพัฒนาและยกระดับศักยภาพบุคลากรอาชีวศึกษา				
กิจกรรมหลัก พัฒนาสมรรถนะที่จำเป็นในการปฏิบัติงาน ของข้าราชการพลเรือนและบุคลากรอาชีวศึกษา				

4. รูปแบบหลักสูตรเพื่อการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา

การขับเคลื่อนการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษาในปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ได้เชื่อมโยงแนวทางการพัฒนาเข้ากับนโยบาย “เรียนดี มีความสุข” ของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งให้ความสำคัญนโยบายหลักใน 2 เรื่อง คือ (1) การลดภาระครูและบุคลากรทางการศึกษา โดยการแก้ไขปัญหาหนี้สินครูและบุคลากรทางการศึกษา ให้เห็นผลเป็นรูปธรรม (2) ลดภาระนักเรียนและผู้ปกครอง โดยผู้เรียนเรียนรู้และมีรายได้ระหว่างเรียน จบแล้วมีงานทำ (Learn to Earn) การเรียนรู้สามารถเรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา (Anywhere Anytime) เรียนฟรี มีงานทำ “ยึดผู้เรียน เป็นศูนย์กลาง” [6] มีระบบหรือแพลตฟอร์มการเรียนรู้ โดยผู้เรียนไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย เพื่อสร้างความเสมอภาคทางการศึกษา

อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากจัดทำหลักสูตรการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา คือ ได้หลักสูตรที่มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานวิชาการ มาตรฐานอาชีพ รวมถึงมาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และเงื่อนไขที่สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษากำหนด โดยรูปแบบหลักสูตรที่ได้จัดทำขึ้นมี 4 รูปแบบดังนี้

1. รูปแบบปกติ (Onsite Training) มีดังนี้

หลักสูตรการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 จำนวน 27 หลักสูตร เพื่อรองรับกับ 10 กลุ่มอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศ โดยตัวอย่างของหลักสูตร ได้แก่

1.1 หลักสูตรการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์แบบฝังตัวบนพีแอลซี สำหรับงานอุตสาหกรรมอัจฉริยะ

1.2 หลักสูตรการพัฒนา AI Applications ด้วย Python

1.3 หลักสูตรการควบคุมระบบ IoT ในงานสามารถพารมด้วย HMI (Human Machine Interface)

1.4 หลักสูตรเทคโนโลยีการแปรรูปอาหารและการจัดการธุรกิจอาหารในยุคดิจิทัล

1.5 หลักสูตรการพัฒนาทักษะการเป็นผู้ประกอบการในธุรกิจเกษตรกรรมศาสตร์

1.6 หลักสูตรการพัฒนาทักษะภาษาอังกฤษสำหรับครูผู้สอนตามกรอบมาตรฐานความสามารถทางภาษาอังกฤษ (CEFR) ระดับ A2, B1

1.7 หลักสูตรพัฒนาครูผู้ช่วยหลักสูตรการออกแบบจัดการเรียนรู้แบบฐานสมรรถนะ

1.8 ขยายผลโครงการ Train the Trainer SET Junior Entrepreneur

1.9 หลักสูตรที่สอดคล้องอุตสาหกรรมเป้าหมายแห่งอนาคต

1.9.1 First S-curve : ยานยนต์ไฟฟ้า, อิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ, ท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ, เกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ, การแปรรูปอาหาร

1.9.2 New S-curve : หุ่นยนต์เพื่ออุตสาหกรรม, พลังงานเชื้อเพลิงและชีวมวล, ดิจิทัล

1.10 หลักสูตรพัฒนาทักษะด้านภาษาต่างประเทศ : ภาษาอังกฤษ, ภาษาจีน

2. รูปแบบออนไลน์ (Online Training) มีดังนี้

2.1 หลักสูตรการฝึกอบรมการใช้เทคโนโลยี AI (ภาพที่ 3) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการสถานศึกษา และพัฒนาการเรียนการสอน ผ่านระบบ ZOOM

2.2 หลักสูตรครุฑนิเทศ ผ่านแพลตฟอร์ม <https://training.r-hrd.net>

2.3 หลักสูตรสร้างภูมิคุ้มกัน จัดการหนี้สิน และหลักสูตรเสริมทักษะการเป็นผู้ประกอบการ ร่วมกับตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ผ่านแพลตฟอร์ม <https://training.r-hrd.net>

2.4 หลักสูตรการจัดการเรียนการสอนแบบ Active Learning ผ่านแพลตฟอร์ม <https://training.r-hrd.net>

2.5 หลักสูตรเตรียมความพร้อมและพัฒนาอย่างเข้ม ตำแหน่งครูผู้ช่วย ผ่านแพลตฟอร์ม <https://rtraining.net>

2.6 หลักสูตรการออกแบบจัดการเรียนรู้แบบฐานสมรรถนะ ผ่านแพลตฟอร์ม <https://rtraining.net>

2.7 บทเรียนออนไลน์ หลักสูตรสร้างคนด้วยการศึกษา การเรียนรู้ตามศาสตร์พระราชา



ภาพที่ 3 หลักสูตรการฝึกอบรมการใช้เทคโนโลยี AI

3. รูปแบบผสมผสาน (Blended Training) มีดังนี้

พัฒนาสมรรถนะผู้บริหารสถานศึกษาตามหลักเกณฑ์ ได้แก่ โครงการการพัฒนาข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาให้ดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการสถานศึกษา และรองผู้อำนวยการสถานศึกษา (ภาพที่ 4) ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองก่อนเข้ารับการพัฒนสมรรถนะให้ดำรงตำแหน่ง (Online) และกิจกรรมการฝึกงาน การฝึกประสบการณ์ในสถานศึกษา และการนำเสนอผลงาน (Onsite)



ภาพที่ 4 โครงการการพัฒนาข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษาให้ดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการสถานศึกษา

4. รูปแบบพัฒนาประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ (Work-Based Training) มีดังนี้

โครงการส่งครูเข้ารับการฝึกประสบการณ์ในสถานประกอบการ จำนวน 20 วัน โดยสำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษาร่วมกับคณะกรรมการร่วมภาครัฐและเอกชนเพื่อพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษา (อ.กรอ.อศ.) จำนวน 33 กลุ่มอาชีพ ในการพัฒนาสมรรถนะครูอาชีวศึกษาจากการฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อยกระดับมาตรฐานครูฝึกในสถานประกอบการ และเพื่อให้ครูที่ผ่านการพัฒนาสมรรถนะด้วยวิธีการพัฒนาประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการสามารถนำความรู้ไปจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนและพัฒนาผู้เรียนอาชีวศึกษาให้เกิดสมรรถนะทางวิชาชีพ เพื่อเข้าสู่ตลาดแรงงานได้อย่างมีคุณภาพ (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 โครงการส่งครูเข้ารับการฝึกประสบการณ์วิชาชีพในสถานประกอบการ

5. บทสรุป

แนวทางการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 เพื่อขับเคลื่อนนโยบายสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภายใต้นโยบายการศึกษา “เรียนดี มีความสุข” ของกระทรวงศึกษาธิการ เป็นการพัฒนาให้ครูและบุคลากรอาชีวศึกษาให้มีสมรรถนะที่จำเป็นในการจัดการอาชีวศึกษาและการฝึกอบรมวิชาชีพ เช่น สมรรถนะตามมาตรฐานอาชีพ สมรรถนะตามมาตรฐานวิชาชีพครู ทักษะทางด้านเทคโนโลยีดิจิทัล ทักษะด้านภาษา และทักษะอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแนวทางการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษาจะประสบความสำเร็จได้นั้น เกิดขึ้นจากความร่วมมือของทุกภาคส่วนที่ต้องเข้ามาร่วมกันขับเคลื่อนวาระงานของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ด้วยพลังทีมที่เข้มแข็ง ด้วยหัวใจเดียวกัน “OVEC ONE TEAM” ในการผลิตและพัฒนากำลังคนสมรรถนะสูงเพื่อการพัฒนาประเทศ สุดท้ายนี้ขอย้ำอีกครั้งว่าการพัฒนาครูและบุคลากรอาชีวศึกษาให้มีสมรรถนะสูงและมีความทันสมัยจะเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการยกระดับคุณภาพการจัดการอาชีวศึกษา ในการเตรียมความพร้อมของกำลังคนอาชีวศึกษาสมรรถนะสูงให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของตลาดแรงงาน ดังนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาครูอาชีวศึกษาของประเทศ ให้เป็นครูที่มีความรู้และทักษะที่ทันสมัย สามารถทำงานร่วมกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในภาคอุตสาหกรรมและธุรกิจ ครูอาชีวศึกษาต้องมีบทบาทในการปรับปรุงหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานและภาคอุตสาหกรรมด้วย ตลอดจนควรถูกส่งเสริมให้มีกระบวนการสอนและการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ สามารถสร้างนวัตกรรมในการสอนและการเรียนรู้ เพื่อให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจและสอดคล้องกับความต้องการและพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในปัจจุบัน โดยสามารถสร้างผู้เรียนให้มีทักษะที่หลากหลาย พร้อมเข้าสู่ตลาดแรงงานและส่งเสริมการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไปในทิศทางที่ยั่งยืนต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. (2566). นโยบายและจุดเน้น ของกระทรวงศึกษาธิการ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2567-พ.ศ. 2568.
- [2] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2566). นโยบายสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567.
- [3] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2562). รายงานการติดตามประเมินผลโครงการพัฒนาความเชี่ยวชาญครูอาชีวศึกษาในสถานประกอบการ ภายใต้ความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชน. กรุงเทพฯ สกศ. : บริษัท พรักหวาน กราฟฟิค จำกัด.
- [4] กระทรวงศึกษาธิการ. (4 มกราคม 2566). ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง นโยบายและจุดเน้นของกระทรวงศึกษาธิการ ประจำปีงบประมาณ 2567. <https://www.moe.go.th/360policy-and-focus-moe-fiscal-year-2024/>
- [5] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2562). รูปแบบและแนวทางการสร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนในการพัฒนาสมรรถนะและความเชี่ยวชาญของครูอาชีวศึกษา. กรุงเทพฯ สกศ. : บริษัท พรักหวาน กราฟฟิค จำกัด.
- [6] สำนักเลขาธิการคณะรัฐมนตรี. (2566). คำแถลงนโยบายของคณะรัฐมนตรี. <https://www.bic.moe.go.th/images/stories/pdf/คำแถลงนโยบาย2566นายเศรษฐา.pdf>

การจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียนสมรรถนะสูง Vocational Education Teaching and learning to Develop High Competency Learners

จรูญ เตชะเจริญกิจ
Jaroon Tachajaroenkit

หัวหน้าหน่วยศึกษานิเทศก์

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ 10300

Director of Supervision Unit

Office of Vocational Education Commission, Ministry of Education, Bangkok 10300

Corresponding Author: E-mail: tjaron09@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิชาการฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอน ตามหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ที่เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาผู้เรียน ตามวิสัยทัศน์สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา “ผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษาสมรรถนะสูง เพื่อการพัฒนาประเทศ โดยยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” เพื่อยกระดับคุณภาพการจัดการอาชีวศึกษา แผนการเรียน การจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมตามหลักสูตรการอาชีวศึกษา มีความทันสมัย และเชื่อมโยงกับ มาตรฐานอาชีพหรือมาตรฐานการปฏิบัติงาน ที่ส่งผลต่อการยกระดับคุณภาพผู้เรียนให้มีสมรรถนะสูง

การปฏิรูปการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรการอาชีวศึกษา เพื่อตอบสนองการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 เชื่อมโยง วิสัยทัศน์ และนโยบายสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา นั้นมีแนวทางเสนอแนะให้สถานศึกษา ดำเนินการพัฒนา ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 พัฒนาแผนการเรียนรายภาคเรียนโดยคำนึงถึงลำดับความยากง่าย และใช้อาชีพเป็นฐาน ขั้นตอนที่ 2 กำหนดเวลาการจัดการเรียนการสอนตามลักษณะรายวิชาอย่างต่อเนื่อง ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการระหว่างรายวิชา เชื่อมโยงมาตรฐานอาชีพ เพื่อให้กลุ่มวิชาสมรรถนะแกนกลางได้หนุนเสริมรายวิชาชีพ เพื่อยกระดับคุณภาพผู้เรียนให้มีสมรรถนะอาชีพ และสมรรถนะตามมาตรฐานอาชีพ

คำสำคัญ : สมรรถนะสูง มาตรฐานอาชีพ การเรียนแบบต่อเนื่อง การสอนแบบบูรณาการ

Abstract

This academic article aims to present the guidelines for teaching and learning to vocational and higher vocational certificate respond to the vision “Produce and develop a high-competency vocational workforce for country development Based on the philosophy of Sufficiency Economy”. It raises the quality of vocational education management, study plans, and learning management

to be appropriate according to the vocational education curriculum modern and linked to professional standards or performance standards. That affects raising the quality of students to have high performance.

Reforming teaching and learning according to the vocational education curriculum to respond to changes in the 21st century, linking the vision and policies of the Vocational Education Commission Office. Propose guidelines and suggestions for educational institutions to develop, including : Step 1: Develop a semester-by-semester study plan that takes into account difficulty and career-based learning. Step 2: Determine the teaching time according to the nature of the course continuously. Step 3: Design and organize integrated learning activities between subjects. Link to professional standards. The goal is to raise the quality of students to have career competencies and competencies according to career standards.

Keywords : high-competency, professional standards, Block course learning, integrated teaching

1. บทนำ

วิสัยทัศน์สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 [1] “ผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษาสมรรถนะสูง เพื่อการพัฒนาประเทศ โดยยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” ประกอบด้วย 6 พันธกิจ (Mission) ได้แก่ 1) ผลิตและพัฒนากำลังคนสายอาชีพ ให้เป็นกำลังคนที่มีคุณภาพและสมรรถนะสูง ตอบโจทย์การพัฒนาประเทศ 2) เพิ่มโอกาสและลดความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงระบบการเรียนรู้วิชาชีพ ด้วยรูปแบบวิธีการที่ยืดหยุ่น หลากหลาย ตอบสนองต่อความต้องการในการเรียนรู้และพัฒนาอาชีพของคนทุกช่วงวัย 3) เสริมสร้างและขยายภาคีเครือข่ายความร่วมมือเพื่อการระดมทรัพยากร และยกระดับคุณภาพการอาชีวศึกษาและการฝึกอบรมวิชาชีพ 4) ยกระดับคุณภาพหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ ให้มีความทันสมัย ตอบโจทย์การศึกษาแห่งอนาคต และเชื่อมโยงกับมาตรฐานอาชีพหรือมาตรฐานการปฏิบัติงานทั้งในระดับชาติ และระดับสากล 5) ส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพครูและบุคลากรอาชีวศึกษาให้มีสมรรถนะสูงขึ้น และ 6) พัฒนาวัฒนธรรมการเรียนรู้และการบริหารจัดการด้วยระบบเทคโนโลยีดิจิทัล ซึ่งเป็นภาพอนาคตและภารกิจสำคัญของการจัดการอาชีวศึกษา เพื่อยกระดับคุณภาพผู้เรียนให้มีสมรรถนะสูง

กระบวนการขับเคลื่อนนโยบายสู่การปฏิบัติ เป็นปัจจัยสำคัญยิ่งปัจจัยหนึ่งที่จะส่งผลต่อความสำเร็จหรือความล้มเหลวของการขับเคลื่อนนโยบายไปปฏิบัติ กระบวนการติดต่อสื่อสารเชิงนโยบายประกอบด้วย ผู้มีที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนการกำหนดนโยบาย และผู้ที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนการขับเคลื่อนนโยบายไปปฏิบัติ โดยเป็นกระบวนการถ่ายทอด ข่าวนสารและสื่อความในเชิงนโยบายที่มุ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การส่งผ่านนโยบายมีวัตถุประสงค์ หลัก 2 ประการ คือ 1) เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนการขับเคลื่อนนโยบายไปปฏิบัติทราบ และเข้าใจสาระของนโยบายได้อย่างถูกต้อง สามารถกำหนดภารกิจด้วยการวางแผนงาน/โครงการ/กิจกรรม รองรับได้อย่างเหมาะสม ตลอดจนนำไปดำเนินการอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งนโยบายนั้นบรรลุผลสำเร็จ และ 2) เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนการกำหนดนโยบายรับทราบผลการขับเคลื่อนนโยบายไปปฏิบัติ รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานตามนโยบาย โดยเฉพาะในระบบราชการซึ่งการยอมรับและปรับนโยบายให้เข้าเป็นส่วนหนึ่งของหน้าที่ประจำวันของผู้ปฏิบัติ นั้น เป็นปัจจัยสำคัญที่นักบริหารจะต้องคำนึง [2]

2. หลักสูตรการอาชีวศึกษา

หลักสูตรการอาชีวศึกษา ในระดับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ใช้ระยะเวลาการศึกษา 3 ปี หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ใช้ระยะเวลาการศึกษา 2 ปี การจัดเวลาเรียนในปีการศึกษาหนึ่ง ๆ ให้แบ่งภาคเรียนออกเป็น 2 ภาคเรียนปกติหรือระบบทวิภาค ภาคเรียนละ 18 สัปดาห์ รวมเวลาการวัดผล โดยมีเวลาเรียนและจำนวนหน่วยกิต ตามที่กำหนด และสถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันอาชีวศึกษาเปิดสอนภาคเรียนฤดูร้อนได้อีกตามที่เห็นสมควร การเรียนในระบบชั้นเรียน ให้สถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันอาชีวศึกษาเปิดทำการสอนไม่น้อยกว่าสัปดาห์ละ 5 วัน ๆ ละไม่เกิน 7 ชั่วโมง โดยกำหนดให้จัดการเรียนการสอนคาบละ 60 นาที โครงสร้างของหลักสูตร แบ่งเป็นหมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ หมวดวิชาเลือกเสรี และกิจกรรมเสริมหลักสูตร ลักษณะรายวิชาตามหลักสูตร ประกอบด้วย ชั่วโมงทฤษฎี ชั่วโมงปฏิบัติ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- 1) รายวิชาทฤษฎีที่ใช้เวลาในการบรรยายหรืออภิปราย 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ หรือ 18 ชั่วโมงต่อภาคเรียน รวมเวลาการวัดผล มีค่าเท่ากับ 1 หน่วยกิต
- 2) รายวิชาปฏิบัติที่ใช้เวลาในการทดลองหรือฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ หรือ 36 ชั่วโมงต่อภาคเรียน รวมเวลาการวัดผล มีค่าเท่ากับ 1 หน่วยกิต
- 3) รายวิชาปฏิบัติที่ใช้เวลาในการฝึกปฏิบัติในโรงฝึกงานหรือภาคสนาม 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ หรือ 54 ชั่วโมงต่อภาคเรียน รวมเวลาการวัดผล มีค่าเท่ากับ 1 หน่วยกิต

3. แนวคิดการจัดการเรียนการสอน

ปรัชญาประสบการณ์นิยม ตามแนวคิดของ จอห์น ดิวอี้ [3] เน้นให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้สถานการณ์ที่เป็นจริง เพราะการศึกษาตามความคิดของจอห์น ดิวอี้ คือ ความเจริญงอกงามทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญา และคุณธรรม ดังนั้น กระบวนการสร้างสรรค์ประสบการณ์ใหม่ที่ต่อเนื่องกับประสบการณ์เก่าไปเรื่อย ต้องส่งเสริมให้เกิดประสบการณ์ใหม่ เพื่อเป็นวิธีนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจในปัจจุบันและอนาคตได้ ซึ่งมีที่มาจากความเชื่อเรื่องการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตเพื่อความอยู่รอด โดยเห็นว่ามนุษย์ย่อมมีปัญหายอยู่ตลอด ปัญหานั้นก็คือ การเผชิญต่อความเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมรอบตัวที่เป็นอยู่ทุกขณะนั่นเอง เมื่อมนุษย์ต้องพบปัญหายอยู่ตลอด การฝึกมนุษย์ให้แก้ปัญหาได้ จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพราะจะช่วยให้จัดปัญหาที่มาขัดขวางการดำเนินชีวิตได้ และชีวิตนั้นก็อยู่รอดตลอดไป ซึ่งจอห์น ดิวอี้ แบ่งประสบการณ์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

- 1) ประสบการณ์ปฐมภูมิ คือ ประสบการณ์ที่ยังไม่เป็นความรู้ หรือยังไม่ได้มีการคิดไตร่ตรอง เป็นเพียงกระบวนการของการกระทำและการประสบการณ์เปลี่ยนแปลงระหว่างอินทรีย์และสภาพแวดล้อม เป็นเนื้อหาของประสบการณ์ทุติยภูมิ เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับคิดไตร่ตรอง ตัวอย่างเช่น เด็กเล่นชน ไปเหยียบถ่านไฟร้อน ๆ ผลปรากฏว่า มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ คือ เท้าถูกไฟลวก เป็นประสบการณ์ปฐมภูมิ
- 2) ประสบการณ์ทุติยภูมิ เป็นประสบการณ์ประเภทที่เป็นความรู้ คือ ได้ผ่านกระบวนการคิดไตร่ตรองมาแล้ว จากตัวอย่างเมื่อเด็กเกิดการเรียนรู้จากผลของการเหยียบถ่านไฟร้อน ทำให้เกิดความเจ็บปวด และไม่อยากเล่นบริเวณที่มีถ่านไฟร้อนอีก หรือระแวงที่จะเล่นไฟ เป็นประสบการณ์ทุติยภูมิ ประสบการณ์ที่เกิดจากการคิดไตร่ตรอง (Reflective thought เรียกอีกอย่างว่าประสบการณ์การรู้ (Cognitive experience)

แนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้ของไทเลอร์ [4] คือ ได้แบ่งองค์ประกอบหลักหรือวัตถุประสงค์หลักของการเรียนรู้ ออกเป็น 3 ส่วน ด้วยกัน คือ ความต่อเนื่อง (continuity) การจัดช่วงลำดับ (sequence) และบูรณาการ (integration)

1) การจัดช่วงลำดับ (sequence) หมายถึง หรือการเรียนรู้จากสิ่งที่มีความง่าย ไปสู่สิ่งที่มีความยาก ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ในแนวตั้ง ดังนั้นการจัดกิจกรรมและประสบการณ์ ให้มีการเรียงลำดับก่อนหลัง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ประสบการณ์เพื่อการพัฒนาความรู้และทักษะที่สูงขึ้นไปเรื่อย ๆ

2) ความต่อเนื่อง (continuity) หมายถึง ในวิชาทักษะ ต้องเปิดโอกาสให้มีการฝึกทักษะในกิจกรรม และประสบการณ์บ่อย ๆ และต่อเนื่องกัน

3) บูรณาการ (integration) หมายถึง การจัดประสบการณ์จึงควรเป็นในลักษณะที่ช่วยให้ผู้เรียน ได้เพิ่มพูน ความคิดเห็นและได้แสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกัน เนื้อหาที่เรียนเป็นการเพิ่มความสามารถทั้งหมด ของผู้เรียน ที่จะได้ใช้ประสบการณ์ได้ในสถานการณ์ต่าง ๆ กัน ประสบการณ์การเรียนรู้ จึงเป็นแบบแผนของปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างผู้เรียนกับสถานการณ์ที่แวดล้อม

การเปลี่ยนแปลงลักษณะนิสัย ตามแนวคิดของ แม็กซ์เวลล์ มัลท์ซ์ [5] นิสัยเกิดจากการทำซ้ำ ๆ ผ่านกระบวนการตามบริบทต่าง ๆ พฤติกรรมการทำงานซ้ำ ๆ จนเป็นอัตโนมัติ ช่วยให้เราสามารถอนุรักษ์ ทรัพยากรทางจิตที่เราจะใช้ในการตรวจสอบและควบคุมพฤติกรรมเหล่านี้ และสามารถปรับใช้กับงานที่ยากขึ้น หรือแปลกใหม่ได้ นิสัยมักจะคงอยู่เมื่อเวลาผ่านไป เนื่องจากเป็นไปโดยอัตโนมัติ โดยไม่ต้องอาศัย ความคิด ความจำ ความมุ่งมั่นใด ๆ โดยได้คิดค้นทฤษฎีปลูกฝังนิสัย (Habit Cultivating Theory) พบว่า เมื่อต้องการเปลี่ยน หรือสร้างนิสัยใหม่ ๆ จะต้องอาศัยการทำพฤติกรรมนั้นซ้ำ ๆ กันอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 3 สัปดาห์ หรือ 21 วัน (21 days Habit Theory) โดยห้ามเว้นหรือขาดแม้แต่วันเดียว จึงเริ่มพบการเปลี่ยนแปลงลักษณะนิสัยใหม่ และลักษณะนิสัยเก่าหายไป จนมีความเปลี่ยนแปลงทั้งกายและใจ

การ์ดเนอร์ (Ben D Gardner) [6] ได้นำเสนอแนวคิดของ มอลต์ซ์ ว่า ภาพลักษณ์ของเรากับนิสัยของเรา มักจะไปด้วยกัน เปลี่ยนอันหนึ่งแล้วคุณก็จะเปลี่ยนอีกอันโดยอัตโนมัติ ได้ทำการวิจัยการปลูกฝังนิสัยในพฤติกรรม การบริโภค พบว่า บุคคลมีความแตกต่างกันในการสร้างลักษณะนิสัย โดยมีการสร้างนิสัยในพฤติกรรมบริโภค จนเป็นอัตโนมัติ ตั้งแต่ 18 วัน ถึง 256 วัน หรือมากกว่า โดยมีค่าเฉลี่ยการสร้างนิสัยในพฤติกรรมบริโภค จนเป็นอัตโนมัติ อยู่ที่ 66 วัน

4. แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบต่อเนื่อง

[7] การเรียนการสอนในระบบบล็อกคอร์ส (Block Course) หรือการเรียนแบบวิชาเดียวต่อเนื่องตลอดระยะเวลา ประมาณ 1 เดือน สอบเสร็จจึงจะเริ่มต้นเรียนวิชาใหม่ เป็นแนวทางที่ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งฝั่ง มหาวิทยาลัยและผู้เรียน การเรียนแบบ Block Course นี้ เน้นเรียนจบเป็นรายวิชา โดยแต่ละวิชาใช้ระยะเวลา เฉลี่ย 5 สัปดาห์ ซึ่งเชื่อว่าจะมีความเหมาะสมสำหรับกลุ่มผู้เรียนที่เรียนไปทำงานไป อีกทั้งยังทำให้นักเรียนหันมาโฟกัส และ [8] วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบ Block Course จะช่วยให้ผู้เรียนได้โฟกัสในรายวิชาที่เรียนอยู่อย่างเต็มที่ มากขึ้น หากดูจากตารางสอนในปัจจุบัน พบว่า การเรียนการสอนจะมีทั้งหมด 4 - 5 วันต่อสัปดาห์ในทั้ง 2 ภาค การศึกษา และด้วยการเรียนของคณะสถาปัตยกรรมที่เน้นการทำงานแบบ Project Base ทำให้นักศึกษา ต้องแบกรับการทำงานในแต่ละวิชาค่อนข้างมาก หากมีการแบ่งการเรียนไปในแต่ละเทอมและจัดหมวดหมู่วิชา

โดยยึดหลักการของการจัดแบบ Block Course มาใช้ ก็จะช่วยให้การเรียนการสอนประหยัดเวลา ลดการใช้ห้องเรียน และลดการทำงานในปริมาณมากของนักศึกษาลงได้ จึงได้เสนอแนะแนวความคิดวิธีการจัดการเรียนแบบ Block Course ดังนี้

- 1) จัดหมวดหมู่ของวิชาที่มีรูปแบบการเรียนที่สอดคล้องไปแนวทางเดียวกันได้
- 2) ใน 1 ปีการศึกษาจะมีทั้งหมด 2 ภาคการศึกษา และใน 1 ภาคการศึกษาอาจจะแบ่งเป็นครึ่งเทอมแรก (A) / ครึ่งเทอมหลัง (B) เพื่อสำหรับจัดรายวิชาลงไปในแต่ละเทอม
- 3) พิจารณาว่าในแต่ละภาคการศึกษามีการจัดให้เรียนจำนวนกี่วิชาและเรียนกี่วันต่อสัปดาห์ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงหลักสูตรและรูปแบบของการเรียนแต่ละสาขาวิชาด้วย
- 4) นวัตกรรมที่มีแนวทางการเรียนสอดคล้องกัน มาจัดแบ่งไว้ในครึ่งเทอมแรกและครึ่งเทอมหลัง เมื่อวิชาถูกแบ่งไปเรียนยังเทอมหลังแล้วนั้น การใช้ห้องเรียนทั้ง 5 วัน ก็จะลดลงอาจจะเหลือเพียง 2 – 3 วันต่อสัปดาห์ ขึ้นอยู่กับจำนวนวิชาที่จัด

[9] การจัดการเรียนการสอนแบบ “Block Course” คือ กระบวนการจัดตารางการเรียนการสอนทางวิชาการชนิดหนึ่ง ซึ่งนักศึกษาแต่ละคนจะใช้การเรียนรายวิชาน้อยรายวิชาในแต่ละวัน โดยส่วนใหญ่จะเริ่มใช้ในโรงเรียนมัธยม โดยใช้เวลาเรียนในแต่ละรายวิชาต่อเนื่องมากกว่าการจัดตารางเรียนในระบบการเรียนการสอนทั่ว ๆ ไป และในแต่ละรายวิชานั้นจะสอนต่อเนื่องเป็นเวลามากกว่าสัปดาห์จนกว่าจะมีการเรียนรายวิชาใหม่ โดย ชรินทร์ ศรีวิฑูรย์ ได้เสนอความคิดเห็นไว้ว่า “การสอนแบบ Block Course มีทั้งข้อดีและข้อเสียในส่วนของอาจารย์ผู้สอน และตัวนักศึกษา เนื่องจากการสอนแบบ Block course นี้ทางสถาบันฯ จัดการสอน ภายใต้โครงการพิเศษ โดยสอนกับนักศึกษาจากการรถไฟแห่งประเทศไทยเป็นการสอนในระดับปริญญาตรี ใช้ระยะเวลาเรียนน้อยกว่าการเรียนในภาคเรียนปกติหรือระบบทวิภาค โดยหลักสูตรที่เปิดสอนนี้ใช้เวลา 2.5 ปีการศึกษา โดยปีการศึกษาที่ 1 - 2 ศึกษาปีละ 3 ภาคเรียน ส่วนปีที่ 3 ศึกษา 2 ภาคเรียน รวมทั้งสิ้น 8 ภาคเรียน โดยแต่ละรายวิชาเปิดสอนในวันเสาร์และวันอาทิตย์ ใช้เวลา 6 วัน รวม 45 ชั่วโมง และขอนแก่นเปิดสอนวิชาสหกิจศึกษา ในปีการศึกษาที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 โดยใช้ภาระงานของนักศึกษาที่ปฏิบัติงานมาศึกษา และสามารถลงทะเบียนเรียนในรายวิชาอื่น ๆ ซึ่งเป็นเทอมสุดท้ายได้ด้วย ส่วนมหาวิทยาลัยรามคำแหง อธิบายถึงการจัดระบบการศึกษา ในหลักสูตรบริหารธุรกิจ สาขาการตลาด เป็นแบบ Block Course & Modular System โดยจัดให้นักศึกษาเรียนครั้งละ 1 วิชา ต่อเนื่องกันตลอดหลักสูตร ประมาณ 4 ภาคการศึกษา เรียนเฉพาะวันอาทิตย์ เวลา 08.00 – 18.00 น. สถาบันรัชต์ภาคย์ เปิดการเรียนแบบ Block Course System พบว่า เป็นการเรียนที่มีคุณภาพสูงที่สุด และสามารถให้เข้าใจได้ในระยะเวลาอันสั้น ผู้เล่าเรียนจะได้รับประสบการณ์มากมายและเป็นผู้ชำนาญ และรู้จักเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน และยังสามารถนำไปต่อยอดทางธุรกิจได้จริง การดำเนินการหลักสูตรจะเน้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมกับกิจกรรม เน้นการปฏิบัติด้วยตนเองให้ตัวต่อตัว และเป็นการฝึกทักษะด้านผู้นำเพื่อให้นักศึกษาจบการศึกษา ได้อย่างมีคุณภาพ และสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (นิด้า) มีการเรียนแบบ Block Course เน้นเรียนจบเป็นรายวิชา โดยแต่ละวิชาใช้ระยะเวลาเฉลี่ย 5 สัปดาห์ ซึ่งเชื่อว่ามีเหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียนที่เรียนไปทำงานไป อีกทั้งยังทำให้นักศึกษาโฟกัสกับรายวิชาที่เรียนให้ดียิ่งขึ้น “นิด้า เปิดสอนหลักสูตร MPA ภาคปกติ มา 54 ปี และเปิดสอนภาคพิเศษแบบ Block Course เป็นสถาบันแรกเมื่อประมาณ 26 - 27 ปีที่ผ่านมา”

5. แนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อผู้เรียนสมรรถนะสูง

จากแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ของไทเลอร์ ต้องเปิดโอกาสให้มีการฝึกทักษะในกิจกรรมและประสบการณ์บ่อย ๆ และต่อเนื่องกัน เรียนรู้จากสิ่งที่มีความง่าย ไปสู่สิ่งที่มีความยาก และการจัดประสบการณ์ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เพิ่มพูนความรู้ ความสามารถ ความคิดเห็นและได้แสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกัน มอลต์ซ และผลการวิจัยของแม็กซ์เวลล์ มัลทซ์ พบว่า การเปลี่ยนหรือสร้างนิสัยใหม่ ๆ จะต้องอาศัยการทำพฤติกรรมนั้นซ้ำ ๆ กันอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ซึ่งเป็นเหตุผลของการจัดการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำความรู้และประสบการณ์อย่างยั่งยืนได้ และการจัดการเรียนการสอนแต่ละรายวิชาแบบต่อเนื่องกันตั้งแต่เริ่มต้นรายวิชาจนสิ้นสุดและประเมินผลรายวิชานั้น ผนวกกับการจัดการเรียนการสอน ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ยังต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์การใช้หลักสูตรที่กำหนด สามารถจัดเรียนแต่ละรายวิชาเป็นรายสัปดาห์ตามจำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ หรือจัดเรียนแต่ละรายวิชารวมครั้งเดียวได้ตามจำนวนชั่วโมงต่อภาคเรียน สามารถสรุปเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อผู้เรียนสมรรถนะสูง โดยมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 พัฒนาแผนการเรียนรายภาคเรียนโดยคำนึงถึงลำดับความยากง่ายและใช้อาชีพเป็นฐาน

การจัดแผนการเรียนรายภาคเรียนตลอดหลักสูตร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีความรู้ ทักษะ ประสบการณ์และสมรรถนะตรงตามมาตรฐานวิชาชีพ และกรอบคุณวุฒิแห่งชาตินั้น นอกจากต้องพิจารณาการเลือกรายวิชาที่จะบรรจุไว้ในแต่ละภาคเรียนตามหลักเกณฑ์การใช้หลักสูตรแล้ว การเลือกรายวิชาเป็นกลุ่มอาชีพ โดยพิจารณารายวิชาที่มีเนื้อหาเหมือนกัน หรือมีความสัมพันธ์กัน หรือมีเนื้อหาที่เชื่อมโยงกัน จัดอยู่ในภาคเรียนหรือปีเดียวกัน จะส่งผลต่อการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะอาชีพ และงานอาชีพที่ชัดเจนขึ้นในแต่ละภาคเรียนหรือปีการศึกษานั้น ซึ่งจะเรียกว่า กระเช้าวิชาชีพ หรือสมรรถนะวิชาชีพ รายภาคเรียนหรือรายปี ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การพัฒนาแผนการเรียนรายภาคเรียนโดยคำนึงถึงลำดับความยากง่ายและใช้อาชีพเป็นฐาน

หลักสูตร ปวช. ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์ สาขางานยานยนต์			
ภาคเรียนที่	งานอาชีพ	รายวิชา	ท-ป-น
1	งานซ่อมเครื่องยนต์เล็ก และจักรยานยนต์	20101-2101 งานเครื่องยนต์เล็ก	1-6-3
		20101-2102 งานจักรยานยนต์	1-6-3
		20101-2506 งานบริการรถจักรยานยนต์	1-3-2
2	งานซ่อมเครื่องยนต์ แกสโซลีนและดีเซล	20101-2001 งานเครื่องยนต์แก๊สโซลีน	1-6-3
		20101-2002 งานเครื่องยนต์ดีเซล	1-6-3
3	งานซ่อมช่วงล่าง/ระบบส่งกำลัง	20101-2003 งานเครื่องล่างรถยนต์	1-6-3
		20101-2004 งานส่งกำลังรถยนต์	1-3-2
		20101-2006 เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น	2-0-2
		20101-2008 งานขับรถยนต์	1-3-2

หลักสูตร ปวช. ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์ สาขางานยานยนต์			
ภาคเรียนที่	งานอาชีพ	รายวิชา	ท-ป-น
4	งานเครื่องกลช่างยนต์	20101-2007 กลศาสตร์เครื่องกล	2-0-2
		20101-2009 งานวัดละเอียดช่างยนต์	1-3-2
		20101-2010 งานนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	1-3-2
5	งานไฟฟ้าและเทคโนโลยียานยนต์	20101-2005 งานไฟฟ้ารถยนต์	1-6-3
		20101-2103 งานอิเล็กทรอนิกส์รถยนต์เบื้องต้น	1-3-2
		20101-2104 งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์	1-3-2
		20101-2105 งานปรับอากาศรถยนต์	1-6-3
6	งานซ่อมบำรุงรถยนต์	20101-2106 งานบำรุงรักษารถยนต์	1-3-2
		20101-2111 งานบริการรถยนต์	*-*-4

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดเวลาการจัดการเรียนการสอนตามลักษณะรายวิชาอย่างต่อเนื่อง

การจัดการเรียนการสอนตามลักษณะรายวิชาแบบต่อเนื่อง (Block learning according to course characteristics) นี้จะคำนึงถึงลักษณะรายวิชาเป็นสำคัญ เนื่องจากทุกรายวิชา มีการกำหนดชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่แตกต่างกันอยู่แล้ว แต่จะมีกำหนดการสอนรวมการวัดผล จำนวน 18 ครั้งต่อภาคเรียน (18 สัปดาห์ต่อภาคเรียน) ดังนั้นใน 1 ภาคเรียนที่มีจำนวน 18 สัปดาห์ ถ้าสถานศึกษากำหนดการเรียน สัปดาห์ละ 5 วัน จะมีจำนวนวันรวมตลอดภาคเรียน ประมาณ 90 วัน

รูปแบบการจัดตารางเรียน ยังคงยึดตามแผนการเรียนรายภาคเรียนตามเดิม แต่ต่างกันตรงที่นำรายวิชาในแผนการเรียน มาแบ่งจัดที่ละช่วง ๆ ละ 18 วัน จนครบทุกรายวิชา โดยมีการคำนวณมาจากการนำจำนวน 90 วัน รวมตลอดภาคเรียน มาแบ่งเป็นช่วง ๆ ละ 18 วัน จะแบ่งได้ 5 ช่วง (Block) เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยปรับจำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ของแต่ละรายวิชา เป็นจำนวนชั่วโมงต่อวันรวมทั้งสิ้น 18 วัน แบบต่อเนื่อง แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจัดการเรียนการสอนตามลักษณะรายวิชาแบบต่อเนื่อง

ตัวอย่าง ปวช. 1 ช่างยนต์ ภาคเรียนที่ 1								
ช่วง	ชั่วโมง	ชั่วโมงที่						
	1	2	3	4	พัก	5	6	7
ช่วงที่ 1 18 วันต่อเนื่อง	ภาษาไทยพื้นฐาน		คณิตศาสตร์พื้นฐานอาชีพ			คอมพิวเตอร์และสารสนเทศ เพื่องานอาชีพ		
ช่วงที่ 2 18 วันต่อเนื่อง	ภาษาอังกฤษ ในชีวิตจริง		ประวัติศาสตร์	วัฒนธรรม อาเซียน		ธุรกิจและการเป็นผู้ประกอบการ		
ช่วงที่ 3 18 วันต่อเนื่อง	งานเชื่อมโลหะแผ่นเบื้องต้น					กฎหมายฯ		กิจกรรมลูกเสือ

ตัวอย่าง ปวช. 1 ช่างยนต์ ภาคเรียนที่ 1

ชั่วโมง	ชั่วโมงที่							
	1	2	3	4	พัก	5	6	7
ช่วงที่ 4 18 วันต่อเนื่อง	เขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น			วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะชีวิต				
ช่วงที่ 5 18 วันต่อเนื่อง	งานฝึกฝีมือ			งานฝึกฝีมือ				

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการระหว่างรายวิชา เชื่อมโยงมาตรฐานอาชีพ

การออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการระหว่างรายวิชา เชื่อมโยงมาตรฐานอาชีพ เป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน โดยการผสมผสานความรู้ในกลุ่มวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน หรือผสมผสานกิจกรรมการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ ปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมอันดีงาม และสอดคล้องกับ มาตรฐานอาชีพที่หน่วยงานหรือองค์กรอื่นกำหนด เพื่อช่วยฝึกให้ผู้เรียนรู้จักนำความรู้ไปผสมผสานกัน ฝึกให้รู้จักใช้เหตุผล การนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและงานอาชีพ เหตุผล ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้รับความรู้ที่หลากหลาย เกิดการนำมาใช้ได้ ในชีวิตประจำวัน ฝึกทักษะจากหลายสาขาวิชาร่วมกัน และแก้ปัญหาความซ้ำซ้อนของเนื้อหาวิชา ซึ่งการจัด การเรียนรู้แบบบูรณาการ (Learning Integration) อาจจัดได้ 2 ลักษณะ คือ

1) การบูรณาการภายในวิชา (Intradisciplinary) เป็นการบูรณาการที่เกิดขึ้นภายในขอบเขต ของเนื้อหาเดียวกัน วิชาที่ใช้หลักการบูรณาการภายในวิชาเดียวกันมากที่สุด คือ วิชาภาษา หรือกระบวนการ ทางภาษา ซึ่งประกอบด้วยการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียนเนื่องจากมีความเกี่ยวพันกันหลายแบบ นอกจากวิชาภาษาแล้ว วิชาสังคมศึกษา วิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ ก็ใช้หลักการเชื่อมโยงภายในวิชาได้

2) การบูรณาการระหว่างวิชา (Interdisciplinary) เป็นการเชื่อมโยงหรือรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สาขาวิชาขึ้นไปภายในหัวเรื่อง (Theme) เดียวกัน เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจและทักษะ ในศาสตร์ หรือความรู้ในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป เพื่อแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ความเข้าใจ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง การเชื่อมโยงความรู้และทักษะระหว่างวิชาต่าง ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้ง ไม่ใช่เพียงผิวเผินและมีลักษณะใกล้เคียงกับชีวิตจริงมากขึ้น แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการระหว่างรายวิชา

6. บทสรุป

แนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียนสมรรถนะสูง ต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์การใช้หลักสูตร ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่ใช้ในการจัดการศึกษา การจัดลำดับรายวิชาตามลำดับความยากง่าย ความต่อเนื่องของเนื้อหา โดยพิจารณา รายวิชาที่มีเนื้อหาเหมือนกัน หรือมีความสัมพันธ์กัน หรือมีเนื้อหาที่เชื่อมโยงกัน จัดอยู่ในภาคเรียน กันเป็นกลุ่มอาชีพเชื่อมโยงกับมาตรฐานอาชีพที่เกี่ยวข้อง จัดตารางเรียนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ตามลักษณะ รายวิชาอย่างต่อเนื่อง โดยจัดรายวิชาที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน เรียนในช่วงเดียวกัน เพื่อการบูรณาการ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างวิชา เพื่อเป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน โดยการผสมผสาน ความรู้ในกลุ่มวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

ผลการนำแนวคิดดังกล่าวไปใช้ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาบางแห่ง พบว่า ส่งผลดีต่อผู้เรียน ได้เรียนรู้ ฝึกทักษะ และพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพอย่างต่อเนื่อง ลดรายวิชาในการเรียนรู้ ในแต่ละช่วงเหลือน้อยลง ได้เรียนรู้ ฝึกทักษะครบตามจำนวนชั่วโมงรวมตลอดภาคเรียนของแต่ละรายวิชา สามารถจดจำเนื้อหารายวิชาได้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ได้มีโอกาสเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญภายนอกสูงขึ้น ช่วยแก้ปัญหา ผู้ที่มีความจำสั้นได้ดี ลดปัญหาการออกกลางคันของผู้เรียนได้ดีเนื่องจากผู้เรียนมีความรับผิดชอบสูงขึ้น แต่จะมีผู้เรียนส่วนน้อยมาก ที่ขาดความรับผิดชอบจะเรียนรู้ตามเพื่อนไม่ทัน ในส่วนของครูผู้สอนช่วยลด รายวิชาในการเตรียมการจัดการเรียนรู้ในแต่ละช่วงน้อยลง สามารถวางแผน ออกแบบการจัดการกิจกรรม การเรียนรู้ และบริหารจัดการชั้นเรียนในแต่ละรายวิชาได้อย่างมีประสิทธิภาพ วิเคราะห์และเข้าถึงผู้เรียนได้ เป็นรายบุคคล สามารถประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชาได้อย่างรวดเร็ว ด้านผู้บริหารสถานศึกษา สามารถวางแผน และบริหารจัดการทรัพยากรทางการศึกษา บุคลากรด้านการปฏิบัติหน้าที่สอน และการจัดการศึกษาร่วมกับ สถานประกอบการได้อย่างมีประสิทธิภาพ และคล่องตัวมากยิ่งขึ้น

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2567). *วิสัยทัศน์และพันธกิจของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567*. <https://www.vec.go.th/th-th/เกี่ยวกับสอศ/วิสัยทัศน์.aspx>
- [2] สวัสดิ์ โพธิ์วัฒน์. (2564). *ผู้บริหารสถานศึกษากับการขับเคลื่อนนโยบายการปฏิรูปการเรียนรู้ไปปฏิบัติ*. <https://jeal.snru.ac.th/Files/Article/434-ArticleTextFile-20190915151240.pdf>.
- [3] รุ่งทิพ จันทรมุณี. (2552). *ปรัชญาประสบการณ์ตามแนวคิดของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) สู่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. <https://sites.google.com/site/chauatscience/prachya-prasbkarn-tam-naewkhid-khxng-cxhn-di-wxi-john-dewey-su-kar-cadkar-reiyn-ru-withyasastr>.
- [4] Tyler, R. W. (1949). *Basic Principle of Curriculum and Instruction*. Chicago : University of Chicago Press.
- [5] Maxwell Maltz. (1960). *Psycho-cybernetics*. Access date : May 31,2011. From : muchbooks.com/p/new-psycho-cybernetics.
- [6] By Ben D Gardner, on 29 June 2012 <https://blogs.ucl.ac.uk/bsh/2012/06/29/busting-the-21-days-habit-formation-myth/>.

- [7] มนตรี โสคติยานุรักษ์. (2553). *Block Course* ยาแก้ปวดหัว คนเรียนโท *Block Course* ยาแก้ปวดหัว คนเรียนโท. | MBA News Thailand. <http://www.mbanewsthailand.com/2010/05/block-course/>
- [8] จุฑามาศ มาตุเวช. (2560). การศึกษาปัญหาการใช้งานพื้นที่ภายในอาคารเรียนและเสนอแนะแนวทางการแก้ไข ปัญหาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
- [9] กัญจน์ นาคามดี และวันชัย ริจิรวณิช. (2560). การสำรวจผลการศึกษาดำเนินการเรียนแบบ *Block Course* กรณีศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสยาม ในการประชุมวิชาการระดับชาติ “เศรษฐกิจเอเชียในโลกยุคใหม่” ครั้งที่ 8 ประจำปี 2560 บัณฑิตวิทยาลัย สาขาบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยสยาม (762-774). กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยสยาม

การพัฒนาชุดฝึกอบรมเทคนิคการขับมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (BLDC) สำหรับพื้นฐานยานยนต์ไฟฟ้า

Developing a Training kits on Brushless DC motor (BLDC) Driving Techniques for Basic electric vehicles

เฉลิมศักดิ์ มีไพบุณยสกุล¹ สุเมธ มามาตย์² อุบลรัตน์ มณีมัย³ ยุทธวิธ ชูสวน⁴

Chalerm Sakdi Meepaiboonsakul¹ Sumat Mamat² Ubonrat Maneemai³ Yutthawit Chusuan⁴

¹ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 2 จังหวัดภูเก็ต 83000

Institute of Vocational Education Southern Region 2, Phuket 83000

² แผนกวิชาเทคนิคคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคนิคกระบี่ จังหวัดกระบี่ 81000

Department of Computer Technical, Technician, Krabi Technical College, Krabi 81000

³⁻⁴ แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคกระบี่ จังหวัดกระบี่ 81000

Department of Electronic, Technician, Krabi Technical College, Krabi 81000

¹ Corresponding Author: E-mail: chalerm sakmee@gmail.com

Received: 15 December. 2023; Revised: 23 January. 2024; Accepted: 10 February. 2024;

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างชุดฝึกอบรมการขับมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (BLDC) สำหรับพื้นฐานยานยนต์ไฟฟ้า และเพื่อประเมินความพึงพอใจในการจัดอบรมการขับมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่านให้กับผู้สอนในสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 2 ดำเนินการโดยการออกแบบเนื้อหาหลักสูตรที่จะฝึกอบรมแล้วทำการสร้างชุดฝึกอบรมการขับมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (BLDC) สำหรับพื้นฐานยานยนต์ไฟฟ้าพร้อมเอกสารประกอบการอบรม หลังจากนั้นทำการหาคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และจัดอบรมให้กับกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการเสนอชื่อจากวิทยาลัยต้นสังกัดในสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 2 ที่เปิดสอนระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ แห่งละ 3 คน ที่ยังไม่เปิดสอนในระดับปริญญาตรีสาขาดังกล่าว แห่งละ 2 คน เลือกแบบจำเพาะเจาะจงจากช่างในสถานประกอบการของจังหวัดกระบี่ 3 แห่ง ๆ ละ 1 คน และจากครู/อาจารย์ที่สนใจเข้าร่วมการฝึกอบรมเพิ่มเติม จำนวน 5 คน รวมเป็น 22 คน เครื่องมือประเมินเป็นแบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญและแบบสอบถามเกี่ยวกับระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษาพบว่า 1) ผลการสร้างชุดฝึกอบรมการขับมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (BLDC) สำหรับพื้นฐานยานยนต์ไฟฟ้า ได้ชุดฝึกอบรมจำนวน 14 ชุด พร้อมเอกสารประกอบการอบรมชุดละ 3 รายการ คุณภาพของชุดฝึกอบรมในภาพรวมอยู่ในระดับดี 2) ระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อการเข้าร่วมโครงการพบว่าในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด แต่เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าทุกด้านมีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด โดยด้านวิทยาการฝึกอบรมมีค่าระดับความพึงพอใจสูงสุด

คำสำคัญ : ชุดฝึกอบรม ยานยนต์ไฟฟ้า ความพึงพอใจ

Abstract

The purpose of this research is to create a training kits on Brushless DC motor (BLDC) Driving Techniques for the basics of electric vehicles. and to assess satisfaction in organizing brushless motor driving training for instructors in the Institute of Vocational Education southern Region 2. This is carried out by designing the course content to be trained. Then create a training set for driving brushless carbon dioxide (BLDC) motors for the basics of electric vehicles, complete with training documents. After that, the quality was determined by 5 experts and training was provided to the sample group by means of nominations from the parent colleges in the Institute of Vocational Education southern Region 2, which offers bachelor's degrees in automotive technology, with 3 students each, that have not yet been taught at the bachelor's degree level in the said field, 2 people each, specifically selected from technicians in 3 establishments in Krabi Province, 1 person each, and from teachers/instructors interested in participating in additional training, totaling 5 People, a total of 22 people. The assessment tool is a quality assessment by experts. and a questionnaire regarding the level of satisfaction of project participants. Data were analyzed using frequency values. Mean and standard deviation.

The results showed that 1) the result of the construction of a brushless motor driving (BLDC) training package for electric vehicle basics; A total of 14 training sets were obtained, together with 3 training documents. The overall quality of the training sets was in a good level 2) The level of satisfaction of the trainees with their participation in the project. It was found that the overall level was at the highest level, but when considering each aspect, it was found that all aspects had the highest average level. In terms of trainers, the satisfaction level was highest

Keyword : Training kits, Electric vehicles, Satisfaction

1. บทนำ

อุตสาหกรรมยานยนต์ในอนาคตมุ่งสู่กระแสการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและลดโลกร้อน ยานยนต์สมัยใหม่จึงเน้นการผลิตยานยนต์ที่ไม่ปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งยานยนต์ไฟฟ้าเป็นสิ่งที่ตอบโจทย์กระแสการรักษาสิ่งแวดล้อมนี้ ประเทศไทยเป็นหนึ่งในผู้ผลิตยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ที่สำคัญของโลก และมีศักยภาพในการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าได้ การพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าจึงเป็นเรื่องของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตและเทคโนโลยีที่สำคัญ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้อนุมัติโครงการพัฒนาศักยภาพกำลังคนสู่มาตรฐานอาชีพเพื่อตอบสนองต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมและบริการแห่งอนาคต [1] โดยดำเนินการจัดกิจกรรมยกระดับศักยภาพสถาบันการอาชีวศึกษาให้สามารถจัดการศึกษาหลักสูตรวิชาชีพในการพัฒนาองค์ความรู้ ทักษะในการทำงานของกำลังคนในสถานประกอบการและผู้เรียนอาชีวศึกษาที่สอดคล้องกับมาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพ เพื่อตอบสนองต่อ

การพัฒนาอุตสาหกรรมและบริการแห่งอนาคต โดยมีเป้าหมายให้สถาบันการอาชีวศึกษาดำเนินการจัดสภาพแวดล้อมในพื้นที่ให้เอื้อต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมและบริการแห่งอนาคต

ในการนี้สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 2 จึงได้มุ่งเน้นการนำเทคโนโลยีที่รองรับการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าสมัยใหม่เข้าสู่กระบวนการเรียนการสอน ในรูปแบบการสร้างชุดฝึกอบรมและการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ พื้นฐานความรู้ด้านยานยนต์ไฟฟ้าให้แก่ ครู-อาจารย์ ที่สอนทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ ให้มีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับยานยนต์ไฟฟ้า โดยเฉพาะให้มีความรู้ความเข้าใจและมีทักษะในการวิเคราะห์ปัญหาและการแก้ไขปัญหาการควบคุมการทำงานของมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่านซึ่งเป็นต้นกำเนิดหลักของยานยนต์ไฟฟ้าและเป็นพื้นฐานด้านเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการพัฒนาผู้เรียนของสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 2 รวมทั้ง ช่วยยกระดับความรู้ ทักษะในการทำงานของกำลังคนในสถานประกอบการ ต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อสร้างและประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมการขับมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน สำหรับพื้นฐานยานยนต์ไฟฟ้า

2.2 เพื่อประเมินความพึงพอใจในการจัดอบรมการขับมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่านให้กับผู้สอนในสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 2

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรที่ใช้ในการหาคุณภาพของชุดฝึกอบรม เป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในการสอนทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ และด้านเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ในสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 2 โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบโควตาจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยียานยนต์ 3 คน ด้านเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ 2 คน รวมทั้งสิ้น 5 คน

2) ประชากรที่ใช้ในการประเมินผลการฝึกอบรมในครั้งนี้เป็นอาจารย์/ครูผู้สอนสาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ และสาขาวิชาเทคนิคเครื่องกลในสถานศึกษาสังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 2 และช่างจากสถานประกอบการในจังหวัดกระบี่ คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการเสนอชื่อจากวิทยาลัยต้นสังกัด จากสถานศึกษาที่เปิดสอนระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ แห่งละ 3 คน จากสถานศึกษาที่ยังไม่เปิดสอนแห่งละ 2 คน และเลือกแบบจำเพาะเจาะจงจากช่างในสถานประกอบการของจังหวัดกระบี่ 3 แห่ง ๆ ละ 1 คน นอกจากนั้นยังมีครู/อาจารย์ที่สนใจเข้าร่วมกิจกรรมการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเพิ่มเติม จำนวน 5 คน รวม 22 คน เป็นผู้ตอบแบบสอบถามการประเมิน

3.2 ขั้นตอนการสร้างชุดฝึกอบรมการขับมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (BLDC) สำหรับพื้นฐานยานยนต์ไฟฟ้า ดำเนินการโดยประชุมคณะทำงานเพื่อออกแบบเนื้อหาหลักสูตร ออกแบบและสร้างชุดฝึกอบรมต้นแบบให้สอดคล้องกับเนื้อหาของหลักสูตร ทดสอบการทำงานของชุดฝึกอบรมและสร้างชุดฝึกอบรมเพื่อขยายผลให้ครบตามเป้าหมายรวม 14 ชุด จัดทำเอกสารประกอบการฝึกอบรมให้สอดคล้องกับชุดฝึกอบรม จัดทำสื่อประกอบการฝึกอบรม ทดลองฝึกอบรมโดยใช้สื่อ ชุดฝึกอบรมและเอกสารประกอบการฝึกอบรมที่สร้างขึ้นปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ หากคุณภาพของชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญ และดำเนินการจัดฝึกอบรมและประเมินผลการดำเนินการ

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

1) แบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมการขับมอเตอร์แบบไร้แรงถ่วง สำหรับพื้นฐานยานยนต์ไฟฟ้า เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับระดับคุณภาพของชุดฝึกอบรมเทคนิคการขับมอเตอร์แบบไร้แรงถ่วง จำนวน 9 ข้อ

2) แบบประเมินผลการจัดอบรม ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบเครื่องมือในการประเมิน และการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินในครั้งนี้ เป็นแบบสอบถาม ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามข้อมูลสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check-List) ได้แก่ จำแนกตามสถานะของผู้ตอบแบบสอบถาม วุฒิการศึกษา ประสบการณ์ในการทำงาน และประสบการณ์ในการฝึกอบรมด้านยานยนต์ไฟฟ้า

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับระดับความพึงพอใจต่อโครงการ ของผู้เข้าร่วมโครงการ จำนวน 4 ด้าน คือ 1) ด้านสถานที่และการดำเนินงานทั่วไป 2) ด้านวิทยากรฝึกอบรม 3) ด้านความรู้ความเข้าใจ และทักษะที่ได้จากการฝึกอบรม และ 4) ด้านชุดฝึกอบรมเทคนิคการขับมอเตอร์แบบไร้แรงถ่วง รวมจำนวน 33 ข้อ

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ลักษณะแบบสอบถามเป็นปลายเปิด (Open - Ended) โดยให้ผู้ตอบแบบสอบถามได้เสนอแนะความคิดเห็นโดยอิสระ

ทั้งแบบประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรม และแบบประเมินผลการจัดอบรมในตอนที่ 2 ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือเป็นแบบสอบถามชนิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยผ่านกระบวนการหาดัชนีความสอดคล้อง IOC : Item Objective Congruence Index (Rovinelli & Hambleton, 1977) จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถในด้านการสร้างเครื่องมือวิจัย โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายเพื่อจัดระดับคะแนนเฉลี่ยค่าความพึงพอใจ กำหนดเป็นช่วงคะแนน ดังต่อไปนี้

- 5 หมายถึง มีความพึงพอใจ/ความคิดเห็นว่าผลของโครงการอยู่ในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความพึงพอใจ/ความคิดเห็นว่าผลของโครงการอยู่ในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความพึงพอใจ/ความคิดเห็นว่าผลของโครงการอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความพึงพอใจ/ความคิดเห็นว่าผลของโครงการอยู่ในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความพึงพอใจ/ความคิดเห็นว่าผลของโครงการอยู่ในระดับน้อยที่สุด

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลผลการฝึกอบรมโดยการแจกแบบสอบถามผ่าน Google form หลังเสร็จสิ้นการฝึกอบรม เพื่อให้ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมตอบ ได้แบบสอบถามที่ตอบครบถ้วนสมบูรณ์ จำนวน 22 ชุด คิดเป็นร้อยละ 100

3.5 วิเคราะห์ที่ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1) การคำนวณหาข้อมูลสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จากแบบสอบถามตอนที่ 1 ที่มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check-List) ใช้วิธีการหาค่าความถี่ (Frequency)

2) การคำนวณหาระดับคุณภาพของชุดฝึกอบรมจากผู้เชี่ยวชาญ และระดับความพึงพอใจเกี่ยวกับการดำเนินกิจกรรม จากแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ย (Mean : $\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) วิเคราะห์ในรูปแบบตารางประกอบคำอธิบาย โดยมีเกณฑ์การแปลผลรายละเอียด ดังนี้ [2]

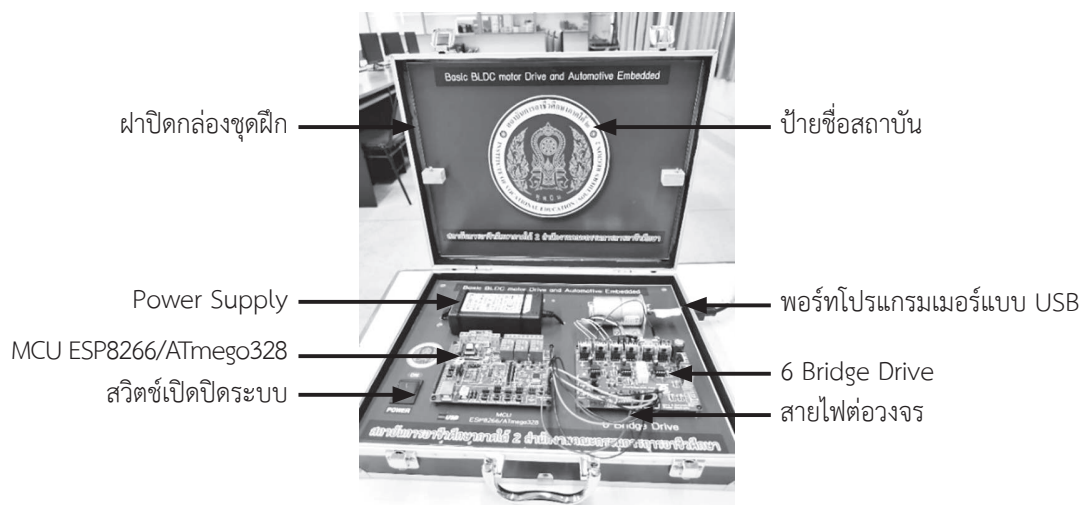
คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ	ระดับความพึงพอใจ
4.50 – 5.00	ดีมาก	มากที่สุด
3.50 – 4.49	ดี	มาก
2.50 – 3.49	ปานกลาง	ปานกลาง
1.50 – 2.49	น้อย	น้อย
1.00 – 1.49	น้อยที่สุด	น้อยที่สุด

3) ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ของผู้เข้าร่วมโครงการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษา ครูพิเศษสอนแบบสอบถามตอนที่ 3 ที่มีลักษณะเป็นปลายเปิด (Open-Ended) โดยการหาค่าความถี่ (Frequency)

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการสร้างชุดฝึกอบรมการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (BLDC) สำหรับพื้นฐานยานยนต์ไฟฟ้า

1) รูปแบบของชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น



ภาพที่ 1 ชุดฝึกอบรมการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (BLDC) สำหรับพื้นฐานยานยนต์ไฟฟ้า

ชุดฝึกอบรมการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (BLDC) สำหรับพื้นฐานยานยนต์ไฟฟ้า ที่สร้างขึ้นประกอบด้วย มอเตอร์ BLDC ขนาด 25W โดยมีสายมาตรฐาน 3+5 เส้น ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์แบบ 6 Bridge ขนาด 100W พร้อมชุดวัดกระแสที่จ่ายให้กับมอเตอร์ ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 และ ATmega328 พร้อมชุดสวิตซ์ซิงค์ และรีเลย์ 3 ชุด เพาเวอร์ซัพพลาย 24V 5A และสวิตช์เพาเวอร์เปิดปิดใช้งานชุดทดลอง

2) รายละเอียดของหลักสูตรการฝึกอบรม จำนวน 15 ชั่วโมง

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับความจำเป็นในการใช้มอเตอร์ไร้แปรงถ่าน (Brushless DC electric motor : BLDC Motor) ในยานยนต์ไฟฟ้า หลักการหมุนของมอเตอร์ไร้แปรงถ่าน เทคนิคการขับมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน วงจรขับและวงจรป้องกันมอเตอร์ไร้แปรงถ่าน การใช้งานและการแก้ปัญหาการขับมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน อุปกรณ์การทดลองและการต่อใช้งานควบคุมมอเตอร์ เทคนิคการตรวจสอบและแก้ปัญหาระบบควบคุมมอเตอร์

3) เอกสารที่ใช้ประกอบการฝึกอบรม



ภาพที่ 2 เอกสารที่ใช้ประกอบในการฝึกอบรม

รายละเอียดของเอกสารประกอบในการฝึกอบรมจำนวน 3 เล่ม ประกอบด้วย

เล่มที่ 1 เอกสารประกอบการฝึกอบรมระบบสมองกลฝังตัวยานยนต์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 2 ภาคที่ 1 เทคนิคการขับมอเตอร์ BLDC [3] เนื้อหาประกอบด้วย บทที่ 1 มอเตอร์ และการขับ บทที่ 2 มอเตอร์กระแสตรงมีความถี่ บทที่ 3 Stepper Motor กับ การหมุนแบบมีกำลัง และบทที่ 4 การกำเนิดสัญญาณ BLDC

เล่มที่ 2 หนังสือวิดีโอผ่าน QR ถอดความแล้วแล้วก้าวสู่โลกอิเล็กทรอนิกส์แบบลงมือทำ [4] เนื้อหาประกอบด้วย บทที่ 1 ปฐมบทและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ บทที่ 2 อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ บทที่ 3 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ บทที่ 4 เทคนิคการไล่วางจร บทที่ 5 สัญญาณทางไฟฟ้าและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง บทที่ 6 การใช้งานโปรแกรมจำลองวงจรโดยใช้วงจร Proteus บทที่ 7 การออกแบบ PCB ด้วยโปรแกรม EsysEDA และบทที่ 8 การใช้เครื่องมือวัดและตรวจสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

เล่มที่ 3 การสร้างนวัตกรรมรูปแบบ STEM ในยุค 5G [5] เนื้อหาประกอบด้วย บทที่ 1 การศึกษา STEM บทที่ 2 วิทยาศาสตร์กับการออกแบบเซ็นเซอร์ บทที่ 3 เทคโนโลยีสื่อสารและการเชื่อมต่อ บทที่ 4 เทคนิคการใช้ ESP8266 ในการควบคุม บทที่ 5 Coding และเครื่องมือในการ Coding และบทที่ 6 วงจรควบคุมการทำงานของปลั๊กอินเนกประสงค์

4) ผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมการขับมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (BLDC) พื้นฐานยานยนต์ไฟฟ้า

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญ

ที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
		$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1.	ขนาดของชุดฝึกอบรมมีความเหมาะสม	4.40	0.55	ดี
2.	ความประณีตและความสวยงามของชุดฝึกอบรม	4.40	0.55	ดี
3.	การติดตั้งอุปกรณ์บนชุดฝึกอบรมมีความเหมาะสม	4.20	0.84	ดี
4.	ชุดฝึกอบรมสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์	4.40	0.55	ดี
5.	ชุดฝึกอบรมสามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ได้จริง	4.60	0.55	ดีมาก
6.	ชุดฝึกอบรมเหมาะสำหรับการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน	4.40	0.55	ดี
7.	เอกสารประกอบชุดฝึกอบรมมีรายละเอียดชัดเจนสามารถเรียนรู้ได้	4.60	0.55	ดีมาก
8.	สื่อ QR Code ในเอกสารประกอบทำให้การเรียนรู้เกิดได้ทุกที่และทุกเวลา	4.80	0.45	ดีมาก
9.	ความทันสมัยของชุดฝึกอบรมและเอกสารประกอบ	4.40	0.55	ดี
เฉลี่ย		4.47	0.57	ดี

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า คุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับดี แต่เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า สูงสุดอยู่ที่สื่อ QR Code ในเอกสารประกอบทำให้การเรียนรู้เกิดได้ทุกที่และทุกเวลา และต่ำสุดที่การติดตั้งอุปกรณ์บนชุดฝึกอบรมมีความเหมาะสม ในระดับดี

4.2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการจัดอบรมการขับเคลื่อนแบบไร้ประถมนให้กับผู้สอนในสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 2

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นครูสาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ 16 คน สาขาวิชาอื่น 3 คน เป็นครูฝึก/ช่างจากสถานประกอบการ 3 คน วุฒิการศึกษาระดับ ปวส. 2 คน ปริญญาตรี 14 คน และปริญญาโท 6 คน ส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการทำงาน 11 - 20 ปี 8 คน รองลงมา 21 - 30 ปี 6 คน และต่ำสุดที่ 10 ปีลงมา 3 คน ผู้เข้ารับการอบรม จำนวน 13 คน ยังไม่เคยเข้ารับการอบรมทางด้านยานยนต์ไฟฟ้า และ 9 คน มีประสบการณ์ในการอบรมมาแล้ว

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อการเข้าร่วมโครงการ

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ระดับความพึงพอใจในภาพรวมทุกด้าน

ที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
		$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1.	ด้านสถานที่และการดำเนินการทั่วไป	4.66	0.58	มากที่สุด
2.	ด้านวิทยากรฝึกอบรม	4.81	0.50	มากที่สุด
3.	ด้านความรู้ความเข้าใจและทักษะที่ได้รับจากการอบรม	4.53	0.67	มากที่สุด
4.	ด้านชุดฝึกอบรมเทคนิคการขับเคลื่อนแบบไร้ประถมน (BLDC)	4.70	0.50	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมทุกด้าน		4.67	0.58	มากที่สุด

บทความวิจัย

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรม พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านวิทยากรฝึกอบรมมีระดับความพึงพอใจสูงสุด รองลงมาคือ ด้านชุดฝึกอบรมเทคนิคการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (BLDC) และต่ำสุดที่ด้านความรู้ความเข้าใจและทักษะที่ได้รับจากการอบรม

ตารางที่ 3 แสดงค่าระดับความพึงพอใจของผู้ร่วมโครงการจำแนกรายด้าน

ที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
		$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. ด้านสถานที่และการดำเนินการทั่วไป				
1.1	ความพร้อมของสถานที่ในการฝึกอบรม	4.68	0.48	มากที่สุด
1.2	ช่วงเวลาในการอบรมมีความเหมาะสม	4.50	0.67	มากที่สุด
1.3	การต้อนรับและการลงทะเบียนมีความเหมาะสม	4.68	0.48	มากที่สุด
1.4	ความเหมาะสมของพิธีเปิดและพิธีปิด	4.68	0.48	มากที่สุด
1.5	ความพร้อมของระบบแสงและระบบเสียงที่ใช้ในการฝึกอบรม	4.68	0.48	มากที่สุด
1.6	ความพร้อมของระบบสิ่งอำนวยความสะดวก	4.64	0.58	มากที่สุด
1.7	ความเหมาะสมของอาหารว่างและอาหารกลางวัน	4.73	0.88	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.66	0.58	มากที่สุด
2. ด้านวิทยากรฝึกอบรม				
2.1	มีความพร้อมในการถ่ายทอดความรู้	4.82	0.50	มากที่สุด
2.2	มีเทคนิคที่ดีในการถ่ายทอดความรู้	4.82	0.50	มากที่สุด
2.3	มีการเตรียมความพร้อมของสื่อและอุปกรณ์การฝึกอบรม	4.77	0.53	มากที่สุด
2.4	เปิดโอกาสให้ผู้เข้าอบรมถาม ตอบ หรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้	4.68	0.57	มากที่สุด
2.5	เปิดโอกาสให้ผู้เข้ารับการอบรมได้ลงมือปฏิบัติจริง	4.82	0.50	มากที่สุด
2.6	การบรรยายของวิทยากรน่าสนใจ	4.86	0.47	มากที่สุด
2.7	ความมุ่งมั่นตั้งใจของวิทยากร	4.91	0.43	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.81	0.50	มากที่สุด
3. ด้านความรู้ความเข้าใจและทักษะที่ได้รับจากการอบรม				
3.1	เทคนิคการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน BLDC Motor	4.50	0.51	มากที่สุด
3.2	ความจำเป็นในการใช้มอเตอร์ไร้แปรงถ่าน	4.55	0.67	มากที่สุด
3.3	หลักการหมุนของมอเตอร์ไร้แปรงถ่าน	4.55	0.67	มาก
3.4	วงจรขับและวงจรป้องกันมอเตอร์ไร้แปรงถ่าน	4.41	0.73	มากที่สุด
3.5	เทคนิคการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน BLDC Motor	4.55	0.67	มากที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
		$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
3.6	ปฏิบัติการใช้งานและการแก้ปัญหาการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน	4.64	0.49	มากที่สุด
3.7	อุปกรณ์การทดลองและการต่อใช้งานควบคุมมอเตอร์	4.50	0.67	มากที่สุด
3.8	เทคนิคการตรวจสอบและแก้ปัญหาในระบบควบคุมมอเตอร์	4.59	0.67	มากที่สุด
3.9	สามารถนำความรู้พื้นฐานเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าไปใช้สอนนักศึกษาให้ทันเทคโนโลยี	4.50	0.91	มากที่สุด
เฉลี่ย		4.53	0.67	มากที่สุด
4. ด้านชุดฝึกอบบรมเทคนิคการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน				
4.1	ขนาดของชุดฝึกอบบรมมีความเหมาะสม	4.68	0.48	มากที่สุด
4.2	ความประณีตและความสวยงามของชุดฝึกอบบรม	4.45	0.60	มาก
4.3	การติดตั้งอุปกรณ์บนชุดฝึกอบบรมมีความเหมาะสม	4.68	0.48	มากที่สุด
4.4	ชุดฝึกอบบรมสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์	4.59	0.50	มากที่สุด
4.5	ชุดฝึกอบบรมสามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ได้จริง	4.68	0.57	มากที่สุด
4.6	ชุดฝึกอบบรมเหมาะสำหรับการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน	4.77	0.43	มากที่สุด
4.7	เอกสารประกอบชุดฝึกอบบรมมีรายละเอียดชัดเจนสามารถเรียนรู้ได้	4.82	0.39	มากที่สุด
4.8	สื่อ QR Code ในเอกสารประกอบเรียนรู้เกิดได้ทุกที่และทุกเวลา	4.86	0.35	มากที่สุด
4.9	ความทันสมัยของชุดฝึกอบบรมและเอกสารประกอบ	4.68	0.65	มากที่สุด
4.10	การได้รับมอบชุดฝึกฯ และคู่มือจะมีประโยชน์ต่อการจัดการศึกษา	4.82	0.50	มากที่สุด
เฉลี่ย		4.70	0.50	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมทุกด้าน		4.67	0.58	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมจำแนกเป็นรายด้าน ดังนี้

- 1) ด้านสถานที่และการดำเนินการทั่วไป พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยความเหมาะสมของอาหารว่าง และอาหารกลางวันมีระดับความพึงพอใจสูงสุด โดยต่ำสุดที่ช่วงเวลาในการอบรม
- 2) ด้านวิทยากรฝึกอบรม พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยความมุ่งมั่นตั้งใจของวิทยากรมีระดับความพึงพอใจสูงสุด และต่ำสุดที่เปิดโอกาสให้ผู้เข้าอบรมถาม ตอบ หรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด
- 3) ด้านความรู้ความเข้าใจและทักษะที่ได้รับจากการอบรม พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด แต่เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ปฏิบัติการใช้งานและการแก้ปัญหาการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน BLDC Motor มีระดับความพึงพอใจสูงสุด และต่ำสุดที่วงจรขับและวงจรป้องกันมอเตอร์ไร้แปรงถ่านอยู่ในระดับมาก

บทความวิจัย

4) ด้านชุดฝึกอบรมเทคนิคการขับมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (BLDC) พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด แต่เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า สื่อ QR Code ในเอกสารประกอบการทำให้การเรียนรู้เกิดได้ทุกที่และทุกเวลา มีระดับความพึงพอใจสูงสุด และต่ำสุดที่ความประณีตและความสวยงามของชุดฝึกอบรมอยู่ในระดับมาก

5. อภิปรายผลการวิจัย

1) ผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า คุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับดี แต่เมื่อพิจารณารายข้อพบว่าสูงสุดอยู่ที่สื่อ QR Code ในเอกสารประกอบการทำให้การเรียนรู้เกิดได้ทุกที่และทุกเวลา ทั้งนี้ เป็นเพราะวิทยากรได้จัดทำเอกสารประกอบการฝึกอบรมที่มีความสมบูรณ์ จำนวน 3 เล่ม โดยในเอกสารมีสื่อออนไลน์ที่สามารถเรียนรู้ผ่าน QR Code ตลอดเวลา

2) ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมเมื่อพิจารณาในภาพรวม พบว่า ทุกด้านมีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุด และด้านที่ค่าเฉลี่ยสูงสุดคือด้านวิทยากรฝึกอบรม โดยเฉพาะในประเด็น ความมุ่งมั่นตั้งใจของวิทยากรมีระดับความพึงพอใจสูงสุด ทั้งนี้ จากสภาพความเป็นจริงที่ผู้ประเมินอยู่ในสถานที่อบรมตลอดเวลา ก็เห็นได้อย่างชัดเจนว่าวิทยากรมีความตั้งใจสูงมาก มีการเตรียมความพร้อมเป็นอย่างดี ส่งผลให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความตั้งใจ มุ่งมั่นตามไปด้วยจนเกินเวลาพักและเกินเวลาเลิกก็ยังให้ความสนใจฝึกอบรม

3) ด้านชุดฝึกอบรมเทคนิคการขับมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (BLDC) พบว่า ความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด แต่เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่าสื่อ QR Code ในเอกสารประกอบการทำให้การเรียนรู้เกิดได้ทุกที่และทุกเวลา มีระดับความพึงพอใจสูงสุด สอดคล้องกับระดับคุณภาพตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะผู้อบรมสามารถเปิดดูผ่านสื่อออนไลน์ได้ทุกที่ทุกเวลาและสามารถทบทวนได้ตลอด

6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

1) ผลการสร้างชุดฝึกอบรมการขับมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (BLDC) ได้ชุดฝึกอบรม จำนวน 14 ชุด พร้อมเอกสารประกอบการอบรม 3 รายการ ผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ภาพรวมอยู่ในระดับดี

2) ระดับพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อการเข้าร่วมโครงการ พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านวิทยากรฝึกอบรมมีระดับความพึงพอใจสูงสุด รองลงมาคือ ด้านชุดฝึกอบรมเทคนิคการขับมอเตอร์แบบไร้แปรงถ่าน (BLDC) และต่ำสุดที่ด้านความรู้ความเข้าใจและทักษะที่ได้รับจากการอบรม

6.2 ข้อเสนอแนะ

1) ควรปรับปรุงกระบวนการจัดอบรมในบางหัวข้อที่ระดับความพึงพอใจต่ำกว่าหัวข้ออื่น ๆ เช่น วงจรขับและวงจรป้องกันมอเตอร์ไร้แปรงถ่าน เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจในความรู้และทักษะที่ได้รับเพิ่มขึ้น

2) ควรมีหน่วยงานที่ส่งเสริม สนับสนุน และพัฒนาสื่อการสอน ชุดฝึกอบรม เอกสารประกอบการสอน หรือตำราในระดับสถาบัน รวมทั้ง ควรส่งเสริม สนับสนุนให้บุคลากรในสังกัดสถาบันการอาชีวศึกษา ได้สร้างและพัฒนาชุดฝึกอบรมหรือสื่อในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อใช้ในการฝึกอบรมหรือใช้ประกอบการสอนในเรื่องที่ทันสมัย

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สมพร ปานดำ. (2564). การจัดการอาชีวศึกษาที่ตอบสนองกับการเปลี่ยนแปลงของโลกอนาคต. วารสารวิชาการ สถาบันการศึกษาภาคใต้ 1, 6(1), 9-22. สืบค้นจาก https://www.ph01.tci-thaijo.org/index.php/csnp_veis1/article/view/244047/166282
- [2] ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- [3] สุเมธ มามาศย์ และอุบลรัตน์ มณีมัย. (2565). เอกสารประกอบการฝึกอบรมระบบสมองกลฝังตัวยานยนต์ สถาบันการศึกษาภาคใต้ 2 ภาคที่ 1 เทคนิคการขับเคลื่อนมอเตอร์ BLDC. กระบี่ : วิทยาลัยเทคนิคกระบี่
- [4] สุเมธ มามาศย์. (2564). หนังสือวีดิโอผ่าน QR ถอดความกลัวแล้วก้าวสู่โลกอิเล็กทรอนิกส์แบบลงมือทำ. กระบี่ : วิทยาลัยเทคนิคกระบี่
- [5] สุเมธ มามาศย์. (2564). การสร้างนวัตกรรมรูปแบบ STEM ในยุค 5G. กระบี่ : วิทยาลัยเทคนิคกระบี่
- [6] มงคล ลาดชูย, ภาคิน ขบขัน, วสุพล กุลเกลี้ยง และณัฐชัย โพธิ์. (2564). การออกแบบและพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าต้นแบบ. วารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี, 1(1), 19-29. สืบค้นจาก <https://pho2.tci-thaijo.org/index.php/JSET/article/view/244148/165801>
- [7] ชลัท วิภาวัฒนกุล และเตชินท์ ศิริเดชวงศ์. (2558). วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงแบบไม่มีแปรงถ่าน. [ปริญญาณิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง]. <http://ebook.lib.kmitl.ac.th/library/book>

การออกแบบสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11

สำหรับเครื่องปรับอากาศ

Developing and Finding Efficiency of F11

Recycling-through-distillation Machine

ภิรมย์ นาคสีทอง¹ ศิรินันท์ เอียดเหลือ² สัจกร ทองมีเพชร³Pirom Nakseethong¹ Sirinun Aidlua² Sajjakorn Thongmephet³¹ สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสงขลา จังหวัดสงขลา 90000

Department of Electrical Power, Songkhla Technical College, Songkhla 90000

² สาขาวิชาสามัญสัมพันธ์ วิทยาลัยเทคนิคสงขลา จังหวัดสงขลา 90000

Department of General Relations, Songkhla Technical College, Songkhla 90000

³ สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสงขลา จังหวัดสงขลา 90000

Department of Mechanical Power Technology., Songkhla Technical College, Songkhla 90000

Corresponding Author: E-mail: pirom-rut@hotmail.com, sirinun.aid@gmail.com

Received: 15 December. 2023; Revised: 15 January. 2024; Accepted: 10 February. 2024;

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 2) ทดสอบและหาประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการทดลอง คือ ช่างซ่อมในสถานประกอบการด้านการซ่อมเครื่องปรับอากาศในสำนักงานและเครื่องปรับอากาศในรถยนต์ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา จำนวน 20 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบบันทึกการทดลอง แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย พบว่า 1) เครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 ที่ออกแบบและสร้างขึ้นสามารถรีไซเคิลน้ำยา F11 ด้วยวิธีการควบแน่น มีระบบควบคุมการทำงานของเครื่อง 2 ระบบ คือ ระบบทำด้วยมือ (Manual) และระบบอัตโนมัติ โดยทั้งระบบรีไซเคิลน้ำยา F11 และระบบการควบแน่นอยู่ในเครื่องเดียวกัน 2) ประสิทธิภาพเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ ด้านโครงสร้าง ได้แก่ ระบบปั๊มดูดน้ำยา F11 ระบบหม้อต้มน้ำร้อน ระบบการทำความเย็นและระบบการควบแน่น ทำงานอยู่ในสภาวะปกติ คิดเป็นร้อยละ 100 ด้านการกลั่นรีไซเคิล ปริมาณน้ำยา F11 ที่ใส่ในหม้อต้ม 6,000 ml. น้ำยา F11 ที่ได้รับการรีไซเคิล 4,190 ml. คิดเป็นร้อยละ 70 และเกิดความสูญเสีย 1,800 ml. คิดเป็นร้อยละ 30 และความพึงพอใจต่อเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : น้ำยา F11 เครื่องกลั่นรีไซเคิล เครื่องปรับอากาศ

Abstract

The objectives of this research were to : 1) design and build an F11 (air conditioner flushing liquid) recycling-through-distillation machine, 2) test and determine the efficiency of the F11 recycling-through-distillation machine, and 3) study the users' satisfaction towards the F11 recycling-through-distillation machine. The target group in the experiment consisted of 20 automotive air-conditioning technicians in a firm repairing office air conditioners and car air conditioners in Mueang District, Songkhla Province derived by purposive sampling method. The research tools included an experimental record form and satisfaction questionnaires calculated by percentage, mean, and standard deviation.

The research results revealed that : 1) the developed machine can recycle F11 through the distillation method. Two systems for controlling the operation of the machine include manual and automatic system with both the F11 liquid recycling system and the distillation system are installed in the same machine. 2) The efficiency of the F11 recycling-through-distillation machine was as follows. (1) In terms of the structure, the machine consisted of F11 liquid pump system, hot water boiler system, cooling system, and distillation system which worked properly in normal conditions calculated as 100 percent efficiency. (2) Regarding the distillation and recycling of F11 liquid, it was found that the amount of F11 put in the boiler was 6,000 ml. With the received recycling amount of 4,190 ml accounting for 70 percent at 1,800 ml loss or 30 percent. 3) Finally, the overall satisfaction of the F11 recycling-through-distillation machine was at the highest level.

Keywords : F11 liquid, recycling-through-distillation machine, air conditioner

1. บทนำ

เครื่องปรับอากาศภายในรถยนต์และเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร เป็นอุปกรณ์ปรับอากาศภายในห้อง ให้มีความเย็นในระดับที่ร่างกายต้องการ ซึ่งทำให้คนมีความรู้สึกสบายกายจึงเป็นที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป แต่หากเมื่อใช้งานไปนาน ๆ และไม่ได้ตรวจเช็คดูแลรักษาอย่างถูกวิธีจะทำให้คอมเพรสเซอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์หลักของระบบทำความเย็นเกิดความเสียหาย เช่น มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ไหม้ หรือส่วนระบบภายในของคอมเพรสเซอร์เกิดความเสียหาย ซึ่งทั้งสองอาการเสียดังกล่าวนี้นี้ช่างซ่อมเครื่องปรับอากาศจะต้องซ่อมโดยการล้างทำความสะอาดระบบภายในของเครื่องปรับอากาศก่อน เพราะความเสียหายของคอมเพรสเซอร์จะทำให้ระบบภายในเกิดการอุดตันเนื่องจากมีเศษวัสดุที่เกิดจากการเสียดสีหรือเกิดจากคราบน้ำมันต่าง ๆ ทำให้น้ำยาความเย็นในระบบเดินทางผ่านท่อไปยังส่วนต่าง ๆ ไม่สมบูรณ์ และทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานหนัก ซึ่งจะเป็นผลให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานและทำให้คอมเพรสเซอร์มีอายุการใช้งานสั้นลง [1] ปัจจุบันมลภาวะทางอากาศ เช่น ฝุ่นละออง คิวโนนพิษ มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ เป็นเหตุทำให้แอร์ในที่อยู่อาศัย สกปรก นอกจากจะไม่ดีต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัยแล้ว ยังทำให้แอร์มีประสิทธิภาพการทำงานที่ถดถอย บั่นทอนอายุการใช้งาน และสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า การล้างแอร์อย่างเป็นประจำจะทำให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ภายในเครื่องแอร์สะอาด

ทำให้ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ ช่วยลดรายจ่ายในการซ่อมแซมอุปกรณ์ต่าง ๆ จึงเป็นวิธีดูแลแอร์ที่ค่อนข้างหนึ่ง การล้างเครื่องปรับอากาศ ถือว่าสำคัญมากและมีประโยชน์ นอกจากจะช่วยให้แอร์มีความเย็น ทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ยังช่วยประหยัดค่าไฟ ยืดอายุการใช้งาน และเป็นการช่วยทำให้อากาศภายในบ้านและรถยนต์ สะอาดและปราศจากเชื้อโรคอีกด้วย

จากการศึกษาขั้นตอนการล้างทำความสะอาดระบบภายในของเครื่องปรับอากาศ โดยที่น้ำยาล้างระบบ หรือน้ำยา F11 ที่นำมาใช้นั้นเป็นสารเคมีชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับล้างทำความสะอาดระบบภายในของเครื่องปรับอากาศ โดยเฉพาะ ฉะนั้นเมื่อน้ำยา F11 วิ่งผ่านเข้าภายในระบบของเครื่องปรับอากาศก็จะชะล้างสิ่งสกปรกและดันเศษวัตถุ ออกมาภายนอก ทำให้อากาศภายในของเครื่องปรับอากาศมีความสะอาด การล้างระบบภายในให้มีความสะอาด ในการซ่อมแต่ละครั้งต้องล้าง 2 - 3 รอบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการสกปรกและขนาดของเครื่องปรับอากาศ ปริมาณการใช้น้ำยาล้างระบบก็ต้องใช้ปริมาณมากตามไปด้วย การซ่อมเปลี่ยนคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ ขนาด 30,000 บีทียู สิ้นเปลืองน้ำยาล้างระบบ F11 จำนวน 5 - 6 ขวด และที่สำคัญน้ำยาล้างระบบที่ผ่านการ ใช้งานแต่ละครั้งจะถูกปล่อยทิ้งโดยไม่ขึ้นขั้นตอนการจัดเก็บหรือกำจัดทิ้งอย่างถูกวิธี จึงเป็นการทำลาย สิ่งแวดล้อมและสร้างมลภาวะให้อากาศ นอกจากนั้นยังสิ้นเปลืองน้ำยาเป็นจำนวนมาก ประกอบกับน้ำยา F11 มีราคาค่อนข้างสูง ประโยชน์จากการนำสารทำความเย็นกลับมาใช้ใหม่อย่างถูกต้อง จะช่วยทำให้คุณลดค่าใช้จ่าย ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสารทำความเย็นและการดำเนินงาน รวมถึงมีส่วนร่วมสำคัญในการรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ตามกฎหมายและระเบียบข้อบังคับอื่น ๆ ด้วย

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงได้ประดิษฐ์เครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศที่มี ประสิทธิภาพ โดยใช้วิธีการควบแน่นและสามารถนำน้ำยาล้างระบบ F11 กลับมาใช้งานได้ใหม่ ทำให้ประหยัด การใช้น้ำยาล้างระบบและช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ลดมลพิษทางอากาศได้อีกด้วย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ
- 2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ
- 2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ช่างซ่อมในสถานประกอบการด้านการซ่อมเครื่องปรับอากาศ ในสำนักงาน และเครื่องปรับอากาศในรถยนต์ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา จำนวน 20 คน โดยวิธีการเลือก แบบเจาะจง

3.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ เครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11

ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพการทำงาน และความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

3.3 ระยะเวลาในการวิจัย ตั้งแต่เดือน พฤษภาคม 2566 ถึง เดือน กุมภาพันธ์ 2567

3.4 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง ใช้เนื้อหาวิชาโครงการบูรณาการกับรายวิชาเครื่องปรับอากาศ

บทความวิจัย

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

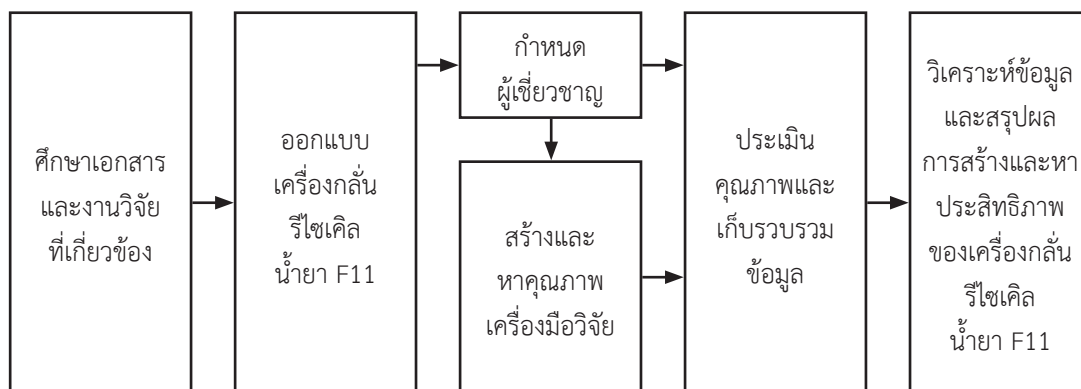
ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ และวางแผนวิธีการดำเนินการสร้างชุดต้นแบบเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ การสร้างเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ มีลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11
2. กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. สร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. นำไปใช้และเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

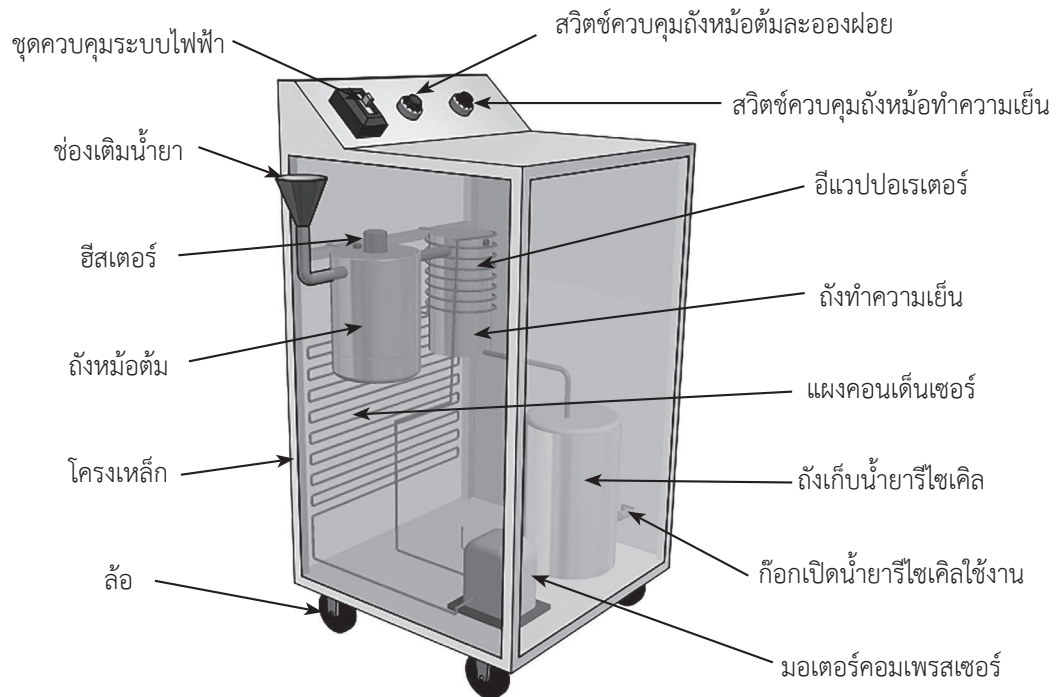
4.1 การออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้ (ภาพที่ 1)

4.1.1 ศึกษาข้อมูล ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลที่เป็นในการสร้างเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ

4.1.2 ขั้นตอนการออกแบบและเขียนแบบร่าง ได้แบบร่างของเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ ดังภาพที่ 2 และสร้างเครื่องต้นแบบ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11



ภาพที่ 2 แบบโครงร่างเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ



ภาพที่ 3 เครื่องต้นแบบเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ

บทความวิจัย

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ ช่างซ่อมในสถานประกอบการด้านการซ่อมเครื่องปรับอากาศในสำนักงานและเครื่องปรับอากาศในรถยนต์ ในจังหวัดสงขลา

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ ช่างซ่อมในสถานประกอบการด้านการซ่อมเครื่องปรับอากาศในสำนักงานและเครื่องปรับอากาศในรถยนต์ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา จำนวน 20 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

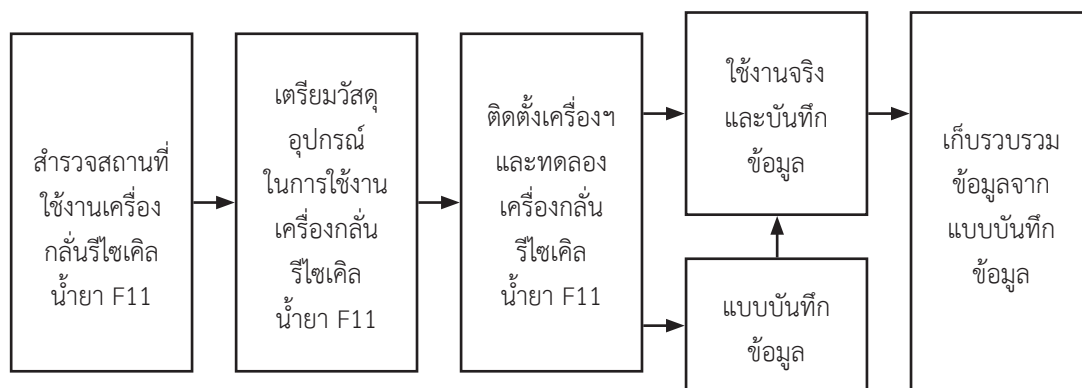
4.3 การประเมินคุณภาพของเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 ในการประเมินคุณภาพเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 มีขั้นตอนดังนี้

4.3.1 แต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 ประกอบด้วย ผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ในการปฏิบัติหน้าที่ในการซ่อมบริการเครื่องปรับอากาศในสำนักงานและเครื่องปรับอากาศในรถยนต์ อย่างน้อย 10 ปี จำนวน 5 คน

4.3.2 สร้างเครื่องมือประเมินคุณภาพ เครื่องมือประเมินคุณภาพเป็นแบบสอบถามแบบประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วย การประเมินการทำงานของเครื่องรีไซเคิล 4 ด้าน ดังนี้ ด้านที่ 1 ระบบปั๊มดูดน้ำยา ด้านที่ 2 ระบบหม้อต้มน้ำร้อน ด้านที่ 3 ระบบการทำความเย็น และด้านที่ 4 ระบบการควบแน่น

4.6.3 ประเมินคุณภาพ โดยสถิติการทำงานของเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 ให้ผู้เชี่ยวชาญดู และตอบข้อซักถาม จากนั้นแจกแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพการทำงานของเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 และหากมีข้อเสนอแนะให้บันทึกลงในแบบสอบถาม เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม และวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน หากมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 3.50 ถือว่าเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 มีคุณภาพผลการประเมินคุณภาพ

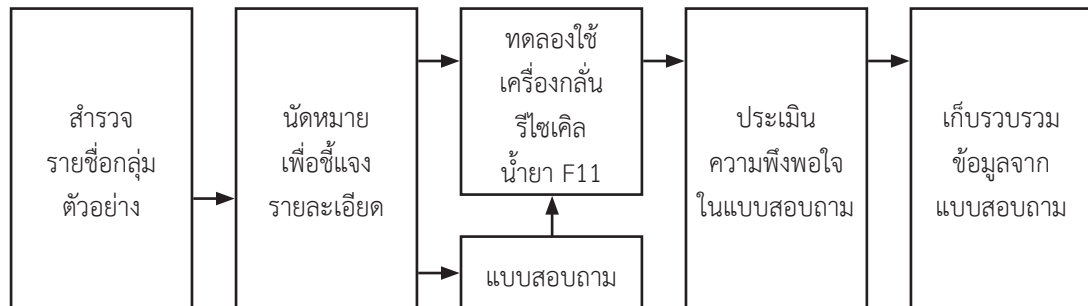
4.4 เครื่องมือในการวิจัย เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย 1) แบบบันทึกข้อมูล และ 2) แบบสอบถาม มีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การสร้างเครื่องมือวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11

4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินความพึงพอใจ

4.5.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองใช้เครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 เพื่อประเมินความพึงพอใจ มีขั้นตอนดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ภาพการเก็บรวบรวมข้อมูลผลจากการทดลองเพื่อประเมินความพึงพอใจในการใช้งาน

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลผลการวิจัย

การวิเคราะห์ผลการวิจัย ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล 1) วิเคราะห์ข้อมูลการทดลองและกลุ่มตัวอย่างที่ได้ทำการประเมินเครื่องต้นแบบ โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) การหาค่าร้อยละ

5. ผลการวิจัย

การออกแบบและสร้างเครื่องรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ รายละเอียดองค์ประกอบของชิ้นส่วนด้านซ้ายและขวาแสดงดังภาพที่ 6

5.1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศตามลำดับขั้นตอนของแบบร่างและได้เครื่องต้นแบบ ซึ่งมีคุณสมบัติหรือคุณลักษณะ ดังนี้

5.1.1 สามารถรีไซเคิลน้ำยา F11 ด้วยวิธีการควบแน่น

5.1.2 มีระบบควบคุมการทำงานของเครื่อง 2 ระบบ คือ ระบบทำด้วยมือ และระบบอัตโนมัติ

5.1.3 มีระบบรีไซเคิลน้ำยา F11 และระบบการควบแน่นอยู่ภายในเครื่องเดียวกัน

5.2 ผลการหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11



ภาพที่ 6 เครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ

บทความวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องรีไซเคิลน้ำยา F11 ได้ผลการทดลอง ดังนี้

5.2.1 การทดลองการทำงานของระบบส่วนต่าง ๆ ของเครื่องรีไซเคิลน้ำยา F11 โดยทำการทดลองซ้ำ ๆ จำนวน 5 ครั้ง ใช้วิธีการสังเกตอย่างใกล้ชิด แล้วบันทึกผลลงในแบบฟอร์มเก็บข้อมูล ซึ่งสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการทำงานของระบบต่าง ๆ ของเครื่องรีไซเคิลน้ำยา F11

ทดลอง ครั้งที่	ตารางทดลองการทำงานของระบบรีไซเคิลน้ำยา F11								
	ปั๊มดูดน้ำยา F11 จากถัง		หม้อต้มน้ำร้อน		ระบบทำความเย็น		การควบแน่น		หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	ปกติ	ผิดปกติ	ปกติ	ผิดปกติ	ปกติ	ผิดปกติ	
ครั้งที่ 1	✓		✓		✓		✓		
ครั้งที่ 2	✓		✓		✓		✓		
ครั้งที่ 3	✓		✓		✓		✓		
ครั้งที่ 4	✓		✓		✓		✓		
ครั้งที่ 5	✓		✓		✓		✓		
สรุป	100		100		100		100		ร้อยละ

จากตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองการทำงานของระบบรีไซเคิลน้ำยา F11 ดำเนินการทดลอง จำนวน 4 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนการทำงานของปั๊มดูดน้ำยา F11 ที่ใช้งานแล้วจากถังรองรับน้ำยา F11 ส่วนการทำงานของหม้อต้มน้ำร้อน ส่วนการทำงานของระบบทำความเย็นและส่วนการทำงานของระบบควบแน่น ทำการทดลองจำนวน 5 ครั้ง พบว่า ปั๊มดูดน้ำยา F11 จากถัง มีทำงานคิดเป็นร้อยละ 100 อยู่ในสภาวะปกติ หม้อต้มน้ำร้อนทำงานคิดเป็นร้อยละ 100 อยู่ในสภาวะปกติ ระบบทำความเย็น ทำงานคิดเป็นร้อยละ 100 อยู่ในสภาวะปกติ และระบบการควบแน่น ทำงานคิดเป็นร้อยละ 100 อยู่ในสภาวะปกติ

5.2.1 การทดลองหาประสิทธิภาพการกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 โดยใช้น้ำยา F11 ที่ผ่านการใช้งานแล้วจำนวน 6,000 มิลลิลิตร ต้มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาต่าง ๆ แล้วบันทึกผลลงในแบบฟอร์มเก็บข้อมูล ซึ่งสรุปผลการทดลองได้ แสดงผลในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพการกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 มีดังนี้

ครั้งที่บันทึกผล	เวลาที่ใช้ในการกลั่น (นาท)	ปริมาณน้ำยาที่รีไซเคิลได้ (ml)
1	5	100
2	10	220
3	15	340
4	20	520
5	30	700
6	40	900
7	50	1150
8	60	1450
9	90	2380
10	120	3380
11	150	4190

จากตารางที่ 2 แสดงผลการหาประสิทธิภาพการกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 พบว่า ปริมาณน้ำยา F11 ที่ใส่ในหม้อต้ม 6,000 ml. อุณหภูมิในการต้มจุดเดือดที่ 50 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลา 150 นาที น้ำยา F11 ที่ได้รับการรีไซเคิล 4,190 ml. คิดเป็นร้อยละ 70 และเกิดความสูญเสีย 1,800 ml. คิดเป็นร้อยละ 30

5.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการสำรวจความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 (N = 20)

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	รูปร่าง	4.80	0.41	มากที่สุด
2	ขั้นตอนการทำงาน	4.90	0.31	มากที่สุด
3	ระบบความปลอดภัย	4.60	0.50	มากที่สุด
4	ความสะดวก รวดเร็ว	5.00	0.00	มากที่สุด
5	ลักษณะของอุปกรณ์	5.00	0.00	มากที่สุด
6	การใช้งานได้จริง	5.00	0.00	มากที่สุด
โดยภาพรวม		4.90	0.30	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 แสดงผลการสำรวจความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.90 , S.D. = 0.30) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ความสะดวก รวดเร็ว ลักษณะของอุปกรณ์ การใช้งานได้จริง ประสิทธิภาพ ขั้นตอน รูปร่าง ระบบความปลอดภัย ผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดเช่นกัน

6. อภิปรายผลการวิจัย

การออกแบบสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ อภิปรายผลได้ดังนี้

1) เครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ สามารถรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ ด้วยวิธีการควบแน่น ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องมี 2 ระบบ คือ ระบบเมลนวลและระบบอัตโนมัติ นอกจากนั้นยังมีระบบรีไซเคิลน้ำยา F11 และระบบการควบแน่นอยู่ภายในเครื่องเดียวกัน

2) ประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 มีประสิทธิภาพ

ด้านโครงสร้าง ได้แก่ ระบบปั๊มดูดน้ำยา F11 ระบบหม้อต้มน้ำร้อน ระบบการทำความเย็นและระบบการควบแน่น ทั้งสี่ระบบทำงานอยู่ในสภาวะปกติ คิดเป็นร้อยละ 100 และประสิทธิภาพ

ด้านการกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 พบว่า ปริมาณน้ำยา F11 ที่ใส่ในหม้อต้ม 6,000 ml. จะได้น้ำยา F11 จากการกลั่นรีไซเคิล 4,190 ml. คิดเป็นร้อยละ 70 และมีน้ำยา F11 ที่เกิดความสูญเสีย 1,800 ml. คิดเป็นร้อยละ 30 ความพึงพอใจต่อเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

1) เครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ สามารถรีไซเคิลน้ำยา F11 ด้วยวิธีการควบแน่น มีระบบควบคุมการทำงานของเครื่อง 2 ระบบ คือ ระบบทำด้วยมือและระบบอัตโนมัติ มีระบบรีไซเคิลน้ำยา F11 และระบบการควบแน่นอยู่ภายในเครื่องเดียวกัน

2) ประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 มีประสิทธิภาพ (1) ด้านโครงสร้าง ได้แก่ ระบบปั๊มดูดน้ำยา F11 ระบบหม้อต้มน้ำร้อน ระบบการทำความเย็นและระบบการควบแน่น ทำงานอยู่ในสภาวะปกติ คิดเป็นร้อยละ 100 และประสิทธิภาพ (2) ด้านการกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 พบว่า ปริมาณน้ำยา F11 ที่ใส่ในหม้อต้ม 6,000 ml. น้ำยา F11 ที่ได้รับจากการรีไซเคิล 4,190 ml. คิดเป็นร้อยละ 70 และเกิดความสูญเสีย 1,800 ml. คิดเป็นร้อยละ 30

สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องเครื่องรีไซเคิลทินเนอร์ใช้แล้ว ซึ่งมีรายละเอียดการประดิษฐ์ประกอบด้วย ตัวโครง ที่มีผนังด้านข้างสองด้านเจาะรูเป็นแผงระบาย อากาศ ส่วนผนังด้านหน้าสามารถเปิดฝาได้บางส่วน เพื่อให้เก็บทินเนอร์ที่ได้จากเครื่องรีไซเคิลและทิ้งกากของเสียจากการทำงานของเครื่อง ในส่วนของด้านหลังของเครื่องจะติดแผงระบายความร้อน และผนังด้านบนมีถังความดัน โดยส่วนล่างของตัวโครงจะเป็นขาตั้งติดล้อ ซึ่งภายในของเครื่องรีไซเคิล ประกอบด้วย ถังความดันที่ด้านใต้ของถังติดอุปกรณ์ทำความร้อนและภายในถังมีการต่อท่อโลหะทั้งด้านบนและด้านล่าง โดยที่ด้านบนได้ต่อท่อโลหะไปยังแผงระบายความร้อน ส่วนด้านล่างต่อท่อโลหะ ไปยังถังเก็บกากของเสีย อีกทั้งยังมีพัดลมวาง ในระดับความสูงเดียวกับแผงระบายความร้อน เพื่อช่วยระบายความร้อน พร้อมทั้งถังที่ใช้อุณหภูมิทินเนอร์จากวาล์วที่ต่อจากส่วนควบแน่น และถังที่ไว้รองรับกากของเสียจากถังความดัน จากการประดิษฐ์เครื่องรีไซเคิลทินเนอร์ใช้แล้ว สามารถรีไซเคิลทินเนอร์ที่ใช้แล้วได้ถึง ร้อยละ 50 และเครื่องสามารถบรรจุทินเนอร์ได้ประมาณ 8 - 10 ลิตร/ครั้ง ซึ่งทำให้ลดค่าใช้จ่ายเป็นอย่างมาก เมื่อเทียบกับการซื้อทินเนอร์ใหม่ [1] งานวิจัยเรื่องเครื่องหลอมรีไซเคิลโฟมอีพีเอส (EPS) ซึ่งประกอบไปด้วย โครงสร้างที่ยึดติดกับแผ่นเพลททำหน้าที่ รองรับและจับยึดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่อง มีชุดปั๊มหยาดทำหน้าที่

เกี่ยวก่อนโคมจากการป้อนเข้าสู่กระบวนการตีป่นและลดขนาดเพื่อให้ได้ขนาดตามความเหมาะสมก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการตีป่นละเอียด จากนั้นชุดตีป่นละเอียด ทำหน้าที่ตีป่นโคมที่มาจากกระบวนการตีป่นหยาบให้มีขนาดลดลงตามที่กำหนด [3] และงานวิจัยเรื่องเครื่องรีไซเคิลน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว ที่มีตัวฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านบนมีถึงทั้งหมด 5 ใบ โดยแต่ละใบจะมีท่อต่อถึงกัน ถึงใบที่ 1 เป็นถึงทำปฏิกิริยาใช้ในการผสมสารเคมีให้ทำปฏิกิริยากับน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว ด้านบนของถังจะมีมอเตอร์สำหรับขับเพลลา ใบกวนซึ่งอยู่ภายในถัง ถึงใบที่ 2 เป็นถึงตักตะกอนมีหน้าที่พิกส่วนผสมระหว่างน้ำมันพืชที่ใช้แล้วกับสารเคมีเพื่อรอให้ตักตะกอนและแยกชั้นโดยที่ด้านข้างของถังจะมีท่อใส่สำหรับมองดูการแยกชั้นภายในถัง ถึงใบที่ 3 เป็นถึงล้างสารเคมี และดักไขมันซึ่งด้านล่างของถังจะเป็นทรงกรวยพร้อมวาล์วปิด - เปิด ด้านบนจะมีท่อน้ำเข้าพร้อม หัวสเปรย์น้ำให้เป็นฝอยละอองถึงใบที่ 4 เป็นถึงเก็บน้ำมันไบโอดีเซลที่ได้จากการผลิตเพื่อรอนำไปใช้งาน ถึงใบที่ 5 เป็นถึงผสมสารเคมีซึ่งทำจากพลาสติกมีหน้าที่ผสมโซเดียมไฮดรอกไซด์กับเมทิลแอลกอฮอล์ ซึ่งเมื่อนำน้ำมันพืชที่ใช้แล้วมาผ่านกระบวนการกับเครื่องรีไซเคิลน้ำมันพืชที่ใช้แล้วจะได้ไขมันไบโอดีเซล ที่สามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลทั่วไป [4]

3) กลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 อยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

- 1) การใช้งานเครื่องกลั่นรีไซเคิลน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ ผู้ใช้งานควรศึกษาคู่มือการใช้งานให้ละเอียด
- 2) ควรพัฒนาผลงานวิจัยนี้ให้มีน้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายสะดวก
- 3) ควรพัฒนาส่วนของหม้อต้มน้ำยา F11 สำหรับเครื่องปรับอากาศ จากการดัดแปลงของเหลวเป็นการฉีดน้ำยา F11 ให้เป็นละอองฝอย

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] ธรรมฤทธิ์ วนิชเรืองชัย. (2554). การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมอาชีพช่างซ่อมเครื่องปรับอากาศรถยนต์. *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา*, 23(78), 83.
- [2] อุดลย์ จรรยาเลิศอุดลย์, มงคล ปุษยตานนท์ และสมภพ สนองราช. (2558). เครื่องรีไซเคิลทินเนอร์ใช้แล้ว. การประชุมวิชาการระดับชาติ มอ.บ.วิจัย ครั้งที่ 10. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- [3] ขวัญชัย เสวรินทร์. (2562). เครื่องหลอมรีไซเคิลโคมอีพีเอส (EPS). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [4] อำนาจ อิมสุข และคณะ. (2552). เครื่องรีไซเคิลน้ำมันพืชที่ใช้แล้ว. ปราจีนบุรี : วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี.

การพัฒนาอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ Development of Automotive Wheel Bearing Grease Equipment

ชนบ เพชรซ้อน¹ เฉลิม เดิมหมวก² ปฐิพัทธ์ มีทอง³ พช แก้วเขียว⁴ สราวุธ คังสุ⁵

Kanop Phectson¹ Chaleam Demmuck² Pathiphat Meethong³

Poch Kaewkheaw⁴ Sarawut Khongsuk⁵

¹⁻⁴ ภาควิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคยะลา จังหวัดยะลา 95000

Mechanical Department, Yala Technical college, Yala 95000

⁵ วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกปัตตานี จังหวัดปัตตานี 94170

Kanchanaphisek Pattani Technical college, Pattani 94170

¹ Corresponding Author: E-mail: kanop7898@gmail.com

Received: 15 December. 2023; Revised: 15 January. 2024; Accepted: 10 February. 2024;

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสร้างอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ 2) เพื่อศึกษาระดับความดันและระยะเวลาที่เหมาะสมในการอัดจาระบีของอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ 3) เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการอัดจาระบีด้วยมือกับอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่ออุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยคือผู้เชี่ยวชาญทางด้านยานยนต์ จำนวน 10 คน ประกอบด้วยผู้สอนด้านเทคโนโลยียานยนต์ จำนวน 5 คน และบุคลากรในสถานประกอบการด้านยานยนต์ จำนวน 5 คน ซึ่งเป็นการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่ออุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) อุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อรถยนต์ด้วยระบบความดัน สามารถนำไปใช้งานในการอัดจาระบีลูกปืนล้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ 2) ความดันและระยะเวลาที่เหมาะสมในการอัดจาระบีพบว่าความดันและระยะเวลาที่เหมาะสมคือความดันอยู่ที่ 5 บาร์ และระยะเวลาอยู่ที่ 30.40 วินาที 3) ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในการอัดจาระบีด้วยมือกับอุปกรณ์อัดจาระบีพบว่าระยะเวลาในการอัดจาระบีด้วยอุปกรณ์อัดจาระบีเร็วกว่ามาก และ 4) ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่ออุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อรถยนต์อยู่ในระดับดี

คำสำคัญ : จาระบี อุปกรณ์อัดจาระบี ลูกปืนล้อรถยนต์

Abstract

The objectives of this study were to : (1) design and develop an automotive wheel bearing lubricating grease equipment, (2) study the optimal pressure and the lubrication time of the automotive wheel bearing lubrication equipment, (3) compare the manual lubrication time and that of the automotive wheel bearing lubrication equipment, and (4) study users' satisfaction towards the automotive wheel bearing lubricating grease equipment. The samples included 10 experts consisting of 5 automotive technology teachers and 5 automotive operation personnel. The research tool was users' satisfaction questionnaires analyzed by mean and standard deviation.

The results are as follows. 1) The wheel bearing lubrication equipment can be effectively used to lubricate automotive wheel bearings. 2) The optimal pressure for lubricating grease was 5 bar with the optimal lubrication time of 30.40 seconds. The comparison of the operation time between the manual lubrication and the lubricating grease equipment showed that the lubricating grease equipment could lubricate grease much faster than that of the manual one. 4) Finally, the experts reported their satisfaction towards the lubrication equipment at a very high level.

Keywords : grease, grease equipment, automotive wheel bearings

1. บทนำ

รถยนต์เป็นยานพาหนะที่มีความจำเป็นในการใช้สำหรับการเดินทางและการขนส่ง จากข้อมูลสถิติของกลุ่มสถิติการขนส่งกองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก ณ วันที่ 30 พฤษภาคม 2565 มีจำนวนรถยนต์ที่จดทะเบียนสะสมเป็นจำนวนมากถึง 41,955,920 คัน [1] และแนวโน้มการใช้รถยนต์เป็นยานพาหนะจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อมีการใช้งานรถยนต์จะทำให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของรถยนต์เกิดการสึกหรอ จำเป็นจะต้องมีการบำรุงรักษาตามระยะทางหรือเวลาที่กำหนดอย่างต่อเนื่อง เพื่อช่วยยืดอายุการใช้งานของชิ้นส่วนรถยนต์ โดยเฉพาะชิ้นส่วนที่มีการเคลื่อนที่และมีการเสียดสีอยู่ตลอดเวลาตัวอย่างเช่น ตลับลูกปืนล้อรถยนต์ซึ่งเป็นชิ้นส่วนของรถยนต์ที่รับน้ำหนักจากการบรรทุก ส่งผลทำให้ตลับลูกปืนล้อรถยนต์เกิดการเสียดสีและได้รับความร้อนสูงตลอดเวลาการใช้งานและลูกปืนล้อจะใช้ระยะเวลาเป็นสัปดาห์หรือเดือนสามารถลดภาระของเครื่องยนต์ ที่ใช้ในการขับเคลื่อนได้ ลูกปืนล้อรถยนต์เป็นชิ้นส่วนที่ช่วยลดความฝืดและแรงเสียดทานระหว่างแกนของดุมล้อ ขณะรถยนต์ขับเคลื่อน ตลับลูกปืนล้อก็จะหมุนได้อย่างไหลลื่นลดการเสียดสีในขณะล้อหมุนขับเคลื่อน ลูกปืนล้อติดตั้งอยู่บริเวณดุมล้อหากไม่มีลูกปืนล้อจะทำให้ภาระของเครื่องยนต์เพิ่มมากขึ้น และทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากกับดุมล้อเมื่อลูกปืนล้อเกิดความเสียหายหรือเสื่อมสภาพจะทำให้สมรรถนะของรถยนต์ลดลง ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ขับขี่ได้ ประสิทธิภาพการทำงานของลูกปืนล้อขึ้นอยู่กับการใช้งาน สภาพพื้นผิวการจราจร สภาพยาง ประสิทธิภาพการทำงานของช่วงล่างรถยนต์ นิสัยการขับขี่ของผู้ขับขี่ด้วยซึ่งเป็นปัจจัย ที่ส่งผลทำให้ระยะเวลาการใช้งานลูกปืนล้อสั้นลง การบำรุงรักษาโดยทั่วไปส่วนใหญ่จะทำการเปลี่ยนจาระบีลูกปืนล้อที่ระยะทาง 60,000 กิโลเมตรหรือระยะเวลาทุก ๆ 18 เดือน [2] การใช้จาระบีหรือน้ำมันหล่อลื่นในตลับลูกปืนร่อนลึก พบว่า หากมีการเปลี่ยนแปลง

ความเข้มข้นของสารปนเปื้อนและขนาดอนุภาค จะส่งผลต่อการสันดาปของตะลึงลูกปืนได้ โดยปริมาณและขนาดอนุภาคที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความสันดาปเพิ่มขึ้นเช่นกัน [3] ดังนั้นผู้ขับซึ่งจำเป็นต้องสังเกตอาการผิดปกติของช่วงล่างของรถยนต์อยู่เสมอ เช่น ตรวจสอบเสียงผิดปกติขณะวิ่งหรืออาการส่ายของรถยนต์ขณะใช้ความเร็วสูง หากเกิดอาการดังกล่าว ควรนำไปให้ศูนย์บริการหรือช่างที่ชำนาญงานตรวจเช็คลูกปืนล้อรถยนต์ เพื่อความปลอดภัยของผู้ขับ ซึ่งเมื่อเกิดปัญหาที่เกี่ยวกับลูกปืนล้อรถยนต์ เช่น ลูกปืนสึกหรอ หรือถึงระยะเปลี่ยนจาระบีลูกปืนล้อ สถานประกอบการต่าง ๆ หรือศูนย์บริการใช้วิธีการอัดจาระบีให้กับลูกปืนล้อรถยนต์ วิธีการโดยทั่วไปจะนำจาระบี ซึ่งมีลักษณะเหนียวข้น เป็นต้น [4] เทลงไปบนฝ่ามือแล้วนำตะลึงลูกปืนล้อมาเคาะอัดให้จาระบีไหลแทรกเข้าไปในตะลึงลูกปืนล้อจนเต็ม ในระหว่างที่เคาะอัดให้จาระบีไหลเข้าไปในลูกปืนล้อจะมีจาระบีส่วนหนึ่งได้ออกจากลูกปืนล้อหรือบางส่วนติดอยู่บนฝ่ามือ ทำให้เกิดการสูญเสียปริมาณจาระบี และเกิดความสกปรกเปื้อนมือจากคราบของจาระบี ซึ่งล้างทำความสะอาดได้ยาก จาระบีเป็นสารเคมีที่มีส่วนผสมของสบู่สังเคราะห์ สบู่เคมี กราฟต์ เป็นต้น [4] ซึ่งอาจทำให้ผู้ใช้เกิดอันตรายจากสารเคมีเป็นส่วนผสมอยู่ในจาระบีได้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสร้างอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อ เพื่อให้มีความสะดวก รวดเร็ว สามารถอัดจาระบีเข้าไปในร่องลูกปืนล้อได้เต็มตะลึงลูกปืนโดยใช้ความดันลมในการอัด ทำให้ลดการสูญเสียจาระบี ลดความสกปรก ความเปรอะเปื้อนที่เกิดจากจาระบีที่ติดมือ และลดการสะสมของสารเคมีที่เข้าสู่ร่างกาย [5] อันเกิดจากการสัมผัสจาระบี โดยตรงของผู้ปฏิบัติงานทำให้เกิดความปลอดภัยให้แก่ผู้ปฏิบัติงานเพิ่มมากขึ้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์
- 2.2 เพื่อศึกษาระดับความดันและระยะเวลาที่เหมาะสมในการอัดจาระบีของอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์
- 2.3 เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการอัดจาระบีด้วยมือกับอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์
- 2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่ออุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์

3. สมมติฐานในการวิจัย

- 3.1 ระดับความดันที่มากขึ้นส่งผลทำให้ระยะเวลาการอัดจาระบีลูกปืนล้อของอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์น้อยลง
- 3.2 การอัดจาระบีลูกปืนล้อด้วยอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์มีความเร็วกว่าการอัดจาระบีลูกปืนล้อด้วยมือ
- 3.3 ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่ออุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ในระดับดี

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การสร้างอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้ คือ

1) ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน และปัญหาเกี่ยวกับวิธีการอัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์โดยการสอบถามผู้เชี่ยวชาญที่ปฏิบัติงานในสถานประกอบการตลอดจนครูผู้สอนด้านเทคโนโลยียานยนต์

2) วางแผนในการจัดสร้างโดยการศึกษารูปแบบของอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์จากเอกสาร ตำรา ตลอดจนการค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต นอกจากนี้ก็ยังปรึกษากับผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์

3) ออกแบบและเขียนแบบส่วนประกอบของอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ที่มีความเหมาะสม ได้แก่ ระบบความดันใช้อุปกรณ์ประกอบด้วยกระบอกอัด แป้นยึด ฝาปิด และเกจวัดความดัน

4) ดำเนินการสร้างอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ตามแบบ

5) นำไปทดลองและตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อรถยนต์ เพื่อให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพสามารถนำมาใช้อัดจาระบีลูกปืนล้อรถยนต์ได้

4.2 ศึกษาระดับความดันและระยะเวลาที่เหมาะสมในการอัดจาระบีของอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์

สำหรับการใช้อุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์เพื่ออัดจาระบีลูกปืนล้อ นั้น ผู้วิจัยได้ติดตั้งลูกปืนล้อเข้ากับอุปกรณ์ให้เรียบร้อยหลังจากนั้นทำการใช้อุปกรณ์อัดจาระบีโดยที่บรรจุจาระบีให้เต็มภายในกระบอกอัด ปิดฝากระบอกให้สนิท ต่อสายลม แล้วทำการเปิดวาล์วเพื่อให้ลมอัดจาระบีเข้าไปในลูกปืนล้อรถยนต์ ที่ระดับความดันแตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 3, 4, 5 และ 6 บาร์ ทำซ้ำจำนวน 5 ครั้ง บันทึกเวลาในการอัดจาระบีจนเต็มลูกปืนล้อเป็นวินาที แล้วนำเวลาที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย

4.3 เปรียบเทียบระยะเวลาในการอัดจาระบีด้วยมือกับอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์

4.3.1 การอัดจาระบีด้วยมือ โดยการนำลูกปืนล้อรถยนต์มาอัดจาระบีด้วยมือวิธีการแบบดั้งเดิม คือ นำจาระบีปาดบนฝ่ามือ จากนั้นนำลูกปืนล้อมาเคาะอัดให้จาระบีไหลเข้าไปในลูกปืนล้อจนเต็ม จับเวลาตั้งแต่เริ่มต้นจนบรรจุจาระบีจนเต็ม ทำซ้ำจำนวน 5 ครั้ง โดยบันทึกเวลาในการอัดจาระบีเป็นวินาที

4.3.2 การอัดจาระบีด้วยอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ โดยวิธีการเดียวกับการทดลองที่หัวข้อที่ 4.2 ทำซ้ำจำนวน 5 ครั้ง โดยบันทึกเวลาในการอัดจาระบีเป็นวินาที

4.3.3 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านเวลาของการอัดจาระบีลูกปืนล้อรถยนต์ด้วยมือกับอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.4 ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่ออุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยคือ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านยานยนต์ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ด้านการสอน และการปฏิบัติงานในสถานประกอบการไม่น้อยกว่า 5 ปี ในเขตจังหวัดยะลา ประกอบด้วยผู้สอนด้านเทคโนโลยียานยนต์ จำนวน 5 คน และบุคลากรในสถานประกอบการด้านยานยนต์ จำนวน 5 คน รวม 10 คน ซึ่งเป็นการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานอุปกรณ์อัจฉริยะปลูกปิ่นล่อสำหรับรถยนต์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้อุปกรณ์อัจฉริยะปลูกปิ่นล่อรถยนต์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ของลิเคิร์ต (Likert Scale) นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสร็จเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรงของข้อคำถามแต่ละข้อ (IOC) ผลการวิเคราะห์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ แบบประเมินแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน และด้านคุณภาพการอัจฉริยะ และข้อเสนอแนะอื่น ๆ โดยผู้วิจัยได้กำหนดน้ำหนักคะแนนออกเป็น 5 ระดับ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบระดับความคิดเห็น ดังนี้

5 หมายถึง	ดีมาก
4 หมายถึง	ดี
3 หมายถึง	ปานกลาง
2 หมายถึง	น้อย
1 หมายถึง	ควรปรับปรุง

2) การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

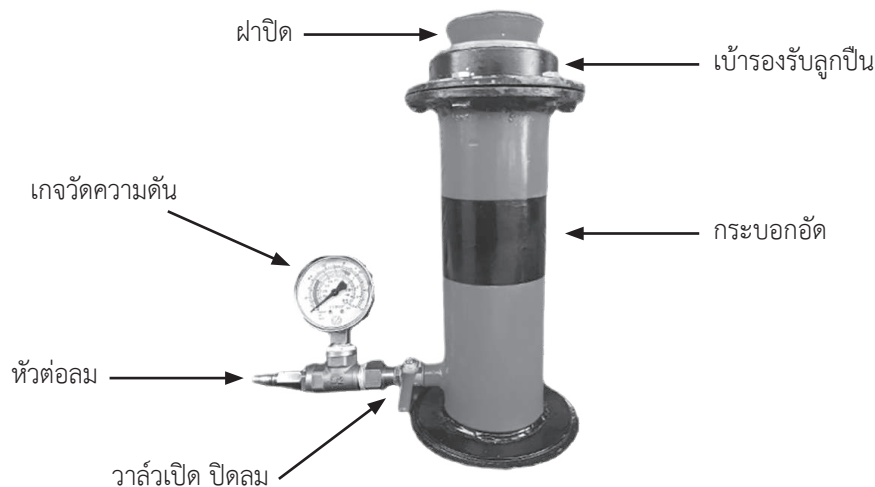
นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่ออุปกรณ์อัจฉริยะปลูกปิ่นล่อสำหรับรถยนต์ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean, $\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.)

การแปลความหมายของค่าน้ำหนักคะแนนพึงพอใจที่มีต่ออุปกรณ์อัจฉริยะปลูกปิ่นล่อสำหรับรถยนต์ที่เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า เพื่อความสะดวกในการแปลความหมายผู้วิจัยจะใช้เกณฑ์การประมาณค่า [6] ดังนี้

1.00 – 1.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับควรปรับปรุง
1.50 – 2.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
2.50 – 3.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
3.50 – 4.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี
4.50 – 5.00	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

5. ผลการวิจัย

5.1 อุปกรณ์อัจฉริยะปลูกปิ่นล่อสำหรับรถยนต์ จะมีโครงสร้างของอุปกรณ์ประกอบด้วย กระบอกอัจฉริยะบรรจุจาระบี วัสดุจะเป็นเหล็กทอกกลมกลวงพร้อมฝาปิดกระบอก เบ้ารองรับปลูกปิ่น และต่อเชื่อมกับ วาล์วเปิด – ปิดลมติดตั้งเกจวัดความดันลมพร้อมกับข้อต่อที่ใช้สำหรับต่อสายลม ส่วนฐานของอุปกรณ์จะทำเป็นแป้นกลมเชื่อมยึดติดกับกระบอกบรรจุจาระบี ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อรถยนต์

5.2 การศึกษาความดันและเวลาที่เหมาะสมในการอัดจาระบีของอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์

ผลการศึกษาระดับความดัน 3, 4, 5 และ 6 บาร์ ในการอัดจาระบีของอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ ทดลองซ้ำ 5 ครั้ง ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการอัดจาระบีจนเต็มลูกปืนล้อรถยนต์ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การศึกษาความดันและเวลาที่เหมาะสมในการอัดจาระบีของอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์

ความดัน (บาร์)	เวลาที่ใช้ในการอัดจาระบี (วินาที)					ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
3	40	42	41	44	43	42.00
4	38	37	39	36	37	37.40
5	30	29	32	31	30	30.40
6	27	29	26	24	26	26.40

จากตารางที่ 1 พบว่า เวลาที่ใช้ในการอัดจาระบีของอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ ที่ความดัน 3 บาร์ ใช้เวลาเฉลี่ยในการอัดจาระบีมากที่สุด 42 วินาที และเมื่อใช้ความดันเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ระยะเวลาลดลงตามลำดับ โดยการใช้ความดัน 4, 5 และ 6 บาร์ ใช้เวลาเฉลี่ยในการอัดจาระบีให้เต็มล้อลูกปืนล้อรถยนต์ 37.40 30.40 26.40 วินาที ตามลำดับ

5.3 การเปรียบเทียบระยะเวลาในการอัดจาระบีด้วยมือกับอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์

ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในการอัดจาระบีด้วยมือกับอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ทดลองซ้ำ 5 ครั้ง ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการอัดจาระบีจนเต็มลูกปืนล้อรถยนต์ของทั้ง 2 วิธี ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบระยะเวลาในการอัดจาระบีด้วยมือกับอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์

ครั้งที่	อัดจาระบีลูกปืนล้อด้วยมือ (วินาที)	อัดจาระบีลูกปืนล้อด้วยอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อ (วินาที)
1	125	30
2	112	29
3	108	32
4	130	31
5	128	30
เฉลี่ย	120.60	30.40

จากตารางที่ 2 พบว่า ระยะเวลาในการอัดจาระบีลูกปืนล้อด้วยมือใช้เวลาในการอัดเฉลี่ยเท่ากับ 120.60 วินาที และระยะเวลาในการอัดจาระบีลูกปืนล้อด้วยอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 30.40 วินาที แสดงว่าการอัดจาระบีลูกปืนล้อรถยนต์ด้วยอุปกรณ์การอัดจาระบีจะมีความเร็วในการอัดจาระบีมากกว่าการอัดจาระบีด้วยมือ 90.20 วินาที หรือประมาณ 4 เท่าของการอัดจาระบีด้วยมือ

5.4 การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่ออุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์

ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่ออุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ ทั้ง 3 ด้าน มีรายละเอียดรายด้าน ดังนี้

1) การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่ออุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ด้านโครงสร้าง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความหมายของด้านโครงสร้าง

ด้านการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. ความเหมาะสมของการออกแบบ	4.78	0.54	ดีมาก
2. ความเหมาะสมของอุปกรณ์	4.22	0.44	ดี
3. ความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้	4.44	0.53	ดี
4. ความปลอดภัย	3.89	0.33	ดี
5. ความเหมาะสมของขนาดรูปร่าง	4.33	0.50	ดี
6. ความคงทนแข็งแรง	4.89	0.33	ดีมาก
เฉลี่ยโดยภาพรวม	4.43	0.44	ดี

บทความวิจัย

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่ออุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.43 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 ดังนั้น ด้านโครงสร้างจึงอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก จำนวน 2 ข้อ คือ ข้อที่ 1 ด้านความเหมาะสมของการออกแบบ และข้อที่ 6 ด้าน ความคงทนแข็งแรง

2) การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่ออุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ด้านการใช้งาน ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความหมายของด้านการใช้งาน

ด้านการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. ความสะดวกในการทำความสะอาด	3.89	0.33	ดี
2. ความสะดวกในการจัดเก็บ	3.78	0.83	ดี
3. ตรวจสอบบำรุงรักษาง่าย	3.67	0.50	ดี
4. ปลอดภัย	4.22	0.67	ดี
5. ความสะดวกในการติดตั้งลูกปืนล้อ	4.56	0.53	ดีมาก
6. ความสะดวกในการเติมจาระบี	3.44	0.52	ปานกลาง
เฉลี่ยโดยภาพรวม	3.93	0.67	ดี

จากตารางที่ 4 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่ออุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 3.93 และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.67 ดังนั้นด้านการใช้งานจึงอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี และความพึงพอใจในระดับดีมาก คือ ด้านความสะดวกในการติดตั้งลูกปืนล้อ

3) การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่ออุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ ด้านคุณภาพของการอัดจาระบี ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความหมายของด้านคุณภาพของการอัดจาระบี

ด้านการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
ลักษณะโดยรวมของการอัดจาระบี	4.33	0.50	ดี
จาระบีเข้าลูกปืนล้ออย่างทั่วถึง	4.22	0.67	ดี
อัตราการสิ้นเปลืองของจาระบี	4.22	0.44	ดี
เฉลี่ยโดยภาพรวม	4.26	0.50	ดี

จากตารางที่ 5 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่ออุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อสำหรับรถยนต์ มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.26 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 ดังนั้น ด้านคุณภาพของการอัดจาระบี อยู่ในระดับดี

6. อภิปรายผลการวิจัย

6.1 ผลการสร้างอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อยยนต์

ผลการสร้างอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อยยนต์ ซึ่งประกอบด้วยกระบอกอัดที่ใช้สำหรับบรรจุจาระบี เป็นเหล็กทอกลมกลวงพร้อมฝาปิดกระบอกและมีเกจวัดความดัน วาล์วเปิด ปิด ลม พร้อมกับข้อสายลม ที่ใช้สำหรับต่อสายลมเรียบร้อยแล้วพร้อมที่จะสามารถนำไปใช้งาน ทั้งนี้ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ลมเป็นตัวกลาง ในการส่งถ่ายกำลังทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมเป็นพลังงานกล [7] ทำให้การอัดจาระบีทำได้รวดเร็ว

6.2 ผลการศึกษาความดันและเวลาที่เหมาะสมในการอัดจาระบีของอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อยยนต์

จากผลการทดสอบ พบว่า ความดันและระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการอัดจาระบีลูกปืนล้อยยนต์มีความดันที่ 5 บาร์ และระยะเวลาอยู่ที่ 30.40 วินาที ทั้งนี้ เนื่องจากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นใช้ความดันจากลมที่เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ 1

6.3 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในการอัดจาระบีด้วยมือกับอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อยยนต์

จากผลการทดสอบ พบว่า ระยะเวลาในการอัดจาระบีด้วยมือใช้เวลาในการอัดเท่ากับ 120.60 วินาที ส่วนการอัดจาระบีด้วยอุปกรณ์อัดจาระบีใช้เวลาในการอัดเท่ากับ 30.40 วินาที ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการอัดจาระบี ด้วยอุปกรณ์อัดใช้ระยะเวลาที่น้อยกว่ามาก ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้ เนื่องจากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของพนิจ ด้วงอำ และคณะที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการสร้างและ หาประสิทธิภาพเครื่องมืออัดจาระบีลูกปืนล้อย พบว่า เครื่องมืออัดจาระบีลูกปืนล้อยมีประสิทธิภาพการใช้งาน คิดเป็นร้อยละ 56.81 [8]

6.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่ออุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อยยนต์

ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่ออุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อย ที่ประเมินโดยผู้ใช้ผู้เชี่ยวชาญโดยภาพรวม อยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้ เนื่องจากอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อยมีความแข็งแรง เหมาะสม สะดวกในการติดตั้งลูกปืนล้อย ซึ่งอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อยสำหรับรถยนต์เมื่อทำการอัดจาระบีแล้ว สามารถอัดจาระบีเข้าในร่องลูกปืนล้อยได้อย่างทั่วถึง สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พนิจ ด้วงอำ และคณะที่ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมืออัดจาระบีลูกปืนล้อย พบว่า คุณภาพของเครื่องมืออัดจาระบีลูกปืนล้อย โดยภาพรวมอยู่ในระดับ ดีมาก [8]

7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

1) ระดับความดันและเวลาที่เหมาะสมในการอัดจาระบีของอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อยยนต์ พบว่า ความดันและระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการอัดจาระบีลูกปืนล้อยจะมีความดันอยู่ที่ 5 บาร์ และระยะเวลา เท่ากับ 30.40 วินาที

2) ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในการอัดจาระบีด้วยมือกับอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อยยนต์ พบว่า ระยะเวลาในการอัดจาระบีด้วยมือใช้เวลาในการอัดเท่ากับ 120.60 วินาที ส่วนการอัดจาระบีด้วยอุปกรณ์ อัดจาระบีใช้เวลาในการอัดเท่ากับ 30.40 วินาที ดังนั้น การอัดจาระบีลูกปืนล้อยยนต์ด้วยอุปกรณ์การอัดจาระบี จะมีความเร็วในการอัดจาระบีมากกว่าการอัดจาระบีด้วยมือประมาณ 4 เท่า

บทความวิจัย

3) ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่ออุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อรถยนต์ที่ประเมินโดยผู้ใช้ผู้เชี่ยวชาญ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี

ข้อเสนอแนะ

1) พัฒนาอุปกรณ์อัดจาระบีลูกปืนล้อรถยนต์ที่ทำจากวัสดุป้องกันสนิม ทั้งนี้ เพื่อคุณภาพของการอัดจาระบี ลูกปืนล้อ ความสวยงาม ความคงทน แข็งแรง

2) ควรมีการติดตั้งเรกกูเลเตอร์เพื่อปรับความดันลมในการควบคุมความดันลมที่เหมาะสมสำหรับลูกปืนล้อรถยนต์ขนาดต่าง ๆ

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก. (2565). จำนวนรถยนต์ที่จดทะเบียนรวม. <https://web.dlt.go.th/statistics/>
- [2] อีซูซุ. (8 กันยายน 2565). *อยากให้รถใช้ได้นาน อย่ามองข้ามจาระบี*. ISUZU KING OF TRUCKS. <https://truck.isuzu-tic.com/content-hub/expert/tips-trick-2022-09-08>
- [3] สิทธิศักดิ์ มาดี และประมุข แยมบุญชู. (2561). ผลกระทบทางกายภาพของการปนเปื้อนของอนุภาคของแข็งในตลับลูกปืนหล่อลื่นจาระบี. *วารสารวิจัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มรภ.พระนครศรีอยุธยา*, 1(2), 33-46. สืบค้นจาก <https://pho2.tci-thaijo.org/index.php/IndustrialTechnology/article/View/206116/143373>
- [4] เสถียร มะสุทธิ, วุฒิชัย จันทิโร และเฉลิมวุฒิ อาจมกล. (2562). *เชื้อเพลิงและวัสดุหล่อลื่น*. บริษัท ศูนย์หนังสือเมืองไทย จำกัด.
- [5] ธนชัย ไยอ่อน. (2562). *การพัฒนาและหาประสิทธิภาพเครื่องอัดจาระบีลูกปืนล้อ HINO FM1A*. โครงการการศึกษาตามหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี. สถาบันการอาชีวภาคเหนือ 4.
- [6] บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น
- [7] อำนาจ ขนพิทักษ์. (2562). *งานนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น*. นนทบุรี : บริษัท รัตนโรจน์การพิมพ์.
- [8] ฌนิจ ด้วงอำ, ชัยพร คล้ายกมล, คมสันต์ เงินอยู่, นารัต พิมพ์จันทร์ และพัสน บัญสุข. (2564). การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องอัดจาระบีลูกปืนล้อ. *วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ* 3, 5(10), 303-314.

ผลการออกแบบและการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล Results of the Design and Usage of a Common Rail Injector Tester

สุทธิศักดิ์ อิกะศิริ¹ สุภาพ ไสสุข² บอโรเฮง มาปะ³ สวิง ชุมละอง⁴ จตุรงค์ พรหมสุข⁵
Suttisak Aikasiri¹ Supap Saisook² Boroheng Mapa³ awing Chumlaong⁴ Jaturong Promsuk⁵

¹⁻⁴ แผนกวิชาเทคนิคเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคปัตตานี, จังหวัดปัตตานี, 94000

Department of Mechanical Technology, Pattani Technical College, Pattani, 94000

⁵ วิทยาลัยการอาชีพปัตตานี, จังหวัดปัตตานี, 94000

Pattani Vocational College, Pattani, 94000

³ Corresponding Author: E-mail: heng19580@gmail.com

Received: 15 December. 2023; Revised: 23 January. 2024; Accepted: 10 February. 2024;

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล 2) ประเมินการออกแบบและการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินในด้านการออกแบบและการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า เครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลที่พัฒนาขึ้น มีผลการประเมินด้านการออกแบบ ได้แก่ ความเหมาะสม ความทันสมัย ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การใช้ปฏิบัติงานจริง ความเหมาะสม ความแข็งแรง ทนทานของวัสดุ ความง่ายในการหาซื้อวัสดุ สี ขนาด และการลดระยะเวลาในการทำงาน มีค่าเฉลี่ยโดยรวม คือ 4.01 ± 0.89 ขณะที่ผลการประเมินด้านการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล ได้แก่ ความรวดเร็ว ในการปฏิบัติงาน ความปลอดภัยและความสะดวกในการใช้งาน เครื่องมือไม่ทำให้ชิ้นส่วนอื่น ๆ เสียหาย และการลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน มีค่าเฉลี่ยโดยรวม คือ 4.02 ± 0.92 ดังนั้น การออกแบบและการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : เครื่องทดสอบ ระบบหัวฉีด หัวฉีดคอมมอนเรล

Abstract

The purpose of this research was to evaluate the design and the usage of the common rail injector tester by 5 experts derived by purposive sampling technique. The research instrument included an experimental recording form of the design and the usage of the common rail injector tester. Data were analyzed using descriptive statistics including mean and standard deviation.

The research results showed that the common rail injector tester was evaluated for the design on: suitability, modernity, creativity, actual use, suitability assessment of materials, strength and durability of the materials, ease of purchasing the materials, color, size,

and working time reduction. The overall average was 4.01 ± 0.89 while the results of the evaluation of the usage of the common rail injector tester including speed of the operation, safety and ease of use, non-destructive testing, and working time reduction showed that the overall average was 4.02 ± 0.92 . Therefore, the design and operation of the developed common rail injector tester achieved very high quality.

Keywords : design, usage, injecto system, common rail injector

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านยานยนต์ได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านสมรรถนะของรถยนต์และเทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายและที่สำคัญคือ ความประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงรวมทั้งยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม บริษัทผู้ผลิตรถยนต์จึงได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ในการพัฒนาและสร้างเครื่องยนต์ที่มีมลพิษทางแก๊สไอเสียต่ำ จึงทำให้เกิดเครื่องยนต์ที่มีการฉีดด้วยระบบ อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งหัวฉีด หรือ Injector คือ วาล์วน้ำมันที่ใช้ในการปล่อยน้ำมันเชื้อเพลิงที่อยู่ในรางน้ำมันเหนือ เครื่องยนต์ เข้าสู่ห้องเผาไหม้ตามจังหวะที่ถูกกำหนดโดยหน่วยประมวลผลกลางหรือคอมพิวเตอร์ประจำรถ ข้อดีของเครื่องยนต์ระบบนี้จะสามารถจ่ายอัตราประสมอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหมาะสมให้กับเครื่องยนต์ในสภาวะ การทำงานต่าง ๆ จึงทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น [1] ระบบคอมมอนเรลจะใช้ปั๊มแรงดันสูงทำหน้าที่สร้างแรงดันน้ำมันสูงอัดน้ำมันเข้าสู่รางร่วม (Common rail) เพื่อรักษาแรงดันในระบบให้ทุกสูบเท่ากัน รอจังหวะการฉีดที่เหมาะสม ที่คำนวณจากหน่วยควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Control Unit : ECU) โดย ECU จะรับค่าจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ เช่น เซ็นเซอร์ตำแหน่งขาคันเร่ง ความเร็วรอบเครื่องยนต์ อุณหภูมิ น้ำ อุณหภูมิอากาศ แรงดันเทอร์โบ เป็นต้น นำมาคำนวณหาปริมาณการฉีดที่เหมาะสมและจังหวะการฉีดที่ถูกต้อง ส่งสัญญาณไปยังหัวฉีด ซึ่งหัวฉีดถูกควบคุมการจ่ายน้ำมันด้วยโซลินอยด์ไฟฟ้าให้หัวฉีด เปิดน้ำมันเข้ากระบอกสูบตามจังหวะและปริมาณตรงตามความต้องการของเครื่องยนต์ เนื่องจาก ECU เป็นตัวควบคุมการจ่ายน้ำมัน ซึ่งสามารถทำงานได้รวดเร็วและแม่นยำ ในปัจจุบันระบบคอมมอนเรลจึงสามารถสั่งการฉีดน้ำมันได้ถึง 5 ครั้งต่อการทำงาน 1 วัฏจักร (จากเดิมฉีดน้ำมัน 1 ครั้ง ต่อการทำงาน 1 วัฏจักร) เป็นการลดปริมาณมลพิษ ไนโตรเจนออกไซด์ (NOx) และเขม่าควันดำต่าง ๆ เพื่อให้ได้ตามกฎหมายข้อบังคับก๊าซไอเสีย ซึ่งประเทศไทยใช้มาตรฐานของยุโรป (EURO) อีกทั้งยังเป็นการลดการเผาไหม้ที่รุนแรง ช่วยลดเสียงรบกวนของเครื่องยนต์ โดยการฉีดของหัวฉีดแต่ละครั้งคือการฉีดครั้งที่ 1 เป็นการฉีดนำร่อง (Pilot Injection) เป็นส่วนช่วยให้เชื้อเพลิงส่วนแรกผสมกับอากาศได้ดี ก่อนการฉีดครั้งที่ 2 การฉีดก่อน เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของเชื้อเพลิงในการเริ่มการเผาไหม้ส่วนแรก การฉีดครั้งที่ 3 เป็นการฉีดเชื้อเพลิงหลัก (Main-Injection) เป็นการฉีดที่ควบคุมสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ตามคันเร่ง การฉีดครั้งที่ 4 เป็นการฉีดหลัง เพื่อเผาไหม้หรืออนุภาคคาร์บอน (Particulate matter : PM) ส่วนสุดท้ายเพื่อให้มีการเผาไหม้สมบูรณ์ที่สุด การฉีดครั้งที่ 5 เป็นการฉีดปิดท้ายเพื่อควบคุมอุณหภูมิไอเสีย [2] ระบบฉีดเชื้อเพลิงดีเซลคอมมอนเรลเป็นระบบที่ใช้แรงดันสูง สามารถสร้างแรงดันได้ 1,600 - 1,800 บาร์ ขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ผลิต ระบบฉีดดีเซลแบบเดิมที่มีแรงดัน 100 - 250 บาร์ เท่านั้น มีระบบการสั่งงานด้วยอิเล็กทรอนิกส์ มีการทำงานที่ซับซ้อน ซึ่งยังขาดเครื่องทดสอบปั๊มและหัวฉีดดีเซลคอมมอนเรล ให้สามารถทดสอบปั๊มและหัวฉีดคอมมอนเรลได้ในการซ่อมเครื่องยนต์ดีเซลคอมมอนเรล ทางช่างผู้ชำนาญการได้วิเคราะห์ชิ้นส่วนที่เสียหายของเครื่องยนต์ และทำการซ่อมเปลี่ยนไปแล้วนั้น เพื่อให้เครื่องยนต์ที่ซ่อมเสร็จแล้วมีประสิทธิภาพทัดเทียมกับ

เครื่องยนต์ใหม่ที่มาจากรองาน ต้องมีการทดสอบหาประสิทธิภาพของระบบฉีดเชื้อเพลิงดีเซลคอมมอนเรล เพื่อหาจุดบกพร่องของระบบฉีดเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ [3]

จากปัญหาที่พบเกี่ยวกับเกี่ยวกับหัวฉีดของเครื่องยนต์ คือ เมื่อมีอายุการใช้งานนาน ๆ มักจะพบปัญหา คือ การฉีดน้ำมันผิดปกติจากค่าที่กำหนดของหัวฉีด อันเนื่องมาจาก ปัญหาต่าง ๆ เช่น หัวฉีดสกปรก เกิดการอุดตัน หรือเข็มหัวฉีด เกิดการรั่ว ทำให้การฉีดเชื้อเพลิงไม่เป็นฝอยละออง ส่งผลให้การผสมระหว่างน้ำมันกับอากาศ ไม่เป็นไปตามทฤษฎี ของการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ทำให้เครื่องยนต์มีการเผาไหม้ ไม่สมบูรณ์ ปล່อยก๊าซพิษ ออกสู่บรรยากาศ เครื่องยนต์ กำลังตก ทำงานไม่เต็มที่ สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงมากกว่าปกติ และทำให้ประสิทธิภาพ การขับเคลื่อนลดลงตามไปด้วย [4] จากการศึกษาเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลที่มีใช้ในสถานประกอบการ และที่วางขายในท้องตลาดทั่วไปแบบทดสอบหัวฉีด 4 หัว มีน้ำหนักมากไม่เหมาะในการช้อนนอกสถานที่ กับใช้แวนโยกเพื่อใช้สร้างแรงดันน้ำมันส่งไปยังหัวฉีด ในการติดตั้งเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลต้องติดตั้ง กับโต๊ะหรือฐานที่มีความแข็งแรงและใช้พื้นที่มาก ผู้วิจัยจึงมีความคิดในการสร้างคือ ออกแบบและสร้างให้มีขนาดเล็กลง ใช้มอเตอร์สร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง เคลื่อนย้ายได้ง่าย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อพัฒนาเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล
- 2.2 เพื่อประเมินการออกแบบและการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบการเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล

- 1) นำชุดปั๊มทดสอบหัวฉีดแบบมือโยกที่มีขายตามท้องตลาดมาประยุกต์ใช้กับมอเตอร์ไปกดลูกเบี้ยวปั๊ม แทนที่แบบเดิมที่ใช้มือโยกเพื่อสร้างแรงดันน้ำมันในท่อส่งไปยังหัวฉีดให้คงที่ แล้วใช้กล่องสร้างสัญญาณไฟฟ้า ส่งให้โซลินอยด์ยกเข็มหัวฉีดเพื่อฉีดน้ำมัน

- 2) นำเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้เพื่อหาข้อบกพร่องและทำการแก้ไข

- 3) สร้างแบบประเมินด้านการออกแบบและการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล เป็นแบบมาตราส่วน ประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ท

- 4) นำเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปประเมินด้านการออกแบบและการใช้งาน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้เกี่ยวกับด้านเครื่องยนต์ จำนวน 5 คน ได้แก่ ครูผู้สอนสาขาวิชาช่างยนต์วิทยาลัยเทคนิคปัตตานี จำนวน 5 คน เพื่อประเมินคุณภาพทั้ง 2 ด้าน

- 5) นำผลการประเมินการออกแบบและการใช้งานของเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลมาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาคุณภาพ ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เทียบค่าเฉลี่ยที่ได้กับคุณภาพ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง ระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด เกณฑ์ที่กำหนดไว้คือค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่าระดับมาก (มากกว่า 3.50)

บทความวิจัย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 กลุ่มประชากร ได้แก่ ครูผู้สอนสาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคปัตตานี จำนวน 5 คน ซึ่งได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง ครูผู้สอนสาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคปัตตานี

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินคุณภาพการออกแบบและการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล โดยแบ่งการประเมินเป็น 2 ด้าน คือ ด้านการออกแบบและด้านการนำไปใช้งาน

3.4 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ วิจัย ขั้นตอนในการพัฒนา ดังนี้

3.4.1 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแบบประเมิน

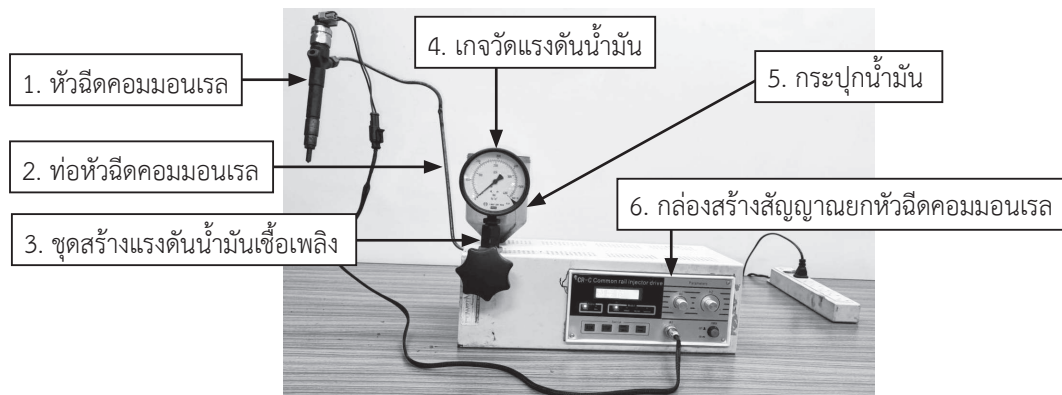
- 1) ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมิน
- 2) พิจารณาคุณลักษณะที่ต้องการบันทึกผลการประเมิน
- 3) จัดพิมพ์แบบบันทึกผลการทดลองฉบับร่าง
- 4) ให้ผู้ใช้ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย
- 5) ปรับปรุงเครื่องมือการวิจัย
- 6) ทดสอบหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัย
- 7) ปรับปรุงเครื่องมือวิจัยและจัดพิมพ์ฉบับจริง

3.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล หลังจากได้เครื่องมือในการวิจัยที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทางคณะผู้วิจัยได้ทำการประเมินตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ และเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำแบบบันทึกผลแบบประเมินที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลมาตรวจสอบความสมบูรณ์และความถูกต้องของข้อมูล จากนั้นทำการกำหนดรหัสข้อมูลแล้วบันทึกข้อมูล และประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยกำหนดสถิติ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ด้านคุณภาพการออกแบบและการใช้งานเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลประกอบด้วยส่วนประกอบต่าง ๆ (ภาพที่ 1) ดังนี้



ภาพที่ 1 เครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล

จากภาพที่ 1 เครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล ประกอบด้วย 1) หัวฉีดคอมมอนเรล 2) ท่อหัวฉีดคอมมอนเรล 3) ชุดสร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง 4) เกจวัดแรงดัน 5) กระปุกน้ำมัน 6) กล่องสร้างสัญญาณยกหัวฉีดคอมมอนเรล 7) มอเตอร์ขับเคลื่อนชุดสร้างแรงดันน้ำมัน (อยู่ภายในตัวเครื่อง)

หลักการทำงานโดยอาศัยมอเตอร์ขับเคลื่อนชุดสร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อรักษาแรงดันน้ำมันส่งไปยังหัวฉีดและรอสัญญาณจากกล่องสร้างสัญญาณไฟฟ้าเพื่อยกโซลินอยด์เข็มหัวฉีดเพื่อฉีดน้ำมันในเป็นฝอยละออง

4.2 ผลการประเมินด้านการออกแบบเครื่องทดสอบคอมมอนเรล

ตารางที่ 1 ผลการประเมินด้านการออกแบบเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล โดยผู้เชี่ยวชาญ

ด้านการออกแบบ เครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. การออกแบบมีความเหมาะสม	4.30	0.94	มาก
2. มีความทันสมัย	3.90	0.87	มาก
3. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	4.40	0.84	มาก
4. เหมาะสมกับการใช้ปฏิบัติงานจริง	4.10	0.73	มาก
5. วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสม	4.10	0.73	มาก
6. วัสดุที่ใช้มีความแข็งแรงทนทาน	3.50	0.52	ปานกลาง
7. วัสดุที่ใช้หาซื้อได้ง่าย	4.00	0.81	ปานกลาง
8. สีที่ใช้มีความเหมาะสม	3.70	0.94	ปานกลาง
9. ขนาดของเครื่องมือมีความเหมาะสม	3.50	0.52	ปานกลาง
10. ช่วยลดระยะเวลาในการทำงาน	4.60	0.69	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.01	0.89	มาก

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินด้านการออกแบบเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีระดับคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.01$, S.D. = 0.89) เมื่อพิจารณารายด้าน การช่วยลดระยะเวลาในการทำงานมีระดับคุณภาพมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.69)

4.3 ด้านการนำเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลไปใช้งาน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเกี่ยวกับการนำเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลไปใช้งาน

ตารางที่ 2 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเกี่ยวกับการนำเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลไปใช้งาน

ด้านการนำเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลไปใช้งาน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. มีความรวดเร็วในการปฏิบัติงาน	4.30	0.82	มาก
2. มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.30	0.67	มาก
3. มีความสะดวกในการใช้งาน	3.90	0.99	มาก
4. เครื่องมือไม่ทำให้ชิ้นส่วนอื่น ๆ เสียหาย	3.80	0.22	มาก
5. ช่วยลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน	3.80	0.91	มาก
เฉลี่ยรวม	4.02	0.92	มาก

บทความวิจัย

จากตารางที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินเกี่ยวกับการนำเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล พบว่า ระดับคุณภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.02$, $S.D = 0.92$) เมื่อพิจารณารายด้าน ด้านมีความรวดเร็วในการทำงาน มีระดับคุณภาพมาก ($\bar{X} = 4.30$, $S.D = 0.82$)

5. อภิปรายผลการวิจัย

ผลการพัฒนาเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรล ประกอบด้วย ส่วนประกอบหลัก ๆ ได้แก่ หัวฉีดคอมมอนเรล ท่อหัวฉีดคอมมอนเรล ชุดสร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิง เกจวัดแรงดัน กระปุกน้ำมัน ถังสร้างสัญญาณยกหัวฉีดคอมมอน และมอเตอร์ขับเคลื่อนชุดสร้างแรงดันน้ำมัน (อยู่ภายในตัวเครื่อง) โดยเครื่องสามารถทดสอบการฉีดเป็นฝอยละออง ปริมาณการฉีด ได้ตามสภาพของหัวฉีดที่นำมาทดสอบ สอดคล้องกับงานวิจัยของนรินทร์ (4) ที่ได้ศึกษาวิจัยการสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพปั๊มและหัวฉีดดีเซลคอมมอนเรล สามารถอธิบายได้ว่า เครื่องที่พัฒนาได้ผ่านการสร้างและพัฒนาโดยอาศัยหลักการการทำงานของเครื่องทดสอบหัวฉีดที่มีจำหน่ายโดยทั่วไป และอาศัยมอเตอร์ขับเคลื่อนชุดสร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อรักษาแรงดันน้ำมันส่งไปยังหัวฉีดและรอสัญญาณจากถังสร้างสัญญาณไฟฟ้าเพื่อยกโซลินอยด์เข็มหัวฉีดเพื่อฉีดน้ำมันเป็นฝอยละออง ผลการศึกษพบว่า ด้านการออกแบบอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.01$, $S.D = 0.89$)

ผลการประเมินด้านการออกแบบเครื่องทดสอบคอมมอนเรลโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยภาพรวมมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.01$, $S.D = 0.89$) เมื่อพิจารณารายด้านการช่วยลดระยะเวลาในการทำงานมีระดับคุณภาพมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$, $S.D = 0.69$) มีการออกแบบให้มีขนาดเล็ก ต้นทุนที่ถูกลง สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ขณะที่การศึกษางานวิจัยของนรินทร์ [4] ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนหัวฉีดแรงดันสูงมีประสิทธิภาพสูงแต่ราคาแพง ขนาดเครื่องทดสอบหัวฉีดมีขนาดใหญ่มีน้ำหนักมาก และการนำเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลไปใช้งานโดยผู้เชี่ยวชาญประเมินระดับคุณภาพ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.02$, $S.D = 0.92$) เมื่อพิจารณารายด้าน ด้านมีความรวดเร็วในการทำงาน มีระดับคุณภาพมาก ($\bar{X} = 4.30$, $S.D = 0.82$) รองลงมา มีความปลอดภัยในการใช้งาน ($\bar{X} = 4.30$, $S.D = 0.67$) มีความสะดวกในการใช้งาน ($\bar{X} = 3.90$, $S.D = 0.99$) ช่วยลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ($\bar{X} = 3.80$, $S.D = 0.91$) และเครื่องมือไม่ทำให้ชิ้นส่วนอื่น ๆ เสียหาย ($\bar{X} = 3.80$, $S.D = 0.22$) ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของนรินทร์ (4) ที่ได้ศึกษาวิจัยการสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพปั๊มและหัวฉีดดีเซลคอมมอนเรล สามารถใช้งานได้กับเครื่องยนต์ที่ใช้ระบบหัวฉีดดีเซลแบบคอมมอนเรลอื่น ๆ ได้หลายยี่ห้อ มีประสิทธิภาพ และสามารถเป็นชุดฝึกปฏิบัติงานทดสอบหัวฉีดเครื่องยนต์ในรายวิชางานทดสอบปั๊มและหัวฉีดเครื่องยนต์กับผู้เรียนได้

6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

เครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลที่พัฒนาขึ้น ปรับปรุงชุดสร้างแรงดันน้ำเชื้อเพลิงจากใช้มือโยกเป็นแบบใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนชุดสร้างแรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงทำให้ทุ่นแรง เคลื่อนย้ายเครื่องทดสอบหัวฉีดคอมมอนเรลได้ง่าย มีประสิทธิภาพ ตั้งหัวฉีดได้ง่าย สามารถใช้งานได้จริง และสามารถใช้กับหัวฉีดคอมมอนเรลได้หลายยี่ห้อ

ข้อเสนอแนะ

- 1) เครื่องทดสอบสามารถทดสอบหัวฉีดที่ละลายหลาย ๆ หัว
- 2) เครื่องทดสอบควรมีนาฬิกาจับเวลาในการทดสอบการฉีดวัดปริมาณ
- 3) สามารถปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ จะทำให้ได้แรงดันน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องการทดสอบได้เร็วขึ้น

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] ประภาส พวงขึ้น. (2562). งานระบบฉีดเชื้อเพลิงควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์. นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย.
- [2] สนิท เสมียนรัมย์. (2556). งานทดสอบปั๊มและหัวฉีดเครื่องยนต์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ SE-ED
- [3] อติศักดิ์ ชูเกิด, ชัยณรงค์ รัตนะ, และโพธิรัตน์ เพชรรัตน์. (2566). การพัฒนาเครื่องทดสอบหัวฉีดสำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน. วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 1, 8(1), 122-130.
- [4] นรินทร์ ศรีธิการ. (2558). การสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพปั๊มและหัวฉีดดีเซลคอมมอนเรล. เชียงใหม่ : วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1.

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่
The Development and Efficiency Finding of IT Students' Home Visit
System of Chiang Mai Technical College

ขวัญดารินทร์ จิตหาญ¹ อนุชาติ รังสิยานนท์² กฤษณะ มีสุข³ นพดล ภูเข⁴ สุธีร์ พุฒิมวงศ์⁵

Khwandarin Chidharn¹ Anuchat Rungsiyanon² Kridsana Meesuk³

Nopadol Pukao⁴ Sutee Futhemwong⁵

¹⁻⁴ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

Department of Information Technology, Chiang Mai Technical College, Chiang Mai 50200

⁵ วิทยาลัยอาชีวศึกษาลำปาง จังหวัดลำปาง 52000

Lampang Vocational College, Lampang 52000

¹ Corresponding Author: E-mail: Khwandarin435@gmail.com

Received: 3 June. 2023; Revised: 15 January. 2024; Accepted: 10 February. 2024;

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสร้างระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ และหาประสิทธิภาพระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ โดยใช้ระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา เพื่อแก้ไขปัญหาการเก็บข้อมูลของนักเรียน นักศึกษาไม่เป็นปัจจุบัน สามารถสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ ของนักเรียน นักศึกษา ในความปกครองของครูที่ปรึกษาได้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ครูที่ปรึกษาของวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ จำนวน 30 คน ซึ่งจะช่วยให้ครูที่ปรึกษาสามารถติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา เป็นปัจจุบัน และสามารถค้นหาข้อมูลต่าง ๆ ของนักเรียน นักศึกษาได้ในภายหลังหากเกิดความจำเป็นเร่งด่วน เช่น กรณีฉุกเฉิน นักเรียน นักศึกษา อาจเกิดอุบัติเหตุ ครูที่ปรึกษาก็จะสามารถเข้าไปดูข้อมูลส่วนตัว ข้อมูลติดต่อกับผู้ปกครองได้เลย โดยที่ไม่เสียเวลาในการค้นหาข้อมูลดังกล่าว การพัฒนาระบบนี้จะอ้างอิงตามหลักการของวงจรพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle:SDLC) ซึ่งมีผู้ใช้งานอยู่ 3 กลุ่ม คือ 1. ครูที่ปรึกษา 2. นักเรียน 3. ฝ่ายวิชาการ โดยมีผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ในการตรวจสอบระบบ และประเมินประสิทธิภาพของระบบแบ่งเป็น 4 ด้าน คือ 1. ความครบถ้วนของข้อมูล 2. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน 3. ความสะดวกในการใช้งานระบบ และ 4. การใช้ประโยชน์จากระบบ โดยมีระดับความพึงพอใจเฉลี่ยของผู้ใช้งานอยู่ในระดับ ดี ($\bar{X}=4.25$)

คำสำคัญ : ระบบติดตามเยี่ยมบ้าน แอปพลิเคชัน ระบบประมวลผลรายการ

Abstract

The objectives of this research were to : 1) develop an IT students' home visit system of Chiang Mai Technical College and 2) find the efficiency of the IT students' home visit system of Chiang Mai Technical College. This experimental research included 6 lecturers of IT Department. The research tools consisted of the IT students' home visit system of Chiang Mai Technical College and questionnaires to investigate users' satisfaction towards the developed system analyzed by percentage, mean, and SD.

The results showed that : 1) the developed system helped the lecturers on more convenience to visit the students. 2) The lecturers reported a very high average score on the following aspects, i.e., a. the design - the most appropriateness was on the users' connection at 4.83. b. The usage - the highest aspect was on easily to create and retrieve the home visit reports as well as the function ability of the system at 4.83. Finally, c. the innovation value - the highest one was reported particularly on the reduction of the visiting time which was much less than the traditional method at the overall average of 5.00.

Keywords : home visit system, web application, transaction processing system

1. บทนำ

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ ได้เปิดทำการเรียนการสอนในระดับ ปวช. และ ปวส. ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 และระดับปริญญาตรี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 จนถึงปัจจุบัน ทำให้มีนักเรียน นักศึกษาจำนวนมาก มีภูมิลำเนาอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ และต่างจังหวัดใกล้เคียงจำนวนมาก แต่มีครูผู้สอนและครูที่ปรึกษาจำนวนน้อย มีภาระงานสอนและภาระงานที่ได้รับมอบหมายจากวิทยาลัยฯ จำนวนมาก ทำให้ไม่สามารถเดินทางไปเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษาได้ครบทุกคน ทำให้เกิดปัญหาเวลาค้นหาข้อมูลต่าง ๆ ของนักเรียน นักศึกษาได้ ในภายหลังหากเกิดความจำเป็น เร่งด่วน เช่น กรณีฉุกเฉิน นักเรียน นักศึกษา อาจเกิดอุบัติเหตุ ขาดเรียน มาเรียนสาย หรือในกรณีที่นักเรียน นักศึกษาจะทำการขอทุนการศึกษา ซึ่งต้องมีการสำรวจลงพื้นที่บ้านพักอาศัยของนักเรียน นักศึกษา ทำให้ล่าช้า เสียเวลาในการเดินทางไปยังบ้านพักอาศัยของนักเรียน นักศึกษา อาจทำให้นักเรียน นักศึกษาส่งข้อมูลสภาพบ้านพักอาศัยไม่ทันกำหนดที่ทางวิทยาลัยฯ ระบุไว้ ทำให้นักเรียน นักศึกษาไม่ได้รับทุนการศึกษาดังกล่าวได้

จากการศึกษาของ [1] พบว่า ถึงแม้ว่าการเรียนการสอนจะดำเนินไปแต่นักเรียน ไม่สนใจและขาดเรียน ย่อมส่งผลกระทบต่อการเรียนการสอนได้ ปัญหาสำคัญอย่างยิ่งคือ ต้องทราบสาเหตุ ของปัญหาและสามารถวางแผนทางในการที่จะปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว [2] พบว่า การแก้ปัญหาคาดเรียนและการออกกลางคันของนักเรียน เนื่องจากปัญหาจำเป็นและปัญหาเรื่องการเจ็บป่วยที่มีการพัฒนาได้ช้าเนื่องจากมีความบกพร่องทางร่างกายบ้าง ให้ครูเอาใจใส่และดูแลอย่างใกล้ชิด นักเรียนจะสามารถเรียนรู้และปรับตัวให้เข้ากับเพื่อนได้ นักเรียนจะมีความสุขต่อการเรียน [3] ความเอาใจใส่ของครูสามารถแก้พฤติกรรมขาดเรียนของนักเรียนได้ ทั้งนี้การดำเนินการได้ประสานงานกับฝ่ายปกครอง เรื่อง การขาดเรียนของนักเรียน และได้รับติดต่อกับผู้ปกครองโดยตรง เพื่อเป็นการแจ้งให้ทราบถึงการหนีเรียนของบุตร ซึ่งได้รับความร่วมมือจากผู้ปกครอง

ในด้านการช่วยติดตามเป็นอย่างดี ซึ่งส่งผลให้นักเรียนขาดเรียนน้อยลง [4] ได้ทำการศึกษาสาเหตุการมาเรียนสายของนักศึกษา ระดับชั้น ปวช. 2 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยอาชีวศึกษาศรีสะเกษบริหารธุรกิจ ศึกษาตัวประกอบที่สัมพันธ์กับแนวโน้มในการมาเรียนสายของนักศึกษาในระดับชั้น ปวช. 2 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยอาชีวศึกษาศรีสะเกษบริหารธุรกิจ ปีการศึกษา 2556 พบว่า สาเหตุที่นักศึกษาที่มาเรียนสาย คือ มีปัญหาในการเดินทางมาเรียน มีปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพ และครูใช้อำนาจบังคับมากเกินไป อยู่ในระดับปานกลาง รองลงมา คือ กิจกรรมการเรียนการสอน ไม่น่าสนใจการคบเพื่อนไม่ดีครูไม่ยุติธรรมต่อการประเมินผล ครูไม่เอาใจใส่และสนใจนักศึกษาและผู้ปกครองขาดความเอาใจใส่ต่อการเรียนของนักศึกษายู่ในระดับน้อยตามลำดับ

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้สร้างระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ เพื่อเป็นตัวช่วยในการอำนวยความสะดวกให้แก่ครูที่ปรึกษาในวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ ทำให้ทราบข้อมูลส่วนตัว สภาพที่อยู่อาศัยของนักเรียน นักศึกษา การขาดเรียน การมาเรียนสาย และทำให้ทราบข้อมูลนักเรียน นักศึกษา ในความดูแลได้มากขึ้น สามารถสร้างรายงานการเยี่ยมบ้านและคู่มือการติดตามเยี่ยมบ้านในรูปแบบ PDF ได้เลย ทำให้ครูที่ปรึกษามีความสะดวกสบายมากขึ้น ครูที่ปรึกษาก็จะสามารถเข้าไปดูข้อมูลส่วนตัว ข้อมูลติดต่อกับผู้ปกครองได้เลย ทำให้นักเรียน นักศึกษา สามารถขอทุนการศึกษาได้ทันเวลาที่ทางวิทยาลัยฯ กำหนด

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสร้างระบบที่สามารถติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบเขตการศึกษา

ขอบเขตของงานที่ดำเนินการ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะของการใช้งานระบบ คือ 1. ครูที่ปรึกษา 2. นักเรียน 3. ฝ่ายวิชาการ โดยแต่ละกลุ่มสามารถเข้าใช้งานและจัดการข้อมูลได้แตกต่างกัน ดังนี้

1. ครูที่ปรึกษา สามารถตรวจสอบตารางเรียนของนักเรียน นักศึกษา ในความปกครอง รายงานการเข้าเรียนตามรายวิชา รายงานผลการเรียนรายบุคคล รายงานการหมดสิทธิ์สอบ รายงานแผนที่บ้านพักอาศัยของนักเรียน นักศึกษาและพิมพ์ใบรายชื่อของนักเรียนนักศึกษาได้

2. นักเรียน สามารถดูตารางเรียน และสามารถดูการเข้าชั้นเรียน การขาดเรียนในแต่ละรายวิชาได้

3. ฝ่ายวิชาการ สามารถรายงานผลการหมดสิทธิ์สอบ รายงานผลการเข้าเรียนของนักเรียน นักศึกษา และสามารถรายงานผลการเรียนของนักเรียนนักศึกษาเป็นรายบุคคลได้

แหล่งข้อมูล

- ครูที่ปรึกษาในวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิธีการสุ่มจากครูที่ปรึกษาทั้งวิทยาลัยฯ จำนวน 30 คน ระยะเวลา ภายในปีการศึกษา 2566

- นักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 200 คน

บทความวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้ คือ แผนภาพบริบท แผนภาพกระแสข้อมูล และแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ส่วนการพัฒนาระบบสารสนเทศออนไลน์ได้เครื่องมือ คือ ภาษา JavaScript ระบบการจัดการฐานข้อมูล MySQL

สำหรับการประเมินประสิทธิภาพระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา ได้ใช้เกณฑ์ในการตรวจสอบ 4 ด้าน คือ 1. มีความถูกต้องแม่นยำ 2. มีความทันต่อเวลาสะดวกต่อการใช้งาน 3. มีความสมบูรณ์ของข้อมูลครบถ้วน และ 4. มีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้

ขั้นตอนการวิจัย

หลักการของวงจรพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ของ Dennise, Wixom and Roth (2010) ได้ถูกนำมาใช้ในการดำเนินการวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการวางแผน (Plannig Phase) ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ครูที่ปรึกษาเกี่ยวกับการทำงานในปัจจุบัน รวบรวมเอกสารต่าง ๆ เพื่อศึกษาการทำงานของระบบเดิม จากนั้นทำการประเมิน พบว่า ปัญหาและอุปสรรคในการทำงานสามารถแก้ไขด้วยการพัฒนาระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษาออนไลน์โดยมีการแยกกลุ่มผู้ใช้งานออกเป็น 3 กลุ่ม ตามความจำเป็นในการใช้งาน

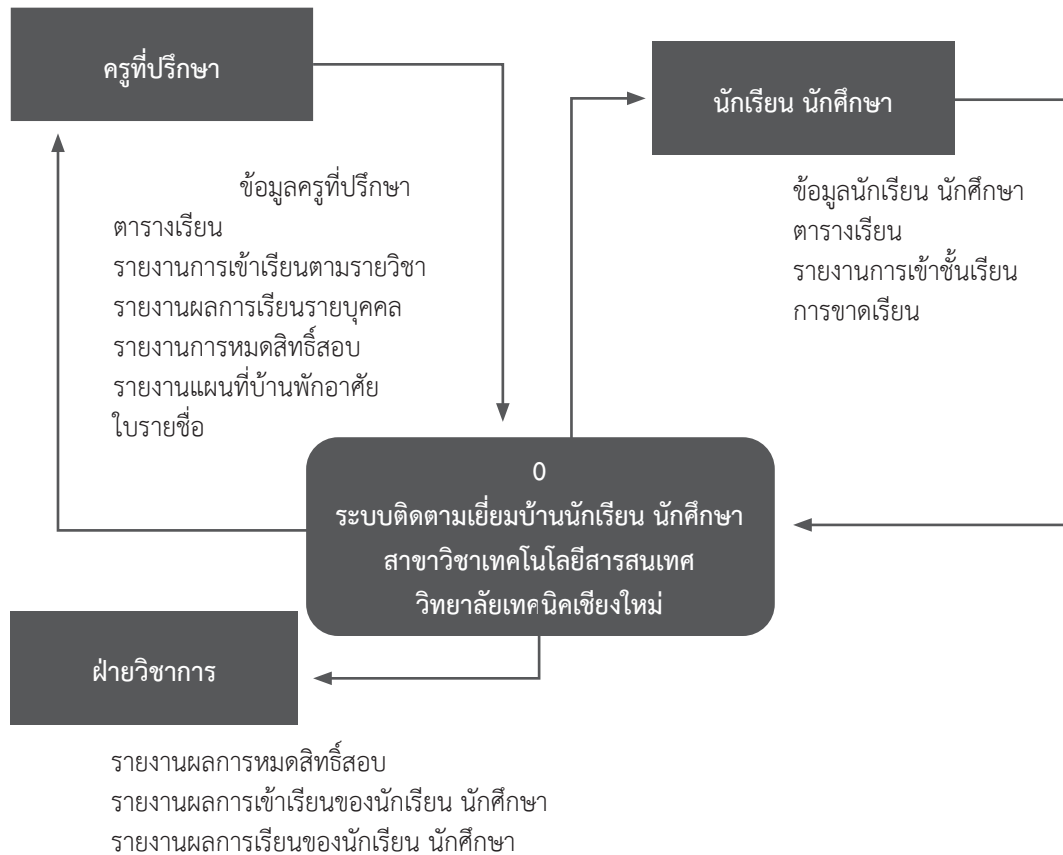
2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis Phase) ผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดความต้องการใช้งานระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา เพื่อติดตามพฤติกรรม การเข้าเรียนของนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ จากนั้นทำการวิเคราะห์ระบบได้ผลลัพธ์เป็นแผนภาพบริบท (Context Diagram) และแผนภาพกระแสข้อมูล (Dataflow Diagram : DFD) รวมทั้งแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (Entity-Relationship Diagram : ER diagram)

3. ขั้นตอนการออกแบบ (Design Phase) ผู้วิจัยได้นำผลจากขั้นตอนที่ 2 มาออกแบบฐานข้อมูลโดยใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูล MySQL พร้อมทั้งออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้

4. ขั้นตอนการพัฒนา (Implementation Phase) ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษาออนไลน์ เพื่อติดตามพฤติกรรม การเข้าเรียนของนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ โดยใช้ภาษา JavaScript ร่วมกับฐานข้อมูลที่สร้างขึ้นในขั้นตอนที่ 3

การวิเคราะห์ระบบ

ผลการวิเคราะห์ระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ สามารถนำมาสร้างเป็นแผนภาพบริบท (Data Flow Diagram) ได้ดังภาพที่ 1 และแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (Entity-Relationship Diagram) ดังภาพที่ 2

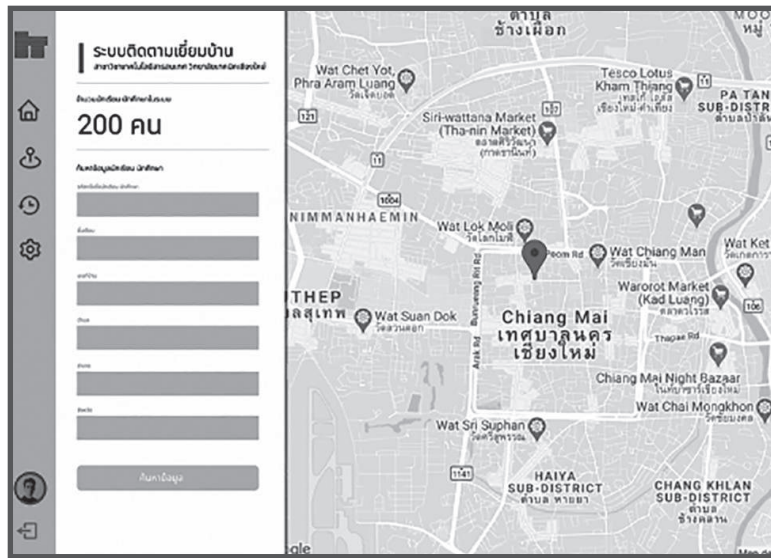


ภาพที่ 1 แผนภาพบริบท (Data Flow Diagram) ระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

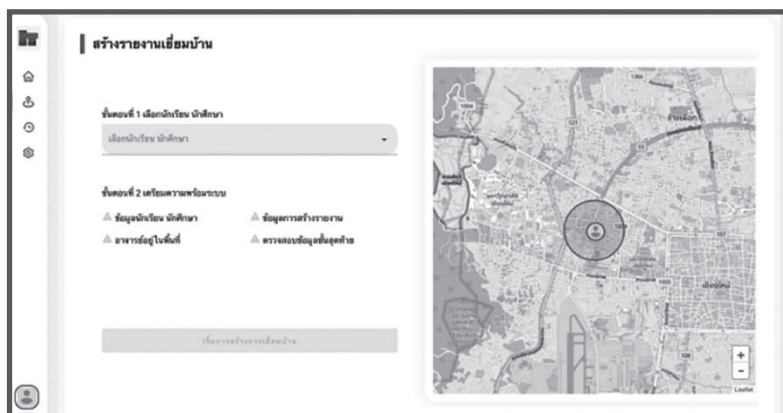
5. ผลการวิจัย

ระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ เป็นตัวช่วยในการอำนวยความสะดวกให้แก่อาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ โดยระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา มีความสามารถ หน้าแรกจะแสดงแผนที่ข้อมูลที่อยู่บ้านของนักเรียน นักศึกษา ทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบ โดยในแผนที่จะแสดงตำแหน่งที่นักเรียน นักศึกษาอาศัยอยู่ สามารถคลิกไปยังรูปภาพนักเรียน นักศึกษาจะแสดงเป็นกล่องข้อความโต้ตอบ (ป๊อปอัพ) แสดงข้อมูลเบื้องต้นของนักเรียน นักศึกษา มีการนำทางจะเป็นการเชื่อมโยงไปยัง Google Map มีโทรศัพท์ถึงนักเรียน นักศึกษา จะเป็นการเชื่อมโยงไปยังโทรศัพท์เพื่อการติดต่อสื่อสาร (ภาพที่ 3)

บทความวิจัย



ภาพที่ 3 หน้าแรกของระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา จำนวน 200 คน



หน้าสร้างรายงานเยี่ยมบ้านในส่วนแรกจะเป็นเลือกนักเรียน นักศึกษาโดยจะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 เลือกนักเรียน นักศึกษา ครูที่ปรึกษาจะต้องเลือกข้อมูลนักเรียน นักศึกษา จากนั้นในขั้นตอนที่ 2 เตรียมความพร้อมระบบ ระบบจะตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ และจะมีการตรวจสอบตำแหน่งของนักเรียน นักศึกษาที่ต้องการจะเยี่ยมกับตำแหน่งของครูที่ปรึกษาปัจจุบัน

ภาพที่ 4 หน้าสร้างรายงานเยี่ยมบ้านของระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา

หน้าประวัติเยี่ยมบ้านจะแสดงข้อมูลการเยี่ยมบ้านที่ครูที่ปรึกษาได้เยี่ยม โดยจะแสดงรูปภาพ, รูปถ่าย, ชื่อนักเรียน นักศึกษา, วันเวลาที่เยี่ยม, การดาวน์โหลดรายงาน, การแก้ไขข้อมูลการเยี่ยมบ้านและการลบการเยี่ยมบ้าน ในส่วนของรายงานระบบจะสร้างรายงานใน 2 รูปแบบ ได้แก่ รายงานการเยี่ยมบ้านและรายงานการสรุปเยี่ยมบ้าน รูปแบบ PDF (ภาพที่ 5)

ประวัติเยี่ยมบ้าน					
รูปภาพ	รหัสบัตรประชาชน	ชื่อ-นามสกุล	เยี่ยมเมื่อ	สาเหตุการมาเยี่ยม	ผู้เยี่ยม
	4349010003	นางสมศรี ใจเย็น	08/01/2022 14:03	ระบบการเยี่ยมบ้าน	เยี่ยม
	4349010002	นายพัชร์ บุญศรี	08/01/2022 13:02	ระบบการเยี่ยมบ้าน	เยี่ยม
	4349010002	นายพัชร์ บุญศรี	08/01/2022 13:00	ระบบการเยี่ยมบ้าน	เยี่ยม
	4349010008	นายแพทย์ นวรัตน์	01/01/2022 21:43	ระบบการเยี่ยมบ้าน	เยี่ยม
	4349010010	นายแพทย์ นวรัตน์	01/01/2022 17:17	ระบบการเยี่ยมบ้าน	เยี่ยม
	4349010002	นายพัชร์ บุญศรี	01/01/2022 16:56	ระบบการเยี่ยมบ้าน	เยี่ยม
	4349010002	นายพัชร์ บุญศรี	01/01/2022 16:38	ระบบการเยี่ยมบ้าน	เยี่ยม
	4349010002	นายพัชร์ บุญศรี	01/01/2022 15:54	ระบบการเยี่ยมบ้าน	เยี่ยม

ภาพที่ 5 หน้าประวัติเยี่ยมบ้านของระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา

จากการประเมินประสิทธิภาพทั้ง 4 ด้าน ได้ผลสรุป ดังนี้

1. ด้านความถูกต้องแม่นยำ

ระบบนำทาง Google Map นำทางได้ถูกต้อง แต่อาจเกิดปัญหาบางพื้นที่ที่ไม่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต ทำให้ไม่สามารถบันทึกข้อมูลขนาดลงพื้นที่ได้

2. มีความทันต่อเวลาสะดวกต่อการใช้งาน

ทำให้ครูที่ปรึกษาค้นหาหาข้อมูลนักเรียน นักศึกษา ในความปกครองได้ทันต่อเวลาที่จะใช้งาน สืบค้นได้ง่าย เก็บข้อมูลประวัติของนักเรียน นักศึกษาได้นาน

3. มีความสมบูรณ์ของข้อมูลครบถ้วน

การเก็บรวบรวมข้อมูลสามารถทำได้ครบถ้วน สมบูรณ์ ทันสมัย

4. มีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้

ระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งานอย่างแท้จริง

6. อภิปรายผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ พบว่า

1. ระบบนี้สามารถให้ความสะดวกต่อการใช้งานของครูที่ปรึกษา นักเรียน นักศึกษา ฝ่ายวิชาการ สามารถแสดงภาพนักเรียน นักศึกษา มีระบบนำทางที่ถูกต้องแม่นยำ บันทึกภาพบ้านพักอาศัยของนักเรียน นักศึกษา ตลอดจนข้อมูลประวัติส่วนตัวของนักเรียน นักศึกษาได้สะดวกสบาย ทันสมัย สอดคล้องกับการใช้งานของผู้ใช้จริง

2. ระบบได้มีการประเมินประสิทธิภาพทั้ง 4 ด้าน โดยแบ่งการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้งาน การทำงานระบบตามหน้าที่ต่าง ๆ มีความถูกต้องของข้อมูล ความทันต่อเวลาสะดวกต่อการใช้งาน มีความสมบูรณ์ของข้อมูลครบถ้วน ความสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้

บทความวิจัย

7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

จากผลลัพธ์ดังกล่าว สรุปได้ว่า สร้างและหาประสิทธิภาพระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ มีประโยชน์อย่างมากช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ ครูที่ปรึกษาในวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ ในการเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา สามารถทำงานได้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน และมีประสิทธิภาพในการทำงานอย่างแท้จริง

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะจากการวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุง วางแผน และต่อยอดของระบบติดตามเยี่ยมบ้านนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ ดังนี้

1. ผู้ที่สนใจควรเพิ่มกลุ่มประชากรหรือกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น ในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดกลุ่มประชากรเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือในการวิจัยยิ่งขึ้น
2. ผู้ที่สนใจควรเพิ่มงานวิจัยที่เกี่ยวข้องให้มากขึ้น เนื่องด้วยในระหว่างการศึกษาครั้งนี้ พบว่า งานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีค่อนข้างน้อย ควรหางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สนับสนุนในเรื่องระบบติดตามเยี่ยมบ้านของนักเรียน นักศึกษา ให้มากกว่าเดิม

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] เนาวรัตน์ ภิณวย. (2547). ความเอาใจใส่ของครูเพื่อการแก้พฤติกรรมขาดเรียนของนักเรียน กรณีศึกษา นายธรรต บุญนิยม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3. (รายงานผลการวิจัย). ระยอง : โรงเรียน อัสสัมชัญระยอง.
- [2] ประสิทธิ์ สุวรรณมิตระ. (2550). การประเมินโครงการการแก้ปัญหาการขาดเรียน ออกกลางคันเพราะอ่านหนังสือไม่ได้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนดำนมะขามเตี้ยวิทยาคม. (รายงาน ผลการวิจัย). กาญจนบุรี: โรงเรียนดำนมะขามเตี้ยวิทยาคม.
- [3] ปรีดา วิทยากุล. (25 กรกฎาคม 2552). การเยี่ยมบ้าน. Gotoknow. <https://www.gotoknow.org/posts/280146>.
- [4] มณฑิร ชาติ. (2556). การศึกษาสาเหตุการมาเรียนสายของนักศึกษา ระดับชั้น ปวช. 2 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยอาชีวศึกษาศรีสะเกษบริหารธุรกิจ. (รายงานผลการวิจัย). ศรีสะเกษ : วิทยาลัยอาชีวศึกษาศรีสะเกษบริหารธุรกิจ.
- [5] สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (24 มกราคม 2562). สสำรวจพฤติกรรมวัยรุ่นไทย. <https://www.thaihealth.or.th/?p=292715>.
- [6] สุวิภา สุทธิ. (2550). การศึกษาสาเหตุการขาดเรียนของนักศึกษา. วิทยาลัยการอาชีพนาทวี จังหวัดสงขลา. (รายงานผลการวิจัย). สงขลา : วิทยาลัยการอาชีพนาทวี จังหวัดสงขลา.
- [7] อาทิตย ทัศนกุล. (18 เมษายน 2562). กว่าจะได้ Software ต้องผ่านอะไรมาบ้าง. Medium. <https://medium.com/i-gear-geek/กว่าจะได้-Software-ต้องผ่านอะไรมาบ้าง-83cc38640b64>

การพัฒนาระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm Development of the Smart Farm Management System of I-Smart Farm

ดวงใจ งามศิริ¹ นิพนธ์ บุญสกันต์² ซูฟิยัน แวดีรามัน³

Duangjai Ngarmsiri¹ Nipon Bunsakun² Sufeyan Waedueraman³

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยอาชีวศึกษายะลา ยะลา 95000

Information Technology, Yala Vocational College, Yala 95000

² สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3, สงขลา 90110

Institute of Vocational Education: Southern Region 3, Songkhla 90110

³ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยการอาชีพปัตตานี ปัตตานี 94000

Information Technology, Pattani Industrial and Community Education College, Pattani 94000

¹ Corresponding Author: E-mail: ngarmsiri_86@hotmail.com

Received: 15 December. 2023; Revised: 6 January. 2024; Accepted: 15 January. 2024;

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและพัฒนาระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm 2) ศึกษาความเหมาะสมขององค์ประกอบระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย 1) กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาระดับคุณภาพของระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm คือ นักวิชาการหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีความรู้ ความสามารถทักษะทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศหรือทางด้านคอมพิวเตอร์ จำนวน 5 คน 2) ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm คือ ครูผู้สอนทางด้านการงานอาชีพหรือทางด้านการเกษตร ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษายะลา เขต 1 อำเภอเมือง จังหวัดยะลา โดยใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แบบประเมินความเหมาะสม และ 2) แบบสอบถามความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย 1) ผลการสร้างและพัฒนาระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm ทั้ง 5 ระบบควบคุมและแสดงผลการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถควบคุมและสั่งงานผ่านทางโมบายแอปพลิเคชันและนำไปประยุกต์ใช้กับระบบงานฟาร์มได้อย่างมีคุณภาพ 2) ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm โดยผู้เชี่ยวชาญในภาพรวม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.35, S.D. = 0.53) และ 3) ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart++ ในภาพรวม อยู่ในระดับ มาก ($\bar{X}$ = 4.47, S.D. = 0.14)

คำสำคัญ : ระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์ม ฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm บริหารจัดการฟาร์มด้วย IoT

Abstract

The objectives of this research were to : 1) create and develop the smart farm management system of i-Smart Farm, 2) find out the quality of the smart farm management system of i-Smart Farm, and 3) study the users' satisfaction of the i-Smart Farm management system.

The population and sample group included the following groups. 1) The target group for studying the quality level of the i-Smart Farm management system consisted of 5 academics or experts or knowledgeable people in the field of information technology or computer skills. 2) The population and sample group for investigating the users' satisfaction of the i-Smart Farm management system included 25 teachers in the field of Work Occupation or Agriculture in educational institutions under the Yala Educational Service Area Office, Area 1, Muang District, Yala Province derived by purposive sampling technique. The research tools consisted of : 1) a quality assessment form and 2) a satisfaction questionnaire. Data were analyzed using average and standard deviation.

The results of the research revealed as follows. 1) The results of the creation and development of the i-Smart Farm management system showed that all 5 systems could effectively control and display the work results which can be operated via mobile applications and can be effectively applied in the actual farm work. 2) The evaluating results of the components of the i-Smart Farm management system by the experts was overall at the high level ($\bar{X}$ = 4.35, S.D. = 0.53). Finally, 3) the results of the users' satisfaction of the i-Smart Farm management system was overall at a high level ($\bar{X}$ = 4.47, S.D. = 0.14).

Keywords : smart farm management system, i-Smart Farm, IOT Farm management system

1. บทนำ

เทคโนโลยี Internet of Thing (IoT) คือ เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่ออุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ โทรทัศน์ และอื่น ๆ เข้าไว้ด้วยกัน โดยสามารถเชื่อมโยงและสื่อสารกันได้โดยผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ทำให้พวกเขาสามารถควบคุมสิ่งของต่าง ๆ ทั้งจากในบ้าน และสำนักงานหรือจากที่ไหนก็ได้ เทคโนโลยีสารสนเทศถูกนำมาประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ ที่สำคัญ ทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่อีกมากมาย เช่น แนวคิด “สมาร์ทฟาร์ม” โดยการใช้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ รวมถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีและอำนวยความสะดวก การจัดการฟาร์มเกษตรกรรมในรูปแบบที่เรียกว่า ระบบฟาร์มอัจฉริยะ (Smart Farm System) เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อที่จะสอดคล้องกับ Thailand 4.0 โมเดลพัฒนาเศรษฐกิจใหม่ มีความมุ่งมั่นในการพัฒนาเศรษฐกิจ ของประเทศที่เป็นการนำเอาเทคโนโลยีมาช่วยส่งเสริมในด้านการเกษตร เปลี่ยนจากการเกษตรแบบดั้งเดิม (traditional Farming) ในปัจจุบันไปสู่การเกษตรสมัยใหม่ ที่เน้นการบริหารจัดการและเทคโนโลยี (Smart Farming) [1]

อาชีพเกษตรกรเป็นอาชีพหลักของประชาชนชาวไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในจังหวัดชายแดนภาคใต้ ที่มีทรัพยากรทางธรรมชาติอุดมสมบูรณ์ การทำอาชีพเกษตรกรในลักษณะของฟาร์มจะมีการเลี้ยงสัตว์และปลูกผัก

ซึ่งในการทำการเกษตรในลักษณะฟาร์มเหล่านี้จะต้องมีระบบการบริหารจัดการฟาร์มที่เหมาะสมสำหรับการให้อาหารสัตว์ การรดน้ำผัก และการให้ปุ๋ย ซึ่งเป็นเรื่องที่ยุ่ยากสำหรับเกษตรกรบางกลุ่ม เพราะเกษตรกรบางคนอาศัยอยู่เพียงลำพัง ทำให้เกิดข้อจำกัดทางด้านจำนวนคนและค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น อีกทั้งภูมิอากาศในประเทศไทย โดยเฉพาะภาคใต้มีภูมิอากาศที่มีฤดูฝนมากกว่าฤดูร้อน และปัจจุบันความเปลี่ยนแปลงทางด้านสภาพอากาศไม่มีความแน่นอน การที่มีระบบสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะมาเป็นผู้ช่วยในการคาดการณ์อากาศที่จะเกิดขึ้น เพื่อควบคุมการใช้น้ำในการเกษตรให้เกิดขึ้นได้อย่างคุ้มค่า ระบบการทำเกษตรอัจฉริยะหรือเกษตรแม่นยำ เป็นระบบเกษตรขั้นสูงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและใช้ทรัพยากรให้สอดคล้องกับสภาพของพื้นที่มากที่สุด รวมถึงการดูแลอย่างมีประสิทธิภาพ โดยนำระบบ AI (Artificial Intelligence) และ IoT (Internet of Things) การนำระบบการทำเกษตรอัจฉริยะหรือเกษตรแม่นยำมาช่วยสนับสนุนการวางแผนและการตัดสินใจบนฐานข้อมูลสารสนเทศที่ถูกต้อง ทำให้สามารถคาดการณ์ผลผลิตได้อย่างแม่นยำ ช่วยลดความสูญเสีย ต้นทุน ปริมาณการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ปุ๋ยเคมี น้ำ และลดการใช้แรงงานคน อีกทั้งยังให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า จึงถือเป็นโอกาสของเกษตรกรและโอกาสของประเทศที่จะทำให้อุตสาหกรรมมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น [2]

ทีมผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีทางด้านไอโอที (IoT) และการพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์สำเร็จรูปแบบพกพาในการควบคุมโรงเรือนหรือฟาร์มแบบอัจฉริยะ โดยการพัฒนาระบบบริหารจัดการผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (internet) และควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วย Smartphone ผลลัพธ์ของข้อมูลที่ส่งจากเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเป็นข้อมูลแสดงสถานะการบริหารจัดการฟาร์ม ที่เป็นปัจจุบันและข้อมูลมีการพัฒนาปรับปรุงให้เป็นปัจจุบันอยู่เสมอ เกษตรกรสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการวางแผนการเพาะปลูก ปรับปรุงขั้นตอนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตและทำนายอนาคตผลผลิต เพิ่มความสะดวกสบาย และเพิ่มขีดความสามารถของการทำเกษตรกรรมแบบสมาร์ทฟาร์ม (Smart Farmer Innovators)

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างและพัฒนาระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart++
- 2.2 เพื่อศึกษาความเหมาะสมขององค์ประกอบระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart
- 2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การสร้างและพัฒนาระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm

3.1.1 ศึกษากระบวนการทำงานของ Internet of Things หรือ IoT คือ สภาพแวดล้อมอันประกอบด้วยสรรพสิ่งที่สามารถสื่อสารและเชื่อมต่อกันได้ผ่านโพรโทคอลการสื่อสารทั้งแบบใช้สายและไร้สาย โดยสรรพสิ่งต่าง ๆ มีวิธีการระบุตัวตน รับรู้บริบทของสภาพแวดล้อมได้ และมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบและทำงานร่วมกันได้ ความสามารถในการสื่อสารของสรรพสิ่งนี้จะนำไปสู่นวัตกรรมและบริการใหม่ได้อีกมากมาย ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยทีมผู้วิจัยได้ออกแบบระบบสำหรับสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm จำนวน 5 ระบบ ได้แก่ 1) ระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ 2) ระบบวัดความชื้นในอากาศ 3) ระบบควบคุมและให้อาหารสัตว์และน้ำอัตโนมัติ 4) ระบบไฟอัตโนมัติ และ 5) ระบบแจ้งเตือนภัยเหตุฉุกเฉินจากไฟไหม้หรือคว้นไฟ

3.1.2 ออกแบบระบบ IoT สำหรับสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm โดยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT (Node MCU) กับ Arduino board และระบบเซนเซอร์

3.1.3 การเขียนโปรแกรมควบคุมระบบบริหารจัดการฟาร์ม

แพลตฟอร์มการพัฒนา Application สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ IoT ให้สามารถใช้งานร่วมกับ Smart phone และ Application ต่าง ๆ โดยรองรับการใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ IOS และ Android โดยผู้ใช้งานสามารถสร้างอุปกรณ์ให้เชื่อมต่อกับ Application ที่พัฒนาขึ้นและสื่อสารรับส่งข้อมูลได้ ผู้ใช้งานใช้อุปกรณ์ Output ต่าง ๆ เช่น รีเลย์ ผ่านทาง Application บนมือถือไปยังอุปกรณ์ที่อยู่ตำแหน่งใด ก็ได้ที่สามารถเชื่อมต่อกับ Internet ได้และทำนองเดียวกันก็สามารถเอา Input ต่าง ๆ เช่น เซ็นเซอร์จากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น และติดตั้งใช้งานไว้ที่ใด ๆ ก็ได้ที่เชื่อมต่อกับ Internet ได้มาแสดงผลที่ Application บนมือถือ โดยอาศัยเครือข่ายการสื่อสารของ Internet เป็นสื่อกลางและแสดงผลออกมาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น 1) เก็บสถิติข้อมูลเซนเซอร์ที่วัดได้ออกมาเพื่อแสดงผลในรูปแบบกราฟ 2) กำหนดค่าความชื้นที่จะให้ระบบ สั่งเปิดหรือปิดน้ำอัตโนมัติ 3) กำหนดค่าเซนเซอร์ต่าง ๆ เมื่อถึงจุดที่กำหนดให้มีการแจ้งเตือนทางไลน์ และ 4) รองรับการ ปิด-เปิดน้ำเอง (อัตโนมัติ) จากภายในแอปพลิเคชันได้ โดยในส่วนอุปกรณ์ IoT จากฟาร์มจะทำการรับส่งข้อมูลหา Net pie Server ผ่านทางโปรโตคอล HTTP และส่งข้อความเตือนทางไลน์ผ่านทางโปรโตคอล HTTPS ในระบบเรียลไทม์เพื่อให้ข้อมูลมีการอัปเดตต่อเนื่องเป็นปัจจุบันตลอดเวลา

3.2 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาระดับคุณภาพของระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm คือ นักวิชาการหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีความรู้ ความสามารถทักษะทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือทางด้านคอมพิวเตอร์ จำนวน 5 คน

3.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm ประกอบด้วย

3.2.2.1 ประชากร คือ ครูผู้สอนทางด้านการงานอาชีพหรือทางการเกษตร ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษายะลา เขต 1 อำเภอเมือง จังหวัดยะลา

3.2.2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูผู้สอนทางด้านการงานอาชีพหรือทางการเกษตร ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษายะลา เขต 1 อำเภอเมือง จังหวัดยะลา โดยใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจงจำนวน 25 คน

3.3 เครื่องมือสำหรับการวิจัย

3.3.1 ระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm

3.3.2 แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm

3.3.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm

4. ผลการวิจัย

4.1 การสร้างและพัฒนาาระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm อุปกรณ์ IoT จากฟาร์ม จะทำการรับส่งข้อมูลผ่านแพลตฟอร์ม Net pie และส่งข้อความแจ้งเตือนสถานะของระบบทั้ง 5 ระบบ ในระบบเรียลไทม์ เพื่อให้ข้อมูลมีการอัปเดตต่อเนื่องตลอดเวลา ตามภาพที่ 1

โดยทั้ง 5 ระบบสามารถทำงานตามทีออกแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย

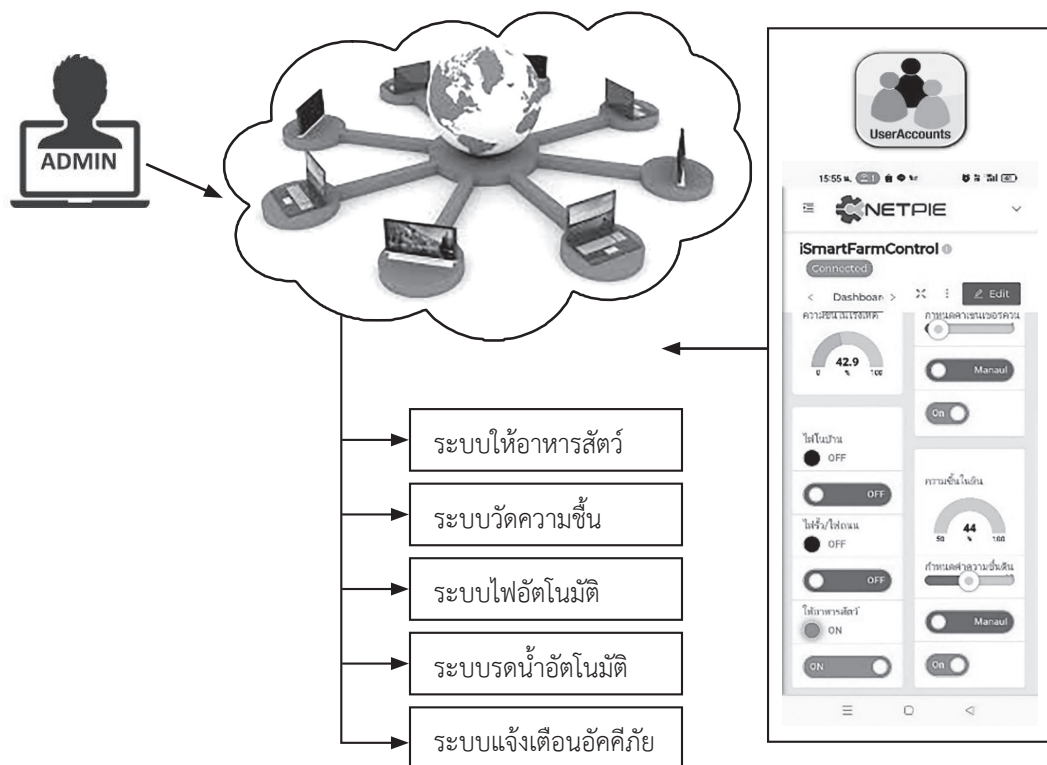
4.1.1 ระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ

4.1.2 ระบบวัดความชื้นในอากาศ

4.1.3 ระบบควบคุมและให้อาหารสัตว์และน้ำอัตโนมัติ

4.1.4 ระบบไฟอัตโนมัติ ควบคุมการทำงานด้วยการตั้งเวลาเปิด - ปิด โดยใช้แหล่งจ่ายไฟพลังงานแสงอาทิตย์จากแผงโซลาร์เซลล์

4.1.5 ระบบแจ้งเตือนภัยเหตุฉุกเฉินจากไฟไหม้หรือควันไฟ ควบคุมการทำงานด้วยเซ็นเซอร์ตรวจจับควัน (MQ-2)



ภาพที่ 1 สถาปัตยกรรมระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm

บทความวิจัย

4.2 การประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm โดยผู้เชี่ยวชาญ ในส่วนด้านโครงสร้างพื้นฐาน ด้านการออกแบบระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm ด้านเทคโนโลยีและด้านคุณภาพของการพัฒนาระบบ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานขององค์ประกอบระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		ความหมาย
	$\bar{X}$	S.D	
1. ด้านโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure)			
1.1 แนวคิดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.20	0.84	มาก
1.2 ระบบควบคุมสมาร์ทฟาร์มเมอร์โดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝัง ครอบคลุมและเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
1.3 โครงสร้างระบบสมาร์ทฟาร์มเมอร์เหมาะสมกับการใช้งาน	4.00	0.71	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมรายด้าน	4.20	0.61	มาก
2. ด้านการออกแบบระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm			
2.1 ความสามารถของระบบ	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (GUI)	4.20	0.84	มาก
2.3 ประสิทธิภาพในการใช้งาน	4.40	0.55	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมรายด้าน	4.40	0.43	มาก
3. ด้านเทคโนโลยี (Technology)			
3.1 ความสำคัญของเทคโนโลยี IoT	4.00	0.71	มาก
3.2 การส่งข้อมูลแสดงบนมือถือ Smartphone แบบเรียลไทม์	4.60	0.55	มากที่สุด
3.3 ระบบสามารถสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ควบคุมได้โดยใช้ Smartphone	4.60	0.55	มากที่สุด
3.4 การพัฒนาระบบบริหารจัดการสมาร์ทฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm	4.40	0.55	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมรายด้าน	4.40	0.42	มาก
4. ด้านคุณภาพของการพัฒนาระบบ			
4.1 ความสามารถของระบบในการใช้งาน	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 การตอบสนองการทำงานของระบบสมาร์ทฟาร์มเมอร์	4.40	0.55	มากท
4.3 ประโยชน์ของระบบสมาร์ทฟาร์มเมอร์	4.20	0.84	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมรายด้าน	4.40	0.43	มาก
ค่าเฉลี่ยในภาพรวม	4.35	0.35	มาก

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินระดับความเหมาะสมของระบบบริหารจัดการสมาร์ฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm ในภาพรวมทุกด้าน พบว่า มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก ($\bar{X}$ = 4.35, S.D = 0.35) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้านอยู่ในระดับความเหมาะสมมาก ประกอบด้วย 1) ด้านการออกแบบระบบบริหารจัดการสมาร์ฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm ($\bar{X}$ = 4.40, S.D = 0.42) 2) ด้านเทคโนโลยี (Technology) ($\bar{X}$ = 4.40, S.D = 0.42) 3) ด้านด้านคุณภาพของการพัฒนาระบบ ($\bar{X}$ = 4.40, S.D = 0.43) 4) ด้านโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) ($\bar{X}$ = 4.20, S.D = 0.61)

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบบริหารจัดการสมาร์ฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีระบบบริหารจัดการสมาร์ฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm

รายการประเมิน	ความพึงพอใจ		ความหมาย
	$\bar{X}$	S.D.	
1. ด้านโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure)			
1.1 แนวคิดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.20	0.58	มาก
1.2 ระบบควบคุมสมาร์ฟาร์มเมอร์โดยใช้ Smartphone ครอบคลุมและเหมาะสม	4.48	0.51	มาก
1.3 โครงสร้างระบบสมาร์ฟาร์มเมอร์เหมาะสมกับการใช้งาน	4.16	0.55	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมรายด้าน	4.28	0.34	มาก
2. ด้านการใช้งานระบบบริหารจัดการสมาร์ฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm			
2.1 ความสามารถของระบบ	4.68	0.48	มากที่สุด
2.2 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (GUI)	4.60	0.50	มากที่สุด
2.3 ประสิทธิภาพในการใช้งาน	4.16	0.62	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมรายด้าน	4.48	0.31	มาก
3. ด้านเทคโนโลยี (Technology)			
3.1 ความสำคัญของเทคโนโลยี IoT	4.24	0.52	มาก
3.2 การส่งข้อมูลแสดงบนมือถือ Smartphone แบบเรียลไทม์	4.68	0.48	มากที่สุด
3.3 ระบบสามารถสั่งเปิด-ปิดอุปกรณ์ควบคุมได้โดยใช้ Smartphone	4.56	0.51	มากที่สุด
3.4 การพัฒนาระบบบริหารจัดการสมาร์ฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm	4.32	0.48	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมรายด้าน	4.45	0.29	มาก

รายการประเมิน	ความพึงพอใจ		ความหมาย
	$\bar{X}$	S.D.	
4. ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการใช้งานระบบบริหารจัดการสมาร์ฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart++			
4.1 ความสามารถของระบบในการใช้งาน	4.36	0.49	มาก
4.2 การตอบสนองการทำงานของระบบสมาร์ฟาร์มเมอร์	4.08	0.64	มาก
4.3 ความพึงพอใจในภาพรวม	4.20	0.65	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมรายด้าน	4.40	0.23	มาก
ค่าเฉลี่ยในภาพรวม	4.40	0.23	มาก

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบบริหารจัดการสมาร์ฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm ในภาพรวม พบว่า มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก ($\bar{X}$ = 4.40, S.D = 0.23) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้านมีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก ประกอบด้วย 1) ด้านการใช้งานระบบบริหารจัดการสมาร์ฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm ($\bar{X}$ = 4.48, S.D. = 0.31) 2) ด้านเทคโนโลยี (Technology) ($\bar{X}$ = 4.45, S.D = 0.29) 3) ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการใช้งานระบบบริหารจัดการสมาร์ฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm ($\bar{X}$ = 4.40, S.D = 0.23) และ 4) ด้านโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) ($\bar{X}$ = 4.28, S.D = 0.34)

5. อภิปรายผลการวิจัย

5.1 การสร้างและพัฒนาระบบบริหารจัดการสมาร์ฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm โดยจำลองโมเดลต้นแบบทั้ง 5 ระบบ ทีมวิจัยได้นำความรู้ทางด้านเทคโนโลยี IoT มาใช้งานเพื่อส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้โดยอัตโนมัติพร้อมทั้งแสดงข้อมูลจากเซนเซอร์ที่วัดได้แบบเรียลไทม์และควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อควบคุมปัจจัยสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ผ่านมือถือ Smartphone โดยระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นำไปประยุกต์ใช้งานในฟาร์มประเภทต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ทีมวิจัยได้มีการวิเคราะห์และออกแบบระบบโดยเลือกใช้เทคโนโลยีทางด้าน IoT และแพลตฟอร์ม Net pie ที่รองรับการใช้งานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ IOS และ Android สอดคล้องกับงานวิจัยของ [4] เรื่อง การออกแบบระบบสมาร์ฟาร์มโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับมะนาว จังหวัดเพชรบุรี

5.2 การพัฒนาควบคุมระบบบริหารจัดการสมาร์ฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm มีความเหมาะสมตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นในระดับคุณภาพมาก ($\bar{X}$ = 4.35, S.D. = 0.35) ทั้งนี้ เพราะระบบฯ ที่ทีมวิจัยพัฒนาขึ้นนั้นช่วยให้มีความสะดวกสบายและแบ่งเบาภาระของเกษตรกรหรือผู้ที่สนใจทั่วไป ในการควบคุมสั่งการระบบควบคุมและให้อาหารสัตว์ ระบบแจ้งเตือนภัย ระบบรดน้ำอัตโนมัติ ระบบไฟฟ้าอัตโนมัติและระบบวัดค่าความชื้นโรงเรือนผ่านทางสมาร์ทโฟนจากทุกที่และตลอดเวลาได้จริง โดยได้ทดลองการใช้งานจากโมเดลจำลองฟาร์มเสมือนจริง สอดคล้องกับงานวิจัย [1] ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว โดยวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของเกษตรกรในการใช้งานระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว ผลการวิจัยพบว่า

ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นโดยรวมต่อระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นอยู่ในเกณฑ์ประสิทธิภาพความเหมาะสมที่อยู่ในระดับมากโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 ความพึงพอใจของเกษตรกรชาวไร่อ้อยที่มีต่อระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว

5.3 ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบบริหารจัดการสมาร์ฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm ในภาพรวมพบว่า มีระดับความพึงพอใจ อยู่ในระดับ มาก ($\bar{X}$ = 4.40, S.D. = 0.23) ทั้งนี้ เพราะทีมผู้วิจัยดำเนินการออกแบบและพัฒนาระบบฯ โดยใช้ Internet of Things (IoT) คือ การที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ต โดยไม่ต้องป้อนข้อมูล การเชื่อมโยงนี้ช่วยให้เราสามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ไปจนถึงการเชื่อมโยงการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้ากับการใช้งานอื่น ๆ จนเกิดเป็นบรรดา Smart ต่าง ๆ อย่าง smart farm ที่มีการนำเซนเซอร์มาใช้ในภาคเกษตรกรรมเพื่อช่วยลดแรงคน และเพื่อติดตามผลได้อย่างแม่นยำ สอดคล้องกับงานวิจัย [3] ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับเกษตรกรยุคใหม่ด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิดและเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย แนวคิด “สมาร์ฟาร์ม” คือ การใช้เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ (Smart farm system) เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อที่จะสอดคล้องกับ Thailand 4.1 ที่เป็นการนำเอาเทคโนโลยีมาช่วยส่งเสริมในด้านการเกษตร

6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผล

6.1.1 การสร้างและพัฒนาระบบบริหารจัดการสมาร์ฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm โดยจำลองโมเดลต้นแบบซึ่งมีองค์ประกอบ 5 ระบบ ประกอบด้วย 1) ระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ 2) ระบบวัดความชื้นในอากาศ 3) ระบบควบคุมและให้อาหารสัตว์และน้ำอัตโนมัติ 4) ระบบไฟอัตโนมัติ และ 5) ระบบแจ้งเตือนภัยเหตุฉุกเฉินจากไฟไหม้หรือควันไฟ จากการทดสอบระบบการใช้งานทั้ง 5 ระบบควบคุมและแสดงผลการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถควบคุมและสั่งงานผ่านทางโมบายแอปพลิเคชัน และนำไปประยุกต์ใช้กับระบบงานฟาร์มได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.1.2 การประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของระบบบริหารจัดการสมาร์ฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm โดยผู้เชี่ยวชาญในภาพรวม พบว่า มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก ($\bar{X}$ = 4.35, S.D. = 0.35)

6.1.3 การประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบบริหารจัดการสมาร์ฟาร์มอัจฉริยะ i-Smart Farm ในภาพรวม พบว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก ($\bar{X}$ = 4.40, S.D. = 0.23)

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

ควรมีการเปรียบเทียบกับเซนเซอร์ที่มีประสิทธิภาพเพื่อดูค่าความคงทน

6.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลผลิตที่ได้จากการใช้ระบบบริหารจัดการสมาร์ฟาร์มอัจฉริยะ

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] กาญจนพร เตียวเจริญกิจ และนฤมล อ่อนเมืองดง. (2561). *การพัฒนาระบบควบคุมเกษตรอัจฉริยะโดยใช้คอมพิวเตอร์แบบฝังตัว*. พระนครศรีอยุธยา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- [2] ณัฐกิตติ์ ปัทมะ. (2563). *การพัฒนาระบบเกษตรอัจฉริยะของประเทศไทย*. สำนักวิชาการ สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภา, 10.
- [3] ธิตศักดิ์ โพธิ์ทอง. (2562). *การพัฒนาระบบฟาร์มอัจฉริยะสำหรับเกษตรกรยุคใหม่ด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิดและเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สาย*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- [4] บัณฑิตพงษ์ ศรีอำนาจ, สราวุธ แผลงศร, วีระสิทธิ์ ปิติเจริญพร และพิมพ์ใจ สีหะนาม. (2562). การออกแบบระบบสมาร์ตฟาร์มโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับมะนาว จังหวัดเพชรบุรี. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ “สังคมผู้สูงอายุ โอกาสและความท้าทายของอุดมศึกษา” ครั้งที่ 6 “NMCCON 2019 National Conference Nakhonratchasima College”. วิทยาลัยนครราชสีมา. http://journal.nmc.ac.th/th/admin/Journal/2562Vol9No1_89.pdf

ศึกษาระยะบังคับ น้ำหนักบรรทุก และความพึงพอใจของรถเข็นส่งของ
ควบคุมระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ
Study on Remote Control Distance, Load Weight,
and Users' Satisfaction of Remote-controlled Delivery Cart
for COVID Patients

ถวิล มาทัง¹ มุฮัมมัดมูรอดี ตาเลห์² ซัยนาลาเบดีน เจ๊ะแว³ อิทธิฤทธิ์ ศรีชุมภู⁴

Thawin Matung¹ Muhammadmurodee Taleh² Sainalabedeem Jehwae³ Itthirit Srishumphu⁴

¹⁻³ ภาควิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคยะลา จังหวัดยะลา 95000

Department of Electrical Technology, Yala Technical College, Yala Province, 95000

⁴ วิทยาลัยเทคนิคยะลา จังหวัดยะลา 95000

Yala Technical College, Yala Province, 95000

² Corresponding Author: E-mail: mh.murodee@gmail.com

Received: 15 December. 2023; Revised: 29 December. 2023; Accepted: 15 January. 2024;

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาระยะบังคับ น้ำหนักบรรทุก และความพึงพอใจของผู้ใช้รถเข็นบังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ เจ้าหน้าที่ส่งยาและอาหาร จำนวน 10 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบบันทึกผลการทดลองและแบบสอบถาม

ความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในงานวิจัย คือ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานผลการวิจัยพบว่า การรับสัญญาณจากรีโมทบังคับวิทยุของรถเข็น สามารถรับสัญญาณได้ในระยะทางตั้งแต่ 10 - 50 เมตร โดยรถเข็นส่งของมีการเคลื่อนที่ได้ปกติ แต่เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น (50 - 60 เมตร) รถเข็นส่งของไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ขณะที่ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุก พบว่า น้ำหนักบรรทุก 5 - 10 กิโลกรัม การทำงานของรถเข็นสามารถเคลื่อนที่ได้ปกติ แต่เมื่อเพิ่มน้ำหนักบรรทุก 15 และ 20 กิโลกรัม รถเข็นส่งของเคลื่อนที่ได้ช้าลง และหยุดการเคลื่อนที่ตามลำดับ สำหรับผลความพึงพอใจของผู้ใช้รถเข็นส่งของบังคับระยะไกล พบว่า มีค่าคะแนนเฉลี่ยโดยรวม 4.52 ± 0.49 ซึ่งมีระดับความพอใจมากที่สุด ดังนั้น รถเข็นส่งของบังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจสามารถบังคับได้ไกลในระยะ 50 เมตร และบรรทุกสิ่งของได้ไม่เกิน 15 กิโลกรัม โดยมีความพึงพอใจของผู้ใช้ในระดับความพอใจมากที่สุด

คำสำคัญ : รถเข็น ระบบทางเดินหายใจ บังคับระยะไกล

Abstract

The aims of this study were to determine a distance to receive a signal from a remote control, a weight that a cart can carry, and find users' satisfaction towards a remote-controlled delivery cart for COVID patients. The sample group included 10 medicine and food delivery staffs derived by purposive sampling technique. The instruments used in the research were an experimental result recording form and satisfaction questionnaires with the research statistics of mean and standard deviation.

The results revealed that the delivery cart can receive radio signals from the radio remote control at a distance of 10 - 50 meters with good movement. However, when the distance increases (50 - 60 meters), the delivery cart cannot move. The load weight test results showed that with the load weight of 5 - 10 kilograms, the cart can move normally while as the weight of the delivery cart increased to 15 and 20 kilograms, the delivery cart moved slowly and then stopped. The users' satisfaction of the remote-controlled delivery cart reached the overall average score of 4.52 ± 0.49 or the highest level of satisfaction. Therefore, the remote-controlled patient delivery cart for COVID patients can be used within a distance of 50 meters and the payload should not exceed 15 kilograms with the highest level of users' satisfaction.

Keywords : cart, Covid, remote control

1. บทนำ

การแพร่กระจายเชื้อทางอากาศในสถานพยาบาลเป็นปัญหาสำคัญทางการแพทย์และสาธารณสุขทั่วโลก สำหรับประเทศไทยเชื้อวัณโรคซึ่งเป็นเชื้อที่แพร่กระจายทางอากาศกำลังเป็นปัญหาสำคัญ เนื่องจากอุบัติการณ์ของวัณโรคเพิ่มขึ้น และพบเชื้อวัณโรคที่ดื้อยาหลายขนานด้วย นอกจากนี้โรคอุบัติใหม่ระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ โรค SARS, Avian influenza, A H5N1 และ COVID-19 อาจแพร่ทางอากาศหรือทางฝอยละอองขนาดเล็ก (aerosol) ได้ในบางสถานการณ์ การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศในสถานพยาบาลจึงเป็นสิ่งที่ต้องดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ [1]

ไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (COVID-19) ที่แพร่ระบาดหนักในหลาย ประเทศทั่วโลก โควิด-19 ทำให้มีผู้ติดเชื้อกว่า 185 ล้านคน และคร่าชีวิตผู้คนไปแล้ว 4 ล้านคน จากหลักฐานการแพร่กระจายเชื้อในอากาศของ SARS-CoV-2 หรือ Covid-19 เป็นการแพร่กระจายเชื้อผ่าน การสัมผัสและทาง Respiratory Droplets ที่มีขนาดอนุภาคมากกว่า 5 - 10 ไมครอน มีการศึกษาพบว่าผู้ป่วย Covid-19 จำนวน 75,465 คน ในประเทศจีนไม่พบว่าแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ [2] นับแต่องค์การอนามัยโลก (WHO) ประกาศให้มันเป็นการระบาดใหญ่ แม้คนทั่วโลกหวังว่าวัคซีนต้านโควิดจะช่วยนำพาโลกกลับสู่ความปกติ และคลี่คลายมาตรการควบคุมโรคที่ส่งผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ของเราในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา แต่นักวิทยาศาสตร์กลับเริ่มเชื่อมั่นมากขึ้นเรื่อย ๆ ว่าเชื้อไวรัสโคโรนาชนิดนี้ยังคงอยู่กับเราต่อไป เมื่อปีที่แล้ว “เนเจอร์” (Nature) วารสารวิทยาศาสตร์ชั้นนำ ได้ถามความเห็นนักภูมิคุ้มกันวิทยา และผู้เชี่ยวชาญด้านสาธารณสุขกว่า 100 คนทั่วโลก เชื่อว่า Sars-Cov-2

ที่ก่อโรคโควิด-19 จะไม่สามารถขจัดให้หมดสิ้นไปจากโลก โดยให้เหตุผลว่ามีหลักฐานที่บ่งชี้ว่าเชื้อไวรัสชนิดนี้น่าจะกลายเป็นโรคประจำถิ่น (endemic) และจะยังคงแพร่ระบาดในหลายพื้นที่ของโลกต่อไป [1] (WHO)

โรงพยาบาลในประเทศไทยที่ประสบปัญหาเรื่องการแพร่เชื้อทางอากาศและยังไม่สามารถควบคุมสถานการณ์ ให้เป็นปกติหรือหยุดการแพร่เชื้อโรคได้ ประเทศไทยจึงใช้มาตรการในการเว้นระยะห่าง ทางสังคม หรือ social distancing เพื่อช่วยในการลดและป้องกันการระบาดของโรคไปสู่แพทย์ และพยาบาลต้องทำการรักษาผู้ป่วยอย่างใกล้ชิดรวมถึงผู้ทำหน้าที่ ส่งอาหาร ยา และเวชภัณฑ์ต่าง ๆ โดยใช้การจัดส่งด้วยรถเข็นส่งของ [3] โรงพยาบาลหลายแห่งจำเป็นต้องจัดตั้งหอผู้ป่วยเฉพาะกิจเพื่อให้การดูแลกลุ่มผู้ป่วยโดยเฉพาะ และทุกครั้งที่บุคลากรทางการแพทย์เข้าไปปฏิบัติงานในหอผู้ป่วยเฉพาะกิจก็ต้องใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal Protection Equipment; PPE) ซึ่งจำเป็นต้องกำจัดทิ้งหลังการเข้าหอผู้ป่วยเฉพาะกิจทุกครั้งทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก รวมถึงลดความเสี่ยงในการปฏิบัติหน้าที่ของบุคลากรทางการแพทย์อีกด้วย [4]

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้สร้างรถเข็นส่งของบังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยในระบบทางเดินหายใจขึ้นมา เพื่อช่วยอำนวยความสะดวก ให้กับบุคลากรทางการแพทย์ในการส่งอาหาร น้ำ ยา และสิ่งต่าง ๆ ให้กับผู้ป่วย ทั้งนี้ เพื่อช่วยลดความเสี่ยงใน การติดเชื้อของบุคลากรทางการแพทย์ภายในโรงพยาบาล สนับสนุนบุคลากรทางการแพทย์ในการช่วยเหลือผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจและผู้ป่วยไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (COVID-19) โดยสามารถส่งอาหาร ส่งยา หรือเข็นรถเข็นเพื่อส่งของใช้ในชีวิตประจำวันให้ผู้ติดเชื้อหรือผู้เฝ้าระวัง ช่วยลดการติดต่อสัมผัสกับผู้ป่วยโดยตรง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อทดสอบระยะบังคับและน้ำหนักบรรทุกรถเข็นส่งของ บังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ
- 2.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้งานรถเข็นส่งของ บังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

รถเข็นส่งของ บังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจมีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 การออกแบบและพัฒนารถเข็นส่งของ บังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ

3.1.1 ศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรถเข็นส่งของ บังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของการบังคับการเคลื่อนที่ด้วยสัญญาณรีโมท [6, 7]

3.1.2 ออกแบบและจัดทำรถเข็นส่งของโรงพยาบาลบังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ

รถเข็นส่งของบังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจประกอบด้วยรถเข็นทำจากเหล็กหรืออลูมิเนียม ติดตั้งล้อที่ขาตั้งทั้ง 4 ข้างเพื่อการเคลื่อนที่ ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นอุปกรณ์ขับเคลื่อนระบบบังคับใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ADUINO UNO R3 บังคับผ่านโมดูล l298 motor drive module ในการขับเคลื่อนเพื่อควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ พลังที่ใช้ในการขับเคลื่อนใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงาน การควบคุมใช้รีโมทสัญญาณวิทยุในการควบคุมการทำงานของรถเข็นส่งของ บังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ [8, 9, 10]



ภาพที่ 1 รถเข็นส่งของบังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ

3.1.3 นำรถเข็นส่งของบังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจไปทดสอบ

นำรถเข็นส่งของบังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจไปทดสอบในโรงพยาบาล โดยมีการทดสอบ 2 รูปแบบ 1) การทดสอบระยะทางการบังคับการทำงานในระยะไกล เพื่อบันทึกระยะทางที่ไกลที่สุดในการควบคุมรถเข็น 2) การทดสอบขีดความสามารถในการบรรทุกสัมภาระของรถเข็น

3.2 สอบถามความพึงพอใจต่อการใช้งานรถเข็นส่งของ บังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจไปทดสอบ

3.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในครั้งนี้คือ โรงพยาบาลศูนย์ยะลา กลุ่มตัวอย่างคือ เจ้าหน้าที่ส่งอาหารและยา จำนวน 10 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

3.2.2.1 แบบบันทึกผลการทดลอง

3.2.2.2 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อรถเข็นส่งของ บังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ

3.2.3 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

3.2.3.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับสร้างแบบบันทึกผลการทดลองและแบบสอบถามความพึงพอใจ

3.2.3.2 พิจารณาคุณลักษณะที่ต้องการบันทึกผลการทดลองและแบบสอบถามความพึงพอใจ

3.2.3.3 จัดพิมพ์แบบบันทึกผลการทดลองและแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยแบบสอบถามความพึงพอใจมีความพึงพอใจ 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจ

การประเมิน	ระดับการให้คะแนน
ความพึงพอใจมากที่สุด	5 คะแนน
ความพึงพอใจมาก	4 คะแนน
ความพึงพอใจปานกลาง	3 คะแนน
ความพึงพอใจค่อนข้างน้อย	2 คะแนน
ความพึงพอใจน้อย	1 คะแนน

3.2.3.4 นำแบบบันทึกผลการทดลองและแบบบันทึกความพึงพอใจที่สร้างขึ้นไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

3.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอน ดังนี้

3.2.4.1 ทดลองหาระยะบังคับและขนาดบรรทุกของรถเข็นส่งของ บังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ

3.2.4.2 สอบถามความพึงพอใจและเก็บรวบรวมโดยใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้น

3.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำแบบบันทึกผลการทดลองและแบบสอบถามความพึงพอใจที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลมาตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล จากนั้นทำการกำหนดรหัสข้อมูลแล้วบันทึกข้อมูลและบันทึกข้อมูล ประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยกำหนดสถิติสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.2.5.1 วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปจากแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย อายุ ตำแหน่ง ประสบการณ์ในการทำงาน ข้อมูล

3.2.5.2 วิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่อรถเข็นส่งของ บังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการทดลอง

ตารางที่ 2 ผลการทดลองระยะทาง การรับสัญญาณจากรีโมทบังคับวิทยุของรถเข็นส่งของ

ระยะทาง (m)	สถานะการทำงานของตัวรถ	
	เคลื่อนที่ปกติ	หยุดการเคลื่อนที่
10 – 20	✓	
20 – 30	✓	
30 – 40	✓	
40 – 50	✓	
50 – 60		✓

บทความวิจัย

4.2 ทดสอบน้ำหนักที่รถเข็นสามารถบรรจุได้

ตารางที่ 3 ตารางผลการทดสอบน้ำหนักที่รถเข็นส่งของสามารถบรรจุได้

น้ำหนัก (กิโลกรัม)	สถานะการทำงานของตัวรถ		หมายเหตุ
	เคลื่อนที่ปกติ	หยุดการเคลื่อนที่	
5	✓		
10	✓		
15	✓		รถเคลื่อนตัวช้ามาก
20		✓	

4.3 ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อรถเข็นส่งของ

ตารางที่ 4 ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อรถเข็นส่งของ

ข้อ	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1.	ด้านความสามารถในการปฏิบัติงานจริง	4.40	0.51	มาก
2.	ด้านความสะดวกในการใช้งาน	4.80	0.41	มากที่สุด
3.	ด้านการทำงานของระบบรถเข็นส่งของโรงพยาบาล บังคับระยะไกล	4.33	0.49	มาก
4.	ด้านประสิทธิภาพโดยรวมของระยะทาง ของรถเข็น	4.66	0.49	มากที่สุด
5.	ด้านการใช้งานการบังคับผ่านรีโมท	4.40	0.51	มาก
6.	ด้านความคุ้มค่าต่อการลงทุน	4.53	0.52	มากที่สุด
เฉลี่ยภาพรวม		4.52	0.49	มากที่สุด

5. อภิปรายผลการวิจัย

5.1 ผลการทดสอบระยะบังคับรีโมทของรถเข็นส่งของ บังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ บังคับได้ดีในระยะไม่เกิน 50 เมตร จากผู้บังคับรถเข็น ซึ่งเป็นระยะที่ปลอดภัยของผู้บังคับการเคลื่อนที่ของรถเข็นส่งของ บังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจจากการติดเชื้อโรคจากผู้ป่วย ซึ่งการกำหนดของกระทรวงสาธารณสุขที่กำหนดให้เว้นระยะจากผู้ป่วยไม่น้อยกว่า 2.5 เมตร ในการขนส่งอาหารและยาที่จะเป็นสำหรับการรักษาอาการป่วยของผู้ป่วยติดเชื้อโควิดและผู้ป่วยติดเชื้อแพร่ทางอากาศอื่น ๆ หากเกินจากระยะนี้จะไม่สามารถบังคับให้รถเข็นเคลื่อนที่ได้

5.2 ผลการหามาน้ำหนักบรรทุกของรถเข็นส่งของ บังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ สามารถบรรทุกวัสดุอุปกรณ์ได้ไม่เกิน 15 กิโลกรัม สำหรับการจะทำให้รถเข็นสามารถเคลื่อนที่ได้ดี เพียงพอสำหรับการขนส่งอาหารและยาสำหรับผู้ป่วยในการรักษาโรคที่เกิดจากเชื้อโควิดและโรคอื่น ๆ โดยที่หากน้ำหนักบรรทุกมากกว่า 15 กิโลกรัม การเคลื่อนที่ของรถเข็นจะไม่สามารถเคลื่อนที่ได้

5.3 ความพึงพอใจของผู้ประเมินต่อการใช้งานรถเข็นส่งของ บังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ โดยภาพรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}=4.52$, S.D.= 0.487) เมื่อพิจารณาระดับความพึงพอใจพบว่า อยู่ในระดับมากที่สุด จำนวน 3 ข้อ และอยู่ในระดับมาก จำนวน 3 ข้อ ส่วนค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ ด้านความสะดวกในการใช้งานอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X}=4.80$, S.D.= 0.414) รองลงมาคือ ด้านประสิทธิภาพโดยรวมของรถเข็นส่งของ บังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ มากที่สุด ($\bar{X}=4.66$, S.D.=0.488) รองลงมาคือ ด้านความคุ้มค่าต่อการลงทุนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.53$, S.D.=0.516) รองลงมาคือ ด้านความสามารถในการปฏิบัติงานจริงอยู่ในระดับ มาก ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.507) และด้านการใช้งานบังคับผ่านรีโมทอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.40$, S.D.=0.507) ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านการทำงานของระบบของรถเข็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.33$, S.D.= 0.488)

6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

- 1) ระยะเวลาบังคับการเคลื่อนที่ด้วยรีโมทของรถเข็นส่งของ บังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ สามารถบังคับได้ไกลไม่เกิน 50 เมตร สอดคล้องกับงานวิจัยของ สวทช. [4] และกมลภพ และคณะ [5]
- 2) น้ำหนักบรรทุกของรถเข็นส่งของ บังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ สามารถบรรทุกพัสดุได้ไม่เกิน 15 กิโลกรัม
- 3) ความพึงพอใจของผู้ใช้งานรถเข็นส่งของ บังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ พบว่ามีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

รถเข็นส่งของโรงพยาบาลบังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจที่สร้างขึ้นมาก ต้องบังคับการเคลื่อนที่ด้วยรีโมทและบังคับทิศทางด้วยการมองของผู้บังคับ ซึ่งเป็นข้อจำกัดสำหรับบางสถานที่ ที่อาจมีมุมที่ไม่สามารถมองเห็นได้ ควรพัฒนาให้รถเข็นส่งของ บังคับระยะไกลสำหรับผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจให้สามารถมองผ่านกล้องที่ติดตั้งไว้ที่ตัวรถเข็น และสามารถดูทิศทางจากจอไร้สายที่ตัวของผู้บังคับได้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] จริญญา แสงสัจจา, ภัทร วัฒนธรรม และวราภรณ์ เทียนทอง. (2560). *คู่มือการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในสถานพยาบาล*. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข : อักษรกราฟฟิคแอนดดีไซน์.
- [2] World Health Organization (2020). *Modes of transmission of virus causing COVID-19: implications For IPC precaution recommendations*. <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations>.
- [3] บริษัท กู๊ดเวิร์ค คิทเชน โซลูชั่น จำกัด. (2561). *รถเข็นส่งของ โรงพยาบาล สำหรับแพทย์ และผู้ป่วยมีมาตรฐานการใช้งานอย่างไรบ้าง*. <https://Goodwork Kitchen Solution.com/hospital-food-cart/>

- [4] ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.). (2567). รถส่งของบังคับทางไกล “อาร์อี” เพื่อบุคลากรทางการแพทย์. <https://www.mtec.or.th/remote-control-cart/>
- [5] กมลภพ มีแป้น, ไกรศักดิ์ โพธิ์ทองคำ และวิชา อุปภัย. (2563). การออกแบบรถเข็นผู้ป่วยสำหรับการควบคุมระยะไกล. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 8 ราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงวิจัย ครั้งที่ 8 (หน้า 1981-1989). มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
- [6] Harshita R, Muhammad Hamem safwat Hussain. (2018). Surveillance Robot Using Raspberry Pi and IoT. 2018 In *International Conference on Design Innovations for 3CsCompute Communicate Control* (pp.1679-1682). India. <https://doi:10.1109/ICDI3C.2018.00018>.
- [7] P.Manikandan, G. Ramesh, G. Likith, D. Sreekanth, G.Durga prasad. (2021). Smart Nursing Robot for COVID-19 Patients. 2021 In *International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE)* (pp.839-842). India. <https://doi:10.1109/ICACITE51222.2021.9404698>.
- [8] K. Velusamy, ME, MISTE, Kishore Kumar. M, Naveen Kumar. N, Nishanth. E, Ramanasarathi. A. T (2019). *Design and Analysis of Voice Control Wheel Chair*, International Journal of Engineering Science and Computing, 4. (pp.32-38). IRAQ.
- [9] Bader Dakhilallah Samran Alrashdi, K. Prahlad Rao, Naif D. Alotaibi. (2019), *Smart Navigation and Control System for Electric Wheelchair*. American Journal of Engineering Research (AJER), 8, pp 90-94. Saudi Arabia.

หุ่นไล่ก้ออัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ Automatic Scarecrow with Solar Cell System

อารมย์ ขวัญคง¹ ไชยยา คงพรหม² พีระพงษ์ จันเขียว³
Arom Khankong¹ Chaiya Kongprom² Peerapong Junkeaw³

¹⁻³ ภาควิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

Department of Electronic Techniques, Hatyai Technical College, Songkhla 90110

³ Corresponding Author: E-mail: jpeerapong@htc.ac.th

Received: 3 June. 2023; Revised: 29 December. 2023; Accepted: 1 February. 2024;

บทคัดย่อ

ผลการวิจัยมีดังนี้ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้าง หาประสิทธิภาพ และศึกษาความพึงพอใจของหุ่นไล่ก้ออัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ โดยเลือก กลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 30 คน เครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบบันทึกข้อมูลและแบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย โดยใช้สเกล 5 ระดับ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการหาค่าความพึงพอใจหุ่นไล่ก้ออัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ คือ กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ผลการประเมินความพึงพอใจ พบว่า มีค่าความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด ค่าพึงพอใจเฉลี่ย 4.69 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57 เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ประเด็นที่มีค่าความพึงพอใจมากที่สุด คือ ข้อที่ 1 ความสวยงามในการออกแบบตัวหุ่นไล่ก้อ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ข้อที่ 6 ลดมลพิษเป็นมิตรสิ่งแวดล้อมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 อยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนความพึงพอใจน้อยที่สุด คือ ข้อที่ 2 ความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 อยู่ในระดับมาก หุ่นไล่ก้ออัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ หากนำไปใช้กับโกดังเก็บของ อาคาร หรือโรงสีข้าวที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ ควรเพิ่มจำนวนเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวมากขึ้นตามขนาดของอาคาร เพื่อประสิทธิภาพในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของนก

คำสำคัญ : หุ่นไล่ก้ออัตโนมัติ ระบบโซล่าเซลล์ ประสิทธิภาพทางวิศวกรรม

Abstract

The objectives of this research were to develop and find the efficiency of the automatic scarecrow with solar cell system and then, find users' satisfaction. The sample group included 30 users derived by purposive sampling technique to complete a recording form and questionnaires of 5 Likerts' Scales. The data were analyzed by mean and SD.

The results showed that the 30 samples reported their satisfaction towards the automatic scarecrow with solar cell system at the highest level with the mean of 4.69 and SD of 0.57. When considering on each item, it was found that the most satisfactory issue

was item 1 on the beauty of the design with the average of 4.85 followed by item 6 on the environmental friendly with the average of 4.80. The least satisfaction was item 2 on the suitability of the materials with the average of 4.47 or high level.

Keywords : automatic scarecrow, solar cell system, y, engineering efficiency

1. บทนำ

นกพิราบ เป็นนกที่มักพบอาศัยอยู่ในแหล่งชุมชนเมือง หมู่บ้านและบริเวณที่กิจกรรมต่าง ๆ อาศัยอยู่เป็นฝูงตามโพรงหรือหลืบของสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ เป็นนกที่มีส่วนทำลายสภาพแวดล้อมเนื่องจากนกพิราบชอบทำรังอาศัยตามอาคาร ตามวัด อาคารเรียน อาคารที่อยู่อาศัยของคน และแพร่ขยายพันธุ์ได้เร็ว ทำให้อาคารบางแห่งมีนกพิราบอาศัยอยู่จำนวนมาก ทำความสกปรกแก่อาคารจากการถ่ายมูล หากมีจำนวนนกพิราบมากเกินไปจะเกิดปัญหา และยังเป็นพาหะนำโรคมารู้นคน ไม่ว่าจะเป็นโรคไข้หวัดนกหรือโรคเชื้อราในปอดจากนก ซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Cryptococcosis* ซึ่งอาศัยอยู่ตามตัวนก และพบบ่อยที่สุดในนกพิราบ เป็นโรคที่อาจทำให้ถึงกับเสียชีวิตได้ เนื่องจากเชื้อราชนิดนี้มีความทนทานต่อยารักษาโรคการรักษาโดยให้ยาแรงมาก ๆ ผู้ป่วยอาจจะเสียชีวิตจากยาก่อนที่เชื้อราจะตาย โดยคนสามารถติดเชื้อโดยตรงจาก การสัมผัสนก สิ่งที่หล่นออกมาจากนกที่เป็นโรค เช่น อุจจาระ น้ำมูก น้ำตา น้ำลายของนก และโดยทางอ้อมจากการอยู่ใกล้ชิดกับนกที่เป็นพาหะนำโรค แม้จะไม่ได้เลี้ยงแต่การที่เข้าไปอยู่กลางฝูงนก เช่น ขณะไปรับประทานอาหารและนกกระพือปีกบินไปมา เชื้ออาจเข้าสู่จมูก ทำให้เกิดโรคเชื้อรา เข้ามาอยู่ใกล้กับแหล่งอาศัยของคนมากนัก นกพิราบ นกพิราบป่า มีชื่อสามัญว่า Rock Pigeon หรือ Rock Dove มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Columba livia*, Gmelin, 1789 ทั่วโลกมีนกพิราบป่า 14 ชนิดย่อย ประเทศไทยพบชนิดย่อยเดียว คือ *Columba livia* *intermedia* Stickland, 1844 เป็นชนิดย่อยที่พบครั้งแรกในเมืองกัลกัตตา ประเทศอินเดีย นกพิราบป่ามีถิ่นกำเนิดในบริเวณทวีปยุโรปและเอเชียตอนเหนือ นำเข้ามาปล่อยอยู่อย่างธรรมชาติหรือกึ่งธรรมชาติในส่วนต่าง ๆ ของโลกในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้พบทั่วไป ยกเว้นมาเลเซีย และเวียดนาม

การกระพือปีกก่อให้เกิดมลภาวะด้านกลิ่น ซึ่งอาจเป็นพาหะนำโรคมารู้นคน ไม่ว่าจะเป็นตัวโรค พยาธิปัญหาส่วนใหญ่มักเกิดความสกปรกแก่อาคารจากการถ่ายมูล และฝุ่นที่เกิดจากไวรัสตัวอักเสบบี เยื่อหุ้มสมองอักเสบ ปอดอักเสบเฉียบพลัน ปอดบวม ไข้กาฬหลังแอ่น โรคไข้หวัดนกโรคเชื้อราในปอดจากนก ซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Cryptococcosis* ซึ่งอาศัยอยู่ตามตัวนก และพบบ่อยที่สุดในนกพิราบ เป็นโรคที่อาจทำให้ถึงกับเสียชีวิตได้ เนื่องจากเชื้อราชนิดนี้มีความทนทานต่อยารักษาโรคการรักษาโดยให้ยาแรงมาก ๆ ผู้ป่วยอาจจะเสียชีวิตจากยาก่อนที่เชื้อราจะตาย โดยคนสามารถติดเชื้อโดยตรงจาก การสัมผัสนก สิ่งที่หล่นออกมาจากนกที่เป็นโรค เช่น อุจจาระ น้ำมูก น้ำตา น้ำลายของนก และโดยทางอ้อมจากการอยู่ใกล้ชิดกับนกที่เป็นพาหะนำโรค แม้จะไม่ได้เลี้ยงแต่การที่เข้าไปอยู่กลางฝูงนก เช่น ขณะไปรับประทานอาหารและนกกระพือปีกบินไปมา เชื้ออาจเข้าสู่จมูก ทำให้เกิดโรคเชื้อราในปอด และระบบทางเดินหายใจของคน โดยเฉพาะนกที่อาศัยทำรังและบินวนเวียนอยู่ใกล้กับบริเวณที่อยู่อาศัย ก็เสี่ยงต่อการติดเชื้อและแพร่เชื้อโรคได้ ซึ่งโรคส่วนใหญ่มักจะเป็นแล้วรักษาไม่หายหรือบางโรคอาจตายโดยเฉียบพลันไม่อาจรักษาได้ทัน นอกจากนำเชื้อโรคและสร้างความรำคาญแล้ว การถ่ายมูลของนกยังก่อให้เกิดความสกปรก ส่งกลิ่นเหม็น และทำความเสียหายต่อสิ่งก่อสร้าง วัสดุอุปกรณ์ เครื่องใช้ต่าง ๆ เนื่องจากในมูลนกส่วนที่เห็นเป็นสีขาว จะมีกรดยูริก ซึ่งสามารถกัดกร่อนโลหะ ทำให้เกิดสนิมได้อีกด้วย [1]

คณะผู้จัดทำสิ่งประดิษฐ์จึงมีแนวคิดสร้างสิ่งประดิษฐ์ เพื่อใช้ในการขับไล่และป้องกันกบพิราบ โดยการทำให้หุ่นไล่กบอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ เพื่อให้การใช้งานเกิดประสิทธิผลและประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน อาจนำไปประยุกต์ใช้กับนกชนิดอื่น ๆ เช่น นกกระจอก อีกร นกเอี้ยง นกยาง นกปากห่าง รวมถึงนกที่สร้างปัญหาในแหล่งชุมชน และพื้นที่กิจกรรม

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างหุ่นไล่กบอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์
- 2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพทางวิศวกรรมของหุ่นไล่กบอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์
- 2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้หุ่นไล่กบอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์

3. สมมติฐานการวิจัย

- 3.1 หุ่นไล่กบอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ที่สร้างขึ้นสามารถตรวจสอบการเคลื่อนไหวของนกด้วยระบบเซ็นเซอร์ภายในระยะทางที่กำหนดได้อย่างแม่นยำ และใช้พลังงานจากระบบโซล่าเซลล์
- 3.2 ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อหุ่นไล่กบอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ ไม่ต่ำกว่าระดับดี

4. วิธีดำเนินการวิจัย

- 4.1 การสร้างและหาประสิทธิภาพหุ่นไล่กบอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

- 1) ศึกษาปัญหา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหุ่นไล่กบอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบประสิทธิภาพหุ่นไล่กบอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ [2] เพื่อทราบหลักการทำงานอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการสร้างประสิทธิภาพหุ่นไล่กบอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์

- 2) ออกแบบและสร้างประสิทธิภาพหุ่นไล่กบอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ ทำการทดลองให้ใช้งานตามหัวข้อที่กำหนด ผู้วิจัยดำเนินการตามรูปแบบการวิจัยและพัฒนา (PDCA) ดังนี้

- 2.1) ขั้นการวางแผน (Plan) ในขั้นตอนการวางแผนนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีต่าง ๆ ประกอบด้วยทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบ ผลิตภัณฑ์ [3] และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง [4] ดำเนินการเขียนแบบหุ่นไล่กบอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์

- 2.2) ขั้นตอนการสร้างหุ่นไล่กบอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ (Do) ในขั้นตอนการสร้างนี้ ผู้วิจัยเริ่มจากการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ หลังจากนั้นจึงดำเนินการสร้างชิ้นงานตามแบบงาน โดยเริ่มจากงานตัดโฟมประกอบโครงสร้าง ทาสี พันสี งานประกอบวงจร กลไกการทำงาน และงานระบบไฟฟ้า

- 2.3) ขั้นตรวจสอบ (Check) ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำหุ่นไล่กบอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ทดลองใช้งานเบื้องต้น เพื่อหาข้อบกพร่อง ซึ่งจากการตรวจสอบ พบว่า หุ่นไล่กบอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ ยังมีปัญหาเกี่ยวกับการขยับปีกที่ขึ้นลง 2 ข้างไม่เท่ากัน ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดลองใช้งาน

- 2.4) ขั้นปรับปรุงแก้ไข (Action) ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงหุ่นไล่กบอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ ตามข้อบกพร่องที่พบจากการตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขการทำงานของระบบเซ็นเซอร์และกลไกการทำงานสามารถใช้งานได้สมบูรณ์ก่อนนำไปทดลองใช้จริง และเก็บรวบรวมข้อมูล

บทความวิจัย

3) สร้างแบบประเมินคุณภาพประสิทธิภาพหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เป็นแบบมาตราส่วน ประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ท ประเมินประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านโครงสร้างและการออกแบบ (2) ด้านประสิทธิภาพในการทำงาน (3) ด้านการงาน การบำรุงรักษา และความปลอดภัย

4) ตรวจสอบประเมินคุณภาพของหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์โดยผู้เชี่ยวชาญ ในขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพนี้ ผู้วิจัยดำเนินการโดยนำหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และเชี่ยวชาญ ทางด้านวิศวกรรม และผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ ได้ทดลองใช้และตรวจสอบคุณภาพในด้านโครงสร้างทั่วไป ด้านการออกแบบ และด้านการใช้งาน

5) สร้างแบบบันทึกผลการทดสอบคุณภาพประสิทธิภาพหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์โดยผู้ใช้ โดยประเมินประสิทธิภาพของเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว ทำการทดลอง จำนวน 5 ครั้ง เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยจะวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เทียบค่าเฉลี่ยที่ได้รับกับคุณภาพ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.50 – 5.00	หมายถึง	ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.50 – 4.49	หมายถึง	ระดับมาก
ค่าเฉลี่ย	2.50 – 3.49	หมายถึง	ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายถึง	ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.49	หมายถึง	ระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์ที่กำหนดไว้คือค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่าระดับมาก (มากกว่า 3.50)

6) สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจโดยศึกษาหลักการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจในการประมาณ นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ จากนั้นนำไปเก็บรวบรวมข้อมูล ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ โดยนำไปทดลองใช้งานจริงในสถานที่ ที่มีนักพิราบรบกวน 1) แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 2) จุดพักผ่อนสระบัว หาดสมิหลา จังหวัดสงขลา 3) ทุ่งนาข้าวเขตพื้นที่ อบต.ท่าข้าม จังหวัดสงขลา เก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม จำนวน 30 คน ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร คือ กลุ่มประชาชนที่นักพิราบรบกวน แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ จุดพักผ่อนสระบัว หาดสมิหลา จังหวัดสงขลา และทุ่งนาข้าวเขตพื้นที่ อบต.ท่าข้าม จังหวัดสงขลา

2) กลุ่มตัวอย่าง คือ ครู นักเรียนแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ นักท่องเที่ยว จุดพักผ่อนสระบัว หาดสมิหลา จังหวัดสงขลา เกษตรกรที่ทำนา ทุ่งนาข้าวเขตพื้นที่ อบต.ท่าข้าม จังหวัดสงขลา รวมจำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง

4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

- 1) แบบประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ
- 1) แบบบันทึกผลการทดลอง
- 2) แบบสอบถามความพึงพอใจ

4.4 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขั้นตอนในการพัฒนา มีดังนี้

- 1) ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพแบบบันทึกการทดลอง
 - 1.1) ศึกษาสภาพปัญหา และเทคนิคและวิธีป้องกันนกพิราบ
 - 1.2) พิจารณาคุณลักษณะที่ต้องการบันทึกผลการทดลอง
 - 1.3) จัดพิมพ์แบบบันทึกผลการทดลองฉบับร่าง
 - 1.4) ให้ผู้ใช้ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย
 - 1.5) ปรับปรุงเครื่องมือการวิจัย
 - 1.6) ทดสอบหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัย
 - 1.7) ปรับปรุงเครื่องมือและจัดพิมพ์ฉบับจริง
- 2) ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยมีวิธีการ ดังนี้
 - 2.1) ศึกษาหลักการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจตามวิธีของลิเคิร์ท
 - 2.2) สร้างแบบสอบถามค่าความพึงพอใจในการประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งระดับคะแนนเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด มีความหมาย ดังต่อไปนี้
 - 5 หมายถึง อยู่ในระดับมากที่สุด
 - 4 หมายถึง อยู่ในระดับมาก
 - 3 หมายถึง อยู่ในระดับปานกลาง
 - 2 หมายถึง อยู่ในระดับน้อย
 - 1 หมายถึง อยู่ในระดับน้อยที่สุด
 - 2.3) นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้

4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล หลังจากได้เครื่องมือในการวิจัยที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ทางผู้วิจัยได้ทำการทดลองตามขอบเขตที่กำหนดไว้และเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอน ดังนี้

- 1) ตรวจสอบประเมินคุณภาพหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และเชี่ยวชาญ ทางด้านวิศวกรรม และผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ได้ทดลองใช้และตรวจสอบคุณภาพในด้านโครงสร้างทั่วไป ด้านการออกแบบ และด้านการใช้งาน
- 2) ทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ และเก็บรวบรวมข้อมูลตามขอบเขตที่วางไว้โดยใช้แบบบันทึกผลการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3) การประเมินความพึงพอใจและการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือแบบสอบถามความพึงพอใจ

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำแบบประเมินคุณภาพหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ โดยผู้เชี่ยวชาญที่ได้ประเมินไว้ และนำแบบบันทึกผลการทดลอง แบบสอบถามความพึงพอใจ ที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูล มาตรวจสอบความสมบูรณ์และความถูกต้องของข้อมูล จากนั้น ทำการบันทึกข้อมูลและประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยกำหนดสถิติสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- 1) การประเมินคุณภาพหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ โดยผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) [5]
- 2) การทดสอบประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานของโซล่าเซลล์ และเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว ผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean)
- 3) วิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้ ที่มีต่อการใช้งานหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการออกแบบและการสร้างหุ่นไล่ก้อตโนมัตริระบบโซล่าเซลล์ โดยใช้เทคนิคและวิธีป้องกันการป้องกัน โดยใช้ศัตรูตามธรรมชาติโดย สร้างเป็นนกเหยี่ยว ร่วมกับการใช้เทคนิคการติดตั้งอุปกรณ์แสงและคลื่นเสียงรบกวน โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 หุ่นไล่ก้อตโนมัตริระบบโซล่าเซลล์

ผลตรวจสอบประเมินคุณภาพของหุ่นไล่ก้อตโนมัตริระบบโซล่าเซลล์โดยผู้เชี่ยวชาญ ในขั้นตอนการตรวจสอบ คุณภาพนี้ ผู้วิจัยดำเนินการโดยนำหุ่นไล่ก้อตโนมัตริระบบโซล่าเซลล์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และเชี่ยวชาญ ทางด้านวิศวกรรม และผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ ได้ทดลองใช้และตรวจสอบคุณภาพ ในด้านโครงสร้าง ทั่วไป ด้านการออกแบบ และด้านการใช้งาน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลตรวจสอบประเมินคุณภาพของหุ่นไล่ก้อตโนมัตริระบบโซล่าเซลล์โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ		
	$\bar{X}$	S.D	แปลผล
1. ด้านโครงสร้างและการออกแบบ			
1.1 การออกแบบและระบบการทำงาน	4.75	0.65	มากที่สุด
1.2 รูปแบบความเหมาะสม	4.50	0.50	มาก
1.3 ความปลอดภัย	4.70	0.45	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.65	0.53	มากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ		
	$\bar{X}$	S.D	แปลผล
2. ด้านประสิทธิภาพในการทำงาน			
2.1 มีประโยชน์การใช้งาน	4.60	0.50	มากที่สุด
2.2 ประสิทธิภาพ	4.70	0.60	มากที่สุด
2.3 ประสิทธิภาพ	4.40	0.50	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.57	0.53	มากที่สุด
3. ด้านการใช้งาน การบำรุงรักษาและความปลอดภัย			
3.1 วัสดุเหมาะสมกับชิ้นงาน	4.65	0.63	มากที่สุด
3.2 คุณภาพวัสดุ	4.55	0.60	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.60	0.63	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.64	0.56	มากที่สุด

จากการสร้างหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซลาร์เซลล์ ตารางที่ 4 ผลการประเมินคุณภาพของหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซลาร์เซลล์ คุณภาพของหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซลาร์เซลล์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.64, S.D. = 0.56)

5.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว ทดลอง 5 ครั้ง

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวของนก

ครั้งที่	ระยะที่เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวของนกได้/เมตร
1	4.60
2	4.70
3	4.80
4	4.80
5	4.90
ค่าเฉลี่ย	4.76

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวของนก ทดลอง 5 ครั้ง พบว่า ระยะที่เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวของนกได้เฉลี่ย 4.76 เมตร

บทความวิจัย

5.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ ที่มีต่อการใช้งานหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ ความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างผู้ทดลองใช้หุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ จำนวน 30 คน มีผลการประเมินความพึงพอใจดังในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าความพึงพอใจของผู้ใช้ ที่มีต่อการใช้งานหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์

รายการ	ผลการประเมิน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความสวยงามในการออกแบบตัวหุ่นยนต์	4.85	0.55	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้	4.45	0.63	มากที่สุด
3. ประสิทธิภาพการเดิน	4.70	0.61	มากที่สุด
4. ความสะดวกในการใช้งาน	4.80	0.53	มากที่สุด
5. ใช้พลังงานทดแทนที่คุ้มค่า	4.60	0.73	มากที่สุด
6. ลดมลพิษเป็นมิตรสิ่งแวดล้อม	4.80	0.49	มากที่สุด
7. ความปลอดภัยในการใช้งาน	4.63	0.49	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.69	0.57	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 ผลการหาค่าความพึงพอใจหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ คือ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57 เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ประเด็นที่มีค่าความพึงพอใจมากที่สุด คือ ข้อที่ 1. ความสวยงามในการออกแบบตัวหุ่นยนต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ข้อที่ 6 ลดมลพิษเป็นมิตรสิ่งแวดล้อมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 อยู่ในระดับมากที่สุด

6. อภิปรายผลการวิจัย

การออกแบบหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ ใช้ระบบเซ็นเซอร์ในการตรวจจับเช่นเดียวกับการศึกษาของพงศ์ศักดิ์ [6] แต่ในส่วนของกลไกการเดินมีความแตกต่างกันโดยของพงศ์ศักดิ์ [6] ใช้เสียง ขณะที่งานทดลองนี้ใช้การกระพือปีกโดยเซอร์โวมอเตอร์

ผลการประเมินคุณภาพของหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ คุณภาพของหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.64, S.D. = 0.56) เนื่องจากผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นข้อมูล พื้นฐานในการสร้าง และดำเนินการตามรูปแบบการวิจัยและพัฒนา (PDCA) ในส่วนผลการทดสอบประสิทธิภาพของเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวของนก ทดลอง 5 ครั้ง พบว่า ระยะที่เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวของนกได้เฉลี่ย 4.76 เมตร ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้งานของหุ่นยนต์อัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.69, S.D. = 0.57) ซึ่งสอดคล้องกับ ยุทธนา และอภิรัฐ [7] ศึกษาวิจัยเรื่องเครื่องเล่นนกพิราบ พบว่า ประเมินด้านคุณลักษณะได้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.08) ด้านระบบการทำงานได้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.08) ซึ่งการประเมินทั้ง 2 ด้าน ได้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.24) จึงได้ผลสรุปว่าโครงการอยู่ในระดับเกณฑ์สามารถเล่นได้ทุกชนิดนกประสงค์ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1) ผลการประเมินคุณภาพของหุ่นเล่นกอล์ฟอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ คุณภาพของหุ่นเล่นกอล์ฟอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.64, S.D. = 0.56)

2) ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวของนก ทดลอง 5 ครั้ง พบว่าระยะที่เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวของนกได้เฉลี่ย 4.76 เมตร

3) ความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อการใช้งานของหุ่นเล่นกอล์ฟอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.69, S.D. = 0.57)

ข้อเสนอแนะ

หุ่นเล่นกอล์ฟอัตโนมัติระบบโซล่าเซลล์ ถ้านำไปใช้กับโกดังเก็บของ อาคาร หรือโรงสีข้าวที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ ควรเพิ่มจำนวนเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวมากขึ้นตามขนาดของอาคาร เพื่อประสิทธิภาพในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของนก

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] มงคล ไชยภักดี และวิลยา ไชยภักดี. (2552). *บทความแนวทางการป้องกันการรบกวนจากนกพิราบ*. ในผลงานวิจัยและรายงานความก้าวหน้า งานวิจัย ประจำปี 2551 กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่ากรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. (น.185-194). กรุงเทพฯ
- [2] ศิวลักษณ์ สงสมพันธุ์. (2565). *คู่มือออกแบบและติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์*. สำนักพิมพ์สถาบันอิเล็กทรอนิกส์กรุงเทพรังสิต.
- [3] พรลภัส พิบูลโกคาสมบัติ. (2563). *หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์*. <https://sites.google.com/a/kjwit.ac.th/ponlapass/pathor/hlak-kar-xxkbaeb-phlitphanth/>
- [4] เพชรรัตน์ สวนเศรษฐ์, จิตราพร โอนนอก และพิมพ์มล พวงมาลัย. (2559). *เครื่องมือเล่นกอล์ฟในนาข้าวด้วยระบบเซ็นเซอร์ไร้สาย*. [ปริญญาานิพนธ์วิศวกรรมโทรคมนาคมไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี สุรนารี.
- [5] จริญญา จันทลักษณ์ และอนันต์ชัย เชื้ออนธรรม. (2540). *สถิติเบื้องต้นแบบประยุกต์*, พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- [6] พงศ์ศักดิ์ ชลธนะสวัสดิ์. (2564). *นวัตกรรมเครื่องเล่นกอล์ฟ 4.0. วารสารเกษตรกรรม*, 7(31), 48-49.
- [7] ยุทธนา ทาเอื้อยะ และอภิรัฐ กาสยานนท์. (2543). *ระบบเล่นกอล์ฟ*. [ปริญญาานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

การสร้างและหาประสิทธิภาพอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ Creating and Finding Efficiency of Portable Multipurpose Hand Wash Basin

ภิรมย์ นาคสีทอง¹ ศิรินันท์ เอียดเหลือ² นัสรี จะปะเกีย³ บุญยหนู พรหมเพชร⁴
Pirom Nakseethong¹ Sirinun Aidlua² Nasree Japakeeya³ Bunyanut Phromphet⁴

^{1, 3, 4} สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสงขลา จังหวัดสงขลา 90000

Department of Electrical Power, Songkhla Technical College, Songkhla 90000

² สาขาวิชาสามัญสัมพันธ์ วิทยาลัยเทคนิคสงขลา จังหวัดสงขลา 90000

Department of General Relations, Songkhla Technical College, Songkhla 90000

¹ Corresponding Author, E-mail: pirom-rut@hotmail.com

Received: 15 December. 2023; Revised: 23 January. 2024; Accepted: 9 February. 2024;

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจผู้ใช้งานอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ครู นักเรียน นักศึกษา ที่เป็นนักประดิษฐ์ ของวิทยาลัยเทคนิคสงขลา จำนวน 7 คน ปีการศึกษา 2565 ครูสาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง จำนวน 3 คน รวมจำนวน 10 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ อ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ แบบประเมินคุณภาพอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์และแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่ออ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ ค่าสถิติที่ใช้ในการวิจัยคือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและร้อยละ

ผลการหาประสิทธิภาพของอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ มีการทำงานจากการตั้งค่าในระบบเป็นไปตามที่กำหนดไว้โดยอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์โดยเขียนโปรแกรมลงในบอร์ด Arduino Uno 2 บอร์ด ควบคุมการปล่อยน้ำของก๊อกน้ำ การปล่อยทิชชูและเปิด-ปิดไฟในเวลากลางคืน บอร์ด Arduino Nano ควบคุมการเปิด-ปิดถังขยะ ส่วนบนมีแผ่นโซลาเซลล์ขนาด 50 W ได้โครงหลังคาติดตั้งไฟ LED สั่งการให้เซนเซอร์ตรวจจับทำงานเมื่อไม่มีแสงแดดทำงานในเวลากลางคืน ส่วนหน้าชุดอุปกรณ์จ่ายสบู่ล้างมือ ก๊อกน้ำ จ่ายทิชชูและถังขยะ อุปกรณ์ทั้งหมดทำงานระบบเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ ซึ่งเขียนโปรแกรมลงในบอร์ด เมื่ออยู่ในตำแหน่งตรวจจับของเซนเซอร์อุปกรณ์จะทำงานก๊อกน้ำจะทำงานและล้างมือไปตามขั้นตอน เซนเซอร์สั่งให้จ่ายสบู่เมื่อล้างน้ำเสร็จ ปล่อยทิชชูเมื่อผ่านตำแหน่งเซนเซอร์จ่ายทิชชูแล้วทิ้งลงถังขยะที่อยู่ติดกับด้านข้างของอ่างล้างมือผ่านเซนเซอร์ฝาถังขยะก็จะเปิดออกด้วยเซอร์โวเปิด-ปิด 3) ส่วนล่าง ตัวถังด้านข้างติดตั้งตู้ควบคุมอุปกรณ์ช่องว่างด้านในจะใช้วางถังกรองน้ำแบบพื้นบ้านมีตัวกรอง 5 ขั้นตอนมีล้อทั้ง 4 ล้อ สามารถเคลื่อนที่อย่างมั่นคง มีมือจับในการเข็นไปสถานที่ต่าง ๆ ตามความต้องการใช้งาน 4) ส่วนด้านหลัง แกลลอนขนาด 30 ลิตร สำรองน้ำดื่ม เมื่อมีการใช้น้ำปัมน้ำจะดูดน้ำและผ่านไปยังถังกรองน้ำ กรองตะกอนและดักไขมัน แล้วจึงระบายน้ำเสียที่ผ่านการกรองชั้นหนึ่งแล้วได้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ใช้งานอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.92

คำสำคัญ : อ่างล้างมือ ระบบไอโอที โซลาเซลล์

Abstract

The objectives of this research were to : 1) construct a multipurpose portable hand wash basin, 2) find the efficiency of the multipurpose portable hand wash basin, and 3) study the users' satisfaction towards the multipurpose portable hand wash basin. The sample group consisted of 7 students and the students who were inventors of Songkhla Technical College in the academic year 2022 including 3 teachers in the Electrical Power Department with the total of 10 participants. The data were collected from the research tools, i.e., the multipurpose portable hand wash basin, a quality assessment form, and questionnaires for users' satisfaction analyzed by percentage and average.

The efficiency test of the multipurpose portable hand wash basin shows that it operates from the system set as defined by the multipurpose portable hand wash basin programmed in 2 Arduino Uno boards which controls the release of a faucet water and tissues and on-off the lights at night. An Arduino Nano board controls opening and closure of a trash can. The upper part is installed with a 50-W solar panel LED light placed under the roof frame. The sensor controls the light operation when there is no sunlight at night. The front part consists of a set of a hand-soap dispenser, a faucet, a tissue dispenser, and a trash bin with a mirror on the wall. All devices work under the object detection sensor of which the program was written in the boards. When within the sensing range, the devices will operate according to hand-washing steps including soap dispensing after rinsing with water, tissue release, and opening and closure of the trash bin installed at the side of the basin. The lid of the trash bin is controlled by an on-off servo. The lower part is equipped with a device of 5-stage filtered water tank with 4 wheels for steady mobility and a pushing handle. At the back, there is a 30-liter water tank for water supply. The water is pumped into an automatic faucet. The used water is then filtered for grease and fat trapping before draining. The sample group reported their satisfaction on using the developed multipurpose portable hand wash basin at a very high level of 4.92.

Keywords : hand wash basin, IoT system, solar cell

1. บทนำ

อวัยวะของคนเราที่สามารถเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระอย่างหนึ่งนั่นก็คือ มือ ซึ่งมีมือสามารถนำเชื้อโรคได้หลายอย่างไม่ว่าจะเป็นโรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ โรคติดต่อระบบทางเดินอาหาร การติดต่อเกิดจากการที่มือปนเปื้อนเชื้อเหล่านั้น แล้วหยิบจับอาหารรับประทาน โรคติดต่อจากการสัมผัสได้โดยตรงจากมือไปสัมผัสแผลแล้วมาสัมผัสกับส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โรคติดต่อที่รุนแรงที่เกิดจากการรับเชื้อทางระบบทางเดินหายใจหรือมือไปสัมผัสกับสิ่งคัดหลั่งต่าง ๆ จากสัตว์ปีกที่ป่วยเป็นโรคไข้หวัดนก รวมถึงโรคไวรัสโคโรนาที่แพร่ระบาดอย่างรุนแรงในปัจจุบัน ซึ่งการสัมผัสด้วยมือก็เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการติดเชื้อเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

และรุนแรงจากการศึกษาทางการแพทย์ พบว่า การศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่า การล้างมืออย่างถูกวิธีเป็นเวลา 15 วินาที สามารถลดเชื้อโรคได้ถึงร้อยละ 90 การล้างมือทางการแพทย์จะช่วยลดอัตราการเกิดโรคติดเชื้อในโรงพยาบาลได้เป็นอย่างดี การล้างมือในผู้ป่วยที่เป็นโรคตาแดง จะเป็นวิธีการป้องกันการระบาดของโรคได้ การล้างมือของผู้ประกอบอาหาร สามารถป้องกันการระบาดของโรคติดเชื้อในระบบทางเดินอาหารได้ [1] การล้างมือแบ่งออกเป็น 3 ประเภท 1) การล้างมือทั่วไป (Normal hand washing) เป็นการล้างมือเพื่อสุขภาพอนามัยทั่วไป โดยการล้างมือตามขั้นตอนจนครบ 7 ขั้นตอน ด้วยสบู่ก้อน หรือสบู่เหลว ฟอกมือนานอย่างน้อย 10 วินาที แล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาดซับให้แห้งด้วยกระดาษเช็ดมือ 2) การล้างมือก่อนปฏิบัติการพยาบาลที่ใช้เทคนิคปลอดเชื้อและหลังปฏิบัติการพยาบาล ภายหลังการสัมผัสผู้ป่วยหรือสิ่งปนเปื้อนเชื้อโรค ก่อนและหลังทำกิจกรรมที่ต้องใช้เทคนิคปลอดเชื้อฟอกอย่างทั่วถึงครบ 7 ขั้นตอน เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 วินาที ล้างออกด้วยน้ำสะอาดแล้วซับให้แห้งด้วยผ้าแห้งที่สะอาด 3) การล้างมือก่อนทำหัตถการ (Surgical hand washing) เป็นการล้างมือเพื่อหัตถการ การทำคลอดที่ต้องป้องกันการติดเชื้อ ให้ล้างมือด้วยสบู่เหลวฆ่าเชื้อคลอเกซิดิน ร้อยละ 4 หรือไฮโดฟอร์ ร้อยละ 75 และใช้แปรงที่ปราศจากเชื้อแปรงมือและเล็บในครั้งแรกของวันนั้น ๆ แล้วฟอกมือและแขนถึงข้อศอกนานอย่างน้อย 5 นาที ล้างให้สะอาดแล้วซับด้วยผ้าแห้งที่ปราศจากเชื้อ [2]

ดังนั้น การล้างมือเป็นสิ่งที่สำคัญซึ่งมีอนันเป็นแหล่งแพร่เชื้อโรคต่าง ๆ ได้ เมื่อใช้มือหยิบจับอาหารหรือสิ่งของต่าง ๆ และมือสามารถนำเชื้อโรคไปปนเปื้อนสิ่งของรอบ ๆ ตัว ทำให้ผู้อื่นได้รับเชื้อโรคไปด้วย ดังนั้น การล้างมือให้สะอาดอย่างถูกวิธี จึงเป็นวิธีที่มีความสำคัญ เพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อโรคต่าง ๆ เข้าสู่ร่างกาย แม้ในพื้นที่สาธารณะนั้นยังพบเจอแหล่งน้ำที่สะอาดได้น้อย แม้ในห้องน้ำสาธารณะก็เป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรคอีกมากมาย

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ขึ้นมา ใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อน โดยสั่งการด้วยระบบเซนเซอร์อัตโนมัติ จ่ายน้ำ สบู่ และเปิดปิดถังขยะอัตโนมัติ ผู้ใช้งานไม่ต้องสัมผัสกับอุปกรณ์ในการล้างมือ อำนวยความสะดวก ปลอดภัย และลดการสัมผัสกับอุปกรณ์ที่สาธารณะ ปลอดภัย จากความเสี่ยงในการรับเชื้อโรคต่าง ๆ ซึ่งการล้างมือที่ถูกต้องสามารถป้องกันโรคต่าง ๆ ได้ เป็นการป้องกันโรคที่ง่าย ราคาถูก และมีประสิทธิภาพมากที่สุด ตัวเครื่องจะมีระบบสำรองน้ำได้ถึง 30 ลิตร ซึ่งน้ำที่ได้จากการล้างมือจะถูกผ่านการกรองน้ำแบบธรรมชาติอีกชั้นหนึ่ง เพื่อบำบัดไม่ให้เชื้อโรคและสารเคมีไปยังธรรมชาติ แล้วจึงปล่อยลงสู่ช่องทางระบายน้ำเสีย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์
- 2.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์

บทความวิจัย

3. ขอบเขตการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ ดังนี้

3.1 ด้านโครงสร้าง

- 1) อ่างล้างมือเคลื่อนที่ที่เนกประสงค์ใช้พลังงานไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์
- 2) สามารถเคลื่อนที่ได้สะดวก
- 3) สั่งการระบบเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุในการปล่อยน้ำยา น้ำล้างมือ ทิชชูได้อย่างแม่นยำ
- 4) สามารถควบคุมความเร็วและทิศทางของเซอร์โวในการทำงานเปิด-ปิดฝาถังขยะได้
- 5) สามารถควบคุมการเปิด-ปิดไฟให้สว่างเวลากลางคืนได้

3.2 ด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ด้านประชากร คือ กลุ่มบุคคลในเขตชุมชนเมืองสงขลา ผู้ประกอบการที่สนใจและนักท่องเที่ยว
2) ด้านกลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เลือกแบบเจาะจงจากนักเรียน นักศึกษาที่เป็นนักประดิษฐ์ของสาขางานไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสงขลา จำนวน 7 คน ในปีการศึกษา 2565 และครูสาขางานไฟฟ้ากำลัง จำนวน 3 คน รวมทั้งหมด 10 คน

3.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ อ่างล้างมือเคลื่อนที่ที่เนกประสงค์

ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพการทำงาน และความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

3.4 ระยะเวลาในการวิจัย ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2565 ถึง เดือนมกราคม 2566

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างอ่างล้างมือเคลื่อนที่ที่เนกประสงค์ และทำการวางแผนวิธีการดำเนินการสร้างชุดต้นแบบเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

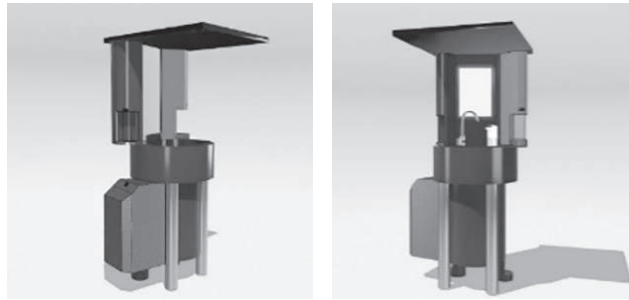
4.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลที่เป็นในการสร้างอ่างล้างมือเคลื่อนที่ที่เนกประสงค์

4.2 ศึกษาข้อมูลเพื่อเตรียมการวิจัย ผู้วิจัยคำนึงถึงประโยชน์การใช้งาน ความง่ายในการใช้งาน เพื่อให้การสร้างชิ้นงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การออกแบบต้องพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ทั้งวัสดุที่นำมาสร้างชุดต้นแบบมีต้นทุนในการสร้างต่ำ น้ำหนักพอประมาณ ประกอบติดตั้งได้ง่าย โครงสร้างคงทนแข็งแรง สวยงาม มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานและเป็นมิตรต่อธรรมชาติ

4.3 กำหนดกลุ่มตัวอย่าง เป็นการเลือกแบบเจาะจงนักเรียน นักศึกษาที่เป็นนักประดิษฐ์ของสาขางานไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสงขลา จำนวน 7 คน และครูสาขางานไฟฟ้ากำลัง จำนวน 3 คน รวมทั้งหมด 10 คน

4.4 ออกแบบและสร้างอ่างล้างมือเคลื่อนที่ที่เนกประสงค์ตามขั้นตอน ดังนี้

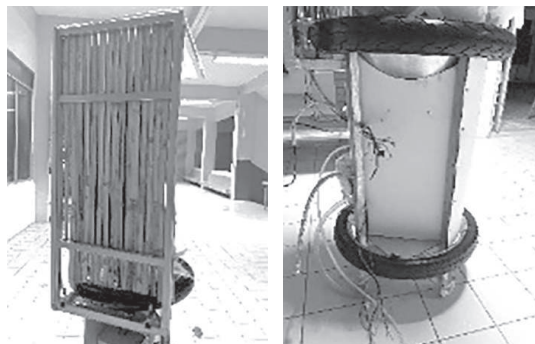
- 1) ศึกษาข้อมูล ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลที่เป็นในการสร้างอ่างล้างมือเคลื่อนที่ที่เนกประสงค์
- 2) ขั้นตอนการออกแบบและเขียนแบบ โดยได้ร่างแบบงานไว้ ดังนี้



ภาพที่ 1 แบบร่างอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ด้านหน้าและด้านหลัง

3) ขั้นตอนการสร้างชุดต้นแบบ จากแบบร่างตามการออกแบบนี้ ผู้วิจัยได้จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดต้นแบบโดยพิจารณาว่าชุดต้นแบบที่สร้างขึ้น จะต้องตอบสนองวัตถุประสงค์ครบทุกข้อในการสร้างอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์และเริ่มสร้างชุดต้นแบบตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.1) สร้างส่วนโครงสร้างของอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ โดยใช้โลหะชนิดเหล็ก ที่มีลักษณะเป็นเหล็กฉากหรือเหล็กกล่อง ขนาด 2×4 นิ้ว ตัดให้ได้ความยาวทั้งหมด 186 เซนติเมตร แบ่งเป็นความยาวจากกึ่งกลางถึงส่วนบนยาว 106 เซนติเมตร ความยาวจากกึ่งกลางถึงฐานส่วนล่างยาว 80 เซนติเมตร



ภาพที่ 2 โครงสร้างส่วนฐานของอุปกรณ์ช่วยจับยึดบันไดบนรถกระบะ

3.2) สร้างฐานวางโซล่าเซลล์ ขนาด 50W ไว้ส่วนบนหลังคาของโครงสร้าง ติดหลอดไฟ LED ขนาด 5W ได้โครงหลังคา และติดตั้งที่วางแบตเตอรี่ไว้ตรงส่วนด้านล่างของชิ้นงาน



ภาพที่ 3 ฐานวางโซล่าเซลล์ ติดหลอดไฟ LED และติดตั้งที่วางแบตเตอรี่

บทความวิจัย

3.3) สร้างฐานวางน้ำยาล้างมือบนขอบเหล็กบนอ่างและชุดวางตำแหน่งถังขยะ โดยใช้โลหะชนิดเดียวกับ โครงสร้างส่วนฐาน ที่มีขนาดโตกว่าและสามารถสวมเข้ากันได้พอดี ตัดให้ได้ความยาว 20 x 20 เซนติเมตร จำนวน 1 อัน และความยาว 10 x 10 เซนติเมตร จำนวน 1 อัน กล่องใส่ทิชชูขนาด 24 x 12 เซนติเมตร



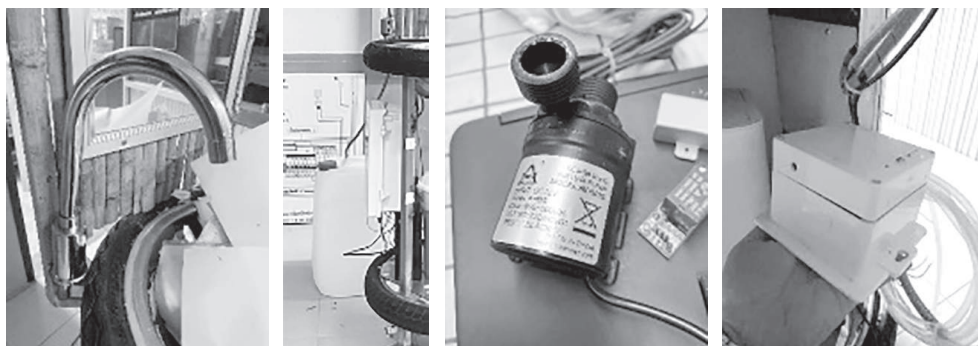
ภาพที่ 4 ฐานวางน้ำยาล้างมือบนขอบเหล็กบนอ่างและชุดวางตำแหน่งถังขยะ

สร้างโครงสร้างส่วนมือจับในการเข็นเคลื่อนย้ายชิ้นงาน ส่วนโครงสร้าง 4 ล้อ ในการเคลื่อนที่อย่างมั่นคง และระบบถังกรองน้ำ 5 ขั้นตอนก่อนการปล่อยน้ำทิ้ง



ภาพที่ 5 โครงสร้างส่วนมือจับในการเข็นเคลื่อนย้ายชิ้นงาน ส่วนโครงสร้าง 4 ล้อ และระบบถังกรองน้ำ

3.4) สร้างโครงสร้างก๊อกน้ำอัตโนมัติต่อกับปั้มน้ำดึงน้ำมาจากถังกลลอนใส่น้ำสำรองขนาด 30 ลิตร



ภาพที่ 6 โครงสร้างส่วนของก๊อกน้ำอัตโนมัติ ปั้มน้ำและถังกลลอนใส่น้ำสำรองขนาด 30 ลิตร

3.5) ประกอบโครงสร้างของอ่างล้างมือเคลื่อนที่ที่เนกประสงค์ แต่ละส่วนเข้าด้วยกัน มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ส่วนล่างติดตั้งชุดกรองน้ำก่อนทิ้ง ฐานวางถังขยะ ชุดควบคุม ชุดปั้มน้ำ มือจับ ล้อเลื่อน และชุดกรองน้ำทิ้ง



ภาพที่ 7 เครื่องต้นแบบของอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์

4.5 ทดลองใช้เครื่องต้นแบบผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองใช้เครื่องต้นแบบ ทำการปรับปรุงแก้ไขส่วนที่ผิดพลาด จากนั้นจึงนำอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ ไปทดสอบหาประสิทธิภาพการใช้งานและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่สมาชิกในชุมชนเมืองสงขลา สถานที่ท่องเที่ยวภายในเมืองสงขลา



ภาพที่ 8 ทดลองใช้ชุดต้นแบบอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์

4.6 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.6.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) แบบประเมินประสิทธิภาพ
- 2) แบบสอบถามความพึงพอใจ

4.6.2 การหาคุณภาพ

- 1) หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)
- 2) หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

บทความวิจัย

4.7 ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล

จากการที่ผู้วิจัยได้ออกแบบสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังกล่าวเสร็จสิ้นแล้ว ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพ เก็บข้อมูลการทำงานของอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ เพื่อไปวิเคราะห์และสรุปผลต่อไป วิธีดำเนินการทดลองหาประสิทธิภาพ มีจำนวน 2 การทดลอง ดังนี้

4.7.1 การทดลองหาประสิทธิภาพของอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยการใช้อ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ ผลการสำรวจความคิดเห็นที่มีต่ออ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์จากการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เลือกแบบเจาะจงจากนักเรียน นักศึกษา ที่เป็นนักประดิษฐ์ของวิทยาลัยเทคนิคสงขลา จำนวน 7 คน ในปีการศึกษา 2565 คณะครูสาขางานไฟฟ้ากำลัง จำนวน 3 คน รวมทั้งหมด จำนวน 10 คน ทดลองประสิทธิภาพการทำงาน โดยใช้อ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์เปิดการทำงานตลอดทั้งหมด 8 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00 - 16.00 น. ให้บริการแก่นักเรียนภายในวิทยาลัยเทคนิคสงขลา

4.8 วิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลการวิจัย ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล 1) วิเคราะห์ข้อมูลการทดลองและกลุ่มตัวอย่างที่ได้ทำการประเมินเครื่องต้นแบบ โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) การหาค่าร้อยละ

5. ผลการวิจัย

การออกแบบสร้างและหาประสิทธิภาพการใช้งานอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ ผู้วิจัยขอเสนอผลการศึกษาค้นคว้าเป็นลำดับ ดังนี้



ภาพที่ 9 อ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์

5.1 ผลการออกแบบสร้างอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ ตามลำดับขั้นตอนของแบบร่างและได้ชุดต้นแบบ ดังรูปที่ 9 ซึ่งมีคุณสมบัติหรือคุณลักษณะ ดังนี้

- 1) พลังงานไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์
- 2) มือจับสำหรับเข็นและล้อที่แข็งแรง สามารถเคลื่อนที่ขึ้นงานได้อย่างสะดวกมั่นคง
- 3) สามารถควบคุมการทำงานของระบบเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุในการปล่อยน้ำยา ปล่อยน้ำล้างมือ

ปล่อยทิชชู และเปิด-ปิดฝาล้างขยะได้อย่างแม่นยำ

- 4) สามารถควบคุมการเปิด-ปิดไฟให้สว่างเวลากลางคืนได้
- 5) น้ำที่ได้จากการใช้งานจะถูกผ่านการกรองแบบพื้นบ้านก่อนปล่อยสู่ธรรมชาติ
- 6) ผู้ใช้งานปลอดภัย ลดการสัมผัสกับอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์

5.2 ผลการหาประสิทธิภาพของอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองหาประสิทธิภาพ ได้ผลการทดลอง ดังนี้

5.2.1 การทดสอบการทำงานอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ สามารถทดสอบหาประสิทธิภาพได้ โดยการนำไปใช้ตรวจสอบสภาวะการทำงานของชิ้นงาน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพการทำงานอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์

ระยะเวลา (วันละ 8 ชั่วโมง)	ตารางตรวจสอบผลการทำงานของอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์						
	ชุดควบคุม บอร์ด ARDUINO UNO R3 และ ARDUINO NANO	ระบบทำงานแบบอัตโนมัติ					
		เซ็นเซอร์					
		ก๊อก น้ำ	ปล่อย น้ำยา ล้างมือ	ปล่อย ทิชชู	เปิด -ปิด ถังขยะ	ปั๊ม น้ำ	หมายเหตุ
วันที่ 1	✓	✓	✓	X	X	✓	- การปล่อยทิชชู และเปิด-ปิด ถังขยะ ยังหน่วงอยู่ระยะหนึ่ง
วันที่ 2	✓	✓	✓	✓	X	✓	- เปิด-ปิด ถังขยะ ทำงานไม่เสถียร
วันที่ 3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	- อุปกรณ์ทุกตัวทำงาน เป็นปกติตามคำสั่ง
สรุปผลการทำงาน (ร้อยละ)	100	100	100	66.6	33.3	100	

บทความวิจัย

ผลการทดสอบการทำงานอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ จากการทดลองทั้งหมด 3 วัน ๆ ละ 8 ชั่วโมง พบว่าการทดลองการทำงานของอุปกรณ์ในวันที่ 1 และวันที่ 2 อ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ ทำงานตามคำสั่งได้ไม่ครบ 100% สาเหตุเพราะระยะหน่วยการปล่อยทิกซูยังไม่เสถียร การเปิด-ปิดถังขยะ ยังมีอาการหน่วงระยะหนึ่ง ทำให้ผู้ใช้งานต้องรอจึงแก้ปัญหาโดยการแก้ไขโปรแกรม และนำกลับมาทดสอบอีกครั้งในวันที่ 3 ปรากฏว่าอุปกรณ์ทุกตัวสามารถทำงานได้ตามปกติตามคำสั่งที่ได้เขียนโปรแกรมไว้ค่าร้อยละมีผล ดังนี้ ชุดควบคุม บอร์ด ARDUINO UNO R3 และ ARDUINO NANO ร้อยละ 100 การทำงานก๊อกน้ำ ร้อยละ 100 ปล่อยน้ำยาล้างมือ ร้อยละ 100 ปล่อยทิกซู ร้อยละ 66.6 เปิด-ปิดถังขยะ ร้อยละ 33.3 การทำงานของปั้มน้ำ ร้อยละ 100

5.2.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่ออ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์

ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้งานอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ ในการวิจัยครั้งนี้เลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วย ครูผู้สอนแผนกไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคสงขลา จำนวน 3 คน และนักประดิษฐ์ จำนวน 7 คน ปีการศึกษา 2565 รวมจำนวน 10 คน มาหาค่าเฉลี่ย ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้งานอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1	เทคนิคการออกแบบ	4.80	0.42	มากที่สุด
2	ความสะดวกในการใช้งาน	4.90	0.32	มากที่สุด
3	ความปลอดภัยในการใช้งาน	5.00	0.00	มากที่สุด
4	ความง่ายในการใช้งาน	4.90	0.32	มากที่สุด
5	ความคุ้มค่าในการใช้งาน	4.90	0.32	มากที่สุด
6	ความคงทนของชิ้นงาน	4.90	0.32	มากที่สุด
7	ความมั่นใจในความสะอาด	5.00	0.00	มากที่สุด
8	ความเร็วในการทำงานของอุปกรณ์	4.80	0.42	มากที่สุด
9	ราคาเหมาะสมกับคุณภาพ	5.00	0.00	มากที่สุด
10	ชิ้นงานเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม		4.92	0.09	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้งานอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.92

6. อภิปรายผลการวิจัย

การสร้างและหาประสิทธิภาพอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ ผลวิจัยพบว่า อุปกรณ์ทุกตัวสามารถทำงานได้ตามปกติตามคำสั่งที่ได้เขียนโปรแกรมไว้ ค่าร้อยละจะได้ผล ดังนี้ ชุดควบคุม บอร์ด ARDUINO UNO R3 และ ARDUINO NANO ร้อยละ 100 การทำงานก๊อกน้ำ ร้อยละ 100 ปล่อน้ำอ่างล้างมือ ร้อยละ 100 ปล่อยทึชชู ร้อยละ 66.6 เปิด-ปิดถังขยะ ร้อยละ 33.3 การทำงานของปั้มน้ำ ร้อยละ 100 ซึ่งสอดคล้องกับ [3] ได้ทำการวิจัยเรื่อง ต้นแบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับการตรวจวัดสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน เพื่อวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือน และ Skin Node ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต RS232 ผลการทดสอบ พบว่า ระบบทั้งหมดสามารถแสดงและเก็บข้อมูลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนในแบบไร้สายได้อย่างมีประสิทธิภาพ [3] ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้งานอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้งานอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.92 เป็นเพราะผู้ใช้รู้สึกถึงความปลอดภัยความมั่นใจในความสะดวกสามารถชำระล้างสิ่งสกปรกเชื้อโรคได้เป็นอย่างดี

7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การสร้างและหาประสิทธิภาพอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ สรุปผลได้ ดังนี้

7.1 การสร้างและประเมินคุณภาพอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ ผู้ใช้งานสามารถล้างมือได้โดยไร้การสัมผัสกับอุปกรณ์ ทำให้ช่วยลดความเสี่ยงในการสัมผัสเชื้อโรค สิ่งสกปรกแก่ผู้ใช้งานได้สะดวกตามลักษณะที่ต้องการสามารถทำได้จริง แข็งแรง ใช้งานง่าย เคลื่อนย้ายได้อย่างสะดวกและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ตามคุณลักษณะการใช้งานที่เหมาะสมกับงานและเป็นไปตามแบบที่กำหนดไว้

7.2 ผลการทดสอบการทำงานอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ จากการทดลองทั้งหมด 3 วัน ๆ ละ 8 ชั่วโมง ปรากฏว่าอุปกรณ์ทุกตัวสามารถทำงานได้ตามปกติตามคำสั่งที่ได้เขียนโปรแกรมไว้ ชุดควบคุม บอร์ด ARDUINO UNO R3 จำนวน 2 บอร์ด และ ARDUINO NANO จำนวน 1 บอร์ด ร้อยละ 100 การทำงานก๊อกน้ำ ร้อยละ 100 ปล่อน้ำอ่างล้างมือ ร้อยละ 100 ปล่อยทึชชู ร้อยละ 66.6 เปิดปิดถังขยะ ร้อยละ 33.3 การทำงานของปั้มน้ำ ร้อยละ 100

7.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้งานอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ ในภาพรวมพบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.92 ซึ่งมีความความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. พัฒนารูปแบบของอ่างล้างมือให้มีความแปลกใหม่ที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งาน
2. พัฒนาการติดตั้งอุปกรณ์ลำโพงขยายเสียง ให้มีเสียงพูดต้อนรับผู้มาใช้บริการ แนะนำการใช้งาน
3. พัฒนาต่อยอดอ่างล้างมือเคลื่อนที่อเนกประสงค์ รูปแบบของฐานวางชุดควบคุมให้มีความกว้างเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับการเพิ่มปริมาณน้ำสำรองเป็น 60 ลิตร เพื่ออำนวยความสะดวกในสถานที่สาธารณะขนาดใหญ่ รวมถึงการออกแบบการใช้งานรอบตัวเครื่องให้มีความหลากหลาย

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] สมาคมโรคติดเชื้อในเด็กแห่งประเทศไทย. (ม.ป.ป.). *สุขอนามัยกับการล้างมือ*. BHRC. <http://www.bangkokhealth.com./index.php/General-health/3573-2010-03-23-03-01-19.html>.
- [2] ธนดล ธนียนพรัตน์. (2557). *ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการล้างมือในเด็กนักเรียนโรงเรียนต่างด้าวอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก*. [วิทยานิพนธ์ สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่].
- [3] สมหวัง อิริสริวงศ์. (2553). *ต้นแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับการตรวจวัดสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียน*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมพืชจากถั่วหรั่งชนิดผงโดยเทคนิคการอบแห้งแบบโฟมแมท ร่วมกับการอบแห้งแบบลมร้อน

Development of Plant-based Milk Products from Bambara Groundnut Powder by Foam-mat Drying Technique with Hot Air Drying

ดีลา เถาะ¹ สุรยานี บาราเฮง² ประกายแก้ว ศุภอักษร³ ศลิษา ศรีสุข⁴ ณัฐนันท์ ชุมแก้ว⁵

Deela Thoh¹ Suryanee Baraheng² Prakaikaw Suppaaksorn³

Salisa Srisuk⁴ Nathanan Chumkaew⁵

¹ ภาควิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษายะลา จังหวัดยะลา 95000

Food and Nutrition Yala Vocational College, Yala 95000

² ภาควิชาเทคโนโลยีอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาปัตตานี จังหวัดปัตตานี 94000

Food Technology and Nutrition Pattani Vocational College, Pattani 94000

³ วิทยาลัยอาชีวศึกษายะลา จังหวัดยะลา 95000

Yala Vocational College, Yala 95000

⁴ ภาควิชาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยการอาชีพปัตตานี จังหวัดปัตตานี 94000

Food and Nutrition Pattani Industrial and Community Education College 94000

⁵ ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการศึกษาคาดใต้ เขตพัฒนาพิเศษเฉพาะกิจจังหวัดชายแดนใต้ จังหวัดปัตตานี

Southern Vocational Education Promotion and Development Center in Southern Border Provinces, Pattani 90110

¹ Corresponding Author: E-mail: Deelathoh05@gmail.com

Received: 15 December. 2023; Revised: 15 January. 2024; Accepted: 9 February. 2024;

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) ศึกษาปริมาณโปรตีนไข่ขาวผงที่เหมาะสมต่อการเกิดโฟมในการผลิต นมถั่วหรั่งผงด้วยเทคนิคการอบแห้งแบบโฟมแมท 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 2, 4 และ 6 โดยน้ำหนักของปริมาณส่วนผสมทั้งหมด นำมาวิเคราะห์ค่าการขยายตัวของโฟม ความหนาแน่น และความคงตัวของโฟม และ 2) เพื่อศึกษาอุณหภูมิการอบแห้งที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะทางกายภาพของนมถั่วหรั่งผงด้วยตู้อบลมร้อน 3 ระดับ ได้แก่ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส จากนั้นนำผงมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ความชื้น ร้อยละผลผลิต ค่าสี ความชื้น และดัชนีการละลาย

ผลการวิจัย พบว่า 1) การใช้สารก่อโฟมโปรตีนไข่ขาวผงร้อยละ 6 ทำให้ความหนาแน่นของโฟม ความคงตัวของโฟมสูงที่สุด เท่ากับ 0.39 ± 0.01 45.19 ± 0.23 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนค่าการขยายตัวของโฟม เท่ากับ 68.91 ± 3.44 และ 2) การอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน 80 องศาเซลเซียส ปริมาณความชื้นต่ำที่สุดร้อยละ 3.21 มีร้อยละผลผลิตที่มากที่สุดเท่ากับ ร้อยละ 54.71 ± 1.40 ค่าสีความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) เท่ากับ 78.82 ± 0.06 28.17 ± 0.02 และ 45.01 ± 0.37 ตามลำดับ ส่วนค่าดัชนีการละลายน้ำของนมถั่วหรั่งผงมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 61.09 ± 0.52 ซึ่งแตกต่างจากที่สภาวะอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนค่าสีเหลือง (b^*) ของตัวอย่างทั้ง 3 สภาวะ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่อุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ : นมถั่วหรั่ง นมธัญพืช โฟมแมท

Abstract

The objectives of this research were to : 1) find the optimal amount of foaming of egg albumin powder foaming agent in the production of Bambara groundnut milk powder by 3 levels of foam-mat drying technique, i.e., 2%, 4%, and 6% by weight of the total ingredient content and 2) study the drying temperature with a hot air incubator suitable for drying Bambara groundnut milk powder at 3 temperature levels, i.e., 60, 70, and 80 degrees Celsius. The powder is then analyzed for physical quality, i.e., yield percentage, density, color, moisture, and solubility index.

The results showed that : 1) the initial amount of the egg albumin powder foaming agent at 6% of the total weight was the sum of the highest foam concentration equal to 0.39 ± 0.01 and 45.19 ± 0.23 respectively reaching the statistical concentration ($p \leq 0.05$). The nutritional value of the foam is 68.91 ± 3.44 . 2) The drying temperature using the hot air oven at the lowest moisture content was 3.21%. The highest yield percentage was 54.71 % ± 1.40 . The brightness color value (L^*), red value (a^*), and yellow value (b^*) were 78.82 ± 0.06 , 28.17 ± 0.02 , and 45.01 ± 0.37 respectively. The water solubility index of the bean milk powder had the highest value, equal to 61.09 ± 0.52 , which was significantly different from other conditions ($p \leq 0.05$). The yellow value (b^*) of both samples showed that the three conditions were not significantly different at 95% confident level while the higher temperatures resulted in the increase in brightness (L^*) and redness (a^*).

Keyword : Bambara groundnut, cereal milk, Foam-mat technique

1. บทนำ

อาหารและเครื่องดื่มจากพืช (Plant Base) ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากขึ้น เนื่องจากเป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่ได้จากพืช ผัก ผลไม้ ธัญพืช และถั่วชนิดต่าง ๆ เป็นอีกผลิตภัณฑ์จากพืชที่ได้รับความนิยมมากเนื่องจากมีกลุ่มผู้บริโภคที่มีปัญหาการแพ้โปรตีนนมวัว (cow's milk protein allergy) และผู้บริโภคบางกลุ่มไม่สามารถย่อยน้ำตาลแล็กโทสในนมวัวได้ (lactose intolerant) จึงเป็นข้อจำกัดในการดื่มนมวัว [1] ทำให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มและผลิตภัณฑ์นมจากพืช จึงเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับทั้งผู้บริโภคที่แพ้นมวัว และผู้บริโภคที่รับประทานมังสวิรัต ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์นมจากพืชหลากหลายชนิด ได้แก่ นำนมถั่วเหลือง นำนมข้าว นำนมข้าวโอ๊ต นำนมมะพร้าว เป็นต้น ผลิตภัณฑ์เลียนแบบผลิตภัณฑ์นม เป็นผลิตภัณฑ์ที่คล้ายคลึงกับนมหรือผลิตภัณฑ์นม แต่ไม่มีองค์ประกอบที่มาจากนมหรือผลิตภัณฑ์นม เช่น เคซีน แลคโตส และคอเลสเตอรอล วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการผลิตเครื่องดื่มเลียนแบบนมมีหลายชนิด แต่นิยมใช้วัตถุดิบจากพืช เนื่องจากราคาถูก เป็นทางเลือกสำหรับผู้ที่มีอาการแพ้นม และผู้ที่ต้องการไขมันจากพืชแทนไขมันจากสัตว์ เพราะไขมันจากสัตว์มีผลต่อการเกิดโรคหัวใจและความดันโลหิตสูง

นมพืช หรือนมธัญชาติเป็นเครื่องดื่มทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสำหรับผู้ที่มีแพ้นมวัว หรือแพ้น้ำตาล แลคโตส ซึ่งเมื่อเทียบกับนมแล้วร่างกายสามารถย่อยและดูดซึมง่ายกว่านม นำนมธัญชาตินั้นจะมีคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าแต่มีโปรตีนน้อยกว่านม ข้อดีที่สำคัญ คือ นมธัญชาติ ยังไม่มีไขมัน คอเลสเตอรอล และน้ำตาลแลคโตสอีกด้วย

แต่ประกอบไปด้วยวิตามินบีรวมที่สำคัญหลายชนิด นอกจากนี้ช่วยเรื่องระบบการเผาผลาญอาหารทำให้การย่อยอาหารได้ดีขึ้น [2] ถั่วหรั่ง (Bambara groundnut) เป็นธัญชาติที่นิยมปลูกมากในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างของไทย เป็นพืชที่มีอายุยืนยาวให้ผลผลิตสูง คุณภาพผลผลิตดี โดยนิยมทำให้อสุกโดยการต้มหรือย่างก่อนรับประทาน หรือนำมาใช้ประกอบอาหารอื่น ๆ เช่น ทำไส้ขนม แกง เป็นต้น ถั่วหรั่งเป็นพืชที่มีคาร์โบไฮเดรตที่มีเป็นองค์ประกอบหลักมีโปรตีนคุณภาพสูง ไขมันในปริมาณต่ำและไม่พบการปนเปื้อนจากอะฟลาทอกซิน จึงเป็นพืชที่มีความปลอดภัยต่อการบริโภค นอกจากนี้สสารถั่วหรั่งยังมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากสสารชนิดอื่น ๆ คือ มีค่าการละลายและการพองตัวสูงกว่า และเมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อนและเย็นแล้วสสารยังคงความหนืดได้ [3]

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในกระบวนการผลิตนมถั่วหรั่งผง โดยการนำถั่วหรั่งมาแปรรูปเป็นนมผง กึ่งสำเร็จรูปผ่านกระบวนการอบแห้งแบบโฟม-แมท (foam-mat) ที่สามารถคงคุณค่าทางอาหาร กลิ่น และสีของผลิตภัณฑ์ ร่วมกับการทำแห้งด้วยวิธีลมร้อน เพื่อปรับปรุงคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ให้มีความชื้น ค่าสี และดัชนีการละลายที่ดีขึ้น อีกทั้งยังสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ โดยที่ผลิตภัณฑ์ยังคงประโยชน์คุณค่าทางโภชนาการของถั่วหรั่ง ได้เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับผู้รักสุขภาพและแพ้นมวัว และยังเป็นการเผยแพร่วัตถุดิบท้องถิ่นให้รู้จักและใช้งานได้อย่างแพร่หลายมากขึ้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาปริมาณโปรตีนไข่ขาวผงที่เหมาะสมต่อการเกิดโฟมในการผลิตนมถั่วหรั่งผงด้วยเทคนิคการอบแห้งแบบโฟมแมท

2.2 เพื่อศึกษาอุณหภูมิการอบแห้งที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะทางกายภาพของนมถั่วหรั่งผงด้วยเทคนิคการอบลมร้อน

3. สมมติฐาน

3.1 ปริมาณโปรตีนไข่ขาวผงที่แตกต่างมีผลต่อคุณภาพทางกายภาพของเกิดโฟมในการผลิตนมถั่วหรั่งผงด้วยเทคนิคการอบแห้งแบบโฟมแมท

3.2 อุณหภูมิการอบแห้งที่แตกต่างกันมีผลต่อคุณภาพทางกายภาพของนมถั่วหรั่งผง ที่อบแห้งด้วยตู้อบแห้งชนิดลมร้อนที่ต่างกัน

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 ศึกษาปริมาณโปรตีนไข่ขาวผงที่เหมาะสมต่อการเกิดโฟมในการผลิตนมถั่วหรั่งผงด้วยเทคนิคการอบแห้งแบบโฟมแมท

4.1.1 กรรมวิธีการเตรียมนมถั่วหรั่ง

คัดเลือกถั่วหรั่งดิบที่เมล็ดสมบูรณ์ โดยใช้การคัดด้วยสายตาเพื่อแยกเมล็ดไม่สมบูรณ์ร่วมกับการนำมอลอยในน้ำ เมล็ดถั่วที่ลอยคือ เมล็ดที่ไม่สมบูรณ์จะถูกคัดทิ้ง จากนั้นล้างทำความสะอาดแช่น้ำสะอาดเป็นเวลา 1 คืน นำมาปอกเปลือก และลอกส่วนเยื่อหุ้มสีแดงออกซึ่งเป็นเปลือกข้างใน (ภาพที่ 1) นำเมล็ดถั่วหรั่งที่แยกเปลือกออกหมดแล้ว นำไปบดโดยใช้อัตราส่วนเมล็ดถั่วหรั่งต่อน้ำเท่ากับ 1:10 จนได้นมถั่วหรั่งที่มีลักษณะข้น (slurry) นำไปกรองกากด้วยผ้าขาวบาง และเติมมอลโตเดกซ์ทรินในอัตราส่วนร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก

เพื่อให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 18 ± 1 องศาบริกซ์ จากนั้นนำไปต้มที่อุณหภูมิ 90 ± 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที เพื่อกำจัดกลิ่นฉุนและทำลายจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนมากับเมล็ดถั่วหรั่ง และนำมาเก็บที่อุณหภูมิ 7 ± 3 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 1 ถั่วหรั่ง

4.1.2 ศึกษาปริมาณโปรตีนไข่ขาวผงที่เหมาะสมต่อการเกิดโฟมในการผลิตนมถั่วหรั่งผงด้วยเทคนิคการอบแห้งแบบโฟมเมท

1) นำน้ำนมถั่วหรั่งที่เตรียมไว้ ศึกษาปริมาณโปรตีนไข่ขาวผงที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 2, 4 และ 6 โดยน้ำหนักของปริมาณส่วนผสมทั้งหมด ใช้วิธีการตีโฟมน้ำนมถั่วหรั่งใส่ในโถเครื่องผสมตีด้วยความเร็วช้าที่สุด (ระดับ 2) เพื่อการคนให้ส่วนผสมมีความสม่ำเสมอ จากนั้นเติมโปรตีนไข่ขาวผง พร้อมทั้งเร่งความเร็วในการตีให้เร็วขึ้นจนถึงความเร็วสูง (ระดับเบอร์ 10) เป็นเวลา 30 นาที

2) นำโฟมที่ได้จากการตี มาเกลี่ยลงบนถาดให้มีความหนา 2 มิลลิเมตร เข้าเครื่องตู้อบแห้งชนิดลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง หรือจนผลิตภัณฑ์มีความชื้นสุดท้ายน้อยกว่าร้อยละ 5 บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช

3) นำโฟมที่ได้ในแต่ละชุดทดลองมาทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพในการเกิดโฟม ประกอบด้วย ค่าการขยายตัวของโฟม ความคงตัวของโฟม และความหนาแน่นของโฟม

4) วิเคราะห์ผลการทดลองโดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) หาค่าความแตกต่างทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อคัดเลือกสูตรที่มีคุณภาพทางกายภาพสูงที่สุดเพื่อศึกษาขั้นต่อไป

4.2 ศึกษาอุณหภูมิการอบแห้งด้วยอบลมร้อนที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะทางกายภาพของนมถั่วหรั่งผงด้วยเทคนิคการอบลมร้อน

1) เตรียมนมถั่วหรั่งสูตรที่ดีที่สุดที่ได้ตามวิธีจากข้อ 4.1 จากนั้นนำส่วนผสมทั้งหมดมาตีให้เกิดโฟม นำโฟมที่ได้มาเกลี่ยลงบนถาดให้มีความหนา 2 มิลลิเมตร เข้าเครื่องอบแห้งลมร้อนที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช

2) นำนมผงที่ได้ในแต่ละชุดทดลองวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพของนมถั่วเหลือง ประกอบด้วย ค่าร้อยละผลผลิต ความชื้น ค่าสีความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) ค่าสีเหลือง (b^*) และร้อยละดัชนีการละลายของนมถั่วเหลือง

3) วิเคราะห์ผลการทดลองโดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) หาความแตกต่างทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อคัดเลือกอุณหภูมิการอบแห้งด้วยอบลมร้อนที่ดีต่อคุณภาพทางกายภาพที่ดีที่สุด

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการศึกษาปริมาณโปรตีนไข่ขาวผงที่เหมาะสมต่อการเกิดโฟมในการผลิตนมถั่วเหลืองด้วยเทคนิคการอบแห้งแบบโฟมเมท

การศึกษาระดับสารที่ทำให้เกิดโฟม คือ โปรตีนไข่ขาวผง ที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 2, 4 และ 6 โดยน้ำหนักรวม ต่อคุณภาพทางกายภาพ พบว่า การเพิ่มระดับการเติมโปรตีนไข่ขาวผงทำให้ความหนาแน่นของโฟมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 (ภาพที่ 2) และมีคุณภาพทางกายภาพของโฟมนมถั่วเหลืองดังแสดงในตารางที่ 1



โปรตีนไข่ขาวผงร้อยละ 2



โปรตีนไข่ขาวผงร้อยละ 4



โปรตีนไข่ขาวผงร้อยละ 6

ภาพที่ 2 ลักษณะปรากฏของโฟมที่มีปริมาณโปรตีนไข่ขาวแตกต่างกัน

ตารางที่ 1 คุณภาพทางกายภาพของโฟมนมถั่วเหลืองที่ระดับการใช้โปรตีนไข่ขาวผงที่แตกต่างกัน

คุณภาพทางกายภาพ	ปริมาณโปรตีนไข่ขาวผง		
	ร้อยละ 2	ร้อยละ 4	ร้อยละ 6
ความหนาแน่นของโฟม (g/ml)	0.74 ± 0.05^a	0.58 ± 0.04^{ab}	0.39 ± 0.01^b
ความคงตัวของโฟม (%)	37.25 ± 0.16^b	39.64 ± 0.43^b	45.19 ± 0.23^a
การขยายตัวของโฟม (%)	46.72 ± 3.04^c	52.25 ± 5.62^b	68.91 ± 3.44^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{a-b} ค่าเฉลี่ยในแถวแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

บทความวิจัย

จากตารางที่ 1 ร้อยละความคงตัวของโคม พบว่า การใช้ปริมาณโปรตีนไข่ขาวผงร้อยละ 6 ให้ความคงตัวของโคมสูงที่สุด เท่ากับ 45.19 และปริมาณโปรตีนไข่ขาวผง ร้อยละ 2 และ 4 ให้ความคงตัวของโคมเท่ากับ 37.25 และ 39.64 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และด้านร้อยละการขยายตัวของโคม พบว่า การใช้ปริมาณโปรตีนไข่ขาวผง ร้อยละ 6 ให้ร้อยละการขยายตัวของโคมสูงที่สุด เท่ากับ 68.91 และปริมาณโปรตีนไข่ขาวผง ร้อยละ 2 น้อยที่สุด เท่ากับ 46.72 ($p\leq 0.05$)

5.2 ผลการศึกษาอุณหภูมิการอบแห้งที่เหมาะสมต่อคุณลักษณะทางกายภาพของนมถั่วเหลืองด้วยการอบลมร้อน การศึกษาอุณหภูมิการอบแห้งด้วยตู้อบแห้งลมร้อนที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยการเติมโปรตีนไข่ขาวผงปริมาณร้อยละ 6 ของน้ำหนักทั้งหมดในการผลิตนมถั่วเหลือง จากผลการทดลอง พบว่า การอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีปริมาณความชื้นต่ำที่สุด เท่ากับร้อยละ 3.21 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณภาพทางกายภาพของนมถั่วเหลืองที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

คุณภาพทางกายภาพ	อุณหภูมิการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน		
	60 °C	70 °C	80 °C
ร้อยละผลผลิต (%)	48.84±0.05 ^b	50.68±1.14 ^a	54.71 ±1.40 ^a
ความชื้น (%)	8.25±0.03 ^a	5.07±0.39 ^b	3.21±0.06 ^c
ค่าสีความสว่าง (L*)	72.11±0.21 ^c	75.47±0.46 ^b	78.82±0.06 ^a
ค่าสีแดง (a*)	32.70±0.33 ^a	30.56±0.41 ^a	28.17±0.02 ^b
ค่าสีเหลือง (b*) ^{ns}	45.09±0.06	44.73±0.05	45.01±0.37
ค่าดัชนีการละลาย (%)	51.47±0.43 ^c	58.83±0.47 ^a	61.09±0.52 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

^{a-c} ค่าเฉลี่ยในแถวแนวนอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

^{ns} แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทางกายภาพด้านปริมาณความชื้นการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แตกต่างจากที่อุณหภูมิต่ำกว่า (70 และ 60 องศาเซลเซียส) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับร้อยละผลผลิตที่มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 54.71 โดยผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นน้อยสามารถร้อนผ่านตะแกรงได้มากกว่าที่ความชื้นสูงกว่า ส่งผลให้ร้อยละผลผลิตมีปริมาณมากกว่า และค่าดัชนีการละลายน้ำของนมถั่วเหลืองที่อุณหภูมิการอบแห้ง 80 องศาเซลเซียส มีค่ามากที่สุด ซึ่งแตกต่างจากที่สภาวะอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ในขณะที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพในการระเหยของส่วนของของเหลวจะต่ำกว่า ซึ่งสอดคล้องกับค่าร้อยละผลผลิต

ด้านการวิเคราะห์ค่าสีของตัวอย่างนมถั่วเหลืองทั้ง 3 ชุดการทดลอง พบว่า ค่าสีเหลือง (b*) ของตัวอย่างทั้ง 3 ชุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่อุณหภูมิการอบแห้งที่สูงขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้น และค่าสีแดง (a*) โดยการใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ให้ค่าความสว่าง (L*)

สูงที่สุดรองลงมา 70 และ 60 เท่ากับ 78.82 75.47 และ 72.11 ตามลำดับ และค่าสีแดง (a^*) การใช้อุณหภูมิ 60, 70 องศาเซลเซียส ให้ค่าสีแดง (a^*) สูงที่สุด เท่ากับ 32.70 และ 30.56 ตามลำดับ และด้านร้อยละดัชนีการละลายการใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ให้ค่าสูงที่สุด เท่ากับ 61.09 ตามด้วยอุณหภูมิ 70 และ 60 เท่ากับ 58.83 และ 51.47 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลผลการทดลองต่อการผลิตนมถั่วเหลืองที่มีต่อคุณภาพด้านทางกายภาพต่าง ๆ ประกอบด้วย ร้อยละผลผลิต ความชื้น ค่าสี และดัชนีการละลายน้ำ สามารถคัดเลือกอุณหภูมิการอบแห้งที่ 80 องศาเซลเซียส เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำแห้งแบบลมร้อนได้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์จากสภาวะดังกล่าวมีร้อยละผลผลิตมากที่สุด ความชื้น และดัชนีการละลายน้ำมากที่สุด

6. อภิปรายผลการวิจัย

6.1 ปริมาณของสารก่อโพรตีนไข่ขาวผงที่เหมาะสมของการเกิดโพรตีนในการผลิตนมถั่วเหลือง ด้วยเทคนิคการอบแห้งแบบโพรตีนผง ปริมาณโพรตีนไข่ขาวผง ร้อยละ 6 ทำให้ความหนาแน่นของโพรตีนลดลง เนื่องจากคุณสมบัติของโพรตีนในไข่ขาวในการลดแรงตึงผิวในสารละลายและส่งผลให้เกิดโพรตีน เนื่องจากโพรตีนไข่ขาวมีคุณสมบัติเป็นสารก่อโพรตีนที่ดี เมื่อนำไปปั่นผสมกับน้ำนมถั่วเหลือง แล้วนำไปตีให้เกิดโพรตีนด้วยความเร็วที่สูงเป็นเวลานาน ทำให้โพรตีนของไข่ขาวสามารถหุ้มอากาศได้ดี มีการขยายตัวดี ส่งผลให้ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ดีกว่าสูตรอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยรายงานว่า การเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของโพรตีนไข่ขาวในช่วงร้อยละ 5-10 ส่งผลให้โพรตีนของนมถั่วเหลืองมีความหนาแน่นลดลง ร้อยละ 3 เนื่องจากช่วงความเข้มข้นดังกล่าวเป็นช่วงที่เหมาะสมของการละลายของไข่ขาวในสารละลาย ส่วนความคงตัวของโพรตีนนมถั่วเหลืองที่ระดับการเติมไข่ขาวผง ร้อยละ 2 น้อยกว่าที่ระดับอื่นซึ่งสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แสดงให้เห็นว่าฟองอากาศภายในโพรตีนของสารละลายนมถั่วเหลืองที่ระดับการเติมไข่ขาวผง ร้อยละ 2 มีขนาดใหญ่ เนื่องจากโพรตีนไข่ขาวผง ร้อยละ 2 เป็นช่วงความเข้มข้นที่ไม่เหมาะสมต่อการละลาย และส่งผลต่อการเกิดโพรตีนของสารละลายไม่คงตัว [4]

6.2 ระดับการอบแห้งของโพรตีนนมถั่วเหลือง พบว่า การอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีร้อยละผลผลิตที่มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 54.71 ปริมาณความชื้นต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 3.21 ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่าง (L^*) สูงที่สุดเท่ากับ 78.82 และดัชนีการละลายน้อยที่สุด เท่ากับ 61.09 เนื่องจากการใช้อุณหภูมิที่สูงในเวลาที่ยาวนาน (2 ชั่วโมง) ส่งผลให้น้ำในอาหารเกิดความร้อนและดันผิวของอาหารระเหยออกจากอาหารได้มากขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นน้อยที่สุด สีสว่าง (L^*) มากที่สุด และส่งผลให้ถั่วเหลืองสามารถดูดน้ำได้ดีส่งผลต่อดัชนีการละลายที่ดีที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยที่รายงานผลการใช้ความร้อนสูงขึ้นส่งผลให้ปริมาณน้ำที่มีในผลิตภัณฑ์เดิมมีแนวโน้มระเหยออกจากผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น ซึ่งส่งผลต่อการกระบวนการอบแห้งโดยวิธีโพรตีนผง เพราะผงที่ได้มีคุณภาพทางกายภาพด้านร้อยละผลผลิต ความชื้น และร้อยละดัชนีการละลายของนมถั่วเหลืองดีขึ้น ส่วนค่าดัชนีการละลายของนมถั่วเหลืองที่สภาวะนี้มีค่ามากที่สุด เนื่องจากการใช้อุณหภูมิดังกล่าวเพียงพอต่อการทำให้น้ำในบริเวณ wet surface ระเหยออกไปส่งผลให้อนุภาคไม่เกิดการรวมตัวกันเป็นก้อน [5]

7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

7.1 ปริมาณโปรตีนไข่ขาวผง ร้อยละ 6 มีความเหมาะสมส่งผลให้นมถั่วเหลืองมีคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ด้านร้อยละความคงตัวของโฟม และร้อยละการขยายตัวของโฟม มีค่าสูงสุดเท่ากับ 45.19 และ 68.91 ตามลำดับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นปริมาณที่เหมาะสมต่อการก่อโฟมของนมถั่วเหลือง เพื่ออบแห้งนมถั่วเหลืองแบบโฟมแมท

7.2 อุณหภูมิการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง มีเหมาะสมต่อมีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ ด้านปริมาณความชื้นต่ำที่สุด เท่ากับ 3.21 มีร้อยละผลผลิตที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 54.71 และค่าดัชนีการละลายน้ำ ซึ่งแตกต่างจากที่สภาวะอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าสีเหลือง (b^*) ของตัวอย่างทั้ง 3 สภาวะไม่มีความแตกต่างกัน แต่การใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น และค่าสีแดง (a^*) ลดลง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรนํานมถั่วเหลืองที่ได้ผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ เช่น นมถั่วเหลืองผง เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชนิดพร้อมชงดื่มชนิดใหม่
2. ควรนํานมถั่วเหลืองอาจนำไปทานคู่กับธัญพืชชนิดต่าง ๆ เช่น อัลมอนด์ เมล็ดมะม่วงหิมพานต์เม็ดทานตะวัน เพื่อเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] ณัฐธิดา รอดขวัญ. (2565). ผลิตภัณฑ์นมทางเลือกจากพืช. *วารสารวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร*, 52(40), 5-13.
- [2] วัฒนา วิริวฒิกร. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มนมข้าวบาร์เลย์ผสมงาดำ. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 28(2), 1194-1211.
- [3] กมลทิพย์ เอกธรรมสุทธ. (2554). สมบัติทางเคมี-กายภาพและหน้าที่ของแป้งถั่วเหลืองและการประยุกต์ใช้. *สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย*. <https://scholar.utcc.ac.th/server/api/core/bitstreams/d6dd6ef7586b/content>.
- [4] พริยา โชติถนอม, มนันยา นันทสาร, ศรีนทร สุวรรณรงค์, เกษสุณีย์ เฉื่อยกลาง, กัณทริกา เหมทานนท์ และวนิดา ชื่นตา (2563). การผลิตมันแกวผงโดยการทำแห้งแบบโฟมแมท : คุณสมบัติทางกายภาพและการยอมรับทางประสาทสัมผัส. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 38(2), 245-253.
- [5] พรณจิรา วงศ์สวัสดิ์, มณฑิรา นพรัตน์, ดวงพร ตั้งบำรุงพงษ์ และสุเทพ อภินันท์จารุพงษ์. (2554). กระบวนการผลิตน้ำผักผลไม้รวมผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบโฟมแมท. *วารสารวิจัยและพัฒนา*, 25(3), 257-277.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวโซเดียมต่ำ The Development of Low Sodium Sun Dried on Nile Tilapia Fish Products

ชลกานต์ ขวัญนาวารักษ์¹ สุวิทย์ หนุรอด² ธาราพร จันทร์อ่อน³
Chonlakan Kwannavarak¹ Suwit Nurod² Taraporn Chan-On³

¹ แผนกวิชาประมง วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเพชรบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาเกษตรภาคกลาง 76120

Faculty of Fisheries, Phetchaburi College of Agriculture and Technology, Institute of Vocational Education in Agriculture Central Region, 76120

²⁻³ สาขาเทคโนโลยีการเกษตร วิทยาลัยชุมชนราชิวาส สถาบันวิทยาลัยชุมชน 96000

Program in Agricultural Technology, Narathiwat Community College,
Institute of Community Colleges 96000

¹ Corresponding Author: E-mail: k.chonlakan@pkaset.ac.th

Received: 3 June. 2023; Revised: 23 January. 2024; Accepted: 9 February. 2024;

บทคัดย่อ

การพัฒนารวมวิธีการใช้วัตถุดิบปรุงอาหารทดแทนที่มีส่วนผสมของเกลือโซเดียมต่ำ มาประยุกต์การพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวโซเดียมต่ำ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) เพื่อศึกษาต้นทุนการผลิต การทดสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว 2) พัฒนาผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวให้มีความเค็มระดับต่ำและเกิดการยอมรับทางประสาทสัมผัส ผลการทดลองต้นทุนการผลิตพบว่า ชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) มีค่าใช้จ่ายสูงการผลิตกว่าชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ เท่ากับ 94.62 และ 90.17 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในส่วนการทดสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว พบว่า กลุ่มที่มีการใช้เกลือโซเดียมต่ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือของผลิตภัณฑ์น้อยกว่า ($P<0.05$) กลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้เกลือโซเดียมต่ำ แต่การใช้เกลือโซเดียมต่ำไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเบส ปริมาณ TBARS, คุณภาพของสี และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ($P>0.05$) ดังนั้น การพัฒนาสูตรปลานิลแดดเดียวที่นำมาประยุกต์ใช้เกลือโซเดียมต่ำเป็นวัตถุดิบปรุงอาหารทดแทนได้นำมาแปรรูปเป็นอาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพ และต่อยอดการเพิ่มมูลค่าสินค้าสัตว์น้ำ เพื่อเป็นการส่งเสริมปัจจัยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคในมนุษย์ได้

คำสำคัญ : ปลานิลแดดเดียว เกลือ โซเดียมต่ำ

Abstract

This study aimed at developing a method in using low sodium content to make sun-dried tilapia fish products. The objectives of this study were to: 1) study the production cost, chemical and physical quality testing of the sun-dried tilapia fish products and 2) develop the sun-dried tilapia fish products with low sodium by testing the sensory acceptance with a 5-point hedonic scale. The results of the production cost showed that the cost of the control group was at 94.62 baht per kilogram higher than that of the low-sodium tilapia group of 90.17 baht per kilogram. The results of the chemical and physical test of the sun-dried tilapia fish products showed a significant difference ($P < 0.05$). In the determination of sodium chloride, the use of low sodium in the tilapia fish products had no negative effect on their quality. On the other hand, pH and TBARS values, color quality, and sensory tests were not significantly different ($P > 0.05$). Therefore, the development of the sun-dried tilapia fish products with the alternative ingredients demonstrated the benefit of substitute ingredients on a better health quality which can increase the value of aquatic animal products and decrease the risk factors of disease in human.

Keyword : sun-dried tilapia fish products, salt, low sodium

1. บทนำ

โซเดียมคลอไรด์หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า เกลือเป็นสารประกอบที่เกิดจากอนุผลของกรดรวมตัวกับอนุผลของด่าง ซึ่งธรรมชาติมีอยู่มากมาย เช่น โพแทสเซียมคลอไรด์ โซเดียมคลอไรด์ และแมกนีเซียมซัลเฟต เป็นต้น แต่เกลือที่มนุษย์ใช้ในการถนอมอาหารมาแต่โบราณ คือ เกลือโซเดียมคลอไรด์ หรือเกลือแกง (NaCl) มีลักษณะเป็นผลึกลูกบาศก์ มีคุณสมบัติในการดูดความชื้น และจะดูดความชื้นได้มากขึ้นถ้าเกลือไม่บริสุทธิ์ [1] นิยมใช้เป็นสารเติมแต่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมอาหาร เนื่องจากคุณสมบัติในการถนอมอาหาร และด้านจุลชีพจากความสามารถในการลดค่าแอกติวิตีของน้ำได้ดี [2] โดย [1] อธิบายการถนอมอาหารด้วยเกลือ ซึ่งเกลือไม่จัดอยู่ในกลุ่มสารกันบูด แต่สามารถป้องกันการเน่าเสียของอาหารได้ ได้แก่ 1) เกลือช่วยลดค่าแอกติวิตีของน้ำ (Water activity) ของอาหารให้น้อยลง มีผลการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และป้องกันการเน่าเสียของอาหาร 2) เกลือละลายในน้ำทำให้เกิดแรงดันออสโมติก เซลล์ของจุลินทรีย์จะสูญเสียน้ำและหยุดการเจริญ 3) เกลือมีความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ อนุผลของโซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม และคลอไรด์ มีความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ในการทำลายโปรตีนพลาสมา ยับยั้งกิจกรรมของโปรตีนเอนไซม์บางชนิด การย่อยโปรตีน และการสร้างพลาสมาของจุลินทรีย์ถูกยับยั้งทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้ [3, 4] และ 4) เกลือเป็นตัวทำลายเอนไซม์สามารถยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลเปสในอาหารที่มีไขมันเป็นส่วนประกอบ โดยเกลือเป็น Pro-oxidative เมื่ออยู่ที่ผิวอาหาร ลดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยเอนไซม์ และปฏิกิริยาเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดจากออกซิเจน [5, 6]

การถนอมอาหารด้วยวิธีการแปรรูปปลาแดดเดียวได้รับความนิยมและแพร่หลายเป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นวิธีการอย่างง่าย สามารถทำได้ในระดับครัวเรือนจนถึงเชิงการค้า ซึ่งการแปรรูปปลาแดดเดียวโดยทั่วไปมีการใช้เกลือเป็นวัตถุดิบหลักในการรักษาคุณภาพของเนื้อปลาด้วยความเข้มข้นของเกลือในสัดส่วนร้อยละ 15 - 30 ของน้ำหนักวัตถุดิบปลา [7] จนทำให้ปลาแดดเดียวมีรสชาติเค็ม ทั้งนี้ ปัญหาการบริโภคส่วนประกอบของเกลือที่เกิดความเค็มในปริมาณมาก ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค เป็นสาเหตุของการเกิดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ โรคไต ทำให้สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ออกมารณรงค์ในการลดปริมาณการบริโภคส่วนประกอบของเกลือในอาหารลง เพื่อป้องกันความเสี่ยงของการเกิดโรคดังกล่าว [8, 9] คณะผู้วิจัยทำการศึกษาวัตถุดิบปรุงอาหารทดแทนที่มีส่วนผสมของเกลือโซเดียมต่ำ มาประยุกต์การพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวที่มีความเค็มต่ำ (ปลานิลโซเดียมต่ำ) นำมาแปรรูปเป็นอาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพและต่อยอดการเพิ่มมูลค่าสินค้าสัตว์น้ำได้อย่างแพร่หลาย ต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาต้นทุนการผลิต การทดสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว
- 2.2 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวให้มีความเค็มระดับต่ำและเกิดการยอมรับทางประสาทสัมผัส

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมตัวอย่าง เก็บเกี่ยวผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงปลานิลภายในวิทยาลัยชุมชนนราธิวาส อำเภอเมืองนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส โดยมีน้ำหนักรวม 6.4 กิโลกรัม ทั้งหมดจำนวน 13 ตัว นำปลานิลมาตัดหัว ผ่าท้องเอาเครื่องในออก แล้วล้างน้ำให้สะอาด สะเด็ดน้ำ แล่นเนื้อปลาแบบฝีเสื่อจากด้านครีบหลังโดยให้แผ่นท้องติดกัน เอาข้างกลางออก คงเหลือเนื้อปลาน้ำหนักรวม 4.5 กิโลกรัม

3.2 การวางแผนทดลอง ทำการแบ่งชุดการทดลองจากการแยกส่วนผสมตามแผนการทดลอง ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) น้ำปลา 700 มิลลิลิตร และน้ำตาลทรายแดง 70 กรัม

ชุดการทดลองที่ 2 น้ำปลา 700 กรัม และน้ำตาลทรายแดง ขมิ้นผง 25 ฟริกไทยป่น เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ อย่างละ 25 กรัม

นำส่วนผสมที่จัดเตรียมไว้ผสมเข้าด้วยกัน แล้วทำการแช่เนื้อปลาในแต่ละชุดการทดลอง ๆ ละ 2,250 กรัม 5 นาที จึงนำไปตากแดดภายใต้ตู้พลังงานแสงอาทิตย์ควบคุมอุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง แล้วจึงนำตัวอย่างใส่ถุงพลาสติกถนอมอาหาร ใส่อากาศด้วยเครื่องซีลสุญญากาศ เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3.3 การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.3.1 การศึกษาต้นทุนการผลิตปลานิลแดดเดียว ทำการเก็บข้อมูลราคาและปริมาณการใช้วัตถุดิบในการผลิตปลานิลแดดเดียวแต่ละชุดการทดลอง อ้างอิงจากราคาในท้องตลาดอำเภอเมืองนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส ณ วันที่ 15 มิถุนายน 2565 แล้วทำการคำนวณเปรียบเทียบต้นทุนต่อกิโลกรัมในการผลิตปลานิลแดดเดียว

3.3.2 การทดสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพ โดยการนำตัวอย่างปลานิลแดดเดียว ทำการวิเคราะห์หาความเป็นกรดเบส ตามวิธีของ [10] การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสี ด้วยเครื่องมือวัดสี MINOLTA color reader, ปฏิกริยาออกซิเดชันของไขมัน (Thiobarbituric acid value) ตามวิธีของ [11] และวิธีการวิเคราะห์ปริมาณเกลือตามวิธีของ [12]

บทความวิจัย

3.3.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory Test) นำตัวอย่างปลานิลแดดเดียวทั้ง 2 สูตร ๆ ละ 500 กรัม ทำการทอดด้วยน้ำมันร้อนจนสุก เวลา 10 นาที และหั่นเป็นชิ้นขนาดเล็ก จัดวางไว้ลงภาชนะแยกชุด การทดลองโดยไม่ระบุรายละเอียด เพื่อให้ผู้ทำการทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 15 คน ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่น รส และการยอมรับโดยรวม แล้วบันทึกผลคะแนนในแต่ละด้านลงแบบทดสอบตามระดับคะแนนความพึงพอใจที่กำหนดไว้ ตามวิธี 5 point hedonic scale [13]

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยโปรแกรมประยุกต์สำเร็จรูป เพื่อเปรียบเทียบการทดสอบคุณภาพทางเคมี กายภาพ และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการวิเคราะห์ผล และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ (t-test)

4. ผลการวิจัย

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวให้มีความเค็มระดับต่ำ เพื่อศึกษาด้านทุนการผลิต การทดสอบคุณภาพทางเคมี กายภาพ และการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวมีผลการศึกษา ดังนี้

4.1 การศึกษาด้านทุนการผลิตปลานิลแดดเดียว

จากการคำนวณต้นทุนการผลิตปลานิลแดดเดียวทั้ง 2 ชุดการทดลอง พบว่า ความแปรปรวนของต้นทุนผลิตขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของวัตถุดิบปรุงอาหาร ได้แก่ ปลานิล, น้ำตาลทรายแดง, ขมิ้นผง, น้ำปลา, พริกไทยป่น, เกลือโซเดียมต่ำ และน้ำเปล่า โดยผลต้นทุนการผลิตปลานิลแดดเดียวต่อกิโลกรัม ชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ เท่ากับ 94.62 และ 90.17 บาท ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตปลานิลแดดเดียว

วัตถุดิบ	ชุดการทดลองที่ 1		ชุดการทดลองที่ 2		ราคาต่อหน่วย
	จำนวน	เป็นเงิน	จำนวน	เป็นเงิน	
1. เนื้อปลานิลแล่สด	2.25 กก.	180.00 บาท	2.25 กก.	180.00 บาท	80 บาท/กก.
2. น้ำตาลทรายแดง	70 ก.	1.89 บาท	25 ก.	0.68 บาท	27 บาท/กก.
3. ขมิ้นผง	-	-	25 ก.	7.50 บาท	75 บาท/250ก.
4. น้ำปลา	700 มล.	31.00 บาท	-	-	31 บาท/700มล.
5. พริกไทยป่น	-	-	25 ก.	4.28 บาท	171 บาท/กก.
6. เกลือโซเดียมต่ำ	-	-	25 ก.	3.90 บาท	39 บาท/250ก.
7. น้ำเปล่า	-	-	700 มล.	6.53 บาท	14 บาท/1500มล.
รวมเป็นเงิน	212.89 บาท		202.88 บาท		-
ต้นทุนต่อกิโลกรัม	94.62 บาท		90.17 บาท		-

4.2 การทดสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว

นำตัวอย่างปลานิลแดดเดียวทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพที่ผลต่อผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การทดสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว

พารามิเตอร์	ชุดการทดลองที่ 1	ชุดการทดลองที่ 2
1. ค่าความเป็นกรดเบส	6.67 ± 0.03^a	6.68 ± 0.02^a
2. ค่าปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน	0.44 ± 0.04^a	0.43 ± 0.02^a
3. ค่าปริมาณเกลือ	27.70 ± 0.04^a	4.96 ± 0.02^b
4. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสี		
L*	$44.541.03 \pm^a$	$42.901.03 \pm^a$
a*	$12.881.06 \pm^a$	$12.841.57 \pm^a$
b*	$16.491.93 \pm^a$	$15.741.31 \pm^a$

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

4.2.1 การวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดเบส ผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวมีค่าความเป็นกรดเบสระหว่างชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ เท่ากับ 6.67 ± 0.03 , 6.68 ± 0.02 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

4.2.2 ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน โดยค่า TBARS ในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวระหว่างชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ เท่ากับ 0.44 ± 0.04 และ 0.43 ± 0.02 mg.malonaldehyde /kg หนพหยสำ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

4.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณเกลือ โดยปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวระหว่างชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ เท่ากับ 27.70 ± 0.04 และ 4.96 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

4.2.4 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสี มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสีของผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวระหว่างชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ มีค่า L* (ค่าความสว่าง) เท่ากับ 44.54 ± 1.03 และ 42.90 ± 1.03 ตามลำดับ, ค่า a* (ค่าสีแดง-สีเขียว) เท่ากับ 12.88 ± 1.06 และ 12.84 ± 1.57 ตามลำดับ และค่า b* (ค่าสีเหลือง-สีน้ำเงิน) เท่ากับ 16.49 ± 1.93 และ 15.74 ± 1.31 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

4.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การประเมินทดสอบทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว โดยเก็บตัวอย่างหลังจากการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ได้แก่ สี, เนื้อสัมผัส, กลิ่น, รส และการยอมรับของเนื้อปลาโดยรวม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีผลการประเมินทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังนี้

4.3.1 สี (Colour) การประเมินคุณลักษณะของสีในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวระหว่างชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.13 ± 0.99 และ 3.50 ± 1.31 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์มีสีเหลืองของเนื้อปลา

4.3.2 เนื้อสัมผัส (Texture) การประเมินคุณลักษณะของเนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวในชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ± 0.82 อยู่ในเกณฑ์เหนียว แน่นมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 ± 0.87 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์เหนียว แน่นเล็กน้อย

4.3.3 กลิ่น (Odor) การประเมินคุณลักษณะของกลิ่นในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวระหว่างชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.91 ± 0.83 และ 4.27 ± 0.90 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์หอมกลิ่นปลาเล็กน้อย

4.3.4 รส (Flavor) การประเมินคุณลักษณะของรสชาติในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวระหว่างชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.55 ± 1.04 และ 3.82 ± 0.60 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี

4.3.5 การยอมรับโดยรวม (Acceptation) การประเมินคุณลักษณะของการยอมรับในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวระหว่างชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.55 ± 1.13 และ 3.64 ± 0.81 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ดี

ตารางที่ 3 การประเมินทดสอบทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว

การทดสอบทางประสาทสัมผัส	ชุดการทดลองที่ 1 (คะแนน)	ชุดการทดลองที่ 2 (คะแนน)
1. สี	3.13 ± 0.99^a	3.50 ± 1.31^a
2. เนื้อสัมผัส	4.55 ± 0.82^a	4.18 ± 0.75^a
3. กลิ่น	3.91 ± 0.83^a	4.27 ± 0.90^a
4. รส	3.55 ± 1.04^a	3.82 ± 0.60^a
5. การยอมรับโดยรวม	3.55 ± 1.13^a	3.64 ± 0.81^a

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

5. อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลที่ทำให้การทดสอบและประสาทสัมผัสของปลานิลแดดเดียวโซเดียมต่ำ โดยผลต้นทุนการผลิตปลานิลแดดเดียวต่อกิโลกรัม ชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ เนื่องจากน้ำปลาที่ผสมในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวชุดควบคุม ใช้ปริมาตร 700 มิลลิลิตร คิดเป็นปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์เท่ากับ 210 กรัม ซึ่งมีต้นทุนที่สูงกว่าปลานิลแดดเดียวโซเดียมต่ำ โดยทั่วไปปลานิลแดดเดียวในท้องตลาดขายในราคา 220 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งกรรมวิธีผลิตดังกล่าวมีต้นทุนต่อกิโลกรัมอยู่ระหว่าง 90.17 - 94.62 บาท ทำให้สามารถนำไปถ่ายทอดองค์ความรู้แก่ผู้สนใจเพื่อพัฒนาเป็นอาชีพ และเกิดรายได้ ในส่วนปริมาณเกลือในผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวที่วิเคราะห์ได้ระหว่างชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) ใช้เกลือชนิดโซเดียมคลอไรด์และชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำที่ใช้เกลือชนิดเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ [4] อธิบายผลกระทบด้านลบของของเกลือโซเดียมคลอไรด์ ที่มากเกินไปในอาหาร จึงจำเป็นต้องการลดเกลือดังกล่าวในผลิตภัณฑ์อาหารทดแทนด้วยเกลือชนิด KCl, KCl/NaCl และ KCl/NaCl/NaC เป็นเพราะปริมาณเกลือที่พบในน้ำปลาอยู่สูงถึงร้อยละ 20 - 30 [12, 14] และการรับประทานเกลือแ่งหรือโซเดียมคลอไรด์ในอาหารที่มีรสชาติเค็มหรือการได้รับโซเดียมแฝงที่เป็น ส่วนประกอบในการทำอาหาร เมื่อร่างกายได้รับโซเดียมในปริมาณมากต่อเนื่องเป็นเวลานาน ๆ พบว่า ส่งผลต่อการทำงานของระบบหัวใจและระบบไตเพิ่มมากขึ้น พบการบริโภคเกลือมากกว่า 5 กรัมต่อวัน เพิ่มความเสี่ยงโรคหัวใจ และหลอดเลือด ร้อยละ 17 และโรคหลอดเลือดสมอง ร้อยละ 23 นอกจากนี้พบการเพิ่มระดับความดันโลหิต ส่งผลต่อการป่วยและการเสียชีวิตด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือด, โรคหลอดเลือดสมองหรือโรคอัมพฤกษ์-อัมพาต, หรือโรคอื่น ๆ อีกเป็นจำนวนมาก ได้แก่ โรคไตวาย, โรคกระดูกพรุน และโรคกระเพาะปัสสาวะ เป็นต้น [8, 9]

ในส่วนการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพที่ผลต่อผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเบส, ปฏิกริยาออกซิเดชันของไขมัน และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสี (L^* , a^* , b^*) ไม่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียวระหว่างชุดการทดลองที่ 1 (ควบคุม) และชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ แสดงให้เห็นว่าเกลือที่เติมในเนื้อสัตว์และอาหารทะเลอาจเอื้อต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักต่อการสูญเสียคุณภาพในอุตสาหกรรมอาหาร โดยมีการอธิบายกลไกหลักของกรดไขมันและออกซิเดชันของคอเลสเตอรอลตลอดจนอิทธิพลของเกลือต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อสัตว์และอาหารทะเล [2] มีความสัมพันธ์กับกลไกออกซิเดชันของไขมันในเนื้อสัตว์เริ่มต้นจากการก่อตัวของอนุมูล และได้รับอิทธิพลจากปัจจัยโปรออกซิแดนซ์และสารต้านอนุมูลอิสระ กลไกที่เป็นไปได้ของการออกฤทธิ์โปรออกซิแดนซ์ของ NaCl มีสาเหตุมาจากความสามารถในการรบกวนความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้มเซลล์ ปลดปล่อยไอออนของเหล็กจากโปรตีนที่มีธาตุเหล็ก และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ เช่น คาตาเลส (CAT) กลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส (GSH-Px) และซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส (SOD) มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมันที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ และต่อกลิ่นหืนได้ [6] ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญคุณภาพของกลิ่น สี เนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการลดลง ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของสี ดังการรายงานของ [3] การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนำไปสู่การปล่อยไอออนที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และอาจทดแทนหรือกระตุ้นอะตอมของเหล็กในโมเลกุลไมโอโกลบินได้ ผลกระทบเหล่านี้ทำให้ได้กรอกที่มีความเข้มข้นของ NaCl สูงกว่ามีแนวโน้มที่จะเกิดออกซิเดชันได้ง่ายขึ้น ซึ่งปริมาณ NaCl สามารถเปลี่ยนส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์โดยปล่อยไอออนที่ยับยั้งเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และอาจทดแทนหรือกระตุ้นอะตอมของเหล็กในโมเลกุลไมโอโกลบิน ส่งผลให้ความไวต่อการเกิดออกซิเดชันเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ [5] ผลกระทบและกลไกของการใส่เกลือ

ต่อคุณสมบัติด้านคุณภาพของเนื้อปลานิล การทำเกลือภายใต้ความเข้มข้นของ NaCl สูง (12% และ 15%) ส่งผลให้มีค่าแอคติวิตีของน้ำลดลง เนื่องจากผลของเกลือและ pH ต่ำ น้ำในเนื้อปลาเพิ่มขึ้นในระยะหลังของเกลือในสารละลาย NaCl 3% และ 6% โปรตีนที่ปล่อยออกมาจะสะสมตามเวลาที่เพิ่มขึ้น และ ค่า TBARS เพิ่มขึ้นจาก 0.01 เป็น 0.20 มก./กก. หลังจาก 10 ชั่วโมง ในสารละลาย NaCl 15% ซึ่งค่าออกซิเดชันของลิปิดในกล้ามเนื้อปลาในรูปค่า TBARS ที่เป็นค่าแสดงความหืนของลิปิด ซึ่งปฏิกิริยาการหืนทำให้เกิดสารมาโลนอลดีไฮด์ และทำให้เกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ต่อเนื้อสัตว์ อีกทั้งเกลือช่วยลดค่าแอคติวิตีของน้ำ (Water activity) ของอาหารให้น้อยลง มีผลการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และป้องกันการเน่าเสียของอาหาร [1] เช่นเดียวกับงานวิจัยของ [4] มีการใช้เกลือชนิด KCl, KCl/NaL และ KCl/NaL/NaC สามารถยับยั้งการสังเคราะห์ไฟโอไซยานิน, กิจกรรมอัสทาส และกิจกรรมโปรตีนเอส ในระดับร้อยละ 40 - 77 จากการวิเคราะห์ RT-qPCR ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ยีน AMR และ VF ที่อาจเกิดขึ้นในเชื้อ *P. aeruginosa* ในอาหารมีแนวโน้มลดลงในผลิตภัณฑ์แปรรูปปลา

การทดสอบประสาทสัมผัสของปลานิลแดดเดียว โดยให้ผู้ทำการทดสอบ จำนวน 15 คน รับประทานเนื้อปลาแดดเดียวตัวอย่างและคะแนนในแต่ละด้านของแบบทดสอบประสาทสัมผัสที่กำหนดไว้ตาม 5 ระดับคะแนนความพึงพอใจ จากการทดลอง พบว่า ระดับคะแนนความพึงพอใจทางด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่น รส และการยอมรับ ทั้ง 2 ชุดการทดลองมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.19 – 4.55 แสดงระดับคุณภาพในเกณฑ์การยอมรับที่ดีของผลิตภัณฑ์ปลาแดดเดียว โดยชุดการทดลองที่ 2 ปลานิลโซเดียมต่ำ ได้รับคะแนนความพึงพอใจในเรื่องของสี กลิ่น รส และการยอมรับมีค่าเฉลี่ยรวมระดับคะแนนความพึงพอใจสูงกว่าชุดการทดลองที่ 1 (กลุ่มควบคุม) เว้นแต่เนื้อสัมผัสของปลานิลแดดเดียว เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) การเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะด้านคุณภาพของเนื้อปลานิล พบว่า ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ NaCl การละลายและการย่อยสลายของโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์จะรุนแรงกว่ามากเมื่อความเข้มข้นของ NaCl สูงกว่า 3% การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางโครงสร้างจุลภาคสอดคล้องกับความแปรผันของคุณภาพ ซึ่งส่วนใหญ่ได้รับการแก้ไขโดยการหั่นหรือบวมของไมโอเบอร์ ช่องว่างนอกเซลล์ และการสลายตัวของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ทำให้เนื้อปลาโดยการเติมเกลือภายใต้สภาวะที่เหมาะสม การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางโภชนาการ และประสาทสัมผัสและกลิ่นต่าง ๆ ต่อกระบวนการออกซิเดชันของไขมันส่งผลต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของอาหารและลดคุณสมบัติทางโภชนาการ [5]

6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

คณะผู้วิจัยทำการศึกษากิจกรรมวิธีการใช้วัตถุดิบปรุงอาหารทดแทนโดยเกลือโพแทสเซียมที่มีโซเดียมต่ำมาประยุกต์พัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ปลานิลแดดเดียว พบว่า การใช้เกลือโซเดียมต่ำมีผลทำให้มีการใช้เกลือในปริมาณลดลงต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือของผลิตภัณฑ์น้อยกว่า ($P<0.05$) กลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้เกลือโซเดียมต่ำ แต่การใช้เกลือโซเดียมต่ำไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเบส ปริมาณ TBARS, คุณภาพของสี และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ($P>0.05$) โดยแสดงถึงการพัฒนาสูตรที่นำมาประยุกต์ใช้เกลือโซเดียมต่ำกับอาหาร เพื่อเป็นเครื่องปรุงรสที่ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคนามาแปรรูปเป็นอาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพ และต่อยอดการเพิ่มมูลค่าสินค้าสัตว์น้ำได้

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษากิจกรรมวิธีการใช้วัตถุดิบปรุงอาหารทดแทนเกลือทั่วไปในปลาชนิดอื่น ๆ เช่น ปลาสลิด, ปลาหม้อไทย และปลาดุก เป็นต้น เพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นอาหารทางเลือกเพื่อสุขภาพและต่อยอดการเพิ่มมูลค่าสินค้าสัตว์น้ำได้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] อรพิน ชัยประสพ. (2548). *การถนอมอาหาร : เกลือและการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. [http://old-book.ru.ac.th/e-book/f/FD323\(54\)/FD323-9.pdf](http://old-book.ru.ac.th/e-book/f/FD323(54)/FD323-9.pdf)
- [2] Mariutti, R B L., & Bragagnolo, N. (2017). *Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products : A review*. Food Research International, 94, 90-100. <https://doi: 10.1016/j.foodres.2017.02.003>
- [3] Barcenilla, C., Álvarez-Ordóñez, A., López, M., Alvseike, O., & Prieto, M. (2022). Microbiological Safety and Shelf-Life of Low-Salt Meat Products-A Review. Foods 11(15),2331. <https://doi:10.3390/foods11152331>
- [4] Tomaś, N., Myska, K., Wolko, Ł. (2023). *Potassium Chloride, Sodium Lactate and Sodium Citrate Impaired the Antimicrobial Resistance and Virulence of Pseudomonas aeruginosa NT06 Isolated from Fish*. Molecules, 28(18), 6654. <https://doi:10.3390/molecules28186654>
- [5] Jiang, Q., Huang, S., Ma, J., Du, Y., Shi, W., Wang, M., Wang, X., & Zhao, Y. (2023). Insight into mechanism of quality changes in tilapia fillets during salting from physicochemical and microstructural perspectives. Food Chemistry X, 17(1–2), 100589. <https://doi:10.1016/j.fochx.2023.100589>
- [6] Zhang, M., Ma, J., Li, J., Bian, H., Yan, Z., Wang, D., Xu, W., Zhao, Y., Shu, L. (2023). *Influence of NaCl on lipid oxidation and endogenous pro-oxidants/antioxidants in chicken meat*. Food Science of Animal Products, 1(1), 9240010. <https://doi:10.26599/FSAP.2023.9240010>
- [7] กองวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง. (2558). *การแปรรูปสัตว์น้ำ*. https://www.4.fisheries.go.th/local/pic_activities/202003022215342_pic.pdf
- [8] สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2559). *ยุทธศาสตร์ลดการบริโภคเกลือและโซเดียมในประเทศไทย พ.ศ. 2559 - 2568*. กรุงเทพฯ : สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์.
- [9] राम รังสินธุ์, บุญทรัพย์ ศักดิ์บุญญารัตน์, สุภัต อุกฤษชน, กมลทิพย์ วิจิตรสุนทรกุล, ยูภาพร ศรีจันทร์ และอัฐสิมา มาศโอสถ. (2565). *การศึกษาปริมาณการบริโภคโซเดียมจากการประเมินปริมาณโซเดียมในปลาสลิด 24 ชั่วโมง : การศึกษาแบบภาคตัดขวาง (รายงานการวิจัย)*. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า และกองโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.

- [10] สุญานีพร ตูลยพงศ์รักษ์. (2551). *ดัชนีความสด สมบัติการเกิดเจล และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังผ่านการแช่เยือกแข็ง-ละลายน้ำแข็งซ้ำของปลาสวายโมง (Pangasius sp.)*. [วิทยานิพนธ์ปริญญา, วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์].
- [11] อรพินท์ จินตสถาพร. (2550). *บทปฏิบัติการโภชนศาสตร์สัตว์น้ำ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*.
- [12] สุนทร คำสุข และเกษราภรณ์ บุญมาไล่. (2561). *ความแม่นยำและความเที่ยงของการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเกลือโดยวิธี FAO (1981). เอกสารวิชาการฉบับที่ 8/2561 กองวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง*.
- [13] สกฤตคุณ มากคุณ. (2546). *การสกัดและผลของแอสตาแซนธินจากเปลือกกุ้งต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีและค่า TBA ของปลาทับทิม (Oreochromis sp.) แช่เย็น*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์].
- [14] เมธาพร ขจรจรัสกุล, ขนิษฐา หาญจนวงศ์, วิศัลย์ศยา ศรีทองกลาง, กอบเกียรติ์ สอนใจ และกมลทิพย์ เสรีนนท์ชัย. (2563). *การวิเคราะห์ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์น้ำปลาไทย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 28(2), 208-218*.

พิษของใบ ลำต้น และรากพาทมีต่ออัตราการตายของปลานิล
และคุณภาพน้ำในตู้ทดลอง

Toxicity of Leaves, Stems, and Roots of *Linostoma pauciflorum*
on the Mortality Rate of *Oreochromis niloticus* and Water Quality
in Glass Aquarium

ประทีป สองแก้ว¹ กรวิกา ศรีวัฒนวรรณ² ราเมศ ชูสิงห์³

Pratheep Songkeaw¹ Kornwika Sriwattanawarunyu² Ramet Chusing³

¹ แผนกวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ วิทยาลัยประมงติณสูลานนท์ จังหวัดสงขลา 90100

Department of Aquaculture, Tinsulanonda Fisheries College, Songkhla. 90100

² แผนกวิชาประมง วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสงขลา สงขลา 90180

Department of Fisheries, Songkhla College of Agriculture and Technology, Songkhla. 90180

³ Corresponding Author, E-mail: Songkeawp@gmail.com

Received: 15 December. 2023; Revised: 15 January. 2024; Accepted: 10 February. 2024;

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการตายของปลานิลและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในตู้ทดลองที่ใช้สารสกัดจากใบ ลำต้น และรากของพาทมี โดยแบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง คือ ชุดควบคุม (ไม่ใช้พืช) ใช้ใบ ลำต้น และรากของพาทมี โดยทดลองในตู้กระจก บรรจุน้ำ 14 ลิตร/ตู้ ระดับความเข้มข้น 6 มิลลิกรัม/ลิตรโดยใช้ปลานิลขนาดความยาวระหว่าง 5 - 7.5 เซนติเมตร จำนวน 10 ตัว/ตู้

ผลการทดลอง พบว่า ที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง รากของพาทมีทำให้ปลานิลมีอัตราการตายสะสม มากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของใบ ลำต้น มีอัตราการตายของปลานิลมากที่สุด ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.33 และ 43.33 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนชุดการทดลองที่ไม่ใช้พาทมีพบว่าการตายของปลานิลตลอดระยะเวลาการทดลอง สำหรับคุณภาพน้ำในตู้ทดลอง พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ มีค่าเฉลี่ยในช่วง 7.19 - 7.28 มิลลิกรัม/ลิตร อุณหภูมิของน้ำ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 27.50 - 28.90 องศาเซลเซียส และความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.35 - 7.61

คำสำคัญ : ความเป็นพิษ ใบ ลำต้น และรากของพาทมี อัตราการตายของปลานิล คุณภาพน้ำ

Abstract

The objectives of this research were to study the mortality rate of tilapia (*Oreochromis niloticus*) and water quality in glass aquariums using extracts from leaves, stems, and roots of *Linostoma pauciflorum*. There were 4-control set treatments, i.e. no *Linostoma pauciflorum*, with leaves, with stems, and with roots at a concentration of 6 mg/l. The experiment was conducted in the glass aquarium containing 14 liters of water. Each glass aquarium contained 10 fish with the length between 5 and 7.5 cm.

In the experiment, it was found that at the period of 6 hours, the root of *Linostoma pauciflorum* had the highest cumulative mortality rate with an average of 100%. Leaves and stems had the highest mortality rate of tilapia at 24 hours with an average of 23.33 and 43.33% respectively while in the experimental set without *Linostoma pauciflorum*, no dead tilapia was found throughout the experimental period. The water quality in the glass aquarium was at the average dissolved oxygen in the range of 7.19-7.28 mg/l with the average water temperature in the range of 27.50-28.90 degrees Celsius and the average pH in the range of 7.35-7.61.

Keywords : toxicity, leaves, stems, and roots of *Linostoma pauciflorum*, mortality rate of *Oreochromis niloticus*, water quality

1. บทนำ

พาทมี (*Linostoma pauciflorum*) เป็นพืชที่พบมากทางภาคใต้ของประเทศไทย มีสารจำพวกโรทีโนน (rotenone) เช่นเดียวกับต้นโล่ตีนหรือหางไหล (derris root) [1] ซึ่งมีผลระบบการหายใจของปลา ว่ายน้ำ เสียการทรงตัว กล้ามเนื้อชักกระตุก และตายในที่สุด และมีสารซาโปนิน (saponin) จะทำลายเม็ดเลือดแดง ทำให้เม็ดเลือดแดงแตก จนทำให้สัตว์น้ำตาย [2] ซึ่งหากมีการใช้สารเคมีในการกำจัดสัตว์น้ำช่วงการเตรียมบ่อ จะมีราคาสูงและอาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากปัญหาเหล่านี้จึงมีการนำพืชในท้องถิ่นมาใช้ในการกำจัดปลา โดยเฉพาะพาทมี ในอดีตชาวบ้านนำส่วนของลำต้นและรากมาคั้นผสมกับน้ำแล้วนำไปสาดในแหล่งน้ำ ปลาจะลอยหัวขึ้นมาชาวบ้านจึงนำไปบริโภค นอกจากนี้ เกษตรกรใช้ลำต้นมาต้มกับน้ำแล้วนำมาอาบน้ำให้วัว เพื่อกำจัดเห็บวัว รวมทั้งมีการนำสารสกัดจากลำต้นและรากไปใช้ฉีดไล่เพลี้ยไผะมวงหรือใช้ใบเป็นส่วนผสมในการทำน้ำหมักสมุนไพรเพื่อใช้กำจัดแมลง [3] ซึ่ง [4] ได้นำสารสกัดต้นพาทมีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถฆ่าเพลี้ยอ่อนตัวได้ 80 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา 72 ชั่วโมง และมีค่าความพิษเฉียบพลันต่อเพลี้ยอ่อนตัว (Median lethal concentration; LC50) เท่ากับ 2.61 เปอร์เซ็นต์ ส่วนประทีป และกรวิภา [5] ได้ใช้สารสกัดจากรากพาทมีเข้มข้น 6 มิลลิกรัม/ลิตร ใส่ในบ่อดิน ทำให้ปลานิล และปลาตะเพียนขาว มีอัตราการตาย 100 และ 96 เปอร์เซ็นต์ สำหรับองค์ประกอบทางเคมีของพาทมี Navarat และคณะ [6] ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจากส่วนสกัดหยาบโคคลอโรมีเทนจากใบพาทมี ด้วยวิธีการทางโครมาโทกราฟี สามารถแยกสารได้ 2 กลุ่ม คือ ฟลาโวนอส (flavones) และสเตกมาสเตอรอล (stigmasterol)

จากรายงานการวิจัยดังกล่าวที่ผ่านมาคณะผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดในการนำส่วนต่าง ๆ ของต้นพาลามีมาใช้ในการกำจัดปลาหรือสัตว์น้ำที่ไม่ต้องการในช่วงการเตรียมบ่อเพื่อลดและทดแทนการใช้สารเคมีที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาอัตราการตายของปลานิลที่ใช้สารสกัดจากใบ ลำต้น และรากของพาลามี
- 2.2 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ อุณหภูมิ และความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่ใช้สารสกัดจากใบ ลำต้น และรากของพาลามี

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของพาลามี โดยนำใบ ลำต้น และรากสดของพาลามีมาทำความสะอาด ชั่งน้ำหนักอย่างละ 2 กรัม แล้วหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ในน้ำแล้วนำมาปั่นด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้าให้ละเอียด 1 นาที กรองด้วยผ้ากรอง จากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 40 (Whatman No. 40) แล้วนำไปปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1 ลิตร ได้ความเข้มข้น 2,000 มิลลิกรัม/ลิตร (ppm) แล้วนำไปเจือจางตามแผนการทดลอง

3.2 การปรับสภาพของปลานิล นำปลานิลขนาดความยาวระหว่าง 5 - 7.5 เซนติเมตร มาปรับสภาพในบ่อซีเมนต์ ขนาดความกว้าง 2 เมตร ความยาว 3 เมตร ก่อนการทดลองอย่างน้อย 1 สัปดาห์ ให้อาหารเม็ดปลากินพืชเป็นอาหารมีโปรตีน 25 เปอร์เซ็นต์ วันละ 2 ครั้ง คือช่วงเช้าและเย็น แล้วงดให้อาหาร 1 วัน ก่อนทำการทดลอง โดยทดลองในตู้กระจก ขนาด 23X45.5X28 เซนติเมตร บรรจุน้ำ 14 ลิตร/ตู้ โดยใช้น้ำประปาพักไว้ในถังไฟเบอร์กลาสเป็นเวลา 1 สัปดาห์ก่อนนำมาใช้ โดยมีการเติมอากาศตลอดเวลาเพื่อให้คลอรีนหมดไป

3.3 การวางแผนการทดลอง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง (treatments) ละ 3 ซ้ำ (replications) โดยมีชุดควบคุม (ไม่ใช่พืช) นำส่วนของใบ ลำต้น และรากของพาลามีที่เตรียมไว้มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 6 มิลลิกรัม/ลิตร โดยทำการทดลองในตู้กระจก ใส่ น้ำ ตู้อะ 14 ลิตร และปล่อยปลานิลจำนวน 10 ตัว/ตู้ให้ออกซิเจนทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง จึงหยุดให้อากาศ ดังนี้

- ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่ใช่พืช)
- ชุดการทดลองที่ 2 ใช้สารสกัดใบพาลามี
- ชุดการทดลองที่ 3 ใช้สารสกัดลำต้นพาลามี
- ชุดการทดลองที่ 4 ใช้สารสกัดรากพาลามี

3.4 การเก็บตัวอย่างปลาและคุณภาพน้ำ โดยเก็บตัวอย่างปลานิลที่ตายในระยะเวลา 1, 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง โดยนำปลาที่ตายออกจากตู้แล้วบันทึกอัตราการตายของปลา และวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ที่ระยะเวลา 0 ชั่วโมง และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง 24 ชั่วโมง ทำการวัดคุณภาพน้ำทุกครั้งในช่วงเวลา 9.00 - 10.00 น. โดยวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำด้วยเครื่องวัดออกซิเจนละลายในน้ำ (DO Meter) วัดอุณหภูมิของน้ำด้วยเทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) วัดความเป็นกรด-ด่าง ด้วยพีเอชมิเตอร์ (pH Meter)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยทำการวิเคราะห์หาความแปรปรวนอัตราการตายของปลานิลและตัวแปรคุณภาพน้ำแบบแจกแจงทางเดียว (One-way Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของของตัวแปร ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test [7]

4. ผลการวิจัย

4.1 การศึกษาความเป็นพิษของใบ ลำต้น และรากของพาลมีต่ออัตราการตายสะสมของปลานิล ขนาดความยาวระหว่าง 5 - 7.5 เซนติเมตร ระดับความเข้มข้น 6 มิลลิกรัม/ลิตร ในตู้กระจก 14 ลิตร ตู้ละ 10 ตัว พบว่าที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง รากของพาลมีทำให้ปลานิลมีอัตราการตายสะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของใบ ลำต้น มีอัตราการตายสะสมของปลานิลมากที่สุด ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.33 และ 43.33 เปอร์เซ็นต์ สำหรับชุดการทดลองที่ไม่ใช้พาลมี พบว่า ไม่มีการตายของปลานิลตลอดระยะเวลาการทดลอง และเมื่อนำอัตราการตายสะสมของปลานิลมาเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่า อัตราการตายสะสมของปลานิลมีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ชุดการทดลองที่ใช้รากพาลมีมีอัตราการตายสะสมมากที่สุดและแตกต่างจากชุดการทดลองที่ใช้ลำต้น ใบ และที่ไม่ใช้พาลมีสำหรับชุดการทดลองที่ไม่ใช้พาลมีตลอดระยะเวลาการทดลองไม่พบการตายของปลานิล (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 อัตราการตายสะสม (เปอร์เซ็นต์) ของปลานิลในการทดลองใช้ใบ ลำต้น และรากของพาลมี ความเข้มข้น 6 มิลลิกรัม/ลิตร ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD, n=3)

ส่วนของพืช	ระยะเวลาการทดลอง (ชั่วโมง)				
	1	3	6	12	24
ไม่ใช้พืช	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^d	0.00 $\pm$ 0.00 ^d
ใบ	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	13.33 $\pm$ 5.77 ^c	23.33 $\pm$ 5.77 ^c
ลำต้น	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	6.67 $\pm$ 5.77 ^b	13.33 $\pm$ 5.77 ^b	26.67 $\pm$ 5.77 ^b	43.33 $\pm$ 5.77 ^b
ราก	66.67 $\pm$ 5.77 ^a	86.67 $\pm$ 5.77 ^a	100 $\pm$ 0.00 ^a	100 $\pm$ 0.00 ^a	100 $\pm$ 0.00 ^a

หมายเหตุ : อักษรภาษาอังกฤษกำกับในแนวดังเดียวกันต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

4.2 คุณภาพน้ำในตู้ทดลองก่อนและหลังใช้ใบ ลำต้น และรากของพาลมีของกับปลานิล ในระยะเวลาการทดลอง 24 ชั่วโมง พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.28 มิลลิกรัม/ลิตร หลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.19 - 7.25 มิลลิกรัม/ลิตร อุณหภูมิของน้ำก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.90 องศาเซลเซียส หลังการทดลองมีค่าเฉลี่ย 27.50 องศาเซลเซียส และความเป็นกรด-ด่าง ก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.61 หลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.35 - 7.38 ซึ่งค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำหลังการทดลองมีค่าต่ำกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนอุณหภูมิของน้ำ ก่อนและหลังการทดลองมีค่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 คุณภาพน้ำก่อนและหลังการทดลองที่ระยะเวลาการทดลอง 24 ชั่วโมง (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD)

ส่วนของพาทมี	คุณภาพน้ำหลังการทดลอง		
	ออกซิเจนละลายน้ำ (มก./ล.)	อุณหภูมิ ($^{\circ}$ C)	ความเป็นกรด-ด่าง
ไม่ใช่พืช	7.25 $\pm$ 0.01 ^b	27.50 $\pm$ 0.00 ^a	7.35 $\pm$ 0.04 ^b
ใบ	7.24 $\pm$ 0.02 ^b	27.50 $\pm$ 0.00 ^a	7.37 $\pm$ 0.01 ^b
ลำต้น	7.22 $\pm$ 0.02 ^{bc}	27.50 $\pm$ 0.00 ^a	7.36 $\pm$ 0.01 ^b
ราก	7.19 $\pm$ 0.02 ^c	27.50 $\pm$ 0.00 ^a	7.38 $\pm$ 0.01 ^b
ก่อนการทดลอง	7.28 $\pm$ 0.07 ^a	28.90 $\pm$ 0.00 ^a	7.61 $\pm$ 0.02 ^a

หมายเหตุ : อักษรภาษาอังกฤษกำกับในแนวตั้งเดียวกันต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

5. อภิปรายผลการวิจัย

5.1 การศึกษาความเป็นพิษของใบ ลำต้น และรากของพาทมีต่ออัตราการตายสะสมของปลานิล ขนาดความยาวระหว่าง 5 - 7.5 เซนติเมตร ระดับความเข้มข้น 6 มิลลิกรัม/ลิตร ในตู้กระจก พบว่า ที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง รากของพาทมีทำให้ปลานิลมีอัตราการตายสะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งที่ระยะเวลาดังกล่าวพบรากของพาทมี มีความเป็นพิษต่อปลานิลมากกว่าส่วนของลำต้นถึง 7.5 เท่า ซึ่งจากการทดลองของ ประทีป และ กรวิกา [5] โดยใช้รากพาทมีความเข้มข้น 6 มิลลิกรัม/ลิตร ในบ่อดิน ทำให้ปลานิลและปลาตะเพียนขาว มีอัตราการตาย 100 และ 96 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปลาอุกด้านและปลาหมอไทย ไม่พบการตายที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง เนื่องมาเป็นปลาที่มีอวัยวะช่วยในการหายใจ สำหรับส่วนของรากของพาทมีมีสาร สารโรติโนนและซาโปนินปริมาณมากกว่าส่วนของใบและลำต้น [6] ส่วนของใบและลำต้น มีอัตราการตายของปลานิลมากที่สุด ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.33 และ 43.33 เปอร์เซ็นต์ ส่วนชุดควบคุม (ไม่ใช่พาทมี) ไม่มีการตายของปลานิล สำหรับชุดการทดลองที่ใช้ใบของพาทมี ปลานิลเริ่มตายเมื่อผ่านชั่วโมงที่ 3 และส่วนลำต้นของพาทมี ปลานิลเริ่มตายเมื่อผ่านชั่วโมงที่ 1 ของการทดลอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าใบของพาทมีมีปริมาณสารโรติโนนและซาโปนินน้อยกว่าในส่วนอื่น ๆ ส่วนสารฟลาโวนและสติกมาสเตอร์อล ไม่พบรายงานความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต ขณะเดียวกัน พบว่า สารฟลาโวนมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ช่วยลดระดับคลอเลสเทอรอลในกระแสเลือด ช่วยให้เม็ดเลือดไม่จับตัวเป็นก้อนจนอุดตัน ป้องกันการเกิดมะเร็ง เป็นสารต้านจุลินทรีย์ได้ ส่วนสารสติกมาสเตอร์อลมีคุณสมบัติลดคลอเลสเทอรอลชนิดที่ไม่ดี (LDL) และลดการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โดยสแตอรอลและสแตอรอลจะเข้ายับยั้งการดูดซึม ควบคุมปริมาณการละลายและการย่อยคอเลสเทอรอลในลำไส้ [8]

5.2 คุณภาพน้ำในตู้ทดลองพิษของใบ ลำต้น และรากของพาทมี ผลจากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนและหลังการใช้ใบ ราก และลำต้น ที่เป็นพิษต่อปลานิล แสดงให้เห็นว่าอัตราการตายสะสมของปลานิลไม่ได้เกิดจากคุณภาพน้ำ แต่เกิดจากความเป็นพิษของสารในพาทมี เนื่องจากหลังการทดลองปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำก่อนการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 7.19 - 7.24 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ได้กำหนดให้มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำไม่ต่ำกว่า 5 มิลลิกรัม/ลิตร [9] ส่วนอุณหภูมิของน้ำ

บทความวิจัย

หลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.50 องศาเซลเซียส ซึ่งค่ามาตรฐานของอุณหภูมิต่อการดำรงชีวิตของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 23 - 32 องศาเซลเซียส [9] แต่อุณหภูมิของน้ำตลอดระยะเวลาการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงในรอบวันไม่แตกต่างกันมากนัก สำหรับอุณหภูมิของน้ำมีผลต่อกระบวนการต่าง ๆ ภายในร่างกายและกิจกรรมต่าง ๆ ของปลา เช่น การกินอาหาร การขับถ่าย การเคลื่อนไหว การหายใจ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการตายของปลาเกิดจากพิษของรากพาทมี ไม่ได้เกิดจากปัญหาคุณภาพน้ำ ส่วนความเป็นกรด-ด่าง หลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.35 - 7.38 ซึ่งค่ามาตรฐานที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำมีค่าอยู่ในช่วง 5 - 9 [10]

6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

1) การทดลองพิษของใบ ลำต้น และรากของพาทมีต่ออัตราการตายสะสมของปลานิลในตู้ทดลอง โดยแบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง คือ ชุดควบคุม (ไม่ใช่พืช) ใช้สารสกัดจากใบ ลำต้น และรากพาทมี ระดับความเข้มข้น 6 มิลลิกรัม/ลิตร โดยทดลองในตู้กระจก บรรจุน้ำ 14 ลิตร/ตู้ โดยใช้ปลานิลขนาด 5 - 7.5 เซนติเมตร จำนวน 10 ตัว/ตู้ พบว่า ทุกระยะเวลาการทดลองมีอัตราการตายสะสมของปลานิลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ชุดการทดลองที่ใช้รากของพาทมีมีอัตราการตายสะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนชุดการทดลองที่ไม่ใช่พาทมี ใช้ใบ และลำต้น มีอัตราการตายสะสมของปลานิล เฉลี่ยเท่ากับ 0, 0 และ 13.33 เปอร์เซ็นต์

2) คุณภาพน้ำในชุดการทดลองที่ไม่ใช่พาทมี ใช้ใบ ลำต้น และรากของพาทมี พบว่า ตลอดระยะเวลาการทดลอง มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 7.28 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.19 - 7.28 มิลลิกรัม/ลิตร อุณหภูมิของน้ำก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.90 องศาเซลเซียส และหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.50 องศาเซลเซียส ส่วนความเป็นกรด-ด่างก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.61 และหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.35 - 7.38

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองใช้ใบ ลำต้น และรากของพาทมีต่ออัตราการตายของปลานิลและคุณภาพน้ำในตู้ทดลอง คณะผู้วิจัย มีข้อเสนอแนะ ดังนี้

- 1) ควรมีการสกัดสารจากส่วนของพาทมีโดยใช้สารเอทานอล เพื่อให้ได้สารที่มีความเข้มข้นมากกว่านี้
- 2) ควรมีการเพิ่มปริมาณส่วนใบและลำต้นของพาทมีให้มีปริมาณมากขึ้น เพื่อช่วยประสิทธิภาพในการกำจัดปลาช่วงการเตรียมบ่อ

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] วุฒิ วุฒิธรรมเวช. (2540). *สารานุกรมสมุนไพร รวบรวมหลักเภสัชกรรมไทย*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- [2] Sandahl, J. F, Baldwin D. H, Jenkins J. J and Scholz N, L. (2005). Comparative thresholds for acetylcholinesterase inhibition and behavioral impairment in coho salmon exposed to chlorpyrifos. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 24(1), 136-145. <https://doi.org/10.1897/04-195y.1>.
- [3] มณี ต้นตี่รุ่งกิจ, ชมนาด เกิดคง, อรวรรณ ชวนตระกูล และพัชราภรณ์ ภูไพบูลย์. (2551). *ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดหยาบจากปาล์ม*. ในนิทรรศการนวัตกรรมงานวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี 2551. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [4] ไตรรัตน์ หนูเอียด. (2552). *ประสิทธิภาพของสารสกัดค้ำควาดำและพาล์ม*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์].
- [5] ประทีป สองแก้ว และกรวิภา ศรีวัฒนารัตน์. (2560). พิษของรากพาล์มต่ออัตราการตายของปลาน้ำจืด 6 ชนิดและผลต่อคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลา. *วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร*, 1(2), 41-52.
- [6] Navarat, T., Pramjit S. and Rukachaisirikul, V. (2006). Chemical constituents from the leaves of *Linostoma pauciflorum* Griff. [Poster presentation]. In 32nd Congress of Science and Technology of Thailand, Bangkok : Thailand.
- [7] ยุทธนา ศิริวัจนกุล. (2541). *สถิติสำหรับงานวิจัยทางการเกษตร*. สงขลา : คณะทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [8] Marangoni, F. and Poli, A. (2010). *Phytosterols and cardiovascular health*. *Pharmacological Research*, 61, 193-199. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2010.01.001>
- [9] Boyd, C. E. and Tucker, C. S. (1992). *Water quality and pond soil analyses for aquaculture*. Auburn : Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University.
- [10] กรมควบคุมมลพิษ. (2550). *เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำและมาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย*. กรุงเทพฯ : สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

ขอเชิญ
สมัคร

วารสารวิชาการ



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3

Institute of Vocational Education Southern Region 3 Journal

“นวัตกรรมเพื่อพัฒนาชุมชนและสังคม”

วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3 เป็นวารสารวิชาการ โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเป็นศูนย์กลางในการเผยแพร่ผลงานวิจัยและพัฒนานวัตกรรมเพื่อชุมชนและสังคม 2) เพื่อเผยแพร่บทความวิจัยทางด้าน วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ประยุกต์คหกรรมศาสตร์ อุตสาหกรรมเกษตรและประมง อุตสาหกรรมอาหารเทคโนโลยีสารสนเทศ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม ศิลปกรรม ธุรกิจอุตสาหกรรม บริหารธุรกิจ อุตสาหกรรมการท่องเที่ยว เทคโนโลยี การศึกษาและการบริหารการศึกษา และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และ 3) เพื่อสนับสนุนการศึกษา การค้นคว้าให้เกิดการพัฒนาวิชาการและวิชาชีพแก่คณาจารย์ด้านอาชีวศึกษา เป็นวารสาร ราย 6 เดือน จัดพิมพ์เผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม

ผู้ประสงค์จะตีพิมพ์บทความต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขและกระบวนการดังต่อไปนี้

1. ผู้นิพนธ์จะต้องศึกษารูปแบบและตรวจสอบการเขียนบทความให้ตรงตามรูปแบบของวารสาร
2. แนบไฟล์บทความ (Microsoft Word และ PDF) และเข้าสู่ระบบออนไลน์ที่ <https://so08.tci-thaijo.org/index.php/KRIS/index>
3. บทความต้องผ่านการตรวจรูปแบบและเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของวารสาร จากกองบรรณาธิการ และผู้นิพนธ์ต้องปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์และถูกต้องตามคำแนะนำ
4. เมื่อบทความผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน และผ่านการพิจารณา จากกองบรรณาธิการ ผู้นิพนธ์ต้องทำการโอนค่าธรรมเนียมบทความ กรณีเป็นบุคคลภายนอกที่ไม่สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3 ค่าธรรมเนียมตีพิมพ์ 3,000 บาทต่อบทความ และกรณีเป็นผู้นิพนธ์ที่สังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3 ค่าธรรมเนียมตีพิมพ์ 2,500 บาทต่อบทความ ตามหมายเลขบัญชี 902-6-07943-5 ธนาคารกรุงไทย ชื่อบัญชี “เงินรายได้สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3” พร้อมแนบสลิปหลักฐานไปที่กระหุ้สนทนา (Discussions)

สำหรับผู้ประสงค์จะสมัครสมาชิกวารสาร โปรดกรอกใบสมัครและส่งมาที่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3 เลขที่ 7 ถนนกาญจนวนิช ตำบลหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110 หรือสแกนส่งทาง E-mail : kris@ives3.ac.th และติดต่อประสานงานได้ที่ นางสาวพนิดา เชษวด หมายเลขโทรศัพท์ 093-342-3292

ใบสมัครสมาชิกวารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3 (KRIS Journal)

☐ สมัครสมาชิกใหม่	☐ ต่ออายุ	
ชื่อ		
นามสกุล		
ที่อยู่		
รหัสไปรษณีย์		
โทรศัพท์		
E-mail		
☐ สมัครเป็นสมาชิก	เริ่มต้นปีที่..... ฉบับที่.....	
• อัตราค่าสมัครสมาชิก (ฉบับละ 100 บาท) โดยท่านจะได้รับวารสารตามอัตราค่าสมาชิกที่สมัคร		
☐ 1 ปี (2 ฉบับ) เป็นเงิน 200 บาท	☐ 2 ปี (4 ฉบับ) เป็นเงิน 400 บาท	☐ 3 ปี (6 ฉบับ) เป็นเงิน 600 บาท
• การชำระเงิน		
☐ เงินสด (กรณีสมัครด้วยตนเอง)		
☐ โอนเข้าบัญชี ธนาคารกรุงไทย ชื่อบัญชี “เงินรายได้สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3		
เลขที่บัญชี 902-6-07943-5		



กรอกใบสมัคร
สมาชิกวารสารได้ที่
<https://forms.gle/iSQR25v6KFnmymnEA>



วารสารวิชาการ
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3
เข้าชมเว็บไซต์ได้ที่
<https://so08.tci-thaijo.org/index.php/KRIS>

คำแนะนำการเตรียมต้นฉบับ

เพื่อตีพิมพ์วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3

เกณฑ์การพิจารณาด้านฉบับ

บทความที่จะได้รับการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารนี้ ต้องมีเนื้อหาสาระอยู่ในขอบข่ายวัตถุประสงค์ของวารสารเป็นบทความที่ไม่เคยถูกนำไปเผยแพร่ในวารสารอื่นมาก่อน เจ้าของบทความต้องเป็นผู้รวบรวมเรียบเรียงขึ้นมาด้วยตนเอง ต้องได้รับการกลั่นกรองและประเมินคุณภาพจากกองบรรณาธิการวารสาร และผู้ทรงคุณวุฒิ (PeerReview) ต้นฉบับพิมพ์ด้วยโปรแกรม Microsoft word ตัวอักษร TH SarabunPSK 16 pt. จำนวนไม่เกิน 10 หน้ากระดาษ A4 ส่งต้นฉบับบทความจำนวน 2 ไฟล์ในรูปแบบไฟล์ .docx และ .pdf ผ่านเว็บไซต์ <https://so08.tci-thaijo.org/index.php/KRIS/about/submissions>

ขั้นตอนการเตรียมต้นฉบับบทความวิจัย

1. บทความวิจัย

- ชื่อเรื่อง (Title) ให้เขียนชื่อเรื่องเป็นภาษาไทยก่อน ไต่ลงมาเป็นภาษาอังกฤษ โดยภาษาอังกฤษแต่ละคำให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ เฉพาะอักษรตัวแรก ชื่อเรื่อง (TH SarabunPSK 18 pt. หนา)
- ชื่อผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัย ให้ระบุทั้งชื่อและนามสกุลเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ถ้ามีผู้วิจัยหลายคนให้ใช้หมายเลขกำกับตามลำดับ พร้อมระบุรายละเอียดของผู้เขียน ชื่อหน่วยงานที่สังกัด ชื่อสถานศึกษา ที่อยู่ และอีเมล (TH SarabunPSK 12 pt. ปกติ)
- บทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (Abstract) เป็นการย่อเนื้อความงานวิจัยทั้งเรื่องให้สั้น เนื้อหาสาระครบถ้วน ควรเขียนแบบสั้น และตรงประเด็น ระบุเฉพาะสาระสำคัญเท่านั้น
- บทนำ (Introduction) ระบุความเป็นมาและความสำคัญของการทำวิจัย เหตุผลการทำวิจัย เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และวัตถุประสงค์การวิจัย
- วัตถุประสงค์การวิจัย (Objectives) เป็นความเรียงเฉพาะประเด็นสำคัญของวัตถุประสงค์การวิจัยที่ครอบคลุมแนวทางการวิจัยทั้งหมด
- สมมติฐานการวิจัย (Hypothesis) เป็นความเรียงสมมติฐานเชิงพรรณนาหรือระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา
- วิธีดำเนินการวิจัย (Research Methodology) นำเสนอเกี่ยวกับประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีการเก็บข้อมูล ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
- ผลการวิจัย (Results) รายงานผลการวิจัยให้ได้ใจความชัดเจนและตรงประเด็น โดยยึดแนวทางตามวัตถุประสงค์การวิจัยเป็นหลัก ควรอธิบายผลการวิจัยด้วยคำบรรยายหลัก ถ้ามีตัวแปรที่ศึกษาหรือตัวเลขมากให้นำเสนอเป็นตาราง ภาพ แผนภาพ และกราฟ แทรกในเนื้อหา พร้อมอธิบายผลการวิจัยให้ได้สาระครบถ้วนอย่างสั้น ๆ โดยทั้งชื่อและคำอธิบาย ให้แสดงในทุกองค์ประกอบทั้งของตาราง (Table) ภาพ (Picture) ภาพลายเส้น (Figure) แผนภาพ (Diagram) ชื่อตารางให้อยู่ด้านบนของตาราง ส่วนชื่อภาพ แผนภาพ และกราฟให้อยู่ด้านล่าง
- อภิปรายผลการวิจัย (Discussion) เป็นการประเมินผลการวิจัย แสดงองค์ความรู้ที่จากการวิจัย การให้เหตุผลยืนยันว่าผลการวิจัยที่ได้มาเชื่อถือ ถูกต้อง เป็นจริง โดยใช้ให้เห็นว่าผลการวิจัยที่ได้เป็นอย่างไร ให้เหตุผลว่าสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยตรงตามข้อเท็จจริงที่พบ
- สรุปผล และข้อเสนอแนะ (Conclusion) เป็นการสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญที่เกิดจากการทำวิจัย และข้อเสนอแนะ การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ และประเด็นที่เป็นแนวทางการทำวิจัยต่อไป
- เอกสารอ้างอิง เขียนอ้างอิงด้วยระบบตัวเลข ในบทความวิจัยใช้หมายเลขเรียงลำดับต่อเนื่องกันโดยตลอด โดยใส่ตัวเลขอ้างอิงเรียงลำดับตั้งแต่เลข [1] [2] [3] ต่อเนื่องกันเป็นต้นไป โดยใช้รูปแบบตามมาตรฐาน APA7

2. บทความวิชาการ

- ชื่อเรื่อง (Title) ให้เขียนชื่อเรื่องเป็นภาษาไทยก่อน ไต่ลงมาเป็นภาษาอังกฤษ โดยภาษาอังกฤษแต่ละคำให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ เฉพาะอักษรตัวแรก
- ชื่อเจ้าของบทความ ให้ระบุทั้งชื่อและนามสกุลเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พร้อมระบุรายละเอียดของผู้เขียน ชื่อหน่วยงานที่สังกัด เบอร์โทรศัพท์ที่ติดต่อได้และอีเมล

เนื้อหา (Main Texts) ในบทความทางวิชาการมีองค์ประกอบดังนี้

- บทคัดย่อ (Abstract) กล่าวถึงความน่าสนใจของเรื่องที่น่าสนใจก่อนเข้าสู่เนื้อหา
- เนื้อความ (Content) ควรนำเสนอพัฒนาการของเรื่องได้อย่างน่าสนใจและมีเนื้อหาทันสมัยเหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน สำหรับการอ้างอิงในเนื้อความเป็นการระบุแหล่งที่มาของข้อมูลในเนื้อความให้ใช้วิธีการอ้างอิงแบบตัวเลข
- ตาราง ภาพ แผนภาพ และกราฟ ที่แทรกในเนื้อหา อธิบายให้ได้สาระครบถ้วนอย่างสั้น ๆ โดยทั้งชื่อและคำอธิบาย ให้แสดงในทุกองค์ประกอบทั้งของตาราง (Table) ภาพ (Picture) ภาพลายเส้น (Figure) แผนภาพ (Diagram) และกราฟ (Graph) ชื่อตารางให้อยู่ด้านบนของตาราง ส่วนชื่อภาพ แผนภาพ และกราฟให้อยู่ด้านล่าง
- เอกสารอ้างอิง เขียนอ้างอิงด้วยระบบตัวเลข ในบทความวิจัยใช้หมายเลขเรียงลำดับต่อเนื่องกันโดยตลอด โดยใส่ตัวเลขอ้างอิงเรียงลำดับตั้งแต่เลข [1] [2] [3] ต่อเนื่องกันเป็นต้นไป โดยใช้รูปแบบตามมาตรฐาน APA7





สาขาวิชาที่เปิดทำการสอน ในระดับปริญญาตรี

วิทยาลัยเทคนิคปัตตานี

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า
สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์
สาขาวิชาเทคโนโลยีก่อสร้าง

วิทยาลัยอาชีวศึกษาปัตตานี

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหารและโภชนาการ
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

วิทยาลัยเทคโนโลยีการเกษตร และประมงปัตตานี

สาขาวิชาเทคโนโลยีแปรรูปสัตว์น้ำ

วิทยาลัยเทคนิคยะลา

สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์
สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า

วิทยาลัยอาชีวศึกษายะลา

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน
สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์
สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยอาชีวศึกษาสงขลา

สาขาวิชาการบัญชี

วิทยาลัยเทคนิคสตูล

สาขาวิชาการตลาด
สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์



<http://www.ives3.ac.th>



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3

เลขที่ 7 ถนนกาญจนวนิช ตำบลหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

โทรศัพท์ 074-212515, 074-212517



facebook
Fan Page

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3