

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ปีที่ 5 ฉบับที่ 2

เดือนกรกฎาคม - เดือนธันวาคม 2564

Journal of Science and Technology Buriram Rajabhat University

Vol. 5 No. 2

July – December 2021

ISSN 1906-4713

เจ้าของ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
สำนักงาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
439 ถนนจิระ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 3100
โทรศัพท์ 044-611-221 ต่อ 6001 โทรสาร 044-612-858

บทบรรณาธิการ

วารสาร “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ตั้งแต่ฉบับที่ 2 ปีที่ 5 เป็นต้นไป ได้ทำการปรับชื่อจาก “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” เป็น “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์” เพื่อรองรับการเผยแพร่ในรูปแบบออนไลน์ และได้มีการปรับขอบเขตของการตีพิมพ์บทความวิชาการและบทความวิจัย โดยเน้นผลงานด้านคณิตศาสตร์ เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และวิทยาการคอมพิวเตอร์มากขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับเกณฑ์การจัดกลุ่มวารสาร

วารสาร “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์” จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแหล่งเผยแพร่ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ครอบคลุมเนื้อหา ด้านวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สำหรับฉบับที่ 2 ปีที่ 5 มีกำหนดเผยแพร่ เดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม 2564 ประกอบด้วยบทความทั้งสิ้นจำนวน 8 บทความ โดยทุกบทความได้ผ่านการพิจารณากลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง (Peer Review) จำนวน 3 ท่าน และได้รับความเห็นชอบจากกองบรรณาธิการโดยเจ้าของบทความยินยอมให้บรรณาธิการแก้ไขบทความเพื่อให้สมบูรณ์ในขั้นตอนสุดท้ายก่อนเผยแพร่

วารสารฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความร่วมมือจากหลายฝ่าย ได้แก่ คณะที่ปรึกษาวารสาร คณะทำงานวารสาร กองบรรณาธิการ ผู้ทรงคุณวุฒิภายในและภายนอกที่ให้ความกรุณาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขบทความให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น เจ้าของบทความวิจัย มหาวิทยาลัยเครือข่ายและหน่วยงานที่สนับสนุนทั้งจากภายในและภายนอก ขอกราบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

กองบรรณาธิการหวังว่า วารสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ทางวิชาการสำหรับผู้อ่านทุกท่าน หากท่านมีข้อเสนอแนะประการใด กองบรรณาธิการยินดีอมรับคำเพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพวารสารให้มีมาตรฐานยิ่งขึ้น

กองบรรณาธิการ

ที่ปรึกษา

- | | | |
|--|-------------------------|----------------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์มาลินี จุโทปะมา | อธิการบดี | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา รักการศิลป์ | รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ชื่นชูจิตร์ | คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |

บรรณาธิการ

อาจารย์ ดร.ทิพวัลย์ แสนคำ

รองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรารุช แก้วศรี

กองบรรณาธิการ

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร.ชิตชนก เหลือสินทรัพย์ | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. ศาสตราจารย์ ดร.อลงกลด แทนอมทอง | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 3. ศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา ประเทพา | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 4. ศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ ประมวล | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 5. รองศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี หีบแก้ว | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกตุจันทร์ จำปาไชยศรี | มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสรี ปานซาง | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |
| 8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.ประยุทธ์ กุศลรัตน์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา |
| 9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยันต์ สกฤตไทย | มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| 10. อาจารย์ ดร.สุนันทา กลิ่นถาวร | มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| 11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถิรนนท์ สอนแก้ว | มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง |
| 12. อาจารย์ ดร.ชาติวุฒิ ธนาจิรันธร | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |

ผู้ทรงคุณวุฒิประจำฉบับ

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยณรงค์ อธิสกุล | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.จรัส สว่างทัพ | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ มหัทธนชัย | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภูมิ โสมะเกษตรินทร์ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี |
| 5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรัช อารีราษฎร์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| 6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพปฎล เสงี่ยมศักดิ์ | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมตตา เก่าวงษ์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| 8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ราตรี คำโหม่ง | มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ |
| 9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วโรปภา อารีราษฎร์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| 10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิฑูรย์ พรหมมี | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา |
| 11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ พงษ์เมษา | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |
| 12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสรี ปานช้าง | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |
| 13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสภา แคนสี | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 14. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.ประยุทธ์ กุศลรัตน์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา |
| 15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.สมพงศ์ วงษ์มา | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา |
| 16. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เดือนฉาย ไชยบุตร | มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ |
| 17. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลรัตน์ สมใจ | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |
| 18. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จาริณี ม้าแก้ว | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |
| 19. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณัน พรหมเด่น | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |
| 20. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไลรัตน์ ยาทองไชย | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |
| 21. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ จีวัฒนา | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |
| 22. ดร.วิริญชัญญ์ สือออก | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |

สารบัญ

เรื่อง

หน้า

การพัฒนาระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส.....	1
วราพร กริเทพ ธนาวุฒิ ชัยชนะ และ มณีนรัตน์ ฤทธิ์สิงห์	
Evaluation of the Time-dependent Electric Charge in the Series of RLC Circuit Loop Under the Time-dependent Voltage Cosine Function	21
Nutnicha Masoongnoen, Sanit Suwanwong, Treenuch Ellis, and Artit Hutem	
เครื่องสไล่น้ำมันพริกทอดเพื่อเพิ่มคุณภาพผลิตภัณฑ์ : กรณีศึกษาชุมชนบ้านหนองบัวแดง	35
ศิริกัญญา อาสา ปิยภัทร โกษาพันธุ์ และ ปิยวิทย์ เอี่ยมพริ้ง	
การพัฒนาแผ่นผ้าเปดานจากใยไม้ผสมผงยับยั้งที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนป้องกันความร้อน	45
อธิพันธ์ ลอยเมืองกลาง และ อัคร เสมรบุญย์	
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขัดผิวจากเศษกะลาแมคคาเดเมีย สำหรับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ผลิต	57
ธงชัย เครือฝื่อ เอรารัตน์ ชาญพหล ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์ สุวิมล เทียกทุม และ ประธาน เรียงลาด	
การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ภูมิปัญญาการผลิตผ้าทอใยกล้วย	71
บุษราภรณ์ มัทธนชัย ชินินทร์ มัทธนชัย จิตราภรณ์ ธาราพิทักษ์วงศ์, ทิวาวัลย์ ตะการ และ เดือนฉาย ไชยบุตร	
ผลการเสริมโปรไบโอติกแบซิลลัส ซับทิลิส (<i>Bacillus subtilis</i>) ในอาหารต่อสมรรถภาพ การผลิต ของไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว.....	87
นฤมล สมคุณา ปิยพรรณ ชนะโม จิรัชญา แกร่มย์ กันตพัฒน์ รัตนสินธุพงศ์ และ เอกสิทธิ์ สมคุณา	
การพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับสวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม อ.เมือง จังหวัดลพบุรี.....	101
ดวงพร ไม้ประเสริฐ	

การพัฒนาระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส

The Development of the Management System in Electronic Service Shop

วราพร กริเทพ* ธนาวุฒิ ชัยชนะ และ มณีรัตน์ ฤทธิสิงห์

Waraporn Kreethep*, Thanawut Chaichana, and Maneerat Lidsing

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

Faculty of Management, Udonthani Rajabhat University

Email: warapornkt@udru.ac.th

Received: July 22, 2021

Revised: August 20, 2021

Accepted: September 14, 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาความต้องการรูปแบบการใช้งานของระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบ และเพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบวิธีในการศึกษาและพัฒนาระบบใช้กระบวนการของวงจรการพัฒนาระบบ (System Develop Life Cycle: SDLC) ประชากรและกลุ่มตัวอย่างคือ ผู้ประกอบการจำนวน 14 คน พนักงานจำนวน 36 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 4 คน ใช้วิธีคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1) แบบสัมภาษณ์ความต้องการรูปแบบการใช้งานของระบบ 2) แบบเอกสารการศึกษาวเคราะห์ออกแบบและพัฒนาระบบ 3) แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบเนื้อหา และใช้สถิติในการวิเคราะห์ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่าผู้ใช้ระบบต้องการรูปแบบระบบที่สามารถสนับสนุนการทำงานในด้านจัดการข้อมูลลูกค้า ด้านจัดการงานขาย ด้านการออกติดตั้ง ด้านจัดการเช่าอุปกรณ์ ด้านจัดการคืนอุปกรณ์ ด้านการรับซ่อม ด้านออกรายงาน และหลังจากพัฒนาระบบที่สอดคล้องกับความต้องการ ได้ประเมินประสิทธิภาพการทำงานจากผู้ใช้งาน พบว่าระบบมีประสิทธิภาพในการทำงานระดับมากทุกด้าน

คำสำคัญ: ระบบบริหารจัดการ การพัฒนาระบบ วงจรการพัฒนาระบบ

Abstract

The objective of this paper is to study the demand on the management system in electronic service shops, to design and develop the system, and to assess the efficiency of the system. To study and development the management system, the researcher used the System Develop Life Cycle (SDLC) process. The population and samples were 14 business owners 36 employees and Information Technology Specialist that were selected by using a specific selection method. The tools used in this research consisted of 1) the interview form on the demand on the management system. 2) the system studying, analyzing, and developing form, and 3) the system performance assessment form. Data analysis was conducted by basing on content analysis and by using statistics including mean and standard deviation. The study results showed that the system users wanted the system that can support their management in the areas of customer information, sales, installation, equipment renting, device returning, repairs, and reporting. After developing the system that meets their demand, the system efficiency was evaluated by system users. It was found that the system was highly efficient in all aspects.

Keyword: Management System, System Development, System Develop Life Cycle

บทนำ

ร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิสในเขตพื้นที่อำเภอเมืองจังหวัดอุดรธานี ในปัจจุบันมีรูปแบบให้บริการเกี่ยวกับการจำหน่ายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประเภทแอร์บ้าน กล้องวงจรปิด ตู้แช่แข็ง บริการติดตั้งซ่อม และให้เช่าอุปกรณ์ โดยร้านจะสั่งซื้อของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาเพื่อจำหน่าย โดยใช้วิธีตกลงรายซื้อขายระหว่างผู้ประกอบการและลูกค้า มีรูปแบบการมัดจำจำนวนเงินในกรณีเช่าสินค้า และการบริการติดตั้ง โดยทางร้านยังไม่มีระบบบริหารจัดการที่ได้มาตรฐานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ มีเพียงการจดบันทึกการขาย ข้อมูลการซ่อมเปลี่ยนอะไหล่ ลงในสมุดบันทึกหลายเล่ม ทำให้ค้นหาได้ยาก ตลอดจนทำให้ข้อมูลกระจายและมีความซ้ำซ้อนของข้อมูลสูง จากกระบวนการดำเนินงานที่เกิดขึ้นปัญหาดังกล่าว จึงควรมนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการควบคุมการทำงานของระบบร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส โดยใช้กระบวนการวงจรการพัฒนาแบบ (System Develop Life Cycle: SDLC) (เกียรติพงษ์ อุฒมณะธีร, 2562) ประกอบด้วยกิจกรรม 7 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 กำหนดปัญหา

ระยะที่ 2 การศึกษาความเหมาะสม ระยะที่ 3 การวิเคราะห์ ระยะที่ 4 การออกแบบ ระยะที่ 5 การพัฒนาและทดสอบ ระยะที่ 6 การติดตั้งและการใช้งาน และระยะที่ 7 บำรุงรักษา โดยได้ศึกษาแนวคิดในการพัฒนาองค์กร การจัดการปัญหาการพัฒนาองค์กรด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยองค์กร ในการบริหารจัดการข้อมูล การเข้าถึงข้อมูล และระบบที่ที่จะต้องสามารถนำข้อมูลในระบบมาวิเคราะห์ เพื่อวางแผน หรือจัดการทรัพยากรในองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด (ศูนย์การจัดการความรู้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, 2563) อีกทั้งได้ศึกษาผลการพัฒนาระบบของ พลอยพรรณ สอนสุวิทย์ และคณะ (2562) ที่ได้ศึกษาวิจัยระบบระบบสารสนเทศออนไลน์ นวัตกรรมและผลิตภัณฑ์จากงานวิจัยของบุคลากรมหาวิทยาลัย ราชภัฏกำแพงเพชร โดยดำเนินตามกระบวนการ วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle) พบว่า ผลประเมินความพึงพอใจของระบบโดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับมาก ด้วยมีการแสดงผลรายงานที่สอดคล้องต่อความต้องการ และผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในการใช้งานระบบสารสนเทศออนไลน์ มีสร้างความสะดวกในการเข้าใช้งานสามารถออกรายงานพร้อมแสดงผลสรุปได้ และได้ศึกษาการดำเนินงาน ของมนัญญา ไชยทองศรี และ ปราโมทย์ กัวเจริญ (2559) ที่ได้พัฒนาระบบจัดการสารสนเทศซ่อมบำรุงคอมพิวเตอร์บนปฏิบัติการแอนดรอยด์ ที่สามารถสร้างความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุงคอมพิวเตอร์ช่วยลดค่าใช้จ่ายการใช้โทรศัพท์มือถือเพื่อติดต่อเจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุงคอมพิวเตอร์ โดยหลักการของ BYOD และ Mobile Workforce โดยเจ้าหน้าที่จะนำอุปกรณ์ส่วนตัวมาใช้ สามารถเชื่อมต่อกับ เครือข่ายขององค์กรผ่าน Wi-Fi ได้ตามสิทธิของผู้ใช้งาน รวมถึงได้ศึกษาผลงานของ สุชาติา เกิดโพธิ์ชา และคณะ (2562) ที่ได้ดำเนินงานวิจัยพัฒนาระบบบริหารงานร้านซ่อมคอมพิวเตอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อบริหารจัดการร้านซ่อมคอมพิวเตอร์ และแก้ปัญหาการทำงานภายในร้าน โดยพัฒนาด้วยโปรแกรม Microsoft Studio 2013 และใช้ Microsoft SQL Server 2012 ในการจัดการฐานข้อมูล ผลการศึกษาพบว่า ระบบ สามารถจัดเก็บข้อมูลการเบิกอุปกรณ์ ข้อมูลการแจ้งซ่อม ข้อมูลการสั่งซื้อ สามารถออกรายงานอุปกรณ์คงเหลือ รายงานสรุปรายได้ รายงานการสั่งซื้อ รายงานการแจ้งซ่อม และรายงานการเบิกอุปกรณ์ ซึ่งสามารถลดปัญหาการสูญหายของข้อมูลได้เป็นอย่างดี จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น และการศึกษาทฤษฎีการจัดการกิจกรรมตามกระบวนการของวงจรพัฒนาระบบ และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในฐานะผู้วิจัยและคณะที่มีความพร้อมในการดำเนินงานพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ เชื่อมั่นว่าจะสามารถแก้ปัญหาด้านการบริหารจัดการของร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส โดยการพัฒนาที่สามารถทำงานด้านบันทึกจัดการข้อมูล จัดการด้านการบริการ ให้มีความสะดวก ถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้เพิ่มขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

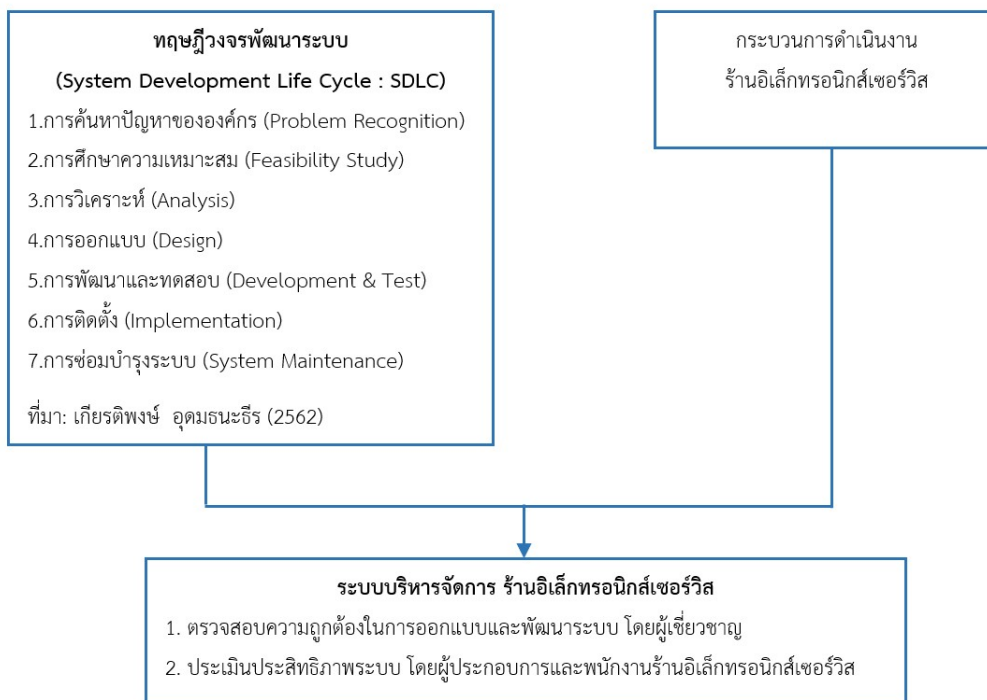
1. เพื่อศึกษาความต้องการรูปแบบการใช้งานของระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส
2. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาในประเภทโปรแกรมประยุกต์ด้านฐานข้อมูล ด้วยโปรแกรม Microsoft Access, Visual basic มีขอบเขตการพัฒนาในระบบในการจัดการข้อมูลลูกค้า จัดการข้อมูลสินค้า จัดการข้อมูลพนักงาน จัดการข้อมูลวัสดุอุปกรณ์ จัดการงานขาย จัดการงานออกติดตั้ง จัดการเช่าอุปกรณ์ จัดการคืนอุปกรณ์ ด้านจัดการรับซ่อม จัดการออกรายงาน

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาด้านเนื้อหาเอกสารแนวคิดทฤษฎี ได้ศึกษากรอบแนวคิดการวิจัยดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎีวงจรพัฒนาระบบ(System Development Life Cycle : SDLC) วงจรการพัฒนาระบบที่แสดงถึงกิจกรรมต่างๆ ที่เป็นลำดับขั้นตอนในการพัฒนาระบบ ซึ่ง SDLC ประกอบด้วยกิจกรรม 7 ระยะด้วยกัน (เกียรตินิช อุดมธนะธีร, 2562) ดังนี้ ระยะที่ 1 การค้นหาปัญหาขององค์กร (Problem Recognition) เป็นการทำความเข้าใจกับปัญหาที่แท้จริงของผู้ใช้ระบบ พร้อมทั้งศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบ เพื่อกำหนดความต้องการของผู้ใช้ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบต่อไป ระยะที่ 2 การศึกษาความเหมาะสม (Feasibility Study) เป็นการจัดทำแบบจำลองกระบวนการของการออกแบบและพัฒนาระบบคำนึงถึงความพร้อมด้านเครื่องมือ ด้านบุคลากร ความคุ้มค่าในด้านเวลาและค่าใช้จ่าย มาให้ผู้ระบบได้ตรวจสอบความเป็นไปได้เพื่อตัดสินใจดำเนินงาน ระยะที่ 3 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการศึกษากระบวนการเดิม ศึกษาออกแบบระบบงานใหม่ตามความต้องการของผู้ใช้ นำสู่วิเคราะห์มาเขียนเป็นแผนภาพบริบทระบบงานใหม่ และทิศทางการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram) ระยะที่ 4 การออกแบบ (Design) เป็นการออกแบบกระบวนการทำงานออกแบบรายงานเอกสารรูปแบบการรับข้อมูลทางจอภาพและการประสานกับผู้ใช้ตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ ระยะที่ 5 การพัฒนาและทดสอบ (Development & Test) เป็นการนำการออกแบบมาพัฒนาเป็นโปรแกรม ตลอดจนทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรม และทำการแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น ก่อนจะนำไปติดตั้งและใช้งานต่อไป ระยะที่ 6 การติดตั้งและการใช้งาน (Implement) เป็นการดำเนินการติดตั้งระบบ และประเมินประสิทธิภาพของระบบจากผู้ใช้ระบบ ระยะที่ 7 บำรุงรักษา (Maintenance) : นำผลการประเมินและข้อเสนอแนะ มาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขระบบในส่วนต่างๆ เพื่อให้ได้ระบบที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

ประชากรกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ประกอบการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิสในเขตพื้นที่เทศบาลนครอุดรธานี จำนวน 14 คน พนักงานจำนวน 36 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 4 คน โดยคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง

เครื่องมือในการวิจัย การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ใช้เครื่องมือสำหรับดำเนินงานดังนี้คือ

- 1) แบบสัมภาษณ์ความต้องการรูปแบบการใช้งานของระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส
- 2) แบบเอกสารคู่มือการศึกษาวิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาระบบ
- 3) แบบประเมินประสิทธิภาพระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส

การเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบไปด้วย 1) การรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์ความต้องการรูปแบบการใช้งานของระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์ จากผู้ประกอบการจำนวน 14 คน พนักงาน จำนวน 36 คน จากร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิสในเขตพื้นที่เทศบาลนครอุดรธานี 2) การรวบรวมข้อมูลด้วย วิธีการศึกษาคู่มือการศึกษาวิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 4 คน จากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

เป็นผู้ให้คำแนะนำและตรวจสอบความถูกต้องในการออกแบบ 3) การรวบรวมข้อมูลด้วยแบบประเมินประสิทธิภาพระบบ โดยผู้ประกอบการ จำนวน 14 คน และพนักงานจำนวน 36 คน จากร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิสในเขตพื้นที่เทศบาลนครอุดรธานี

การวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ในส่วนศึกษาความต้องการรูปแบบการใช้งานของระบบ และการวิเคราะห์ออกแบบและพัฒนาระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส ได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี วิเคราะห์เนื้อหา สำหรับการศึกษาประสิทธิภาพต่อระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส ได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติวิจัยได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของประสิทธิภาพต่อระบบโปรแกรมบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส ดังนี้ ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 ประสิทธิภาพมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 ประสิทธิภาพมาก ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 ประสิทธิภาพปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 ประสิทธิภาพน้อย ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 ประสิทธิภาพน้อยที่สุด

ขั้นตอนวิจัย การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการตามกระบวนการ SDLC ดังต่อไปนี้

1) การค้นหาปัญหาขององค์กร (Problem Recognition) ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล กำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องดำเนินงาน จากการศึกษาความต้องการรูปแบบการใช้งานของระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส จากผู้ประกอบการ และพนักงานร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิสในเขตพื้นที่เทศบาลนครอุดรธานี ตลอดจนวางแผนขอบเขตงานที่ต้องดำเนินการพัฒนา ระบบฯ ตลอดโครงการวิจัย

2) การศึกษาความเหมาะสม (Feasibility Study) ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในด้านเครื่องมือที่ต้องนำมาใช้ในการพัฒนาระบบ และเครื่องมือสำหรับใช้งานในหน่วยงาน ความพร้อมด้านบุคลากร ผู้พัฒนาระบบ และผู้ใช้งาน และความคุ้มค่าความเหมาะสมในด้านงบประมาณสำหรับใช้ในการพัฒนาระบบใหม่ กับระยะเวลาดำเนินงาน

3) การวิเคราะห์ (Analysis) นำข้อมูลที่ได้จากขั้นกำหนดปัญหา มาใช้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลและออกแบบระบบงานใหม่ของระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส ด้วยแผนผังบริบทระบบงาน (Context Diagrams) แผนภาพข้อมูล (Data flow Diagram) กระบวนการขั้นตอนในระบบการใช้ซอฟต์แวร์ ภาษา Visual Basic และฐานข้อมูลใช้โปรแกรม Access

4) การออกแบบ (Design) นำข้อมูลในขั้นการวิเคราะห์ มาดำเนินการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ ออกแบบส่วนดำเนินงานของผู้ใช้ (User Interface) ออกแบบฐานข้อมูล และออกแบบรูปแบบการใช้งานระบบฯ โดยผู้เชี่ยวชาญร่วมตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ

5) การพัฒนาและทดสอบ (Development & Test) ดำเนินการพัฒนาระบบ จากการออกแบบที่ได้ ดำเนินงานไว้ และดำเนินงานทดสอบ ทดลองข้อผิดพลาดของระบบจนเสร็จสมบูรณ์ ก่อนนำสู่การติดตั้งใช้งานจริง

6) การติดตั้งและการใช้งาน (Implement) ดำเนินการติดตั้งระบบ และประเมินประสิทธิภาพของระบบฯ จากผู้เชี่ยวชาญ ผู้ประกอบการ และพนักงานของร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิสในเขตพื้นที่เทศบาลนครอุดรธานี

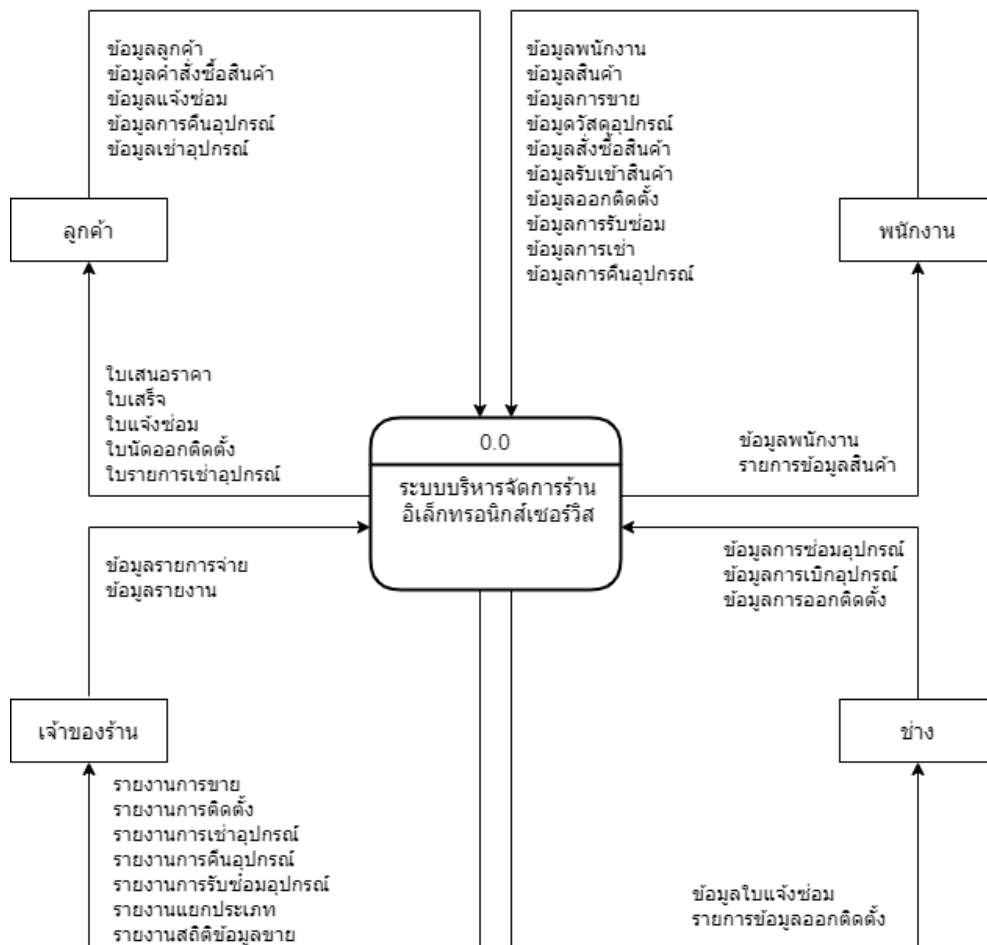
7) บำรุงรักษา (Maintenance) นำผลการประเมินและข้อเสนอแนะ มาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขระบบในส่วนต่างๆ เพื่อให้ได้ระบบที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

ผลการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความต้องการรูปแบบการใช้งานของระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส พบว่า ผู้ประกอบการและพนักงานร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิสในเขตเทศบาลนครอุดรธานี มีความต้องการรูปแบบการใช้งานระบบในด้านการจัดการข้อมูลพื้นฐาน ที่สามารถจัดการข้อมูลลูกค้า จัดการข้อมูลสินค้า จัดการข้อมูลพนักงาน และจัดการวัสดุอุปกรณ์ได้ ต้องการรูปแบบการใช้งานด้านการจัดการงานขาย ที่สามารถจัดการข้อมูลรับเข้าสินค้า จัดการข้อมูลสั่งซื้อ จัดการข้อมูลการขายได้ จัดการการออกใบเสนอราคา ด้านการออกติดตั้ง ด้านจัดการเช่าอุปกรณ์ ด้านจัดการคืนอุปกรณ์ ด้านจัดการรับซ่อมอุปกรณ์ และ จัดการออกรายงานได้ จากขอบเขตความต้องการดังกล่าว ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ ดำเนินการออกแบบระบบงานใหม่ โดยใช้โปรแกรมภาษา Visual Basic ที่เหมาะสำหรับการพัฒนาระบบ และโปรแกรมฐานข้อมูล Access ที่มีความเหมาะสมในการจัดการฐานข้อมูล ในการพัฒนาระบบ กำหนดความสามารถของระบบ ในการเพิ่ม/แก้ไข/ลบ/ค้นหา และออกรายงานข้อมูลในรูปแบบตามเงื่อนไขต่างๆ มีการกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้งานโดยการ Login และหน้าจอดำเนินงานของระบบได้ออกแบบให้ใช้งานง่าย มีปุ่มเมนูที่ชัดเจน สะดวกต่อการใช้งาน

2. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส ที่สอดคล้องต่อความต้องการของผู้ใช้ระบบ ประกอบด้วย 1)ระบบกำหนดสิทธิ์การเข้าใช้งาน (Login) 2) ระบบจัดการข้อมูลพื้นฐาน : ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลสินค้า ข้อมูลพนักงาน วัสดุอุปกรณ์ 3) จัดการข้อมูลสั่งซื้อ 4) จัดการรับสินค้า 5) จัดการออกใบเสนอราคา 6) จัดการขาย 7) จัดการออกติดตั้ง 8) จัดการเช่าอุปกรณ์ 9) จัดการคืนอุปกรณ์ 10) จัดการซ่อม 11) จัดการรายงาน ทั้งนี้การดำเนินงานของระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส มีรูปแบบการดำเนินงานดังนี้ 1) การนำข้อมูลในส่วนการจัดการข้อมูลพื้นฐาน ประกอบด้วย การนำเข้าข้อมูลในเรื่องข้อมูลลูกค้า ข้อมูลสินค้า ข้อมูลพนักงาน วัสดุอุปกรณ์ โดยเมื่อมี

ครบถ้วนแล้วระบบจะบันทึกข้อมูลทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูล และสามารถแสดงผลข้อมูลออกมาทางหน้าจอ 2) การค้นหาข้อมูล จะสามารถสืบค้นข้อมูลได้ทุกระบบโดยวิธีการค้นหาจากรหัส และจากชื่อรายการ 3) การสรุปผลข้อมูล จะสามารถสรุปผลข้อมูลได้ทุกระบบการทำงานโดยดึงข้อมูลมาใช้ และแสดงผลข้อมูล ด้วยการระบุข้อมูลตามเงื่อนไขของแต่ละระบบงาน 4) การออกรายงาน สามารถสืบค้นได้จากเงื่อนไขที่กำหนดเช่น ประเภทรายงาน และวัน เดือน ปี ที่ต้องการออกรายงาน ซึ่งสามารถนำเสนอผลการพัฒนาระบบได้ดังนี้



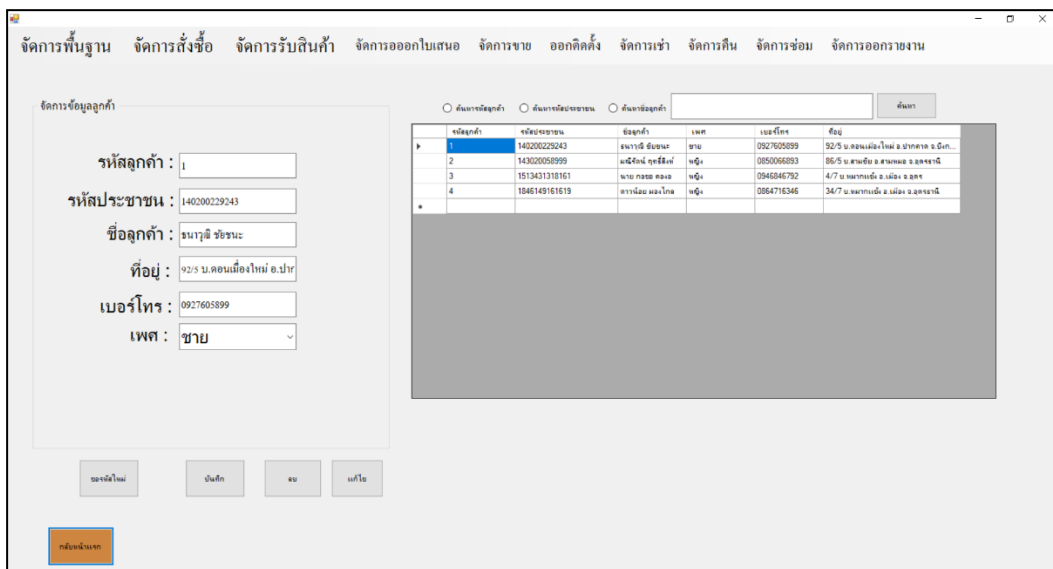
ภาพประกอบ 2 แผนผังบริบทระบบงานใหม่ Context Diagram

จากภาพประกอบ 2 แสดงถึงการดำเนินงานออกแบบแผนผังบริบทงานใหม่ ประกอบด้วย การออกแบบ การดำเนินงานในส่วนลูกค้า ส่วนพนักงาน ส่วนงานช่าง ส่วนของผู้ประกอบการหรือเจ้าของร้าน



ภาพประกอบ 3 หน้าหลักระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส

จากภาพประกอบ 3 แสดงถึงการทำงานในส่วนหน้าหลักของระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส ประกอบด้วยเมนูการทำงานในส่วนจัดการข้อมูลพื้นฐาน จัดการข้อมูลสั่งซื้อ จัดการรับสินค้า จัดการออกใบเสนอราคา จัดการขาย ออกติดตั้ง จัดการเช่า จัดการคืน จัดการซ่อม จัดการออกรายงาน



ภาพประกอบ 4 จัดการข้อมูลลูกค้า

จากภาพประกอบ 4 แสดงถึงส่วนงานจัดการข้อมูลลูกค้า ที่ดำเนินงานในส่วนจัดการข้อมูลพื้นฐาน ในส่วนจัดการข้อมูลลูกค้า ซึ่งประกอบไปด้วยการเพิ่มข้อมูลลูกค้าด้วยปุ่มขอรหัสใหม่ การบันทึกข้อมูล การลบข้อมูล และการแก้ไขข้อมูล โดยข้อมูลลูกค้าที่เพิ่มเข้ามาในฐานข้อมูลแล้วนั้น จะจัด

แสดงในตารางข้อมูลลูกค้า ซึ่งสามารถค้นหาข้อมูลลูกค้าได้จากรหัสลูกค้า รหัสบัตรประชาชน และชื่อลูกค้า

ภาพประกอบ 5 จัดการข้อมูลสั่งซื้อ

จากภาพประกอบ 5 แสดงถึงส่วนงานจัดการข้อมูลสั่งซื้อ ซึ่งประกอบไปด้วยการเพิ่มข้อมูลโดยปุ่มขอรายการใหม่ และปุ่มบันทึก โดยข้อมูลการสั่งซื้อที่เพิ่มเข้ามาในฐานข้อมูลแล้วนั้น จะจัดแสดงในตารางข้อมูลสั่งซื้อ ซึ่งสามารถค้นหาข้อมูลการสั่งซื้อได้จากรหัสสั่งซื้อ หรือชื่อการสั่งซื้อ

ภาพประกอบ 6 จัดการการรับสินค้า

จากภาพประกอบ 6 แสดงถึงส่วนงานจัดการการรับสินค้า ซึ่งประกอบไปด้วยการนำเข้าข้อมูลโดยการอ้างอิงข้อมูลจากระหัสสั่งซื้อ และนำเข้าฐานข้อมูลด้วยปุ่มบันทึก

ภาพประกอบ 7 จัดการขาย

จากภาพประกอบ 7 แสดงถึงส่วนงานจัดการขาย ซึ่งดำเนินงานโดยการอ้างอิงข้อมูลจากใบเสนอขาย ด้วยการค้นหาจากเลขที่ใบเสนอขาย โดยนำเข้าข้อมูลในเรื่องรหัสลูกค้า ชื่อลูกค้า รหัสสินค้า ชื่อสินค้า ราคาขาย และจำนวน และนำเข้าระบบฐานข้อมูลด้วยปุ่มบันทึก

ภาพประกอบ 8 จัดการเช่าอุปกรณ์

จากภาพประกอบ 8 แสดงถึงส่วนงานจัดการเช่าอุปกรณ์ ซึ่งดำเนินงานโดยการนำข้อมูลในเรื่องเลขที่ ใบเสนอการเช่า วันที่เช่า จำนวนวันที่เช่า รหัสลูกค้า ชื่อลูกค้า รหัสอุปกรณ์ที่เช่า ชื่ออุปกรณ์ จำนวนอุปกรณ์ และระบบจะคำนวณชั่วโมง และแสดงราคา และราคารวมโดยอัตโนมัติ และนำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลด้วยปุ่มบันทึก

id	lease	createddate	count	custname	startworkingday	hour	status
2	30/11/2562		1	wanwan	30 พฤศจิกายน 2...	72	เช่าเกินกำหนด

ภาพประกอบ 9 ค้นอุปกรณ์การเช่า

จากภาพประกอบ 9 แสดงถึงส่วนงานจัดการคืนอุปกรณ์การเช่า ซึ่งการดำเนินงานจัดการค้นหาข้อมูลการเช่าจากรหัสเลขที่ใบเสนอการเช่า และมีการแสดงพร้อมการนำเข้าสู่ข้อมูลการคืนอุปกรณ์ในรายการ วันที่คืนอุปกรณ์ รหัสใบเสนอการเช่า รหัสลูกค้า ชื่อลูกค้า ยอดค้างชำระ สถานะการดำเนินงาน และระบบจะแสดงจำนวนวันที่เช่าเกินกำหนด ค่าปรับค่าปรับ แบบอัตโนมัติ และนำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลด้วยปุ่มบันทึก

จากภาพประกอบ 10 แสดงถึงส่วนงานการจัดการออกรายงาน โดยการทำงานในจะมีเงื่อนไขสำหรับการออกรายงาน โดยใช้เงื่อนไขจาก การเลือกประเภทรายงาน การเลือก วันที่ เดือน ปี เริ่มต้น และ วันที่ เดือน ปี สุดท้ายที่ต้องการรายงาน และรายละเอียดของรายงานจะแสดงออกมาอัตโนมัติ และสามารถสั่งพิมพ์ได้จากปุ่มพิมพ์

ภาพประกอบ 10 ออกรายงาน

3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส ผู้วิจัยได้ทดลองใช้และประเมินประสิทธิภาพระบบระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส ได้ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพของการทำงานระบบอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส

ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ประสิทธิภาพ
ด้านการจัดการข้อมูลพื้นฐาน			
จัดการข้อมูลลูกค้า	4.04	0.49	มาก
จัดการข้อมูลสินค้า	4.26	0.63	มาก
จัดการข้อมูลพนักงาน	3.94	0.42	มาก
จัดการข้อมูลวัสดุอุปกรณ์	3.82	0.39	มาก
โดยรวม	4.02	0.52	มาก

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ ประสิทธิภาพ
ด้านการจัดการงานขาย			
จัดการสั่งซื้อสินค้า	4.00	0.45	มาก
จัดการรับเข้าสินค้า	3.96	0.49	มาก
จัดการขาย	4.04	0.40	มาก
จัดการการออกใบเสนอราคา	4.16	0.37	มาก
จัดการออกรายงานขาย	4.12	0.44	มาก
โดยรวม	4.06	0.43	มาก
ด้านการจัดการงานออกติดตั้ง			
จัดการบันทึกข้อมูลการออกติดตั้ง	4.26	0.56	มาก
จัดการค้นหาข้อมูลการติดตั้ง	4.18	0.48	มาก
จัดการออกรายงานติดตั้ง	4.24	0.52	มาก
โดยรวม	4.23	0.52	มาก
ด้านการจัดการเช่าอุปกรณ์			
จัดการบันทึกการเช่าอุปกรณ์	4.18	0.44	มาก
จัดการใบเสนอการเช่าอุปกรณ์	4.26	0.53	มาก
จัดการออกรายงานเช่าอุปกรณ์	4.00	0.40	มาก
โดยรวม	4.15	0.47	มาก
ด้านการจัดการคืนอุปกรณ์			
จัดการบันทึกการคืนอุปกรณ์	4.30	0.54	มาก
การคำนวณวันที่เข้าเกินกำหนด	4.26	0.49	มาก
การออกรายงานคืนอุปกรณ์	4.22	0.42	มาก
โดยรวม	4.26	0.48	มาก

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ประสิทธิภาพ
ด้านการจัดการรับซ่อม			
จัดการบันทึกการรับซ่อม	4.26	0.53	มาก
การค้นหารายการซ่อม	3.94	0.37	มาก
การคำนวณค่าใช้จ่ายการซ่อม	4.20	0.45	มาก
การออกรายงานรับซ่อม	4.14	0.53	มาก
โดยรวม	4.14	0.49	มาก
ด้านการจัดการรายงาน			
รายงานรายรับ-รายจ่าย	4.14	0.53	มาก
รายงานแยกประเภท	4.20	0.61	มาก
รายงานสรุปสถิติข้อมูล	4.30	0.68	มาก
โดยรวม	4.21	0.61	มาก

จากตารางที่ 1 พบว่าผู้ใช้ระบบประเมินประสิทธิภาพด้านการจัดการข้อมูลพื้นฐานในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.02) สำหรับด้านการจัดการงานขาย ระบบมีประสิทธิภาพในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.06) ด้านการออกติดตั้ง ระบบมีประสิทธิภาพระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.23) ด้านจัดการเช่า ระบบมีประสิทธิภาพระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.15) ด้านจัดการคืน ระบบมีประสิทธิภาพระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.26) ด้านการรับซ่อม ระบบมีประสิทธิภาพระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.14) ด้านออกรายงานระบบมีประสิทธิภาพระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.21)

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ สามารถนำเสนอองค์ความรู้ใหม่ จากการดำเนินงานโดยกระบวนการพัฒนาระบบ SDLC 7 ขั้นตอน ได้ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 แผนภาพการดำเนินงานโดยกระบวนการพัฒนาระบบ SDLC 7 ขั้นตอนกิจกรรม

จากภาพประกอบ 11 แสดงถึงองค์ความรู้จากการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ จากกระบวนการพัฒนาระบบ SDLC 7 ขั้นตอนกิจกรรม โดยเริ่มจากขั้นกิจกรรมที่ 1 ดำเนินการกำหนดปัญหาความต้องการ (Problem Recognition) โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล กำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องดำเนินงานจากการศึกษาความต้องการรูปแบบการใช้งานระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส จากกลุ่มเป้าหมายและได้ทราบถึงความต้องการระบบที่สามารถสนับสนุนการทำงานทั้งในส่วนจัดการข้อมูลลูกค้า จัดการข้อมูลสินค้า จัดการข้อมูลพนักงาน และจัดการวัสดุอุปกรณ์ จัดการงานขาย รับเข้าสินค้า การสั่งซื้อ จัดการซ่อมอุปกรณ์ ออกใบเสนอราคา การออกติดตั้งอุปกรณ์ และการออกรายงาน

ขั้นกิจกรรมที่ 2 ประเมินความเหมาะสมในกระบวนการทำงาน (Feasibility Study) โดยคำนึงถึงความพร้อมด้านเครื่องมือ ด้านบุคลากร ความคุ้มค่าในด้านเวลาและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานพัฒนาระบบ

ขั้นกิจกรรมที่ 3 การวิเคราะห์ระบบงานเดิม ออกแบบระบบงานใหม่ โดยได้เลือกโปรแกรม Visual Basic สำหรับการพัฒนา ระบบ โปรแกรม Access สำหรับจัดการฐานข้อมูล ได้วิเคราะห์ออกแบบผังบริบทข้อมูล (Context Diagram) และทิศทางการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram) ขั้นกิจกรรมที่ 4 การออกแบบ (Design) นำข้อมูลในขั้นการวิเคราะห์ มาดำเนินการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ ออกแบบส่วนดำเนินงานของผู้ใช้ (User Interface) ออกแบบรูปแบบการใช้งานระบบฯ โดยได้กำหนดในเรื่องความปลอดภัย การทำงานเพิ่ม แก้ไข ลบ ค้นหา และออกแบบรายงานตามเงื่อนไข ขั้นกิจกรรมที่ 5 การพัฒนาและทดสอบ (Development & Test) หลังจากการพัฒนาที่สอดคล้องกับความต้องการ ได้ดำเนินการทดสอบความถูกต้องความสมบูรณ์ของระบบที่พัฒนาขึ้น ขั้นกิจกรรมที่ 6 การติดตั้งใช้งาน (Implement) ดำเนินการติดตั้งระบบ และประเมินประสิทธิภาพระบบจากผู้ใช้งาน โดยทดสอบใช้งานและประเมินการทำงานระบบในด้านข้อมูลพื้นฐาน ด้านงานขาย การเข้าอุปกรณ์

การคืนอุปกรณ์ การรับซ่อมและออกรายงาน ขั้นกิจกรรมที่ 7 บำรุงรักษา (Maintenance) นำผลการประเมินและข้อเสนอแนะ มาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขระบบในส่วนต่างๆ เพื่อให้ได้ระบบที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ และจัดทำคู่มือการใช้งานระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส ส่งมอบแก่กลุ่มเป้าหมายผู้ประกอบการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยพัฒนาระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิสครั้งนี้ ดำเนินงานตามกระบวนการ SDLC 7 ขั้นกิจกรรม เกียรติพงษ์ อุดมธนะธีระ (2562) ที่มุ่งเน้นกระบวนการทำงานตั้งแต่การค้นหาปัญหา การศึกษาความเหมาะสม การวิเคราะห์ การออกแบบการพัฒนาและทดสอบ การติดตั้ง และการซ่อมบำรุงระบบ และการวิจัยครั้งนี้ได้ผลการพัฒนาระบบที่มีความสามารถ สนับสนุนการดำเนินงานทั้งในส่วนงานจัดการข้อมูลสินค้า จัดการข้อมูลพนักงาน และจัดการวัสดุอุปกรณ์ จัดการงานขาย การรับเข้าสินค้า การสั่งซื้อ จัดการซ่อมอุปกรณ์ ออกใบเสนอราคา การออกติดตั้งอุปกรณ์ และการออกรายงาน ทั้งนี้ผลการพัฒนาดังกล่าวได้ดำเนินงานโดยแนวคิดการจัดการปัญหาการพัฒนาองค์กรด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยองค์กร ในการบริหารจัดการข้อมูล การเข้าถึงข้อมูล และระบบที่ดีจะต้องสามารถนำข้อมูลในระบบมาวิเคราะห์ เพื่อวางแผน หรือจัดการทรัพยากรในองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด (ศูนย์การจัดการความรู้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, 2563) โดยการพัฒนาระบบได้ใช้โปรแกรมภาษา Visual Basic ที่เหมาะสำหรับการพัฒนาระบบ และโปรแกรมฐานข้อมูล Access ที่มีความเหมาะสมในการจัดการฐานข้อมูล ตามแนวทางการดำเนินงานจัดการฐานข้อมูลของ โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2560) และวรรณภา โพธิ์ผลิ (2561) ในด้านการวิเคราะห์และออกแบบระบบ รวมถึงแนวทางในการจัดการฐานข้อมูล ที่สะดวกต่อการใช้งาน ทั้งนี้ในส่วนการออกแบบและพัฒนาระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส ใช้แนวทางการพัฒนาระบบ ชุตินันท์ บุญมาก และคณะ (2558) ในด้านการวิเคราะห์และออกแบบระบบ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส เพื่อสร้างการทำงานที่สะดวก รวดเร็วและมีความปลอดภัยในการจัดการข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 1) ระบบกำหนดสิทธิ์การใช้งาน 2) ระบบจัดการข้อมูลพื้นฐาน : ข้อมูลลูกค้า ข้อมูลสินค้า ข้อมูลพนักงาน วัสดุอุปกรณ์ 3) จัดการข้อมูลสั่งซื้อ 4) จัดการรับสินค้า 5) จัดการออกใบเสนอราคา 6) จัดการขาย 7) จัดการออกติดตั้ง 8) จัดการเช่าอุปกรณ์ 9) จัดการคืนอุปกรณ์ 10) จัดการซ่อม 11) จัดการรายงาน ซึ่งมีความสอดคล้องกับวิจัยวิจัยที่ผ่านมา มนัญญา ไชยทองศรี และ ปราโมทย์ กัวเจริญ (2559) ที่ได้พัฒนาระบบที่สามารถสร้างความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุงคอมพิวเตอร์ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและคำนึงถึงความปลอดภัยโดยกำหนดสิทธิ์ของผู้ใช้งานเป็นสำคัญ โดยหลังการพัฒนา

พบว่า ผู้ใช้ระบบประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ อยู่ในระดับมากทุกด้าน ทั้งในด้านการจัดการข้อมูลพื้นฐาน ด้านจัดการงานขาย ด้านการออกติดตั้ง ด้านจัดการเช่า ด้านการรับซ่อม และด้านออกรายงาน โดยทำให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพ สร้างความสะดวกในการดำเนินงานขององค์กรยิ่งขึ้น ซึ่งการดำเนินงานและผลการประเมินประสิทธิภาพระบบในครั้งนี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา สุชาติดา เกิดโพธิ์ชา และคณะ (2562) ที่พัฒนาระบบบริหารงานร้านซ่อมคอมพิวเตอร์ ที่สามารถเก็บข้อมูลต่างๆได้ สามารถตรวจสอบผู้เข้าระบบก่อนทุกครั้ง และสามารถออกรายงานต่างๆ ได้ ซึ่งเกิดความสะดวก รวดเร็ว และถูกต้องในการทำงานยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับกระบวนการดำเนินงานวิจัยที่ผ่านมา ณัฐรักษ์ อรุณทัต (2560) และผลการดำเนินงานวิจัยที่ผ่านมา พลอยพรรณ สอนสุวิทย์ (2562) ที่ได้พัฒนาระบบตามกระบวนการ SDLC โดยพบผลประเมินความพึงพอใจของระบบโดยรวมทุกด้านในระดับมาก ทั้งนี้เพราะจากการพัฒนาระบบที่สามารถแก้ปัญหาและสร้างความสะดวกในการดำเนินงานขององค์กร และมีการออกรายงานที่แสดงผลสรุปได้สอดคล้องต่อความต้องการ ซึ่งสร้างความสะดวกและเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลวิจัยไปใช้

1. ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

1.1 ควรมีการจัดอบรม พร้อมคู่มือการใช้งานระบบบริหารจัดการร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิส เพื่อแนะนำการใช้ระบบฯ และเปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานระบบสอบถามเพื่อสร้างความเข้าใจในการใช้งานระบบมากยิ่งขึ้น

1.2 ผู้ใช้ระบบควรกำหนดผู้มีสิทธิ์ในการเข้าใช้ระบบให้ชัดเจน เพื่อสร้างความปลอดภัยให้กับข้อมูลขององค์กร

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ด้านการจัดการซ่อม ด้านการจัดการติดตั้ง โดยผู้ใช้งานสามารถกำหนดเงื่อนไขในการตัดสินใจในระบบได้เอง เพื่อสร้างความสะดวกในการดำเนินงานมากยิ่งขึ้น

2.2 ควรศึกษาและพัฒนาระบบการบริหารร้านร้านอิเล็กทรอนิกส์เซอร์วิสในรูปแบบออนไลน์ โดยลูกค้าสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับระบบได้ เพื่อสร้างความสะดวกในการให้บริการลูกค้าได้อย่างกว้างขวาง

เอกสารอ้างอิง

เกียรติพงษ์ อุดมธนะธีระ. (2562). *วงจรการพัฒนาเว็บ. สืบค้น 10 เมษายน 2563. จาก*

<https://dol.dip.go.th/th/category/2019-02-08-08-57-30/2019-03-15-11-06-29>.

- ชุติมนนท์ บุญมาก และคณะ. (2558). *การพัฒนาระบบสารสนเทศ* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมิกราช
- ณัฐรักษ์ อรุณทัต. (2560). *แนวทางการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการโรงเรียน* วิทยาลัย โรงเรียนเอกชนแห่งหนึ่ง. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยนวัตกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- พลอยพรรณ สอนสุวิทย์. (2562). *การพัฒนาระบบสารสนเทศออนไลน์ นวัตกรรมและผลิตภัณฑ์จากงานวิจัย ของบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ* วิทยาการจัดการวิชาการ 2019 ภายใต้หัวข้อ "การจัดการ นวัตกรรมสู่การพัฒนาสังคมที่ยั่งยืน" ครั้งที่ 8 (น. 847 – 862). นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- มนัญญา ไชยทองศรี และ ปราโมทย์ ก้าวเจริญ. (2559). *การพัฒนาระบบจัดการสารสนเทศซ่อมบำรุงคอมพิวเตอร์บนปฏิบัติการแอนดรอยด์. ใน การประชุมวิชาการสถิติประยุกต์และเทคโนโลยีสารสนเทศระดับชาติ* (น.106 – 120). กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (นิด้า), คณะสถิติประยุกต์, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
- วรรณณา โพธิ์ผลิ. (2561). *การพัฒนาระบบฐานข้อมูลการยืม - คืนอุปกรณ์ทางการศึกษานานเทคโนโลยีเว็บ วิทยาลัยศึกษาคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี.
- ศูนย์การจัดการความรู้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. (2563). *การจัดการปัญหาการพัฒนาองค์กรด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ*. สืบค้น 15 พฤษภาคม 2563.
จาก <https://www.applicadthai.com/articles/จัดการปัญหาการพัฒนาองค์กรด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ>.
- สุชาดา เกิดโพธิ์ชา, ศศิมา ธนภัทร์พิบูล และธีรณัย บุญคำ. (2562). *การพัฒนาระบบบริหารงานร้านซ่อมคอมพิวเตอร์*. (ภาคนิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจบัณฑิต). กรุงเทพฯ: คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยสยาม.
- โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2560). *การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม)*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น

Evaluation of the Time-dependent Electric Charge in the Series of RLC Circuit Loop Under the Time-dependent Voltage Cosine Function

Nutnicha Masoongnoen², Sanit Suwanwong¹, Treenuch Ellis¹,
and Artit Hutem^{1*}

Physics Division, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University Thailand¹

Wittayanukulnaree School, Phetchabun, Thailand ²

Email: artithutem@pcru.ac.th

Received: July 27, 2021

Revised: September 1, 2021

Accepted: September 14, 2021

Abstract

In this work, we developed a model of mathematics and physics for the series of the RLC circuit loop. The purpose of this study is to evaluate for finding the time-dependent electric charge that is a consequence of time-dependent voltage force. Which the voltage force is in the cosine function. We calculated by using the second-order non-homogeneous ordinary differential equation and integration by part technique. We can find that the time-dependent electric charge corresponds to capacitance but is inversely proportional to induction. The time-dependent electric charge is in contrast to the charge. If δ and σ have slightly different values the time-dependent electric charge behaves like an oscillation wave group.

Keyword : Time-dependent Electric Charge, Time-dependent Voltage Force, Wave Group

INTRODUCTION

In one loop of RLC circuit or second-order circuit is from the including of resistor, inductor and capacitor where in this case, we analyze where the voltage depends on time and it is in cosine function. Mohazzab J. *et al.* (2008) study RLC circuit response and analysis using state space method. So he easily find the response and stability of the RLC circuit or second-order circuit and also with the help of the response of the

RLC is examined from different input functions by using Matlab. The analysis of an RLC circuit becomes too simpler. Sonam (2015) can use Matlab for analyzing the free natural angular frequency repercussion of the second-order circuit, time repercussion of the circuit. To analyse other standard second-order circuit conformation such as low pass and high pass RLC network, we use interactive GUI. In GUI you can change the RLC or second-order circuit parameter and see the fructification on the time and free natural angular frequency repercussion in real time.

Dino (2019) study a low frequency hook with positive imaginary part in the impedance spectrum can be explained by several phenomena and it occurs in a number of photo-electrochemical system. Ahammodullah (2019) have successfully applied the Kirchhoff's voltage rule (KVL) modified into non-homogeneous second-order differential equation to series circuits loop containing an electromotive force, resistor, inductor and capacitor. The purpose of this paper is solving the series of RLC circuits or second-order circuit (Sokol *et al.*, 2013) in the driven force dependent on time in cosine function form by using Wronskian's method form of the non-homogeneous second-order differential equation. As the result gives 2 cases of charge parameter that the electric charge value corresponds to the capacitance but inversely proportional to induction, anywhere if the value of the parameter δ is defined as ratio between resistance with double inductance and the free natural angular frequency (σ) have more different values, electric charge would have the behavior of themselves like wave group.

MATERIALS AND METHODS

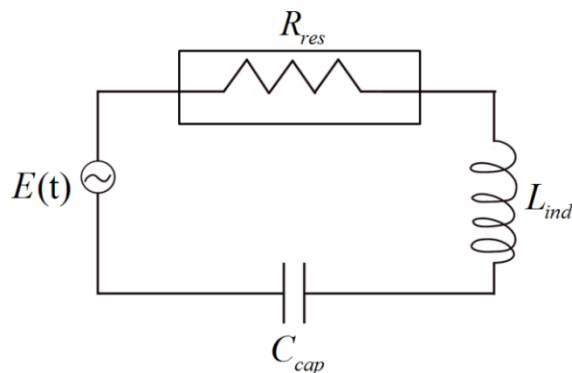


Figure 1: Representation the series of RLC circuit with time-dependent voltage.

The electrical system was made up of a capacitor (C_{cap}), resistance (R_{res}), inductance (L_{ind}) and applied voltage force ($E(t)$) is one of the most important resonate systems in figure 1 (Kishore, 2008). In this work-study, the voltage force depends on time and in cosine form. Thus the sum of the voltages encountered in going around the whole circuit must be zero. Let us analyze the circuit of this case by applying Kirchhoff's rule, we get

$$E(t) = E_R + E_L + E_C \quad (1)$$

From the article above, the time-dependent applied voltage force is cosine function form $E(t) = E_0 e^{-\eta^2 t} \cos^2(\sigma t)$ (Hutem & Masoongnoen, 2021) which E_0 is the initial voltage force, η is the coefficient of damping of the voltages force and σ is a constant and is called the free natural angular frequency. After substituting $E(t)$ into Equation (1), we obtain

$$E_0 e^{-\eta^2 t} \cos^2(\sigma t) = E_R + E_L + E_C \quad (2)$$

We may write the voltage drop across the resistance $E_R = I_{sys} R_{res}$, across the capacitor it is $E_C = q/C_{cap}$ and across the inductance it is $E_L = L_{ind} (dI_{sys}/dt)$ (Atamp, 1990) and in the new form where $I_{sys} = dq/dt$ (Goldstein and Safko, 2002), we get

$$\frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{R_{res}}{L_{ind}} \frac{dq}{dt} + \frac{1}{L_{ind} C_{cap}} q = \frac{E_0}{L_{ind}} e^{-\eta^2 t} \cos^2(\sigma t) \quad (3)$$

Therefore, we can set the new form where R_{res}/L_{ind} is defined as 2δ , $1/L_{ind} C_{cap}$ is defined as σ^2 and E_0/L_{ind} is defined as ε_0 . Figure 1. represents an analogous electrical driven oscillator with an applied voltage force emf source given by $E(t) = E_0 e^{-\eta^2 t} \cos^2(\sigma t)$. We can rewrite Equation (3) as

$$\frac{d^2 q}{dt^2} + 2\delta \frac{dq}{dt} + \sigma^2 q = \varepsilon_0 e^{-\eta^2 t} \cos^2(\sigma t) \quad (4)$$

Equation 4 is called a non-homogeneous second-order differential equation (Tikjha *et al.*, 2018) that can give the solution by using the summation of two part as

$$q(t) = q_C(t) + q_P(t), \quad (5)$$

where $q_p(t)$ is the time-dependent electric charge particular solution of an inhomogeneous differential equation and the time-dependent electric charge of complementary function $q_c(t)$ is solution of the corresponding homogeneous differential equation (that is equation (4) with the right side equal to zero number), then equation (5) is also a solution of the non-homogeneous second-order differential equation. $q_c(t)$ is the time-dependent electric charge of complementary function solution of the homogeneous second-order differential equation (Riley & Hobson , 2006)

$$\frac{d^2q}{dt^2} + 2\delta \frac{dq}{dt} + \sigma^2 q = 0 \quad (6)$$

Let us solve the auxiliary equation as $m^2 + 2\delta m + \sigma^2 = 0$. The auxiliary equation has the roots

$$m = -\delta \pm \sqrt{\delta^2 - \sigma^2} \quad (7)$$

For this case, we can select to analyze the underdamped for the convenience to substitution where $\delta < \sigma$. We must have $m = -\delta \pm i\lambda$ and $\lambda = \sqrt{\sigma^2 - \delta^2}$. Thus, the complementary function solution of the homogeneous differential equation of Equation (6) is

$$q_c(t) = e^{-\delta t} (\alpha \sin(\lambda t) + \beta \cos(\lambda t)). \quad (8)$$

We can find the value of α is a constant and β is a constant by setting the boundary conditions $q(0) = q_0$ (the initial electric charge) and $dq(0)/dt = 0$. Thus, we consider the charge depends on time when $t = 0$ as

$$q_c(0) = 0 + \beta \cos(0), \Rightarrow \beta = q_0 \quad (9)$$

where $\beta = q_0$ is the initial charge. Next, we can find the derivative of charge depends on time term as

$$\frac{dq_c(t)}{dt} = e^{-\delta t} (\alpha \lambda \cos(\lambda t) - \beta \sin(\lambda t)) - \delta e^{-\delta t} (\alpha \sin(\lambda t) + \beta \cos(\lambda t))$$

From the initial condition of derivative part, we must have

$$\alpha = \frac{\delta q_0}{\lambda} = \frac{\delta q_0}{\sqrt{\sigma^2 - \delta^2}}, \quad (10)$$

where $R_{res}/2L_{ind}$ is defined as δ , q_0 is the initial electric charge. Thus, the homogeneous of Equation (6) gives the complementary function solution as

$$q_C(t) = e^{-\delta t} \left(\frac{\delta q_0}{\lambda} \sin(\lambda t) + q_0 \cos(\lambda t) \right) \quad (11)$$

Then, let us seek the particular solution of Equation (5) by using Wronskian method (Susan, 2004). We try the trigonometry and exponential solution of the form that

$$y_1(t) = e^{-\delta t} \sin(\lambda t) \quad ,$$

$$y_2(t) = e^{-\delta t} \cos(\lambda t)$$

$$y_1'(t) = \lambda e^{-\delta t} \cos(\lambda t) - \delta e^{-\delta t} \sin(\lambda t)$$

$$y_2'(t) = -\lambda e^{-\delta t} \sin(\lambda t) - \delta e^{-\delta t} \cos(\lambda t)$$

We can find the solution of Wronskian method by the form below

$$W_{wr} = \begin{vmatrix} y_1(t) & y_2(t) \\ y_1'(t) & y_2'(t) \end{vmatrix}$$

Thus, we get

$$W_{wr} = \begin{vmatrix} e^{-\delta t} \sin(\lambda t) & e^{-\delta t} \cos(\lambda t) \\ \lambda e^{-\delta t} \cos(\lambda t) - \delta e^{-\delta t} \sin(\lambda t) & -\lambda e^{-\delta t} \sin(\lambda t) - \delta e^{-\delta t} \cos(\lambda t) \end{vmatrix}$$

$$W_{wr} = -\lambda e^{-2\delta t} \quad (12)$$

Consider the first Wronskian method and we satisfy the solution as

$$W_{w1} = \begin{vmatrix} 0 & e^{-\delta t} \cos(\lambda t) \\ \varepsilon_0 e^{-\eta^2 t} \cos^2(\sigma t) & -(\lambda e^{-\delta t} \sin(\lambda t) + \delta e^{-\delta t} \cos(\lambda t)) \end{vmatrix}$$

$$W_{w1} = -\varepsilon_0 e^{-(\eta^2 + \delta)t} \cos^2(\sigma t) \cos(\lambda t) \quad (13)$$

Consider the second Wronskian method and we satisfy the solution as

$$W_{w2} = \begin{vmatrix} e^{-\delta t} \sin(\lambda t) & 0 \\ \lambda e^{-\delta t} \cos(\lambda t) - \delta e^{-\delta t} \sin(\lambda t) & \varepsilon_0 e^{-\eta^2 t} \cos^2(\sigma t) \end{vmatrix}$$

$$W_{w2} = \varepsilon_0 e^{-(\eta^2 + \delta)t} \cos^2(\sigma t) \sin(\lambda t) \quad (14)$$

We can satisfy the derivative equation for Wronskian method (Sadri ,1991) as

$$\frac{du_1}{dt} = \frac{W_{w1}}{W_{wr}} = \frac{-\varepsilon_0 e^{-(\eta^2 + \delta)t} \cos^2(\sigma t) \cos(\lambda t)}{-\lambda e^{-2\delta t}} = \frac{\varepsilon_0}{\lambda} e^{(\delta - \eta^2)t} \cos(\lambda t) \cos^2(\sigma t)$$

So we set the parameter of $\chi = (\delta - \eta^2)$ as

$$\frac{du_1}{dt} = \frac{\varepsilon_0}{\lambda} e^{\chi t} \cos^2(\sigma t) \cos(\lambda t)$$

$$\frac{du_1}{dt} = \frac{\varepsilon_0}{\lambda} e^{\chi t} \left(\frac{1 + \cos(2\sigma t)}{2} \right) \cos(\lambda t)$$

$$u_1 = \frac{\varepsilon_0}{2\lambda} \int e^{\chi t} (1 + \cos(2\sigma t)) \cos(\lambda t) dt \quad (15)$$

Thus,

$$\therefore u_1(t) = \frac{\varepsilon_0}{2\tilde{\lambda}} \left(\int e^{\lambda t} \cos(\tilde{\lambda}t) dt + \int e^{\lambda t} \cos(\tilde{\lambda}t) \cos(2\sigma t) dt \right) \quad (16)$$

We can find the first integral function by using integration by part technique for estimation the right hand of Equation (16).

$$\int e^{\lambda t} \cos(\tilde{\lambda}t) dt = e^{\lambda t} \left(\frac{\tilde{\lambda} \sin(\tilde{\lambda}t) + \chi \cos(\tilde{\lambda}t)}{(\tilde{\lambda}^2 + \chi^2)} \right) \quad (17)$$

Then consider the second integral function by using integration by part technique for estimation the right-hand side of Equation (16).

$$\begin{aligned} \int e^{\lambda t} \cos(\tilde{\lambda}t) \cos(2\sigma t) dt = & \frac{1}{2} \left[\frac{e^{\lambda t} ((2\sigma + \tilde{\lambda}) \sin((2\sigma + \tilde{\lambda})t) + \chi \cos((2\sigma + \tilde{\lambda})t))}{((2\sigma + \tilde{\lambda})^2 + \chi^2)} \right. \\ & \left. + \frac{e^{\lambda t} ((\tilde{\lambda} - 2\sigma) \sin((\tilde{\lambda} - 2\sigma)t) + \chi \cos((\tilde{\lambda} - 2\sigma)t))}{((\tilde{\lambda} - 2\sigma)^2 + \chi^2)} \right] \quad (18) \end{aligned}$$

We will get the solution of derivative equation for Wronskian method as

$$\begin{aligned} u_1(t) = \frac{\varepsilon_0 e^{\lambda t}}{2\tilde{\lambda}} \left(\frac{(\tilde{\lambda} \sin(\tilde{\lambda}t) + \chi \cos(\tilde{\lambda}t))}{(\tilde{\lambda}^2 + \chi^2)} + \frac{((2\sigma + \tilde{\lambda}) \sin((2\sigma + \tilde{\lambda})t) + \chi \cos((2\sigma + \tilde{\lambda})t))}{2((2\sigma + \tilde{\lambda})^2 + \chi^2)} \right. \\ \left. + \frac{((\tilde{\lambda} - 2\sigma) \sin((\tilde{\lambda} - 2\sigma)t) + \chi \cos((\tilde{\lambda} - 2\sigma)t))}{2((\tilde{\lambda} - 2\sigma)^2 + \chi^2)} \right) \quad (19) \end{aligned}$$

The derivative for the second Wronskian method can be satisfied as

$$\frac{du_2}{dt} = \frac{W_2}{W} = -\frac{\varepsilon_0 e^{-(\eta^2 + \delta)t} \cos^2(\sigma t) \sin(\tilde{\lambda}t)}{\tilde{\lambda} e^{-2\delta t}} = -\frac{\varepsilon_0}{2\tilde{\lambda}} e^{\lambda t} (1 + \cos(2\sigma t)) \sin(\tilde{\lambda}t)$$

Therefore,

$$u_2(t) = -\frac{\varepsilon_0}{2\tilde{\lambda}} \left(\int e^{\lambda t} \sin(\tilde{\lambda}t) dt + \int e^{\lambda t} \sin(\tilde{\lambda}t) \cos(2\sigma t) dt \right) \quad (20)$$

We can find the first derivative in the right hand of Equation (20) by using integration by part technique for estimation.

$$\int e^{\lambda t} \sin(\tilde{\lambda}t) dt = \frac{e^{\lambda t} (\chi \sin(\tilde{\lambda}t) - \tilde{\lambda} \cos(\tilde{\lambda}t))}{(\chi^2 + \tilde{\lambda}^2)} \quad (21)$$

Then, we also use integration by part technique for estimate the second integral function in the right hand of Equation (20) as

$$\begin{aligned} \int e^{\lambda t} \cos(2\sigma t) \sin(\tilde{\lambda}t) dt = & \frac{e^{\lambda t} (\chi \sin((\tilde{\lambda} - 2\sigma)t) - (\tilde{\lambda} - 2\sigma) \cos((\tilde{\lambda} - 2\sigma)t))}{2(\chi^2 + (\tilde{\lambda} - 2\sigma)^2)} \\ & + \frac{e^{\lambda t} (\chi \sin((\tilde{\lambda} + 2\sigma)t) - (\tilde{\lambda} + 2\sigma) \cos((\tilde{\lambda} + 2\sigma)t))}{2(\chi^2 + (\tilde{\lambda} + 2\sigma)^2)} \quad (22) \end{aligned}$$

Thus, we get the solution of derivative of the second Wronskian method as

$$u_2(t) = -\frac{\varepsilon_0 e^{\lambda t}}{2\lambda} \left(\frac{(\chi \sin(\lambda t) - \lambda \cos(\lambda t))}{(\chi^2 + \lambda^2)} + \frac{(\chi \sin((\lambda - 2\sigma)t) - (\lambda - 2\sigma) \cos((\lambda - 2\sigma)t))}{2(\chi^2 + (\lambda - 2\sigma)^2)} \right. \\ \left. + \frac{(\chi \sin((\lambda + 2\sigma)t) - (\lambda + 2\sigma) \cos((\lambda + 2\sigma)t))}{2(\chi^2 + (\lambda + 2\sigma)^2)} \right) \quad (23)$$

The particular of a non-homogeneous, the second order, linear equation in Equation (4) with the constant C is

$$q_p(t) = \frac{\varepsilon_0 e^{-\eta^2 t}}{2\lambda} \sin(\lambda t) \left(\frac{(\lambda \sin(\lambda t) + (\delta - \eta^2) \cos(\lambda t))}{(\lambda^2 + (\delta - \eta^2)^2)} + \frac{((2\sigma + \lambda) \sin((2\sigma + \lambda)t) + (\delta - \eta^2) \cos((2\sigma + \lambda)t))}{2((2\sigma + \lambda)^2 + (\delta - \eta^2)^2)} \right. \\ \left. + \frac{((\lambda - 2\sigma) \sin((\lambda - 2\sigma)t) + (\delta - \eta^2) \cos((\lambda - 2\sigma)t))}{2((\lambda - 2\sigma)^2 + (\delta - \eta^2)^2)} \right) - \frac{\varepsilon_0 e^{-\eta^2 t}}{2\lambda} \cos(\lambda t) \left(\frac{((\delta - \eta^2) \sin(\lambda t) - \lambda \cos(\lambda t))}{((\delta - \eta^2)^2 + \lambda^2)} \right. \\ \left. + \frac{((\delta - \eta^2) \sin((\lambda - 2\sigma)t) - (\lambda - 2\sigma) \cos((\lambda - 2\sigma)t))}{2((\delta - \eta^2)^2 + (\lambda - 2\sigma)^2)} + \frac{((\delta - \eta^2) \sin((\lambda + 2\sigma)t) - (\lambda + 2\sigma) \cos((\lambda + 2\sigma)t))}{2((\delta - \eta^2)^2 + (\lambda + 2\sigma)^2)} \right) + C \quad (24)$$

We can find the parameter of C by using the initial condition as $q_p(0) = q_0$.

$$q_p(0) = -\frac{\varepsilon_0}{2\lambda} \left(-\frac{\lambda}{(\lambda^2 + (\delta - \eta^2)^2)} - \frac{(\lambda - 2\sigma)}{2((\lambda - 2\sigma)^2 + (\delta - \eta^2)^2)} - \frac{(\lambda + 2\sigma)}{2((\lambda + 2\sigma)^2 + (\delta - \eta^2)^2)} \right) + C \\ C = q_0 - \frac{\varepsilon_0}{2\lambda} \left(\frac{\lambda}{(\lambda^2 + (\delta - \eta^2)^2)} + \frac{(\lambda - 2\sigma)}{2((\lambda - 2\sigma)^2 + (\delta - \eta^2)^2)} + \frac{(\lambda + 2\sigma)}{2((\lambda + 2\sigma)^2 + (\delta - \eta^2)^2)} \right) \quad (25)$$

Therefore, we get the particular solution of a non-homogeneous, second order, differential equation as

$$q_p(t) = \frac{\varepsilon_0 e^{-\eta^2 t}}{2\lambda} \sin(\lambda t) \left(\frac{(\lambda \sin(\lambda t) + (\delta - \eta^2) \cos(\lambda t))}{(\lambda^2 + (\delta - \eta^2)^2)} + \frac{((2\sigma + \lambda) \sin((2\sigma + \lambda)t) + (\delta - \eta^2) \cos((2\sigma + \lambda)t))}{2((2\sigma + \lambda)^2 + (\delta - \eta^2)^2)} \right. \\ \left. + \frac{((\lambda - 2\sigma) \sin((\lambda - 2\sigma)t) + (\delta - \eta^2) \cos((\lambda - 2\sigma)t))}{2((\lambda - 2\sigma)^2 + (\delta - \eta^2)^2)} \right) - \frac{\varepsilon_0 e^{-\eta^2 t}}{2\lambda} \cos(\lambda t) \left(\frac{((\delta - \eta^2) \sin(\lambda t) - \lambda \cos(\lambda t))}{((\delta - \eta^2)^2 + \lambda^2)} \right. \\ \left. + \frac{((\delta - \eta^2) \sin((\lambda - 2\sigma)t) - (\lambda - 2\sigma) \cos((\lambda - 2\sigma)t))}{2((\delta - \eta^2)^2 + (\lambda - 2\sigma)^2)} + \frac{((\delta - \eta^2) \sin((\lambda + 2\sigma)t) - (\lambda + 2\sigma) \cos((\lambda + 2\sigma)t))}{2((\delta - \eta^2)^2 + (\lambda + 2\sigma)^2)} \right) \\ + q_0 - \frac{\varepsilon_0}{2\lambda} \left(\frac{\lambda}{(\lambda^2 + (\delta - \eta^2)^2)} + \frac{(\lambda - 2\sigma)}{2((\lambda - 2\sigma)^2 + (\delta - \eta^2)^2)} + \frac{(\lambda + 2\sigma)}{2((\lambda + 2\sigma)^2 + (\delta - \eta^2)^2)} \right) \quad (26)$$

Thus, we get the parameter of the time-dependent electric charge in Equation (5) as

$$q(t) = e^{-\delta t} \left(\frac{\delta q_0}{\lambda} \sin(\lambda t) + q_0 \cos(\lambda t) \right) + \frac{\varepsilon_0 e^{-\eta^2 t}}{2\lambda} \sin(\lambda t) \left(\frac{(\lambda \sin(\lambda t) + (\delta - \eta^2) \cos(\lambda t))}{(\lambda^2 + (\delta - \eta^2)^2)} \right. \\ \left. + \frac{((2\sigma + \lambda) \sin((2\sigma + \lambda)t) + (\delta - \eta^2) \cos((2\sigma + \lambda)t))}{2((2\sigma + \lambda)^2 + (\delta - \eta^2)^2)} + \frac{((\lambda - 2\sigma) \sin((\lambda - 2\sigma)t) + (\delta - \eta^2) \cos((\lambda - 2\sigma)t))}{2((\lambda - 2\sigma)^2 + (\delta - \eta^2)^2)} \right)$$

$$\begin{aligned}
& -\frac{\varepsilon_0 e^{-\eta^2 t}}{2\lambda} \cos(\lambda t) \left(\frac{((\delta - \eta^2) \sin(\lambda t) - \lambda \cos(\lambda t))}{((\delta - \eta^2)^2 + \lambda^2)} + \frac{((\delta - \eta^2) \sin((\lambda - 2\sigma)t) - (\lambda - 2\sigma) \cos((\lambda - 2\sigma)t))}{2((\delta - \eta^2)^2 + (\lambda - 2\sigma)^2)} \right. \\
& + \frac{((\delta - \eta^2) \sin((\lambda + 2\sigma)t) - (\lambda + 2\sigma) \cos((\lambda + 2\sigma)t))}{2((\delta - \eta^2)^2 + (\lambda + 2\sigma)^2)} \left. \right) + q_0 - \frac{\varepsilon_0}{2\lambda} \left(\frac{\lambda}{(\lambda^2 + (\delta - \eta^2)^2)} \right. \\
& + \frac{(\lambda - 2\sigma)}{2((\lambda - 2\sigma)^2 + (\delta - \eta^2)^2)} + \frac{(\lambda + 2\sigma)}{2((\lambda + 2\sigma)^2 + (\delta - \eta^2)^2)} \left. \right) \quad (27)
\end{aligned}$$

From Equation (27) is the charge depends on time show in program. Putting this into program Mathematica for plotting graph.

Case1: the time-dependent electric charge where δ and σ have more different value. ($\sigma \gg \delta$)

The time-dependent electric charge can behave like the underdamp wave. (Teoh & Rahifa, 2018).

Case2: the time-dependent electric charge where δ and σ have slightly different value. ($\sigma > \delta$)

The time-dependent electric charge can behave like the wave group.

RESULTS

We can explain of numerical and result of the time-dependent of electric charge in Equation (27) which effects by cosine voltage force as time-dependent charge as figure (2), figure (3), figure (4) and figure (5)

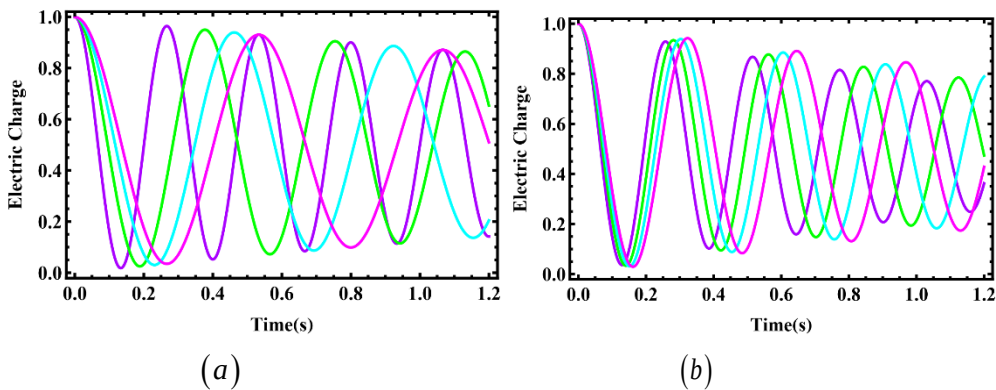


Figure 2: Illustration showing the relation parameter between charges depends on time where δ and σ have more different value. (a) Representation the relation between the charge and time when the capacitor value is unable (The purple solid

line is $C_{Cap1} = 4\mu F$. The green solid line is $C_{Cap2} = 8\mu F$. The light blue solid line is $C_{Cap3} = 12\mu F$. The pink solid line is $C_{Cap4} = 16\mu F$, (b) Representation the relation between the charge and time when the Inductor value is unable (The purple solid line is $L_{ind1} = 210H$. The green solid line is $L_{ind2} = 250H$. The light blue solid line is $L_{ind3} = 290H$. The pink solid line is $L_{ind4} = 330H$).

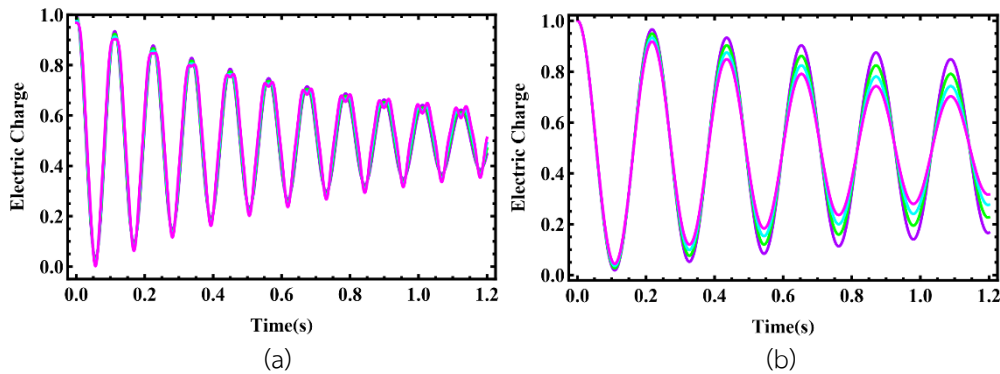


Figure 3: Illustration showing the relation parameter between charges depends on time where δ and σ have more different value. (a) Representation the relation between the electric charge and time when the initial applied voltage force (E_0) value is unable (The purple solid line is $E_{01} = 0.1 Vol$. The green solid line is $E_{02} = 8 kV$. The light blue solid line is $E_{03} = 16 kV$. The pink solid line is $E_{04} = 26 kV$), (b) Representation the relation between the electric charge and time when the resistance (R_{res}) value is unable (The purple solid line is $R_{res1} = 100 W$. The green solid line is $R_{res2} = 150 W$. The light blue solid line is $R_{res3} = 200 W$. The pink solid line is $R_{res4} = 250 W$).

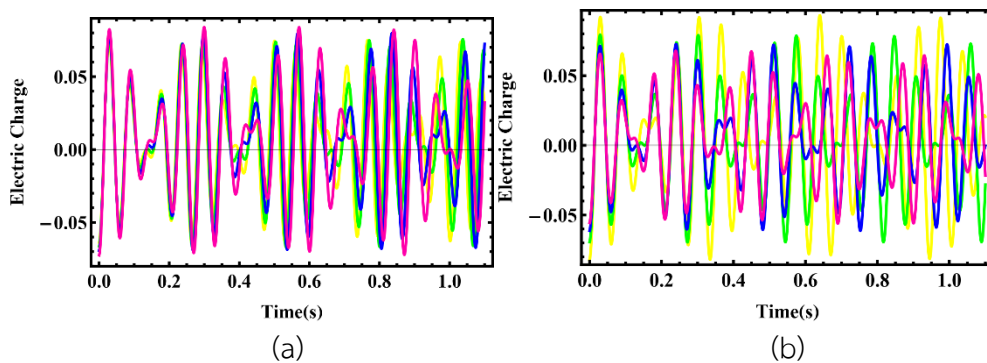


Figure 4: Illustration showing the relation parameter between charges depends on time where δ and σ have slightly different value ($\sigma > \delta$). (a) Representation the relation between the charge and time when the capacitor value is unable (The yellow solid line is $C_{Cap1} = 410\mu F$. The green solid line is $C_{Cap2} = 412\mu F$. The blue solid line is $C_{Cap3} = 414\mu F$. The pink solid line is $C_{Cap4} = 416\mu F$), (b) Representation the relation between the charge and time when the inductor value is unable (The yellow solid line is $L_{ind1} = 1.10H$. The green solid line is $L_{ind2} = 1.12H$. The blue solid line is $L_{ind3} = 1.14H$. The pink solid line is $L_{ind4} = 1.16H$).

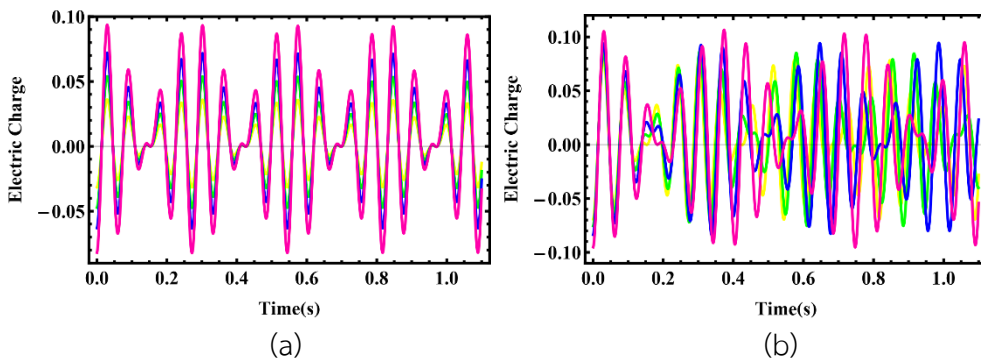


Figure 5: Illustration showing the relation parameter between charges depends on time where δ and σ have slightly different value ($\sigma > \delta$). (a) Representation the relation between the time-dependent electric charge and time when the initial applied voltage force (E_0) value is unable, (b) Representation the relation between the time-dependent electric charge and time when the resistance (R_{res}) value is unable.

DISCUSSION

From figure 2 (a), we set $q_0 = 0.5\mu C$, $\eta = 0.1$, $L_{ind} = 450H$, $E_0 = 350Vol$, $R_{res} = 250W$ are the control variable. But the capacitor is an independent variable and the time-dependent electric charge is a dependent variable. If the capacitance is higher, the wavelength of the vibrating electric charge is longer, but the frequency of the vibrating electric charge is lower. From figure 2 (b), we set $q_0 = 0.5\mu C$, $\eta = 0.1$, $C_{Cap} = 8\mu F$, $E_0 = 350Vol$, $R_{res} = 250W$ is control variable. The inductance is an independent variable and the time-dependent electric charge is a dependent variable. If the inductance is higher, the amplitude of the vibrating electric charge is higher, and

the wavelength of it is longer. From Figure 3 (a), we set $q_0 = 0.5 \mu C$, $\eta = 0.1$, $L_{ind} = 40 H$, $C_{Cap2} = 8 \mu F$, $R_{res} = 100 W$ as the control variable. The initial voltage force E_0 is the control variable and the time-dependent electric charge is the dependent variable. If E_0 higher, the vibrating of electric charge is smaller, more of the amplitude of the vibrating electric charge is split. From figure 3 (b), we set $q_0 = 0.5 \mu C$, $\eta = 0.1$, $L_{ind} = 150 H$, $C_{Cap2} = 8 \mu F$, $E_0 = 250 Vol$ as the control variable. The resistance R_{res} is the independent variable and the time-dependent electric charge is the dependent variable. If the resistance is higher, the amplitude of the vibrating electric charge is lower. Thus, we can compare the resistance as the damping coefficient of the electric charge. From figure 4 (a), we set $q_0 = 0.5 \mu C$, $\eta = 0.1$, $L_{ind} = 1.102 H$, $E_0 = 220 Vol$, $R_{res} = 100 W$ is control variable. The capacitance is the independent variable and the time-dependent electric charge is the dependent variable. If δ and σ have slightly different, the time-dependent electric charge behaves itself like wave group. If the capacitance is higher, the amplitude of the vibrating electric charge is higher. From figure 4 (b), we set $q_0 = 0.5 \mu C$, $\eta = 0.1$, $C_{Cap} = 420 \mu F$, $E_0 = 220 Vol$, $R_{res} = 100 W$ as control variable. The inductance is the independent variable and the time-dependent electric charge is the dependent variable. If the inductance is higher, the amplitude of the vibrating electric charge is lower. From figure 5 (a), we set $q_0 = 0.5 \mu C$, $\eta = 0.1$, $L_{ind} = 1.12 H$, $C_{Cap2} = 420 \mu F$, $R_{res} = 100 W$ as the control variable. The initial voltage force E_0 is the independent variable and the time-dependent electric charge is the dependent variable. If E_0 is higher, the amplitude of the vibrating electric charge is higher. From figure 5 (b) we set $q_0 = 0.5 \mu C$, $\eta = 0.1$, $L_{ind} = 1.12 H$, $C_{Cap2} = 420 \mu F$, $E_0 = 220 Vol$ is the control variable. The resistance R_{res} is the independent variable and the time-dependent electric charge is the dependent variable. If resistance is higher, the amplitude of the vibrating electric charge is higher.

We had explicated the series of RLC loop circuit of resonant system that can be used to effectually substantiated, in a very visual way, the phase relation between the voltages across reactive and resistive elements (Sokol *et al.*, 2013). We have explicated the series of RLC loop circuit of resonant system that can be used to effectually substantiate new soft ferromagnetic magnetic materials made possible the

use of the magnetic amplifier technology in designing competitive electric-power engineering supplies (Eloisa & Romeo, 2004). We can see the time-dependent electric charge perturb via applied voltage force emf has the behavior like wave group but the time-dependent electric charge in paper of title application of linear differential equation in an analysis transient and steady response for second order RLC closed series circuit of Ahammodullah Hasan has not behavior like wave group, if we add the time, the amplitude slowly decreases. A modeling approach of a magnetic amplifier based on the magnetic hysteresis loop of the core soft ferromagnetic material is presented here for a common amorphous magnetic alloy.

CONCLUSIONS

From equation (27), we known that if the value of the parameter of δ is defined as ratio between resistance with double inductance and the free natural angular frequency σ have more different values, the electric charge have their behavior like underdamped. If the value of the parameter of δ is defined as ratio between resistance with double inductance and the free natural angular frequency σ have slightly different values, the electric charge will have their behavior like wave group.

ACKNOWLEDGMENT

We would like to thank you to the Institute for the promotion of teaching science and technology (IPST) of wittayanukulnaree school, phetchabun rajabhat university, science center laboratory and physics division and faculty of science and technology phetchabun rajabhat university for partial support.

REFERENCES

Ahammodullah, H., Md-Abdul, H. and Md. Al-Amin M. (2019). Application of Linear Differential Equation in an Analysis Transient and Steady Response for Second

- Order RLC Closed Series Circuit. *American Journal of Circuits, Systems and Signal Processing*, 5(1), 1-8.
- Atamp, A. (1990). *Introduction to classical mechanics*. Prentice-Hall, United States America.
- Dino, K. (2019). Negative capacitance or inductive loop-A general assessment of a common low frequency impedance feature, *Electrochemistry Communications*, 98, 58-62.
- Eloisa, G.C. and Romeo, O. (2004). A new passivity property of linear RLC circuits with application to Power Shaping Stabilization. In *Proceedings of the American Control Conference*, pp.1428-1433.
- Goldstein, P. and Safko, J. (2002). *Classical mechanics*. 3th ed., Prentice-Hall, United States America.
- Hutem A. and Masoongnoen N. (2021), SOLVE THE SERIES OF RLC CIRCUIT VIA THE TIME-DEPENDENT VOLTAGE SINE FUNCTION USING WRONSKIAN'S OF DIFFERENTIAL EQUATION. *PSRU Journal of Science and Tehnology*, 6(2), 22-35.
- Kishore L.K. (2008). *Electronic circuit analysis*. second edition, BS Publication.
- Mohazzab, J., Hussain, A., Muhammad, Q. and Mohsin, S. (2008). RLC Circuit Response and Analysis (Using State Space Method). *IJCSNS International of Computer Science and Network Security*, 8(4), 48-54.
- Riley, K.F. and Hobson, M.P. (2006). *Mathematical Methods for Physics and Engineering*. (3th ed.). New York: Cambridge University Press.
- Sadri, H. (1991), *Foundations of mathematical physics*. Prentice-Hall, United States America
- Sokol P.E., Warren G., Zheng, B. and Smith, P. (2013). A circuit to demonstrate phase relationships in RLC circuits. *Physics Education*, 48(3), 312-318.
- Sonam, P. (2015). Analyzing the Response of an RLC Circuit. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5(7), 1-2.
- Susan, M. (2004). *Mathematics for physicsts*. Thomson Brooks, United States America.

- Teoh A.K. and Rahifa, R. (2018). COMPARISON OF NUMERICAL TECHNIQUES IN SOLVING TRANSIENT ANALYSIS OF ELECTRICAL CIRCUITS. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13,(1), 314-320.
- Tikjha, W., Normai, T., Jittburus, U., and Pumila, A. (2018). Periodic with period 4 of a piecewise linear system of differential equations with initial conditions being some points on positive y axis. *PSRU Journal of Science and Tehnology*, 3(2), 26-34.

เครื่องสลัดน้ำมันพริกทอดเพื่อเพิ่มคุณภาพผลิตภัณฑ์ : กรณีศึกษาชุมชนบ้านหนองบัวแดง

The Oil Splashing Machine for Fried Chili

to Increase the Quality of the Community Products: A Case Study of

Nong Bua Daeng Community

ศิริภิญญา อาสา* ปิยภัทร โกษาพันธุ์ และ ปิยวิทย์ เอี่ยมพริ้ง

Siripinya A-sa*, Piyapat Kosapan, and Piyawit Iampring

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Faculty of Industrial Technology, Ubon Ratchathani Rajabhat University

Email: siripinya.a@ubru.ac.th

Received: July 29, 2021

Revised: November 26, 2021

Accepted: November 29, 2021

บทคัดย่อ

เครื่องสลัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นถูกออกแบบให้ใช้หลักการของแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางเพื่อถนอมอาหารและความเร็วรอบคงที่ พัฒนาขึ้นเพื่อลดเวลาการทำงานในกระบวนการผลิตพริกทอดและลดปริมาณน้ำมันคงค้างในพริกทอด ซึ่งเครื่องสลัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบมีลักษณะที่ประกอบด้วยโครงสร้างเครื่องมีขนาดกว้าง 54 ซม. ยาว 50 ซม. สูง 60 ซม. มีมวล 50 กก. ตันกำลังของมอเตอร์ 1/4 แรงม้า และแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ด้านในตัวเครื่องติดตั้งชุดตะแกรงสลัดน้ำมันโดยใช้มอเตอร์เป็นเครื่องต้นกำลังส่งไปยังเพลลาเพื่อทำการหมุนเหวี่ยงชุดตะแกรงที่อยู่ด้านในของตัวเครื่องด้วยความเร็วรอบในการหมุนเหวี่ยง โดยใช้มอเตอร์ที่มีความเร็ว 1500 rpm สามารถบรรจุพริกทอดได้สูงสุด 2 กก./ครั้ง ใช้เวลาในการสลัดน้ำมัน 5 นาที หรือมีกำลังผลิตสูงสุด 24 กก./ชม. และปริมาณน้ำมันในพริกทอดลดลงประมาณร้อยละ 11.60

คำสำคัญ: เครื่องสลัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบ พริกทอด สลัดน้ำมัน

ABSTRACT

The developed prototype machine for flicking oil off fried chili is for the Nong Bua Daeng community. It designed exploits centrifugal force to preserve the food and stable speed. The developed machine intends to reduce the production lead time in

chili fried production processes and diminish excess oil in fried chili. The prototype is 54 centimeters in width, 50 centimeters in length, and 60 centimeters in height with 50 kilograms. The employed motor is 1/4 horsepower and 220 volts. Inside the machine, an oil flicking grid is installed. The motor is the power unit driving a shaft to spin the grid with a stable speed at 1,500 rounds per minute. It can store 2 kilograms of fried chili maximum per time, and it takes 5 minutes to shake the oil off the chili. It produces

24 kilograms per hour at maximum, and the excess oil in fried chili reduces by 11.60%.

Keyword : Prototype Machine For Flicking Oil Off Fried Chili, Fried Chili, Flicking Oil

บทนำ

บ้านหนองบัวแดง ตั้งอยู่ที่ หมู่ 2 ตำบลสักกระโหล่ม อำเภอม่วงสามสิบ จังหวัดอุบลราชธานี เป็นแหล่งปลูกพริกที่สำคัญแห่งหนึ่งของประเทศไทย พื้นที่ปลูกพริกมีสภาพเป็นดินร่วนปนทราย เมื่อสิ้นสุดฤดูการทำนาชาวบ้านทำการปลูกพริกแทบทุกครัวเรือน เมื่อถึงฤดูเก็บพริกจะมีพ่อค้าคนกลางมารับซื้อพริกสด ทำให้พริกสดล้นตลาดและราคาถูกลง เมื่อพริกสดล้นตลาดและราคาถูกลง การแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าจึงเกิดขึ้น และกลายเป็นพริกทอดกรอบขนมขบเคี้ยวใหม่�ของชาวบ้านหนองบัวแดง อำเภอม่วงสามสิบ จังหวัดอุบลราชธานี ภายใ้ความร่วมมือของนักวิชาการที่พาทำอย่างเป็นขั้นตอนร่วมกับกลุ่มแม่บ้านที่ลงมือ

ขั้นตอนการทำงานจะนำพริกแห้งมากรีดเมล็ดและนำไปต้มเพื่อลดความเผ็ด จากนั้นนำมาปรุงรสตามสูตรแล้วนำลงไปทอดตั้งไฟกลางจนพริกเป็นสีส้ม และนำพริกทอดพักไว้ให้สะเด็ดน้ำมัน 30 นาที เมื่อครบตามเวลาจะนำพริกทอดไปบรรจุลงห่อในปริมาณ 50 กรัม ด้วยวิธีการชั่งน้ำหนักในการบรรจุเพื่อทำการจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคต่อไป

การแปรรูปพริกทอดบ้านหนองบัวแดงได้พบปัญหาในขั้นตอนของการสะเด็ดน้ำมันพริกทอดที่ผ่านการทอดมาแล้ว มีปริมาณน้ำมันคงเหลืออยู่ในพริกทอดจะมีน้ำมันคายตัวออกมาภายในห่อที่บรรจุพริกทอด ซึ่งส่งผลเสียต่อคุณภาพของพริกทอดทำให้อายุในการเก็บรักษาลดลง และพริกทอดจะมีกลิ่นหืนทำให้เสียรสชาติของพริกทอด และในขั้นตอนการสะเด็ดน้ำมันพริกทอดนี้ค่อนข้างใช้เวลานาน ทำให้เสียเวลาในขั้นตอนการบรรจุห่อดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 วิธีการสะเด็ดน้ำมันแบบเดิม

ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องสลัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบ ชุมชนบ้านหนองบัวแดง เพื่อต้องการลดปริมาณน้ำมันที่คงเหลืออยู่ในพริกทอด และต้องการลดระยะเวลาในขั้นตอนสะเด็ดน้ำมัน ซึ่งมีระบบกลไกการทำงานคือใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางใช้มอเตอร์ที่มีความเร็ว 1500 rpm โดยตัวถังของเครื่องทำมาจากสแตนเลสเกรด 304 และเหล็กหล่อ ตะแกรงทำจากสแตนเลสเกรด 304 และอะลูมิเนียม ซึ่งเป็นวัสดุสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร จากนั้นจึงทำการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องโดยการนำพริกทอดที่ผ่านการทอดเสร็จแล้วเข้าไปเหวี่ยงสลัดในเครื่อง แล้วหาเวลาที่ทำให้ปริมาณน้ำมันในพริกทอดออกมาที่มากที่สุดแล้วยังคงมีคุณภาพดี โดยการชั่งปริมาณน้ำหนักของพริกทอดก่อนสลัดในเครื่องและหลังสลัดในเครื่องต้นแบบ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องสลัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบ
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องสลัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบ

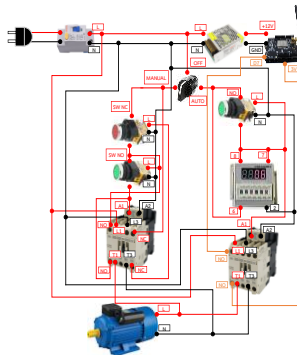
วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาปัญหาและขั้นตอนการผลิตพริกทอดของชุมชนบ้านหนองบัวแดงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและข้อมูลการผลิตพริกทอด โดยวิธีการสัมภาษณ์และการสนทนากลุ่มในการทำวิจัยของกลุ่มแปรรูปพริกทอดบ้านหนองบัวแดง พบว่า กรรมวิธีการผลิตพริกทอดเริ่มจากการนำพริกแห้งมากรีดเอาเมล็ดออกจากนั้นนำไปต้มเพื่อลดความเผ็ดโดยใช้เวลาต้ม 10 นาที เมื่อต้มพริกแห้งเสร็จล้างน้ำจนน้ำใสและสะเด็ดน้ำโดยใช้เวลา 15 นาทีแล้วปรุงรสตามสูตร เมื่อปรุงรสเสร็จแล้วนำลงไปทอดตั้งไฟกลางจนพริกเป็นสีส้มแล้วจากนั้นนำพริกทอดพักไว้ให้สะเด็ดน้ำมัน 30 นาที เมื่อครบตามเวลาจะนำพริกทอดไปบรรจุลงห่อในปริมาณ 50 กรัม ด้วยวิธีการชั่งน้ำหนักในการบรรจุและมีปริมาณน้ำมันคงเหลืออยู่ในพริกทอดจะมีน้ำมันคายตัวออกมาภายในห่อที่บรรจุพริกทอด ซึ่งส่งผลเสียต่อคุณภาพของ

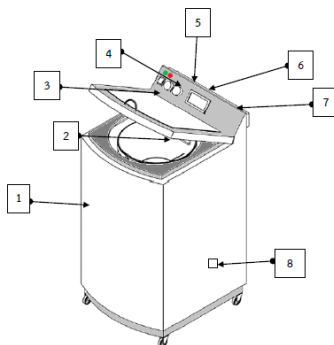
พริกทอดทำให้อายุในการเก็บรักษาจะน้อยลง และพริกทอดจะมีกลิ่นหืนทำให้เสียรสชาติของพริกทอด และในขั้นตอนการเสิร์ฟน้ำมันพริกทอดนี้ค่อนข้างใช้เวลานานทำให้เสียเวลาในขั้นตอนการบรรจุห่อ

2. นำข้อมูลมาวิเคราะห์และออกแบบกลไก หลักการทำงานของเครื่องสลัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบ โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานและประมวลผลข้อมูล รับ-ส่งข้อมูลการใช้งานผ่านชุดอุปกรณ์ไอโอที โดยใช้เครือข่ายไร้สายระยะไกล (NB-IoT) เป็นตัวกลางในการเชื่อมโยงการติดต่อระหว่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังเว็บแอปพลิเคชันภาพประกอบ 2 โดยมีส่วนประกอบของอุปกรณ์ที่สำคัญ คือ 1) สะพานไฟหรือเบรกเกอร์ (Backer) ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร 2) สวิตช์เปลี่ยนโหมด 1 ตัว สำหรับเลือกโหมดการทำงานแบบควบคุมด้วยมือหรือแบบควบคุมอัตโนมัติ 3) สวิตช์ปุ่มกดจำนวน 3 ตัว ประกอบด้วยปุ่มกดเริ่มทำงานและหยุดทำงานของโหมดแบบควบคุมด้วยมือและปุ่มกดเริ่มทำงานโหมดแบบควบคุมอัตโนมัติ 4) แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 12 โวลต์ 5) ดิจิทัลไทเมอร์ (Timer Digital) สำหรับตั้งเวลาการสลัดน้ำมันพริกทอด 6) บอร์ดอาดูยโนยูโน (Arduino UNO) เชื่อมต่อกับบอร์ดเอ็นบีไอโอที (NB-IoT) สำหรับส่งค่าข้อมูลการใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 7) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1/4 แรงม้า 220 โวลต์



ภาพประกอบ 2 การออกแบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์การทำงานของชุดต้นแบบ

การออกแบบโครงสร้างเครื่องสลัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบภาพประกอบ 3 ซึ่งประกอบด้วย หมายเลข 1 คือ โครงเครื่อง หมายเลข 2 คือ ตะแกรงใส่พริกทอด หมายเลข 3 คือ ฝาครอบ หมายเลข 4 คือ ปุ่ม เริ่ม/หยุด การทำงาน หมายเลข 5 คือ ไฟแสดงสถานะการทำงาน หมายเลข 6 คือ ปุ่มตั้งเวลา หมายเลข 7 คือ จอแสดงผลการตั้งค่า และหมายเลข 8 คือ ช่องระบายน้ำมัน



ภาพประกอบ 3 การออกแบบโครงสร้างเครื่องสกัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบ

3. การสร้างเครื่องสกัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบ โครงสร้างเครื่องจะมีขนาดกว้าง 54 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร และ สูง 60 เซนติเมตร ถึงเครื่องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 37 เซนติเมตร ลึก 42 เซนติเมตร ตะแกรงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 20 เซนติเมตร ลึก 25 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 50 กิโลกรัม วัสดุที่ใช้ในการสร้างชิ้นส่วนโครงสร้าง คือ สแตนเลสเกรด 304 และเหล็กหล่อ ตะแกรงทำจากสแตนเลสเกรด 304 และ อะลูมิเนียม ซึ่งเป็นวัสดุสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร (อุทัย ผ่องศรี และเสนีย์ ศิริไชย, 2562) การทำงานของเครื่องสกัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ แบบควบคุมด้วยมือ แบบควบคุมอัตโนมัติ และระบบเก็บข้อมูลใช้งานเครื่องสกัดน้ำมันผ่านชุดอุปกรณ์ไอโอที (Internet of Thing: IoT) ซึ่งในส่วนที่ 1 แบบควบคุมด้วยมือ ผู้ใช้ต้องเลือกสวิตซ์มาที่การควบคุมด้วยมือ (Manual) แล้วกดปุ่มเริ่มการทำงาน (Start) หรือปุ่มหยุด (Stop) การทำงานของมอเตอร์เอง ส่วนที่ 2 ระบบควบคุมอัตโนมัติ (Automatic) จะสามารถกำหนดเวลาการทำงานของมอเตอร์ได้จากการตั้งเวลา (Timer) จากนั้นจึงกดปุ่มเริ่มการทำงาน เครื่องสกัดน้ำมันจะหยุดการทำงานเองตามกำหนดระยะเวลาที่ตั้งไว้อัตโนมัติ และส่วนที่ 3 ระบบเก็บข้อมูลการใช้งานเครื่องสกัดน้ำมันพริกทอดผ่านชุดอุปกรณ์ไอโอที ซึ่งประกอบด้วย การเขียนโปรแกรมควบคุมบอร์ดอาดูลินูโนและบอร์ดเอ็นบีไอโอเพื่อประมวลผล และส่งข้อมูลที่ต้องการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยทำการเก็บข้อมูลในเชิงสถิติของการทำงานของเครื่องสกัดน้ำมันพริกทอดในแต่ละครั้ง ภาพประกอบ 4



(ก) ด้านหน้า (ข) ด้านข้าง (ค) ด้านหลัง

ภาพประกอบ 4 เครื่องสกัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบ

4. วิธีการทดสอบ

4.1) ขั้นตอนการทดสอบสกัดน้ำมันพริกทอด

เมื่อดำเนินการสร้างเครื่องสกัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำการทดสอบเครื่องสกัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบ เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมัน เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการสกัดน้ำมันมีผลต่อปริมาณน้ำมัน เวลาที่ใช้ในการสกัดน้ำมันที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ประเภททอด ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ และปริมาณน้ำมันที่คงเหลือน้อยจะทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานที่สุดไม่มีกลิ่นหืน (ไพศาล ทองสงค์ และคณะ, 2561) ในการทดสอบเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของการเหวี่ยงสกัดน้ำมันได้มีการออกแบบการทดสอบ โดยการแบ่งช่วงเวลาที่ใช้ในการสกัดน้ำมันเป็น 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 นาที ด้วยความเร็วรอบในการหมุนเหวี่ยง 1500 rpm ซึ่งมีขั้นตอนการเหวี่ยงสกัดน้ำมันด้วยเครื่องสกัดน้ำมันดังนี้

1) นำพริกทอดที่ผ่านกระบวนการทอดปรุงรสก่อนสกัดน้ำมัน แล้วนำพริกทอดใส่ลงในชุดตะแกรง เพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมที่เครื่องสามารถบรรจุพริกทอดได้สูงสุด

2) ชั่งน้ำหนักพริกทอดที่ผ่านกระบวนการทอดปรุงรสก่อนสกัดน้ำมันแล้วนำพริกทอดใส่ลงในชุดตะแกรงในปริมาณที่ได้จากการทดสอบข้อที่ 1)

3) ตั้งเวลาการทำงานเครื่องสกัดน้ำมันต้นแบบแล้วทำการสกัดน้ำมันตามช่วงเวลา

4) นำพริกทอดที่สกัดน้ำมันแล้วออกจากเครื่องสกัดน้ำมัน จากนั้นชั่งน้ำหนักพริกทอดหลังสกัดน้ำมัน บันทึกน้ำหนักหลังสกัดน้ำมันทุกครั้งเพื่อนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพและวิธีสกัดน้ำมันด้วยเครื่องต้นแบบ

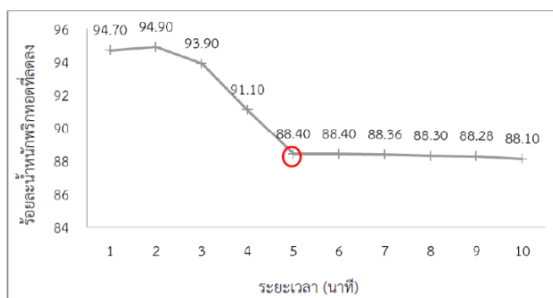
5) ทดสอบอายุการเก็บรักษาพริกทอดที่บรรจุห่อด้วยการเสิร์ฟน้ำมันวิธีเดิมและพริกทอดที่บรรจุห่อด้วยการสกัดน้ำมันเครื่องต้นแบบ แบ่งเป็นช่วงการเก็บรักษา 3 วัน 5 วัน 7 วัน และ 1 เดือน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องสกัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบชุมชนหนองบัวแดง
2. แบบสัมภาษณ์และการสนทนากลุ่มในการทำวิจัยของกลุ่มแปรรูปพริกทอดบ้านหนองบัวแดง
3. แบบบันทึกการทดสอบเพื่อใช้บันทึกน้ำหนักพริกทอดหลังสกัดน้ำมัน โดยการใช้เครื่องสกัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบที่พัฒนาขึ้น
4. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการทำงานของเครื่องสกัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบ

ผลการวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องสกัดน้ำมันต้นแบบนั้นเป็นการทดสอบการทำงานของเครื่องสกัดน้ำมันต้นแบบ โดยจะนำพริกที่ผ่านกระบวนการทอดปรุงรสแล้วเข้าเครื่องเพื่อสกัดน้ำมัน โดยเครื่องสามารถบรรจุพริกทอดได้สูงสุดครั้งละไม่เกิน 2 กิโลกรัม ทำการสกัดน้ำมันที่ความเร็วรอบในการเหวี่ยง 1500 รอบต่อนาที และกำหนดระยะเวลาในการสกัดน้ำมันพริกทอดที่เวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 นาที โดยทำการเปรียบเทียบน้ำหนักพริกทอดเฉลี่ยที่ลดลงจากน้ำหนักพริกทอดก่อนสกัดน้ำมันและน้ำหนักพริกทอดหลังการสกัดน้ำมัน พบว่า เวลาเพิ่มขึ้นจะทำให้น้ำหนักพริกทอดมีค่าน้อยลง แต่การคงสภาพของพริกทอดลดลง และที่ช่วงเวลา 5 นาที พริกทอดยังคงสภาพเดิมที่สุด น้ำหนักพริกทอดลดลงเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 88.40 นั้นหมายความว่าปริมาณน้ำมันคงเหลือคิดจากน้ำหนักพริกทอดที่ลดลงประมาณร้อยละ 11.60 ภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ร้อยละน้ำหนักของพริกทอดในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ

ผลการสอบถามความพึงพอใจก่อนการใช้งานเครื่องสกัดน้ำมันพริกทอด (วิธีการสะเด็ดน้ำมันแบบเดิม) ความพึงพอใจลดขั้นตอนในการนำน้ำมันออกจากพริกทอดคิดเป็นร้อยละ 53.12 ใช้เวลาในการสกัดน้ำมันออกจากพริกทอดน้อยคิดเป็นร้อยละ 49.56 พริกทอดที่ผ่านการสกัดมีปริมาณน้ำมันลดลงและเก็บไว้ได้นานคิดเป็นร้อยละ 46.73 ปริมาณการผลิตพริกทอดเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 52.47 ต้นทุนการแปรรูปพริกทอดลดลงคิดเป็นร้อยละ 56.84 และความพึงพอใจก่อนการใช้งาน

เครื่องสไลด์น้ำมันพริกทอด (วิธีการสะเด็ดน้ำมันแบบเดิม) โดยรวมมีความพึงพอใจร้อยละ 51.74 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลแบบสอบถามความพึงพอใจก่อนการใช้งานเครื่องสไลด์น้ำมันพริกทอด (วิธีการสะเด็ดน้ำมันแบบเดิม)

รายการ	ร้อยละ
1. ลดขั้นตอนในการนำน้ำมันออกจากพริกทอด	53.12
2. ใช้เวลาในการสไลด์น้ำมันออกจากพริกทอดน้อย	49.56
3. พริกทอดที่ผ่านการสไลด์มีปริมาณน้ำมันลดลงและเก็บไว้ได้นาน	46.73
4. ปริมาณการผลิตพริกทอดเพิ่มขึ้น	52.47
5. ต้นทุนการแปรรูปพริกทอดลดลง	56.84
ร้อยละ	51.74

ผลการสอบถามความพึงพอใจต่อการทำงานของเครื่องสไลด์น้ำมันพริกทอดต้นแบบ ความพึงพอใจลดขั้นตอนในการนำน้ำมันออกจากพริกทอดคิดเป็นร้อยละ 85.00 ใช้เวลาในการสไลด์น้ำมันออกจากพริกทอดน้อยคิดเป็นร้อยละ 75.00 พริกทอดที่ผ่านการสไลด์มีปริมาณน้ำมันลดลงและเก็บไว้ได้นานคิดเป็นร้อยละ 75.00 ปริมาณการผลิตพริกทอดเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 82.50 ต้นทุนการแปรรูปพริกทอดลดลงคิดเป็นร้อยละ 80.00 และความพึงพอใจต่อการทำงานของเครื่องสไลด์น้ำมันพริกทอดต้นแบบ โดยรวมมีความพึงพอใจร้อยละ 79.50 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการทำงานของเครื่องสไลด์น้ำมันพริกทอดต้นแบบ

รายการ	ร้อยละ
1. ลดขั้นตอนในการนำน้ำมันออกจากพริกทอด	85.00
2. ใช้เวลาในการสไลด์น้ำมันออกจากพริกทอดน้อย	75.00
3. พริกทอดที่ผ่านการสไลด์มีปริมาณน้ำมันลดลงและเก็บไว้ได้นาน	75.00
4. ปริมาณการผลิตพริกทอดเพิ่มขึ้น	82.50
5. ต้นทุนการแปรรูปพริกทอดลดลง	80.00
ร้อยละ	79.50

การวิเคราะห์ผลทางกายภาพของพริกทอดที่ผ่านกระบวนการสไลด์น้ำมัน พบว่าตัวอย่างทางกายภาพของพริกทอดสามารถเก็บได้นาน 1 เดือน โดยไม่มีน้ำมันคายตัวออกจากพริกทอดที่บรรจุห่อ

และไม่มีกลิ่นเหม็นหืนรวมถึงพริกทอดยังคงสภาพ สามารถบรรจุพริกทอดได้สูงสุด 2 กก./ครั้ง ใช้เวลาในการสลัดน้ำมัน 5 นาที หรือมีกำลังผลิตสูงสุด 24 กก./ชม. และปริมาณน้ำมันในพริกทอดลดลงประมาณร้อยละ 11.60

อภิปรายผลการวิจัย

1. การพัฒนาเครื่องสลัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบใช้เวลาในการสลัดน้ำมันพริกทอด 5 นาที หรือมีกำลังผลิตสูงสุด 24 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สอดคล้องกับ อุทัย ผ่องศรี (อุทัย ผ่องศรี, 2551) ได้ทำเครื่องสลัดน้ำมันสำหรับอาหารประเภททอด กล่าวว่า กระบวนการสลัดน้ำมันออกจากผลิตภัณฑ์อาหารนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ และการกำหนดเวลาสลัดจะขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ผลิตว่าต้องการคุณค่าของคุณภาพอาหารทอดประเภทนั้นๆ และปริมาณน้ำมันในพริกทอดลดลงประมาณร้อยละ 11.60 สอดคล้องกับ อุทัย ผ่องศรี และเสนีย์ ศิริไชย (2562) กล่าวว่า ปริมาณน้ำมันลดลงทำให้การเก็บรักษาได้นานขึ้น โดยทั่วไปอายุการเก็บรักษาของอาหารประเภทนี้ขึ้นกับ 2 ปัจจัยหลัก คือ ความชื้นและปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์อาหารนั้น ซึ่งทำให้ความกรอบลดลงและเกิดการเหม็นหืนได้

2. ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการทำงานของเครื่องสลัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบพบว่า มีความพึงพอใจต่อการทำงานของเครื่องสลัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบร้อยละ 79.50 เครื่องสลัดน้ำมันพริกทอดต้นแบบถูกออกแบบและสร้างขึ้นมาสามารถลดเวลาในขั้นตอนการสลัดน้ำมันสอดคล้องกับ ไพศาล ทองสงค์ และคณะ (2561) ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องสลัดน้ำมันหมูฝอยต้นแบบสำหรับ OTOP กลุ่มสตรีอาสาพัฒนาบ้านหนองหลวงเพื่อการส่งออกสู่ประชาคมอาเซียน

ข้อเสนอแนะ

การสลัดน้ำมันพริกทอดควรทำการศึกษาตัวแปรต่าง ๆ ของค่าองค์ประกอบแรงดึงดูดของโลก เพื่อกำหนดความเร็วรอบในการสลัดน้ำมันพริกทอดที่มีผลต่อเวลาในการสลัดน้ำมัน และทำการออกแบบเครื่องสลัดน้ำมันพริกทอดให้สามารถปรับค่าความเร็วรอบในการสลัดน้ำมันพริกทอดได้ เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

- ฐิตาภรณ์ ภูบุญบุตร. (2558). การจัดการพัฒนาอาชีพเสริมที่มีวัดเป็นศูนย์กลางสู่ชุมชนที่ยั่งยืน: กรณีศึกษาชุมชนบ้านตูม ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น. *มนุษยศาสตร์สังคมศาสตร์*, 32(2), 169-182.
- สุธีรา เดชนครินทร์, ธนัญญา ยินเจริญ, และอัศญาณ อารยะญาณ. (2561). การจัดการธุรกิจชุมชนแปรรูปอาหาร: กรณีศึกษาเทศบาลตำบลเกาะแก้ว อำเภอเมืองจังหวัดสงขลา. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ*. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ผการัตน์ พินิจวัฒน์. (2561). การส่งเสริมอาชีพให้ชุมชน: กรณีศึกษา บ้านไพร ตำบลเมือง อำเภอเมือง จังหวัดเลย. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 6(3), 925-935.
- ไพศาล ทองสงค์ สมุชัย เข้มเจริญ และศิริชัย ต่อสกุล. (2561). การออกแบบและพัฒนาเครื่องสกัดน้ำมันหมูฝอยต้อนแบบสำหรับ OTOP กลุ่มสตรีอาสาพัฒนาบ้านหนองหลวงเพื่อการส่งออกสู่ประชาคมอาเซียน. *วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต*, 8(3), 89-100.
- อุทัย ผ่องศรี. (2551). เครื่องสกัดน้ำมันสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารประเภททอด. สาขา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.
- อุทัย ผ่องศรี และเสนีย์ ศิริไชย. (2562). การพัฒนาเครื่องสกัดน้ำมันของอาหารประเภททอดสำหรับครัวเรือน. *วารสารวิทยาศาสตร์ มช.*, 47(4), 642-651.

การพัฒนาแผ่นฝ้าเพดานจากใยไม้ผสมผงยิปซัมที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนป้องกันความร้อน
Development of Ceiling Insulation from Wood Fibers Mixed
with Gypsum Powder

อติพันธ์ ลอยเมืองกลาง^{1*} และ อัคร เสมรบุญ²

Atipunt Loymuangklang^{1*} and Akara Smerapunya²

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตามสัญญาเลขที่ Res-CIT0602/2021¹

This research was funded by College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology
North Bangkok (Grant No. Res-CIT0602/2021)¹

ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ²

Department of Industrial Engineering Technology, College of Industrial Technology

King Mongkut's University of Technology North Bangkok²

Email: Atipunt.l@cit.kmutnb.ac.th

Received: August 29, 2021

Revised: October 11, 2021

Accepted: October 15, 2021

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผ่นฝ้าเพดานจากใยไม้ธรรมชาติผสมผงยิปซัมให้มีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อน ซึ่งได้ออกแบบอัตราส่วนผสมของใยไม้กับผงยิปซัมจำนวน 2 อัตราส่วน คือ 0.05:1 และ 0.1:1 โดยน้ำหนัก ทำการผลิตและขึ้นรูปแผ่นฝ้าด้วยแบบหล่อความหนา 9 มิลลิเมตร และใช้แผ่นกระดาษประกบทั้งด้านล่าง และด้านบนของแผ่นยิปซัม ทำการทดสอบคุณสมบัติเชิงกล ตามมาตรฐาน มอก. 219 – 2552 เรื่องแผ่นยิปซัม ประกอบด้วย การทดสอบแรงกดแตกตามยาว แรงกดแตกตามขวาง แรงต้านทานการดึงตะปู โดยใช้ตัวอย่างทดสอบ 3 ตัวอย่างต่ออัตราส่วนผสมต่อวิธีการทดสอบ และทดสอบการป้องกันความร้อนของแผ่นฝ้าเพดานจากใยไม้ผสมผงยิปซัมเปรียบเทียบกับแผ่นฝ้าเพดานที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดอีก 2 ชนิด คือ แผ่นฝ้าเพดานยิปซัมชนิดเปเปอร์ฟัท และแผ่นฝ้าเพดานชนิดกระเบื้องแผ่นเรียบ

จากผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกล พบว่า ที่อัตราส่วนผสม 0.05:1 ทุกชิ้น ผ่านมาตรฐาน แต่ที่อัตราส่วนผสม 0.1:1 ชิ้นทดสอบส่วนใหญ่ ไม่ผ่านมาตรฐาน ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน ที่อัตราส่วนผสม 0.05:1 มีประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนน้อยกว่าอัตราส่วนผสม

0.1:1 และเมื่อเปรียบเทียบกับแผ่นฝ้าเพดานอีกสองชนิด พบว่าประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของแผ่นฝ้าเพดานจากใยไม้ผสมผงยิปซัม สามารถป้องกันความร้อนได้มากกว่าแผ่นฝ้าเพดานทั้งสองชนิด โดยอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตแผ่นฝ้าเพดานจากใยไม้ธรรมชาติผสมผงยิปซัม คือ อัตราส่วนผสม 0.05:1 ซึ่งมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน สามารถทำให้อุณหภูมิภายในห้องลดลงได้ร้อยละ 17.75 จากอุณหภูมิภายนอกห้อง

คำสำคัญ: ผนวกันความร้อน ใยไม้ แผ่นฝ้าเพดาน

ABSTRACT

This research is experimental research. The objective is to develop ceiling board from wood fiber mixed with gypsum powder for thermal insulating properties. The mixture ratio of wood fibers and gypsum powder was designed in 2 ratios, 0.05:1 and 0.1:1 by weight. Production and forming of ceiling board by casting - thickness 9 mm. The casting use paper to cover the bottom and on top of the gypsum board. The properties testing of ceiling board from wood fibers mixed with gypsum powder followed the TIS 219-2009 standard (gypsum plasterboard) including breaking load, nail pull resistance. Using three samples per mixture ratio per test method. The comparing of the thermal resistance performance of the ceiling board from wood fibers mixed with gypsum powder with the other 2 types of ceiling boards are papertouch gypsum board and flat tile ceiling board.

From the results of the properties test, it was found that at a mixture ratio of 0.05:1 - every piece passed the standard, but at a mixture ratio of 0.1:1, the most of testing samples did not pass the standard. Thermal resistance performance test of mixture ratio of 0.05:1, the thermal resistance efficiency is less than mixture ratio of 0.1:1. By comparing with the other two types of ceiling boards. It was found that the thermal resistance efficiency of the ceiling board from wood fibers mixed with gypsum powder has decrease temperature higher than the other two.

In conclusion, the most suitable ratio of ceiling board made from wood fibers mixed with gypsum powder is 0.05:1, which is effective in preventing heat that can decrease the temperature inside the room from outside the room by 17.75%.

Keyword : Ceiling Board, Wood Fibers, Insulation

บทนำ

สภาพอากาศในปัจจุบันของประเทศไทยมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งอาจเกิดจากแสงอาทิตย์ หรือเกิดจากพฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ เพื่ออำนวยความสะดวกสบาย เช่น การใช้งานเครื่องปรับอากาศ และมีการใช้สารไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) มากขึ้น ซึ่งสารดังกล่าวสร้างผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อนรุนแรงกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ถึงพันเท่า (United States Environmental Protection Agency, 2020) เนื่องจากปัญหาดังกล่าว จึงมีแนวความคิดที่ให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาสภาพอากาศร้อนจากสิ่งแวดล้อมก็คือ ที่พักอาศัย โดยส่วนประกอบหลักของที่พักอาศัยที่มีการส่งผ่านความร้อนมากที่สุดคือส่วนของหลังคา บริเวณใต้หลังคาจึงต้องมีการติดตั้งแผ่นฝ้าเพดาน เพื่อลดการส่งผ่านความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักและสิ้นเปลืองพลังงานเพิ่มขึ้น ในการติดตั้งแผ่นฝ้าเพดานที่นิยมใช้กันมากคือ แผ่นยิปซัม ประกอบด้วยปูนยิปซัม (Gypsum plaster) เป็นส่วนผสมหลัก และอาจผสมด้วยเส้นใยหรือวัสดุอื่นๆ เพื่อเพิ่มคุณภาพให้กับแผ่นยิปซัม ให้มีความสวยงาม ง่ายต่อการตกแต่ง กันร้อน กันเสียง กันไฟ ไม่ยืดหดตัว ติดตั้งดัดแปลงแก้ไขง่าย ประหยัด และไม่เกิดการไหม้แบบลูกกลามเมื่อถูกเผาไหม้ (จรรยา ชื่นอารมณ์, 2554) สำหรับแผ่นฉนวนกันความร้อนที่มีใช้กันอยู่โดยทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นแบบแผ่นฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ หรือแผ่นฉนวนแบบโพลียูรีเทน ก็ยังมีราคาที่สูง โดยส่วนใหญ่วัสดุหลักที่นำมาทำฉนวนกันความร้อนคือ โยแก้ว ซึ่งวัสดุบางอย่างที่นำมาผสมกับโยแก้วเป็นวัสดุที่ก่อให้เกิดอันตราย หรือให้ความรู้สึกอันตราย เช่น มีกลิ่นเหม็น การสัมผัสโดยตรงกับผิวหนังอาจทำให้เกิดอาการแพ้ ระคายเคืองต่อผิวได้ สำหรับแนวทางการนำวัสดุธรรมชาติที่มีคุณสมบัติต้านทานความร้อนมาใช้เป็นวัสดุทดแทน โดยเฉพาะไม้ยางพารา ซึ่งเป็นสินค้าส่งออกสร้างรายได้มากเป็นอันดับต้นๆเข้าสู่ประเทศ และจากสถิติการส่งออกไม้ยางพาราแปรรูป ปี พ.ศ. 2559 มีมูลค่าการส่งออกมากกว่าสี่หมื่นล้านบาท (สมาคมธุรกิจไม้ยางพาราไทย, 2560) ซึ่งในต่างประเทศ ก็ประสบปัญหาขยะเศษไม้ที่เหลือจากกระบวนการผลิต เช่น ในประเทศจีน มีเศษไม้หลายพันตันที่เกิดจาก งานก่อสร้าง การผลิตเฟอร์นิเจอร์ และกิจกรรมอื่น ๆ โดยไม่สามารถจัดการกับขยะเหล่านี้ได้ และส่วนใหญ่มักใช้เป็นเชื้อเพลิงหรือทิ้งโดยตรง ทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและปัญหาสุขภาพ อย่างรุนแรง (Wang et al., 2017) ในการศึกษาการผลิตแผ่น

ผลิตภัณฑ์โดยใช้เส้นใยธรรมชาติเป็นส่วนผสม สามารถขึ้นรูปแผ่นผลิตภัณฑ์และใช้งานได้จริง ด้วยการใช้วัสดุหลักที่ทำจากปูนซีเมนต์ เนื่องจากมีความหนาแน่นและต้นทุนต่ำ โดยผลการทดสอบให้คุณสมบัติเชิงกลสูง และคุณสมบัติการกระจายตัวทางความร้อนที่ดีเยี่ยม (He *et al.*, 2019)

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงพัฒนาแผ่นผ้าเบตาที่มีวัสดุธรรมชาติเป็นส่วนประกอบ เพื่อนำมาทดแทนการใช้ใยแก้วในการทำฉนวนกันความร้อน โดยใช้ใยไม้ที่ได้จากขั้นตอนของการแปรรูปไม้ และใช้ผงยิปซัมในการช่วยยึดประสานกับใยไม้เข้าด้วยกัน แล้วนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน ระหว่างฉนวนกันความร้อนทั่วไปที่มีจำหน่ายในท้องตลาดกับฉนวนกันความร้อนจากใยไม้ผสมผงยิปซัม ว่าสามารถลดการส่งผ่านอุณหภูมิได้จริง และสามารถนำมาเป็นวัสดุทดแทนใยแก้วได้จริง

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาแผ่นผ้าเบตาจากใยไม้ผสมผงยิปซัมที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อน ภายใต้มาตรฐาน มอก. 219 – 2552 เรื่องแผ่นยิปซัม เพื่อทดสอบความแข็งแรง และทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนเมื่อเทียบกับแผ่นผ้าเบตาที่ใช้ใยแก้วเป็นส่วนผสม ที่มีจำหน่ายโดยทั่วไป

สมมุติฐานการวิจัย

ใยไม้ธรรมชาติมีลักษณะทางโครงสร้างเป็นช่องอากาศที่มีรูพรุน มีการกระจายตัวของความร้อนได้ดี การนำความร้อนต่ำ ช่วยลดการส่งผ่านความร้อนได้ จึงเป็นคุณสมบัติที่ดีของฉนวนกันความร้อน

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาคุณสมบัติของแผ่นผ้าเบตาที่ผลิตจากใยไม้ผสมผงยิปซัม โดยมีการทดสอบคุณสมบัติเชิงกล และคุณสมบัติเชิงความร้อนเปรียบเทียบกับแผ่นผ้าเบตาทั่วไปที่มีขายในท้องตลาด

ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันความร้อน ใช้แผ่นผ้าเบตาที่มีขนาด $9 \times 600 \times 600$ มิลลิเมตร ส่วนแผ่นผ้าเบตาที่ใช้ทดสอบคุณสมบัติเชิงกลเป็นไปตามขนาดมาตรฐานการทดสอบ มอก. 219 – 2552 เรื่องแผ่นยิปซัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2553) โดยได้ออกแบบอัตราส่วนผสมของใยไม้กับผงยิปซัม ซึ่งเป็นการออกแบบส่วนผสมของแกนกลางของแผ่นยิปซัม (โดยไม่รวมถึงกระดาษทั้งสองด้าน) ทำการอ้างอิงส่วนผสมจากอัตราส่วนการขึ้นรูปของยิปซัมปกติ และเพิ่มปริมาณของใยไม้มากขึ้น (ประชุม คำพุฒ, 2560) ทั้งหมด 2 อัตราส่วน โดยใช้สารโซเดียมซิลิเกต

(Na_2SiO_3) เป็นสารเร่งการก่อตัวในการขึ้นรูป โดยใช้อัตราส่วน 0.05:1 และ 0.1:1 โดยน้ำหนัก รายละเอียดของส่วนผสมแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของแผ่นยิปซัม โดยน้ำหนัก

อัตราส่วน	F5%	F10%
ใยไม้ธรรมชาติ	0.05	0.1
ผงยิปซัม	1	1
โซเดียมซิลิเกต	0.03	0.03
น้ำ	1	1

เครื่องมือและอุปกรณ์

ใยไม้ยางพาราอบแห้ง เป็นใยไม้ยางพาราที่ใช้ในกระบวนการผลิตแผ่น MDF (*Medium - Density Fiberboard*) ซึ่งส่วนที่ใช้เป็นกึ่งก้าน รวมทั้งส่วนที่เหลือของลำต้นที่ถูกตัดโคนเพื่อผลิตไม้ยางพาราแปรรูป ตลอดจนไม้ส่วนที่เหลือจากการแปรรูป นำใยไม้ยางพารามผสมกับผงยิปซัมและน้ำตามอัตราส่วนที่กำหนดจนเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้น เติมสารโซเดียมซิลิเกตเพื่อช่วยเร่งการก่อตัว และเป็นตัวเชื่อมประสาน ทำการขึ้นรูปแผ่นผ้า โดยปูแผ่นกระดาษลงบนแบบหล่อแล้วเทส่วนผสมลงไปปาดผิวให้เรียบ จากนั้น นำกระดาษอีกแผ่นหนึ่งวางประกบด้านบน ทำการบ่มจนส่วนผสมแข็งตัวเป็นแผ่นผ้าตามระยะเวลาที่กำหนด ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 เทส่วนผสมลงในแบบ และปาดผิวให้เรียบ

ทำการบ่มแผ่นผ้าเพดานจากใยไม้ผสมผงยิปซัม ในอากาศที่อุณหภูมิปกติ (30–35 องศาเซลเซียส) จนแผ่นผ้าแห้งสนิท ที่อายุการบ่ม 28 วัน (ปรามิทย์ วีรานุกูล และ กิตติพงษ์ สุวิโร, 2560)

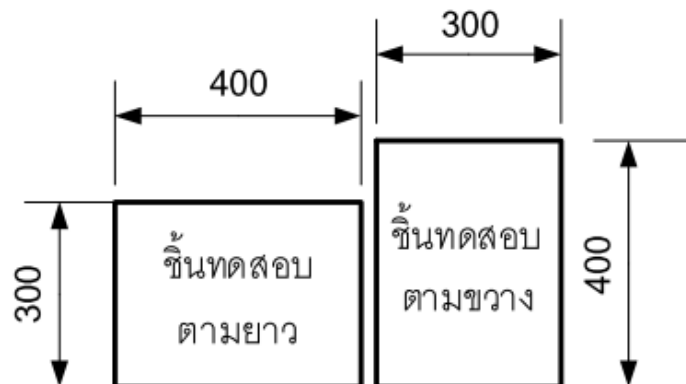
ถอดแบบหล่อ และนำเข้าสู่ตู้อบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อนำไปทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบแผ่นผ้าเบรคาน มอก. 219 – 2552 เรืองแผ่นยับซึม โดยใช้ตัวอย่างทดสอบ 3 ตัวอย่าง ต่ออัตราส่วนผสมต่อวิธีการทดสอบ โดยแบ่งการทดสอบแผ่นผ้าเบรคานเชิงกลออกเป็น 2 ส่วน



ภาพประกอบ 2 แผ่นผ้าเบรคานจากใยไม้ผสมผงยับซึม

การทดสอบคุณสมบัติของแผ่นผ้าเบรคาน

การทดสอบแรงกดแตก (Breaking Load) โดยตัดชิ้นทดสอบจากแผ่นตัวอย่าง 2 แผ่น ชิ้นทดสอบที่ตัด ต้องมีด้านยาว 400 มิลลิเมตรของชิ้นหนึ่ง ขนานกับแนวยาวของเครื่องทดสอบแผ่นยับซึม เรียกว่า ชิ้นทดสอบตามยาว ส่วนด้านยาว 400 มิลลิเมตรของอีกชิ้นหนึ่ง ต้องตั้งฉากกับแนวยาว เรียกว่า ชิ้นทดสอบตามขวาง ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 การเตรียมชิ้นทดสอบแรงกดแตก

ทำการตัดชิ้นทดสอบขนาดกว้าง 300 มิลลิเมตร ยาว 400 มิลลิเมตร เพื่อทดสอบแรงกดแตกตามยาว โดยวางชิ้นทดสอบลงบนจตุรรองรับ คว่ำด้านที่ใช้งานลง แล้วกดน้ำหนักลงบนจุดกึ่งกลาง ส่วนการทดสอบแรงกดแตกตามขวาง วางชิ้นทดสอบลงบนจตุรรองรับ ให้หงายด้านที่ใช้งานขึ้น แล้วกดน้ำหนักลงบนจุดกึ่งกลาง จนแผ่นชิ้นทดสอบแตก ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 การทดสอบแรงกดแตกของแผ่นฝ้าเพดานจากใยไม้ผสมผงยิปซัม

การทดสอบแรงต้านการดึงตะปู (Nail pull resistance) ตัดชิ้นทดสอบขนาดกว้าง 150 มิลลิเมตร ยาว 150 มิลลิเมตร เจาะรูตรงกลางชิ้นทดสอบให้ทะลุความหนาแผ่นทดสอบ วางชิ้นทดสอบลงบนแท่นรองรับของเครื่องทดสอบ โดยหงายด้านที่ใช้งานขึ้น ให้รูของชิ้นทดสอบอยู่ในตำแหน่งตรงกันกับปลายตะปู สอดปลายตะปูลงไปรูของชิ้นทดสอบ เพิ่มแรงกดจนหัวตะปูเจาะทะลุเข้าไปในผิวหน้าของแผ่นฝ้าเพดานจนได้แรงกระทำสูงสุดเป็นค่าแรงต้านการดึงตะปู (มอก. 219-2552 : 10-11) ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 การทดสอบแรงต้านการดึงตะปูของแผ่นฝ้าเพดานจากใยไม้ผสมผงยิปซัม

การทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันความร้อน โดยคุณสมบัติของฉนวนกันความร้อน (Thermal Insulation) คือ วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนผ่านโครงสร้าง จากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออุณหภูมิทั้งสองด้านจะต้องแตกต่างกัน (คณะกรรมการบริหารโครงการฉลากเขียว, 2554 : 8) สามารถทดสอบได้โดยการสร้างตู้จำลองเสมือนว่าเป็นอุณหภูมิภายนอกและภายในของตัวบ้าน ซึ่งออกแบบเป็นตู้สองชั้น ซ้อนทับกัน และมีการติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิ (Digital Thermometer) ภายในตู้จำนวน 4 จุด ดังต่อไปนี้

ตู้ทดลองชั้นบน เป็นตู้ควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งจะมีหลอดเซรามิกที่สามารถปรับระดับควบคุมความร้อนได้ โดยทำการควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 40 องศาเซลเซียส เปรียบเสมือนอากาศภายนอกโดยธรรมชาติ

ตู้ทดลองชั้นล่าง เป็นตู้ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิและเปรียบเทียบค่าฉนวนการป้องกันความร้อนแผ่นฝ้าเพดาน โดยตู้ชั้นล่างเปรียบเสมือนภายในห้องหรือตัวบ้านที่จะได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ในเวลากลางวัน โดยการทดสอบ จะทำการเปรียบเทียบแผ่นฝ้าเพดานจากใยไม้ผสมผงยิปซัมทั้ง 2 อัตราส่วน กับแผ่นฝ้าเพดานที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดอีก 2 ชนิด โดยมีตำแหน่งของการติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิ ดังนี้

ตำแหน่งที่ 1 วัดอุณหภูมิภายในตู้ชั้นบน, ตำแหน่งที่ 2 วัดอุณหภูมิด้านบนของแผ่นฝ้าเพดาน

ตำแหน่งที่ 3 วัดอุณหภูมิด้านล่างของแผ่นฝ้าเพดาน, ตำแหน่งที่ 4 วัดอุณหภูมิตู้ชั้นล่าง

ทำการทดลองและเปรียบเทียบผลการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันความร้อน ของแผ่นฝ้าเพดาน ทั้งหมด 3 ชนิด คือมีแผ่นฝ้าเพดานจากใยไม้ผสมผงยิปซัมทั้ง 2 อัตราส่วน แผ่นฝ้าเพดานยิปซัมชนิดเปเปอร์ทซ์ และแผ่นฝ้าเพดานชนิดกระเบื้องแผ่นเรียบ โดยในการทดสอบ ใช้แผ่นฝ้าเพดาน ขนาด

9 × 600 × 600 มิลลิเมตร และเป็นขนาดเท่ากับแผ่นผ้าเพดานชนิดติดตั้งบนรางทีบาร์ ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอยู่ภายในประเทศ



ภาพประกอบ 6 ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิและการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันความร้อน

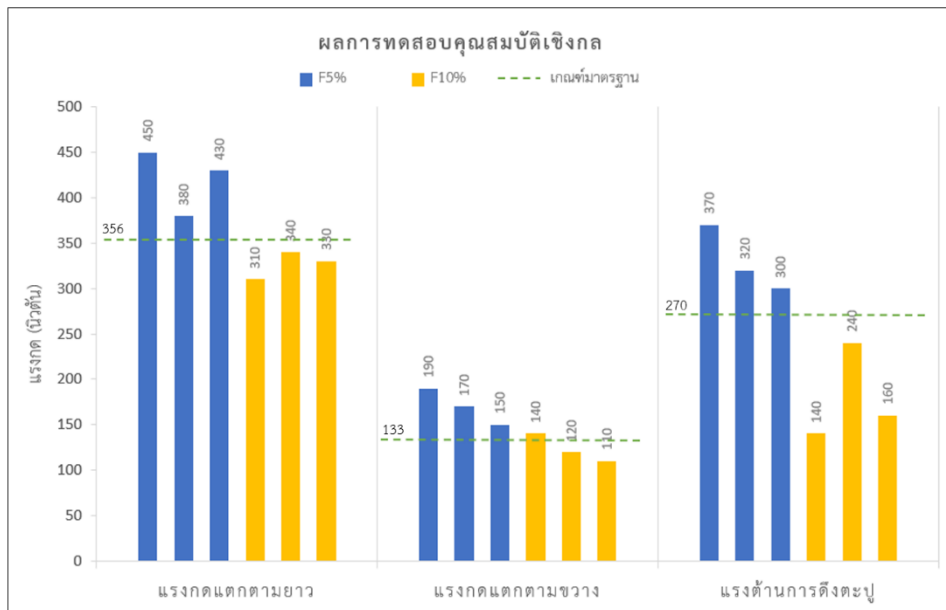
ผลการวิจัย

จากการทดสอบคุณสมบัติของแผ่นผ้าเพดานจากใยไม้ผสมผงยิปซัม เพื่อใช้ผลิตเป็นแผ่นผ้าเพดานที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อน รวมไปถึงการทดสอบคุณสมบัติเชิงความร้อนเปรียบเทียบกับแผ่นผ้าเพดานมีขายในท้องตลาด ตามมาตรฐานเชิงพาณิชย์ สามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังต่อไปนี้

ผลทดสอบแรงกดแตก (Breaking Load)

การทดสอบแรงกดแตกตามยาวของแผ่นผ้าเพดานจากใยไม้ผสมผงยิปซัม ทั้ง 2 อัตราส่วน โดยใช้ตัวอย่างทดสอบ 3 ตัวอย่างต่ออัตราส่วนผสม สามารถสรุปผลได้ ดังภาพประกอบ 7

โดยจากภาพประกอบ 7 พบว่า อัตราส่วนใยไม้ต่อผงยิปซัม 0.05 : 1 หรืออัตราส่วนใยไม้ F5% ทุกชิ้นการทดสอบ มีค่าเกินค่ามาตรฐาน และพบว่าที่อัตราส่วนใยไม้ต่อผงยิปซัม 0.1 : 1 หรืออัตราส่วนใยไม้ F10% ชิ้นทดสอบส่วนใหญ่ มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน โดยการเพิ่มปริมาณของใยไม้ในส่วนผสมทำให้ความแข็งแรงของแผ่นผ้าเพดานลดลง ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานงานวิจัยที่ได้ศึกษามา



ภาพประกอบ 7 ผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกล

การทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันความร้อน

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของแผ่นฝ้าเพดานจากใยไม้ผสมผงยิปซัมที่อัตราส่วนผสม F5% และ F10% แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการป้องกันความร้อนของแผ่นฝ้าเพดานจากภายนอก เข้าสู่ภายในตัวบ้านหรือตัวอาคาร โดยเปรียบเทียบกับแผ่นฝ้าเพดานที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดอีก 2 ชนิด คือ แผ่นฝ้าเพดานยิปซัมชนิดเปเปอร์ฟัท และแผ่นฝ้าเพดานชนิดกระเบื้องแผ่นเรียบ ซึ่งผลการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันความร้อน ณ จุดที่ตรวจวัด (องศาเซลเซียส)

จุดที่ตรวจวัด	จุดที่1	จุดที่2	จุดที่3	จุดที่4	ร้อยละของอุณหภูมิที่ลดลง
ชนิดแผ่นฝ้าเพดาน					
F5%	40	38.5	35.4	32.9	17.75
F10%	40	38.3	34.2	31.1	22.25
ยิปซัมเปเปอร์ฟัท	40	38.4	36.5	34.3	14.25
กระเบื้องแผ่นเรียบ	40	38.5	36.8	34.3	14.25

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการศึกษาและพัฒนาแผ่นผ้าเพดานจากใยไม้อธรรมชาติดผสมผงยิปซัม ที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนป้องกันความร้อน สามารถสรุปได้ว่า ในการทดสอบคุณสมบัติเชิงกล ที่อัตราส่วนผสม F5% ทุกชั้นการทดสอบ ผ่านมาตรฐาน มอก.219-2552 เรื่องแผ่นยิปซัม แต่ที่อัตราส่วนผสม F10% ชั้นทดสอบส่วนใหญ่ ไม่ผ่านมาตรฐานดังกล่าว

ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน ที่อัตราส่วนผสม F5% มีประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนน้อยกว่าอัตราส่วนผสม F10% ซึ่งมีปริมาณส่วนผสมใยไม้อธรรมชาติน้อยกว่า และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนกับแผ่นผ้าเพดานที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั้งสองชนิด จะเห็นได้ว่าแผ่นผ้าเพดานจากใยไม้อผสมผงยิปซัมสามารถป้องกันความร้อนได้ดีกว่า

สรุปได้ว่าอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด ในการผลิตแผ่นผ้าเพดานจากใยไม้อธรรมชาติดผสมผงยิปซัม ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน และผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานของการผลิตแผ่นยิปซัม คือ อัตราส่วนผสม F5% ซึ่งสามารถทำให้อุณหภูมิภายในห้องลดลงจากอุณหภูมิภายนอกห้องได้ร้อยละ 17.75

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมื่อเพิ่มปริมาณส่วนผสมของใยไม้มากขึ้น ส่งผลให้การยึดเกาะเชื่อมประสานของผงยิปซำน้อยลง เกิดช่องว่างในเนื้อแผ่นผ้าค่อนข้างมาก ซึ่งมีผลโดยตรงทำให้ความแข็งแรงของแผ่นผ้าเพดานลดลง อย่างไรก็ตามการเพิ่มปริมาณส่วนผสมของใยไม้มากขึ้น ทำให้โครงสร้างภายในเนื้อแผ่นผ้าเป็นช่องอากาศที่มีรูพรุน มีการกระจายตัวของความร้อนได้ดี นำความร้อนต่ำ ซึ่งเป็นคุณสมบัติในการเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี

ข้อเสนอแนะ

- ควรศึกษาความเป็นไปได้ของการผลิตแผ่นผ้าเพดาน ที่เพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน ซึ่งมีวัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนอีกหลายอย่างที่น่าสนใจ
- สามารถนำไปเป็นแนวทางในการผลิตแผ่นผ้าเพดานกันความร้อน ในเชิงอุตสาหกรรม โดยใช้วัสดุธรรมชาติ หรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่นๆ มาเป็นฉนวนกันความร้อน เพื่อลดต้นทุนค่าวัสดุ

เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการบริหารโครงการฉลากเขียว. (2554). *ข้อกำหนดฉลากเขียวสำหรับผลิตภัณฑ์ฉนวนกันความร้อน*. สำนักงานเลขานุการโครงการฉลากเขียว. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.
- จรรยา ชื่นอารมณ. (2554). ผลของการเก็บรักษาผิบบ่มพลาสติกต่อสมบัติเชิงกลของแบบหล่อปูนพลาสติก. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*, 14(3).
- ประชุม คำพุด. (2560). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าเปดานโดยใช้เศษพลาสติกอีวีเอเหลือทิ้ง. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ปราโมทย์ วีรานุกูล และ กิตติพงษ์ สุวีโร. (2560). *ผลิตภัณฑ์แผ่นผ้าเปดานผสมขุยมะพร้าวที่มีสมบัติต้านทานการดูดซึมน้ำ และเป็นฉนวนป้องกันความร้อนสำหรับชุมชนท้องถิ่น*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- สมาคมธุรกิจไม้ยางพาราไทย. (2560). [ออนไลน์]. สถิติส่งออก-นำเข้า ไม้ยางพาราแปรรูป ปี 2559. สืบค้น 31 มกราคม 2564. จาก <http://www.tparubberwood.org/articles.php?page=1>.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2553). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่องแผ่นยิปซัม*. มอก.219 – 2552. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- He, T., Xu, R., Da, Y., Yang, R., Chen, C., and Liu, Y. (2019). Experimental study of high-performance autoclaved aerated concrete produced with recycled wood fibers and rubber powder. *Journal of Cleaner Production*, 234, 559–567.
- United States Environmental Protection Agency. (2020). Understanding Global Warming Potentials. Retrieved 31 Jan. 2020. from: <https://www.epa.gov/ghgemissions>.
- Wang, L., Yu, I.K.M., Tsang, D.C. W., Li, S., Li, J. Shan, Poon, C.S., Wang, Y.S., and Dai, J.G. (2017). Transforming wood waste into water-resistant magnesia-phosphate cement particleboard modified by alumina and red mud. *Journal of Cleaner Production*, 168, 452–462.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขัดผิวจากเศษกะลาแมคคาเดเมีย สำหรับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ผลิต
และแปรรูปแมคคาเดเมียเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์
Development of Exfoliating Products from Macadamia Shell Scraps
for the Community Enterprise of Khao Kho Macadamia Producer
and Processing Group Phetchabun Province.

ธงชัย เครือฝื่อ^{1*}, เอรารัตน์ ชานูพหล¹, ศักดิ์ศิริชัย ศรีสวัสดิ์¹

สุวิมล เทียกทุม² และ ประธาน เรียงลาด³

Thongchai Khrueaphue^{1*}, Arawan Chanpahol¹, Saksirichai Srisawad¹,

Suwimon Thiakthum², and Prathan Rienglard³

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์¹

Program in Production Technology, Faculty of Agricultural and Industrial Technology,

Phetchabun Rajabhat University¹

สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและการจัดการ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์²

Program in Production and Management Engineering, Faculty of Agricultural and Industrial Technology,

Phetchabun Rajabhat University²

สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์³

Program in Animal Science, Faculty of Agricultural and Industrial Technology,

Phetchabun Rajabhat University³

Email: Thongchai010426@Gmail.com

Received: August 31, 2021

Revised: October 11, 2021

Accepted: November 30, 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาผลิตภัณฑ์ขัดผิวจากเศษกะลาแมคคาเดเมีย เพื่อใช้สำหรับทำความสะอาดบนผิวหนังที่มีคุณสมบัติขัดสิ่งสกปรก รวมไปถึงการถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับวิสาหกิจชุมชน เศษกะลาแมคคาเดเมียถูกนำมาเผาและบดเพื่อให้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์ขัดผิว จากลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขัดผิว พบว่า ที่ขนาดของผงกะลาแมคคาเดเมีย 0.076 มิลลิเมตร มีลักษณะเป็นก้อนที่มันวาวผิวเรียบ ที่ขนาดของผงกะลาแมคคาเดเมีย 0.185 มิลลิเมตร มีลักษณะเงา ด้านและหยาบเล็กน้อย และที่ขนาดของผงกะลาแมคคาเดเมีย 0.573 มิลลิเมตร มีลักษณะขรุขระและ

หยาบมาก และจากการทดสอบตัวแปรปริมาณส่วนผสมของผงกะลาแมคคาเดเมียที่ 20, 30 และ 40 กรัม พบว่า มีค่า pH อยู่ระหว่าง 8.55-9.15 มีค่าความแข็งอยู่ระหว่าง 41.2-51.6 kg.m/s² มีค่าแรงตึงผิวอยู่ระหว่าง 30-36 mN/m มีค่าการเกิดเชื้อราอยู่ระหว่าง 2.1-5.9 CFU/dm²/h ค่าความสะอาดหลังจากการใช้งานอยู่ระหว่าง 11-21 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าการระคายเคืองผิวอยู่ที่ 0-4 อย่างไรก็ตามจากการทดสอบหาค่าที่ส่งผลหลังจากการนำไปใช้งาน โดยปัจจัยที่เหมาะสมที่สุด คือ ที่ปริมาณส่วนผสมผงกะลาแมคคาเดเมีย 30 กรัม ขนาดของผงกะลาแมคคาเดเมีย 0.185 มิลลิเมตร ซึ่งมีความสะอาดอยู่ที่ 21 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการระคายเคืองผิวอยู่ที่ระดับ 2 ซึ่งเป็นระดับของระคายเคืองผิวเพียงเล็กน้อย และผลการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนพบว่า ความพึงพอใจในภาพรวมโดยเฉลี่ย 4.33 ± 0.17 มีค่าอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์ขัดผิว, ผงกะลาแมคคาเดเมีย และวิสาหกิจชุมชนแมคคาเดเมียเขาค้อ

ABSTRACT

This research aims to develop exfoliating products from macadamia shells. To be used for cleaning on the skin with the ability to remove dirt. Including the transfer of knowledge to community enterprises Macadamia shavings are burned and ground to become raw materials for abrasive products. From the physical characteristics of exfoliating product, it was found that at the size of the powder 0.076 mm, it had a shiny lump with a smooth surface. And at a powder size of 0.573 millimeters, it is very rough and coarse. And from testing the variable content of coconut shell powder at 20, 30 and 40 grams, it was found that the pH was between 8.55-9.15, the hardness was between 41.2-51.6 kg.m/s², and the surface tension was between 30-36 mN/m had a mold incidence of 2.1-5.9 CFU/dm²/h, cleanliness after use was 11-21 percent, and skin irritation was 0-4. However, from testing to determine the effect after implementation The most suitable factor was that the mixture amount of macadamia shell powder 30 grams, the size of 0.185 millimeters of macadamia shell powder, which was clean at 21 percent, had skin irritation at level 2, which was the level of skin irritation only a little and the results of the satisfaction assessment of knowledge

transfer to community enterprise groups found that the overall satisfaction, on average, 4.33 ± 0.17 , was at a high level.

Keyword: Exfoliating Products, Macadamia Shell Powder And Khao Kho Macadamia Community Enterprise.

บทนำ

จังหวัดเพชรบูรณ์มีที่ตั้งอยู่ทางภาคเหนือตอนล่างของประเทศ มีขนาดพื้นที่โดยประมาณ 7,917,760 ไร่ มีเทือกเขาขนานกันไปทั้งสองข้าง มีอากาศร้อนจัดในฤดูร้อนและหนาวจัดในฤดูหนาว สภาพดินมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะแก่การเพาะปลูกพืชทางการเกษตรและพืชสวนครัวหลายชนิด อย่างไรก็ตามจากการลงพื้นที่เพื่อสำรวจปัญหาและความต้องการของชุมชน พบว่า นอกจากพืชสวนครัวที่สร้างรายได้ให้กับครอบครัว แต่ยังมีพืชทางการเกษตรอีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญกับชาวไทยภูเขาเป็นอย่างมาก คือ ผลแมคคาเดเมีย ซึ่งนิยมปลูกในพื้นที่เชิงเขาเป็นพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้หลักให้กับชาวไทยภูเขาจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยปัจจุบันมีวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปแมคคาเดเมียอำเภอเขาค้อ ทำการรับซื้อเพื่อนำไปทำการผลิตและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แมคคาเดเมียเขาค้อ ตราแมค พิวาย จำหน่ายทั่วประเทศและกำลังเป็นที่นิยมในการบริโภค จากความต้องการของตลาดที่กว้างขวางส่งผลให้มีการกระตุ้นกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งในการผลิตแมคคาเดเมียปริมาณ 1,000 กิโลกรัม จะได้ปริมาณเมล็ดประมาณ 300 กิโลกรัม และกะลาแมคคาเดเมีย 700 กิโลกรัม ซึ่งปัจจุบันกลุ่มวิสาหกิจได้นำเศษกะลาแมคคาเดเมียเหลือทิ้งไปทำการเผาทิ้งหรือใส่โคนต้นไม้เพื่อเป็นวัสดุคลุมหน้าดินเพียงบางส่วน และยังมีเศษกะลาแมคคาเดเมียเหลือทิ้งอีกประมาณ 50-60 ตัน ที่ยังไม่สามารถบริหารจัดการได้ ดังนั้นจากการสอบถามข้อมูลจากคุณวนรัตน์ แสนยากุล ประธานวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปแมคคาเดเมียเขาค้อ ได้มีความต้องการเป็นอย่างมากในการนำเศษกะลาแมคคาเดเมียไปทำการแปรรูปหรือสร้างมูลค่าให้เกิดประโยชน์สูงสุด

การนำเอาเศษกะลาแมคคาเดเมียเหลือทิ้งไปทำการแปรรูปและจัดทำเป็นผลิตภัณฑ์ขัดผิวที่มีคุณสมบัติในการขัดถูคราบสิ่งสกปรกออกได้ดี เช่น คราบน้ำมันเครื่อง คราบสี และผิวหนังกำพร้า ที่ไม่สามารถล้างหรือขัดถูออกได้อย่างง่ายด้วยผลิตภัณฑ์ขัดผิวทั่วไป จะเป็นการส่งเสริมการบริหารจัดการเศษกะลาแมคคาเดเมียเหลือทิ้งและเพิ่มมูลค่า และเพิ่มมูลค่างานวิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขัดผิวที่มีรายงานก่อนหน้านี้จะนำเอาเศษกะลาแมคคาเดเมียไปเผา แล้วทำการบดย่อยให้เป็นผงละเอียดเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขัดผิว ซึ่งจะให้คุณสมบัติเด่น คือ ขณะทำการขัดถูคราบสิ่งสกปรกโดยใช้ผลิตภัณฑ์ขัดผิว เม็ดผงกะลาแมคคาเดเมียจะทำหน้าที่เป็นตัวขัดถูและแทรกตัวเข้าไปทำความสะอาด

สะอาดบริเวณรื้อรอยของผิวหนัง (ปัญญา มณีจักร, 2560) และข้อเด่นอีกประการของผลิตภัณฑ์ขัดผิวจากผงกะลาแมคคาเดเมีย คือมีธาตุคาร์บอน แคลเซียม โพแทสเซียม ธาตุเหล็ก และโซเดียม ซึ่งมีสรรพคุณที่ช่วยดึงแบคทีเรีย สารพิษ และสิ่งสกปรกออกจากผิว (พิทักษ์ อยู่มี, 2558 และจิตต์ลัดดา ศักดาภิพาณิชย์, 2550) งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาตัวแปรที่เหมาะสมในการจัดทำผลิตภัณฑ์ขัดผิว รวมไปถึงถ่ายทอดองค์ความรู้จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขัดผิวให้กับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปแมคคาเดเมียเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

วิธีการดำเนินการวิจัย

กระบวนการเผาเศษกะลาแมคคาเดเมีย

ทำการเผาเศษกะลาแมคคาเดเมียเพื่อใช้ในการศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อการบดละเอียด ซึ่งมีกระบวนการดังภาพประกอบ 1 (ก) เป็นการเตรียมเตาเผา โดยใช้ถังน้ำมันขนาด 200 ลิตร เป็นผนังเตาด้านนอกเพื่อใช้ในการรองรับวัสดุเชื้อเพลิงเผา (ไม้มะขามแห้ง) โดยใส่ในเตาครั้งละ 20 กิโลกรัม และใช้ถังน้ำมันขนาด 50 ลิตร เป็นผนังเตาด้านในเพื่อรองรับเศษกะลาแมคคาเดเมีย จากภาพประกอบ 1 (ข) ทำการใส่กะลาแมคคาเดเมียแบบสัดในปริมาณ 10 กิโลกรัม/ครั้ง แล้วปิดฝาเตาด้านใน หลังจากนั้นจุดเตาโดยเปิดฝาเตาด้านนอกไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากภาพประกอบ 1 (ค) เป็นกระบวนการอบให้เศษกะลาแมคคาเดเมียเป็นถ่าน ซึ่งหลังจากทำการจุดเตาครบ 1 ชั่วโมง ทำการปิดฝาเตาด้านนอกโดยมีปล่องควันด้านบนเพื่อไล่ความชื้นและควัน ในการบันทึกเวลานั้นจะเริ่มตั้งแต่การจุดเตาจนถึงการเอาถ่านแมคคาเดเมียออกจากเตาที่เวลา 4, 6, 8 และ 10 ชั่วโมง ตามตัวแปรที่กำหนดไว้ และจากภาพประกอบ 1 (ง) เป็นลักษณะของถ่านแมคคาเดเมียที่ผ่านกระบวนการเผาเวลา 8 ชั่วโมง ซึ่งเป็นตัวแปรที่เหมาะสมที่สุดในการทดลอง



ก. การเตรียมเตา



ข. กระบวนการเผา



ค. การอบให้เป็นถ่าน



ง. ถ่านแมคคาเดเมีย

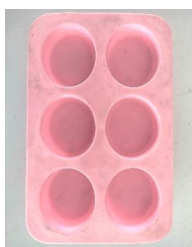
ภาพประกอบ 1 กระบวนการเผาเศษกะลาแมคคาเดเมีย

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองจัดทำผลิตภัณฑ์ขัดผิว

งานวิจัยนี้ใช้วัสดุในการทดลองเป็นผงกะลาแมคคาเดเมียที่ผ่านกระบวนการเผาที่ 8 ชั่วโมง แล้วทำการบดย่อยละเอียดด้วยเครื่องบดโดยใช้ขนาดรูตะแกรงบด 1 มิลลิเมตร ดังนั้นขนาดของผงกะลาแมคคาเดเมียที่ได้จะมีความละเอียดอยู่ที่ประมาณ 26-1,000 ไมครอน ดังภาพประกอบ 2 (ก) โดยในการทดลองนี้ทำการออกแบบโมลแบบหล่อซึ่งมีความหนาเป็นพิเศษทำจากซิลิโคน (สุธีรา สุนทรารักษ์, 2558) ขนาด 280 x 160 x 30 มิลลิเมตร ดังภาพประกอบ 2 (ข) หลังจากนั้นทำการเตรียมกลีเซอรินแบบก้อนใส ($C_3H_8O_3$) ดังภาพประกอบ 2 (ค) ซึ่งเป็นส่วนผสมหลักในการทำผลิตภัณฑ์ขัดผิว (สุนนต์ทิพย์ คงตัน จันทรพิภ, 2556) จากภาพประกอบ 2 (ง) เป็นสารเพิ่มฟองสูตรอ่อนโยน (R-OSO₃NA) เพื่อความชุ่มชื้นและลดแรงตึงผิวของน้ำ จากภาพประกอบ 2 (จ) เป็นน้ำมันบัวมีส่วนผสมระหว่างน้ำมันมะพร้าวผสมกับน้ำมันปาล์ม (ฉันทรา พูนศิริ, 2548) และจากภาพประกอบ 2 (ฉ) เป็นโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) หรือด่างเข้มข้นที่นิยมใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาบน้ำ



ก. ผงกะลาแมคคาเดเมีย



ข. โมลแบบหล่อ



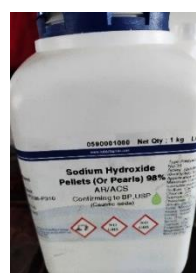
ค. กลีเซอรินแบบใส



ง. สารเพิ่มฟอง



จ. น้ำมันบัว



ฉ. โซเดียมไฮดรอกไซด์

ภาพประกอบ 2 วัสดุผสมและอุปกรณ์ในการทดลอง

กระบวนการทดลองจัดทำผลิตภัณฑ์ขัดผิว

ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง คือ ขนาดผงกะลาแมคคาเดเมีย 0.076, 0.185 และ 0.573 มิลลิเมตร และปริมาณผงกะลาแมคคาเดเมียที่ใช้ในการผสม 20, 30 และ 40 กรัม ซึ่งการทดลองจะใช้หม้อต้มน้ำร้อนจนเดือดและวางหม้อผสมผลิตภัณฑ์ขัดผิวเหนือน้ำร้อน

ดั่งภาพประกอบ 3 (ก) เป็นกระบวนการผสมผลิตภัณฑ์ขัดผิวโดยการเติมน้ำ 150 กรัม กลีเซอริน 300 กรัม แล้วทำการกวนให้กลีเซอรินละลายจนถึงอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (ทำการวัดอุณหภูมิด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิอาหาร) หลังจากนั้นเติมผงกะลาแมคคาเดเมียตามตัวแปรการทดลองข้างต้น และน้ำมันบัวในปริมาณ 100 กรัม แล้วทำการกวนให้เข้ากันจำนวน 5 นาที เพื่อให้เกิดการแทรกซึมของวัสดุผสม และทำการพักทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 50 องศาเซลเซียส แล้วทำการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัม เติมน้ำทำให้เกิดฟอง 25 กรัม และเติมหัวน้ำหอม 0.7 กรัม ทำการกวนให้เข้ากันและทำการพักทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงเหลือ 40 องศาเซลเซียส แล้วทำการเทลงในโมล ดั่งภาพประกอบ 3 (ข) จากนั้นวางทิ้งไว้จนผลิตภัณฑ์แข็งตัว ดั่งภาพประกอบ 3 (ค) และหลังจากผลิตภัณฑ์ขัดผิวแข็งตัว ทำการทิ้งไว้ 15 วัน แล้วทำการวัดค่าพีเอช (pH) ด้วยเครื่อง pH meter (มณฑา หมี่ไพรพฤกษ์ และคณะ, 2561) ทำการวัดค่าความแข็งด้วยวิธี Texture analyser (จามร หรุจิตตวิวัฒน์, 2555) ทำการวัดค่าการเกิดเชื้อราด้วยวิธี Dilution plating method (สุนทรี สอนทับทิม และพรเพ็ญ กำนารายณ์, 2563) ทำการวัดค่าความสะอาด (เปอร์เซ็นต์) ทำการวัดค่าการเกิดฟอง (เปอร์เซ็นต์) ทำการวัดค่าแรงตึงผิว (วิลพร ปองเพียร, 2556) และทำการวัดค่าการระคายเคืองผิว (ณัฐพล รังสิตพล, 2561)



ก. กระบวนการผสม



ข. การเทลงแบบหล่อ



ค. การแข็งตัวของก้อนขัดผิว

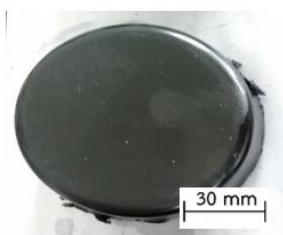
ภาพประกอบ 3 กระบวนการจัดทำผลิตภัณฑ์ขัดผิว

ผลการวิจัย

ลักษณะก้อนผลิตภัณฑ์ขัดผิวจากผงกะลาแมคคาเดเมีย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขัดผิวโดยหลังจากการขึ้นรูปมีขนาดความยาว 80 มิลลิเมตร ความกว้าง 60 มิลลิเมตร และความหนา 30 มิลลิเมตร มีน้ำหนัก 85 กรัม/ก้อน และจากการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพในงานวิจัยนี้ทำการเลือกตัวแปรที่ดีที่สุดของส่วนผสมผงกะลาแมคคาเดเมียที่ 30 กรัม มาทำการเปรียบเทียบผล พบว่า ที่ขนาดของผงกะลาแมคคาเดเมีย 0.076 มิลลิเมตร จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นก้อนที่มันวาวผิวเรียบ และผิวลื่น ดั่งภาพประกอบ 4 (ก) เนื่องจากมีขนาดของผงกะลาแมค

คาเดเมียละเอียด จากภาพประกอบ 4 (ข) เป็นผลิตภัณฑ์ที่เติมผงกะลาแมคคาเดเมียขนาด 0.185 มิลลิเมตร มีลักษณะเงาผิวและผิวมีลักษณะหยาบเล็กน้อย และจากภาพประกอบ 4 (ค) เป็นลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่เติมผงกะลาแมคคาเดเมียที่มีขนาด 0.573 มิลลิเมตร มีลักษณะของก้อนขัดผิวเป็นแบบดำด้าน ไม่มีความเงาวาว และบริเวณผิวมีลักษณะขรุขระ เนื่องจากขนาดของผงกะลาแมคคาเดเมียมีขนาดใหญ่ ทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีลักษณะหยาบมาก



ก. ขนาดผง 0.076 มิลลิเมตร

ข. ขนาดผง 0.185 มิลลิเมตร

ค. ขนาดผง 0.573 มิลลิเมตร

ภาพประกอบ 4 ลักษณะของก้อนผลิตภัณฑ์ขัดผิวที่ผ่านกระบวนการหล่อขึ้นรูป

ผลจากการทดสอบการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขัดผิว

งานวิจัยนี้ทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ขัดผิวโดยการทดสอบหาคคุณสมบัติทางกายภาพต่าง ๆ ดังตารางที่ 1 ซึ่งผลการทดสอบจากตัวแปรปริมาณส่วนผสมของผงกะลาแมคคาเดเมียที่ 20, 30 และ 40 กรัม พบว่า มีค่า pH อยู่ระหว่าง 8.55-9.15 มีค่าความแข็งอยู่ระหว่าง 41.2-51.6 kg.m/s² มีค่าแรงดึงผิวอยู่ระหว่าง 30-36 mN/m มีค่าการเกิดเชื้อราอยู่ระหว่าง 2.1-5.9 CFU/dm²/h ค่าความสะอาดหลังการใช้งานอยู่ระหว่าง 11-21 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการระคายเคืองผิวอยู่ที่ 0-4 และจากการทดสอบไม่พบการเกิดหยดน้ำบริเวณผิวของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าคุณสมบัติทางกายภาพต่าง ๆ ที่ทำการทดสอบได้ไม่มีตัวแปรใดที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ของความปลอดภัยตามมาตรฐานกำหนดและสามารถนำไปใช้งานได้

อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้จะทำการการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความสะอาดและค่าการระคายเคืองผิวเป็นหลัก ซึ่งเป็นการทดสอบหาค่าที่ส่งผลหลังจากการนำไปใช้งาน โดยปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดคือ ที่ปริมาณส่วนผสมผงกะลาแมคคาเดเมีย 30 กรัม ขนาดผงกะลาแมคคาเดเมีย 0.185 มิลลิเมตร มีความสะอาดอยู่ที่ 21 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากขนาดผงกะลาแมคคาเดเมียสามารถแทรกเข้าไปทำความสะอาดตามร่องรอยผิวหนังได้พอเหมาะ และค่าการระคายเคืองผิวอยู่ที่ระดับ 2 ซึ่งระคายเคืองเล็กน้อย (ณัฐพล รังสิตพล, 2561) โดยที่ปริมาณส่วนผสมผงกะลาแมคคาเดเมียที่ 20 กรัม และ

40 กรัม มีความความสะอาดน้อยกว่า เนื่องจากที่ส่วนผสมของผงกะลาแมคคาเดเมียและขนาดของผงกะลาแมคคาเดเมียเล็กทำให้ไม่สามารถขจัดคราบสกปรกได้หมด เนื่องจากไม่มีการเสียดสีหรือการขัดถู (จามร หรุจิตติวัฒน์, 2555) อีกทั้งที่ส่วนผสมของผงกะลาแมคคาเดเมียมากและขนาดของผงกะลาแมคคาเดเมียโตจะมีความสะอาดน้อย เนื่องจากผงไม่สามารถเข้าไปขจัดคราบในรูร่องผิวหนังได้ และมีการระคายเคืองผิวที่สูง เนื่องจากขนาดของผงกะลาแมคคาเดเมียที่เหมาะสมไม่ควรเกิน 0.500 มิลลิเมตร (วิไลพร ปองเพียร, 2556) ดังนั้นจึงไม่เหมาะสำหรับการจัดทำผลิตภัณฑ์ขัดผิว

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขัดผิว

ผงกะลา (กรัม)	ขนาดผง (มิลลิเมตร)	ค่าพีเอช (pH)	ความแข็ง (kg.m/s ²)	แรงตึงผิว (mN/m)	การเกิดเชื้อรา (CFU/dm ² /h)	ความสะอาด (เปอร์เซ็นต์)	การระคาย เคืองผิว
20	0.076	9.15	47.8	36	2.1	15	0
	0.185	9.11	44.5	35	2.9	19	1
	0.573	8.93	41.2	33	3.8	12	3
30	0.076	9.12	49.5	36	2.5	17	0
	0.185	9.08	46.3	34	3.3	21	2
	0.573	8.86	45.8	32	4.1	15	3
40	0.076	9.01	51.6	33	3.7	13	1
	0.185	8.91	49.2	32	5.2	18	3
	0.573	8.55	46.8	30	5.9	11	4

หมายเหตุ : (1) ค่าความแข็งควรอยู่ที่ 30-55 kg.m/s² ถ้ามีค่า 50 kg.m/s² ถือว่าปลอดภัยและดี (2) ค่าความสะอาดควรอยู่ที่ 11-23 เปอร์เซ็นต์ ถ้ามีค่า 22 เปอร์เซ็นต์ ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี (3) ค่าวัดแรงตึงผิวควรลดค่าแรงตึงผิวของน้ำจาก 72.8 mN/m เป็น 30-38 mN/m (4) ค่าการเกิดเชื้อราควรอยู่ระหว่าง 0-9 ถือว่าดีมาก 10-39 ถือว่าดี 40-84 ถือว่าพอใช้ 85-124 ถือว่าไม่ดี และถ้า ≥ 125 (CFU/dm²/h) ถือว่าแย่มาก (5) ค่าการระคายเคืองผิวมีค่า 0 ถึง 1 ไม่ระคายเคือง มากกว่า 1 ถึง 2 ระคายเคืองเล็กน้อย มากกว่า 2 ถึง 5 ระคายเคืองปานกลาง และมากกว่า 5 ถึง 8 ระคายเคืองรุนแรง (สุตารัตน์ ตรีเพชรกุล และคณะ, 2556)

การถ่ายทอดองค์ความรู้กระบวนการเผาะลาแมคคาเดเมียและผลิตภัณฑ์ขัดผิว

งานวิจัยนี้ได้นำเอาองค์ความรู้ด้านกระบวนการเผาะลาแมคคาเดเมียและผลิตภัณฑ์ขัดผิวไปถ่ายทอดให้กับวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปมะคาเดเมียเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อให้สามารถนำองค์ความรู้ไปสร้างให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ สามารถต่อยอดในการเพิ่มผลผลิตสร้างมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้ง โดยมีผู้เข้าร่วมโครงการจำนวน 20 ท่าน (จารุวรรณ ชูสงค์ และไพฑูรย์ ศิริรักษ์, 2557) ทำการถ่ายทอดองค์ความรู้ครั้งละ 5 ท่าน จำนวน 4 ครั้ง ดังภาพประกอบ 5 (ก) เป็นกระบวนการถ่ายทอดองค์ความรู้ และภาพประกอบ 5 (ข) เป็นการส่งมอบผลิตภัณฑ์ขัดผิวให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน อย่างไรก็ตาม จากผลการประเมินการถ่ายทอดองค์ความรู้ ดังตารางที่ 2 พบว่า ความพึงพอใจในภาพรวมโดยเฉลี่ย 4.33 ± 0.17 มีค่าอยู่ในระดับมาก และวิเคราะห์รายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ ด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ภายหลังการอบรม มีค่าเฉลี่ย 4.40 ± 0.22 มีค่าอยู่ในระดับมาก อย่างไรก็ตามเมื่อสรุปโดยภาพรวมไม่มีข้อที่ต่ำกว่าเกณฑ์จากตัวชี้วัด (Key Results : KRs) (จารุวรรณ ชูสงค์ และไพฑูรย์ ศิริรักษ์, 2557) แสดงให้เห็นว่าองค์ความรู้ในกระบวนการเผาะลาแมคคาเดเมียและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขัดผิวสามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มเป้าหมายได้อย่างมาก



ก. กระบวนการถ่ายทอดองค์ความรู้



ข. ส่งมอบผลิตภัณฑ์ขัดผิวให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

ภาพประกอบ 5 การถ่ายทอดองค์ความรู้และส่งมอบผลิตภัณฑ์ขัดผิวให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

รายละเอียดในการประเมิน	($\bar{X}$)	(S.D.)	สรุปผล
ด้านกระบวนการถ่ายทอดความรู้			
ทีมวิทยากรมีความรู้ในการถ่ายทอดองค์ความรู้	4.4	0.51	มาก
เทคนิคการถ่ายทอดความรู้ของวิทยากรง่ายต่อการเข้าใจ	4.2	0.53	มาก
ความสามารถในการอธิบายและตอบข้อซักถามของทีมวิทยากร	4.5	0.50	มาก
เฉลี่ย	4.36	0.15	มาก
ด้านบริหารจัดการ			
การประชาสัมพันธ์มีความเหมาะสม	4.5	0.50	มาก
วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือหลากหลาย และเอกสาร มีความเหมาะสม	4.1	0.54	มาก
ความเหมาะสมของระยะเวลาในการจัดการถ่ายทอดองค์ความรู้	4.2	0.53	มาก
เฉลี่ย	4.26	0.20	มาก
ด้านประโยชน์และผลที่ได้รับจากการเข้าร่วม			
หัวข้อการถ่ายทอดองค์ความรู้มีความสอดคล้องต่อการพัฒนาตนเองและวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปมะคาเดเมียเขาค้อ	4.5	0.50	มาก
ความรู้ที่ได้รับจากการถ่ายทอดองค์ความรู้ตรงกับความต้องการและความสนใจของผู้รับของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน	4.2	0.53	มาก
ผู้เข้ารับการถ่ายทอดองค์ความรู้และมีความสนใจในกระบวนการเผาะกะลาแมคคาเดเมียและผลิตภัณฑ์ขัดผิวมากขึ้น	4.3	0.52	มาก
เฉลี่ย	4.33	0.15	มาก
ด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ภายหลังการอบรม			
ผู้เข้าร่วมการถ่ายทอดองค์ความรู้สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาของตนเองได้ในอนาคต	4.4	0.51	มาก
ผู้เข้าร่วมอบรมมีความรู้และสามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีความใกล้เคียงกันในอนาคต	4.6	0.48	มากที่สุด
ผู้เข้าร่วมอบรมสามารถนำความรู้ที่ได้ไปถ่ายทอดให้กับเพื่อน ชุมชน และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนอื่น ๆ ได้	4.2	0.53	มาก
เฉลี่ย	4.40	0.20	มาก
เฉลี่ยรวม	4.33	0.17	มาก

อภิปรายผลการวิจัย

กระบวนการเผาะกลาแมคคาเดเมียเวลาที่เหมาะสมอยู่ที่ 8 ชั่วโมง ผิวมีลักษณะสีดำ เงามาวเสียงดังกังวาน (จิตต์ลัดดา ศักดาภิพาณีย์, 2550) โดยจากการทดลองเผาที่ 4 และ 6 ชั่วโมง กลาแมคคาเดเมียบางส่วนยังเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ยังมีความแข็งและความเหนียว และทดลองเผาที่ 10 ชั่วโมง ผิวกลามีลักษณะแตกบางส่วน กลาบางส่วนเป็นฝุ่นสีขาวคล้ายขี้เถ้า (พิทักษ์ อยู่มี, 2558 และปัญญา มณีจักร, 2560) ดังนั้นที่เวลาในการเผา 4, 6 และ 10 ชั่วโมง ไม่เหมาะสมที่จะนำมาทำการบดย่อยเป็นส่วนผสมในการจัดทำผลิตภัณฑ์ขัดผิว อย่างไรก็ตามคุณสมบัติเด่นจากผงกลาแมคคาเดเมียซึ่งสามารถแทรกเข้าไปจัดคราบสกปรกบริเวณผิวหนังของผิวหนังได้ดี โดยวิธีการขัดถูหรือการเสียดสีซึ่งมีส่วนผสมของกลีเซอริน น้ำมันบัวและสารเพิ่มฟองช่วยหล่อลื่น ปกป้องผิวไม่ให้แห้งและดูดซับความชื้น (สมนต์ทิพย์ คงตัน จันทรพิภ, 2556 และฉันทรา พูนศิริ, 2548) ส่วนโซเดียมไฮดรอกไซด์ช่วยขจัดความสกปรกที่ฝังแน่นไม่ทำให้อุดตันรูขุมขน ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นด่างและมีฤทธิ์กัดกร่อนช่วยในการขัดผิวให้ขาวขึ้น ส่วนค่าความแข็งและค่าการเกิดเชื้อราจะเพิ่มขึ้นที่ปริมาณส่วนผสมผงกลาแมคคาเดเมียมากขึ้นเช่นกัน (สุธารัตน์ ตรีเพชรกุล และคณะ, 2556) โดยผลที่เหมาะสมจากการทดลองที่ส่วนผสมของผงกลาแมคคาเดเมีย 30 กรัม และขนาดของผงกลาแมคคาเดเมีย 0.185 มิลลิเมตร มีค่าความสะอาด 21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งขนาดของผงส่งผลต่อค่าความสะอาด เนื่องจากผงกลาแมคคาเดเมียเล็กเกินไปทำให้ไม่มีการเสียดระหว่างผิวหนังทำให้การขจัดคราบไม่ดี และจากขนาดผงกลาแมคคาเดเมียโตมากเกินไปส่งผลให้เกิดการระคายเคืองผิว (วิไลพร ปองเพียร, 2556) ซึ่งหากใช้เป็นเวลานานอาจจะทำให้เกิดอันตรายได้ อย่างไรก็ตามการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขัดผิวจากผงกลาแมคคาเดเมียสามารถจัดคราบสกปรกได้ดีและตอบสนองความต้องการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน และสามารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ในการสร้างมูลค่าเศษเหลือทิ้งและเพิ่มผลผลิตได้ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ข้อเสนอแนะ

1. ควรปรับปรุงของกลีผลิตภัณฑ์ขัดผิวด้วยการเติมน้ำมันหอมกลิ่นต่าง ๆ เพื่อให้เกิดกลิ่นของความสดชื่นและน่าใช้งาน
2. การเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์มากเกินไปอาจเกิดอันตรายกับผิวหนังหรือทำให้ผิวหนังแห้ง ควรใช้สูตรคำนวณเปรียบเทียบกับปริมาณกลีเซอรินเพื่อหาปริมาณที่เหมาะสม
3. ควรออกแบบโมลหล่อให้มีลักษณะหลายรูปแบบและหลายขนาด เพื่อสร้างรูปลักษณ์ของก้อนผลิตภัณฑ์ให้มีความสวยงามและดึงดูดความสนใจเมื่อนำไปจำหน่ายกับคู่แข่งในท้องตลาด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินโครงการวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ครั้งนี้ รวมไปถึงขอขอบคุณวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผู้ผลิตและแปรรูปแมคคาเดเมียเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ให้ข้อมูลประกอบการวิจัยเพื่อให้งานวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี และได้นำองค์ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเผาะกลาแมคคาเดเมียและผลิตภัณฑ์ขัดผิวไปใช้ในการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ สุดท้ายนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้คำแนะนำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

- จามร หรุจิตตวิวัฒน์. (2555). ผลที่มีต่อคุณภาพทางด้านความแข็งแรงการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตของสบู่ก้อน. *วารสารเพื่อคุณภาพ*, 19(176), 23-27.
- จารุวรรณ ชูสงค์ และ ไพฑูรย์ ศิริรักษ์. (2557). การพัฒนาผลิตภัณฑ์สบู่สมุนไพรจากตาลโตนดของกลุ่มท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ จังหวัดสงขลา. *วารสารวิชาการ มทร.สุวรรณภูมิ*, 2(2), 165-173.
- จิตต์ลัดดา ศักดาภิพาณีย์. (2550). ถ่านแมคคาเดเมียเพื่อสุขภาพ. *ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล*. สืบค้น 9 สิงหาคม 2564, จาก <https://mgronline.com/science/detail/9500000136291>.
- ฉันทรา พูนศิริ. (2548). การผลิตสบู่จากน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 20(2), 73-78.
- ณัฐพล รังสิตพล. (2561). สบู่ก้อนผสมสมุนไพร (HERBAL TOILET SOAP) มาตรฐานอุตสาหกรรมเอส. มอก. เอส 13-2561. *สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม*. สืบค้น 10 สิงหาคม 2564, จาก <https://www.tisi.go.th/assets/website/pdf/tiss/13-2561.pdf>.
- ปัญญา มณีจักร. (2560). การเตรียมถ่านกัมมันต์ราคาถูกโดยการเผาด้วยความร้อนในเครื่องเผาอบอากาศเพื่อกำจัดเหล็ก (III). *สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย*, 6(2), 72-84.
- พิทักษ์ อยู่มี. (2558). การเตรียมถ่านกัมมันต์ที่มีพื้นที่ผิวสูงจากผงถ่านไม้โดยการก่อกัมมันต์ทางเคมีแบบแห้ง. *วารสารวิทยาศาสตร์ มช.*, 43(4), 788-798.

- มณฑา หมี่พรพฤกษ์, พิสุทธิลักษณ์ พงโอสถ, ณัฐธิดา ยศปัญญา, รุ่งวดี เชื้อจีน และณัฐภาณี บัวดี. (2561). คุณสมบัติทางกายภาพบางประการ ปริมาณฟีนอลิก และเบต้าแคโรทีนของสบู่ก้อนข้าวกล้องงอกผสมน้ำผึ้ง. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติพืพลสงครามวิจัย ครั้งที่ 4*, 428-436. พืชโลก: มหาวิทยาลัยราชภัฏพืพลสงคราม.
- วิไลพร ปองเพียร. (2556). *การพัฒนาสูตรสบู่ข้าวลิ้มผิวและสบู่ถ่านฝักมะขาม*. (รายงานผลการวิจัย) เพชรบูรณ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- สุดารัตน์ ตรีเพชรกุล กนกวรรณ พันธุ์ดี และแสงชัย เอกประทุมชัย. (2556). การใช้วัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์เป็นส่วนผสมในการผลิตสบู่. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจร*, 36(4), 439-450.
- สุธีรา สุนทรารักษ์. (2558). การใช้ประโยชน์จากน้ำมันที่ใช้แล้วเพื่อผลิตสบู่แฟนซี. ใน *การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53*, 173-180. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุนทรี สวนทับทิม และ พรเพ็ญ กำนารายณ์. (2563). การตรวจวัดสภาพแวดล้อมและการสำรวจชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ในอากาศของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การแพทย์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 28(8), 1462-1472.
- สุนต์ทิพย์ คงตัน จันทรพิภ. (2556). การพัฒนาสบู่สมุนไพรไล่กลิ่นเชื้อราผสมสารสกัดสมุนไพรที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคบริเวณผิวหนัง. *ว. วิทยาศาสตร์เกษตร*, 44(2), 509-512.

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ภูมิปัญญาการผลิตผ้าทอใยกล้วยง
Applying Digital Technology to transfer the local wisdom of Hemp woven
fabric production

บุษราภรณ์ มหัทธนะชัย^{1*} ชนินทร์ มหัทธนะชัย¹ จิตราภรณ์ ธาราพิทักษ์วงศ์¹

ทิยาวลย์ ต๊ะการ¹ และ เดือนฉาย ไชยบุตร²

Butsaraporn Mahatthanachai^{1*}, Chanin Mahatthanachai¹,

Jittaporn Tarapitakwong¹, Tiwawan Takran¹, and Dueanchai Chaibuth²

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่¹

Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University¹

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์²

Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University²

Email: butsaraporn@g.cmru.ac.th

Received: October 7, 2021

Revised: November 19, 2021

Accepted: November 29, 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในกระบวนการผลิตผ้าทอใยกล้วยง และ พัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลถ่ายทอดองค์ความรู้ภูมิปัญญาในการผลิตผ้าทอใยกล้วยง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนทอผ้าใยกล้วยงและเยวชนในชุมชน จำนวน 30 คน การเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีแบบเจาะจง พื้นที่ในการวิจัยคือบ้านแม่ส้าน้อย ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ในการดำเนินงานวิจัยการศึกษาองค์ความรู้ภูมิปัญญาจะใช้วิธีการสำรวจ สัมภาษณ์ และจัดเวทีชุมชนเพื่อร่วมระดมความคิดเห็นในขั้นตอนการผลิตตั้งแต่กระบวนการตัดต้นกล้วยง การตากต้นกล้วยง การลอกเปลือก การดำเส้น การต่อเส้นใยกล้วยง การปั่นเส้นใยกล้วยงให้เป็นเกลียวเส้นด้าย การขึ้นกากบาท การต้มเส้น การซักเส้น การรีดเส้น การทอผ้า การวาดลวดลายผ้าด้วยการเขียนเทียนขี้ผึ้ง การย้อมสีผ้าจากวัสดุธรรมชาติ จากนั้นนำองค์ความรู้มาพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลในรูปแบบสื่อวีดิทัศน์ และสื่อเว็บไซต์เพื่อเผยแพร่ถ่ายทอดองค์ความรู้ การประเมินประสิทธิภาพเทคโนโลยีดิจิทัลจะประเมินจากความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบจำนวน 30 คน ผลการประเมินพบว่า ภาพรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.57 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.58 ลำดับความพึงพอใจแต่ละด้านจาก

มากไปน้อย คือ ด้านประโยชน์การใช้สอยและความน่าเชื่อถือ ด้านความง่ายต่อการใช้งาน และด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ ตามลำดับ ผลจากการวิจัยนี้จะนำเทคโนโลยีดิจิทัลไปเผยแพร่กับเยาวชนและคนในชุมชนได้ศึกษาเรียนรู้ และเผยแพร่ให้กับชุมชนกลุ่มผ้าทอมือใยัญชงอื่น รวมทั้งผู้สนใจได้เรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางในการประกอบอาชีพและอนุรักษ์วัฒนธรรมสืบต่อไป

คำสำคัญ: ัญชง เหมพ์ ผ้าทอใยัญชง เทคโนโลยีดิจิทัล ภูมิปัญญาการผลิตผ้าทอ

ABSTRACT

The objectives of this research were to study the local wisdom in the production of hemp woven fabrics and to develop digital knowledge transfer technology in the production of hemp woven fabric. The purposive sampling method was applied to select the sample group which comprised 30 members of the hemp fabric community enterprise and local youths at Mae Sa Noi village in Tambon Pong Yaeng, Mae Rim district, Chiang Mai province. The data were collected from a survey, interview, and public forum in an attempt to brainstorm the entire production processes: from cutting and drying the hemp plants; peeling and pounding the bark; splicing and spinning the fibers into threads; crossing; boiling, soaking and spooling the threads; weaving; drawing designs with wax; to dyeing with natural dyeing substances. After that, the digital technology development in the forms of videos and a website was conducted in an attempt to disseminate the knowledge. The efficiency of the digital technology was assessed from the satisfaction of 30 users.

The assessment results revealed that the users' overall satisfaction was at the highest level with the mean of 4.57 and the standard deviation of 0.58. The aspects of satisfaction, ranked from high to low, were utility and reliability, ease of use, and functionality respectively. This digital technology would subsequently be disseminated to the community youths and members to learn as well as to other related communities and the interested public as a guideline for their vocations and cultural conservation.

Keyword: Hemp, Hemp Woven Fabric, Digital Technology, Weaving Wisdom

บทนำ

วัฒนธรรมเกี่ยวกับพืชัญชงของกลุ่มชาติพันธุ์มีมาตั้งแต่สมัยบรรพบุรุษ การใช้ประโยชน์จากเส้นใยัญชงตามประเพณี วิถีชีวิต ทำให้เห็นคุณค่าภูมิปัญญาที่เป็นมรดกทางวัฒนธรรมจากอดีตสู่ปัจจุบันที่ได้การถ่ายทอด รักษา และสืบทอดกันมาแต่โบราณ อันสะท้อนวิถีชีวิตเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ ทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ สร้างรายได้โดยการนำผลผลิตที่ได้จากธรรมชาติไปจำหน่ายเพื่อสร้างอาชีพและรายได้ให้กับครอบครัวและชุมชน การทำผ้าทอมือจากเส้นใยัญชงเป็นอาชีพหนึ่งที่มีความสำคัญกับชุมชนชาวเขาเป็นอย่างยิ่ง อุตสาหกรรมครัวเรือนทอผ้าจากเส้นใยัญชงมีหลายแห่งชุมชน เช่น หมู่บ้านแม่สาบน้อย ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ และกลุ่มทอผ้าใยัญชง อำเภอพบพระ จังหวัดตาก และอนาคตหากพืชัญชงมีการส่งเสริมมากขึ้นจะมีแหล่งผลิตผ้าทอเส้นใยัญชงมากขึ้น การผลิตผ้าทอเส้นใยัญชงของชุมชนยังคงใช้ภูมิปัญญาชาวบ้าน วัฒนธรรมและกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิม การผลิตผ้าทอจากเส้นใยัญชงจึงต้องอาศัยผู้ที่มีทักษะ ความรู้ และความชำนาญในกระบวนการผลิต ซึ่งมีหลายขั้นตอน เช่น การลอกเปลือกเพื่อทำเส้นต้องลอกเส้นให้มีขนาดเล็กใกล้เคียงกัน การดำเส้นให้นุ่มต้องใช้แรงดำเส้นด้วยน้ำหนักแรงหนักและเบาเพื่อไม่ให้เส้นขาด การต่อเส้นใยัญชงทุกเส้นที่มีจำนวนมากต้องใช้ความประณีตเรียบไม่เป็นปมเพื่อให้ได้เส้นที่สวยงาม การปั่นเส้นใยัญชงให้เป็นเกลียวเส้นด้ายต้องใช้ทักษะความชำนาญในการปั่นเพื่อไม่ให้เส้นขาดจากกัน การขึ้นกากบาทเพื่อกำหนดความกว้างความยาวของผ้าที่จะทอและตากใยัญชงให้แห้ง การต้มและซักเพื่อการลอกเปลือกแข็ง การรีดเส้น การทอผ้า การวาดลวดลายผ้าด้วยการเขียนเทียนขี้ผึ้ง การย้อมสีผ้าจากวัสดุธรรมชาติ เป็นต้น (ฉัญพร ฤณอมรวงศ์ , 2561)

งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษารวมรวมองค์ความรู้ภูมิปัญญาในการผลิตผ้าทอใยัญชงและนำมาพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลในรูปแบบสื่อวีดิทัศน์เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้กระบวนการผลิตผ้าทอใยัญชงแบบดั้งเดิม และเว็บไซต์เกี่ยวกับการปลูกพืชัญชงและผลิตภัณฑ์ของผ้าทอใยัญชง สามารถนำไปถ่ายทอดองค์ความรู้ให้เกิดการสืบสานและอนุรักษ์ ให้คนรุ่นหลังสร้างรายได้ในอุตสาหกรรมครัวเรือน และช่วยขับเคลื่อนเศรษฐกิจชุมชนสู่การพัฒนาประเทศต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในกระบวนการผลิตผ้าทอใยัญชง
2. เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลถ่ายทอดองค์ความรู้ภูมิปัญญาในการผลิตผ้าทอใยัญชง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ภูมิปัญญาการผลิตผ้าทอใยกัญชง มีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่สำคัญดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับพืชกัญชง

กัญชง เป็นไม้ล้มลุกมีลักษณะทางพฤกษศาสตร์คล้ายกัญชา กัญชงและกัญชามีชื่อวงศ์เดียวกัน คือ Cannabaceae แต่ไม่ใช่เป็นชนิดเดียวกันเนื่องจากลักษณะกายภาพมีความต่างกัน ชื่อวิทยาศาสตร์ของกัญชงหรือเรียกว่าเฮมพ์ใช้คำว่า *Cannabis sativa* L.subsp. *sativa* แต่ชื่อกัญชาคือ *Cannabis sativa* L.subsp. *indica* (วีระชัย ณ นคร, 2561) กัญชงจะมีลักษณะใบเล็กแคบยาว มีลำต้นสูงและแตกกิ่งก้านน้อย เปลือกเหนียวลอกง่าย มีต่อมน้ำมันน้อยกว่ากัญชา ประโยชน์ของพืชกัญชง เช่น เส้นใยสามารถนำมาทำเครื่องนุ่งห่มและงานอุตสาหกรรม เมล็ดมีโปรตีนสูงมีคุณค่าทางอาหาร น้ำมันสกัดช่วยรักษาโรคได้ เป็นต้น (อาคม กาญจนประโชติ, 2550)

2. ความเชื่อกัญชงของชาวม้ง

กัญชงนั้นถือว่าเป็นพืชพื้นบ้านที่มีความผูกพันกับวิถีชีวิตและวัฒนธรรมประเพณีของชาวม้ง นับตั้งแต่การเกิดจนกระทั่งถึงการตาย กัญชงภาษาม้งว่า "หมั่ง" หรือ "ม่าง" ซึ่งชาวม้งเชื่อว่าเทพเจ้าหรือ เยอไซ้ เป็นผู้สร้างโลก สร้างมนุษย์ และได้ประทานพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ มาให้มนุษย์ได้ใช้ประโยชน์ หมั่งก็เป็นพันธุ์พืชชนิดหนึ่งที่ได้ประทานมาเพื่อใช้ทำเป็นเครื่องนุ่งห่ม ใช้สอย และพิธีกรรมต่าง ๆ ชาวม้งจะลอกเปลือกกัญชง แล้วนำเส้นใยมาต่อกันเป็นเส้น ๆ เพื่อใช้เป็นเส้นด้าย เส้นเชือก ด้ายสายสิญจน์ใช้ในพิธีกรรมต่าง ๆ การทำเป็นรองเท้าของคนตายเพื่อเดินทางไปสวรรค์ ตลอดจนใช้ทอผ้าทำเครื่องนุ่งห่ม และใช้ในงานพิธีอ้วนหรือพิธีเข้าทรง ซึ่งเป็นงานประเพณีสำคัญของชาวม้ง

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรองทอง สดประเสริฐ (2552) ได้ศึกษาเรื่อง ผู้หญิงม้งค้าผ้าใยกัญชงจากหมู่บ้านสู่เศรษฐกิจบนบาทวิถี ซึ่งทำให้เห็นความสัมพันธ์ทางการค้าของผู้หญิงม้งกับการค้าขายผ้าใยกัญชง กระบวนการทำผ้าทอใยกัญชงที่มีความเชื่อมโยงกับพรมแดนทางวัฒนธรรม

จักรพันธ์ วงศ์ฤกษ์ดี และคณะ (2564) ได้ทำวิจัยเรื่อง การส่งเสริมและพัฒนาการตลาดอิเล็กทรอนิกส์สำหรับผ้าทอใยกัญชงของวิสาหกิจชุมชน ตำบลคีรีราษฎร์ อำเภอพบพระ จังหวัดตาก โดยได้ศึกษาพัฒนาระบบการตลาดอิเล็กทรอนิกส์และความพึงพอใจการใช้งานระบบที่เหมาะสม

ชนินทร์ มหัทธนชัย และคณะ. (2561) ได้ศึกษา การพัฒนาระบบดิจิทัลคอมเมอร์ซเพื่อส่งเสริมการตลาดของผลิตภัณฑ์หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งได้นำรูปแบบสื่อวีดิทัศน์และสื่อเว็บไซต์มาพัฒนาระบบ

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรคือ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนทอผ้าใยกล้วยและเยวชนในชุมชน บ้านแม่सान้อย ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 50 คน โดยเลือกกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน การเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีแบบเจาะจงจากสมาชิกที่มีทักษะกระบวนการผลิตผ้าทอใยกล้วยแบบดั้งเดิมและกลุ่มเยวชนลูกหลาน

2. ขอบเขตเนื้อหา ศึกษาข้อมูลภูมิปัญญาเกี่ยวกับการกระบวนการผลิตผ้าทอใยกล้วย เริ่มตั้งแต่กระบวนการ ตัดต้นกล้วย การตากต้นกล้วย การลอกเปลือก การดำเส้น การต่อเส้นใยกล้วย การปั่นเส้นใยกล้วยให้เป็นเกลียวเส้นด้าย การขึ้นกากบาท การต้มเส้น การซักเส้น การรีดเส้น การทอผ้า การวาดลวดลายผ้าด้วยการเขียนเทียนขี้ผึ้ง การย้อมสีผ้าจากวัสดุธรรมชาติ และนำข้อมูลมาพัฒนาสร้างเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้

3. ขอบเขตพื้นที่วิจัย ได้แก่ บ้านแม่सान้อย ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ เนื่องจากเป็นพื้นที่ภายใต้การควบคุมและกำกับกับการปลูกพืชกล้วยของสำนักงานวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

ขั้นตอนการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้เป็นแบบการวิจัยและพัฒนาโดยนำองค์ความรู้การผลิตผ้าทอใยกล้วยมาพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลในรูปแบบสื่อวีดิทัศน์และสื่อเว็บไซต์โดยมีวิธีการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่นของกระบวนการผลิตผ้าทอใยกล้วยและผลิตภัณฑ์จากผ้าทอใยกล้วย การทำโฟกัสกรุ๊ปเวทีชุมชนเพื่อการมีส่วนร่วมของชุมชน และสังเคราะห์องค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อเตรียมเป็นเนื้อหาในการสร้างเทคโนโลยีดิจิทัล

2. พัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลจากองค์ความรู้ที่ศึกษา โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 การสร้างสื่อวีดิทัศน์ แบ่งการทำงานออกเป็น 4 ส่วนคือ 1) ขั้นตอนก่อนการถ่ายทำ เตรียมเนื้อหาในการสร้างสื่อประสมร่วมกับชุมชนและสังเคราะห์ข้อมูล 2) ขั้นตอนการถ่ายทำ การถ่ายทำจะเป็นแบบภาคสนามและดำเนินการถ่ายทำตามรูปแบบที่กำหนดไว้ 3) ขั้นตอนหลังการถ่ายทำ ทำการบันทึกเสียงตามบท นำภาพประกอบถ่ายทำมาตัดต่อภาพ ใส่เสียงประกอบ เพิ่มข้อความบรรยายภาพ และปรับแต่งให้ได้ตามรูปแบบที่กำหนด 4) ขั้นตอนการนำเสนอเผยแพร่ผลงาน นำสื่อที่ได้ไปเผยแพร่ในยูทูป (YouTube) เว็บไซต์ และสื่อออนไลน์

2.2 การสร้างเว็บไซต์ แบ่งการทำงานออกเป็น 4 ส่วน 1) การศึกษารวบรวมข้อมูลการผลิตผ้าทอยกัญชงและผลิตภัณฑ์จากผ้าทอยกัญชงมาเรียบเรียงเนื้อหา 2) การวิเคราะห์และออกแบบระบบ โดยวิเคราะห์ความต้องการรูปแบบนำเสนอและการออกแบบระบบฐานข้อมูล 3) การพัฒนาเว็บไซต์ นำเสนอ 2 รูปแบบคือนำเสนอเกี่ยวกับองค์ความรู้เกี่ยวกับการปลูกพืชกัญชง และนำเสนอเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ผ้าทอยกัญชง 4) การทดสอบและติดตั้งระบบ โดยนำระบบที่พัฒนาแล้วไปทดสอบการใช้งานและติดตั้งระบบกับเครื่องแม่ข่าย

3. ประเมินผลสื่อเทคโนโลยีดิจิทัล จะประเมินผลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานนำผลที่ได้ไปปรับปรุงระบบ สรุปผล และเผยแพร่เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ภูมิปัญญาการผลิตผ้าทอยกัญชงต่อไป

เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัย แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ

1. เครื่องมือศึกษาองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในกระบวนการผลิตผ้าทอยกัญชง โดยการสัมภาษณ์จากสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนทอผ้ายกัญชง รวมถึงเข้าไปสังเกตการทำงานในกระบวนการผลิตผ้าทอ

2. เครื่องมือในการพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัล จะใช้หลักการด้วยวงจรพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) คือการศึกษาปัญหา ความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนาและทดสอบระบบ การติดตั้ง และการบำรุงรักษาระบบ

3. เครื่องมือการประเมินผลเทคโนโลยีดิจิทัลจะใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานจัดทำเครื่องมือแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานในการยอมรับเทคโนโลยีตามทฤษฎี TAM (The Technology Acceptance Model) ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับการใช้เทคโนโลยี ได้แก่ การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน การรับรู้ประโยชน์ที่เกิดจากการใช้ และทัศนคติ (Davis and Warshaw, 1989) จากทฤษฎีดังกล่าวนำมาสู่ข้อคำถามใน 3 ด้านคือ ด้านที่ 1 ประโยชน์ใช้สอยและความน่าเชื่อถือ จำนวน 4 ข้อ ด้านที่ 2 การทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ จำนวน 3 ข้อ และด้านที่ 3 ความง่ายต่อการใช้งาน จำนวน 3 ข้อ รวมทั้งหมด 10 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ศึกษาจากการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง การรวบรวมจากเอกสารของระบบ การเข้าไปสังเกตการทำงาน และใช้แบบสอบถามประเมินผลความพึงพอใจของระบบจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้รายงานผลค่าเฉลี่ยและจัดอันดับความพึงพอใจโดยการรับรู้ ในการตัดสินใจความพึงพอใจในการใช้งานของผู้ใช้งานระบบ พิจารณาจากค่าคะแนนของผู้ตอบแบบสอบถามในแต่ละข้อ กำหนดค่าเฉลี่ยความพึงพอใจในการตอบแบบสอบถามออกเป็น 5 ระดับ แต่ละระดับจะมีคะแนนแตกต่างกัน

ผลการวิจัย

จากการศึกษาองค์ความรู้การผลิตผ้าทอใยกล้วยและการพัฒนาระบบเทคโนโลยีดิจิทัลมีผลการดำเนินงานดังนี้

1. ผลการศึกษาก่อนความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในกระบวนการผลิตผ้าทอใยกล้วย

จากการศึกษาและสำรวจภาคสนาม การสัมภาษณ์ชุมชน และได้นำข้อมูลมาสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ภูมิปัญญากระบวนการผลิตผ้าทอใยกล้วย ขั้นตอนการผลิตมีดังนี้

1.1 ตัดต้นกล้วย ริดใบออกและมัดปลายเป็นกำ ตากแดดไว้ประมาณ 1-2 สัปดาห์

ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 การนำต้นกล้วยตากแห้ง

1.2 นำต้นกล้วยไปตากน้ำค้าง 1 คืน เพื่อให้เกิดความชื้น ลอกเปลือกเป็นเส้นเล็กให้ได้ขนาดใกล้เคียงกัน

1.3 นำเส้นใยตากน้ำค้างไว้ 1 คืน ให้มีความชื้นแล้วนำมาดัดด้วยครกไม้ เพื่อให้เส้นอ่อนนุ่มและง่ายต่อการต่อเส้น

1.4 นำเส้นใยที่ดัดเสร็จแล้วนำมาต่อให้เป็นเส้นโดยม้วนไว้บนหลังมือจะได้เส้นใยกล้วยเป็นขด ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 การต่อเส้นใยและม้วนเป็นขด

1.5 นำเส้นใยกล้วยขดใหญ่ที่ได้ไปแช่น้ำในภาชนะแล้วกรอเข้าหลอด เพื่อให้เส้นใยกล้วยเป็นเกลียวกลม ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 การปั่นเส้นใยเพื่อเป็นเกลียวเส้นด้าย

1.6 นำเส้นไปขึ้นตากบาท เพื่อกำหนดความกว้างและความยาวของผ้าที่จะทอและตากเส้นให้แห้งแล้วมัดรวมกัน

1.7 เส้นใยกล้วยในน้ำซีเถ้าต้นถั่วเขียวเพื่อให้เปลือกนอกใยกล้วยหลุดออกได้ง่าย

1.8 ซักเส้นกล้วยที่ต้มน้ำซีเถ้าแล้ว ไปขยี้ในน้ำให้เปลือกสีเขียวหลุดเหลือแต่เส้นใยสีขาวนำไปใช้งานได้

1.9 นวดเส้นให้แบนและนุ่ม และนำขึ้นไม้ตากบาทตากผึ่งลมให้แห้งแล้วเก็บเส้นใยกล้วย ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 นำชิ้นไม้กากบาทเพื่อตากและเก็บเส้น

1.10 นำเส้นใยกัญชกรอเข้าหลอดด้ายยืนและหลอดด้ายพุ่งและทำการทอผ้า
ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 การนำเส้นใยกัญชกรอเข้าหลอดด้ายยืนและหลอดด้ายพุ่งและทำการทอผ้า 1.11 ผ้าที่ทอเสร็จแล้วนำไปซักให้ขาว ตากแดดจนแห้ง และรีดผ้าให้เรียบ

1.12 นำผ้าไปเขียนเทียนขี้ผึ้งเพื่อสร้างลวดลายผ้าให้สวยงาม

1.13 การย้อมสีธรรมชาติจากต้นคราม และการต้มเพื่อลอกเทียนขี้ผึ้งที่เขียนไว้ การนำผ้าทอมาตัดเย็บเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เสื้อและกระเป๋าจากใยกัญชง

2. ผลการพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลถ่ายทอดองค์ความรู้ภูมิปัญญาในการผลิตผ้าทอใยกล้วยง

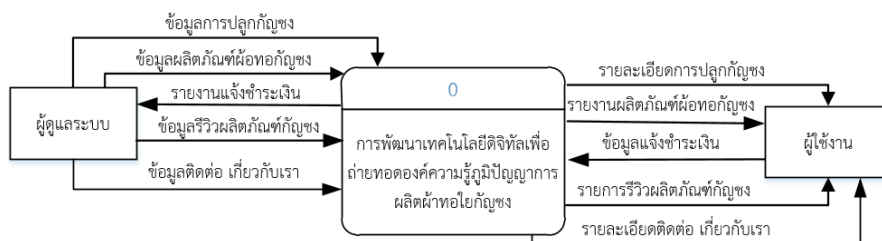
เทคโนโลยีดิจิทัลที่ได้พัฒนาเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ภูมิปัญญาในการผลิตผ้าทอใยกล้วยงได้พัฒนาขึ้น 2 รูปแบบ คือ

2.1 รูปแบบสื่อวีดิทัศน์ ได้นำองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในกระบวนการผลิตผ้าทอใยกล้วยงแบบดั้งเดิมมาสร้างเป็นเนื้อหาสื่อวีดิทัศน์ 1 เรื่อง โดยเรียบเรียงลำดับเนื้อหาไปถ่ายทำและตัดต่อภาพ เสียง ตามรูปแบบที่ต้องการ และนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์เผยแพร่องค์ความรู้และสร้างเรื่องราวให้เป็นที่รู้จักและสร้างมูลค่าในการจำหน่ายสินค้าชุมชน โดยนำไปเผยแพร่ในยูทูบ เว็บไซต์ และสื่อออนไลน์ ตัวอย่างภาพวิดีโอแสดงดังภาพประกอบ 7



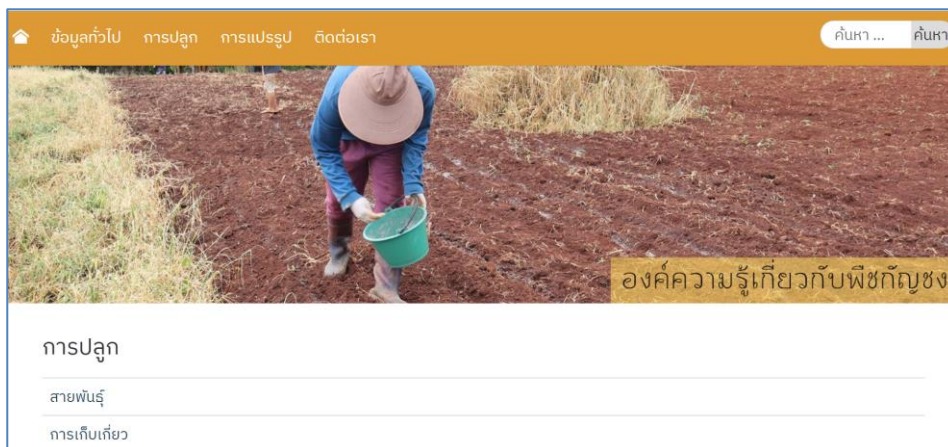
ภาพประกอบ 7 สื่อวีดิทัศน์แสดงกระบวนการผลิตเส้นใยกล้วยง

2.2 รูปแบบสื่อเว็บไซต์ ผลการพัฒนาเว็บไซต์ได้แสดงภาพรวมแผนผังเว็บไซต์ตามแผนภาพบริบท (Context Diagram) แสดงถึงผู้ดูแลระบบจะสามารถปรับปรุงข้อมูลเกี่ยวกับการปลูกพืชกล้วยง ผลิตภัณฑ์ผ้าทอกล้วยง การนำเสนอวีดิทัศน์วีวเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กล้วยง ข้อมูลการติดต่อเกี่ยวกับเรา และรายงานการแจ้งการชำระเงิน ส่วนของผู้ใช้งานสามารถดูรายละเอียดเกี่ยวกับการปลูกและผลิตภัณฑ์กล้วยงและแจ้งชำระเงินให้กับผู้ดูแลระบบได้ แสดงดังภาพประกอบ 8

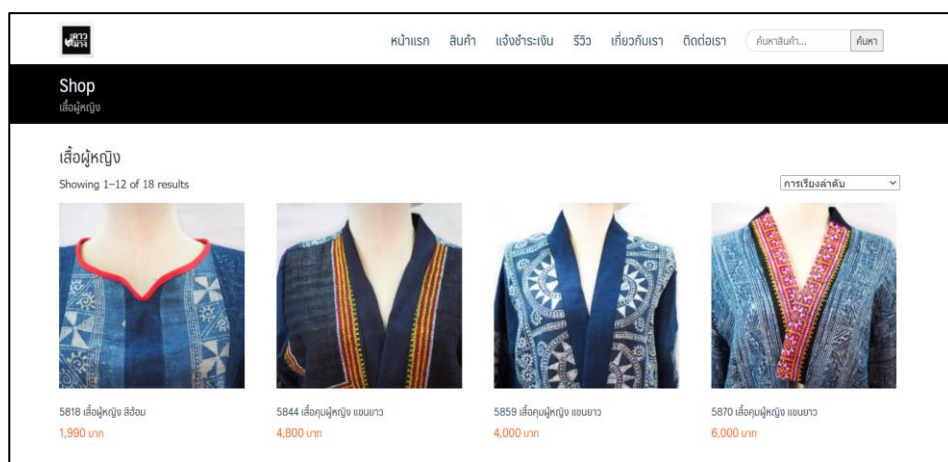


ภาพประกอบ 8 แผนภาพบริบท (Context Diagram)

ผลการพัฒนาเว็บไซต์แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ องค์ความรู้เกี่ยวกับการปลูกพืช กล้วยง แสดงตัวอย่างดังภาพประกอบ 9 และข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ผ้าทอโยกกล้วยง แสดงตัวอย่าง ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 9 แสดงเว็บไซต์ความรู้เกี่ยวกับพืชกล้วยง



ภาพประกอบ 10 แสดงเว็บไซต์เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ผ้าทอโยกกล้วยง

3. ผลการประเมินเทคโนโลยีดิจิทัลถ่ายทอดองค์ความรู้ภูมิปัญญาในการผลิตผ้าทอโยกกล้วยง

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบจำนวน 30 คน ซึ่งแบ่งเป็น 2 ตอนคือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของแบบสอบถาม พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 24 คน เพศชาย จำนวน 6 คน และประสบการณ์ในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีประสบการณ์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอยู่ในช่วง 11-15 ปี มากที่สุด

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้ใช้โปรแกรม ได้แบ่งเป็น 3 ด้านคือ

- 1) ด้านประโยชน์การใช้สอยและความน่าเชื่อถือ ผลการประเมินแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลความพึงพอใจด้านประโยชน์ใช้สอยและความน่าเชื่อถือ

ที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ		
		$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1	ข้อมูลมีความถูกต้องน่าเชื่อถือ	4.60	0.62	มากที่สุด
2	ข้อมูลน่าสนใจในการเรียนรู้	4.67	0.55	มากที่สุด
3	เนื้อหาเข้าใจง่าย	4.40	0.62	มาก
4	สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	4.83	0.38	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยทั้ง 4 ด้าน		4.63	0.54	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 ด้านประโยชน์การใช้สอยและความน่าเชื่อถือ พบว่า ภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.63 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.54 รายการย่อยเรียงลำดับจากค่าคะแนนเฉลี่ยมากไปน้อยคือ สามารถการนำไปใช้ประโยชน์ได้ ข้อมูลน่าสนใจในการเรียนรู้ ข้อมูลมีความถูกต้องน่าเชื่อถือ และเนื้อหาเข้าใจง่าย ตามลำดับ

- 2) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ ผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลความพึงพอใจด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ

ที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ		
		$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1	ความเหมาะสมของขั้นตอนในการบันทึกข้อมูลนำเข้า	4.33	0.66	มาก
2	ความถูกต้องในการแสดงข้อมูล	4.73	0.52	มากที่สุด
3	ความสวยงาม ความทันสมัย และความน่าสนใจของสื่อ วิดิทัศน์และเว็บไซต์	4.43	0.68	มาก
ค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน		4.50	0.62	มาก

จากตารางที่ 2 ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ ความถูกต้องในการแสดงข้อมูลอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.50 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.62 รายการย่อยเรียงลำดับจากค่าคะแนนเฉลี่ยมากไปน้อยคือ ความถูกต้องในการแสดงข้อมูล ความสวยงามความทันสมัยและความน่าสนใจของสื่อ และความเหมาะสมของขั้นตอนในการบันทึกข้อมูลนำเข้า ตามลำดับ

3) ด้านความง่ายต่อการใช้งาน ผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลความพึงพอใจด้านความง่ายต่อการใช้งาน

ที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ		
		$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1	การเรียกใช้โปรแกรมได้สะดวกและง่าย	4.60	0.67	มากที่สุด
2	การจัดวางรูปแบบเว็บไซต์ง่ายต่อการอ่านและใช้งาน	4.43	0.63	มาก
3	ประสิทธิภาพของระบบโดยรวม	4.70	0.47	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน		4.58	0.59	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 ด้านความง่ายต่อการใช้งาน อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.58 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59 รายการย่อยเรียงลำดับจากค่าคะแนนเฉลี่ยมากไปน้อยคือ ประสิทธิภาพของระบบโดยรวม การเรียกใช้โปรแกรมได้สะดวกและง่ายและการจัดวางรูปแบบเว็บไซต์ง่ายต่อการอ่านและใช้งาน ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าความรู้ภูมิปัญญาการผลิตผ้าทอใยกล้วย รายละเอียดขั้นตอนการผลิตผ้าทอใยกล้วย ตั้งแต่กระบวนการตัดและตากต้นกล้วย การลอกเปลือก การตำเส้น การต่อเส้นใยกล้วย การปั่นเส้นใยกล้วยให้เป็นเกลียวเส้นด้าย การขึ้นกากบาท การต้มเส้น การซักเส้น การรีดเส้น การทอผ้า การวาดลวดลายผ้าด้วยการเขียนเทียนขี้ผึ้ง การย้อมสีผ้าจากวัสดุธรรมชาติ และการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับกระบวนการผลิตผ้าใยกล้วยสำหรับทางการค้า (กรองทอง สุดประเสริฐ, 2552) ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน จากนั้นนำข้อมูลมาพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลในรูปแบบสื่อวีดิทัศน์และสื่อเว็บไซต์เพื่อสร้างเรื่องราวให้เป็นที่รู้จักและสร้างมูลค่าในการจำหน่ายสินค้าชุมชน การนำเสนอจะแสดงถึงรายละเอียดสินค้า การสั่งซื้อ การแจ้งชำระเงิน การรีวิวผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับวิธีการพัฒนาการตลาดอิเล็กทรอนิกส์สำหรับผ้าทอใยกล้วยของวิสาหกิจชุมชน (จักรพันธ์ วงศ์ฤกษ์ดี และคณะ, 2564) และรูปแบบการพัฒนาดิจิทัลคอมเมอร์ซ (ชนินทร์ มัททธนชัย และคณะ, 2561) สามารถประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่รู้จักสร้างกลุ่มลูกค้าเพื่อขึ้นได้ หลักการพัฒนาระบบด้วย SDLC มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ สกรณ บุษบง และคณะ (2563) การประเมินผลจะประเมินจากแบบสอบถามความพึงพอใจจากผู้ใช้งานจำนวน 30 คน โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.57 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.58 ลำดับความพึงพอใจแต่ละด้านมากที่สุดคือ ด้านประโยชน์การใช้สอยและความน่าเชื่อถือ มีค่าเฉลี่ย 4.63 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.54

รองลงมาคือ ด้านความง่ายต่อการใช้งาน มีค่าเฉลี่ย 4.58 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59 และน้อยที่สุดคือ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ มีค่าเฉลี่ย 4.50 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.62 ตามลำดับ ผลจากการวิจัยนี้จะนำเทคโนโลยีดิจิทัลไปเผยแพร่กับชุมชน กลุ่มผ้าทอโยกัญชงในชุมชนอื่น รวมทั้งผู้สนใจได้ศึกษาเรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางในการประกอบอาชีพและอนุรักษ์วัฒนธรรมสืบต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาองค์ความรู้ภูมิปัญญากระบวนการผลิตผ้าทอโยกัญชงแบบดั้งเดิมมีหลายขั้นตอนและชุมชนจะทำตามช่วงฤดูกาล จึงทำให้การพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลต้องใช้ระยะเวลา
2. การวางรูปแบบสื่อวีดิทัศน์และเว็บไซต์ ต้องพิจารณาความสามารถทางด้านเทคโนโลยีดิจิทัลของชุมชนเพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชุมชน
3. ขั้นตอนการผลิตผ้าทอโยกัญชงมีกระบวนการหลายขั้นตอนทำให้ต้องใช้เวลามาก หากมีการสร้างนวัตกรรมที่สนับสนุนในอุตสาหกรรมสิ่งทอในครัวเรือนให้ชุมชนได้นำไปใช้ จะช่วยลดขั้นตอนและเพิ่มปริมาณการผลิต ส่งผลให้เกิดรายได้ที่เพิ่มขึ้นในชุมชนได้

เอกสารอ้างอิง

- กรองทอง สุกประเสริฐ. (2552). ผู้หญิงมั่งคั่งผ้าโยกัญชงจากหมู่บ้านสู่เศรษฐกิจบนบาทวิถี. *วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 21(2), 13-34.
- จักรพันธ์ วงศ์ฤกษ์ดี, ธนภรณ์ นาคนรินทร์, ขจรอรุณพน พงศ์วิริทธิ์ร และ สิริณี ว่องวิไลรัตน์. (2564). การส่งเสริมและพัฒนาการตลาดอิเล็กทรอนิกส์สำหรับผ้าทอโยกัญชงของวิสาหกิจชุมชนตำบลศรีราษฎร์ อำเภอบพพระ จังหวัดตาก. *วารสารการบริหารนิติบุคคลและนวัตกรรมท้องถิ่น*, 7(5), 1-15.
- ชนินทร์ มหัทธชัย และคณะ. (2561). *การพัฒนาระบบดิจิทัลคอมเมอร์ซเพื่อส่งเสริมการตลาดของผลิตภัณฑ์หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) อำเภอแม่วัง จังหวัดเชียงใหม่* (รายงานผลการวิจัย). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- ประสงค์ กรรโมปกรณ์. (2561). *การแยกเส้นโยกัญชง* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- วีระชัย ณ นคร. (2561). *กัญชง พืชเศรษฐกิจตัวใหม่ของไทย*. สืบค้น จาก <https://www.biodconference.org>

- สกรณ์ บุขบง, ทิพย์วัลย์ แสนคำ, นพพัสร พูนสังข์ และ มนัสวี เดชบัณฑิต. (2563). การพัฒนาระบบจัดการคลังเลือดออนไลน์พร้อมชุดอุปกรณ์แจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บเลือดโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง กรณีศึกษาโรงพยาบาลพุทธโสธง อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดบุรีรัมย์. *วารสารวิชาการนวัตกรรมการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*. 7(1). 40-50.
- สรिता ปันมณี. (2552). *การจัดทำแผนปฏิบัติการพัฒนาเฮมพ์บนพื้นที่สูงภาคเหนือจังหวัดเชียงใหม่*. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน).
- อาคม กาญจนประโชติ. (2550). *กัญชง: Hemp*. เชียงใหม่: โทนคัลเลอร์เชียงใหม่.
- Davis, F.D., Bagozzi, R.P., and Warshaw, P.R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management science*, 35(8), 982-1003.

ผลการเสริมโปรไบโอติกแบซิลลัส ซับทิลิส (*Bacillus subtilis*) ในอาหารต่อสมรรถภาพ
การผลิตของไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว

Effect of Dietary Supplementation of Probiotic (*Bacillus Subtilis*) on
Productive Performance of Leaug Hang Khaow Native Chickens

นฤมล สมคุณา^{1*} ปิยพรรณ ชนะโม¹ จิรัชญา แกรรัมย์¹ กันตพัฒน์ รัตนสินธุพงศ์¹
และเอกสิทธิ์ สมคุณา²

Narumon Somkuna^{1*}, Piyapan Chanamo¹, Jiratchaya Kaekram¹,
and Kantaphat Rattanasintupong²

สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์¹

Animal Science Program, Faculty of Agriculture Technology, Buriram Rajabhat University¹

แผนกวิชาสัตวศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีบุรีรัมย์²

Department of Animal Science, Buriram Agricultural and Technology College²

Email: narumon.sk@bru.a.c.th

Received: October 11, 2021

Revised: December 4, 2021

Accepted: December 5, 2021

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้โปรไบโอติกแบซิลลัส ซับทิลิส (*Bacillus subtilis*) DL-Pro 1 ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาวบินทร์บุรี โดยใช้ไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว อายุ 8 สัปดาห์ คณะเพศ จำนวน 60 ตัว วางแผนการทดลองแบบ สุ่มสมบูรณ์ (CRD) แบ่งการทดลองเป็น 3 กลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองละ 2 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว ดังนี้ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุมที่ไม่มีการเสริมโปรไบโอติกแบซิลลัส ซับทิลิส (T1) กลุ่มที่ 2 : กลุ่มที่เสริมโปรไบโอติกแบซิลลัส ซับทิลิส ในอาหารที่ระดับร้อยละ 0.2 (T2) และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่เสริมโปรไบโอติกแบซิลลัส ซับทิลิส ในอาหารที่ระดับร้อยละ 0.4 (T3) ทำการทดลองเป็นเวลา 56 วัน เก็บข้อมูล น้ำหนักตัวที่เพิ่ม อัตราการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว อัตราการเลี้ยงรอด วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วยวิธี Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) พบว่า ไก่พื้นเมืองที่ได้รับอาหารที่เสริมโปรไบโอติกแบซิลลัส ซับทิลิสทั้งสองระดับไม่มีผลต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม อัตราการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว อัตราการเลี้ยงรอด และ

ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม สรุปได้ว่า การเสริมโพรไบโอติกโพรไบโอติกแบซิลลัส ซับทิลิส (Probiotic DL-Pro 1) ในอาหารไก่พื้นเมืองไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว

คำสำคัญ: ไก่พื้นเมือง, แบซิลลัส ซับทิลิส, โพรไบโอติก, สมรรถภาพการผลิต

ABSTRACT

The objective of this study was to study the effect of dietary supplementation of probiotic (*Bacillus subtilis*) DL-Pro 1 on productive performance of Leaug Hang Khaow Krabin Buri native chickens. Mixed sex of sixty chickens at 8 weeks old were used in this study. The experimental design was completely randomized design (CRD) by the experiment was divided into 3 treatments, each treatment consisted of 2 replications and each replication consisted of 10 birds. Treatment 1 was control (no supplementation with probiotic (*Bacillus subtilis*) DL-Pro 1. Treatment 2 was supplemented with probiotic DL-Pro 1 at 0.2 percent, and Treatment 3 was supplemented with duration probiotic DL-Pro 1 at 0.4 percent. The study was conducted 56 days. The data of weight gain, daily feed intake, growth rate, feed conversion ratio, and survival rate were collected through the experiment. Data was analyzed using Analysis of variance (ANOVA) and compared the average by Duncan's new multiple range test (DMRT). The results showed that dietary supplementation of probiotic (*Bacillus subtilis*) DL-Pro 1 had no significantly different in weight gain, daily feed intake, growth rate, feed conversion ratio, and survival rate ($P > 0.05$). In conclusion, dietary supplementation of probiotic (*Bacillus subtilis*) DL-Pro 1 had no effect on productive performance of Leaug Hang Khaow native chickens.

Keyword: Native Chicken, Probiotic (*Bacillus subtilis*), Productive Performance

บทนำ

การเลี้ยงไก่พื้นเมืองในประเทศไทยมีการเลี้ยงแพร่หลายในทุกชุมชนในชนบท หากเป็นการเลี้ยงโดยเกษตรกรจะเป็นการเลี้ยงแบบหลังบ้าน (Backyard system) เนื่องจากไก่พื้นเมืองเลี้ยงง่าย ทนทานต่อโรค รสชาติเนื้ออร่อย เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค แต่ไก่พื้นเมืองมีอัตราการเจริญเติบโตช้าเมื่อเทียบกับไก่เนื้อสายพันธุ์ทางการค้า และปัจจุบันเกษตรกรหลายรายได้หันมาประกอบอาชีพการเลี้ยงไก่พื้นเมืองเป็นอาชีพหลักมากขึ้น เนื่องจากมีตลาดรองรับและได้ราคาที่สูงกว่าไก่เนื้อสายพันธุ์ทางการค้า ซึ่งการเลี้ยงในระดับฟาร์มที่มีจำนวนมากกว่า 100 ตัว ส่วนจะเป็นการเลี้ยงแบบกึ่งขังกึ่งปล่อย มีการจัดการให้อาหารผสมสำเร็จรูปทางการค้า ซึ่งจะมีการผสมยาปฏิชีวนะในอาหาร เพื่อวัตถุประสงค์ในการกระตุ้นการเจริญเติบโต (Antibacterial growth promoters; AGPs) และป้องกันโรค ซึ่งปัจจุบันมีการห้ามใช้ยาปฏิชีวนะหลายชนิด ซึ่งอาหารที่ผสมยาปฏิชีวนะไ้จะกินอย่างต่อเนื่องจนถึงระยะขายหรือชำแหละ เกษตรกรอาจไม่มีการหยุดยา (Withdraw) ทำให้ยาปฏิชีวนะคงตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ และส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคที่ได้รับยาปฏิชีวนะนั้นทางอ้อม และพบว่ามีปัญหาการตกค้างของสารปฏิชีวนะในผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสัตว์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพผู้บริโภคในระยะยาว ประกอบกับผู้บริโภคได้ให้ความสนใจผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่ผลิตในระบบอินทรีย์ ที่จะไม่ทำให้มีสารตกค้างอันตรายที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อผู้บริโภค (Somkuna *et al.* 2017) หลายสิบปีที่ผ่านมา นักวิชาการด้านอาหารสัตว์ จึงมีการศึกษาวิจัยนำสมุนไพรหรือจุลินทรีย์ที่สามารถทดแทนยาปฏิชีวนะผสมในอาหารหรือน้ำดื่มของไก่พื้นเมือง ซึ่งมีรายงานผลการใช้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในการเลี้ยงไก่เนื้อในรูปแบบการผสมในอาหารโดยตรง (Direct-fed microbials; DFMs) จุลินทรีย์ที่นำมาใช้ไม่ว่าจะเป็นโพรไบโอติก (Probiotic) ร่วมกับพรีไบโอติก (Prebiotic) หรือซินไบโอติก (Synbiotic) มีรายงานอย่างกว้างขวางถึงผลดีต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ความสามารถในการเก็บกักโภชนา (Nutrient retention) จำนวนประชากรของจุลินทรีย์ในไส้ติ่ง (Caecal microflora) และสัณฐานของลำไส้ (Intestinal morphology) (Sen *et al.*, 2011; Joeng and Kim, 2014; Harrington *et al.*, 2016; Mingmongkolchai and Panbangred, 2018)

โพรไบโอติก (Probiotic) คือ จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหาร เมื่อสัตว์กินเข้าไปแล้วจะช่วยกระตุ้นเอนไซม์ในลำไส้ทำให้ย่อยอาหารได้ดีและช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค โพรไบโอติกยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการหลีกเลี่ยงการใช้ยาปฏิชีวนะในสัตว์ลดสารตกค้างในสัตว์ตัวได้อีกด้วย โดยโพรไบโอติกนั้นมีหลายประเภท คุณสมบัติหลักการทำงานจึงแตกต่างกันออกไป (ศึกฤทธิ์ ศิลาลาย, 2561) ในปัจจุบันมีการนำโพรไบโอติกมาใช้มากขึ้น เช่น การเสริมโพรไบโอติกในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อพบว่าไก่ที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยโพรไบโอติกช่วยให้การ

อ้วนน้ำของเนื้อหน่อกติขึ้น ดังเช่น ศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาส และคณะ (2564) รายงานผลการศึกษาการเสริมโพรไบโอติก (Bactosac-P) ต่อประสิทธิภาพการผลิต คุณภาพไข่ และคอเลสเตอรอลในเลือดในไก่ไข่ว่าการเสริมโพรไบโอติกที่ระดับ 0.1 กิโลกรัม/ตัน ทำให้สมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่เพิ่มขึ้น ระดับคอเลสเตอรอลในเลือดลดลง และต้นทุนในการผลิตไข่ลดลงดีที่สุด (ศรีสุตา ศิริเหล่าไพศาล และคณะ, 2558) ยังมีการศึกษาประสิทธิภาพของสารเสริมชีวนะจากเชื้อแบคทีเรียแบซิลลัส ซับทิลิส (*Bacillus subtilis*) ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารและผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อในการศึกษานั้นใช้ไก่เนื้ออายุ 1 วัน จำนวน 200 ตัว ให้ได้รับอาหารควบคุมที่ใช้ข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นหลักและเสริมสารเสริมชีวนะในอัตรา 0 และ 1×10^8 CFU/กิโลกรัม อาหาร ตามลำดับ เป็นเวลา 42 วัน พบว่า การเสริมเชื้อ *Bacillus subtilis* ช่วยควบคุมเชื้อ *E. coli* ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารได้ดี ช่วยให้สมรรถภาพการผลิต รวมถึงอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่เนื้อดีขึ้นเทียบเท่ากับการใช้สารปฏิชีวนะในระดับเร่งการเจริญเติบโต (สุชาติ สงวนพันธุ์ และคณะ, 2560; ศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาส และคณะ, 2564) และผลของการใช้โพรไบโอติก (GUT PRO) ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและสัณฐานวิทยาของลำไส้ของไก่เนื้อ ได้ทำการศึกษาทดลองโดยใช้ไก่ Ross308 เพศผู้ อายุ 1 วัน และเสริม GUT PRO ในน้ำดื่มให้กินเป็นเวลา 35 วัน พบว่า การเสริม GUT PRO ในอัตราส่วน 1.0 มิลลิลิตรต่อน้ำ 5 ลิตร ทำให้สัดส่วนความสูงของวิลไลต่อความลึกของคริปต์ (Villus height/Crypt depth ratio) ในลำไส้เล็กส่วนกลางมีค่าสูงที่สุดและช่วยลดปริมาณแอมโมเนียในสิ่งขับถ่าย (ยูเรศ เรืองพานิช และพิเชษฐ ศรีบุญยงค์, 2562) ซึ่งการเลี้ยงไก่พื้นเมืองในระบบอินทรีย์จะไม่สามารถใช้ยาปฏิชีวนะผสมในอาหารหรือน้ำให้กินได้ อันเป็นข้อห้ามในการเลี้ยงในระบบอินทรีย์ และจากรายงานวิจัยที่ศึกษาการใช้ประโยชน์ของโพรไบโอติก จากเชื้อแบคทีเรียแบซิลลัส ซับทิลิส ในอาหารไก่เนื้อ พบว่าให้ผลดีต่อสมรรถภาพการผลิต แต่ยังไม่มียางานในไก่พื้นเมือง ดังนั้น การศึกษาถึงการใช้ประโยชน์ของโพรไบโอติกจากจุลินทรีย์แบซิลลัส ซับทิลิส ที่มีการผลิตโดยกรมปศุสัตว์ (DLD Pro-1) โดยการเสริมในอาหารไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เพราะยังไม่มีรายงานถึงการใช้ประโยชน์ของโพรไบโอติกจากแบซิลลัส ซับทิลิสในไก่พื้นเมือง และจะเป็นข้อมูลในการประยุกต์ใช้ในการเลี้ยงไก่พื้นเมืองในระบบอินทรีย์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลการเสริมโพรไบโอติก (*Bacillus subtilis*) ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว

สมมติฐานในการวิจัย

การเสริมโพรไบโอติก (*Bacillus subtilis*) ในอาหารที่ระดับต่างกัน มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาวแตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการศึกษาในไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาวอายุ 8 สัปดาห์ คณะเพศ จำนวน 60 ตัว ที่เตรียมเป็นพ่อ-แม่พันธุ์ ให้ได้รับอาหารทดลองที่มีการเสริมโพรไบโอติกจากจุลินทรีย์แบซิลลัส ซับทิลิส DLD Pro-1 ผลิตโดยกรมปศุสัตว์ที่ระดับร้อยละ 0, 0.2 และ 0.4 ทำการทดลองเป็นเวลา 56 วัน

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาลักษณะการเสริมโพรไบโอติกแบซิลลัส ซับทิลิส (*Bacillus subtilis*) ในอาหารไก่พื้นเมืองต่อสมรรถภาพการผลิต มีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 2 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว รวมใช้หน่วยทดลองทั้งหมด 60 ตัว สูตรอาหารทดลองประกอบด้วย

ทรีทเมนต์ที่ 1 อาหารที่ไม่เสริม *Bacillus subtilis* (กลุ่มควบคุม)

ทรีทเมนต์ที่ 2 อาหารที่เสริม *Bacillus subtilis* ที่ระดับร้อยละ 0.2

ทรีทเมนต์ที่ 3 อาหารที่เสริม *Bacillus subtilis* ที่ระดับร้อยละ 0.4

โดยให้อาหารทดลองทุกทรีทเมนต์มีระดับโปรตีนที่ร้อยละ 16 และพลังงาน 3,200 Kcal/Kg ดังตารางที่ 1 ใช้จุลินทรีย์แบซิลลัส ซับทิลิส DLD Pro-1 ผลิตโดยกรมปศุสัตว์ ส่วนประกอบจุลินทรีย์แบซิลลัส ซับทิลิส 1×10^{12} CFU/kg อัตราส่วนในการใช้ผสมอาหารสัตว์ DLD Pro-1 จำนวน 100 กรัม ต่ออาหารสัตว์ 100 กิโลกรัม ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 จุลินทรีย์แบคทีเรีย ชับทิลีส DLD Pro-1 ผลิตโดยกรมปศุสัตว์

ตารางที่ 1 วัตถุดิบอาหารควบคุมไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาวอายุ 8-16 สัปดาห์

*Provided (per kilogram of diet): Vitamin A, 15,000 IU; Vitamin D₃, 3,000 IU; Vitamin E, 25 IU;

วัตถุดิบ	ปริมาณ (กิโลกรัม)
ปลายข้าวเม่า (8 % CP)	40.5
รำข้าวเม่า (12 % CP)	40.5
กากถั่วเหลือง (44 % CP)	10.5
ปลาป่น (55 % CP)	7
ไคแคลเซียมฟอสเฟต	0.5
เกลือ	0.2
Premix*	0.25
เปลือกหอย	0.6
Total	100
Crude protein (%)	16.00
Energy (Kcal/kg)	3,200

Vitamin K₃, 5 mg; Vitamin B₁, 2.5 mg; Vitamin B₂, 7 mg; Vitamin B₆, 4.5 mg, Vitamin B₁₂, 25 µg; Pantothenic acid, 35 mg; Folic acid, 0.5 mg; Biotin, 25 µg; Nicotinic acid, 35 mg; Choline chloride, 250 mg; Mn, 60 mg; Zn, 45 mg; Fe, 80 mg; Cu, 1.6 mg; I, 0.4 mg; Se, 0.15 mg; Ca, and P as 0.94 and 0.56%

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลน้ำหนักตัวที่เพิ่ม อัตราการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็น น้ำหนักตัว อัตราการเลี้ยงรอด และการวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถภาพการผลิต

1. อัตราการเจริญเติบโต (Average daily gain, ADG) คำนวณได้ดังนี้

$$ADG = \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)}}{\text{ระยะเวลาทำการทดลองที่ใช้ทดลอง (วัน)}}$$

2. น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (Weight gain)

$$\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (Weight gain)} = \text{น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)}$$

3. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed conversion ratio, FCR) คำนวณได้ดังนี้

$$FCR = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม)}}$$

4. ปริมาณการกินได้ (Daily feed intake, DFI)

$$DFI = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินในช่วงการทดลอง (กรัม)}}{\text{จำนวนวันทดลอง X จำนวนไก่ที่เหลือเมื่อสิ้นสุด}}$$

5. อัตราการเลี้ยงรอด (Survival rate)

$$\text{อัตราการเลี้ยงรอด} = \frac{\text{จำนวนไก่ที่เหลือ (ตัว)} \times 100}{\text{จำนวนไก่ที่เริ่มเลี้ยง (ตัว)}}$$

6. ต้นทุนอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนัก (Feed cost per gain)

$$\text{ต้นทุนอาหาร} = \frac{\text{อาหารที่กินทั้งหมด (กิโลกรัม)} \times \text{ราคาอาหาร (บาท/กิโลกรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม)}}$$

7. ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม

$$\text{ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม} = \text{ราคาอาหาร (บาท)} \times \text{อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็น น้ำหนักตัว (บาท/กิโลกรัม)}$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่เก็บได้ทั้งหมดทำการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนโดยวิธี Analysis of variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จทางสถิติ Statistical Package for the social sciences (SPSS) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Duncan's new multiple range test (DMRT)

ผลการวิจัย

ผลการเสริมโพรไบโอติก (*Bacillus subtilis*) ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาวบินบุรี

น้ำหนักตัวที่เพิ่ม ไก่พื้นเมืองเหลืองหางขาวที่ได้รับการเสริมโพรไบโอติกที่ระดับร้อยละ 0.2 มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวที่เพิ่มสูงสุด คือ 803.2 กรัมต่อตัว รองลงมาคือ กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมที่ระดับร้อยละ 0.4 และกลุ่มควบคุม เท่ากับ, 801.7 และ 771.1 กรัมต่อตัว ตามลำดับ โดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ปริมาณการกินได้ ไก่พื้นเมืองเหลืองหางขาวที่ได้รับการเสริมโพรไบโอติกที่ระดับร้อยละ 0.2 มีค่าเฉลี่ยของปริมาณการกินได้สูงสุด คือ 5,105 กรัมต่อตัว รองลงมาคือ กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมที่ระดับร้อยละ 0.4 และกลุ่มควบคุม เท่ากับ 4,749.0 และ 4,623.5 กรัมต่อตัว ตามลำดับ โดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

อัตราการเจริญเติบโต ไก่พื้นเมืองเหลืองหางขาวที่ได้รับการเสริมโพรไบโอติกที่ระดับร้อยละ 0.2 ค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงสุด คือ 14.34 กรัมต่อตัวต่อวัน รองลงมาคือ กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมที่ระดับร้อยละ 0.4 และกลุ่มควบคุม เท่ากับ, 14.32, และ 13.77 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ โดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ไก่พื้นเมืองเหลืองหางขาวที่ได้รับการเสริมโพรไบโอติกที่ระดับร้อยละ 0.2 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีที่สุด คือ 5.92 รองลงมา คือ กลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมโพรไบโอติก เท่ากับ 6.00 และกลุ่มที่ได้รับอาหารการเสริมโพรไบโอติกที่ระดับร้อยละ 0.2 เท่ากับ 6.37 ตามลำดับ โดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

อัตราการเลี้ยงรอด ไก่พื้นเมืองเหลืองหางขาวที่ได้รับการเสริมโพรไบโอติกที่ระดับร้อยละ 0.2 และ 0.4 มีอัตราการเลี้ยงรอดสูงสุด คือ ร้อยละ 100.00 ส่วนกลุ่มควบคุมมีอัตราการเลี้ยงรอดร้อยละ 85.00 โดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักที่เพิ่ม เมื่อพิจารณาที่ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักที่เพิ่มในไก่พื้นเมืองเหลืองหางขาวที่ได้รับการเสริมโพรไบโอติกที่ระดับร้อยละ 0.2 มีค่าเท่ากับ 71.76 บาทต่อกิโลกรัม

รองลงมาคือ กลุ่มควบคุม เท่ากับ 72.76 บาทต่อกิโลกรัม และกลุ่มที่ได้รับการเสริมโพรไบโอติกที่ระดับร้อยละ 0.4 มีค่าเท่ากับ 77.21 บาทต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 2 ผลการเสริมโพรไบโอติก (*Bacillus subtilis*) ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว

สมรรถภาพการผลิต	ระดับการเสริมโพรไบโอติก (<i>Bacillus subtilis</i>)			SEM	P-value
	0.00	0.20	0.40		
น้ำหนักตัวที่เริ่มต้น (กรัม/ตัว)	898.6±83.33	942.1±111.96	935.5±96.20	13.52	0.583
น้ำหนักตัวสุดท้าย (กรัม/ตัว)	1,670.70±185.49	1,745.25±144.03	1,734.53±185.04	23.95	0.298
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	771.10±17.11	803.20±14.99	801.66±16.99	8.40	0.235
ปริมาณการกินได้ (กรัม/ตัว)	4,623.5±369.82	4,749±362.75	5,105.17±159.74	134.61	0.397
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัม/ตัว/วัน)	13.77±0.31	14.34±0.27	14.32±0.30	0.15	0.24
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว	6.00±0.35	5.92±0.56	6.37±0.06	0.14	0.538
อัตราการเลี้ยงรอด (%)	100.00±0.00	100.00±0.00	85.00±7.07	3.42	0.54
ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม (feed cost per gain) (บาท/กิโลกรัม)	72.72±4.20	71.76±6.80	77.20±0.78	1.74	0.532

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการเสริมโพรไบโอติกจากจุลินทรีย์แบซิลลัส ซับทิลิส (*Bacillus subtilis*) DL Pro1 ที่ระดับร้อยละ 0, 0.2 และ 0.4 ในอาหารไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว พบว่า ไก่พื้นเมืองที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยโพรไบโอติกจากจุลินทรีย์แบซิลลัส ซับทิลิสที่ระดับ 0.2 มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มของไก่พื้นเมือง และอัตราการเลี้ยงรอดดีกว่ากลุ่มอื่น ๆ แต่ไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) ส่วนปริมาณการกินได้น้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยโพรไบโอติกแบซิลลัส ซับทิลิสที่ระดับ 0.4 ซึ่งขอแนะนำในการใช้โพรไบโอติกแบซิลลัส ซับทิลิส (*Bacillus subtilis*) DL Pro1 ที่ข้างของบรรจุ ได้แนะนำการใช้ผสมในอาหารที่ระดับร้อยละ 0.1 ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงปรับระดับการใช้ให้สูงขึ้นเล็กน้อย แต่เมื่อพิจารณาในแง่ผลในด้านการเจริญเติบโต พบว่า ผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกับที่ยุเรศ เรืองพานิช และพิเชษฐ ศรีบุญยงค์ (2562) ได้รายงานผลการศึกษาการใช้โพรไบโอติกทางการค้า (GUT PRO) ผสมในน้ำดื่มต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและสัณฐานวิทยาของลำไส้ของไก่เนื้อใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์ Ross308 โดยพบว่า การเสริมโพรไบโอติกในระดับต่างกันให้ผลที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และจุลินทรีย์ที่เป็นโทษในไส้ติ่งมีแนวโน้มลดลงแต่การเสริมโพรไบโอติก (GUT PRO) ในอัตราส่วน 1.0 มิลลิกรัมต่อน้ำ 5 ลิตร ให้กินเป็นเวลา 35 วัน ทำให้สัดส่วนความสูงของวิลโลตต่อความลึกของคริปต์ ในลำไส้เล็กส่วนกลางมีค่าสูงที่สุด ($P<0.05$) เช่นเดียวกับศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาส และคณะ (2564) รายงานผลการเสริมโพรไบโอติกในอาหารไก่เนื้อทางการค้าอาร์เบอร์ เอเคอร์ส ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อ พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมด้วยโพรไบโอติก 10 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร หรือร้อยละ 0.01 มีผลทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารมีค่าดีขึ้น และมีความสามารถในการอุ้มน้ำดีขึ้น และสอดคล้องกับการศึกษาของ Joeng and Kim (2014) ที่รายงานผลการใช้จุลินทรีย์แบซิลลัส ซับทิลิส (*Bacillus subtilis*) สายพันธุ์ C-3102 แบบการเสริมโดยตรง (Direct-fed microbes; DFMs) ในอาหาร พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับการเสริมด้วยจุลินทรีย์แบซิลลัส ซับทิลิส มีสมรรถภาพการผลิตดีกว่ากลุ่มควบคุม เช่นเดียวกับ การศึกษาของ Harrington *et al.* (2016) รายงานผลการใช้จุลินทรีย์แบซิลลัส ซับทิลิส แบบการเสริมโดยตรง ในอาหารที่มีพลังงานต่ำ ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ พบว่า การเสริมจุลินทรีย์แบซิลลัส ซับทิลิส ที่ระดับร้อยละ 0.05 มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตโดยเพิ่มน้ำหนักตัว ลดอัตราการแลกเนื้อ และต้นทุนค่าอาหารลดลง เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Boroojeni *et al.* (2018) ได้รายงานผลการเสริมจุลินทรีย์แบซิลลัส ซับทิลิสในอาหารไก่เนื้อที่ได้รับอาหารมาตรฐานหรืออาหารที่มีระดับโภชนาการต่ำกว่าปกติต่อสมรรถภาพการผลิตและความสามารถในการย่อยโภชนา พบว่า การเสริมจุลินทรีย์แบซิลลัส ซับทิลิส

ในอาหารไก่เนื้อส่งผลทางบวกต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและความสามารถในการย่อยอาหารในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีระดับโภชนาต่ำกว่ามาตรฐาน

จะเห็นได้ว่าจากรายงานผลการศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในไก่เนื้อ โดยการเสริมจุลินทรีย์แบซิลลัส ซับทิลิส ในรูปแบบและสายพันธุ์ (species) ที่แตกต่างกันไป ไม่ว่าจะเป็นแบบผงทั้งแบบผสมในน้ำดื่มหรือในอาหาร แต่อย่างไรก็ตาม การผสมจุลินทรีย์โพรไบโอติกแบซิลลัส ซับทิลิส ในอาหารจะส่งผลดีต่อสมรรถภาพการผลิต อัตราการเลี้ยงรอด ซึ่งเป็นผลมาจากการยับยั้งการเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ ด้วยการผลิตสารต้านการเจริญเติบโตและการเกาะตั้งถิ่นฐานของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ ผลิตเอนไซม์ที่มีผลในการทำลายสารพิษในอาหาร หรือที่เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นโทษผลิตขึ้น และเอนไซม์ช่วยในการย่อยอาหาร เพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยอาหาร ซึ่งจุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นจุลินทรีย์แบซิลลัส ซับทิลิสที่ผลิตเอนไซม์โปรติเอส อะไมเลส และเซลลูเลสซึ่งเป็นเอนไซม์บางชนิดที่ร่างกายของสัตว์ไม่สามารถสร้างได้ ดังนั้นการเสริมโพรไบโอติกในทางเดินอาหาร จึงมีผลเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารของสัตว์ ช่วยในการดูดซึมสารอาหาร ซึ่งจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารที่เป็นประโยชน์มีส่วนช่วยในการดูดซึมสารอาหารจำเป็นอย่างน้อยชนิด รวมไปถึงการกระตุ้นให้เกิดภูมิคุ้มกันต้านทานต่อโรคของสัตว์ เสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน การใช้โพรไบโอติกมีผลให้ระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์อยู่ในสภาวะสมดุล (สาโรช คำเจริญ, 2547; กานต์ชนา พูนสุข, 2558; คึกฤทธิ์ ศิลาลาย, 2561 และ Vazquez, 2016) ซึ่งจุลินทรีย์เสริมชีวิตที่ใช้ตามปกติเป็นจุลินทรีย์หลายชนิดผสมกันและอาจอยู่ในรูปผง เม็ดหรือรูปเปียก การให้อาหารให้โดยกรอกให้สัตว์กินโดยตรงเติมในน้ำดื่มหรือเติมอาหาร โดยกำหนดจำนวนของจุลินทรีย์ที่แตกต่างกันไปตามชนิดของจุลินทรีย์ และชนิดหรือขนาดของสัตว์ ซึ่งผู้ใช้จำเป็นต้องศึกษาจากผู้ผลิตจำหน่ายโดยตรงที่สำคัญ คือ ต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้เติมจุลินทรีย์เสริมชีวิตที่ดีให้แก่สัตว์ จะเห็นได้ว่าการเติมจุลินทรีย์เสริมชีวิตจะให้ผลคล้ายกับการเติมสารปฏิชีวนะที่ช่วยในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ และสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของสัตว์ และเนื่องจากโพรไบโอติกมีคุณสมบัติเป็นสารเสริมชีวิตสารในธรรมชาติ จึงไม่มีผลในการสร้างการดื้อยาให้แก่เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ และปลอดภัยจากสารพิษตกค้างในผลิตภัณฑ์สัตว์ (สาโรช คำเจริญ, 2547) ซึ่งสามารถนำไปศึกษาต่อยอดสำหรับผลิตไก่พื้นเมืองแบบอินทรีย์ได้ เนื่องจากในอาหารทดลองไม่มีการเสริมด้วยยาปฏิชีวนะ และทำให้ไก่พื้นเมืองมีอัตราการเลี้ยงรอดที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม สำหรับการศึกษาต่อยอด ควรศึกษาถึงอิทธิพลของเพศไก่พื้นเมืองต่อสมรรถภาพการผลิต และศึกษาถึงชนิดและแหล่งของโพรไบโอติกอื่นๆ ในเบื้องต้น (Pretest) ก่อน รวมไปถึงการศึกษาค่าชีวเคมีของเลือดไก่พื้นเมืองที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยโพรไบโอติกด้วย เพื่อจะทำให้ทราบข้อมูลทางชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมือง เนื่องจากมีสมรรถภาพการเจริญเติบโตที่แตกต่างจากไก่เนื้อสายพันธุ์ทางการค้า

สรุปผล

การเสริมโพรไบโอติกแบซิลลัส ซับทิลิส (*Bacillus subtilis*) DL Pro1 ในอาหารที่ระดับร้อยละ 0, 0.2 และ 0.4 พบว่าไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และอัตราการเลี้ยงรอดของไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้เป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาวโดยการเสริมโพรไบโอติก (*Bacillus subtilis*) ในอาหาร เพื่อผลในแง่การเพิ่มสมรรถภาพการผลิต อัตราการเลี้ยงรอด และลดการใช้จ่ายปุ๋ยชีวอะในสัตว์

เอกสารอ้างอิง

- กานต์ชนา พูนสุข. (2558). การใช้โพรไบโอติกและประโยชน์ของการใช้โพรไบโอติกในปศุสัตว์. สืบค้น 14 มิถุนายน 2564. จาก swinethailand.com.
- คึกฤทธิ์ ศิลาสาย. (2561). โพรไบโอติกที่ใช้ประโยชน์ในปศุสัตว์. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*. 36(1), 152-160.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์. (2553). *Bacillus subtilis*. สืบค้น 15 มิถุนายน 2564. จาก: <http://www.foodnetworksolution.com>.
- ภัทรพร ภูมิรินทร์, เชิดพงษ์ และดาวรุ่ง ศิลาอ่อน. 2564. ผลการใช้สารช่วยย่อยชนิดรวมในน้ำดื่มต่อค่าการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะในไก่เนื้ออายุ 3 สัปดาห์. *วิทยาศาสตร์เกษตรและการจัดการ*. 4(1), 61-65.
- มนัสนันท์ นพรัตน์เมตรี, วรางคณา กิจพิพิธ, จิรัฏฐวัฒน์ ศรีอ่อนเลิศ, ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา, ขวลิต ผึ้งปฐมภรณ์, ศราวุธ ม่วงเผือก, เอกกมล กมลลาภารกุล และเสาวภา เขียนงาม. (2561). การเสริม *Bacillus sp.* ผสมหลายชนิดในน้ำดื่มของไก่เนื้อต่อสมรรถนะการผลิตลักษณะซากคุณภาพเนื้อ คอเลสเตอรอลและกรดไขมันในเนื้อ. เพชรบุรี: คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี.
- ยุวเรศ เรืองพานิช และพิเชษฐ ศรีบุญยงค์. (2562). ผลของการใช้โพรไบโอติก (GUT PRO) ต่อสมรรถภาพ การเจริญเติบโตและสัณฐานวิทยาของลำไส้ของไก่เนื้อ. *สัตวแพทยมหานครสาร*, 23-32.
- สาโรช คำเจริญ. (2547). *อาหารและการให้อาหารสัตว์ไม่เคี้ยวเอื้อง*. ขอนแก่น: ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ศรีสุตา ศิริเหล่าไพศาล, พงศธร ภูนัน, เกศรา อำพาภรณ์ และนาฏยา แบ่งลาภ. (2558). ผลของการเสริมโปรไบโอติกรวม (Bactosac-P) ต่อประสิทธิภาพการผลิต คุณภาพไข่ และคอเลสเตอรอลในเลือดในไก่ไข่. *วารสารแก่นเกษตร*, 43, 229-238.
- ศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาส, วรณรีย์ วงศ์ไตรรัตน์, ไกรสิทธิ์ วสุเพ็ญ, เฉลิมพล เยื้องกลาง และเบญญา แสนมหายักษ์. (2564). การเสริมโปรไบโอติกในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อ. *วารสารแก่นเกษตร*, 386-393.
- สุชาติ สงวนพันธุ์, ภาคอร อัครมธูราษฎร์ และนวลจันทร์ พารักษา. (2560). การศึกษาประสิทธิภาพของสารเสริมชีวนะ (*Bacillus subtilis*) ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารและผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ. *วารสารแก่นเกษตร*, 45, 255-262.
- Abdel-Hafeeze, H.M., Saleh, E.S.E., Tawfeek, S.S., Youssef, I.M.I. and Abdel-Daim, S.A. (2017). Effect of probiotic, prebiotic, and symbiotic with and without feed restriction on performance, hematological indices and carcass characteristics of broiler chickens. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*, 30(5), 672-682.
- Alokika, S.D. and Singh, B. (2018). Utility of acidic xylanase of *Bacillus subsp. subtilis* JBS250 in improving the nutritional value of poultry feed. *Biotech*, 8(503), 1-7.
- Boroojen, F.G., Vahjen, F.G., Manner, W., Blanch, K., Sandvang, A. D. and Zentek, J. (2018). *Bacillus subtilis* in broiler diets with different levels of energy and protein. *Poultry Science*, 97, 3967–3976.
- Harrington, D., Sims, M. and Kehlet, A.B. (2016). Effect of *Bacillus subtilis* supplementation in low energy diets on broilers performance. *Journal of Apply Poultry Research*, 25, 29-39.
- Hedayati, M., Khalaji, S. and Manafi, M. (2016). Assessment of a probiotic containing *Bacillus subtilis* on the performance and gut health of laying Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Brazilian Journal of Poultry Science*, 18(4), 599-606.
- Jayaraman, S., Das, P.P., Saini, P.C., Roy, B. and Chatterjee, P.N. (2017). Use of *Bacillus subtilis* PB6 as a potential antibiotic growth promoter replacement in improving performance of broiler birds. *Poultry Science*, 96, 2614-2622.
- Mingmongkolchai, S. and Panbangred. (2018). *Bacillus* probiotic: an alternative to antibiotics for livestock production: Review article. *Journal of Applied Microbiology*, 124, 1334-1346.

- Sen, S., Ingale, S.L., Kim, J.S., Kim, K.H., Chou Khong, Lohakare, J.D., Kim, E.K., Kim, H.S., Kwon, I.K. and Chae, B.J.H. (2011). Effect of supplementation of *Bacillus subtilis* LS 1-2 grown on citrus-juice waste and corn-soybean meal substrate on growth performance, nutrient retention, caecal microbiology and small intestinal morphology of broilers. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*, 24(8), 1120-1127.
- Shi, C., Zhang, Y., Lu, Z. and Wang, Y. (2017). Solid-state fermentation of corn-soybean meal mixed feed with *Bacillus subtilis* and *Enterococcus faecium* for degrading antinutritive factors and enhancing nutritional value. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8, 50.
- Somkuna, N., Somkuna, E., Sawangtap, J. and Rachwicha, P. (2017). Increasing Productive Performance of Native Chickens by Herbs in Rural Community. In *Proceedings of The 2nd International Conference on Animal Nutrition and Environment (ANI-NUE2017)* November 1-4, 2017. Pullman Raja Orchid Hotel, Khon Kaen, Thailand.
- Sugiharto, S., Isroli, I., Yudiarti, T., Widiastuti, E., Wahyuni, H.I. Sartono, T.A. (2018). Effect of two-step fermentation by *Chrysonilia crassa* and *Bacillus subtilis* on nutritional values and antioxidative properties of agro-industrial by-products as poultry feed ingredients. *Journal of Advanced veterinary and Animal Research*, 5(4), 472-480.
- Vazquez, A.P. (2016). *Bacillus subtilis* are superior probiotic feed-additives for poultry. *Journal of Bacteriology & Mycology*, 2(3), 1-3.
- Yegani, M. and Korver, R. (2008). Factors affecting intestinal health in poultry. *Poultry Science*, 87, 2052-2063.

การพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับสวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม อ.เมือง จังหวัดลพบุรี
Development of E-commerce System for Thongsuk Bamboo Garden,
Khok Tum Sub-District, Lopburi Province

ดวงพร ไม่ประเสริฐ

Doungporn Maiprasert

สาขาวิชาเทคโนโลยีมีัลติมีเดีย คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

Multimedia Technology Program, Faculty of Information Technology,

Thepsatri Rajabhat University

Email : maiprasert2517@gmail.com

Received: July 26, 2021

Revised: November 25, 2021

Accepted: December 22, 2021

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับสวนไผ่ทองสุข ตำบลโคกตูม อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม จ.ลพบุรี 2) เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม จ.ลพบุรี กลุ่มตัวอย่าง บุคคลในพื้นที่ตำบลโคกตูม จังหวัดลพบุรี จำนวน 25 คน โดยสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ทำการวิจัยได้แก่ 1) ระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข 2) แบบประเมินความพึงพอใจของระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ตำบลโคกตูม อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี สามารถใช้งานได้ดีและมีประสิทธิภาพ 2) ผลการประเมินความพึงพอใจต่อระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม จ.ลพบุรี ได้รับการตอบรับในทางบวก คิดเห็นโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.50 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57

คำสำคัญ : ระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ สวนไผ่

ABSTRACT

This research studied to develop the E-Commerce system of Thongsuk Bamboo Garden, Khok Tum Subdistrict, Lopburi province. The purposes of this research were 1) to develop the E-commerce system of Thongsuk Bamboo Garden, Khok Tum Subdistrict, Lopburi province. 2) to assess the satisfaction of the E-commerce system of Thongsuk Bamboo Garden with 25 samples from Khok Tum Subdistrict, Lopburi province, by purposive sampling. The research instruments were 1) the E-commerce system of Thongsuk Bamboo Garden 2) the satisfaction assessment form of E-commerce system of Thongsuk Bamboo Garden. The statistics used in this research were percentage, mean and standard deviation.

The research results were found that 1) the results of the development of E-commerce system of Thongsuk Bamboo Garden can be used well. 2) the results of the satisfaction assessment of E-commerce system of Thongsuk Bamboo Garden received positive feedback. Overall opinion was good, mean value equal 4.50 and the standard deviation equal 0.57.

Keyword: E-commerce System, Bamboo Garden

บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยีและสารสนเทศต่าง ๆ มีความเจริญก้าวหน้ามากขึ้นอาจเรียกได้ว่าเป็นยุคของเทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ไม่ว่าจะเป็นทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงทำให้คนทั่วไปได้ให้ความสำคัญในด้านของข้อมูลข่าวสารมากยิ่งขึ้น โดยแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ก็ได้มาจากหลายๆแหล่งซึ่งแหล่งข้อมูลหนึ่งที่บุคคลโดยทั่วไปให้ความสนใจนั่นก็คือ อินเทอร์เน็ต ซึ่งในปัจจุบันได้เข้ามามีบทบาทอย่างมาก ในทุกหน่วยงานหรือองค์กรธุรกิจ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน

สวนไผ่ทองสุข ตั้งอยู่ใน ตำบลโคกตูม อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี มีพื้นที่ปลูกสวนไผ่จำนวน 25 ไร่ เป็นพื้นที่ทางธรรมชาติที่สามารถผลิต 1) ไผ่บงสุทธิ์ 2) ไผ่ไซเดอร์ 3) ไผ่ส้มควนไม้ และ

4) ต้นไผ่ ซึ่งมีการพัฒนากระบวนการการใช้ผลผลิตจากต้นไผ่ ทางสวนไผ่ทองสุขดำเนินการธุรกิจการ ขายในพื้นที่ตำบลโคกตูม และนอกพื้นที่ จากการสำรวจของทางสวนไผ่ทองสุขซึ่งเป็นพื้นที่ในชุมชน ตำบลโคกตูม อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ที่มีความต้องการช่องทางการดำเนินธุรกิจอย่างแพร่หลาย แต่ยังขาดช่องทางการดำเนินธุรกิจในการจัดซื้อสินค้า และการจำหน่ายสินค้ายังไม่แพร่หลาย ลูกค้ายังไม่ค่อยรู้จักกับทางสวนไผ่ทองสุขมากนัก จึงมองเห็นความสำคัญในการจัดทำเว็บไซต์ ซื้อขายผ่านทาง อินเทอร์เน็ต หรือเรียกว่าพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-commerce) จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่เป็นช่องทางในการ ขายสินค้า เพราะอินเทอร์เน็ตนับว่ายังมีอัตราการเติบโตมาก ผู้ใช้งานก็เพิ่มสูงขึ้น และรูปแบบการ นำเสนอของเว็บไซต์ต่างต้องการเข้าถึงการตอบสนองต่อผู้ใช้งานมากขึ้น ไม่เป็นแค่เพียงการแสดง ข้อความเอกสารที่ไม่ซับซ้อนดูน่าเบื่อ เนื่องจากความต้องการของผู้ใช้ที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้มีการซื้อขายส่ง จอมผ่านทางอินเทอร์เน็ต โดยสามารถเลือกซื้อเปรียบเทียบราคาสินค้า มีการสั่งซื้อสินค้าได้และมี เงื่อนไขการชำระเงิน แต่ด้วยทางสวนไผ่ทองสุขมีการขายของเพียงในท้องถิ่นเท่านั้น ทำให้มีช่องทางการ จำหน่ายเพียงช่องทางเดียว ทำให้ไม่เป็นที่รู้จักมากนัก จึงเกิดแนวคิดในการขยายตลาดโดยการทำ เว็บไซต์เพื่อขายเป็นสินค้าออนไลน์ เพื่อเพิ่มความสะดวกสบาย และความรวดเร็วให้แก่กลุ่มลูกค้าที่อยู่ ใกล้เคียงเข้าถึงสินค้าได้ง่ายขึ้น

ดังนั้นจึงมีแนวความคิดในการพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ สวนไผ่ทองสุขขึ้นมา เพื่อเป็น ตัวเลือกในการเลือกซื้อสินค้าออนไลน์ สามารถค้นหาสินค้า ราคาหรือข้อมูลสินค้าได้จากหน้าเว็บไซต์ เพื่อเป็นการลดระยะเวลาในการเดินทางเพื่อมาซื้อที่สวนไผ่ทองสุข และไม่เสียเวลาในการเลือกซื้อตาม หมวดยในระบบออนไลน์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม จ.ลพบุรี
2. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม จ.ลพบุรี

ขอบเขตการวิจัย

การศึกษางานวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาการพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม จ.ลพบุรี ประกอบด้วย การสำรวจความต้องการของชุมชน วิเคราะห์และออกแบบระบบ พัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ และเมื่อทำการ ปรับปรุงแล้ว นำระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุขนี้นำมาใช้กับกลุ่มบุคคลในพื้นที่ตำบล โคกตูม หมู่ที่ 14 จำนวน 25 คน โดยสุ่มแบบเจาะจง อายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไปประเมินความพึงพอใจต่อ ระบบ เพื่อผู้ประกอบการสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ที่ใช้สำหรับการตัดสินใจในการผลิต

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม จ.ลพบุรี ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์
2. ออกแบบระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับสวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม อ.เมือง จ.ลพบุรี
3. สร้างระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับสวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม อ.เมือง จ.ลพบุรี
4. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

4.1 สร้างระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับสวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม อ.เมือง จ.ลพบุรี โดยทำการออกแบบฐานข้อมูล และสร้างระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ ในรูปแบบ Waterfall Model

4.2 จัดทำแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับประสิทธิภาพของระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับสวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม อ.เมือง จ.ลพบุรี ด้านการออกแบบตามทฤษฎีการสร้างข้อคำถามสำหรับประเมินประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศ จากนั้นประเมินความเหมาะสมและพิจารณาตรวจสอบหาคุณภาพของ แบบสอบถาม ด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาความสอดคล้องและความเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน

4.3 จัดทำแบบประเมินผลความพึงพอใจต่อระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับสวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม อ.เมือง จ.ลพบุรี ประกอบด้วย 2 ด้าน 1) การใช้งานเว็บไซต์ และ 2) ความสวยงามของเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์

5 ประเมินประสิทธิภาพของระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับสวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม อ.เมือง จ.ลพบุรี โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาและการออกแบบระบบ จำนวน 3 คน

6 บุคคลในพื้นที่ใช้ระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับสวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม อ.เมือง จ.ลพบุรี

7. ประเมินความพึงพอใจสำหรับผู้ที่ใช้ระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 25 คน

8. รวบรวมข้อมูลแล้วนำมาวิเคราะห์ผลการประเมินด้วยค่าทางสถิติ ประกอบด้วยค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ประชากร

กลุ่มบุคคลในพื้นที่เขตตำบลโคกตูม จังหวัดลพบุรี

กลุ่มตัวอย่าง

ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ กลุ่มบุคคลในพื้นที่ตำบลโคกตูม หมู่ที่ 14 จำนวน 25 คน โดยสุ่มแบบเจาะจง อายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นประเมินผลความพึงพอใจระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม จ.ลพบุรี โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน 1) ด้านการใช้งานเว็บไซต์ และ 2) ความสวยงามของเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คือ บุคคลในพื้นที่ ต.โคกตูม จ.ลพบุรีจำนวน 25 คน สุ่มแบบเจาะจง อายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข
ต.โคกตูม จ.ลพบุรี

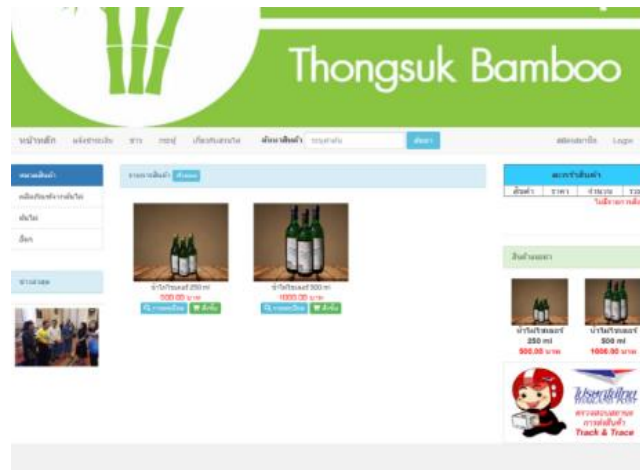
การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินความพึงพอใจต่อระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม จ.ลพบุรี โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยการหาทางสถิติประกอบด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

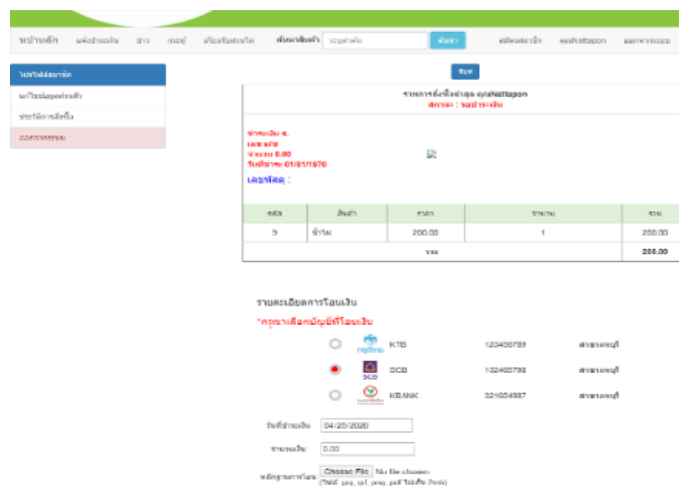
ผลการวิจัยประกอบด้วยระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ และผลประเมินความพึงพอใจระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม จ.ลพบุรี

1) ระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม จ.ลพบุรี เป็นระบบที่ช่วยให้ลูกค้าได้เข้าถึงสินค้าของทางสวนไผ่ได้มากขึ้น ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ระบบการเข้าใช้งานของลูกค้า

จากภาพประกอบ 1 ระบบการเข้าใช้ของลูกค้า มีการออกแบบเมนูให้สามารถแจ้งการชำระเงิน ข่าวสาร กระทั่ง ข้อมูลของทางสวนไผ่ สามารถค้นหาสินค้าที่ลูกค้าต้องการ และเลือกหมวดสินค้าได้ เมื่อลูกค้าต้องการสินค้าใดสามารถเลือกสินค้านั้นลงตะกร้า จะมีข้อมูลสินค้าปรากฏในตารางตะกร้า สินค้า พร้อมระบุจำนวนราคาให้ลูกค้าได้ทราบก่อนทำการสั่งซื้อเพื่อเป็นการตรวจสอบก่อน เป็นการสร้างความมั่นใจในการสั่งซื้อ



ภาพประกอบ 2 ระบบการชำระเงินของลูกค้า

จากภาพประกอบ 2 ระบบการชำระเงินของลูกค้าที่ทางลูกค้าสามารถเลือกวิธีการชำระเงิน และสามารถแนบไฟล์การชำระเงินผ่านเข้าระบบได้



ภาพประกอบ 3 ระบบรายงานการชำระเงิน

จากภาพประกอบ 3 ระบบการรายงานการชำระเงินจากลูกค้า ทางสวนไผ่สามารถตรวจสอบการชำระเงินได้ว่าการชำระเงินนี้มาจากลูกค้าท่านใด จำนวนเท่าไร ชำระผ่านธนาคารใด และสามารถสรุปรายรับได้ ทำให้ทางสวนไผ่ทองสุขสามารถตัดสินใจในการผลิตสินค้าให้ตรงตามความต้องการของลูกค้า

2) ผลประเมินความพึงพอใจต่อระบบระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม อ.เมือง จ.ลพบุรี

ข้อมูลจากกลุ่มบุคคลที่อยู่ในเขต ต.โคกตูม อ.เมือง จ.ลพบุรี โดยใช้แบบสอบถามในการสอบถามความพึงพอใจต่อระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม จ.ลพบุรี จำนวน 25 คน ดังผลจากการประเมินความพึงพอใจของระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม จ.ลพบุรี

โดยมีเกณฑ์ประเมินประสิทธิภาพ (บุญชม ศรีสะอาด 2556 : 121)

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึงระดับความพึงพอใจ ดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึงระดับความพึงพอใจ ดี

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึงระดับความพึงพอใจ ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึงระดับความพึงพอใจ พอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึงระดับความพึงพอใจ ปรับปรุง

ตารางที่ 1 ผลประเมินความพึงพอใจต่อระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ของสวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม จ.ลพบุรี

ประเด็นคำถามระดับความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น		
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
ด้านการใช้งานเว็บไซต์			
ชื่อเว็บไซต์สื่อความหมายได้ดี	4.48	0.50	มาก
เมนูการใช้งาน	4.40	0.64	มาก
การลงทะเบียนระบบ	4.52	0.50	มากที่สุด
การสั่งซื้อสินค้า	4.48	0.58	มาก
การชำระเงิน	4.44	0.58	มาก
การค้นหาสินค้า	4.52	0.58	มากที่สุด
ประเภทหมวดหมู่	4.60	0.50	มากที่สุด
กระดานกระทู้	4.32	0.80	มาก
ระบบการรายงาน	4.68	0.47	มากที่สุด
ซื้อสินค้าถูกต้องและชัดเจน	4.36	0.70	มาก
ความง่ายต่อการใช้งานเว็บไซต์	4.52	0.50	มากที่สุด
ภาพรวมของการใช้งานเว็บไซต์	4.48	0.58	มาก
ความสวยงามของเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์			
ความสวยงามของเว็บไซต์	4.56	0.58	มากที่สุด
ขนาดอักษรและรูปแบบอักษรมีความสวยงามและอ่านง่าย	4.44	0.58	มาก
ภาพประกอบสื่อความหมาย	4.52	0.58	มากที่สุด
ความพึงพอใจในภาพรวมด้านความสวยงามและการออกแบบ	4.60	0.50	มากที่สุด
รวม	4.50	0.57	มาก

จากตารางที่ 1 พบว่า ความพึงพอใจต่อระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม จ.ลพบุรี ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็น 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่า S.D. = 0.57

แยกเป็นด้านการใช้งานเว็บไซต์พบว่า มีความพึงพอใจ การลงทะเบียนระบบ การค้นหาสินค้า ประเภทหมวดหมู่ ระบบการรายงาน และความง่ายต่อการใช้งานเว็บไซต์ อยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด และ ด้านความสวยงามของเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์พบว่า มีความความพึงพอใจความสวยงามของเว็บไซต์ ภาพประกอบสื่อความหมาย และ ความพึงพอใจในภาพรวมด้านความสวยงามและการออกแบบอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม จ.ลพบุรี เพื่อใช้สำหรับการค้าขายสินค้าทำมาจากไผ่ในพื้นที่ตำบลโคกตูมอำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี เนื่องด้วย ในโลกธุรกิจปัจจุบันนี้การแข่งขันมีสูงมากขึ้น โดยจะมีทั้งคู่แข่งทางการตลาดของสินค้าชนิดเดียวกัน ทางสวนไผ่ทองสุขจำเป็นต้องหาทางในการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางการตลาดเพื่อให้เพิ่มยอดขาย ระบบการพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม จ.ลพบุรี สามารถนำเสนอสินค้าไปยังกลุ่มลูกค้าได้เพิ่มขึ้น สามารถเข้าถึงกลุ่มลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว และยังคงค่าใช้จ่ายทางการตลาด ระบบนี้มีการพัฒนาและออกแบบโดยใช้วงจรการพัฒนาระบบมาพัฒนาระบบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐที่ ปิ่นทอง (2563) มีการออกแบบโดยใช้วงจรการพัฒนาระบบสารสนเทศ (System Development Life Cycle : SDLC) มาเป็นแนวทางในการพัฒนา (Jeffrey *et al.*, 2004) และสอดคล้องกับงานวิจัยของฐานันท์ ตั้งจุจิกุล และคณะ (2561) ที่ได้ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อการจัดการผลิตภัณฑ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น : กรณีศึกษากลุ่มผ้าทอนาหมื่นศรี จังหวัดตรัง พบว่าการประเมินความพึงพอใจต่อระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์สวนไผ่ทองสุข ต.โคกตูม จ.ลพบุรี มี 2 ด้านประกอบด้วย 1) ด้านการใช้เว็บไซต์ 2) ความสวยงามของเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. ควรพัฒนาระบบให้สามารถเพิ่มสินค้าหลากหลายประเภทในชุมชน จะได้มีสินค้าที่หลากหลายเพิ่มขึ้น
2. สามารถเพิ่มระบบการขายเพียงไม่กี่ผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในรูป SMEs

เอกสารอ้างอิง

- ฐานันท์ ตั้งรุจิกุล และคณะ (2561). ความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อการจัดการผลิตภัณฑ์ภูมิปัญญาท้องถิ่น : กรณีศึกษากลุ่มผ้าทอนาหมื่นศรี จังหวัดตรัง. ใน *การประชุมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9. มหาวิทยาลัยหาดใหญ่. หาดใหญ่: มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.*
- ณัฐทิ ปิ่นทอง.(2563). การพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อส่งเสริมการค้าจำหน่าย ผลิตภัณฑ์มะม่วง อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา. *วารสารวิชาการเกษตร*, 38(1), 50-57.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2556). *พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์(มุมมองด้านการบริหาร) : (A Manageril Perspective)*. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- Kosior, D. (1998). *เปิดโลกการค้าอิเล็กทรอนิกส์ (Understanding Electronic Commerce)*. (ฉันทวัฒน์ พิษผล, ผู้แปล) พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: บริษัท โปรวิชั่น จำกัด.
- Jeffrey, A. H., George, J.F. and Valacich, J.S. (2004). *Modern Systems Analysis and Design* (4th Edition). New York: Pearson Education International.

ข้อแนะนำในการเตรียมบทความวิจัยเพื่อส่งวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

1. ความยาวของบทความวิจัยฉบับ โดยนับรวมภาพประกอบ ตาราง และเอกสารอ้างอิง จำนวน 8-12 หน้า ใช้กระดาษขนาด 19 ซม. × 26 ซม.

2. แบบอักษร (Font)

2.1 ชื่อบทความวิจัยทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษให้พิมพ์ด้วยตัวหนาโดยใช้อักษรขนาด 16 พิมพ์ไว้กึ่งกลางหน้ากระดาษ

2.2 ชื่อและนามสกุลของผู้ประพันธ์มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พิมพ์ด้วยตัวหนาโดยใช้ อักษรขนาด 15 พิมพ์ไว้กึ่งกลางหน้ากระดาษ (ให้ใช้หมายเลขแบบตัวยกเพื่อกำกับลำดับชื่อของ หน่วยงานที่สังกัด)

2.3 หน่วยงานที่สังกัด และอีเมล ให้พิมพ์ในบรรทัดด้านล่างต่อจากชื่อผู้ประพันธ์ โดย พิมพ์ ด้วยอักษรตัวปกติขนาด 13 ไว้กึ่งกลางหน้ากระดาษ

2.4 ให้พิมพ์เนื้อหาด้วยตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 15 และพิมพ์ในลักษณะคอลัมน์ เดียว

2.5 หัวข้อหลักพิมพ์ด้วยตัวอักษรหนา ขนาด 16 ส่วนหัวข้อย่อยพิมพ์ด้วยอักษรตัวหนา ขนาด 15

3. องค์ประกอบของบทความวิจัยฉบับเต็ม ประกอบด้วย

3.1 ชื่อเรื่อง (Title) ต้องมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

3.2 ชื่อและนามสกุลของผู้ประพันธ์มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พร้อมระบุตำแหน่ง ทางวิชาการ (ถ้ามี) หน่วยงานที่สังกัด และอีเมล

3.3 บทคัดย่อ (Abstract) มีความยาวไม่เกิน 1 หน้า หรือไม่เกินจำนวน 150-200 คำ ทั้ง ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

3.4 คำสำคัญ (Keywords) มีจำนวน 3-5 คำ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

3.5 บทนำ (Introduction) ระบุถึงความสำคัญของปัญหาที่ศึกษา วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และประโยชน์โดยรวมที่จะเกิดขึ้นจากผลวิจัย

3.6 วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objective) มีความชัดเจนและสะท้อนถึงภาพทั้งหมดของงานวิจัย

3.7 วิธีดำเนินการวิจัย (Research methodology) ครอบคลุมวิธีการวิจัย ประชากรกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือวิจัย ขั้นตอนการเก็บข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.8 ผลการวิจัย (Results) ได้จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.9 อภิปรายผล (Discussion) นำเสนอผลการวิจัยโดยการอ้างอิงทฤษฎีเพื่อนำมาสนับสนุนหรือเห็นแย้งที่สมเหตุสมผล

3.10 สรุปผล (Conclusion) สรุปประเด็นโดยหลักของผลการวิจัย

3.11 ข้อเสนอแนะ (Recommendations) เป็นข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์และเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยในครั้งต่อไป

3.12 การอ้างอิง (References) แบบแทรกในเนื้อหา กำหนดให้ใช้ระบบนาม-ปี (Author-Year) ตามรูปแบบ APA ทั้งนี้เอกสารอ้างอิงทุกรายการที่ปรากฏในเนื้อหาต้องสอดคล้องรายการเอกสารอ้างอิงท้ายเรื่อง

3.13 การอ้างอิง (References) แบบท้ายเรื่อง กำหนดให้ใช้รูปแบบ American Psychological Association (APA) 6th edition

4. การพิมพ์

4.1 การพิมพ์หัวข้อ ให้พิมพ์ตรงกลางหน้ากระดาษ มีระยะระหว่าง 1 บรรทัดเหนือหัวข้อ และให้ใส่เลขกำกับหัวข้อด้วย

4.2 การย่อหน้าเนื้อหา ให้ย่อหน้า 1 ซม.

4.3 การวางรูปหน้ากระดาษ การเว้นระยะห่างจากริมกระดาษให้เว้นระยะห่างดังนี้

4.3.1 ด้านบนและด้านซ้าย เว้นห่างจากขอบกระดาษ 2.54 ซม.

4.3.2 ด้านล่างและด้านขวา เว้นห่างจากขอบกระดาษ 2.54 ซม.

5. การพิมพ์ตาราง จะต้องมียุทธศาสตร์กับแต่ละตาราง ให้พิมพ์หมายเลขลำดับของตารางและชื่อตารางคนละบรรทัด โดยพิมพ์ชิดขอบซ้ายมือของกระดาษ ถ้าชื่อตารางยาวกว่า 1 บรรทัด ให้ขึ้นบรรทัด

ใหม่ โดยให้อักษรตัวแรกตรงกับชื่อตารางในบรรทัดแรก และเว้นแถวว่าง 1 แถว ก่อนและหลังพิมพ์ตาราง

6. การพิมพ์ภาพประกอบ ภาพแต่ละภาพต้องมีหมายเลขลำดับจาก 1 ไปจนจบบทความ การพิมพ์หมายเลขลำดับของภาพ ชื่อและ/ หรือ คำอธิบายให้พิมพ์ไว้ใต้ภาพ และให้เส้นแถวว่าง 1 แถว ก่อนและหลังพิมพ์ภาพประกอบ

7. การพิมพ์สมการ ให้แยกพิมพ์ไว้ในแถวหนึ่งต่างหาก และให้เว้นแถวว่าง 1 แถว ก่อนและหลังการพิมพ์สมการ

$$x_1 = x + h, x_2 = x + h \text{ และ } y_1 = f(x_1) = f(x + h), y_2 = f(x_2) = f(x + h)$$

8. การพิมพ์เอกสารอ้างอิง (References) ให้อ้างอิงเอกสารภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ บรรทัดแรกของแต่ละรายการ ให้พิมพ์ชิดทางด้านซ้ายมือ หากพิมพ์ไม่จบในบรรทัดแรก ให้บรรทัดต่อมาย่อหน้า 7 ตัวอักษร และเริ่มพิมพ์ตัวที่ 8 การเรียงลำดับของเอกสารอ้างอิงแต่ละรายการของเอกสารภาษาไทย ให้เรียงตามอักษร ก-ฮ และตามลำดับของสระ และเอกสารอ้างอิงภาษาอังกฤษให้เรียงตาม A-Z และตามลำดับของสระเช่นกัน ถ้าชื่อหนังสือหรือชื่อของวารสารที่เป็นภาษาอังกฤษ ให้พิมพ์ตัวอักษรแรกรวมทั้งคำที่เป็นชื่อเฉพาะ (Proper nouns) ด้วยตัวใหญ่ ต่อจากนั้นเป็นตัวเล็กทั้งหมดและให้พิมพ์เป็นตัวเอน

2.5 ซม.

ชื่อเรื่องภาษาไทย
ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ

} ชื่อเรื่อง ตัวอักษรหนาขนาด 16
** แบบอักษร TH SarabunPSK ทั่วฉบับ **

ตัวอักษรหนา
ขนาด 15

ชื่อผู้แต่ง^{1*} ชื่อผู้แต่ง² และ ผู้แต่ง³ (ชื่อภาษาไทย)
Author^{1*}, Author², and Author³ (ชื่อภาษาอังกฤษ)

ตัวอักษร
ขนาด 13

สถาบัน¹
Affiliation1¹
สถาบัน²
Affiliation2²
สถาบัน³
Affiliation3³

Email: Corresponding author email

บทคัดย่อ

} ตัวอักษรหนาขนาด 16

.....
.....
.....
.....

} ตัวอักษร
ปกติ
ขนาด 15

คำสำคัญ:
.....
.....

ตัวอักษรขนาด 15 ปกติ จำนวนสูงสุด 6 คำ เว้นวรรคแต่ละคำให้ห่างกัน 3 ตัวอักษร

2.5 ซม.

ABSTRACT

} ตัวอักษรหนาขนาด 16

2.5 ซม.

.....
.....
.....

} ตัวอักษร
ปกติ
ขนาด 15

Keyword:
.....

ตัวอักษรขนาด 15 ปกติ จำนวนสูงสุด 6 คำ แต่ละคำคั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาค (,)

2.5 ซม.

แบบฟอร์ม กระดาษขนาด (19cm * 26cm)

↕ 2.5 ซม.

บทนำ

}

หัวข้อหลัก ตัวอักษรหนา ขนาด 16

.....

.....

.....

}

ตัวอักษรปกติ

ขนาด 15

วัตถุประสงค์ของการวิจัย (หัวข้อรอง ตัวอักษรหนา ขนาด 15)

..... (เนื้อหาทั่วไป ตัวอักษรหนา ขนาด 15)

.....

สมมติฐานในการวิจัย (หัวข้อรอง ตัวอักษรหนา ขนาด 15)

..... (เนื้อหาทั่วไป ตัวอักษรหนา ขนาด 15)

.....

ขอบเขตการวิจัย (หัวข้อรอง ตัวอักษรหนา ขนาด 15)

..... (เนื้อหาทั่วไป ตัวอักษรหนา ขนาด 15)

.....

↔ 2.5 ซม.

วิธีดำเนินงานวิจัย

}

หัวข้อหลัก ตัวอักษรหนา ขนาด 16

.....

.....

.....

}

ตัวอักษรปกติ

ขนาด 15

ประชากรกลุ่มตัวอย่าง (หัวข้อรอง ตัวอักษรหนา ขนาด 15)

1. ประชากร (เนื้อหาทั่วไป ตัวอักษรหนา ขนาด 15)

.....

2. กลุ่มตัวอย่าง (เนื้อหาทั่วไป ตัวอักษรหนา ขนาด 15)

.....

เครื่องมือในการวิจัย (หัวข้อรอง ตัวอักษรหนา ขนาด 15)

..... (เนื้อหาทั่วไป ตัวอักษรหนา ขนาด 15)

.....

การเก็บรวบรวมข้อมูล (หัวข้อรอง ตัวอักษรหนา ขนาด 15)

..... (เนื้อหาทั่วไป ตัวอักษรหนา ขนาด 15)

.....

การวิเคราะห์ข้อมูล (หัวข้อรอง ตัวอักษรหนา ขนาด 15)

..... (เนื้อหาทั่วไป ตัวอักษรหนา ขนาด 15)

.....

↕ 2.5 ซม.

ผลการวิจัย

2.5 ซม.

หัวข้อหลัก ตัวอักษรหนา ขนาด 16

ตัวอักษร
ปกติ
ขนาด 15

อภิปรายผลการวิจัย

หัวข้อหลัก ตัวอักษรหนา ขนาด 16

ตัวอักษร
ปกติ
ขนาด 15

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

หัวข้อหลัก ตัวอักษรหนา ขนาด 16

ตัวอักษร
ปกติ
ขนาด 15

เอกสารอ้างอิง

หัวข้อหลัก ตัวอักษรหนา ขนาด 16

ตัวอักษร
ปกติ
ขนาด 15

2.5 ซม.

2.5 ซม.