



คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์
Faculty of Liberal Arts and Sciences

STJS

Science and Technology Journal of Sisaket Rajabhat University

วารสาร
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

Print ISSN : 2730-3977

Online ISSN : 2773-9309

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2566
Vol.3 No.1 January - June 2023



เจ้าของ	คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ	
คณะที่ปรึกษา	อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ คณบดีคณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ รองคณบดีคณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ผู้ช่วยคณบดีคณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ หัวหน้าสำนักงานคณบดีคณะศิลปศาสตร์ฯ	มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
บรรณาธิการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เดชภณ ทองเต็ม	คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
กองบรรณาธิการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรพรรณ สิทธิศาสตร์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนิษฐา อินธิจิต ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนวัธน์ ศรีสุวรรณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ยศแสน อาจารย์ ดร.ภาคภูมิ ชินพฤทธิวงศ์ นางอำพร ไกรกลาง	คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์
บรรณาธิการผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Reviewers)	ศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา ประเทพา ศาสตราจารย์ ดร.สิงหนาท พวงจันทร์แดง ศาสตราจารย์ ดร.ศิริจร ศิริอมรพรรณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศลิษา ไชยพุทธ รองศาสตราจารย์ ดร.นนทพงษ์ พลพวก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติกร มหิสนันท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์ แสงผ่อง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรพรรณ สิทธิศาสตร์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิวัตม์ กมลคุณานนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวีศร ปุคะภาค อาจารย์ ดร.ฐากร ฐิติเศรษฐ์ อาจารย์ ดร.วทีญญา นามบุรี อาจารย์ ดร.ปรีดา สิทธิศาสตร์ อาจารย์ ดร.วิลาสินี กীরกิตติสกุล อาจารย์ ดร.หทัยรัตน์ หอมไกรลาศ อาจารย์ ดร.ชายแดน มิ่งเมือง อาจารย์ ดร.จีรนนท์ แก้วมา อาจารย์ ดร.เบญจวรรณ ดุนขุนทด อาจารย์ ดร.กฤษดา หินธารี อาจารย์ ดร.อนุพันธ์ สุวรรณพันธ์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยมหาสารคาม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า คุณทหารลาดกระบัง มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยนครพนม มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ



	อาจารย์อริยะ แสนทวีสุข อาจารย์กนกกาญจน์ ศรีสุรินทร์ อาจารย์เบญจวรรณ ดุนขุนทด	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา มหาวิทยาลัยราชธานี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
วัตถุประสงค์	เพื่อส่งเสริมให้คณาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ นิสิตนักศึกษา และผู้สนใจทั่วไปได้เผยแพร่ผลงานวิชาการและผลงานวิจัย ตลอดจนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นทางวิชาการในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมุ่งเน้นในกลุ่มสาขาวิชาที่มีการเปิดสอนในคณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ได้แก่ กลุ่มสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประยุกต์ ซึ่งประกอบด้วยสาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และดิจิทัล สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ สาขาวิศวกรรมโลจิสติกส์ สาขาเทคโนโลยีโยธาและสถาปัตยกรรม สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีการเกษตร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และกลุ่มสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ ได้แก่ สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย สาขาสาธารณสุขชุมชน และสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา	
ลิขสิทธิ์	กองบรรณาธิการวารสาร จะไม่รับพิจารณาบทความที่เป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ ในกรณีที่มีการละเมิดลิขสิทธิ์ขึ้น ทางผู้เขียนเป็นผู้รับผิดชอบแต่เพียงฝ่ายเดียว	
หมายเหตุ	วารสารราย 6 เดือน เผยแพร่ทุก ๆ กลางเดือนมิถุนายน และธันวาคม บทความที่ตีพิมพ์ในวารสารเป็นต้นฉบับ ลิขสิทธิ์ และความรับผิดชอบของผู้เขียนเจ้าของผลงาน	



บทบรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ (Science and Technology Journal of Sisaket Rajabhat University) ฉบับนี้ เป็นฉบับที่แรก ของปี พ.ศ. 2566 มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแขนงต่าง ๆ สู่อุตสาหกรรม โดยเผยแพร่บทความวิจัย/บทความวิชาการ ทั้งในรูปแบบการรวมเล่มและเผยแพร่ผ่านวารสารอิเล็กทรอนิกส์ (Online) โดยวารสารฉบับนี้มีบทความวิจัยทั้งสิ้น จำนวน 7 บทความ ซึ่งแต่ละบทความได้ผ่านการประเมินทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิจากหลากหลายสถาบัน จำนวน 3 ท่าน/บทความ อย่างเข้มข้น และแต่ละบทความล้วนมีความน่าสนใจทั้งสิ้น

สำหรับสมาชิกวารสารและผู้สนใจทั่วไปที่จะส่งบทความวิจัยเพื่อเผยแพร่ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ สามารถส่งบทความได้ที่ <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/STJS/> โดยวารสารของเรามีกำหนดเผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ โดยฉบับที่ 1 เผยแพร่ในช่วงเดือน มกราคม - มิถุนายน และฉบับที่ 2 เผยแพร่ในช่วงเดือน กรกฎาคม - ธันวาคม ของทุก ๆ ปี โดยวารสารของเรามีผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบบทความวิจัย/บทความวิชาการ จำนวน 3 ท่าน/บทความ ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับหลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคลให้ดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ ฉบับล่าสุด

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เตชภณ ทองเต็ม)

บรรณาธิการ

มิถุนายน 2566



สารบัญ

บทความวิจัย	หน้า
การสร้างเครื่องวัดกระตาดทรายแบบสายพานในงานเจียรระไนและขัดแต่งผิว สุกัญญา พลศรี และณัฐภูมิ พลศรี	1-11
ระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีน ธีรพงศ์ สงผัด รุ่งจิตรา ม่วงศรี และธิดารัตน์ คำจันทร์	12-21
การศึกษาการจัดการโซ่อุปทานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง โดยใช้ตัวแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานโซ่อุปทาน โชติรส นพพลกรัง ทิพย์สุดา กุ่มผั่น ณัฐกร โต๊ะสิงห์ รุ่งรัตติศ สมทอง ศิริพงษ์ หอมแขก กริชนันท์ เจริญพันธ์ และอนงค์นารถ ชัยทอง	22-32
การวิเคราะห์อัตราการไหลหลากของฝายบ้านโพนทราย นันทวัน ทองพิทักษ์ และโชคชัย ไตรยสุทธิ	33-44
ความเป็นพิษต่อเซลล์ของเมลาโทนินและอนุพันธ์ ต่อเซลล์เพาะเลี้ยงชนิดเซลล์ตับ สวรรค์ ธิติสุทธิ กาญจนา แซ่อิง และวิพา ชูปวา	45-53
ประสิทธิผลของโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ ธนพร แก้วเนตร	54-67
ผลของการนั่งต่อคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ในผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ ศิริลักษณ์ ศรีสันต์ พิกุลทอง สืบศรี ขนิษฐา ฉิมพาลี และจิรนนต์ รัตสีวอ	68-76



การสร้างเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานในงานเจียรระโนและขัดแต่งผิว

Build a Belt Sander in Grinding and Finishing Work

สุกัญญา พลศรี¹ และ ณัฐวุฒิ พลศรี^{2*}

Sukanya Ponsri¹ and Natawut Ponsri^{2*}

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชธานี¹

สาขาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะศิลปศาสตรวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ²

Faculty of Education, Ratchathani University¹

Industrial Management Technology, Faculty of Liberal Arts and Sciences, Sisaket Rajabhat University²

*Corresponding Author: natawut.p@sskru.ac.th

ข้อมูลบทความ	บทคัดย่อ
<p>ประวัติบทความ: รับเพื่อพิจารณา: 18 ธันวาคม 2565 แก้ไข: 31 มกราคม 2566 ตอบรับ: 16 กุมภาพันธ์ 2566</p>	<p>เครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพาน ได้รับการออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อลดปัญหาการที่มีดในกระบวนการเจียร การขัด และการลับคมที่ได้คุณภาพไม่สม่ำเสมอ ใช้เวลานาน เพื่อลดปัญหาเหล่านั้น เครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานได้รับการออกแบบโดยมีหลักการการทำงานคือการตัดและขัดผิววัสดุที่ต้องการ โดยผู้วิจัยได้เลือกกรณีศึกษา ณ โรงตีมีดบ้านโนนไย ตำบลหญ้าปล้อง อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ เครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานเครื่องมีส่วนประกอบหลักคือหน่วยส่งกำลัง ชุดฐานเครื่องที่มีหมุด 90 องศา ชุดลูกกลิ้งสายพาน ชุดเครื่องขัดสายพาน ชุดกระดาษทรายสายพาน โดยการทำงานของเครื่องขัดสายพาน มอเตอร์เป็นชุดขับเคลื่อนมู่เล่ขับ จากนั้นพูลเลย์ตามจะส่งกำลังไปยังกระดาษทรายสายพาน เกิดการหมุนของกระดาษทรายและตัด เจียรระโนวัสดุ ที่ต้องการเข้ากับกระดาษทราย โดยสามารถปรับหมุนตามองศาและขนาดที่ต้องการ ผลการวิจัยพบว่าเมื่อใช้เครื่องขัดสายพานในการเจียรระโน เมื่อเลือกใช้มู่เล่ขับขนาด 5.5 นิ้ว จะมีประสิทธิภาพมากกว่าการทำงานแบบเดิมโดยใช้เวลา 280 วินาทีต่อครั้ง ลดเวลาการเจียรระโนใบมีดลง 100.44 วินาทีต่อครั้ง คิดเป็น 26.39% และคิดเป็นปริมาณงานที่ได้เพิ่มขึ้น 3 ชิ้นต่อชั่วโมง และชิ้นงานที่ได้จากการเจียรระโนมีความเรียบเนียนกว่าการตัดแบบดั้งเดิม</p>
<p>คำสำคัญ: เครื่องเจียรระโนแบบสายพาน/ เจียรระโน/กระดาษทราย</p>	

Article Info	Abstract
<p>Article History: Received: December 18, 2022 Revised: January 31, 2023 Accepted: February 16, 2023</p>	<p>The belt sander was designed to improve knife forging time and addresses the issues of uneven bevels in grinding, polishing, and sharpening processes. The researchers designed and built a belt sander as a prototype such that it</p>



Keywords: can effectively cut and polish the desired material surface.
Belt sander/Grinding/Sandpaper A case study was conducted in a knife-smithing community in Ban Non Yae, Ya Plong Subdistrict, Mueng District, Si Sa Ket Province. The machine consists of a power supply unit, a set of 90-degree pins on the machine base, belt rollers, a sanding belt, and sandpapers. The machine operates by having the motor drives the flywheel, which rotates the sandpapers and grinds the knife bevels at the desired degree and size. The results showed that the prototype machine, with a 5.5-inch flywheel drive, reduced the grinding time by 26.39% (100.44 seconds per knife), increasing the throughput by three pieces per hour compared to the traditional method. Additionally, the workpieces obtained from the prototype were smoother than traditional grinding.

1. บทนำ

ในปัจจุบันภาคอุตสาหกรรมภายในประเทศได้มีการเติบโตอย่างต่อเนื่องและมีการแข่งขันกันทางธุรกิจที่มากขึ้นทั้งด้านการเพิ่มกำลัง การผลิตการส่งมอบสินค้าที่รวดเร็วและการลดต้นทุนการผลิต ซึ่งภาคอุตสาหกรรมหลาย ๆ องค์กรได้พยายามคิดหาแนวทางใหม่ๆ ในการจัดการเพื่อเพิ่มความสามารถในทางธุรกิจและพยายามปรับปรุงทุกส่วนของกระบวนการเพื่อให้มีการผลิตที่รวดเร็ว ต้นทุนถูก ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและสร้างความพึงพอใจต่อลูกค้า โดยการออกแบบ การเพิ่มประสิทธิภาพ การจัดการและการปรับปรุงด้านการผลิต การลดต้นทุน มีความจำเป็นสำหรับการดำเนินกิจการในแวดวงอุตสาหกรรม เพราะต้นทุนที่ลดลงไปได้ไม่ใช่เฉพาะเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพเท่านั้น แต่จะเป็นการเปลี่ยนแปลงกลับมาเป็นกำไรให้กับกิจการในธุรกิจที่ได้ทำการประกอบการ

การบริหารจัดการทุกประเภทจำเป็นต้องอาศัยปัจจัยหรือทรัพยากรทางการบริหารจัดการที่สำคัญ ได้แก่ บุคลากร (Man) งบประมาณ (Money) เครื่องจักร (Machine) และการจัดการ (Management) หรือที่เรียกรย่อ ๆ ว่า 4M [1] ถือเป็นปัจจัยพื้นฐานที่ใช้ในการบริหาร เพราะการบริหารจะประสบผลสำเร็จตามเป้าหมาย ต้องอาศัยบุคลากรที่มีคุณภาพ มีปริมาณเพียงพอ ต้องได้รับงบประมาณสนับสนุนการดำเนินการเพียงพอ ต้องมีวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องจักรที่เหมาะสมกับความต้องการของแผนงานและโครงการและต้องมีระบบการจัดการที่ดีมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ทรัพยากรที่มีอยู่จำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด

สำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรนั้น เป็นวิธีการหนึ่งในการลดต้นทุนการผลิตซึ่งแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรนั้น มีอยู่มากมายหลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการลดเวลาในการปฏิบัติงานของเครื่องจักร (Cycle Time) การดัดแปลงหรือปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องจักร (Modify) หรือแม้กระทั่งการปรับเปลี่ยนขั้นตอนในการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งตำบลห้วยป่าล้อม อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ [2] มีหลายหมู่บ้านที่ได้ทำการผลิตสินค้าชุมชน ได้แก่ มีด จอม เสียม ซึ่งเป็นโรงงานขนาดเล็กหรือเรียกว่าโรงตีมีด เช่น โรงตีมีดของชุมชนบ้านโนนแย้ ตำบลห้วยป่าล้อม อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ที่ยังอนุรักษ์ภูมิปัญญา การตีมีดเพื่อเป็นสินค้าสำหรับจำหน่าย และ



ในการตีพิมพ์ขึ้นมาหนึ่งเล่มนั้น จะต้องผ่านกระบวนการหลายอย่าง เช่น เผาเหล็ก ตีขึ้นรูป ชัดแต่งผิว และลับคม อีกทั้งยังพบปัญหาในกระบวนการชัดแต่งผิวและลับคมโดยการใช้เครื่องเจียรไนไฟฟ้า ซึ่งทำให้การทำงานไม่คล่องตัว และทำให้ผิวที่ชัดแต่งและคมมีดไม่มีความสม่ำเสมอ ใช้เวลานานเกินไป และยังอันตรายจากเครื่องมือที่ใช้ อีกทั้งลักษณะของการทำงานยังใช้คนงาน 3-4 คนในการผลิตมีด 1 เล่ม และใช้เวลาในการผลิตมีด 1 เล่ม เฉลี่ยเวลาอยู่ที่เล่มละ 25-30 นาที ซึ่งเวลาที่ใช้ในการเจียรไนชัดแต่งผิวนั้น อยู่ที่ 5-10 นาทีต่อเล่ม ดังนั้นโรงตีมีดที่บ้านโนนแย์ ตำบลหญ้าปล้อง อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ จึงสนับสนุนการจัดการและการปรับปรุงด้านการผลิตในการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานที่มีประสิทธิภาพและลดขั้นตอนการทำงานลงได้ ด้วยเหตุผลเหล่านี้ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการออกแบบและสร้างเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานโดยจะช่วยให้การทำงานมีความรวดเร็วขึ้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตและประหยัดเวลาในการทำงานแต่ได้ผลผลิตจำนวนมากขึ้น โดยมีต้นทุนต่ำลง แต่มีประสิทธิภาพดี ปลอดภัย เพื่อนำมาใช้ในโรงตีมีดของชุมชนบ้านโนนแย์ ตำบลหญ้าปล้อง อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาการสร้างและการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานในงานเจียรไนและชัดแต่งผิว : กรณีศึกษาโรงตีมีดบ้านโนนแย์ ตำบลหญ้าปล้อง อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต มีด จอบ เสียม ของโรงตีมีดบ้านโนนแย์ โดยมีกระบวนการทั้งหมด 7 ขั้นตอน แต่ละขั้นตอนมีข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้น ดังตารางที่ 1 ในการศึกษาปัญหาในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มองเห็นปัญหาของกระบวนการผลิตมีดในกระบวนการที่ 5 การเจียรไนและการชัดแต่งผิว ซึ่งปัญหาที่ผู้วิจัยมองเห็นคือการเจียรไนชัดแต่งผิว ใช้เครื่องเจียรไนแบบมือถือ มีความไม่คล่องตัวในการทำงาน การที่จะทำให้ผิวของชิ้นงานเรียบสม่ำเสมอใช้เวลานาน ผู้วิจัยจึงได้คิดออกแบบและสร้างเครื่องขัดกระดาษทรายสายพานขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้นำหลักปัจจัยในกระบวนการผลิต 4 ด้าน “4M” ใน M ที่ว่า (Machine) เครื่องจักร เข้ามาช่วยในกระบวนการผลิตด้วย เพราะปัจจัยในกลุ่มนี้จะเป็นส่วนที่เข้ามาช่วยเติมเต็มในส่วนที่ความสามารถของมนุษย์ไม่สามารถทำได้

- 1) ศึกษาวิธีการเจียรไนของวัสดุ และอัตราการกินเนื้อวัสดุ
- 2) ศึกษาเกี่ยวกับการป้อนตัด การตัดเฉือนชิ้นงาน
- 3) ศึกษาคุณลักษณะของวัสดุและอุปกรณ์ ที่จะนำมาใช้สร้างเครื่องขัดกระดาษทราย
- 4) ศึกษาหลักการออกแบบการคำนวณแรงโมเมนต์ตัด แรงเฉือน พิกัดความถี่ แบร็งลูกปืน และอุปกรณ์ควบคุม เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการออกแบบเครื่องขัดกระดาษทรายสายพาน
- 5) ศึกษาหลักและขั้นตอนการวิจัย วิธีการเก็บวิเคราะห์ข้อมูลจากตำรา เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และผู้เชี่ยวชาญ




ตารางที่ 1 ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการตีมีด

ลำดับ	กระบวนการ	ภาพประกอบ	ปัญหา
0	โรงตีมีด บ้านโนนแย้		-
1	ตัดเหล็กแท่นบ รลบรรทุก ให้ได้ตาม ขนาดที่ต้องการ		-
2	นำเหล็กที่ตัดแล้วเข้า เตาเผาไฟให้แดง แล้ว จึงนำออกมาตีขึ้นรูป ให้ได้ตามขนาด		เชื้อเพลิงในเตาเผายังเป็น เศษไม้ไฟอยู่ ทำให้ได้ความ ร้อนไม่สม่ำเสมอเหมือน ถ่านหิน
3	นำเขาเตาเผาอีกครั้ง แล้วตี ด้วยพะเนิน เพื่อให้ได้หุ่นมีด และ ด้ามจับที่ต้องการ		ใช้เครื่องจักรทำไม่ได้ ต้องตี ด้วยมือ
4	เชื่อมรอยต่อของด้าม มีดให้ติดกัน		-



ตารางที่ 1 ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการตีมีด (ต่อ)

ลำดับ	กระบวนการ	ภาพประกอบ	ปัญหา
5	ขัดด้วยตะไบและเครื่องเจียรระโนเพื่อให้เกิดความสวยงาม		การเจียรระโนขัดแต่งผิวใช้เครื่องเจียรระโนแบบมือถือ มีความไม่คล่องตัวในการทำงาน การที่จะทำให้ผิวของชิ้นงานเรียบสม่ำเสมอใช้เวลานาน
6	นำเข้าเตาเผาอีกครั้งเผาจนมีสีแดงได้ที่แล้วนำออกมาชุบน้ำหรือน้ำมัน ให้ตัวมีดและคมมีดมีความแข็งแรงไม่หัก ไม่บิ่น		-
7	นำมาลับคม แล้วทาน้ำมันกันสนิม		-

2.2 กำหนดกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา

กลุ่มประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้กลุ่มโรงตีมีด วิทยาลัยศึกษาโรงตีมีดบ้านโนนแะ ตำบลห้วยป่าปล้อง อำเภอมือเมือง จังหวัดศรีสะเกษ

โดยมีข้อมูลเบื้องต้น [2] คือ โรงตีมีดบ้านโนนแะ ตำบลห้วยป่าปล้อง อำเภอมือเมือง จังหวัดศรีสะเกษ เป็นชุมชนที่มีการตีมีดแบบโบราณ มายาวนานกว่า 100 ปี โดยผลิตภัณฑ์ของโรงตีมีดของชุมชนชาวบ้านโนนแะ ตำบลห้วยป่าปล้อง อำเภอมือเมือง จังหวัดศรีสะเกษ เช่น มีดพลั่ว จอบ เสียม เป็นต้น

2.3 ออกแบบโครงสร้างเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานในงานเจียรระโนและขัดแต่งผิว

การออกแบบและสร้างเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานในงานเจียรระโนและขัดแต่งผิว ดังภาพที่ 1 ปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1) เก็บรวบรวมปัญหาข้อมูลจุดด้อยในการเจียรระโนและขัดแต่งผิว แบบดั้งเดิมจากการทดสอบด้วยตนเอง และสถานประกอบการ

2) ทดสอบ และ คำนวณหาอัตราการหมุนของชิ้นงานในการขัดงาน (Material Removal Rate (MRR) in polishing) เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการกำหนดขนาดและเลือกใช้ในการออกแบบการขัดงานพื้นผิวราบ (Surface Polishing) [3-4]



$$MRR=Vbd \quad (1)$$

การขัดงาน กลม ทรงกระบอก (Cylindrical Polishing) [3,4]

$$MRR=2\pi RW d f \quad (2)$$

โดยที่ หน่วยของ MRR คือ (ตารางเมตร / นาที)

b = ความกว้างของล้อหิน(ล้อหินเล็กกว่างาน)

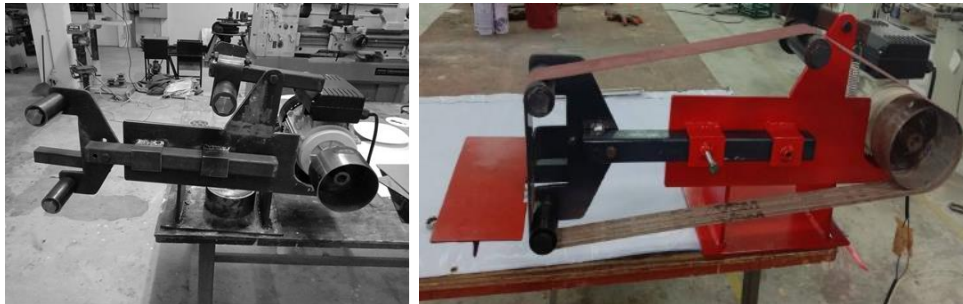
d = ความลึกของการขัด

V = ความเร็วตัด grinding Speed (เมตร/นาที)

Rw = รัศมีของงาน

f = อัตราป้อนตามขวาง (การเคลื่อนที่ของงาน)

3) ออกแบบเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานในงานเจียระไนและขัดแต่งผิว เพื่อแก้ไขปัญหาและให้
เป็นไปตามขอบเขตของการศึกษาและประโยชน์ที่ได้รับจากการออกแบบเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานใน
งานเจียระไนและขัดแต่งผิว



ภาพที่ 1 เครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานที่ได้ออกแบบสร้างขึ้น

3. ผลการวิจัย

จากผลการวิจัยการออกแบบและสร้างเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานในงาน เจียระไนและขัดแต่ง
ผิว โดยได้ทำการทดลองตามการออกแบบการทดลองและการสอบถามความพึงพอใจจากการใช้งานจริง โดยมี
ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 ผลการทดลองการหาขนาดมู่เล่ขับ

ผลการทดลองโดยการหาความเร็วของของสายพานขัดโดยการใช้สูตรการหาความเร็วขอบ ดังตารางที่ 1



ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบความเร้าของมู่เล่ ขนาด 4.5 นิ้ว และ ขนาด 5.5 นิ้ว

ลำดับ ที่	ขนาดของมู่เล่ (นิ้ว)	ความเร็วรอบมอเตอร์ (รอบต่อนาที)	ความเร็วขอบ (เมตรต่อวินาที)
1	4.5	1430	8.55
2	5.5	1430	10.45

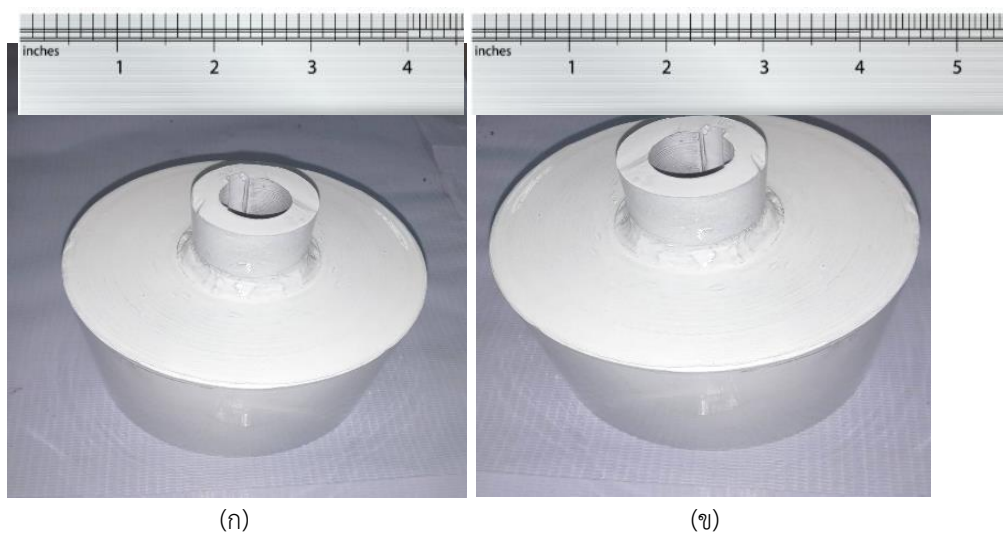
สมการการหาความเร็วขอบหรือความเร็วตัด

$$v = \frac{\pi dn}{1000 \times 60} \quad (3)$$

โดยที่

- v = ความเร็วขอบหรือความเร็วตัด (เมตรต่อวินาที)
- π = ค่าคงที่ 3.14
- d = เส้นผ่านศูนย์กลางของมู่เล่ (มม.)
- n = ความเร็วรอบของมอเตอร์ 1,430 (รอบต่อนาที)

จากการคำนวณพบว่าเมื่อเลือกใช้มู่เล่ขนาด 4.5 นิ้ว ดังภาพ 2ก มีอัตราความเร็วขอบหรือความเร็วตัดเท่ากับ 8.55 เมตรต่อวินาที และเมื่อเลือกใช้มู่เล่ขนาด 5.5 นิ้ว ดังภาพ 2ข มีอัตราความเร็วขอบหรือความเร็วตัดเท่ากับ 10.45 เมตรต่อวินาที ดังนั้นจึงเลือกขนาดมู่เล่ขนาด 5.5 นิ้ว ซึ่งมีอัตราความเร็วขอบหรือความเร็วตัดที่กินเนื้องานได้มากกว่ามู่เล่ขนาด 4.5 นิ้ว อยู่ที่ 1.9 เมตรต่อวินาที



ภาพที่ 2 มู่เล่ที่ได้ทำการนำมาทดลองและเลือกใช้ (ก) มู่เล่ขนาด 4.5 นิ้ว (ข) มู่เล่ขนาด 5.5 นิ้ว



3.2 ผลการทดลองการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการเจียรระโนแบบเดิม และเครื่องเจียรระโนฯ ที่ออกแบบและสร้างขึ้น

จากการเจียรระโนด้วยเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพาน ณ โรงตีมีดบ้านโนนแ่ (ภาพที่ 3) จำนวน 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งทำการจับเวลาการเจียรระโนชิ้นงาน 1 ชิ้น โดยใช้ผู้ทดลอง 5 ท่าน และเป็นผู้ที่ปฏิบัติงาน ณ โรงตีมีดดังกล่าว โดยเปรียบเทียบกับเครื่องเจียรระโนแบบเดิมของโรงตีมีด ผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพฯ ดังแสดงในตารางที่ 2



ภาพที่ 3 การทดลองการเจียรระโนด้วยเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพาน ณ โรงตีมีดบ้านโนนแ่

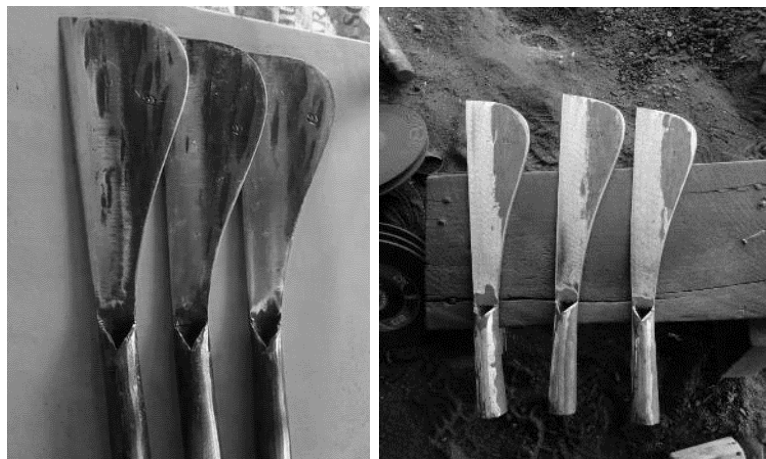
ตารางที่ 2 ผลการทดลองประสิทธิภาพของระหว่งการเจียรระโนแบบเดิม และเครื่องเจียรระโนฯ ที่ออกแบบและสร้างขึ้น

ผู้ทดลอง	รูปแบบการทดลอง		ความแตกต่าง (วินาที)	ความแตกต่าง (%)
	เจียรระโนรูปแบบเดิม (วินาที)	เครื่องขัดกระดาษทราย (วินาที)		
1	370	255	115	31.22
2	312	247	64	20.76
3	444	322	121	27.43
4	394	306	88	22.49
5	381	270	111	29.13
เฉลี่ย	380±0.5%	280±0.5%	100±0.5%	26.39

3.3 คุณภาพมัดที่ผ่านการลับ เเจียรระไนระหว่างการใช้เเจียรระไนแบบดั้งเดิมและการใช้เครื่องขัด

กระดาษทรายแบบสายพาน

จากการทดลองพบว่าคุณภาพของชิ้นงานที่ได้ มีลักษณะของมัดที่เรียบเนียนต่างกันดังภาพที่ 4 ซึ่งเป็นการเเจียรระไนแบบดั้งเดิมโดยใช้เครื่องเเจียรระไนแบบดั้งเดิม จะมีความเรียบเนียนน้อยกว่าการเเจียรระไนด้วยเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพาน ดังภาพ 4ข



(ก)

(ข)

ภาพที่ 4 ลักษณะชิ้นงานที่ผ่านการเเจียรระไนทั้ง 2 แบบ (ก) โดยเครื่องเเจียรระไนแบบดั้งเดิม
(ข) โดยเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพาน

4. อภิปรายผลการวิจัย

จากการคำนวณหาค่ามูลที่เหมาะสมที่มีขายตามท้องตลาด พบว่าขนาดมูลที่เหมาะสม คือ ขนาด 5.5 นิ้ว จากนั้นจึงได้ทำการทดสอบตามแผนการทดลอง โดยจากผลการทดลองดังตารางที่ 2 พบว่าการใช้เครื่องขัดดั้งเดิมที่โรงตีมัดใช้ ในการทดสอบเเจียรระไนมัด จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 380.52 วินาทีต่อมัด 1 เล่มในการทำงาน 1 ชั่วโมง จะได้มีที่ผ่านการเเจียรระไนแล้ว จำนวน 9 เล่ม และเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพาน จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 280.08 วินาทีต่อมัด 1 เล่มในการทำงาน 1 ชั่วโมง จะได้มีที่ผ่านการเเจียรระไนแล้ว จำนวน 12 เล่ม และค่าเฉลี่ยของความแตกต่างจากเครื่องมือทั้ง 2 ชนิดนั้นอยู่ที่ 100.44 วินาที ซึ่งจะเห็นได้ว่าเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานนั้น สามารถลดระยะเวลาการทำงานต่อ 1 ชั่วโมงจะได้มัดเพิ่มขึ้นถึง 3 เล่ม เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของชิ้นงานที่ผ่านการเเจียรระไนทั้ง 2 แบบ จะเห็นได้ว่ามัดที่เเจียรระไนด้วยเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานนั้นมีลักษณะที่มีความเรียบเนียนมากกว่ามัดที่ผ่านการเเจียรระไนด้วยเครื่องเเจียรระไนที่โรงตีมัดใช้ และเมื่อเปรียบเทียบเวลาระหว่างการเเจียรระไนแบบดั้งเดิมที่โรงตีมัดใช้และเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพาน พบว่ามีเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานจะใช้เวลาในการทำงานน้อยกว่า คิดเป็นร้อยละ 26.39%

ทั้งนี้จากผลการทดลองดังกล่าว แสดงว่าเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานที่ได้ทำการออกแบบและสร้างขึ้นสามารถลดปัญหาในกระบวนการผลิตมัด ณ โรงตีมัดบ้านโนนไธ่ ได้ ซึ่งสามารถลดเวลาการผลิตและชิ้นงานที่มีคุณภาพดีขึ้นและสม่ำเสมอ โดยระยะเวลาการผลิตชิ้นงานจะขึ้นกับผู้ทดลองที่ที่มีการใช้แรงกดเเจียรระไนชิ้นงานต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ นรารักษ์ บุตรชาและสุรเชษฐ์ ช้อนกลิ่น [5] ที่ได้ศึกษาเครื่องขัดเตรียมชิ้นทดสอบสำหรับงานวัสดุ พบว่าการออกแบบและสร้างเครื่องขัดเตรียมชิ้นทดสอบสำหรับงานวัสดุเพื่อใช้สำหรับเตรียมชิ้นงาน



สำหรับวิเคราะห์โครงสร้างจุลภาค โดยขอบเขตของโครงการกำหนดให้ออกแบบและสร้างเครื่องขัดชนิดสองหัวขัด โดยใช้หน้าจานมาตรฐานขนาด 8 นิ้ว พบว่า จานขัดขนาด 8 นิ้วชนิดสองหัวขัดสามารถทำงานได้พร้อมกัน โดยเครื่องสามารถปรับตั้งความเร็วรอบของการทดสอบได้ โดยผลจากการสำรวจความพึงพอใจพบว่าเครื่องขัดเตรียมขึ้นทดสอบสำหรับงานวัสดุสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพ วีระวัฒน์ ทองงาม [6] ได้ศึกษาการสร้างและพัฒนาเครื่องขัดกระดาษทราย มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาเครื่องขัดกระดาษทรายสำหรับขัดชิ้นงานทดสอบในงานโลหะวิทยา พบว่า ผลการทดลองเครื่องขัดกระดาษทราย บรรลุประสงค์ที่ตั้งไว้ เครื่องขัดกระดาษทรายที่สร้างขึ้น สามารถขัดชิ้นวัสดุทดสอบได้ มีขีดความสามารถใกล้เคียงกับเครื่องขัดต้นแบบโดยวัดจากการวิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรไม่เกินร้อยละ 15 ตรวจสอบได้จากเวลาที่ใช้ขัดชิ้นงานทดสอบและผิวที่ได้จะใกล้เคียงกับเครื่องต้นแบบ สุรพงศ์ บางพาน [7] ได้ศึกษาสร้างเครื่องขัดกระดาษทรายตามแนวยาวพบว่าเครื่องขัดกระดาษทรายตามแนวยาวสำหรับใช้ขัดชิ้นงานตรวจสอบโครงสร้างทางโลหะวิทยา จึงได้ออกแบบและแก้ไขข้อบกพร่องแล้วทำการสร้างเครื่องขัดกระดาษทรายตามแนวยาวเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการใช้งาน ผลการวิจัยพบว่าได้เครื่องขัดชิ้นงานในงานโลหะวิทยา ซึ่งใช้ความเร็วในการขัดชิ้นงานที่ 44 รอบ/นาที โดยใช้เบอร์กระดาษทรายในการขัดคือ 180 220 320 500 800 เวลาในการขัดชิ้นงานนั้นจะขึ้นอยู่กับแรงกดชิ้นงานและความเร็วรอบในการขัดชิ้นงาน

นอกจากนี้ในงานวิจัยยังได้รับเสนอแนะจากผู้ทดสอบเพื่อพัฒนาเครื่อง คือ ควรเลือกใช้มอเตอร์ที่มีขนาดกำลังขับและรอบหมุนที่สามารถปรับรอบได้เพื่อเลือกใช้รอบที่เหมาะสมกับงานที่ปฏิบัติ ควรเลือกใช้กระดาษทรายแบบสายพานที่มีความหยาบมากกว่านี้เพื่อให้งานที่รวดเร็วมากยิ่งขึ้น และเหมาะสมกับงานที่มีความละเอียด เช่น มีดสวยงาม เป็นต้น

5. สรุปผลการวิจัย

เครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานสำหรับการเจียรระโนและขัดแต่งผิวได้รับการออกแบบให้เป็นเครื่องต้นแบบ ซึ่งมีหลักการทำงานโดยการเจียรระโนและขัดแต่งผิววัสดุที่ต้องการซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกรณีศึกษาการเจียรระโนมีดของโรงตีมีด บ้านโนนไธ้ ตำบลห้วยปลอึง อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ โดยเครื่องจะมีส่วนประกอบหลักๆคือชุดให้กำลังของเครื่อง ชุดฐานเครื่องที่หมุนได้ 90 องศา ชุดลูกกลิ้งสายพาน ชุดรองขัดสายพาน ชุดกระดาษทรายสายพานขัด โดยการทำงานของเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพาน โดยมอเตอร์จะเป็นชุดให้กำลังแก่มอเตอร์แล้วจากนั้นมอเตอร์จะส่งกำลังไปยังกระดาษทรายแบบสายพานทำให้เกิดการหมุนของกระดาษทรายและนำวัสดุที่ต้องการเจียรระโนแบบเข้ากับกระดาษทรายที่กำลังหมุนตามองศาและขนาดที่ต้องการ

ผลทดลองการเลือกใช้มอเตอร์ จะเห็นได้ว่าเมื่อเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 4.5 นิ้ว โดยคำนวณจากรอบหมุนของมอเตอร์ ขนาด 1 แรง และความเร็วรอบอยู่ที่ 1430 รอบต่อนาที จะได้อัตราความเร็วรอบหรือความเร็วตัด อยู่ที่ 8.55 เมตรต่อวินาที และเมื่อเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 5.5 นิ้ว จะได้อัตราความเร็วรอบหรือความเร็วตัดอยู่ที่ 10.45 เมตรต่อวินาที เมื่อเปรียบเทียบจากความเร็วรอบที่มอเตอร์ทั้ง 2 ขนาด ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้มอเตอร์ขนาด 5.5 นิ้วที่มีความเร็วรอบหรือความเร็วตัดสูงกว่าความเร็วรอบหรือความเร็วตัดมอเตอร์ขนาด 4.5 นิ้ว อยู่ที่ 1.9 เมตรต่อวินาที

ผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้เครื่องเครื่องขัดกระดาษทรายแบบสายพานทำการเจียรระโน จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าการเจียรระโนแบบเดิมโดยใช้เวลาลดลง 100.44 วินาที ต่อการเจียรระโนมีด 1 เล่ม และคิดเป็นกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้น 3 เล่มต่อชั่วโมง หรือคิดเป็น 26.39 %



6. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูล สถานที่การทดลอง และบุคลากรในการทดลองจากโรงตีมีด บ้านโนนแย้ ตำบลห้วยป่าปล้อง อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ และได้รับความอนุเคราะห์สถานที่ในการสร้างเครื่องขัด กระจาดทรายแบบสายพาน ณ อาคารปฏิบัติการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ดอกจันทร์ คำมีรัตน์. (2552). แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทรัพยากรในการบริหาร (4M). สืบค้น 13 พฤศจิกายน 2565, จาก http://mslib.kku.ac.th/elib/multim/books/Economic2554/NISACHOL%20NA%20RANONG/06_ch2.pdf.
- [2] องค์การบริหารส่วนตำบลห้วยป่าปล้อง. (2565). ข้อมูลทั่วไป องค์การบริหารส่วนตำบลห้วยป่าปล้อง อ.เมืองศรีสะเกษ จ.ศรีสะเกษ. สืบค้น 1 ธันวาคม 2565, จาก <http://www.yaplonglocal.go.th/main2/view.php?content=page&id=1>.
- [3] ชนิกันต์ เฉลิมงาม. (2554). การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรในกระบวนการขัดชิ้นงาน (OD Polishing) ของบริษัทไซโก้ อินสทรูमेंท์ (ประเทศไทย) จำกัด (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). กรุงเทพมหานคร: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- [4] เน็กท์เพิร์ต. (2565). ความเร็วรอบและอัตราป้อนของงานกัด. สืบค้น 1 ธันวาคม 2565, จาก <https://www.nextpert.co.th/content/content2020/20200722-milling-cutting-speed-and-feedrate>.
- [5] นรารักษ์ บุตรชา และคณะ. (2558). เครื่องขัดเตรียมชิ้นทดสอบสำหรับงานวัสดุ. การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 6. ขอนแก่น: วิทยาลัยบัณฑิตเอเชีย.
- [6] วีระวัฒน์ ทองงาม. (2548). การสร้างและพัฒนาเครื่องขัดกระจาดทราย (รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์). ลำปาง: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครลำปาง.
- [7] สุรพงศ์ บางพาน. (2545). เครื่องขัดกระจาดทรายตามแนวยาว. เชียงใหม่: สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ.



ระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีน

Development of a data storage and temperature alarm system for
the vaccine cabinet

ธีรพงศ์ สงผัด^{1*} รุ่งจิตรา ม่วงศรี¹ และ ธิดารัตน์ คำจันทร์¹

Teerapong Songputh^{1*}, Runglira Moungsri¹ and Thidarat Kamchan¹

สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และดิจิทัล คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ¹

Division of Computer Technology and Digital, Faculty of Liberal Arts and Science, Sisaket Rajabhat University¹

*Corresponding Author: teerapong.s@sskru.ac.th

ข้อมูลบทความ	บทคัดย่อ
<p>ประวัติบทความ: รับเพื่อพิจารณา: 1 ธันวาคม 2565 แก้ไข: 27 มกราคม 2566 ตอบรับ: 20 กุมภาพันธ์ 2566</p>	<p>การวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีน มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีนในโรงพยาบาล และ 2) ประเมินประสิทธิภาพของระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีน ผู้วิจัยได้เริ่มจากการศึกษาการทำงานของระบบเดิมของตู้เก็บวัคซีนและได้ค้นคว้ารวบรวมทฤษฎี สอบถามผู้เชี่ยวชาญและหลักการจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่มีลักษณะใกล้เคียงกันเพื่อนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ง่าย ออกแบบการใช้งานด้วยการควบคุมและการรับส่งข้อมูลผ่านเว็บเบราว์เซอร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง โดยดำเนินงานตามขั้นตอนที่ออกแบบและพัฒนาไว้และได้ทำการทดสอบการใช้งานของระบบซึ่งระบบมีความสามารถในการรับและส่งข้อมูลระหว่างการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและเว็บเบราว์เซอร์ และพัฒนาระบบโดยมีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน ประกอบด้วยส่วนของฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ โดยส่วนของฮาร์ดแวร์ จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นส่วนใหญ่บริหารจัดการระบบแจ้งเตือน และในส่วนซอฟต์แวร์โดยใช้โปรแกรม Visual Studio Code เขียนชุดคำสั่งขึ้นมา โดยใช้โปรแกรมเอ็กซ์เอเอ็มพีพี จำลองเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ และภาษาที่ใช้เขียนคือ พีเอชพี จาวาสคริปต์ และระบบจัดการฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล ผลการวิจัยพบว่า 1) ระบบสามารถแจ้งเตือนผ่านเสียง เมื่ออุณหภูมิตู้เก็บวัคซีนมีปัญหา บันทึกข้อมูลอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีนลงฐานข้อมูลได้ ทุก ๆ 30 วินาที แสดงข้อมูลผ่านหน้าจอตามเวลาจริงได้และจัดการบริหารผู้ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลได้ และ 2) ระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีน มีผลประเมินประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ยรวม 4.92</p>
<p>คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง/ระบบจัดเก็บข้อมูล/ตู้เก็บวัคซีน</p>	



Article Info	Abstract
<p>Article History: Received: December 1, 2022 Revised: January 27, 2023 Accepted: February 20, 2023</p> <hr/> <p>Keywords: Internet of Things/Storage and Temperature/Vaccine Cabinet</p> <hr/>	<p>This work develops a system for storing and notifying vaccine cabinet temperature data using the Internet of Things (IoT) and evaluates the effectiveness of the proposed system. The system contains two main components: hardware and software. The hardware uses a NodeMCU microcontroller to manage the alarm system. In terms of software, we use Visual Studio Code to write commands and use the XAMPP program to host a web server. The web server runs on PHP, JavaScript, and a MySQL database. The effectiveness evaluation showed that the system is user-friendly with an average score of 4.92/5. The development of the vaccine cabinet temperature data storage and notification system with Arduino via web browser started from studying the working of the original system of the vaccine cabinet and researching theories. Experts were interviewed, and principles from related documents and research of similar nature were also studied to gather information from various sources. These were used as a guideline for the development to make it easy for users to operate the application, which can control and transmit data through a web browser. The vaccine cabinet's temperature data are recorded in the database every 30 seconds, which is displayed in real-time on the screen that users can easily access. When the temperature of the vaccine cabinet is abnormal, the system can alert users via sound in a timely manner.</p> <hr/>

1. บทนำ

เนื่องจากวัคซีนเป็นชีววัตถุที่มีความไวต่อความร้อนและสูญเสียคุณภาพได้ถ้าอยู่ในอุณหภูมิที่ไม่ถูกต้อง โดยทั่วไปมักให้เก็บยาที่อุณหภูมิห้อง คือ อุณหภูมิประมาณ 18 -25 องศาเซลเซียส [1] แต่ยาบางชนิดอาจจะบูให้เก็บในตู้เย็น โดยเก็บในตู้เย็นช่องธรรมดา ไม่เก็บไว้ที่ช่องแช่แข็งหรือที่ตู้เย็น เพราะเมื่อผู้ใช้เปิด-ปิดตู้เย็น อาจทำให้อุณหภูมิแกว่งขึ้นลงได้ ดังนั้นหากวัคซีนที่สูญเสียคุณภาพไปแล้ว กลับมาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิที่ถูกต้องก็ไม่สามารถทำให้คุณภาพของวัคซีนกลับมาดีเหมือนเดิมได้ โดยปกติวัคซีนทุกชนิดจะสูญเสียคุณภาพถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส เนื่องจากวัคซีนแต่ละชนิดมีความไวต่อความร้อนไม่เท่ากัน วัคซีนบางชนิดนอกจากจะไวต่อความร้อนแล้วยังไวต่อความเย็นด้วย โดยเฉพาะเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส จะทำให้วัคซีนเหล่านี้สูญเสียคุณภาพ วัคซีนบางชนิด



สามารถเก็บแชนจ์ไว้โดยคุณภาพไม่เสีย แต่วัคซีนบางชนิดเมื่อเก็บแชนจ์แล้วจะสูญเสียคุณภาพ [2] ความคงสภาพของเภสัชภัณฑ์ถือเป็นประเด็นหลักที่ต้องระมัดระวังสำหรับเภสัชกรที่ต้องทำหน้าที่เตรียมยาและจ่ายยาให้แก่ผู้ป่วยเฉพาะรายการเปลี่ยนแปลงของเภสัชภัณฑ์หรือการเตรียมยาที่ไม่เหมาะสมเพียงเล็กน้อยอาจส่งผลเป็นอย่างมากต่อความคงสภาพและผลการรักษาของยานั้น ๆ เพื่อให้มั่นใจถึงความคงสภาพของยา ซึ่งสามารถส่งผลถึงผลการรักษาและผลข้างเคียงของยาได้ [1] ด้วยเหตุนี้ในสถานพยาบาล ต้องมีระบบการเก็บรักษาวัคซีนที่ได้มาตรฐาน เพื่อให้สามารถเก็บรักษาวัคซีนภายใต้สภาวะอุณหภูมิที่เหมาะสมกับวัคซีนแต่ละชนิดจึงจะทำให้มีวัคซีนที่มีคุณภาพ อย่างไรก็ตามการควบคุมอุณหภูมิของห้องเก็บวัคซีนที่ต้องการการทำงานอย่างต่อเนื่อง ไม่สามารถทำงานได้ตลอดเวลาเนื่องจากพนักงานที่ดูแลหรือรับผิดชอบ ต้องมีหน้าที่รับผิดชอบในหลายงานอาทิเช่นต้องจ่ายยาให้คนไข้ให้คำแนะนำต่าง ๆ กับคนไข้ซึ่งไม่สามารถที่จะตรวจสอบอุณหภูมิห้อง หรือตู้เย็นได้ตลอดเวลา ซึ่งส่งผลให้มีความเสี่ยง ผู้รับผิดชอบไม่สามารถที่จะทราบอุณหภูมิที่มีการเปลี่ยนแปลงได้อย่างทันที อาจส่งผลให้ยาและวัคซีนเสื่อมสภาพได้

ในปัจจุบันอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่ว่าจะเป็นตามบ้านหรือตามอาคารสำนักงานนั้น จะถูกควบคุมโดยผู้ใช้โดยการควบคุมผ่านทางอุปกรณ์ทางกายภาพเป็นหลัก เช่น สวิตช์ (switch) ซึ่งบางครั้งไม่สะดวกสบายและไม่คล่องตัว และอาจจะมีบ่อยครั้ง ที่อาจจะลืมนปิดไฟฟ้าหลังจากออกจากบ้านซึ่งทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานโดยไม่จำเป็น อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) คือ การที่อุปกรณ์ต่าง ๆ สิ่งต่าง ๆ ได้ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต [3]

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีน โดยใช้หลักการอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อวัดอุณหภูมิและเชื่อมต่อกับลำโพงสำหรับแจ้งเตือนกรณีอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินกว่าที่กำหนดไว้ ระบบสามารถเชื่อมต่อกับสัญญาณอินเทอร์เน็ต เพื่อส่งข้อมูลอุณหภูมิไปจัดเก็บลงฐานข้อมูลและแสดงผลข้อมูลของอุณหภูมิแบบออนไลน์ ช่วยอำนวยความสะดวกในการดูแลรักษาวัคซีน เพื่อให้สามารถเก็บรักษาวัคซีนภายใต้สภาวะอุณหภูมิที่เหมาะสมกับวัคซีนแต่ละชนิดจึงจะทำให้มีวัคซีนที่มีคุณภาพในการให้บริการ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

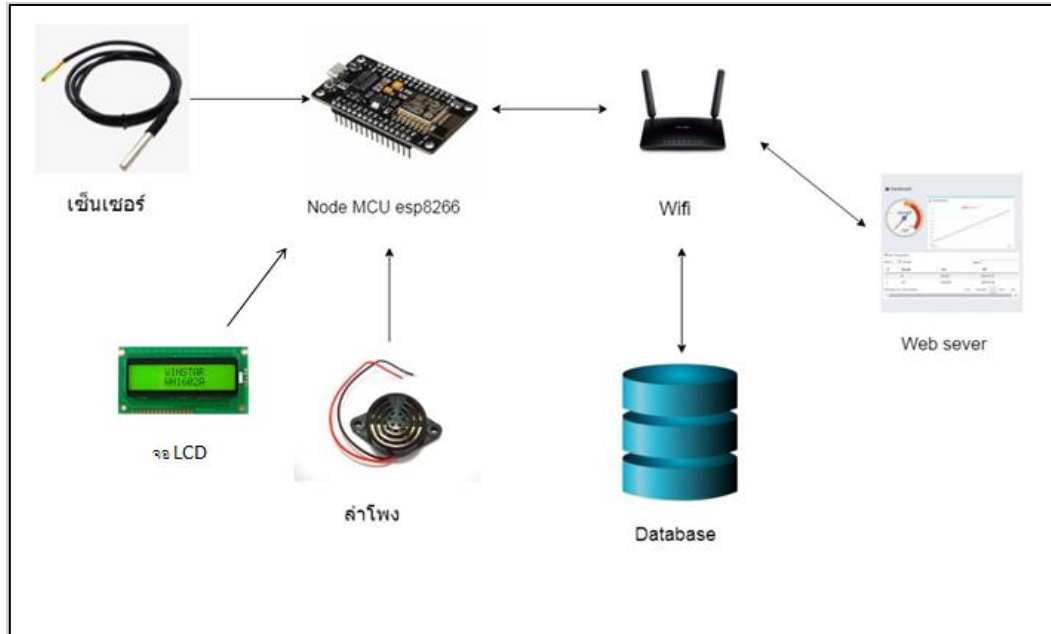
ผู้วิจัยใช้หลักการพัฒนาระบบ SDLC (System Development Life Cycle) [4] ที่มีระยะการแบ่งระยะของวงจรการพัฒนา 5 ระยะ ดังนี้

2.1 การวางแผนระบบ (System Planning)

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากเอกสารต่างๆ และวิเคราะห์ข้อมูลอย่างละเอียด เพื่อศึกษาความต้องการของผู้ใช้สำหรับการพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีนที่มีประสิทธิภาพ เริ่มจากการศึกษาการทำงานจากระบบเดิมของตู้เก็บวัคซีนและได้ค้นคว้ารวบรวมทฤษฎี สอบถามผู้เชี่ยวชาญและหลักการจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่มีลักษณะใกล้เคียงกันเพื่อนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเพื่อให้ผู้ใช้งานได้ง่าย ออกแบบการใช้งานด้วยการควบคุมและการรับส่งข้อมูลผ่านเว็บเบราว์เซอร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง โดยดำเนินงานตามขั้นตอนที่ออกแบบและพัฒนาไว้และได้ทำการทดสอบการใช้งานของระบบซึ่งระบบมีความสามารถในการรับและส่งข้อมูลระหว่างการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งระบบสามารถแจ้งเตือนผ่านเสียงเมื่ออุณหภูมิตู้เก็บวัคซีนมีปัญหา ตั้งค่าอุณหภูมิที่ใช้สำหรับตู้เก็บวัคซีน บันทึกข้อมูลอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีนลงฐานข้อมูลได้ ทุกๆ 30 วินาที แสดงข้อมูลผ่านหน้าจอตามเวลาจริงได้ (Real time)

2.2 การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis)

จากผลศึกษาและการวิเคราะห์งานทำให้ได้ขอบเขตความต้องการของผู้ใช้ การวิเคราะห์และออกแบบระบบ ดังภาพที่ 1



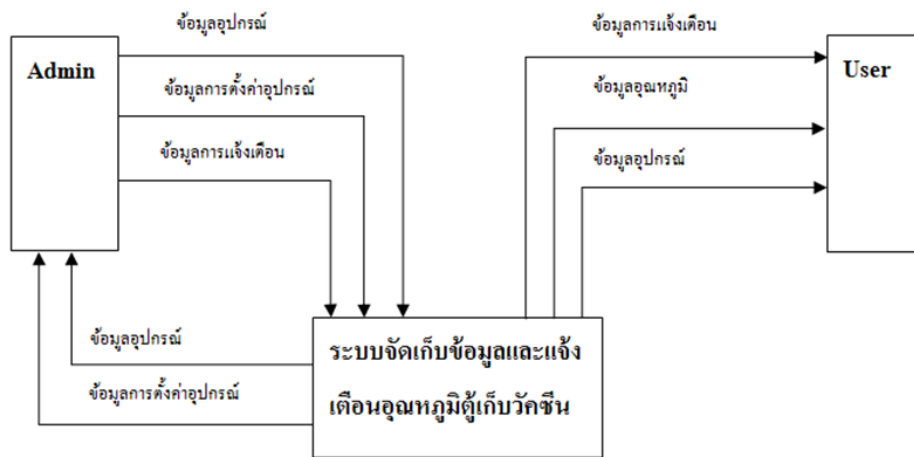
ภาพที่ 1 องค์ประกอบของระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีน

จากผลศึกษาและการวิเคราะห์งานทำให้ได้ขอบเขตความต้องการของผู้ใช้ การวิเคราะห์และออกแบบระบบ เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่จะทำให้เกิดการพัฒนาาระบบโดยใช้ Node MCU เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ เพื่อวัดอุณหภูมิและเชื่อมต่อกับลำโพงสำหรับแจ้งเตือนกรณีอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินกว่าที่กำหนดไว้ ระบบสามารถเชื่อมต่อกับสัญญาณอินเทอร์เน็ตผ่านอุปกรณ์แอคเซสพอยท์ เพื่อส่งข้อมูลอุณหภูมิไปจัดเก็บลงฐานข้อมูล MySQL ทุก ๆ 30 วินาที และระบบยังมีการพัฒนาการแสดงผลข้อมูลของอุณหภูมิผ่านเว็บเบราว์เซอร์

2.3 การออกแบบ (Design)

เป็นขั้นตอนในการออกแบบกระบวนการทำงานของระบบ ออกแบบฐานข้อมูล ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ และออกแบบหน้าจอแสดงผล สำหรับการพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีน สำหรับผู้ใช้งานทั่วไปที่สามารถดูข้อมูลของอุณหภูมิ รายงานข้อมูลของอุณหภูมิแต่ละช่วงเวลาได้

ระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีนมี ผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องกับระบบ 2 ส่วน คือ 1) Admin จะเป็นจัดการกับข้อมูลอุปกรณ์ การตั้งค่าอุปกรณ์ และตั้งค่าการแจ้งเตือน และ 2) User จะสามารถดูข้อมูลอุณหภูมิของตู้วัคซีน เข้าถึงข้อมูลรายงานการทำงานจากระบบผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้ รวมทั้งรับการแจ้งเตือนในกรณีตู้เก็บวัคซีนมีอุณหภูมิผิดปกติด้วย ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีน

2.4 การพัฒนาระบบ (System Development)

พัฒนาระบบโดยมีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน โดยส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ส่วนของฮาร์ดแวร์จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino IDE ESP8266 ในการควบคุมการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีนและในส่วนซอฟต์แวร์โดยใช้โปรแกรม Visual Studio Code ในการพัฒนาเว็บเบราว์เซอร์ เป็นการเขียนโปรแกรมและออกแบบฐานข้อมูล จากนั้นเขียนคำสั่งในการเชื่อมต่อระบบฐานข้อมูลที่จัดเก็บบนเครื่องแม่ข่ายคอมพิวเตอร์ และเขียนโปรแกรมควบคุมการประมวลผลได้ออกแบบไว้ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL และใช้ source code พัฒนาระบบ ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันด้วยภาษาพีเอชพี (PHP)

2.5 การดูแลรักษาระบบ (System Maintenance)

ผู้วิจัยได้ติดตั้งและทดสอบระบบ เพื่อนำไปใช้จริง โดยในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยทดสอบการใช้งาน และตรวจสอบฟังก์ชันการใช้งาน เพื่อตรวจสอบประเมินประสิทธิภาพของระบบจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์ 10 ท่าน เป็นนักวิชาการคอมพิวเตอร์ พยาบาล และหัวหน้ากลุ่มงานโรงพยาบาลเมืองจันทร์ อำเภอเมืองจันทร์ จังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งผลการประเมินผู้วิจัยได้นำไปปรับปรุงและพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

3. ผลการวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) พัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีน และ 2) การประเมินประสิทธิภาพของระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีน

3.1 ผลการพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีน

3.1.1 ผลการศึกษาการพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการใช้ อุปกรณ์ สมองกลฝังตัว (Microcontroller) ในการพัฒนาควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ใช้เซ็นเซอร์ในการตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ และพัฒนาโปรแกรมสำหรับการควบคุมอุปกรณ์ผ่านระบบผ่านเว็บไซต์หรือเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน ที่ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการทำงานของระบบผ่านเว็บไซต์ที่รองรับการทำงานทุกอุปกรณ์ และควบคุมอุปกรณ์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต เมื่อผู้ใช้งานระบบจะส่งข้อมูลมายังอุปกรณ์ที่ควบคุมระบบไฟฟ้าภายในบ้านได้

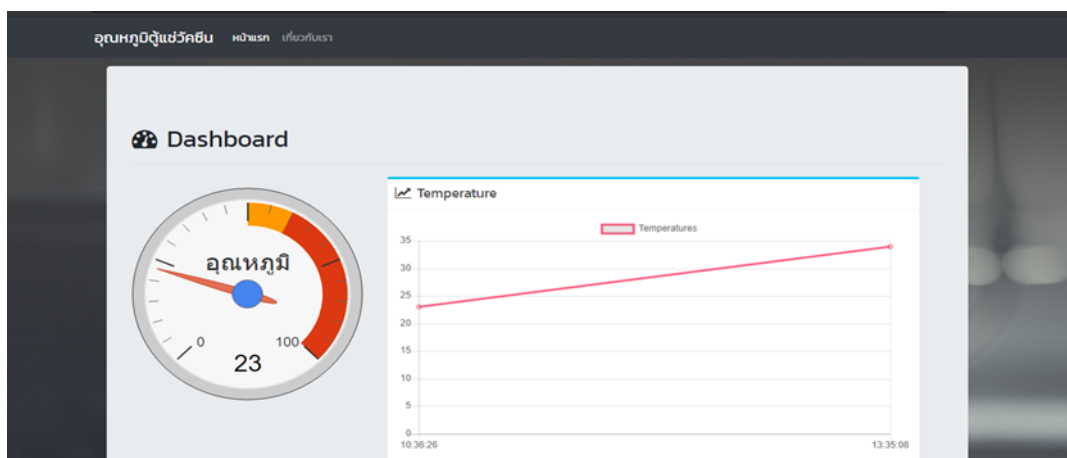


3.1.2 ผลการพัฒนาอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้เชื่อมระบบเซ็นเซอร์ ใช้อุปกรณ์ สมองกลฝังตัว (Microcontroller) อุปกรณ์ควบคุม ESP8266 จะคอยตรวจวัดอุณหภูมิที่ได้จากเซ็นเซอร์ทุก ๆ 30 วินาที และแสดงผลที่หน้าจอ LCD เมื่ออุณหภูมิ เกิน 25 องศา จะทำการแจ้งเตือนไปที่ลำโพง และจะทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูล ก่อนที่จะส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์แม่ข่ายผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อทำการบันทึกค่าการใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าลงฐานข้อมูล แสดงดังภาพที่ 3 ฮาร์ดแวร์สำหรับควบคุมการทำงานของระบบตู้เก็บวัคซีนด้วยอาร์ดิวโน

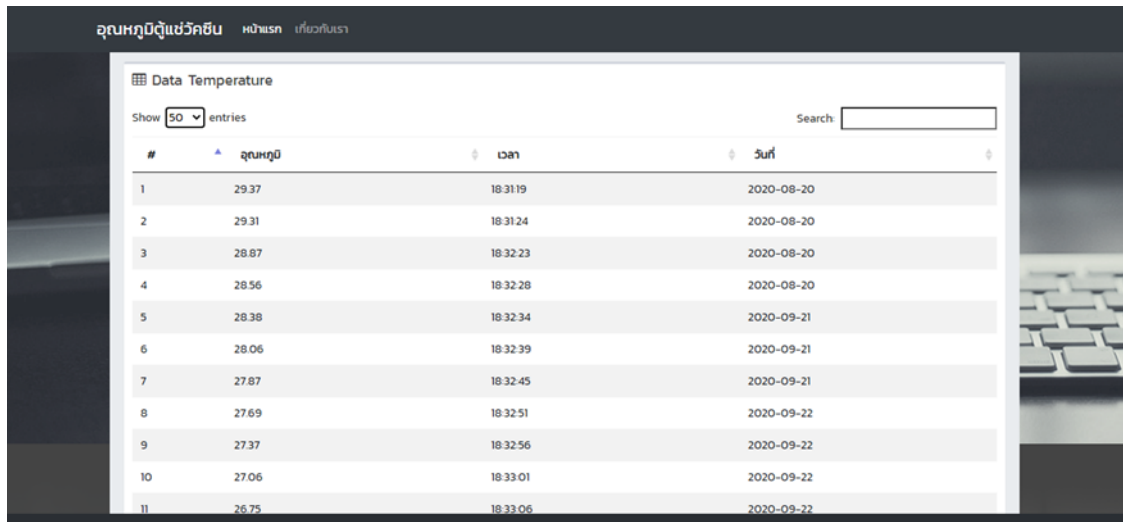


ภาพที่ 3 ฮาร์ดแวร์สำหรับควบคุมการทำงานของระบบตู้เก็บวัคซีนด้วยอาร์ดิวโน

3.1.3 ผลการพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีน โดยใช้รูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) โดยใช้การออกแบบเว็บไซต์ในรูปแบบของ Responsive Web Design เพื่อให้สามารถรองรับการทำงานได้ทุกอุปกรณ์ การใช้งานที่สามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกทุกที่ ทุกเวลา รายงานอุณหภูมิสำหรับผู้ใช้งานทั่วไปที่สามารถดูข้อมูลของอุณหภูมิแต่ละช่วงเวลาได้ (ดังภาพที่ 4-5)



ภาพที่ 4 แสดงภาพหน้ารายงานอุณหภูมิที่สามารถดู ข้อมูลของอุณหภูมิแต่ละช่วงเวลาได้



ภาพที่ 5 แสดงภาพหน้ารายงานอุณหภูมิ วันเวลาเก็บข้อมูล และสามารถค้นหาช่วงวันเวลาที่ต้องการ

3.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

3.2.1 การทดสอบการวัดอุณหภูมิจากเซนเซอร์ ผู้พัฒนาระบบได้ทำการทดสอบโดยนำระบบที่พัฒนาทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ จำนวน 10 ครั้ง ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการวัดอุณหภูมิจากเซนเซอร์

การทดสอบ	ครั้งที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
อุณหภูมิ	29.37	29.31	28.87	28.56	28.38	23.00	24.12	23.87	25.06	25.69
จัดเก็บข้อมูล	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ส่งเสียงเตือน	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓
การแสดงผลจอ LCD	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จากตารางที่ 1 พบว่า การทดสอบการวัดอุณหภูมิจากเซนเซอร์ 10 ครั้ง ทุก ๆ 30 นาที จากการทดสอบครั้งที่ 1 อุณหภูมิ 29.37 องศาเซลเซียส การจัดเก็บข้อมูลได้ถูกต้อง ส่งเสียงแจ้งเตือนได้ถูกต้อง แสดงผลผ่านจอ LCD ได้ถูกต้อง ทดสอบครั้งที่ 2 อุณหภูมิ 29.31 องศาเซลเซียส การจัดเก็บข้อมูลได้ถูกต้อง ส่งเสียงแจ้งเตือนได้ถูกต้อง แสดงผลผ่านจอ LCD ได้ถูกต้อง ทดสอบครั้งที่ 3 อุณหภูมิ 28.87 องศาเซลเซียส การจัดเก็บข้อมูลได้ถูกต้อง ส่งเสียงแจ้งเตือนได้ถูกต้อง แสดงผลผ่านจอ LCD ได้ถูกต้อง ทดสอบครั้งที่ 4 อุณหภูมิ 28.56 องศาเซลเซียส การจัดเก็บข้อมูลได้ถูกต้อง ส่งเสียงแจ้งเตือนได้ถูกต้อง แสดงผลผ่านจอ LCD ได้ถูกต้อง ทดสอบครั้งที่ 5 อุณหภูมิ 28.38 องศาเซลเซียส การจัดเก็บข้อมูลได้ถูกต้อง ส่งเสียงแจ้งเตือนได้ถูกต้อง แสดงผลผ่านจอ LCD ได้ถูกต้อง ทดสอบครั้งที่ 6 อุณหภูมิ 23.00 องศาเซลเซียส การจัดเก็บข้อมูลได้ถูกต้อง ไม่ส่งเสียงแจ้งเตือน แสดงผลผ่านจอ LCD ได้ถูกต้อง ทดสอบครั้งที่ 7 อุณหภูมิ 24.12 องศาเซลเซียส การจัดเก็บข้อมูลได้ถูกต้อง ไม่ส่งเสียงแจ้งเตือน



เตือน แสดงผลผ่านจอ LCD ได้ถูกต้อง ทดสอบครั้งที่ 8 อุณหภูมิ 23.87 องศาเซลเซียส การจัดเก็บข้อมูลได้ถูกต้อง ไม่ส่งเสียงแจ้งเตือน แสดงผลผ่านจอ LCD ได้ถูกต้อง ทดสอบครั้งที่ 9 อุณหภูมิ 25.06 องศาเซลเซียส การจัดเก็บข้อมูลได้ถูกต้อง ส่งเสียงแจ้งเตือนได้ถูกต้อง แสดงผลผ่านจอ LCD ได้ถูกต้อง ทดสอบครั้งที่ 10 อุณหภูมิ 25.69 องศาเซลเซียส การจัดเก็บข้อมูลได้ถูกต้อง ส่งเสียงแจ้งเตือนได้ถูกต้อง แสดงผลผ่านจอ LCD ได้ถูกต้อง สรุปผลจากการทดสอบทั้งหมด 10 ครั้ง เมื่ออุณหภูมิ >25 องศาเซลเซียส จะส่งเสียงแจ้งเตือน เมื่ออุณหภูมิ <25 องศา จะไม่ส่งเสียงแจ้งเตือน ระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง 100%

3.2.2 การประเมินประสิทธิภาพของระบบ ได้ผลการประเมินดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลการประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ

รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.
1. สามารถแจ้งเตือนผ่านลำโพงได้	5.00	0.00
2. สามารถแสดงผลผ่านจอ LCD ได้	4.80	0.42
3. โปรแกรมสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง	4.90	0.31
4. โปรแกรมสามารถเข้าใช้งานได้อย่างรวดเร็ว	4.90	0.31
5. โปรแกรมสามารถ เพิ่ม ลบแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งานได้	5.00	0.00
6. โปรแกรมสามารถรายงานผลได้อย่างถูกต้อง	5.00	0.00
7. ระบบเชื่อมต่อกับตู้แช่วัคซีนได้	4.80	0.42
8. การออกแบบโปรแกรมมีความเหมาะสมในการใช้งาน	4.90	0.31
9. การทำงานของโปรแกรมมีความถูกต้อง	5.00	0.00
10. ภาพรวมการทำงานของระบบมีความถูกต้อง	4.90	0.31
รวม	4.92	0.21

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพต่อระบบจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 คน เป็นนักวิชาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 คน พยาบาล จำนวน 5 คน และหัวหน้ากลุ่มงาน จำนวน 3 คน ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ประจำโรงพยาบาลเมืองจันทร์ อำเภอเมืองจันทร์ จังหวัดศรีสะเกษ พบว่า ในการใช้งานระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือน อุณหภูมิตู้เก็บวัคซีน ด้วย NodeMCU V2 ESP8266 ซึ่งมีหัวข้อประเมินที่มากที่สุดคือ คือ สามารถแจ้งเตือนผ่านลำโพงได้ สามารถเพิ่มลบแก้ไขข้อมูลผู้ใช้งานได้ โปรแกรมสามารถรายงานผลได้อย่างถูกต้อง การทำงานของโปรแกรมมีความถูกต้อง ($\bar{x} = 5.00$) รองลงมา คือ โปรแกรมใช้งานได้อย่างถูกต้อง โปรแกรมสามารถเข้าใช้งานได้อย่างรวดเร็ว การออกแบบโปรแกรมมีความเหมาะสมในการใช้งาน โดยภาพรวมการทำงานของระบบมีความถูกต้อง ($\bar{x} = 4.90$) และรองลงมา คือสามารถแสดงผลผ่านจอ LCD ได้ ระบบเชื่อมต่อกับตู้แช่วัคซีนได้ ($\bar{x} = 4.80$) ตามลำดับ

4. อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีน โดยใช้อุปกรณ์สมองกลฝังตัว (Microcontroller) มีอุปกรณ์หลัก ๆ คือ Arduino IDE ESP8266 เป็นตัวกลางที่รับคำสั่งและควบคุมอุปกรณ์ จะคอยตรวจวัดอุณหภูมิที่ได้จากเซ็นเซอร์ทุก ๆ 30 วินาที และแสดงผลที่หน้าจอ LCD เมื่ออุณหภูมิ เกิน 25 องศาเซลเซียส จะทำการแจ้งเตือนไปที่ลำโพง สอดคล้องกับศศิประภา ชิตรัตถาและคณะ [1] ได้ศึกษาเรื่องความคงสภาพ



ของยา (Drug stability) ที่ระบุว่าอุณหภูมิห้องที่ควบคุม (controlled room temperature) คือ อุณหภูมิระหว่าง 20 ถึง 25 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยอุณหภูมิจลนศาสตร์ (mean kinetic temperature) จะได้ไม่เกิน 25 องศาเซลเซียส โดยอยู่ระหว่าง 15 ถึง 30 องศาเซลเซียส ยาเตรียมที่มีการระบุให้เก็บที่อุณหภูมิห้องที่ควบคุมหรือเก็บที่อุณหภูมิไม่เกิน 25 องศาเซลเซียส อาจเก็บในสถานที่เย็น (cool place) ก็ได้ นอกจากนี้ระบบจะทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูลเพื่อนำไปแสดงรายงานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ สอดคล้องกับสามารถ ยืนยงพานิช และคณะ [3] ได้วิจัยเรื่องระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟ ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล Module Wi-Fi ESP8266 ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi ควบคุมการ เปิด-ปิดไฟ และแจ้งสถานะการเปิด-ปิดไฟ ซึ่งระบบมีความสามารถในการรับและส่งข้อมูลระหว่างการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมและเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งระบบสามารถแจ้งเตือนผ่านเสียงเมื่ออุณหภูมิตู้เก็บวัคซีนเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้สำหรับตู้เก็บวัคซีน บันทึกข้อมูลอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีนลงฐานข้อมูลได้ทุก ๆ 30 วินาที แสดงข้อมูลตามจริงได้ แสดงการทำงานผ่านเว็บเบราว์เซอร์รองรับการทำงานผ่านอุปกรณ์ได้ แสดงผลข้อมูลในรูปแบบตารางและแบบกราฟตามเวลาจริงและจัดการบริหารผู้ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลได้ และสอดคล้องกับ ชำนิ ใจประดิษฐ์ธรรม และวัลลภ เรื่องด้วยธรรม [6] ที่ได้รายงานวิจัยเรื่องเครื่องมือตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นแบบพกพาประหยัดพลังงานไฟฟ้าการนำเสนอเกี่ยวกับการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89S8252 มาประยุกต์ใช้กับหัววัดอุณหภูมิและความชื้นเพื่อใช้ในการประมวลผลและบันทึกผลการวัดแบบต่อเนื่องโดยมี LCD แสดงผลการวัดค่าที่ได้จะแสดงผลเป็นตัวเลข สามารถตั้งบอกวันเวลาในการบันทึกและสามารถตั้งเวลาในการบันทึกแต่ละครั้งได้ด้วยเมื่อต้องการดูข้อมูลสามารถแสดงผลออกมาที่จอคอมพิวเตอร์และสามารถพิมพ์ออกมาดูทางเครื่องพิมพ์ได้ ซึ่งงานวิจัยนี้มีข้อแตกต่างจากงานวิจัยดังกล่าวได้แก่ ผู้วิจัยพัฒนาระบบฐานข้อมูลสำหรับการจัดเก็บข้อมูลที่มีการเก็บข้อมูลอุณหภูมิผ่าน web-database-application ซึ่งในปัจจุบันนิยมใช้ IoT Platform ในการเก็บข้อมูลสอดคล้องกับการวิจัยเรื่องแพลตฟอร์มอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ฐานรากสำคัญสู่การสร้างสรรคนวัตกรรมดิจิทัล พนิดา พงษ์ไพบูลย์ [5] กล่าวว่าอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งหรือ IoT เป็นเทคโนโลยีที่ต้องผสมผสานทักษะการพัฒนาทั้งด้านฮาร์ดแวร์ซอฟต์แวร์ และการสื่อสาร บริการ IoT Platform เป็นเสมือนโครงสร้างพื้นฐานที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้นักพัฒนาสามารถสร้างสรรค์ผลงานด้าน IoT ได้อย่างรวดเร็วลดภาระการติดตั้งดูแลระบบสื่อสาร ระบบเซิร์ฟเวอร์หรือฐานข้อมูลใด ๆ และนำเสนอแพลตฟอร์ม NETPIE กระตุ้นให้เกิดการสร้างสรรคพัฒนา IoT ซึ่งแต่งงานจากการวิจัยนี้ที่พัฒนาระบบฐานข้อมูลขึ้นมาและมีการแสดงรายงานผ่านระบบเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) โดยใช้การออกแบบเว็บไซต์ในรูปแบบของ Responsive Web Design เพื่อให้สามารถรองรับการทำงานได้ทุกอุปกรณ์ การใช้งานที่สามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกทุกที่ ทุกเวลา นอกจากนี้ระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีน มีระบบฐานข้อมูลสำหรับการจัดเก็บข้อมูลมีการแสดงรายงานผ่านระบบเว็บแอปพลิเคชัน มีการประเมินประสิทธิภาพของระบบ ผลการประเมินประสิทธิภาพต่อระบบจากผู้เชี่ยวชาญ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับงานวิจัย พรวนา รัตนชูโชค [7] ได้วิจัยเรื่องการพัฒนาเว็บตรวจวัดคุณภาพน้ำโดยใช้ IoT เพื่อติดตามคุณภาพน้ำผ่านแอปพลิเคชัน โดยระบบสารสนเทศแสดงผลการวัดคุณภาพน้ำแสดงผลข้อมูลออกมาในรูปแบบของตาราง กราฟได้ และนำไปทดลองใช้งานกับกลุ่มตัวอย่าง มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่าระบบควรพัฒนาระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน มีสื่อหรือ Line เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานในระบบให้มีขั้นตอนการใช้งานที่ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น



5. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (research and development) เพื่อพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลและแจ้งเตือนอุณหภูมิตู้เก็บวัคซีน โดยใช้อุปกรณ์สมองกลฝังตัว (microcontroller) เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์เพื่อวัดอุณหภูมิและเชื่อมต่อกับลำโพงสำหรับแจ้งเตือนกรณีอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินกว่าที่กำหนดไว้ ระบบสามารถเชื่อมต่อกับสัญญาณอินเทอร์เน็ตผ่านอุปกรณ์แอคเซสพอยท์ เพื่อส่งข้อมูลอุณหภูมิไปจัดเก็บลงฐานข้อมูลทุก ๆ 30 วินาที มีระบบฐานข้อมูลสำหรับการจัดเก็บข้อมูลมีการแสดงรายงานผ่านระบบเว็บแอปพลิเคชัน มีผู้วิจัยใช้วิธีวิจัยเชิงปริมาณ โดยใช้การตอบแบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศศิ ประภา ชิตรัตน์. (2561). ความคงสภาพของยา (Drug stability). สืบค้น 3 ธันวาคม 2565, จาก <https://ccpe.pharmacycouncil.org/>.
- [2] พงพิศ วรินทร์เสถียร. (2559). การประเมินคุณภาพการบริหารจัดการวัคซีนและระบบลูกโซ่ความเย็นของคลังวัคซีนระดับอำเภอในประเทศไทย ปี 2558. วารสารควบคุมโรค, 42(3), 194-207.
- [3] สามารถ ยืนยงพานิช. (2557). ระบบควบคุมการเปิด-ปิดไฟ ผ่านเว็บเบราว์เซอร์. การประชุมวิชาการระดับชาติ นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 12 เรื่อง วิจัยและนวัตกรรมกับการพัฒนาประเทศ (น.197-203). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- [4] เอกพันธ์ คำปัญญา. (2552). การวิเคราะห์และออกแบบระบบ Systems analysis and design. กรุงเทพฯ: ชัดเชสมิเดีย.
- [5] พนิดา พงษ์ไพบูลย์ เอมอชานา นรินทร์สุขรัตน์ และกุลชาติ มีทรัพย์หลาก. (2558). แพลตฟอร์มอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ฐานรากสำคัญสู่การสร้างสรรค่นวัตกรรมดิจิทัล. สืบค้น 3 ธันวาคม 2565, จาก <https://btfp.nbt.go.th/portfolio/2558/1185.aspx>.
- [6] ชำนิ ใจประดิษฐ์ธรรม และวัลลภ เรื่องด้วยธรรม. (2547). เครื่องมือตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นแบบพกพาเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42 สาขาวิศวกรรมศาสตร์ (น.231-238). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [7] พรวนา รัตนชูโชค. (2562). การพัฒนาระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำโดยใช้ IoT เพื่อติดตามคุณภาพน้ำผ่านแอปพลิเคชัน. วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 11, 78-92.



การศึกษาการจัดการโซ่อุปทานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105

บ้านยาง โดยใช้ตัวแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานโซ่อุปทาน

A Study of Supply Chain Management of Jasmine Rice Community Enterprises 105

Ban Yang Using Supply Chain Operations Reference Model

โชติรส นพพลกรัง¹ ทิพย์สุดา กุมพันธ์¹ ณัฐกร ไต๊ะสิงห์^{1*} รุ่งรติศ สมทอง²

ศิริพงษ์ หอมแขก³ กริชนันท์ เจริญพันธ์⁴ และ อนงค์นารถ ชัยทอง⁴

Chotiros Nopphonkrang¹ Thipsuda Kumphan¹ Nathagorn Tosing^{1*} Rungradit Somthong²

Siripong Homkheak³ Krishanan Charoenphan¹ and Anongnathat Chaithong¹

สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ¹

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนบุรี²

ปริญญาเอก หลักสูตรบริหารธุรกิจดุษฎีบัณฑิต สาขาบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยศรีปทุม³

Division of Logistics Engineering, Faculty of Liberal Arts and Sciences, Sisaket Rajabhat University¹

²Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Thonburi University²

³Doctor of business Administration (DBA), Sripatum University³

*Corresponding Author: Nathagorn.t@sskru.ac.th

ข้อมูลบทความ	บทคัดย่อ
<p>ประวัติบทความ:</p> <p>รับเพื่อพิจารณา: 2 ธันวาคม 2565</p> <p>แก้ไข: 2 มีนาคม 2566</p> <p>ตอบรับ: 15 มีนาคม 2566</p>	<p>การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อศึกษาปัญหาการจัดการห่วงโซ่อุปทานข้าวหอมมะลิ GAP ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง ตำบลน้ำคำ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ และเสนอแนะแนวทางในการจัดการห่วงโซ่อุปทาน ข้าวหอมมะลิ GAP ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง ตำบลน้ำคำ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ เก็บข้อมูลโดยเลือกกลุ่มตัวอย่างจากสมาชิกวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง โรงสี ผู้ส่งออก และผู้บริโภคที่ซื้อข้าวจากโรงสี ด้วยวิธีเฉพาะเจาะจงด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึก พบว่า องค์ประกอบของกระบวนการในโซ่อุปทาน ประกอบไปด้วย กระบวนการวางแผน การจัดหา การผลิต การส่งมอบ และการสนับสนุน ซึ่งกระบวนการที่ควรปรับปรุงเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในโซ่อุปทานได้แก่ กระบวนการวางแผน กระบวนการจัดหา กระบวนการผลิต และกระบวนการสนับสนุน</p>



Article Info	Abstract
<p>Article History: Received: December 2, 2022 Revised: March 2, 2023 Accepted: March 15, 2023</p>	<p>This study examines the supply chain management issues faced by GAP Thai Jasmine Rice Community Enterprise Group 105, located in Ban Yang, Nam Kham Subdistrict, Muang District, Sisaket Province, with the goal of proposing recommendations for improvement. Data was collected through purposive sampling from the enterprise group, local mills, rice exporters, and consumers who purchase from local mills. In-depth interviews were conducted with the participants, and the results were analyzed using the Supply-Chain Operations Reference (SCOR) model. The study found that the Plan, Source, Make, and Enable processes require improvement. These findings suggest the need for interventions in these areas to enhance the supply chain management practices of the GAP Thai Jasmine Rice Community Enterprise Group 105.</p>
<p>Keywords: GAP rice/Supply chain/ SCOR Model</p>	

1. บทนำ

ข้าวเป็นอาหารหลักของประชากรโลก [1] สำหรับลำดับประเทศผู้ส่งออกข้าวที่สำคัญของโลกในปัจจุบันคือ อินเดีย ไทย และ เวียดนาม โดยประเทศไทยส่งออกข้าวไปที่ทวีปแอฟริกา และทวีปยุโรปมากที่สุด [2] จากกระแสในปัจจุบันและอนาคต ความต้องการของประชากรของโลกและของไทยหันมาให้ความสนใจในการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ อาหารที่มีความปลอดภัย ซึ่งมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะข้าวอินทรีย์และข้าวที่มีการปฏิบัติตามการจัดการระบบเกษตรที่ดี (GAP) ที่ผู้บริโภคได้ให้คุณค่าและพร้อมที่จะจ่ายเงินเพิ่มขึ้นสำหรับการบริโภคข้าวที่จะตอบสนองต่อการมีสุขภาพที่ดี ซึ่งตลาดข้าวอินทรีย์และข้าวที่มีการปฏิบัติตามการจัดการระบบเกษตรที่ดี (GAP) จะอยู่ในประเทศที่มีเศรษฐกิจดี ประชาชนมีความต้องการซื้อสูง เช่น สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น จีน ฮองกง และสิงคโปร์ ราคาข้าวเปลือกอินทรีย์และข้าวที่มีการปฏิบัติตามระบบการเกษตรที่ดี (GAP) ที่ขานนาได้รับจะสูงกว่าราคาข้าวเปลือกทั่วไป จึงเป็นโอกาสและช่องทางอันดีของขานนาไทยในการที่จะเพิ่มปริมาณการผลิตข้าวอินทรีย์ และข้าวที่มีการปฏิบัติตามระบบการเกษตรที่ดี (GAP)

ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวเกือบ 70 ล้านไร่ เฉพาะพื้นที่ปลูกข้าวนาปีมีเกือบ 60 ล้านไร่ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากมีการแข่งขันด้านการตลาดที่สูงขึ้น เกษตรกรผู้ปลูกข้าวของไทยยังจำเป็นต้องมีการพัฒนาอีกมากเพื่อให้สามารถแข่งขันในเวทีโลก โดยเฉพาะการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การลดต้นทุน และการพัฒนาคุณภาพของกระบวนการผลิต และผลผลิตให้ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับของตลาด หรือผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งนอกจากจะเป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันแล้ว ยังสร้างความปลอดภัยให้กับเกษตรกรผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมไปพร้อมกัน



จังหวัดศรีสะเกษมีการเพาะปลูกข้าวที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน GAP ในหลาย ๆ อำเภอ และหนึ่งในกลุ่มที่ได้การรับรองมาตรฐาน GAP นั้นคือ กลุ่มเกษตรกรจากตำบลน้ำคำ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งได้ทำการเพาะปลูกข้าวหอมมะลิตามมาตรฐาน GAP และเป็นศูนย์การเรียนรู้ที่สามารถให้ความรู้แก่บุคคลที่สนใจได้ ซึ่งในปัจจุบันข้าวหอมมะลิมาตรฐาน GAP มีความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการประชาชนหันมาสนใจในเรื่องความปลอดภัยมากขึ้น รวมไปถึงภาครัฐได้มีการสนับสนุนและมีการสื่อสารให้เห็นถึงคุณค่าของข้าวปลอดภัย ซึ่งส่งผลต่อความต้องการในการบริโภคสินค้าปลอดภัย [3] และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง ตำบลน้ำคำ ได้ทำการจัดตั้งเมื่อปี พ.ศ.2554 มีสมาชิกทั้งหมด 348 คน ผลผลิตส่วนใหญ่จะถูกขายให้กับโรงสีคู่สัญญา และบางส่วนจะถูกเก็บไว้กินเองภายในครัวเรือน

กระบวนการภายในโซ่อุปทานข้าวหอมมะลิ GAP บ้านยาง ประกอบไปด้วย กระบวนการวางแผน (Plan) กระบวนการจัดหา (Source) กระบวนการผลิต (Make) กระบวนการส่งมอบ (Deliver) และกระบวนการสนับสนุน (Enable) [4] ซึ่งปัญหาที่พบในโซ่อุปทานข้าวหอมมะลิ GAP คือ ปริมาณผลผลิตข้าวเปลือกจากเกษตรกรไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงสี ซึ่งการจะเพิ่มประสิทธิภาพของโซ่อุปทานนั้นจำเป็นต้องมีการศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการภายในโซ่อุปทานให้เห็นถึงประเด็นต่างๆ ที่เชื่อมต่อกันตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ โดยตัวแบบจำลองการอ้างอิงการดำเนินงานโซ่อุปทาน (SCOR) [5] ได้รับการพัฒนาเพื่ออธิบายกิจกรรมทางธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับทุกขั้นตอนของการตอบสนองความต้องการของลูกค้า ตัวแบบจำลองการอ้างอิงการดำเนินงานโซ่อุปทานเองประกอบด้วยหลายส่วนและจัดระเบียบตามกระบวนการจัดการหลัก 6 ประการ ประกอบด้วย กระบวนการวางแผน กระบวนการจัดหา กระบวนการผลิต กระบวนการส่งมอบ การส่งคืน และกระบวนการสนับสนุน

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการโซ่อุปทานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง โดยใช้ตัวแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานโซ่อุปทาน (SCOR) ศึกษาและวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานข้าวหอมมะลิ GAP เพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโซ่อุปทานข้าวหอมมะลิ GAP ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน จึงถือเป็นสิ่งสำคัญที่จะนำไปสู่การวางแผนและการพัฒนาระบบข้าวหอมมะลิ GAP ในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง ตำบลน้ำคำ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษและสามารถสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ที่รัฐบาลได้ให้ความสำคัญในอนาคต

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ประชากร

ประชากร คือ ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มเกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง ที่เป็นบุคคลที่ประสบความสำเร็จด้านผลผลิตจำนวน 5 คน เป็นผู้ตอบคำถาม ผู้บริหาร หัวหน้างานโรงสีข้าวสิริมงคลที่ทำสัญญากับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ จำนวน 5 คน ผู้ส่งออกที่เป็นคู่ค้ากับโรงสีสิริมงคล 2 คน ผู้บริโภคที่ซื้อข้าวจากโรงสีสิริมงคลจำนวน 5 คน ซึ่งกำหนดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มอย่างไม่มีความน่าจะเป็น (Non-probability sampling)

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ โดยการสำรวจภาคสนามใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) ใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured interview) ตามกรอบของ Supply Chain Operations Reference Model Revision 11.0 ซึ่งได้ปรับปรุงจาก [4] การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ (Interview from)



สร้างคำถามให้มีความครอบคลุมตามขอบเขตของการวิจัยที่ต้องการศึกษาเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้ ซึ่งคำถามปลายเปิดผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ได้ค่า IOC รายข้อมีค่า 0.50 – 1.00 ถือว่าผ่านเกณฑ์ [6] โดยข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์ไม่มีผลกระทบด้านจิตใจของผู้ให้ข้อมูล

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.4.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) คือ ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้างเป็นทางการ

2.4.2 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) คือ ข้อมูลที่ผู้วิจัยได้รวบรวมจากเอกสารตีพิมพ์ และจากเว็บไซต์ออนไลน์ ที่เกี่ยวข้อง SCOR Model รวมถึงการดำเนินงานในโซ่อุปทาน และบทความวิจัย วารสารทางวิชาการคร่าว ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในครั้งนี้

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ถูกนำเสนอในรูปแบบพรรณนา (Descriptive analysis)

3. ผลการศึกษา

การศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง 2) ส่วนของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง 3) ส่วนของการดำเนินงานโดย SCOR โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยางจะซื้อเมล็ดพันธุ์จากศูนย์วิจัยพันธุ์ข้าวสุรินทร์เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเมล็ดพันธุ์ และได้ทำสัญญาในนามกลุ่มกับร้านเม้งฮะเพื่อซื้อปุ๋ยเคมีและอุปกรณ์อื่น ๆ ในราคาสมาชิกและเพื่อเป็นการป้องกันการปนเปื้อนของวัสดุอุปกรณ์และให้ได้ปุ๋ยเคมีที่เป็นไปตามมาตรฐาน GAP ส่วนปุ๋ยธรรมชาติและปุ๋ยหมักได้รับการสนับสนุนจากกรมพัฒนาที่ดินจังหวัดศรีสะเกษ และสำนักงานเกษตรอำเภอเมืองศรีสะเกษ โดยจะมีการจัดซื้อวัตถุดิบจากผู้ขาย 1 ครั้งต่อปี โดยข้อมูลจากผู้ให้สัมภาษณ์ที่ 3 กล่าวว่า “เราต้องมีการทำสัญญาการซื้อขายวัตถุดิบทุกอย่าง เพื่อควบคุมให้เป็นไปตามมาตรฐาน GAP และเป็นการรักษาคุณภาพข้าวของกลุ่มอีกด้วย” การผลิตข้าวของกลุ่มจะเป็นการผลิตเพื่อรองรับจำหน่ายทั้งหมดยังไม่มีการผลิตตามคำสั่งซื้อเนื่องจากการทำนาปีเกษตรกรจะพยายามผลิตข้าวให้ได้มากที่สุด ส่วนการกำจัดวัชพืชและศัตรูพืชใช้วิธีถอนด้วยมือและใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราส่วนที่เป็นไปตามมาตรฐาน GAP การเก็บเกี่ยวข้าวสมาชิกทุกคนจะใช้รถเกี่ยวที่ทำสัญญากับกลุ่มวิสาหกิจเพื่อป้องกันการปนเปื้อน การขนส่งข้าวไปขายทางกลุ่มได้ใช้วิธีบรรจุกระสอบและขนโดยรถบรรทุก 4 ล้อไปขายที่โรงสีสิริมงคลโดยได้มีการทำสัญญาซื้อขายกัน ทั้งนี้จะไม่มีการส่งคืนสินค้าเนื่องจากการได้มีการสุ่มตรวจมาตรฐาน GAP จากศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวศรีสะเกษ

3.2 การดำเนินงานของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง

ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง ประกอบไปด้วย 5 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ผู้จำหน่ายวัตถุดิบ ได้แก่ ศูนย์วิจัยพันธุ์ข้าวสุรินทร์จำหน่ายเมล็ดพันธุ์ข้าว และร้านเม้งฮะจำหน่ายวัสดุอุปกรณ์และปุ๋ยเคมี ส่วนที่ 2 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง ส่วนที่ 3 โรงสี ส่วนที่ 4 ผู้ค้ารายย่อยและผู้ส่งออก และส่วนที่ 5 ผู้บริโภค โดยการส่งวัตถุดิบทั้งเมล็ดพันธุ์จากศูนย์วิจัยพันธุ์ข้าวสุรินทร์ และวัสดุอุปกรณ์จากร้านเม้งฮะจะใช้วิธีส่งแบบรวมกลุ่มส่ง 1 ครั้งต่อปี การปลูกและดูแลนาข้าวจะดูแลตามมาตรฐาน GAP โดยมีการสุ่มตรวจ

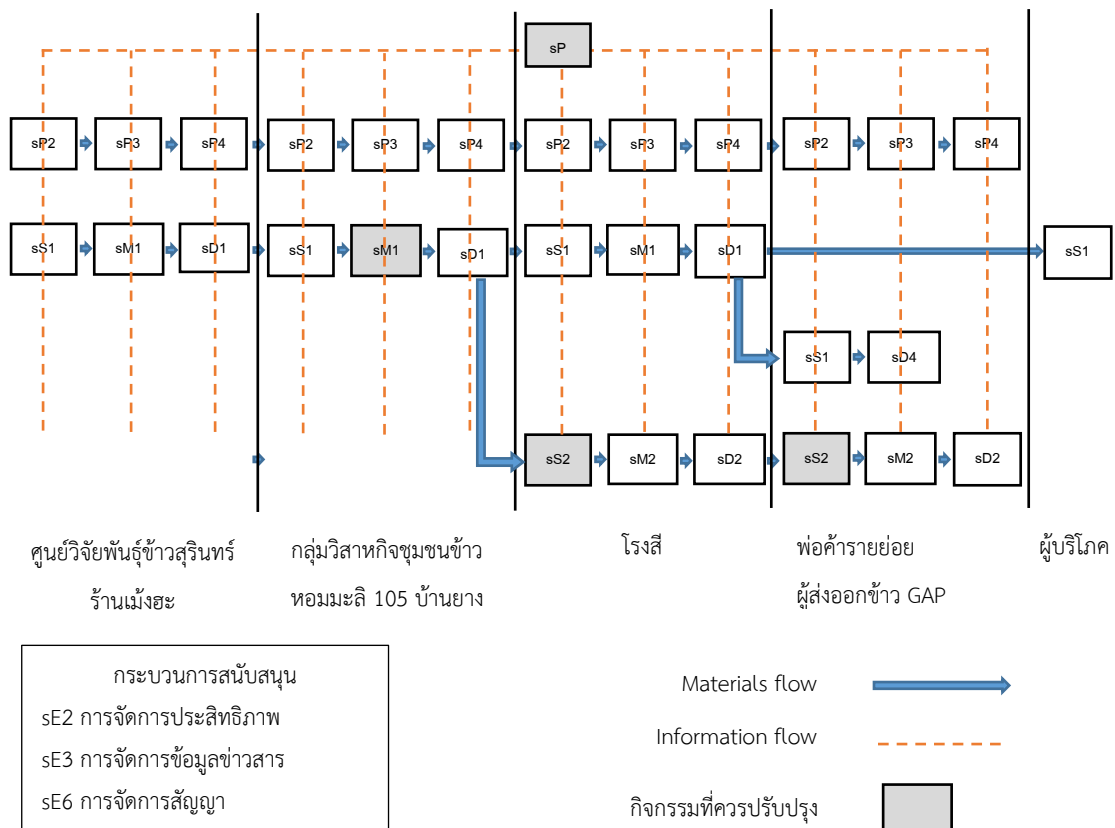


มาตรฐานจากศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวศรีสะเกษเป็นระยะ การขนส่งข้าวเปลือกจะขนส่งโดยเกษตรกรมาส่งที่โรงสี เมื่อโรงสีสีข้าวเสร็จแล้ว จะนำไปขายให้กับผู้บริโภคนในช่องทางหน้าร้านของโรงสี ส่วนผู้ส่งออกจะเป็นการขนส่งไปที่ท่าเรือกรุงเทพโดยรถบรรทุกของโรงสี

3.3 การดำเนินงานโดย SCOR

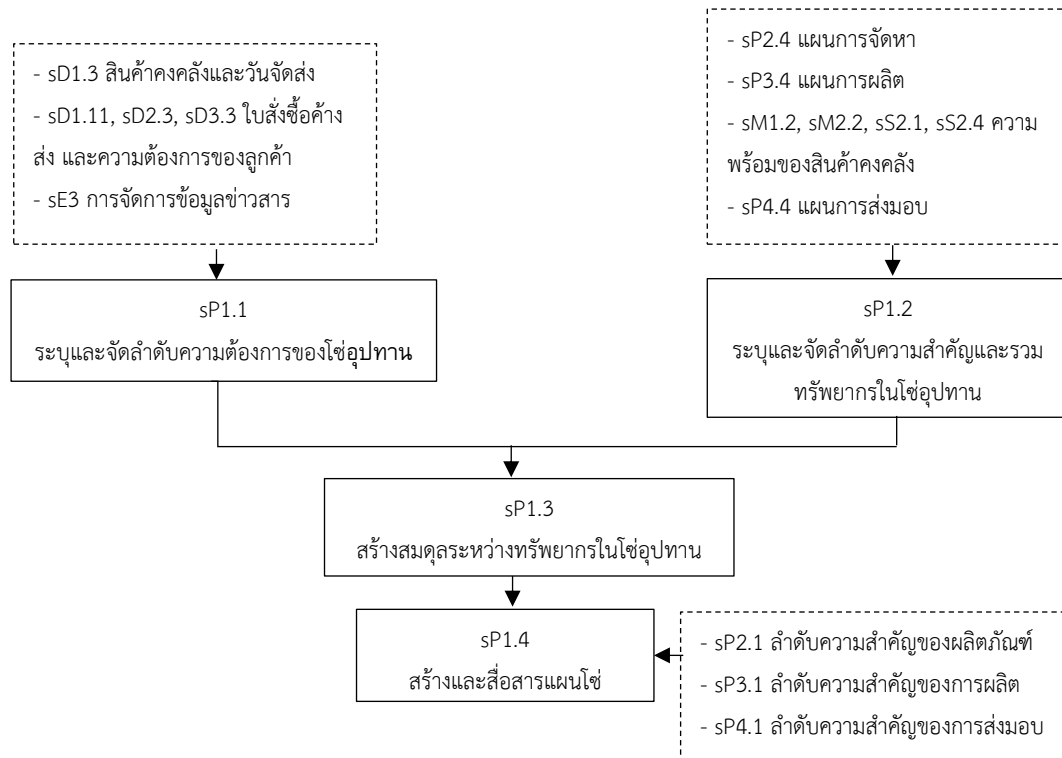
SCOR ระดับที่ 1 ในขั้นตอนที่มีการระบุขอบเขตเนื้อหาของห่วงโซ่อุปทาน โดยใช้แบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานห่วงโซ่อุปทาน ในกิจกรรมหลัก ได้แก่ กระบวนการวางแผน การจัดหา การผลิต การส่งมอบ การส่งคืนข้าวหอมมะลิ และกระบวนการสนับสนุน โดยส่วนของการส่งคืนนั้น กลุ่มวิสาหกิจชุมชนไม่มีการส่งคืนทั้งของวัตถุดิบและผลผลิต เนื่องจากสมาชิกในกลุ่มจะต้องทำการตรวจสอบความชื้น และการปนของเมล็ดข้าวก่อนที่จะนำไปจำหน่ายให้กับโรงสี หากไม่ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดทางโรงสีจะไม่รับซื้อ และหากมีการขนข้าวที่ไม่ผ่านมาตรฐานไปขาย เมื่อทางโรงสีตรวจสอบความชื้นและการปนเปื้อนเสร็จสิ้นจะรับซื้อข้าวในราคาปกติแทนราคาข้าว GAP จึงทำให้ไม่มีปัญหาด้านการส่งสินค้าคืน

SCOR ระดับที่ 2 มีกระบวนการที่ต้องปรับปรุง ได้แก่ การวางแผนห่วงโซ่อุปทาน (sP1) การผลิตเพื่อเก็บ (sM1) ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง การจัดหาวัตถุดิบตามคำสั่งซื้อ (sS2) ของโรงสี และการจัดหาวัตถุดิบตามคำสั่งซื้อของผู้ส่งออก (sS2) และกระบวนการการสนับสนุนที่ต้องปรับปรุง ได้แก่ การจัดการประสิทธิภาพด้านการผลิตของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง (sE2) การจัดการประสิทธิภาพด้านการจัดหาข้าวเปลือก GAP ของโรงสี และผู้ส่งออก (sE2) ดังภาพที่ 1



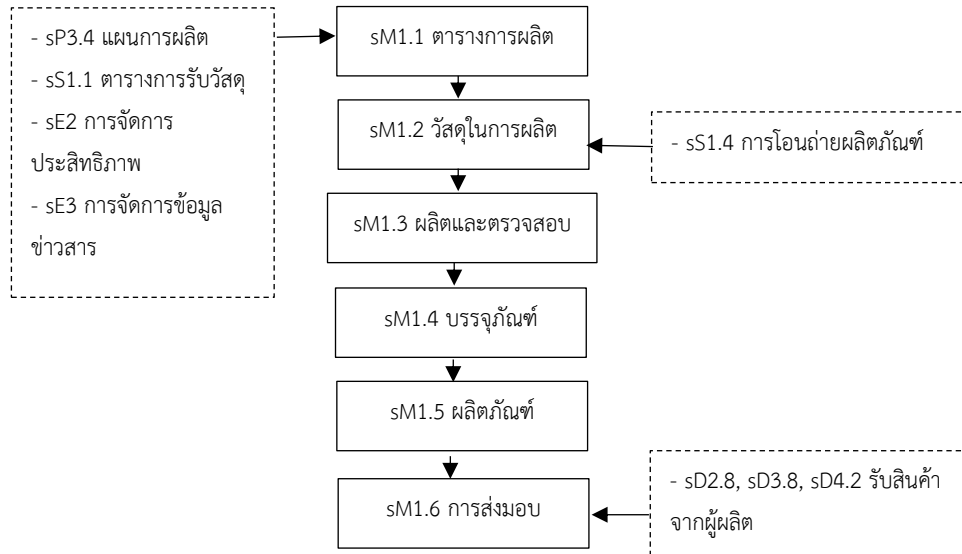
ภาพที่ 1 SCOR ระดับที่ 2 กระบวนการที่ควรปรับปรุงของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง

SCOR ระดับที่ 3 มีกระบวนการในโซ่อุปทานที่ควรปรับปรุงเมื่อวิเคราะห์จาก SCOR ระดับที่ 2 ได้แก่ กระบวนการวางแผนโซ่อุปทาน (sP1) ปัญหาที่พบ คือ ระบุและจัดลำดับความสำคัญความต้องการในโซ่อุปทาน (sP1.1) และระบุและจัดลำดับความสำคัญและรวมทรัพยากรในโซ่อุปทาน (sP1.2) ซึ่งเกิดจากการจัดการข้อมูลข่าวสาร (sE3) ความต้องการของลูกค้า ส่งผลให้การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้ามีความคลาดเคลื่อน ทำให้การผลิตข้าวของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง (sM1) ไม่เพียงพอต่อความต้องการ ดังภาพที่ 2



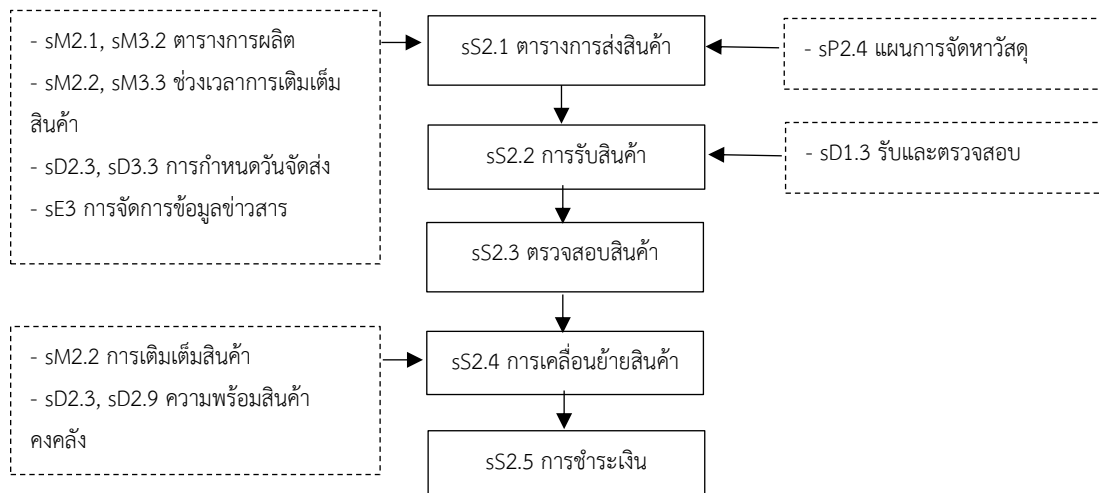
ภาพที่ 2 การวางแผนโซ่อุปทานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง (sP1)

กระบวนการผลิตเพื่อเก็บรอจำหน่าย (sM1) ปัญหาที่พบคือ การวางแผนการผลิต (sP3.4) เนื่องจากการจัดการข้อมูลข่าวสาร (sE3) จำนวนความต้องการข้าวเปลือก GAP จากโรงสีมีความไม่แน่นอน และประสิทธิภาพในการผลิต (sE2) ข้าวของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ในด้านกำลังการผลิตลดลงในบางปี เนื่องจากมีสมาชิกที่ไม่ผ่านมาตรฐาน GAP เพราะนาข้าวอยู่ติดกับแหล่งน้ำสาธารณะ โดยส่งผลต่อการผลิตข้าวไม่เพียงพอต่อความต้องการ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การผลิตข้าวเปลือกของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง (sM1)

กระบวนการจัดหาวัตถุดิบตามคำสั่งซื้อ (sS2) ปัญหาที่พบ คือ ตารางการส่งสินค้า (sS2.1) จากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง ปัญหามาจากตารางการผลิตสินค้า (sM2.1) เนื่องจากมีการจัดการข้อมูลข่าวสาร (sE3) ที่ไม่แน่นอน ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การจัดหาวัตถุดิบตามคำสั่งซื้อของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง (sS2)

จากการศึกษา SCOR ระดับที่ 3 สามารถสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในโซ่อุปทานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง และแนวทางแก้ไข ดังตารางที่ 1



ตารางที่ 1 ปัญหาที่เกิดขึ้นในโซ่อุปทานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง และแนวทางแก้ไข

กระบวนการ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไขปัญหา	อ้างอิงงานวิจัย
การวางแผนโซ่อุปทาน (sP1)	การจัดการข้อมูลข่าวสาร ความต้องการของลูกค้าระหว่างโรงสี กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ส่งผลให้การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้ามีความคลาดเคลื่อน	ควรเชื่อมโยงข้อมูลความต้องการของลูกค้าตั้งแต่ต้นน้ำ จนถึงปลายน้ำ และทำการพยากรณ์เพื่อวางแผนการผลิตใหม่	[7]
การผลิตเพื่อเก็บ (sM1)	ผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงสี และมีสมาชิกบางรายไม่ผ่านมาตรฐาน GAP ส่งผลให้ผลผลิตรวมของกลุ่มวิสาหกิจฯ ลดลง	เพิ่มจำนวนเครือข่ายเกษตรกรในการผลิตข้าว GAP และให้ความรู้ในการผลิตข้าว GAP รวมถึงเชื่อมโยงข้อมูลความต้องการของลูกค้าเพื่อนำมาพยากรณ์และวางแผนการผลิต	[4]
การจัดหาวัตถุดิบตามคำสั่งซื้อ (sS2)	ปริมาณข้าวเปลือกจากเกษตรกรไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงสี และผู้ส่งออก	เพิ่มจำนวนเครือข่ายเกษตรกรในการผลิตข้าว GAP รวมถึงทำตลาดข้อตกลงเพิ่ม เพื่อสร้างความมั่นใจให้เกษตรกร โรงสีและผู้ส่งออก ต้องมีการสื่อสารข้อมูลความต้องการของลูกค้าไปยังกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ เพื่อให้เกิดพยากรณ์ และวางแผนการผลิตที่ถูกต้อง	[8-10]
การจัดการประสิทธิภาพ (sE2)	ประสิทธิภาพในการผลิตข้าวของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ยังไม่เพียงพอต่อต้องการของผู้บริโภค	ขยายเครือข่ายของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพิ่ม โรงสีควรทำตลาดข้อตกลงเพิ่มกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชน รวมถึงส่งเสริมองค์ความรู้เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับเกษตรกรที่จะเข้าร่วมผลิตข้าว GAP	[11]
การจัดการข้อมูลข่าวสาร (sE3)	ไม่มีการสื่อสารข้อมูลความต้องการภายในโซ่อุปทาน ส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ และการวางแผนการผลิต	สื่อสารข้อมูลความต้องการของลูกค้าภายในโซ่อุปทานให้ครอบคลุมตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ	[12]



4. อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาการจัดการโซ่อุปทานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง ด้วย SCOR มีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปราย ดังนี้

จากข้อมูลการดำเนินงานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง พบว่า ในการรักษามาตรฐาน GAP ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง จะใช้วิธีทำสัญญากับผู้จัดหาวัตถุดิบ (Supplier) ในทุกขั้นตอน โดยเริ่มตั้งแต่ต้นทางการจัดหาวัตถุดิบ (Source) กลุ่มจะใช้วิธีจะซื้อเมล็ดพันธุ์จากศูนย์วิจัยพันธุ์ข้าวสุรินทร์ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเมล็ดพันธุ์ และได้ทำสัญญาเพื่อซื้อขายวัตถุดิบกับร้านค้าแม่ฮ่อง ได้แก่ อุปกรณ์การเกษตร และปุ๋ยเคมี ส่วนปุ๋ยธรรมชาติและปุ๋ยหมักได้รับสนับสนุนจากหน่วยงานราชการโดยมีการทำข้อตกลงความร่วมมือกัน โดยการจัดหาวัตถุดิบจะทำ 1 ครั้งต่อปี ในด้านการผลิต (Make) จะผลิตข้าวตามมาตรฐาน GAP โดยศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวศรีสะเกษเป็นผู้ส่งตรวจมาตรฐาน การกำจัดวัชพืชและศัตรูพืชใช้วิธีถอนด้วยมือและปุ๋ยเคมีตามมาตรฐาน GAP การเก็บเกี่ยวข้าวสมาชิกทุกคนจะใช้รถเกี่ยวที่ทำสัญญากับกลุ่มวิสาหกิจเพื่อป้องกันการปนเปื้อนสารเคมี การขนส่งข้าวไปขายทางกลุ่มได้ใช้วิธีบรรทุกกระบะและขนโดยรถบรรทุก 4 ล้อ ไปขายที่โรงสีสีริมงคลโดยได้มีการทำสัญญาซื้อขายกัน ทั้งนี้ในด้านต้นทุนอาจทำให้สามารถซื้อสินค้าและวัตถุดิบได้ในราคาเหมาะสม ยุติธรรม ในด้านคุณภาพ ทำให้ได้ถูกต้องตามคุณภาพที่ต้องการ ในด้านมาตรฐาน การสร้างมาตรฐานจะต้องสร้างทุกขั้นตอน และเป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งกลุ่มวิสาหกิจฯ [13] ซึ่งจะนำไปสู่การควบคุมคุณภาพทั่วทั้งระบบ

กระบวนการวางแผนโซ่อุปทาน (sP1) พบว่า ไม่มีการเชื่อมโยงข้อมูลข่าวสาร ความต้องการของลูกค้า ระหว่างโรงสี กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ และผู้ส่งออก ส่งผลให้การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้ามีความคลาดเคลื่อน และยังไม่มีการบูรณาการซัพพลายเออร์ (Supplier integration) [14] รวมถึงการประสานความร่วมมือระหว่างผู้ผลิตกับซัพพลายเออร์ [4] โดยเฉพาะกิจกรรมที่ซัพพลายเออร์มีส่วนโดยตรงเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า ซึ่งจะส่งผลต่อการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์และการดำเนินงาน เช่น การคาดการณ์การผลิตและการขาย โดยสมาชิกในโซ่อุปทานจะต้องมีการแบ่งปันข้อมูลผ่านการติดต่อสื่อสารอยู่ตลอดเวลา

กระบวนการผลิตเพื่อเก็บ (sM1) พบว่า ผลผลิตของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงสี เนื่องจากการวางแผนการผลิตต้องอาศัยข้อมูลความต้องการสินค้าของลูกค้ามาพยากรณ์ [15] จึงนำไปการวางแผนการผลิตจะต้องทำทั้งแผนระยะสั้น และแผนระยะยาวต่อไป

กระบวนการการจัดหาวัตถุดิบตามคำสั่งซื้อ (sS2) พบว่า ปริมาณข้าวเปลือกจากเกษตรกรไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงสี และผู้ส่งออก โดยระหว่างผู้ส่งออกและโรงสียังไม่มีการทำตลาดข้อตกลง (Contract farming) ทำให้ยังมีข้อจำกัดในการเปิดเผยข้อมูลความต้องการเพื่อนำมาพยากรณ์ และยังไม่มีการเชื่อมโยงข้อมูลความต้องการของผู้บริโภคตลอดทั้งโซ่อุปทาน [13] ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ และการวางแผนการผลิต

5. สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาการจัดการโซ่อุปทานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง พบว่า องค์ประกอบของกระบวนการในโซ่อุปทาน ประกอบไปด้วย กระบวนการวางแผน (Plan) การจัดหา (Source) การผลิต (Make) การส่งมอบ (Deliver) และการสนับสนุน (Enable) ซึ่งกระบวนการที่ควรปรับปรุงเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในโซ่อุปทาน ได้แก่ กระบวนการวางแผน กระบวนการจัดหา กระบวนการผลิต และกระบวนการสนับสนุน



ผลการวิเคราะห์โซ่อุปทานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง ปัญหาพบว่า ไม่มีการเชื่อมโยงข้อมูลข่าวสาร ความต้องการของลูกค้าระหว่างโรงสี กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ และผู้ส่งออก ส่งผลให้การพยากรณ์ความต้องการของลูกค้ามีความคลาดเคลื่อน รวมไปถึงความร่วมมือภายในโซ่อุปทาน และขาดการวางแผนการผลิตข้าวของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนฯ ที่ดี

แนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ได้แก่ การบูรณาการซัพพลายเออร์ (Supplier integration) รวมถึงการประสานความร่วมมือระหว่างผู้ผลิตกับซัพพลายเออร์ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลตลอดโซ่อุปทาน เพื่อให้เกิดการพยากรณ์ความต้องการที่ถูกต้อง ตลอดจนนำไปจัดทำแผนการผลิตข้าวเปลือกของกลุ่มวิสาหกิจฯ ได้อย่างแม่นยำ และเพียงพอต่อความต้องการ

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนข้าวหอมมะลิ 105 บ้านยาง ตำบลน้ำคำ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ที่ให้ความอนุเคราะห์สิ่งอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. (2565) สถานการณ์ข้าวไทยในปี 2564. สืบค้น 20 สิงหาคม 2565. จาก <https://api.dtn.go.th/files/v3/60ab890cef41404c2c04c4b6/download>.
- [2] กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. (2565) สถานการณ์ข้าวไทยในปี 2564. สืบค้น 20 สิงหาคม 2565. จาก <https://api.dtn.go.th/files/v3/60ab890cef41404c2c04c4b6/download>.
- [3] ลัดดา ปินตา และมานิตย์ มัลลวงค์. (2565). อิทธิพลของปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดและทัศนคติที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อผักปลอดสารพิษของผู้บริโภค ในเขตอำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่. วารสารบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ ราชชมกล ล้านนา, 10(1), 1-24.
- [4] ศิริรัตน์ ตรงวัฒนาวุฒิ ปิยวรรณ สิริประเสริฐศิลป์ และชัยวัฒน์ ไบ้ไม้. (2561). การวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทานโรงสีข้าวอินทรีย์ขนาดเล็กจังหวัดเชียงใหม่ โดยตัวแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานโซ่อุปทาน. วารสารร่มพญักษ์ มหาวิทยาลัยเกริก, 36(1), 158-180.
- [5] Hasibuan, A., Arfah, M., Parinduri, L., Hernawati, T., Harahap, B., Sibuea, S.R. and Sulaiman, OK. (2018). Performance analysis of supply chain management with supply chain operation reference model. In Journal of Physics: Conference Series, 1007, 1-8.
- [6] สุรพงษ์ คงสัตย์ และธีรชาติ ธรรมวงศ์. (2551). การหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC). สืบค้น 10 ธันวาคม 2565. จาก <https://www.mcu.ac.th/article/detail/14329>.
- [7] เบญจมาศ โตสัม. (2557). ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระแก้ว เขต 1 (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [8] สนั่น เกษารีย์ และระพีพันธ์ ปิตาคะโส. (2555). การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา), 17(1), 125-141.
- [9] ธันยธร ตินภพ ศิริลักษณ์ เมฆสังข์ และฉันทนา จันทร์บรรจง. (2016). การจัดการห่วงโซ่อุปทานโดยวิสาหกิจชุมชนผลิตข้าวอินทรีย์ในเขตภาคกลางของประเทศไทย. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 11(3), 320-330.
- [10] Verma, R. & Boyer, K. (2010). Operations & supply chain: management world class theory and practice. Mason, Ohio: South-Western/Cengage Learning.



- [11] ศิริสรณ์เจริญ, กมลลิมสกุล, ทวี วัชระเกียรติศักดิ์, ดวงพร กิจอาทร และสุวรรณา เตชะธีระปรีดา. (2560). การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานข้าวจังหวัดนครราชสีมา:สถานการณ์ปัจจุบัน, ความเชื่อมโยง, ปัญหา และแนวทางการพัฒนา. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี, 2(11), 119-143.
- [12] ทำนอง ชิดชอบ, นันทา สมเป็น, สุนิสา ยาวสกุลมาศ และประทีป ดวงแก้ว. (2557). การพัฒนาแบบจำลองโซ่อุปทานของข้าวหอมมะลิอินทรีย์ในประเทศไทย. วารสารแก่นเกษตร, 42(2), 243-248.
- [13] เทียน เสรามัญ. (2558). การบริหารจัดการกลุ่มผู้ปลูกผักอินทรีย์โดยการมีส่วนร่วมของชุมชนตำบลหนองป่าครั่ง อำเภอเมืองจังหวัดเชียงใหม่. วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต, 3(3), 309-318.
- [14] นิชากร ทองเปลว และ พอพันธ์ วิชจิตพันธ์. (2563). การบูรณาการซัพพลายเออร์และผลดำเนินงานของผู้ผลิตในอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย: เปรียบเทียบโมเดลเชิงสาเหตุ. วารสารวิจัย, 13(1), 20-29.
- [15] ชัยวัฒน์ ไบไม้ และศิริรัตน์ ตรงวัฒนาวุฒิ. (2018). การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของโรงสีข้าวอินทรีย์ขนาดเล็กในจังหวัดเชียงใหม่จากการวิเคราะห์ด้วยตัวแบบ SCOR. *RMUTT Global Business and Economics Review*, 13(1), 123-138.



การวิเคราะห์อัตราการไหลหลากของฝายบ้านโพนทราย
The Analysis of Water Runoff of Phonsai Dam

นันทวัน ทองพิทักษ์¹ และโชคชัย ไตรยสุทธิ์^{2*}

Nantawan Tongpitak¹ and Chokchai Traiyasut^{2*}

สาขาวิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตศรีสะเกษ¹

สาขาวิชาเทคโนโลยีโยธาและสถาปัตยกรรม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ^{2*}

Division of Physical Education, Faculty of Education, Thailand National Sports University Sisaket Campus¹

Division of Civil Technology and Architecture, Faculty of Liberal Arts and Science, Sisaket Rajabhat University^{2*}

*Corresponding Author: C.traiyasut@sskru.ac.th

ข้อมูลบทความ	บทคัดย่อ
<p>ประวัติบทความ: รับเพื่อพิจารณา: 5 มกราคม 2566 แก้ไข: 24 มีนาคม 2566 ตอบรับ: 29 มีนาคม 2566</p>	<p>การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาปริมาณทางสถิติน้ำฝนรายปี และปริมาณการไหลหลากของฝายกั้นน้ำบ้านโพนทราย ตำบลหนองบัว อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ ทำการรวบรวมและวิเคราะห์ ปริมาณน้ำฝน 14 ปี จากสถานีวัดน้ำฝนเขื่อนห้วยนา โดยวิธีทางสถิติ วิเคราะห์ และอุทกศาสตร์เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุของปัญหาการกักน้ำในพื้นที่ฝาย ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณน้ำไหลหลากรายเดือนตลอดทั้งปี (น้ำท่ารายปี) มีปริมาณ 845,733,595 ลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยของ น้ำท่าไหลหลากทั้งปีอยู่ที่ 70,477,799 ลูกบาศก์เมตร โดยมีน้ำท่าไหล หลากมากที่สุดในเดือนกันยายนที่ 277,002,000 ลูกบาศก์เมตร และ น้อยสุดในเดือนมกราคมที่ 32,987.50 ลูกบาศก์เมตร ของทุกปี ปริมาณ ในการกักเก็บน้ำในพื้นที่ฝายมีปริมาตรความจุอยู่ที่ไม่เกิน 80 ล้านลูกบาศก์เมตร จากการสำรวจทางกายภาพพบว่า สาเหตุที่อ่างไม่ สามารถกักเก็บน้ำได้เนื่องจาก พื้นที่มีความต่างระดับไม่มาก และเกิด จากการ ทับถมของตะกอนทรายจากการไหลหลากของน้ำจากแม่น้ำมูล การไหลของน้ำท่า เป็นการไหลลงสู่ลำคลองอย่างรวดเร็ว ลักษณะลำน้ำ รับภายหลังจากที่ฝนตกและไหลออกจากพื้นที่ระบายน้ำในเวลาไม่นานนัก ระดับน้ำในห้วยจะมีระดับต่ำกว่าน้ำใต้ดิน ทำให้น้ำที่อยู่ส่วนบนจะ ไหลลงสู่ลำน้ำตลอดเวลา การแก้ไขปัญหการกักเก็บน้ำด้วยวิธีการ ขุดอ่างให้มีปริมาตรอ่างตามที่ได้วิเคราะห์ไว้ และปูพื้นอ่างด้วยวัสดุที่บ น้ำให้อ่างสามารถกักเก็บน้ำได้</p>
<p>คำสำคัญ: ความจุอ่าง/อัตราการไหลหลาก/ การบริหารจัดการลุ่มน้ำ</p>	



Article Info	Abstract
<p>Article History: Received: January 5, 2023 Revised: March 24, 2023 Accepted: March 29, 2023</p>	<p>The objective of this research is to investigate the annual rainfall statistics and the shedding of Ban Phon Sai dam, located in Nong Bua Subdistrict, Kantrarom District, Sisaket Province. The research utilizes 14 years of rainfall data collected from Hua Na dam's rainwater measurement stations, which was analyzed using statistical and hydrographical methods to identify the reasons for water retention problems in the dam area. The results showed that the annual volume of runoff amounted to 845,733,595 cubic meters, with an average monthly flow of 70,477,799 cubic meters. The highest runoff flow occurred in September at 277,002,000 cubic meters, while the lowest runoff flow occurred in January at 32,987.50 cubic meters. Based on physical surveys, the water retention problem was attributed to the following factors: a small level difference in the area, sand sediment deposition from the flow of water from Moon River and runoff water, which flows rapidly in and out after rainfall in a short time, and the continuous flow of groundwater into the creek due to the lower water level in the creek than groundwater. To address these issues, this study recommends digging the basin to the volume of the basin as analyzed and flooring the basin with solid material to improve water retention.</p>
<p>Keywords: Reservoirs analysis/Water runoff/Watershed management</p>	



1. บทนำ

ในการดำเนินการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อไม่ให้น้ำไหลล้นอ่างเก็บน้ำในช่วงฤดูน้ำหลากอันส่งผลกระทบต่อภาวะการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ท้ายอ่าง และมีปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำเนื่องจากกิจกรรมด้านท้ายอ่างเก็บน้ำ เช่น การเกษตร การผลิตน้ำประปา การใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรม เป็นต้น [1] จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทราบข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำล่วงหน้านอกเหนือไปจากการประเมินปริมาณการใช้น้ำท้ายอ่างเก็บน้ำในช่วงเวลาต่าง ๆ ดังนั้นความถูกต้องในการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำจึงมีความสำคัญ [2] พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetlands) หมายถึง พื้นที่ลุ่ม ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น ทั้งที่มีน้ำขังหรือท่วมอยู่ถาวรและชั่วคราว ทั้งที่เป็นแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหล ทั้งที่เป็นน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม พื้นที่ชุ่มน้ำมีคุณค่าและความสำคัญในแง่ของการใช้ประโยชน์ของมนุษย์และทำหน้าที่ตามธรรมชาติ ได้แก่ 1) เป็นแหล่งที่รวมความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยหากินและแพร่ขยายพันธุ์ของพืชและสัตว์นานาชนิด โดยเฉพาะที่หาได้ยากและใกล้สูญพันธุ์เป็นแหล่งรวมพันธุกรรมที่สำคัญยิ่ง 2) มีคุณค่าความสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นแหล่งน้ำผิวดินและน้ำท่า ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค เป็นแหล่งน้ำดิบใช้ผลิตน้ำประปา เป็นแหล่งน้ำอำนวยน้ำให้เขื่อนผลิตกระแสไฟฟ้า 3) เป็นแหล่งทำมาหากินเลี้ยงชีพและเป็นรายได้ 4) มีคุณค่าทางนันทนาการและการท่องเที่ยว และ 5) มีคุณค่าความสำคัญต่อวิถีชีวิตและเอกลักษณ์ความเป็นไทย [3]

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่ 105,533,750 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 32.91 ของพื้นที่ประเทศ ในภูมิภาคนี้มีพื้นที่ชุ่มน้ำประเภทน้ำจืด 1,249,706.13 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.18 ของพื้นที่ภาค พื้นที่ชุ่มน้ำที่สำคัญและมีเนื้อที่มากที่สุดประกอบด้วย แม่น้ำ ลำน้ำ ลำธาร ขนาดต่าง ๆ 682,212.50 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำประเภททะเลสาบหรือบึง 522,500 ไร่ ซึ่งพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติที่สำคัญของประเทศไทยส่วนใหญ่ได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก ถูกบุกรุกยึดครองเป็นพื้นที่เพื่อทำการเกษตรและกิจกรรมอื่น ๆ การคุกคามพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติส่งผลกระทบต่อพื้นที่ชุ่มน้ำ ทำให้เกิดการตื้นเขินและลดน้อยลงของน้ำในแหล่งน้ำ รวมทั้งขนาดของพื้นที่ชุ่มน้ำลดลงด้วย แต่อย่างไรก็ตามยังมีพื้นที่ชุ่มน้ำบางแห่งที่ได้รับการอนุรักษ์ พื้นที่พัฒนา และการใช้ประโยชน์ด้วยการบริหารจัดการโดยองค์กรชุมชนด้วยการใช้ภูมิปัญญาพื้นบ้านอย่างได้ผลต่อเนื่อง [4]

ลักษณะแม่น้ำตามธรรมชาติทั่ว ๆ ไปแบ่งออกเป็นค่อนข้างตรง (Straight) โค้ง (Meandering) และแยกสาย (Braid) แต่แม่น้ำบางสายอาจไม่อยู่ใน 3 ลักษณะดังกล่าวนี้ได้ สำหรับลักษณะที่โค้งหรือตรงเป็นการเน้นถึงทิศทาง แม่น้ำในบางช่วงไหลแยกออกเป็นหลายสาขาแล้วไหลกลับมาบรรจบเป็นสายเดียวกัน และอาจเกิดลักษณะเช่นนี้ขึ้นอีกหลาย ๆ ครั้งท้ายน้ำได้ อาจแบ่งออกได้เป็นลักษณะที่ราบเรียบและไม่ราบเรียบ ลักษณะที่สำคัญของ Meander คือความคดเคี้ยว (Tortuosity) หรือ (Sinuosity) ซึ่งเป็นอัตราส่วนของความยาวตามลำน้ำลึกต่อความยาวในทางตรงจากต้นน้ำถึงปากแม่น้ำ โดยทั่ว ๆ ไปลำน้ำที่กว้างและตื้นจะคดเคี้ยวน้อย ความลาดชันของพื้นที่รับน้ำเป็นตัวประกอบที่สำคัญที่ทำให้เกิดแรงที่ทำให้ทางน้ำมีลักษณะค่อนข้างตรงหรือคดเคี้ยว ความชันทำให้ความเร็วของอัตราการไหลสูง ซึ่งจะให้ความโค้งลดลง คำจำกัดความของ River processes คือปฏิกริยาระหว่างตะกอนกับน้ำ ความสามารถของน้ำในแม่น้ำที่จะพัดพาเอาตะกอนที่มีเข้ามา เพื่อไปสู่ River processes ของช่วงแม่น้ำเฉพาะ ถ้ามีความไม่สมดุลระหว่างตะกอนที่มีเข้ามา ความสามารถในการพัดพา แม่น้ำจะปรับคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของความกว้าง ความลึก และรูปแบบโดยกรรมวิธีของการตกทับถม การกัดเซาะหรือการเปลี่ยนแปลงด้านข้าง [5]

การคำนวณหาความจุอ่างเก็บน้ำเพื่อการชลประทานที่เหมาะสมด้วยแบบจำลองเป็นการศึกษาขั้นแผนหลัก ซึ่งแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยแบบจำลองสำหรับคำนวณหาปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ



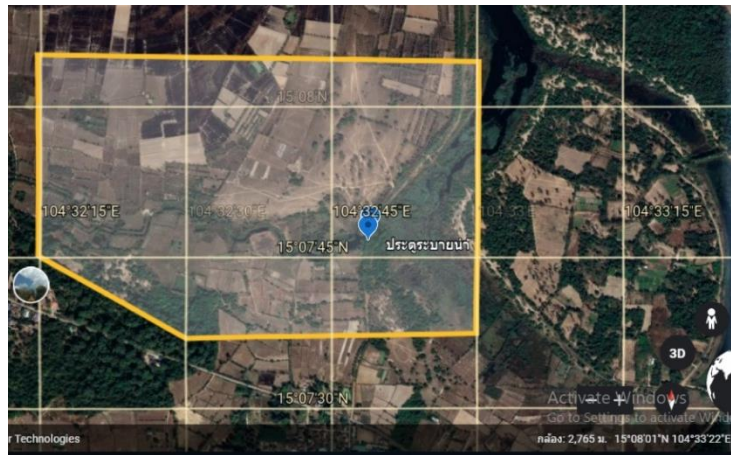
ปริมาณน้ำที่ไม่สามารถควบคุมได้แต่สามารถนำมาใช้เพื่อการชลประทานได้ แบบจำลองสำหรับคำนวณหาความต้องการน้ำชลประทานและแบบจำลองระบบ ลุ่มน้ำข้อมูลที่น่ามาใช้ในการคำนวณประกอบด้วย ข้อมูลอุทกวิทยาในอดีตเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี และข้อมูลจากโครงการพัฒนาแหล่งน้ำข้างเคียงที่มีลักษณะคล้ายกัน โดยสมมุติความจุอ่างเก็บน้ำขนาดต่าง ๆ กัน 3 - 4 ขนาด แล้วเลือกขนาดโครงการที่ให้อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อค่าลงทุนสูงสุดไปศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดต่อไปเมื่อก่อสร้างอ่างเก็บน้ำและระบบชลประทานทำอย่างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ดำเนินการจัดสรรน้ำล่วงหน้ารายสัปดาห์ด้วยแบบจำลองที่เหมือนกัน แต่ใช้ข้อมูลจากการทำนายล่วงหน้ารายสัปดาห์โดยมีการเก็บข้อมูลกิจกรรมการเพาะปลูกรายสัปดาห์ ฝนรายวัน และปริมาณน้ำที่ส่งรายวันจากสนามมาปรับการจัดสรรน้ำในสัปดาห์ถัดไปพร้อมทั้งเก็บข้อมูลจากแปลงทดลองที่เลือกขึ้นในสนามมาสอบเทียบแบบจำลองพร้อมทั้งคำนวณหาประสิทธิภาพชลประทานที่สิ้นสุดฤดูกาลเพาะปลูกเพื่อนำไปปรับใช้ในฤดูกาลเพาะปลูกถัดไปต่อเมื่อได้ข้อมูลใหม่มากพอจึงทบทวนการศึกษาเพื่อคำนวณหากราฟสำหรับคำนวณหาพื้นที่เพาะปลูกฤดูแล้งใหม่ [6]

บ้านโพธิ์ทรายเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำเชื่อมต่อกับทางน้ำไหลลงสู่แม่น้ำมูล พื้นที่จากการสำรวจด้านภูมิศาสตร์มุมสูงจากภาพถ่ายดาวเทียมจะพบเป็นลักษณะแอ่งกระทะ และมีบริเวณคอคอดตามกายภาพของพื้นที่เพื่อที่จะระบายน้ำลงสู่แม่น้ำมูล ลักษณะของประชากรในพื้นที่ส่วนมากจะประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก เช่น ทำนา ปลูกผักสวนครัว เลี้ยงสัตว์ เป็นต้น ชาวบ้านโพธิ์ทรายจะมีอาชีพเสริมจากการทำเกษตรกรรม คือ การทอผ้าซิด การปั้นหม้อ ซึ่งมีมาตั้งแต่สมัยโบราณ งานจักรสาน ทำสวิง การทำปลาร้า ปลาสาม เป็นต้น ลักษณะทางสังคมของบ้านโพธิ์ทรายจะเป็นชุมชนที่มีความรักสามัคคี เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่กันตามสังคมในยุคโบราณ สืบทอดกันมา ตามจารีตประเพณี มีเปลี่ยนแปลงบ้างตามยุคสมัย แต่ชาวบ้านก็ยังขนบธรรมเนียมประเพณีที่ดั้งเดิมไว้ให้กับคนรุ่นหลังได้สืบสานต่อไป ลักษณะที่สำคัญอีกประการของชุมชนคือเป็นแหล่งที่ตั้งของสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ คือ บ้านโพธิ์ทราย หมู่ 3 เป็นที่ตั้งของ หาดทรายมูล ซึ่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวริมแม่น้ำมูลที่สวยงาม ในช่วงเดือน ธันวาคม - เมษายน จะเป็นช่วงฤดูท่องเที่ยว เนื่องจากแม่น้ำมูลลดระดับลง ทำให้เห็นหาดทรายสีขาวนวล และน้ำมูลที่ใสเย็น จึงเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่นำให้การสนับสนุนให้นักท่องเที่ยวเข้ามาเยี่ยมชมเพื่อเป็นการส่งเสริมการท่องเที่ยวให้กับชุมชนได้อีกทาง สืบเนื่องจากอ่างเก็บน้ำประจำหมู่บ้านโพธิ์ทรายไม่สามารถเก็บกักน้ำไว้ใช้ในการเกษตรกรรม พร้อมทั้งอุปโภคบริโภค ทั้งในฤดูแล้งและฤดูเพาะปลูก ทำให้ชาวบ้านได้รับความเดือดร้อนเป็นอย่างมากทั้งที่มีการสร้างฝายเพื่อใช้ในการกักเก็บและชะลอน้ำแต่ก็ยังไม่สามารถกักเก็บน้ำให้กับชาวบ้านได้ใช้ประโยชน์ได้ ชาวชุมชนบ้านโพธิ์ทรายมีความต้องการทราบสาเหตุที่ชัดเจนว่าสาเหตุใดที่มีฝายกักเก็บน้ำแล้ว แต่ฝายดังกล่าวไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ ทั้งยังหากทราบปัญหาแล้วชาวบ้านต้องการแนวทางการแก้ไขปัญหานั้นที่ชัดเจน พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวเพื่อเป็นการบรรเทาปัญหาให้กับชาวบ้านต่อไป

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 ขอบเขตการวิจัย

2.1.1 พื้นที่ศึกษา คือ ห้วยก้านเหลือง บ้านโพธิ์ทรายหมู่ 3 ตำบลหนองบัว อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ (ภาพที่ 1) ซึ่งเป็นที่ตั้งของฝายเก็บน้ำที่จะทำการสำรวจโครงการฝายบ้านโพธิ์ทรายตั้งอยู่ที่พิกัด $104^{\circ} 32^{\circ} 45^{\circ} E$, $15^{\circ} 07^{\circ} 45^{\circ} N$ ตามระบบพิกัดกริดแบบยูทีเอ็ม (Universal Transverse Mercator - UTM) บริเวณโดยรอบเป็นพื้นที่สาธารณะประโยชน์มีเนื้อที่ประมาณ 2.5 ตารางกิโลเมตร การก่อสร้างฝายมีวัตถุประสงค์เพื่อน้ำหลากจากแม่น้ำมูลไหลลงสู่ห้วยก้านเหลืองดังภาพที่ 2 ก่อนที่จะลงสู่หนองบัวต่อไป



ภาพที่ 1 ขอบเขตพื้นที่ฝายบ้านโพนทรายที่ทำการศึกษา



ภาพที่ 2 ลำห้วยก้านเหลือง

2.1.2 การรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝน รวบรวมจากสถานีวัดน้ำฝนของโครงการชลประทานศรีสะเกษที่อยู่ใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษาคือสถานีวัดน้ำฝนเขื่อนห้วยนา ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในการวิจัย 14 ปี

2.1.3 สภาพภาพของพื้นที่ การเก็บข้อมูลด้วยการสำรวจเชิงพื้นที่ด้วยหลักการวิศวกรรมสำรวจกำหนดขอบเขตของพื้นที่ที่จะทำการสำรวจซึ่งบริเวณฝายบ้านโพนทรายนั้นเป็นพื้นที่สาธารณะประโยชน์ ในความรับผิดชอบขององค์การบริหารส่วนตำบลหนองบัว อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ

2.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งใช้ข้อมูลจากฟรีแวร์ Google Earth และ Google Map พิจารณาถึงสภาพภาพของพื้นที่ พร้อมทั้งการลงสำรวจพื้นที่จริงเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงวิศวกรรมการสำรวจ



ภูมิประเทศในส่วนของเส้นชั้นความสูง (Contour Interlevel) ประกอบการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ไหลเข้าพื้นที่ฝาย ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ห้วยก้านเหลือง และตำแหน่งฝาย

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนมาคำนวณเป็นปริมาณน้ำที่ไหลเข้ามาในบริเวณพื้นที่ที่กำหนดโดยวิธี Terrain โดยใช้ Runoff Coefficient Chart พิจารณาประกอบ พร้อมทั้งค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลปริมาณน้ำฝน

2.2.2 การวิเคราะห์อุทกวิทยาของน้ำหลากของพื้นที่ฝายที่ทำการศึกษา การวิเคราะห์น้ำหลาก ด้วยวิธี Rational มีสมการและวิธีการคำนวณดังนี้ [7]

$$Q = 0.278CIA \quad (1)$$

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำนองสูงสุด (Design peak discharge) หน่วย ลบ.ม./วินาที

C = สัมประสิทธิ์น้ำท่า (Runoff Coefficient)

I = ความเข้มของฝน (Rainfall Intensity) หน่วย มม./ชม.

A = พื้นที่รับน้ำฝน หน่วย ตร.กม.

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการสำรวจเชิงพื้นที่ด้วยหลักวิศวกรรมสำรวจ

ในการสำรวจพื้นที่ พบว่า มีปริมาณน้ำไหลค่อนข้างมากในฤดูฝน แต่ในฤดูแล้งปริมาณน้ำค่อนข้างน้อย ไม่สามารถเก็บกักปริมาณน้ำเหล่านั้นไว้ใช้ประโยชน์ได้ การดำเนินกิจกรรมทางการเกษตรของชาวบ้านในพื้นที่ต้องอาศัยฝนธรรมชาติเพียงอย่างเดียว ส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรที่ออกมาต่อไร่มีปริมาณในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ



พร้อมทั้งเป็นพื้นที่รับน้ำจากแม่น้ำมูลในกรณีที่น้ำไหลหลากเป็นจำนวนมากน้ำจะเอ่อเข้าท่วมพื้นที่โดยรอบ แต่เป็นการท่วมในเวลาไม่นานมากน้ำก็จะไหลกลับสู่มแม่น้ำมูลเช่นเดิม

3.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนและ อัตราการไหลหลาก

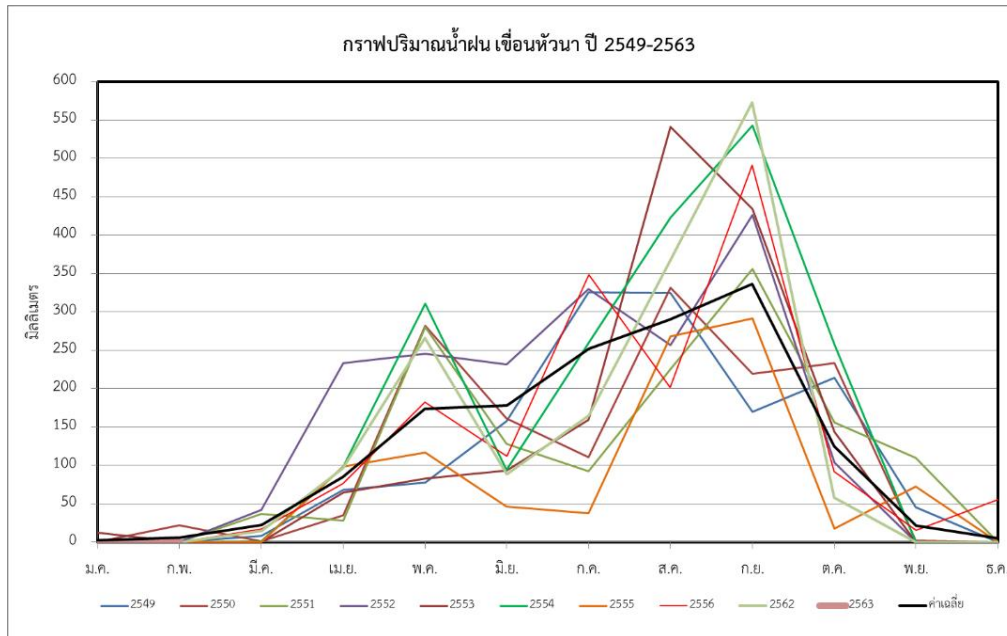
ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในการวิเคราะห์คือปริมาณข้อมูลฝนจำนวน 14 ปี ซึ่งทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เริ่มก่อสร้างเขื่อนจนกระทั่งถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2549 – พ.ศ. 2562)

ตารางที่ 1 ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝน (พ.ศ. 2549 – 2562)

ปริมาณน้ำฝนเขื่อนห้วยนา ปี 2549 - 2562 (มิลลิเมตร)													
ปี/เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ฝนสะสม
2549	0.0	0.1	8.0	67.8	77.7	157.8	325.2	324.1	169.9	214.2	45.5	0.0	1,390.3
2550	0.0	22.1	1.3	35.0	282.2	160.6	110.6	331.0	219.3	233.3	1.8	0.0	1,397.2
2551	0.0	0.0	36.4	28.3	279.9	127.8	92.0	225.5	355.5	155.7	110.1	0.0	1,411.2
2552	0.0	0.0	41.7	233.3	245.7	231.7	329.4	256.2	426.3	103.9	0.0	0.0	1,868.2
2553	12.4	0.0	0.0	64.1	83.0	93.4	159.1	541.0	434.3	143.6	0.0	0.0	1,530.9
2554	0.0	0.0	0.7	98.8	310.5	94.3	259.6	422.3	542.9	257.4	0.0	0.0	1,986.5
2555	0.0	0.0	0.0	98.3	117.0	45.8	37.1	268.3	291.3	17.1	72.6	0.0	947.5
2556	0.0	0.0	17.3	76.0	182.0	112.1	348.3	201.4	490.8	92.2	15.1	55.7	1,590.9
2557	0.0	0.0	0.0	91.1	36.2	365.6	494.8	183.2	171.6	72.1	0.0	7.0	1,421.6
2558	0.0	67.0	16.7	5.6	124.9	207.0	317.3	201.5	192.3	104.8	35.0	0.0	1,272.1
2559	16.0	0.0	0.0	55.6	252.7	302.2	218.3	237.5	365.6	169.3	13.2	0.5	1,630.9
2560	0.0	0.0	80.5	87.8	0.8	270.4	324.0	237.9	140.1	62.1	3.0	0.0	1,206.6
2561	0.0	0.0	89.8	148.9	168.0	227.6	346.0	270.5	328.1	60.9	3.6	10.9	1,654.3
2562	0.0	0.0	14.5	96.1	265.8	88.8	164.6	366.3	572.6	57.8	0.0	0.0	1,626.5
เฉลี่ย	2.03	6.37	21.92	84.76	173.31	177.51	251.88	290.48	335.76	124.6	21.42	5.29	1,495.34

ที่มา : สถานีวัดน้ำฝนเขื่อนห้วยนา โครงการชลประทานศรีสะเกษ กรมชลประทาน

จากสถิติปริมาณน้ำฝนที่สถานีวัดน้ำฝนเขื่อนห้วยนา อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งอยู่ห่างจากฝายบ้านโพนทราย 17 กิโลเมตร โดยประมาณ จากข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนที่ตกในเขตพื้นที่ดังตารางที่ 1 เมื่อนำมาเขียนในรูปกราฟน้ำฝน ดังรูปที่ 4 พบว่า ในช่วงเดือน มกราคม ถึง เมษายน จะมีปริมาณฝนน้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง หลังจากเดือนเมษายน เข้าสู่เดือนพฤษภาคม จนกระทั่งถึงเดือนตุลาคม จะมีปริมาณฝนมากกว่า 100 มิลลิเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝน และจะเข้าสู่หน้าแล้งในฤดูหนาว เดือนพฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์ จะมีปริมาณฝนน้อยมาก โดยเฉพาะในเดือนธันวาคม ถึงมกราคม ของทุกปีจะมีปริมาณฝนไม่ถึง 10 มิลลิเมตร ดังนั้นจึงไม่ควรแนะนำให้เกษตรกรเพาะปลูกพืชในช่วงเวลาดังกล่าว ควรหากิจกรรมอื่นทดแทนเพื่อส่งเสริมรายได้ให้กับเกษตรกร เช่น งานปลูกหม่อนเลี้ยงไหม ทอผ้า งานศิลปะ งานหัตถกรรม ฯ หรือปลูกพืชสวนที่ใช้น้ำน้อย เช่น ถั่ว พริก เป็นต้น



ที่มา : สถานีวัดน้ำฝนเชื้อนหัวนา โครงการชลประทานศรีสะเกษ กรมชลประทาน

ภาพที่ 4 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน

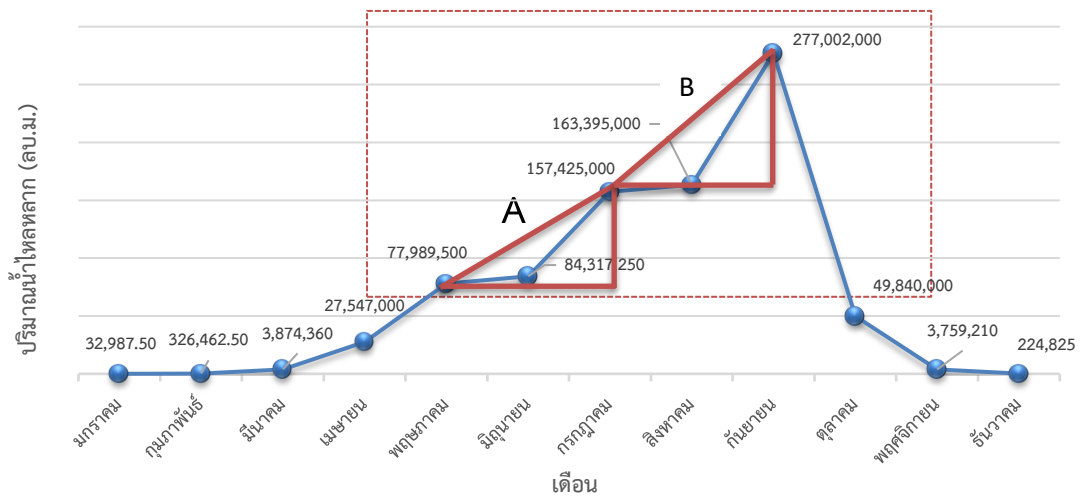
หากจะพิจารณาค่าเฉลี่ยปริมาณฝนที่ตกจากสถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่เชื้อนหัวนาในรายเดือนตลอดปีและนำมาหาปริมาณน้ำไหลหลากในพื้นที่ฝายที่ทำการศึกษา จากลักษณะของพื้นที่ที่ค่อนข้างราบมีค่าความต่างระดับในพื้นที่ฝายเพียง 2 เมตร ปริมาณน้ำไหลหลากเฉลี่ยรายเดือน เป็นดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณน้ำท่ารายเดือนของฝายบ้านโนนทราย (14 ปี)

เดือน	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน (มิลลิเมตร)	พื้นที่ ตร.กม.	R.O.Coeff %	ปริมาณน้ำไหลหลาก ลบ.ม.
มกราคม	2.03	2.5	0.65	32,987.5
กุมภาพันธ์	6.37	2.5	2.05	326,462.5
มีนาคม	21.92	2.5	7.07	3,874,360
เมษายน	84.76	2.5	13.00	27,547,000
พฤษภาคม	173.31	2.5	18.00	77,989,500
มิถุนายน	177.51	2.5	19.00	84,317,250
กรกฎาคม	251.88	2.5	25.00	157,425,000
สิงหาคม	290.48	2.5	22.50	163,395,000
กันยายน	335.76	2.5	33.00	277,002,000
ตุลาคม	124.60	2.5	16.00	49,840,000
พฤศจิกายน	21.42	2.5	7.02	3,759,210
ธันวาคม	5.29	2.5	1.70	224,825
รวม				845,733,595
เฉลี่ย				70,477,799



จากตารางที่ 2 ปริมาณน้ำท่าไหลหลากในพื้นที่ฝ่ายที่ทำการวิจัยในครั้งนี้นี้จากปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ตลอดเวลา 14 ปี ที่รวบรวมสถิติปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนเขื่อนห้วยนา พบว่า ปริมาณน้ำไหลหลากรายเดือน ตลอดทั้งปี (น้ำท่ารายปี) จะมีปริมาณ 845,733,595 ลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยของน้ำท่าไหลหลากทั้งปีอยู่ที่ 70,477,799 ลูกบาศก์เมตร โดยมีน้ำท่าไหลหลากมากที่สุดในเดือนกันยายนที่ 277,002,000 ลูกบาศก์เมตร และน้อยสุดในเดือนมกราคมที่ 32,987.50 ลูกบาศก์เมตร ของทุกปี และปริมาณน้ำไหลหลากเฉลี่ยในแต่ละเดือนสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5 ดังนี้



ภาพที่ 5 ปริมาณน้ำไหลหลากเฉลี่ยรายเดือน

3.3 ผลการวิเคราะห์ความจุของอ่าง

หากพิจารณาปริมาณน้ำไหลหลากรายเดือนที่เกินค่าเฉลี่ยที่ 70,477,799 ลบ.ม. พบว่า ในเดือน พฤษภาคม ถึงเดือน กันยายน จำนวน 5 เดือน จะมีปริมาณน้ำไหลหลากเกินค่าเฉลี่ย เมื่อทำการวิเคราะห์ผลรวมของปริมาณน้ำไหลหลาก ทำการพิจารณาความลาดชันของปริมาณการไหลหลากเข้าอ่างมากที่สุด กำหนดให้ A คือ ช่วงเดือน พฤษภาคม ถึง มิถุนายน จำนวน 2 เดือน และ B คือช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน จำนวน 2 เดือน เช่นกัน การวิเคราะห์ความจุอ่างแสดงดังตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 กวิเคราะห์ความจุอ่างเก็บน้ำ

Slope	เดือน	Diff (m ³)
A	พฤษภาคม ถึง มิถุนายน	79,435,500
B	เดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน	119,577,000



จากตารางที่ 3 พบว่า ปริมาณความจุอ่างที่เหมาะสมอยู่ที่ 79,435,500 ลบ.ม. หรือที่ 80,000,000 ลบ.ม. โดยประมาณ ซึ่งค่าดังกล่าวคือค่าที่ปริมาณน้ำที่อ่างให้ได้น้อยที่สุด (Minimum yield) หรือ หากจะมากกว่า 80,000,000 ลบ.ม. ไม่ได้ เพราะจะทำให้ Slope A น้ำไม่พอที่จะไหลเข้าอ่าง เมื่อเปรียบเทียบกับ Slope B ที่มีปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างที่ 119,577,000 ลบ.ม. หรือที่ประมาณ 120,000,000 ลบ.ม. ดังนั้น ปริมาณน้ำที่อ่างเก็บน้ำได้เต็มที่จะเท่ากับ 80,000,000 ลบ.ม. ดังนั้นในการขุดดินในพื้นที่ฝายเพื่อทำการกักเก็บน้ำจึงควรให้อ่างมีปริมาตรความจุอยู่ที่ไม่เกิน 80,000,000 ลบ.ม.

4. อภิปรายผลการวิจัย

โครงการฝายบ้านโพนทรายตั้งอยู่บ้านโพนทรายหมู่ที่ 3 ตำบลหนองบัว อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ อยู่ห่างจากตัวอำเภอกันทรารมย์ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือเป็นระยะทางประมาณ 5 กิโลเมตร และอยู่ใกล้กับ โรงเรียนโพนทรายโนเรือ และวัดบ้านโพนทราย ในบริเวณใกล้เคียงกันนั้นยังพบกลุ่มบ้นหม้อบ้านโพนทราย ซึ่งเป็นแหล่งศิลปวัฒนธรรมที่สำคัญของชาวชุมชนบ้านโพนทราย และเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมที่สำคัญของอำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ ภายใต้การก่อสร้างของโครงการชลประทานศรีสะเกษ และหลังจากการก่อสร้างเสร็จเนื่องจากเป็นโครงการฝายขนาดเล็กจึงได้โอนให้องค์การบริหารส่วนตำบลหนองบัวเป็นผู้ดูแลบริหารจัดการและบำรุงรักษา บริเวณโดยรอบเป็นพื้นที่สาธารณประโยชน์มีเนื้อที่ประมาณ 2.5 ตารางกิโลเมตร การก่อสร้างฝายมีวัตถุประสงค์เพื่อกั้นน้ำหลากจากแม่น้ำมูลไหลลงสู่ห้วยก้านเหลือง และเพื่อให้ประชาชนโดยรอบบริเวณมีน้ำใช้ในการเกษตร ปศุสัตว์ ประมง และอุปโภคบริโภค ก่อนที่จะไหลลงสู่หนองบัวต่อไป เมื่อฝนตกลงมาบนผิวดินจะมีน้ำฝนบางส่วนถูกดักโดยใบไม้และตามลำต้น กิ่งก้านของต้นไม้ เรียกปริมาณน้ำที่ตกค้างอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของพืชนี้ว่าการดัก (Interception) และจะมีปริมาณน้ำบางส่วนที่ตกค้างอยู่ตามหลุม บ่อ และแอ่งตามผิวดิน เรียกปริมาณฝนตามหลุมบ่อ (Depression storage) และมีปริมาณน้ำบางส่วนที่ไหลซึมลงดินทำให้เพิ่มความชื้น (Soil moisture) ซึ่งทั้งการดักและการกักเก็บตามหลุมบ่อ และความชื้นในดินนี้รวมเรียกว่า ปริมาณน้ำเก็บกักของกลุ่มน้ำ (Basin recharge) ซึ่งหมายถึงส่วนของน้ำฝนที่ไม่สามารถไหลต่อไปเป็นการไหลในลำน้ำหรือน้ำใต้ดิน (Ground water) ได้ โดยที่ความชื้นในดินคือปริมาณน้ำสูงขึ้นไปในช่องว่างของเม็ดดิน (Capillary water) หรือปริมาณน้ำที่ถูกดูดกลืนบนผิวของอนุภาคดิน (Hygroscopic water) [7]

การไหลบนผิวดินและการไหลใต้ผิวดินมักจะเรียกรวม ๆ กันว่า (Direct runoff) ซึ่งน้ำท่ารวมนี้จะไหลลงสู่แม่น้ำลำคลอง ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกันกับห้วยก้านเหลือง ไหลลงหนองบัว การไหลของน้ำท่ารวมนี้จะไหลลงสู่แม่น้ำลำคลองอย่างรวดเร็วหลังจากที่ฝนตกและไหลออกจากพื้นที่ระบายน้ำได้ในเวลาไม่นานนัก ในลักษณะนี้เรียกว่า ลำน้ำรับ (Effluent streams) ลักษณะเดียวกับห้วยก้านเหลือง กล่าวคือ ระดับน้ำในห้วยจะมีระดับต่ำกว่าน้ำใต้ดิน ทำให้น้ำที่อยู่ส่วนบนจะไหลลงสู่ลำน้ำตลอดเวลา กอปรกับลักษณะดินเป็นดินตะกอนทรายที่ถูกทับถมเป็นเวลานาน ทำให้น้ำผิวดินและน้ำใต้ดินไหลลงสู่ลำน้ำอย่างรวดเร็ว จึงเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้พื้นที่บริเวณฝายไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้



5. สรุป และเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 การก่อสร้างของโครงการชลประทานศรีสะเกษ และหลังจากการก่อสร้างเสร็จเนื่องจากเป็นโครงการฝายขนาดเล็กจึงได้โอนให้องค์การบริหารส่วนตำบลหนองบัว เป็นผู้ดูแลบริหารจัดการและบำรุงรักษา บริเวณโดยรอบเป็นพื้นที่สาธารณะประโยชน์มีเนื้อที่ประมาณ 2.5 ตารางกิโลเมตร การก่อสร้างฝายมีวัตถุประสงค์เพื่อกั้นน้ำหลากจากแม่น้ำมูลไหลลงสู่ห้วยก้านเหลือง ก่อนที่จะลงสู่หนองบัวในการสำรวจพื้นที่ พบว่ามีปริมาณน้ำไหลค่อนข้างมากในฤดูฝน แต่ในฤดูแล้งปริมาณน้ำค่อนข้างน้อย ไม่สามารถเก็บกักปริมาณน้ำเหล่านั้นไว้ใช้ประโยชน์ได้ การดำเนินกิจกรรมทางการเกษตรของชาวบ้านในพื้นที่ต้องอาศัยฝนธรรมชาติเพียงอย่างเดียว ส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรที่ออกมาต่อไร่มีปริมาณในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ พร้อมทั้งพื้นที่เป็นพื้นที่รับน้ำจากแม่น้ำมูลในกรณีที่มีน้ำไหลหลากเป็นจำนวนมากน้ำจะเอ่อเข้าท่วมพื้นที่โดยรอบ แต่การท่วมเป็นการท่วมในเวลาไม่นานมากน้ำก็จะไหลกลับสู่แม่น้ำมูลเช่นเดิม

5.1.2 การสำรวจทางกายภาพตามหลักการวิศวกรรมบริเวณฝายบ้านโพธิ์ทรายเป็นพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบมีความต่างระดับสูงสุดของพื้นที่เพียง 2 เมตร และมีลำห้วยก้านเหลืองไหลผ่านพื้นที่โดยมีฝายเป็นประตูเปิดปิดเพื่อกักเก็บน้ำจากลำห้วย จากสาเหตุของพื้นที่มีความลาดชันน้อย จึงเป็นสาเหตุให้ไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ แม้จะมีปริมาณการไหลหลากของน้ำฝนที่มีปริมาณมาก ลักษณะกายภาพของพื้นดินเป็นดินทรายซึ่งเกิดจากตะกอนจากการไหลหลากในกรณีน้ำเอ่อท่วมจากแม่น้ำมูล ทำให้เกิดตะกอนทรายตกค้างในพื้นที่ และเป็นสาเหตุให้พื้นดินสูงขึ้นเรื่อย ๆ จากการทับถมของทรายเป็นชั้น ๆ จึงเป็นสาเหตุให้เกิดอัตราการไหลหลากและซึมเป็นน้ำใต้ดินอย่างรวดเร็ว จากสาเหตุดังกล่าวจึงเป็นเหตุให้บริเวณฝายเก็บน้ำไม่มีน้ำกักเก็บอยู่เลย

5.1.3 ปริมาณการไหลหลากจากปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในพื้นที่ฝายมีปริมาณ ในช่วงเดือน มกราคม ถึง เมษายน น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร หลังจากเดือนเมษายน เข้าสู่เดือนพฤษภาคม จนกระทั่งถึงเดือนตุลาคม จะมีปริมาณฝนมากกว่า 100 มิลลิเมตร และจะเข้าสู่ฤดูหนาว เดือนพฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์ มีปริมาณฝนน้อยมาก โดยเฉพาะในเดือนธันวาคม ถึงมกราคม ของทุกปีจะมีปริมาณฝนไม่ถึง 10 มิลลิเมตร ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ตลอดเวลา 14 ปี ที่รวบรวมสถิติปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนเขื่อนห้วยนา พบว่า ปริมาณน้ำไหลหลากรายเดือน ตลอดทั้งปี (น้ำท่ารายปี) จะมีปริมาณ 845,733,595 ลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยของน้ำท่าไหลหลากทั้งปีอยู่ที่ 70,477,799 ลูกบาศก์เมตร โดยมีน้ำท่าไหลหลากมากที่สุดในเดือนกันยายนที่ 277,002,000 ลูกบาศก์เมตร และน้อยสุดในเดือนมกราคมที่ 32,987.50 ลูกบาศก์เมตร ของทุกปี

5.1.4 การไหลหลากของลำน้ำห้วยก้านเหลือง ไหลลงหนองบัว การไหลของน้ำท่าลักษณะการไหลลงสู่แม่น้ำลำคลองอย่างรวดเร็วลักษณะนี้เรียกว่า ลำน้ำรับ (Effluent streams) ภายหลังจากที่ฝนตกและไหลออกจากพื้นที่ระบายน้ำได้ในเวลาไม่นานนัก ระดับน้ำในห้วยจะมีระดับต่ำกว่าน้ำใต้ดิน ทำให้น้ำที่อยู่ส่วนบนจะไหลลงสู่ลำน้ำตลอดเวลา กอปรกับลักษณะดินเป็นดินตะกอนทรายที่ถูกทับถมเป็นเวลานาน ทำให้น้ำผิวดินและน้ำใต้ดินไหลลงสู่ลำน้ำอย่างรวดเร็ว จึงเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้พื้นที่บริเวณฝายไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้

5.1.5 การวิเคราะห์ความจุอ่างเก็บน้ำในกรณีการปรับปรุงบริเวณอ่างด้วยการขุดพื้นที่เพื่อรองรับปริมาณน้ำฝนจากการวิเคราะห์ปริมาณอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสมต่อพื้นที่ที่สามารถเก็บกักน้ำได้ 80 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยประมาณ ทั้งนี้จะต้องหาวิธีการป้องกันการรั่วซึมของอ่างด้วย



5.2 เสนอแนะ

5.2.1 การบริหารจัดการน้ำในชุมชนนั้นมีหน่วยงานที่เข้ามาเกี่ยวข้องมากมาย การที่หน่วยงานต่าง ๆ เข้าไปในพื้นที่อาจเป็นไปได้ด้วยความหวังดีต่อชุมชน และประชาชนที่อาศัยอยู่ แต่การเข้าไปศึกษา หรือทำวิจัยต่าง ๆ เพื่อยกระดับความเป็นอยู่จากโครงการต่าง ๆ นั้นควรอยู่บนหลักสิทธิเสรีภาพ ความต้องการ และวัฒนธรรมของชุมชน เพื่อไม่เป็นการรบกวนผู้ที่อาศัยอยู่ในชุมชนนั้น ๆ ซึ่งบางที ในบางชุมชนอาจต้องการความเป็นอยู่แบบวิถีธรรมชาติ และไม่ค่อยจะยอมรับในการเปลี่ยนแปลงจากสังคมภายนอกที่หยิบบั่นให้

5.2.2 ควรมีการนำระบบสารสนเทศที่ทันสมัยมาช่วยในการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เพิ่มเติมเพื่อให้ทราบถึงข้อมูลเชิงลึกที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยเช่น ข้อมูลภาพถ่าย และเส้นชั้นความสูงที่มีความแม่นยำจากเทคโนโลยีการสำรวจด้วยโดรน โหมบายแมพฟิ่ง ฯ เป็นต้น

5.2.3 ควรมีการวิจัยในด้านการค้ำค่า และประสิทธิภาพ ของฝายที่สร้างขึ้นให้กับชาวบ้านเพิ่มเติม เพื่อให้ทราบถึงความคุ้มค่าและคุ้มทุน ประสิทธิภาพ ที่เกิดกับประชาชนผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ของฝายบ้านโพนทราย

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงบประมาณจากมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ประเภทบ บกศ. ประจำปีงบประมาณ 2563 ผู้วิจัยขอขอบคุณ นายกองค้การบริหารส่วนตำบลหนองบัว อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ และโครงการชลประทานศรีสะเกษที่อนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] ธนกร ศิลปะรายยะ และศุภวัฒน์กร วงศ์ธนะวสุ. (2562). รูปแบบการบริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืน : การถอดบทเรียนการบริหารจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยคล้าย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลกุดหมางไฟ อำเภอหนองบัวขง จังหวัดอุดรธานี. สักทอง : วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (สทมส), 25(1), 203-217.
- [2] ชาญวิทย์ สายหยุดทอง. (2561). การสร้างแผนที่น้ำท่วมถึงของแม่น้ำนครนายกด้วยฟรีแวร์และข้อมูลเปิด. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 10(20), 25-33.
- [3] นันทน์ภัส ปลัดศรีช่วย. (2558). วิธีการมีส่วนร่วมของประชาชน ในการจัดการน้ำอ่างเก็บน้ำสาธารณะโสกรัง ตำบลโนนสะอาด อำเภอโนนสะอาด จังหวัดอุดรธานี. วารสารสหวิทยาการวิจัย: ฉบับบัณฑิตศึกษา, 4(2), 56-63.
- [4] สุจิตรา ยศดา และประสิทธิ์ ประคองศรี. (2554). การมีส่วนร่วมของราษฎรในการจัดการและการใช้ประโยชน์พื้นที่ชุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยใหญ่ ตำบลปายหานิ่ง อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น. วารสารวิจัย มข., 11(1), 59-70.
- [5] ฉลอง เกิดพิทักษ์ และชัยวัฒน์ ขยันการนาวิ. (2557). การศึกษาเบื้องต้นของคลองช่องลาดเพื่อลดระดับและเวลาน้ำท่วมตามลำน้ำชี – มูล. วารสารวิชาการราชภัฏตะวันตก, 8(2), 17-25.
- [6] ฉลอง เกิดพิทักษ์. (2558). การออกแบบอ่างเก็บน้ำและการจัดการน้ำในอ่างด้วยแบบจำลอง. วารสารวิจัยสหวิทยาการไทย, 10(2), 1-7.
- [7] กิรติ ลีวัฒนกุล. (2539). วิศวกรรมชลศาสตร์. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยรังสิต.



ความเป็นพิษต่อเซลล์ของเมลาโทนินและอนุพันธ์ ต่อเซลล์เพาะเลี้ยงชนิดเซลล์ตับ Cytotoxicity of Melatonin and Derivatives on Human Liver Cell Lines

สวรรค์ ธิติสุทธิ¹ กาญจนา แซ่อึง^{2*} และ วิภา ชุปวา²

Sawan Thitisutthi¹ Karnjana Sae-Ung^{2*} and Wipa Chuppawa²

สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม¹

สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ²

Division of Environmental Health, Faculty of Public Health, Mahasarakham University¹

Division of Occupational Health and Safety, Faculty of Liberal Arts and Sciences, Sisaket Rajabhat University²

*Corresponding Author: karnjana158@sskru.ac.th

ข้อมูลบทความ	บทคัดย่อ
<p>ประวัติบทความ: รับเพื่อพิจารณา: 23 พฤศจิกายน 2565 แก้ไข: 20 มีนาคม 2566 ตอบรับ: 20 มีนาคม 2566</p>	<p>เมลาโทนินเป็นฮอร์โมนที่ถูกสังเคราะห์และหลั่งโดยต่อมไพเนียล ซึ่งพบว่าเมลาโทนินเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการเหนี่ยวนำให้เกิดการตายของเซลล์มะเร็งได้ อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของเมลาโทนินคือเป็นฮอร์โมนที่มีค่าครึ่งชีวิตค่อนข้างสั้นและออกฤทธิ์กว้าง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์อนุพันธ์เมลาโทนินโดยมุ่งเน้นศึกษาการแทนที่ที่ N-atom บนวงแหวนอินโดลของเมลาโทนินและทำการทดสอบอนุพันธ์ของเมลาโทนินโดยทดสอบในเซลล์เพาะเลี้ยงชนิดเซลล์ตับปกติของมนุษย์ (Chang liver) และเซลล์มะเร็งตับของมนุษย์ (HepG2) ศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์โดยใช้การทดสอบ MTT ผลการศึกษาพบว่าผลผลิตร้อยละ (percent yield) ของสารเอ็นเมทิลเมลาโทนิน อะซิเตตเมลาโทนิน เบนโซอิลเมลาโทนิน และเนบโทอิลเมลาโทนิน ร้อยละ 43.41, 44.78, 54.55 และ 30.50 ตามลำดับ ผลการทดสอบ MTT ไม่พบความเป็นพิษต่อเซลล์ของเมลาโทนินทั้งในเซลล์ตับปกติและเซลล์มะเร็งตับ หลังจากได้รับสารทดสอบ 24 ชั่วโมง ส่วนอนุพันธ์เมลาโทนินที่สังเคราะห์ได้พบว่ามีความเป็นพิษต่อเซลล์ทั้งสองชนิดแต่ อยู่ในระดับที่แตกต่างกัน ซึ่งผลการทดสอบดังกล่าวสามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาและพัฒนาสารอนุพันธ์เมลาโทนินไปเป็นยาแผนปัจจุบันใช้ในการรักษาโรคมะเร็งได้ต่อไป</p>
<p>คำสำคัญ: เมลาโทนิน/อนุพันธ์เมลาโทนิน/ ความเป็นพิษต่อเซลล์/เซลล์ตับปกติ/ เซลล์มะเร็งตับ</p>	



Article Info	Abstract
<p>Article History: Received: November 23, 2022 Revised: March 20, 2023 Accepted: March 20, 2023</p> <hr/> <p>Keywords: Melatonin/Melatonin derivatives/Cytotoxicity/ Chang liver cell line/ HepG2 cell lines</p> <hr/>	<p>Melatonin (MT) is a hormone synthesized and secreted by the pineal gland that has been shown to directly induce cell death as well as exhibit oncostatic activity. However, its short biological half-life and the lack of selectivity of melatonin at the target sites limit its potential as an anticancer agent. This study aimed to develop a new class of anticancer agents by N-substituting the indole ring of melatonin and testing its derivatives on human liver (Chang) and human liver carcinoma (HepG2) cell lines for their cytotoxicity using MTT assay. The percent yield of N-methyl melatonin, Acetate melatonin, Benzoyl melatonin, and Naphthoyl melatonin derivatives were 43.41%, 44.78%, 54.55% and 30.50%, respectively. Interestingly, melatonin showed no cytotoxicity on both Chang liver and HepG2 cell lines after 24 h exposure, while all its derivatives showed cytotoxicity on both cell lines at varying levels. Therefore, these findings provide promising insight for the development of melatonin derivatives as effective anticancer agent, which can be further improved for its selectivity in future study.</p> <hr/>

1. Introduction

Cancer is a leading cause of death worldwide, accounting for nearly 10 million deaths in 2020. Human liver carcinoma is the most common cancer in the world and is responsible for more than 600,000 deaths annually. It is the third leading cause of cancer death in 2020 (830 000 deaths) [1-2]. The majority of patients with hepatocellular carcinoma die within 1 year after the diagnosis. At present, the treatment of hepatocellular carcinoma mainly includes surgery and chemotherapy, but the curative effects of the existing chemotherapeutic drugs are not good enough, and they have numerous side effects. Therefore, searching for highly efficient antitumor drugs remains a hot research area [3].

Melatonin (N-acetyl-5-methoxy tryptamine) is a hormone synthesized and secreted by the human pineal gland mainly during the night since light exposure suppresses its production. It has been shown to directly induce the cell death of different types of human tumors such as MCF-7 breast cancer cell line and prostatic tumor cell line LNCaP [4-6]. Moreover, melatonin exhibits natural oncostatic activity and inhibits cancer cell growth [7]. However, the use of melatonin as a drug is limited despite its low



toxicity. It also has some pharmacokinetic issues such as limited oral bioavailability and short half-life, which limit its tissue availability [8-9]. Therefore, many researchers try to modify its structure to improve pharmacology properties and also therapeutic effects.

This study aimed to develop a new class of anticancer agents from melatonin core structure, focusing on N-substitution at the indole ring and to test the cytotoxic effect of melatonin and its derivatives on human liver cell lines: Chang liver and human liver carcinoma cell line (HepG2).

2. Methodology

2.1 Chemicals and reagents

Human liver carcinoma (HepG2) cells were purchased from Cell Lines Service (CLS; Germany). Dulbecco's Modified Eagle's Minimal Essential Medium (DMEM) and Fetal Bovine Serum (FBS) were obtained from Gibco Invitrogen (Grand Island, NY, USA). The chemical 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) and antibiotic (streptomycin and penicillin) used for cell culture were acquired from Gibco Invitrogen (Grand Island, NY, USA). Chemicals and solvents for the preparation of melatonin derivatives are melatonin, methyl iodide (for N-methyl melatonin), acetic anhydride (for Melatonin acetate), benzoyl chloride (for benzoyl melatonin), naphthoyl chloride (for naphthoyl melatonin), DMAP (4-Dimethylaminopyridine), dichloromethane, pyridine, methanol, hexane and ethyl acetate.

2.2 Preparation of melatonin derivatives

Weigh melatonin and DMAP were dissolved in a round bottle flask with 1 mL pyridine under CaCl₂-tube to avoid moisture. The acid chloride was slightly added and stirred for 5 min in an ice bath. After that, it is continuously stirred at room temperature overnight to ensure the reaction is complete. Thin-layer chromatography was used for determining whether the reaction was completed. The reaction mixture was concentrated afterward by a rotary evaporator. Finally, crude products were further purified by column chromatography (CC) under various eluent systems, which started from a non-polar solvent (ex. 100% hexane) to a more polar solvent by the combination between hexane and ethyl acetate to give products as shown in Table 1.

2.3 Cell Culture

HepG2 and Chang liver cells were cultured in Dulbecco's Modified Eagle's Medium (DMEM) supplemented with 10% fetal bovine serum (FBS) and 1% streptomycin and penicillin. Cells were maintained at 37 °C in a 5% CO₂ incubator to allow the cells to grow and form a monolayer in the flask. In all experiments, the cells were grown to 70-80% confluence.

2.4 Measurement of cell viability (MTT assay)

The effects of melatonin and its derivatives on cell viability were determined using the MTT assay. HepG2 and Chang liver cells were cultured in a 24-well plate, and the cells were incubated for 24 h at 37 °C in a CO₂ incubator of 5% and 95% air mixture. After 24 h, cells were

treated with various concentrations (12.5, 25, 50, 100, or 200 μM) of melatonin, and its derivatives (1% DMSO (Sigma-Aldrich, Germany) was used as a negative control. Cultured solutions were then removed and replaced by 200 μl of MTT solution (0.5 mg/mL in a culture medium). The cells were incubated for 20-30 min at 37 $^{\circ}\text{C}$ under CO_2 . After that, the medium was removed, and the formazan crystals produced in the cells were dissolved by DMSO (500 μL /well). The absorbance was measured at 550 nm using a microplate reader (Bio-Rad, Model 680, USA).

At least three duplicates for each sample were used to determine the cell viability. Under these conditions, DMSO was not toxic, and cell survival in negative control was assumed to be 100%. The percentage of cell viability was calculated on the basis of the following formula:

$$\% \text{ Viability} = \frac{\text{Mean Absorbance of sample} \times 100}{\text{Mean Absorbance of negative control}} \dots\dots\dots(1)$$

2.5 Statistical Analysis

The data were displayed as a mean \pm S.E of results obtained from at least three samples. One-way analysis of variance (ANOVA) was used to assess the significant difference between the treatment and the control samples, and a p-value < 0.05 was considered statistically significant.

3. Results

In this study, we tested new compounds including N-methyl derivatives and ester derivatives (acetate, benzoyl, and naphthoyl derivatives). There are two substitutions for ester derivatives: alkyl group (acetate derivatives) and aryl group (benzoyl and naphthoyl derivatives). All of the derivative compounds and structures are shown in Figure 1.

Table 1 shows the percentage yield of the products that we found. After obtaining the melatonin derivatives, all compounds were determined for effects on cell viability by using an MTT assay.

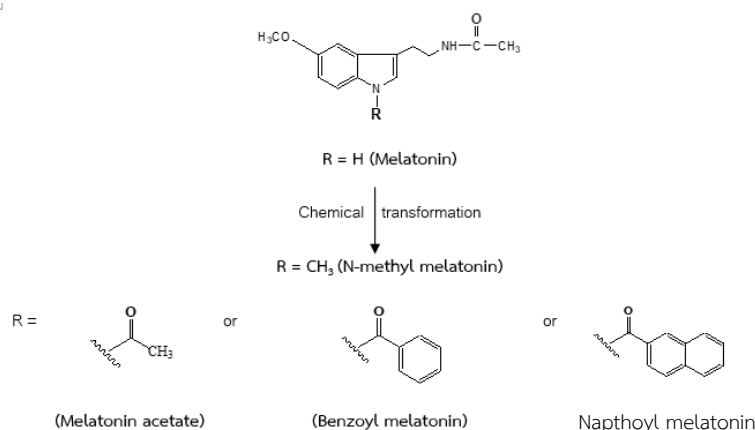


Figure 1 Chemical structures of melatonin and Its derivatives



Table 1 Percent yield of melatonin derivatives.

Melatonin derivatives	Yield (%)
N-methyl melatonin	43.41
Melatonin acetate	44.78
Benzoyl melatonin	54.55
Napthoyl melatonin	30.50

The result showed no cytotoxicity of melatonin on both Chang liver and HepG2 cell lines after 24 h exposure when compared to a control group (Figure 2). For the result of melatonin derivative, all its derivatives showed cytotoxicity on both cell lines after 24 h exposure when compared to a control group. At low concentrations (12.5 – 25 μM), N-methyl melatonin showed no cytotoxicity to Chang liver cells. However, at higher concentrations (50 – 200 μM), it showed cytotoxicity, which was significantly lower in % viability when compared to the control group ($p < 0.05$) (Figure 3). The result showed acetate melatonin at all concentrations had no cytotoxicity on Chang liver cells, but it showed significant cytotoxicity to HepG2 cells ($p < 0.05$) at high concentrations (100 – 200 μM) (Figure 4). Finally, for benzoyl and naphthoyl derivatives, the results were similar on both cell lines. Benzoyl melatonin was significantly lower in % viability at all concentrations when compared to the negative control group ($p < 0.05$) (Figure 5). At low concentrations, naphthoyl melatonin had no significant differences ($p > 0.05$) among the control group, while higher concentrations showed significantly different results when compared to the control group ($p < 0.05$) (Figure 6).

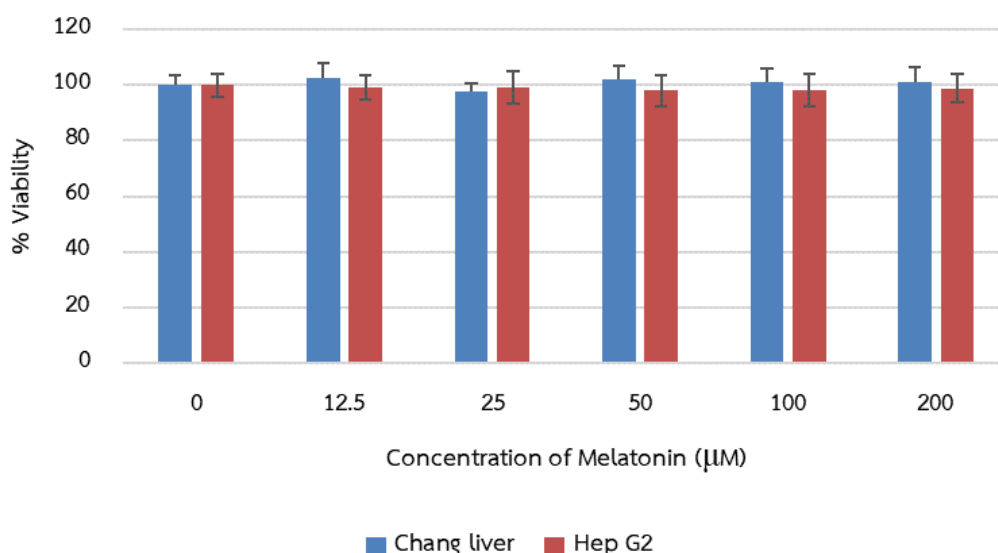


Figure 2 Viabilities (%) of Chang liver and HepG2 cell lines after 24 h exposure to melatonin at various concentrations. All data are expressed as mean \pm S.E. (n=3).

*Groups are significantly different from control values ($p < 0.05$).

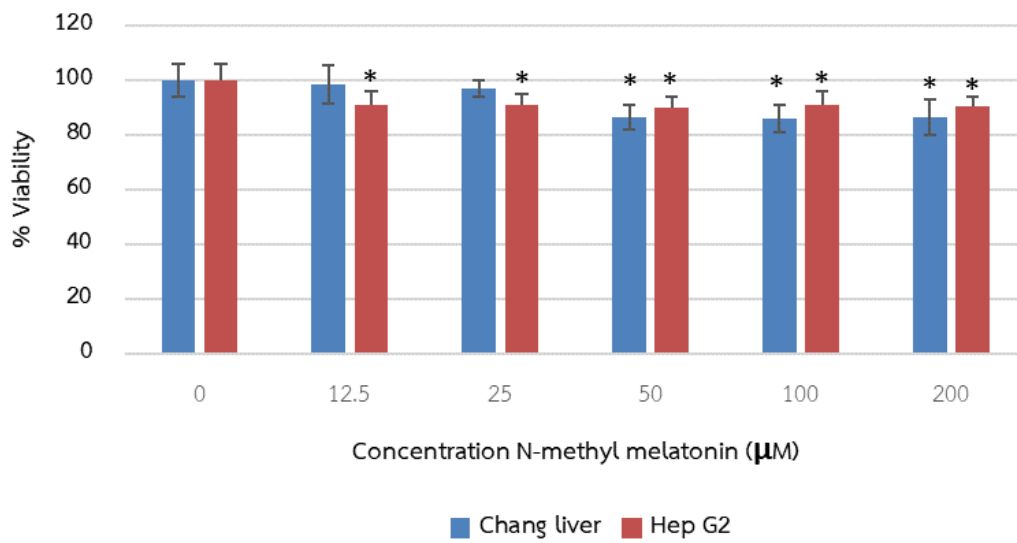


Figure 3 Viabilities (%) of Chang liver cell and HepG2 after 24 h exposure to N-methyl melatonin derivatives at various concentrations. All data are expressed as mean \pm S.E (n = 4).

*Groups are significantly different from control values ($p < 0.05$).

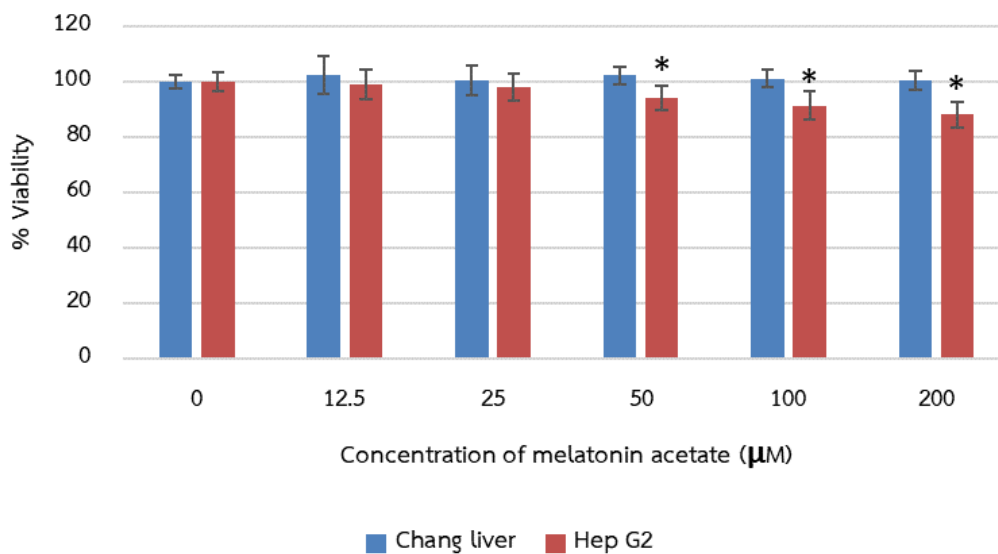


Figure 4 Viabilities (%) of Chang liver cell and HepG2 after 24 h exposure to melatonin acetate derivatives at various concentrations. All data are expressed as mean \pm S.E (n = 4).

*Groups are significantly different from control values ($p < 0.05$).

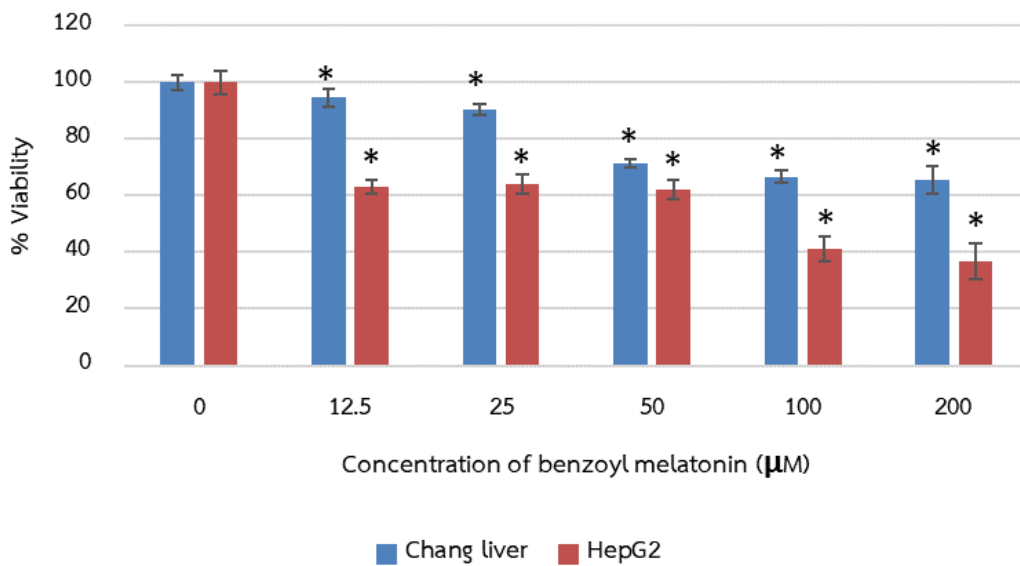


Figure 5 Viabilities (%) of Chang liver cell and HepG2 after 24 h exposure to benzoyl melatonin derivatives at various concentrations. All data are expressed as mean \pm S.E (n = 4).

*Groups are significantly different from control values ($p < 0.05$).

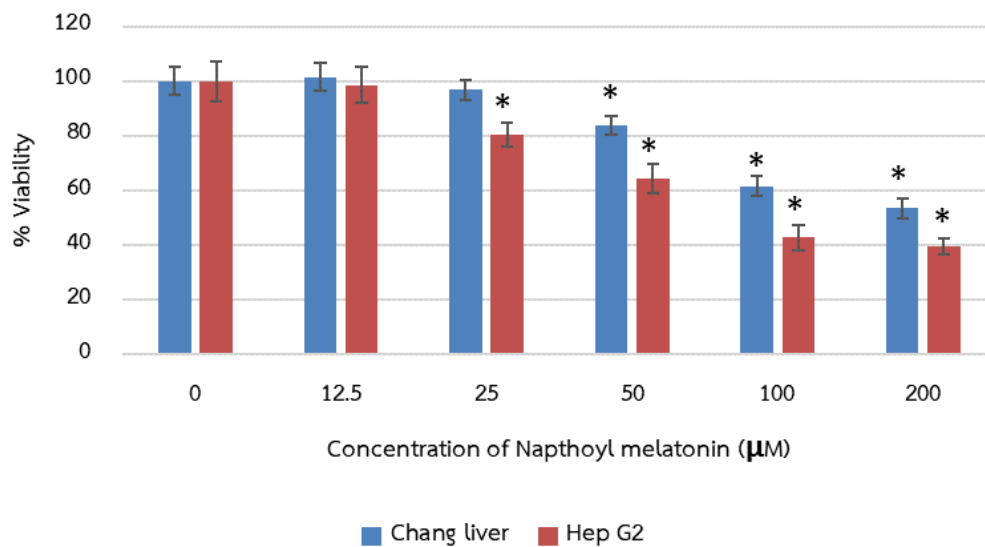


Figure 6 Viabilities (%) of Chang liver cell and HepG2 after 24 h exposure to naphthoyl melatonin derivatives at various concentrations. All data are expressed as mean \pm S.E (n = 4).

*Groups are significantly different from control values ($p < 0.05$)

4. Discussion

A considerable amount of evidence has been documented on the efficacy of melatonin in reducing tumor growth. While most of these data are from studies on experimental animals [10-11], trials in humans [12-13] with a wide variety of different cancers are also suggestive of the oncostatic



actions of melatonin. Moreover, in vitro model found melatonin inhibited the growth of prostate cancer cells (LNCaP). [7] In addition, many studies suggest that natural bioactive compounds and their synthetic derivatives could be used in combination with traditional chemotherapeutic agents as potential anti-cancer therapies. [14-15] In this study, we employed melatonin derivatives and studied the ability to promote cell death in human liver carcinoma (HepG2) cells. According to these studies, all newly synthesized compounds were tested for cytotoxicity in normal human liver cell lines (Chang liver) and human liver carcinoma cell lines (HepG2) using an MTT assay. The results showed no cytotoxicity of melatonin (12.5, 25, 50, 100, 200 μ M) on both Chang liver and HepG2 cell lines after 24 h exposure when compared to a control group. The results of this study are consistent with a study by Fan et al. (2010), which tested the cell toxicity of melatonin by MTT assay by raising HepG2 and Bel-7402 liver cancer cells in a cell culture diet containing melatonin concentrations of 10⁻⁸-10⁻⁵ mol/L for 48 h. [16] However, all of the melatonin derivatives showed cytotoxicity on both cell lines after 24 h exposure when compared to the control group. Interestingly, all compounds, especially naphthoyl- and benzoyl-melatonins, exhibited slight selectivity against HepG2 cells over Chang liver cells, and melatonin derivatives showed higher potency than melatonin, especially the ester derivatives. The Aryl group (benzoyl and naphthoyl melatonin derivatives) showed high cytotoxicity on both cell lines ($p < 0.05$) and more than N-methyl melatonin derivatives (benzoyl melatonin > naphthoyl melatonin > acetate melatonin > N-methyl melatonin > melatonin).

5. Conclusion

According to these results, melatonin derivatives showed higher potency than melatonin, especially the ester derivatives. The Aryl group (benzoyl and naphthoyl melatonin derivatives) showed high cytotoxicity on both cell lines ($p < 0.05$) and more than N-methyl melatonin derivatives. These results suggest that newly synthesized melatonin derivatives, N-methyl melatonin, acetyl melatonin, and benzoyl melatonin have cytotoxicity to HepG2 cell lines more potent than its parent compound. Melatonin and its cytotoxicity potency may be partially associated with more lipophilicity of new synthesis compounds, leading to higher cell membrane penetration. Lipophilicity is an important drug property, which impacts drug uptake and metabolism. It also plays a dominant role in promoting off-target binding or promiscuity, with increased lipophilicity leading to an increased likelihood of binding to unwanted cellular targets. Therefore, these derivatives should be studied for their specific actions on cells. However, the results of this study could be used as preliminary data for the future development of melatonin structure for better selectivity.

6. Acknowledgements

Financial support from The National Research Council of Thailand (NRCT) in FY and Melatonin research group Khon Kaen University (KKU), Thailand.



References

- [1] World Health Organization (WHO). (2022). Cancer. Retrieved 10 September 2022, from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cancer>.
- [2] Ferlay, J., Colombet, M., Soerjomataram, I., Parkin, DM., Piñeros, M., Znaor, A. and Bray, F. (2021). Cancer statistics for the year 2020: An overview. *International Journal of cancer*, 149(5), 778-789.
- [3] Tan, XW., Xia, H., Xu, JH. and Cao, JG. (2009). Induction of apoptosis in human liver carcinoma HepG2 cell line by 5-allyl-7-gen-difluoromethylenechrysin. *World Journal of Gastroenterology*, 15(18), 2234-2239.
- [4] Menéndez-Menéndez, J. & Martínez-Campa, C. (2018). Melatonin: An Anti-Tumor Agent in Hormone-Dependent Cancers. *International Journal of Endocrinology*, 2018(1), 1-20.
- [5] Martin-Renedo, J., Mauriz, JL. and Jorquera, F. (2008). Melatonin induces cell cycle arrest and apoptosis in hepatocarcinoma HepG2 cell line. *Journal of Pineal Research*, 45(4), 532-540.
- [6] Blask, DE., Sauer, LA. and Dauchy, RT. (2002). Melatonin as a chronobiotic/anti-cancer agent: cellular biochemical and molecular mechanisms of action and their implications for circadian-based cancer therapy. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 2(2), 113-132.
- [7] Joo, SS. & Yoo, YM. (2009). Melatonin induces apoptotic death in LNCaP cells via p38 and JNK pathways: therapeutic implications for prostate cancer. *Journal of Pineal Research*, 47(1), 8-14.
- [8] Marot, C., Chavatte, P., Morin-Allory, L., Viaud, M.C., Guillaumet, G., Renard, P., Lesieur, D. and Michel, A. (1998). Pharmacophoric search and 3D-QSAR comparative molecular field analysis studies on agonists of melatonin sheep receptors. *Journal of Medicinal Chemistry*, 41(23), 4453-4465.
- [9] Rivara, S., Pala, D., Bedini, A. and Spadoni, G. (2015). Therapeutic uses of melatonin and melatonin derivatives: a patent review (2012 - 2014). *Expert Opinion on Therapeutic Patents*, 25(4), 425-441.
- [10] Blask, DE., Sauer, LA., Dauchy, RT., Holowachuk, EW., Ruhoff, MS. and Kopff, HS. (1999). Melatonin Inhibition of Cancer Growth in Vivo Involves Suppression of Tumor Fatty Acid Metabolism via Melatonin Receptor-mediated Signal Transduction Events. *Cancer research*, 59(15), 4693-4701.
- [11] Sauer, LA., Dauchy, RT. and Blask, DE. (2001). Polyunsaturated fatty acids, melatonin and cancer prevention. *Biochemical Pharmacology*, 61(12), 1455-1462.
- [12] Lissoni, P. (2002). Is there a role for melatonin in supportive care?. *Supportive Cancer Care*, 10(2), 110-116.
- [13] Zhou, J., Lei, W., Shen, L., Luo, HS., and Shen, ZX. (2008). Primary study of leptin and human hepatocellular carcinoma. *World Journal of Gastroenterology*, 14(18), 2900-2904.
- [14] Rodriguez-Garcia, A., Hevia, D., Mayo, JC., et al. (2017). Thioredoxin 1 modulates apoptosis induced by bioactive compounds in prostate cancer cells. *Redox Biology*, 12(1), 634-647.
- [15] Wang, Z., Fan, J., Liu, M., et al. (2013). Nutraceuticals for prostate cancer chemoprevention: From molecular mechanisms to clinical application. *Expert Opinion on Investigational Drugs*, 22(1), 1613-1626.
- [16] Fan, LL., Sun, GP., Wei, W., Wang, Z.-G., Ge, L., Fu, W.-Z. and Wang, H. (2010). Melatonin and Doxorubicin synergistically induce cell apoptosis in human hepatoma cell lines. *World Journal of Gastroenterology*, 16(12), 1473-1481.



ประสิทธิผลของโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวาน
ที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้

The Effectiveness of Health Promotion Programs among Patients
with Uncontrolled Diabetes Mellitus

ธนพร แก้วเนตร^{1*}

Thanaporn Kaewnete^{1*}

โรงพยาบาลโพธิ์ไทร อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี¹

Pho Sai Hospital, Pho Sai District, Ubon Ratchathani Province¹

*Corresponding Author: thanaporn.kaewnete1@gmail.com

ข้อมูลบทความ	บทคัดย่อ
<p>ประวัติบทความ: รับเพื่อพิจารณา: 15 มิถุนายน 2566 แก้ไข: 20 มิถุนายน 2566 ตอบรับ: 21 มิถุนายน 2566</p>	<p>การวิจัยกึ่งทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิผลของโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ที่มารับบริการที่คลินิกโรคเบาหวาน โรงพยาบาลโพธิ์ไทร อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี จำแนกเป็น กลุ่มทดลองจำนวน 40 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ โปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ และแบบสอบถาม ระยะเวลาในการวิจัย 12 สัปดาห์ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ค่าตรงความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงคและคำถาม (IOC) เท่ากับ 0.94 ความเชื่อมั่นของตัวแปร (Reliability) ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา ของ Cronbrach's Alpha Coefficient เท่ากับ 0.96 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพรรณนาได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ สถิติ Independent t-test อนุมานใช้ Independent sample t-test ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังจากทดลอง กลุ่มทดลองมีค่าของคะแนนเฉลี่ยของความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวาน พฤติกรรมของผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ สูงกว่ากลุ่มควบคุม และระดับน้ำตาลในเลือดลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ P-value < .05 (95%CI 3.16 - 7.84, 6.33 - 10.36, 1.69 - 6.56 ตามลำดับ) สรุปได้ว่า โปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ ทำให้ระดับคะแนนเฉลี่ยความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวานและ พฤติกรรมสุขภาพของผู้ป่วยดีขึ้นส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลง จึงควรนำโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพนี้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมให้สุขศึกษาแก่ผู้ป่วยคนอื่น ๆ เช่น การจัดโปรแกรมสุขศึกษาในกิจกรรมการให้บริการในสถานบริการเพื่อเป็นการให้ความรู้ การให้สื่อสารในการมีพฤติกรรมสุขภาพที่เหมาะสมเพื่อเป็นการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดอย่างมีประสิทธิภาพ</p>
<p>คำสำคัญ: ประสิทธิผล/โปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพ/ผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้</p>	



Article Info	Abstract
<p>Article History: Received: June 15, 2023 Revised: June 20, 2023 Accepted: June 21, 2023</p>	<p>This quasi-experimental research aimed to assess the effectiveness of health promotion programs for patients with uncontrolled diabetes mellitus. The participants were patients with uncontrolled diabetes mellitus at the diabetes clinic in Pho Sai Hospital, located in Pho Sai District, Ubon Ratchathani Province. The study included an experimental group of 40 individuals and a control group of 40 individuals. Specially designed health promotion programs for patients with uncontrolled diabetes mellitus were implemented, and questionnaires were utilized as research tools. The intervention lasted for 12 weeks. The quality of the research tools was evaluated by five experts, yielding an Index of item-objective congruence (IOC) value of 0.94 and a reliability analysis using Cronbach's Alpha Coefficient of 0.96. Statistical analysis involved the use of frequency, percentage, mean, standard deviation, and independent sample t-test. The results indicated that the experimental group demonstrated significantly higher mean scores in diabetes knowledge, healthier patient behaviors related to uncontrolled diabetes mellitus, and reduced blood sugar levels compared to the control group, with statistical significance at a P-value < 0.05 (95% CI 3.16-7.84, 6.33-10.36, 1.69-6.56, respectively). In conclusion, health promotion programs for patients with uncontrolled diabetes mellitus can effectively improve knowledge levels and lead to healthier patient behaviors related to uncontrolled diabetes mellitus, thus contribute to a reduction in blood sugar levels. Therefore, these programs should be implemented in health education activities for other patient groups. It is recommended to incorporate health education programs within service facilities to facilitate effective communication and promote appropriate health behaviors for achieving optimal blood sugar control.</p>
<p>Keywords: Effectiveness/The health promotion programs/Patients with uncontrolled diabetes mellitus</p>	

1. บทนำ

โรคเบาหวานเป็นโรคเรื้อรังที่เป็นปัญหาทางสาธารณสุขระดับโลก จากรายงานข้อมูลขององค์การอนามัยโลก พบว่าในปี 2564 มีประชากรทั่วโลกป่วยเป็นเบาหวาน 623 ล้านคน และคาดการณ์ว่าจำนวนผู้ป่วยจะยังคงมีจำนวนที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง [1] สถานการณ์โรคเบาหวานในประเทศไทย ซึ่งเป็นหนึ่งในกลุ่มประเทศที่มีอัตรา

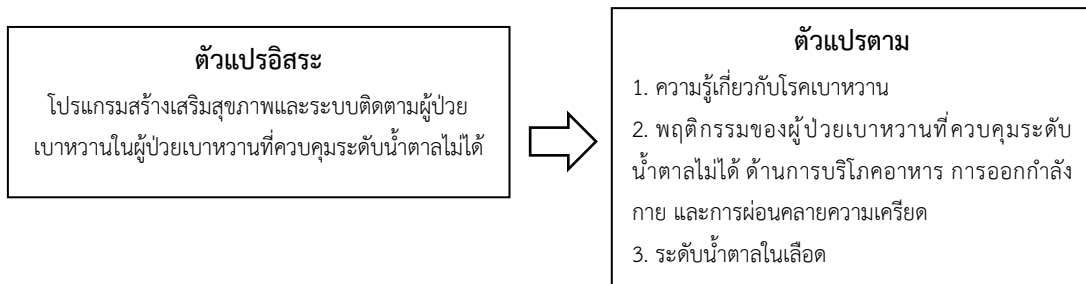


ความชุกของโรคเบาหวานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่นเดียวกับประเทศในแถบแอฟริกา แอฟริกาตะวันตก และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยที่น่าเป็นห่วงคือคนไทยเสียชีวิตจากโรคเบาหวานมากถึง 200 รายต่อวัน นอกจากนี้ยังพบว่า 1 ใน 11 คนไทยที่อายุ 15 ปีขึ้นไป ป่วยเป็นโรคเบาหวานประมาณ 5 ล้านคน ทั้งในมิติของจำนวนการเสียชีวิตและภาระโรคโดยรวม [2] จังหวัดอุบลราชธานีมีการดำเนินงานตรวจคัดกรองเบาหวาน ในประชากรอายุ 35 ปีขึ้นไป ในช่วง 3 ปีซ้อนหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 - 2565 พบอัตราผู้ป่วยรายใหม่จากกลุ่มเสี่ยงร้อยละ 2.12, 1.99 และ 2.45 ตามลำดับ ในปี 2565 จังหวัดอุบลราชธานี มีจำนวนผู้ป่วยเบาหวานทั้งสิ้น 99,988 คน คิดเป็นเป็นอัตรา 5,386.36 ต่อแสนประชากร และยังคงพบว่าในผู้ป่วยกลุ่มนี้ยังพบการควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดี ซึ่งจะก่อให้เกิดภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ [1] สถานการณ์ผู้ป่วยเบาหวานอำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี ในปี 2565 พบว่า มีจำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานทั้งสิ้น 2,913 คน คิดเป็นอัตรา 3,993.18 ต่อแสนประชากร [3] จากข้อมูลการตรวจคัดกรองของคลินิกโรคเบาหวาน พบว่า ผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยรายใหม่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น และผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ยังมีน้อย อาจนำไปสู่ภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรง ได้แก่ ภาวะแทรกซ้อนที่ไต ภาวะแทรกซ้อนที่ตา ภาวะแทรกซ้อนที่หลอดเลือดหัวใจตีบ โรคหลอดเลือดสมอง เกิดแผลหรือสูญเสียอวัยวะถูกตัดจากแผลลุกลามติดเชื้อ ภาวะแทรกซ้อนที่จอประสาทตา ภาวะแทรกซ้อนที่ไต ภาวะแทรกซ้อนเรื้อรังที่เส้นประสาท และแผลกดทับ โดยปัญหาดังกล่าวก่อให้เกิดความสูญเสียต่อสุขภาพ ครอบครัว สังคม และส่งผลกระทบต่อการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างรุนแรงได้

จากผลการศึกษาของ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดอุบลราชธานี [3] ที่ได้ทำการศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ ในเขตพื้นที่อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 10 คน และผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดี จำนวน 10 คน แล้วพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดีส่วนใหญ่มีความมั่นใจว่าตนเองจะสามารถควบคุม หรือจำกัดปริมาณอาหารประเภทหวาน มัน เค็ม ได้ มีการออกกำลังกายบ้างแต่ยังไม่สม่ำเสมอ ส่วนในกลุ่มที่ควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดียังขาดความมั่นใจในการปฏิบัติพฤติกรรม ทั้งในการควบคุมอาหาร การออกกำลังกาย และการผ่อนคลายความเครียด ดังนั้นการขาดความตระหนักในเรื่องการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม การดูแลสุขภาพของตนเองที่จะนำไปสู่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพอย่างเหมาะสม อาจจะเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้กลุ่มตัวอย่างมีการปฏิบัติพฤติกรรมควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ได้นั่นเอง

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดผู้วิจัยได้นำตัวแปรจากแนวคิดทฤษฎีการจัดการตนเอง (The Self-management) [4] มาสร้างโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ เป็นแนวทางการจัดการตนเองและครอบครัวร่วมกัน มุ่งเน้นในการสร้างความรู้และความเข้าใจในบทบาทของการจัดการตนเองและครอบครัวที่มีผู้ป่วย โดยมุ่งสุขประโยชน์ที่พึงเกิดแก่ผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ได้เป็นหลัก มีคุณภาพชีวิตที่ดีและมีความสุขกับโรคที่เป็นอยู่ สนับสนุนช่วยเหลือครอบครัวให้สามารถดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวานที่บ้านได้อย่างมีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง

จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้สรุปเป็นแนวความคิดในการศึกษา กรอบแนวคิดในการวิจัยดังแผนภูมิที่ 1



แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลของโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ ในด้านความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวาน พฤติกรรมของผู้ป่วยเบาหวาน และระดับน้ำตาลในเลือดยุทธศาสตร์ระหว่างก่อนทดลองและหลังการทดลอง และเปรียบเทียบผลของการเข้าร่วมโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ในด้านความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวาน พฤติกรรมของผู้ป่วยเบาหวาน และระดับน้ำตาลในเลือด ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง แบบสองกลุ่มวัดสองครั้งก่อนและหลังการทดลอง โดยมีแบบแผนการทดลองแบบทดสอบก่อนและหลังการทดลองและมีกลุ่มควบคุม (Pre Test-Post Test Static Group Comparison Design) โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยได้รับการพิจารณารับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดอุบลราชธานี เลขที่ SSJ.UB 2566-1009 วันที่รับรอง 20 กุมภาพันธ์ 2566 มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

2.1 ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ที่มารับบริการที่คลินิกโรคเบาหวาน โรงพยาบาลโพธิ์ไทร อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี ระหว่างเดือน มีนาคม ถึง พฤษภาคม 2566 ซึ่งมีที่มีค่าระดับน้ำตาลในเลือด (FBS) >140 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร อย่างน้อย 3 ครั้ง ในรอบ 6 เดือน ที่ผ่านมาในปี พ.ศ. 2565 จำนวน 475 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่าง

คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Sample Size Calculators [5] โดยกำหนดอำนาจทดสอบ (Power of test) 0.80 กำหนดความเชื่อมั่นที่ 0.05 และขนาดความสัมพันธ์ของตัวแปร (Effect Size) ที่ 0.50 ได้จำนวนขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 80 คน จำแนกเป็นกลุ่มละ 40 คน ดังนี้

กลุ่มทดลอง คือ ผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ที่มารับบริการที่คลินิกโรคเบาหวาน โรงพยาบาลโพธิ์ไทร อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี ระหว่างเดือน มีนาคม ถึง พฤษภาคม 2566 ซึ่งมีที่มีค่าระดับน้ำตาลในเลือด (FBS) >140 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร อย่างน้อย 3 ครั้ง ในรอบ 6 เดือน ที่ผ่านมาในปี พ.ศ. 2565 ซึ่งได้รับโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้

กลุ่มควบคุม คือ ผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ที่มารับบริการที่คลินิกโรคเบาหวาน โรงพยาบาลโพธิ์ไทร อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานี ระหว่างเดือน มีนาคม ถึง พฤษภาคม 2566 ซึ่งมีที่มีค่า



ระดับน้ำตาลในเลือด (FBS) >140 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร อย่างน้อย 3 ครั้ง ในรอบ 6 เดือน ที่ผ่านมาในปี พ.ศ. 2565 ซึ่งได้รับกิจกรรมการดูแลตามปกติในกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานของโรงพยาบาลโพธิ์ไทร

2.2.1 เกณฑ์ในการคัดเลือก (Inclusion Criteria)

- 1) ผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ ที่มีอายุ 20 ปี ขึ้นไป ทั้งเพศชาย และเพศหญิง
- 2) มีค่าระดับน้ำตาลในเลือด (FBS) >140 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร อย่างน้อย 3 ครั้ง ในรอบ 6 เดือน ในปี 2565 และสามารถสื่อสารได้ดีเข้าใจและสามารถพูด อ่าน เขียนภาษาไทยได้
- 3) สนใจเข้าร่วมโปรแกรม และสามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้ครบตามโปรแกรม

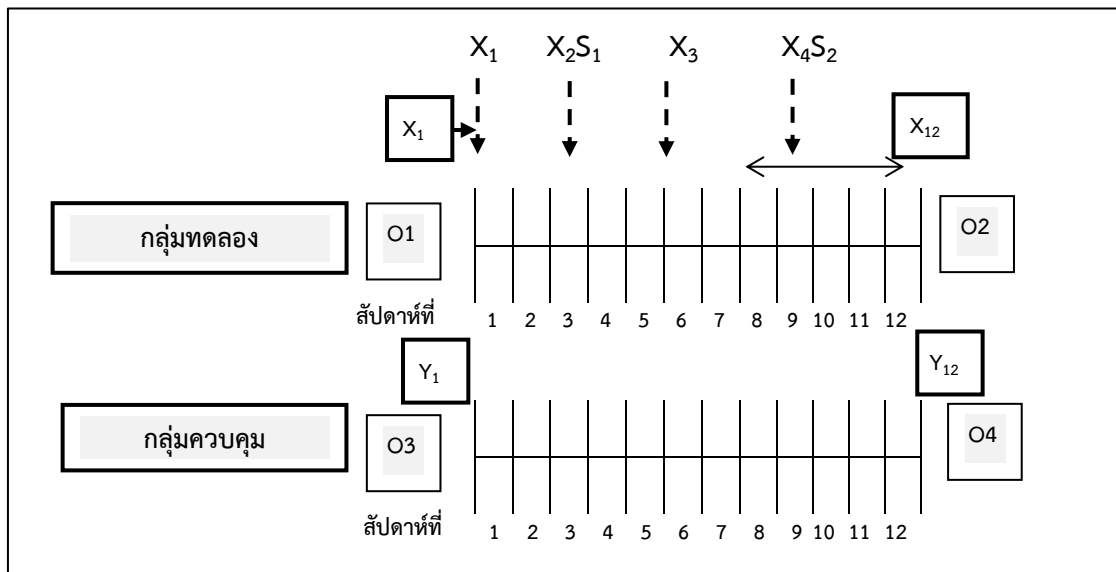
2.2.2 เกณฑ์ในการคัดออก (Exclusion Criteria)

- 1) พิกัด เสี่ยงชีวิต ในระหว่างการทดลองและไม่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้ตลอดทั้งโครงการวิจัย
- 2) มีสติสัมปชัญญะไม่สมบูรณ์ ช่วยเหลือตนเองไม่ได้ พูดคุยไม่รู้เรื่อง ตอบแบบสอบถามด้วยตนเองไม่ได้ ในระหว่างการทดลอง

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย โปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพและระบบติดตามผู้ป่วยเบาหวาน ในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ และแบบสอบถาม ดังนี้

- 1) โปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ ระยะเวลาดำเนินการทดลอง 12 สัปดาห์ โดยมีรูปแบบการทดลอง ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบการทดลอง

โดย X หมายถึง การเข้าร่วม และได้รับการจัดกิจกรรมตามโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวาน ที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ในกลุ่มทดลอง ประกอบด้วย x_1 - x_4 ดังนี้

Y หมายถึง การได้รับกิจกรรมการดูแลตามปกติในกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานของโรงพยาบาลโพธิ์ไทร

X_1 หมายถึง กิจกรรมสัปดาห์ที่ 1 ครั้งที่ 1

X_2 หมายถึง กิจกรรมสัปดาห์ที่ 3-4 ครั้งที่ 2



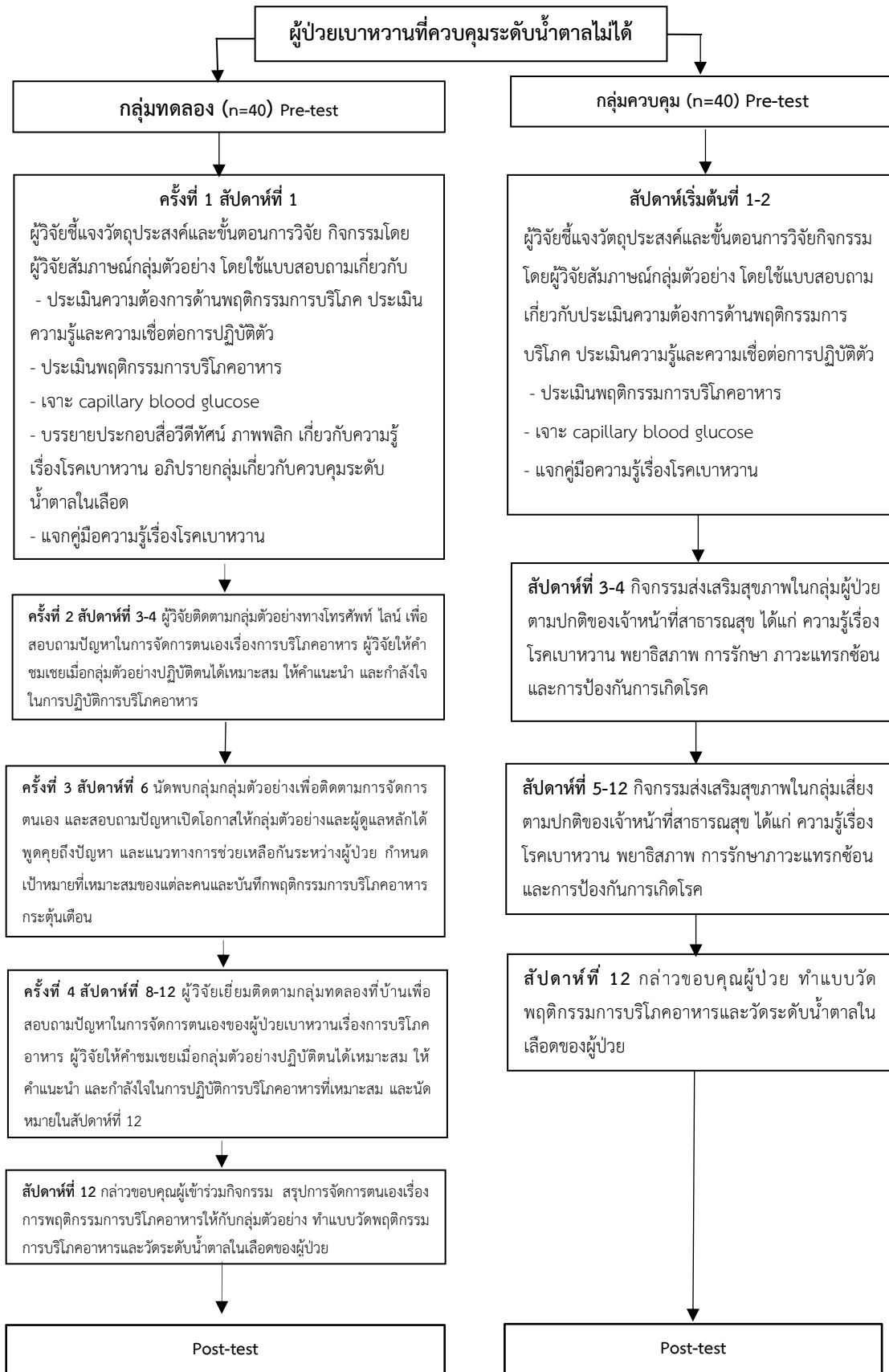
- X₃ หมายถึง กิจกรรมสัปดาห์ที่ 6 ครั้งที่ 3
- X₄ หมายถึง กิจกรรมสัปดาห์ที่ 8-12 ครั้งที่ 4
- X₁₂ หมายถึง กิจกรรมสัปดาห์ที่ 12 สรุปกิจกรรม
- O1, O3 หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลองในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมได้แก่ แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป เป็นชุดข้อคำถามแบบเลือกตอบและเติมคำ ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ ระยะเวลาที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นเบาหวาน ระดับน้ำตาลในเลือด และผู้จัดเตรียมอาหารให้รับประทาน แบบสอบถามพฤติกรรมการบริโภคอาหาร และวัดน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วย
- O2, O4 หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมได้แก่ แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป เป็นชุดข้อคำถามแบบเลือกตอบและเติมคำ ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ ระยะเวลาที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นเบาหวาน ระดับน้ำตาลในเลือด และผู้จัดเตรียมอาหารให้รับประทาน แบบสอบถามพฤติกรรมการบริโภคอาหาร และวัดน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วย
- S หมายถึง กิจกรรมชักนำสู่การปฏิบัติ โทรศัพท์กระตุ้นเตือน วิจัยติดตามกลุ่มตัวอย่างทางโทรศัพท์และส่งข้อความไลน์เพื่อสอบถามปัญหาในการจัดการตนเองของผู้ป่วยเบาหวาน เรื่องการบริโภคอาหาร ผู้วิจัยให้คำชมเชยเมื่อกลุ่มตัวอย่างปฏิบัติตามได้เหมาะสม ให้คำแนะนำ และกำลังใจในการปฏิบัติกรบริโภคอาหารที่เหมาะสม ผู้วิจัยนัดกลุ่มตัวอย่างในครั้งต่อไป โดยมีแบบแผนการทดลอง ดังแสดงในแผนภูมิที่ 2

2) แบบสอบถาม ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ เป็นชุดข้อคำถามแบบเลือกตอบและเติมคำ ประกอบด้วย เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย เส้นรอบเอว ความดันโลหิต ระดับน้ำตาลในเลือด (ข้อมูลผลน้ำตาลในเลือดครั้งสุดท้ายและย้อนหลังไปอีก 2 ครั้ง) สถานภาพ ศาสนา ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ต่อเดือน โรคแทรกซ้อน และระยะเวลาที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน จำนวน 15 ข้อ

ส่วนที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวานของผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ เป็นการบันทึกความรู้ความเข้าใจเรื่องโรคเบาหวานของผู้ป่วย จำนวน 15 ข้อ โดยมีคำตอบแบ่งเป็น 2 ข้อ คือ ใช่ ไม่ใช่ คะแนนเต็ม 15 คะแนน การแปลผลคะแนนแบบอิงเกณฑ์โดยประยุกต์จากหลักเกณฑ์และวิธีการวัดประเมินตามวิธีของ Best & Kahn [6] มีเกณฑ์ ดังนี้ ได้คะแนนค่าเฉลี่ย 10.01 – 15.00 อยู่ในเกณฑ์ระดับสูง ได้คะแนนค่าเฉลี่ย 5.01 – 10.00 อยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง และได้คะแนนค่าเฉลี่ย 0.00 – 5.00 อยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำ

ส่วนที่ 3 พฤติกรรมของผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ ลักษณะคำถามเป็นปลายปิด จำนวน 42 ข้อ ประกอบด้วย ข้อคำถามที่มีความหมายทั้งเชิงบวกและเชิงลบ มีลักษณะคำตอบเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 3 ระดับ ปฏิบัติทุกครั้ง ปฏิบัติบางครั้ง ไม่ปฏิบัติเลย โดยคำถามเชิงบวก มีระดับคะแนนเป็น 3, 2, 1 และ คำถามเชิงลบ 1, 2, 3 ตามลำดับ การแปลผลคะแนนแบบอิงเกณฑ์โดยประยุกต์จากหลักเกณฑ์และวิธีการวัดประเมินตามวิธีของ Best & Kahn [6] มีเกณฑ์ ดังนี้ ได้คะแนนค่าเฉลี่ย 98.01 – 126.00 อยู่ในเกณฑ์ระดับสูง ได้คะแนนค่าเฉลี่ย 70.01 – 98.00 อยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง และได้คะแนนค่าเฉลี่ย 42.00 – 70.00 อยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำ



แผนภูมิที่ 2 แบบแผนการทดลอง (Experimental Design)



การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อให้แบบสอบถามมีคุณภาพผู้วิจัยได้ทำการทดสอบคุณภาพของแบบสอบถามใน 2 ด้าน คือ ความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) และความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของแบบสอบถามโดยดำเนินการ ดังนี้

1) การหาค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ผู้วิจัยนำแบบสอบถาม ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบเนื้อหาโครงสร้างแบบสอบถาม โดยนำแบบสอบถาม ที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพจำนวน 5 ท่าน คำนวณค่า IOC (Index of Objective Congruence) เท่ากับ 0.94 และโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบเนื้อหาโครงสร้าง เพื่อให้คำแนะนำ ผู้วิจัยปรับแก้เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2) การหาความเชื่อมั่น (Reliability) นำแบบสอบถามจำนวน 30 ชุด ไปทำการทดสอบ ในพื้นที่รับผิดชอบของโรงพยาบาลเขมราฐ อำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี ซึ่งมีบริบทของกลุ่มตัวอย่างและลักษณะของพื้นที่ใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ก่อนที่จะนำไปใช้จริงและนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยการทดสอบความเชื่อมั่นโดยวิธีของ Cronbach's Alpha [7] เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ Alpha Coefficient จากการทดสอบแบบสอบถามได้ค่าความเชื่อมั่น 0.96

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ทำหนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูล เสนอต่อผู้อำนวยการโรงพยาบาลโพธิ์ไทร อำเภอโพธิ์ไทร จังหวัดอุบลราชธานีเพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูลในโรงพยาบาลโพธิ์ไทร

2) ประสานงาน กับผู้รับผิดชอบงานโรคไม่ติดต่อในโรงพยาบาลโพธิ์ไทร เพื่อดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3) เก็บรวบรวมข้อมูล ก่อนการทดลอง โดยอธิบายวัตถุประสงค์ของการวิจัย และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล จนเป็นที่เข้าใจ ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และกลุ่มตัวอย่างลงนามยินดีให้ความร่วมมือในการวิจัย

4) ดำเนินการทดลอง ตามโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ รายละเอียดการดำเนินการทดลอง ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2

5) เก็บรวบรวมข้อมูลภายหลังการทดลอง ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

6) ตรวจสอบและนำแบบสอบถามที่มีความสมบูรณ์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปต่อไป

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ภายหลังรวบรวมแบบสอบถามทำการตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้มาบันทึกลงในระบบคอมพิวเตอร์ สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลตามสมมติฐานที่ตั้งไว้สถิติที่ตั้งไว้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

1) สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ใช้การแจกแจงความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล ความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวาน พฤติกรรมของผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ และระดับน้ำตาลในเลือด

2) วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวาน พฤติกรรมของผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ และระดับน้ำตาลในเลือด หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมด้วยสถิติ Independent t – test



3. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยโดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับดังนี้

3.1 ข้อมูลทั่วไป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคล พบว่า กลุ่มตัวอย่างจำนวน 80 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 68 คน ร้อยละ 60.0 ในกลุ่มทดลอง พบว่า ส่วนใหญ่ เป็นเพศหญิง ร้อยละ 60.0 อายุเฉลี่ย 42.15 ปี (S.D.= 5.321) ส่วนใหญ่อายุ 41-50 ปี ร้อยละ 45.0 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 37.5 สถานภาพสมรส ร้อยละ 37.5 รายได้ต่อเดือนเฉลี่ย 3,975.55 บาท (S.D.=121.329) ส่วนใหญ่ต่ำกว่า 5,000 บาท ร้อยละ 50.0 อาชีพทำไร่ ทำนา ทำสวน ร้อยละ 62.5 ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 27.16 kg/m² (S.D.=5.76) ส่วนใหญ่ ค่า BMI 25 kg/m² ขึ้นไป ร้อยละ 62.5 ระดับน้ำตาลในเลือดเฉลี่ย 198.36 mmol/L (S.D.=7.38) ส่วนใหญ่ระดับน้ำตาลในเลือด 111-120 mmol/L ร้อยละ 40.0 ส่วนในกลุ่มควบคุม พบว่า ส่วนใหญ่ เป็นเพศหญิง ร้อยละ 60.0 อายุเฉลี่ย 42.32 ปี (S.D.= 5.125) ส่วนใหญ่อายุ 41-50 ปี ร้อยละ 42.5 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 37.5 สถานภาพสมรส ร้อยละ 37.5 รายได้ต่อเดือนเฉลี่ย 3,811.59 บาท (S.D.=120.167) ส่วนใหญ่ต่ำกว่า 5,000 บาท ร้อยละ 52.5 อาชีพทำไร่ ทำนา ทำสวน ร้อยละ 65.0 ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 28.03 kg/m² (S.D.= 5.24) ส่วนใหญ่ ค่า BMI 25 kg/m² ขึ้นไป ร้อยละ 62.5 ระดับน้ำตาลในเลือดเฉลี่ย 197.08 mmol/L (S.D.= 7.92) ส่วนใหญ่ระดับน้ำตาลในเลือด 111-120 mmol/L ร้อยละ 42.5 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละ ข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไป	กลุ่มทดลอง (n=40)		กลุ่มควบคุม (n=40)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
เพศ				
ชาย	16	40.0	16	40.0
หญิง	24	60.0	24	60.0
อายุปัจจุบัน (ปี)				
20-30 ปี	8	20.0	9	22.5
31-40 ปี	10	25.0	10	25.0
41-50 ปี	18	45.0	17	42.5
51 ปีขึ้นไป	6	15.0	6	15.0
Mean; S.D.	42.15 ; 5.321		41.32 ; 5.125	
ระดับการศึกษา				
ไม่ได้รับการศึกษา	3	7.5	3	7.5
ประถมศึกษา	15	37.5	15	37.5
มัธยมศึกษา	10	25.0	10	25.0
อนุปริญญา หรือ ปวส.	7	17.5	7	17.5
ปริญญาตรีหรือสูงกว่าปริญญาตรี	5	12.5	5	12.5



ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละ ข้อมูลทั่วไป (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไป	กลุ่มทดลอง (n=40)		กลุ่มควบคุม (n=40)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
สถานภาพ				
โสด	13	32.5	14	35.0
สมรส	15	37.5	15	37.5
หม้าย/หย่าร้าง/แยก	12	30.0	11	27.5
รายได้ต่อเดือน (บาท)				
ต่ำกว่า 5,000	20	50.0	21	52.5
5,000 – 10,000	15	37.5	14	35.0
มากกว่า 10,000	5	12.5	5	12.5
Mean/SD	3,975.55 ; 121.329		3,811.59 ; 120.167	
อาชีพ				
ทำไร่ ทำนา ทำสวน	25	62.5	26	65.0
ข้าราชการ	4	10.0	3	7.5
ค้าขาย	10	25.0	10	25.0
อื่น ๆ	1	2.5	1	2.5
ดัชนีมวลกาย (BMI)				
ค่า BMI 18.5 – 22.90	10	25.0	9	22.5
ค่า BMI 23 – 24.90	15	37.5	16	40.0
ค่า BMI 25 ขึ้นไป	25	62.5	25	62.5
Mean/S.D.	27.16/5.76		28.03/5.24	
ระดับน้ำตาลในเลือด (mmol/L)				
141-170	5	12.5	5	12.5
111-200	20	50.0	21	52.5
201 ขึ้นไป	15	37.5	14	35.0
Mean/S.D.	198.36 /7.38		197.08/7.92	

3.2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวาน พฤติกรรมของผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ และระดับน้ำตาลในเลือด ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวาน พฤติกรรมของผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ และระดับน้ำตาลในเลือด หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ด้วยสถิติ Independent t – test พบว่า หลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีระดับความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวานอยู่ในระดับสูง (Mean=13.11; S.D. = 2.77) ซึ่งค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P-value < 0.05 พฤติกรรมของผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้อยู่ในระดับปานกลาง (Mean=90.45;



S.D. = 6.63) ซึ่งค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P-value < 0.05 ระดับน้ำตาลในเลือดเท่ากับ 153.43 mmol/L (Mean=153.43 mmol/L; S.D. = 7.69) ซึ่งค่าเฉลี่ยน้อยกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P-value < 0.05 (95%CI 3.16 - 7.84, 6.33 - 10.36, 1.69 - 6.56 ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวาน พฤติกรรมของผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ และระดับน้ำตาลในเลือด ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการทดลอง

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง				หลังการทดลอง				
	n	Mean	S.D.	P-value	Mean	S.D.	t	P-value	95%CI
ความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวาน									
กลุ่มทดลอง	40	9.41	2.05	0.256	13.11	2.77	7.484	.004*	3.16-7.84
กลุ่มควบคุม	40	9.12	2.39		9.55	2.57			
พฤติกรรมของผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้									
กลุ่มทดลอง	40	64.87	6.79	0.885	90.45	6.63	2.942	.001*	6.33-10.36
กลุ่มควบคุม	40	65.23	6.49		66.17	6.89			
ระดับน้ำตาลในเลือด									
กลุ่มทดลอง	40	198.36	7.38	0.885	153.43	7.69	2.942	.001*	1.69-6.56
กลุ่มควบคุม	40	197.08	7.92		196.18	8.82			

*หมายถึง กำหนดนัยสำคัญที่ระดับ P-value < 0.05

4. อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัย ผลของโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผล ดังนี้

จากผลการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าของคะแนนเฉลี่ยของความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวาน พฤติกรรมของผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ ภายหลังการได้รับโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ สูงกว่ากลุ่มควบคุม และระดับน้ำตาลในเลือดน้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับกิจกรรมการดูแลตามปกติในกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานของโรงพยาบาลโพธิ์ไทร เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างได้รับโปรแกรมฯ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการจัดการตนเอง (The Self-management) [4] เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ได้แก่ 1) กิจกรรมสร้างสัมพันธภาพ ซึ่งแจ้งการบันทึกข้อมูลแบบบันทึกพฤติกรรม บรรยายความรู้เรื่องโรคเบาหวาน สาเหตุ อาการ การป้องกัน ภาวะแทรกซ้อน 2) กิจกรรมทบทวนความรู้เรื่องโรคเบาหวาน สร้างการรับรู้เกี่ยวกับการจัดการตนเอง และพฤติกรรมดูแลสุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ 3) กิจกรรมกระตุ้นเตือนและทบทวนความรู้เรื่องโรคเบาหวาน สร้างการรับรู้เกี่ยวกับการจัดการตนเองและพฤติกรรมดูแลสุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวาน 4) กิจกรรมการสร้างความรู้ความภาคภูมิใจในความสามารถของตนเองและประเมินผลการปฏิบัติตนของผู้ป่วยโรคเบาหวาน และ 5) กิจกรรมติดตามระดับน้ำตาลในเลือดและการปฏิบัติตนลดปัจจัยต่อระดับน้ำตาลในเลือด ในโปรแกรมประกอบด้วยสื่อที่หลากหลาย ได้แก่ แผ่นพับให้ความรู้ You tube, Smart phone, Power point และกิจกรรมต่างๆ มาประยุกต์ใช้ ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวจะทำให้กลุ่มผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้เกิด



แรงจูงใจในการปฏิบัติตัวที่เหมาะสม ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวสอดคล้องกับบริบทของชุมชนและกลุ่มตัวอย่างทุกคนมีส่วนร่วมในการคิดและตัดสินใจ มีการระดมความคิดเห็น มีการติดตามระดับน้ำตาลในเลือด ทำให้กลุ่มตัวอย่างได้รับการส่งเสริมและพัฒนาความรู้ ความรู้ด้านสุขภาพในการปฏิบัติตน จึงทำให้กลุ่มตัวอย่างสามารถระลึกและจดจำความรู้ที่ได้รับเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการทดลองและสูงกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับการวิจัย ผลของโปรแกรมการจัดการตนเองและครอบครัวต่อระดับฮีโมโกลบินเอวันซีของผู้สูงอายุโรคเบาหวานชนิดที่ 2 มีการจัดกิจกรรมและสร้างแรงจูงใจให้กลุ่มตัวอย่างมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรม ได้เกิดการเรียนรู้ ทำให้ภายหลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีความรู้เรื่องโรคเบาหวาน สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P\text{-value} < 0.05$ [8] ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่ากิจกรรมทบทวนความรู้เรื่องโรคเบาหวานมาสร้างการรับรู้เกี่ยวกับการจัดการตนเองและพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยกิจกรรมการเรียนรู้การจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้ภาคทฤษฎีควบคู่กับการปฏิบัติ รวมถึงการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสืบค้นข้อมูลและการนำเสนอข้อมูลพร้อมกับการซักถามแบบรายบุคคล และรายกลุ่มประกอบสื่อการเรียนรู้ทำให้ความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวานของกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้เพิ่มขึ้น สามารถส่งเสริมให้เกิดการปฏิบัติพฤติกรรมที่เหมาะสม และอาจเป็นเพราะว่าการใช้สื่อวีดิทัศน์ที่แสดงความรุนแรงของการเกิดโรคเบาหวาน ผลกระทบของการควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ของผู้ป่วย และตัวแบบของบุคคลที่เป็นผลกตทัณฑ์มีสาเหตุจากโรคเบาหวาน ตัวแบบของบุคคลที่ดูแลผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานที่เกิดผลกตทัณฑ์มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ รวมถึงการให้กลุ่มทดลองมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความรู้เรื่องความรุนแรงของผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ และสาเหตุของการควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ของผู้ป่วย ซึ่งการมีพฤติกรรมการรับประทานอาหารและการออกกำลังกายจำเป็นมากกับการควบคุมระดับน้ำตาลของผู้ป่วย สอดคล้องกับการศึกษาผลของโปรแกรมการจัดการตนเองและครอบครัวต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารและระดับน้ำตาลในเลือดของผู้เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ซึ่งได้มีการพัฒนากิจกรรมในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพที่เหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้หลัก 3อ.2ส. เป็นเวลา 12 สัปดาห์ มาจัดทำโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานร่วมกับครอบครัวและมีการติดตามผลของกิจกรรม ทำให้หลังการทดลองกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวาน พฤติกรรมการบริโภคอาหารของกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม และมีระดับน้ำตาลในเลือดน้อยกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P\text{-value} < 0.05$ [9] อีกทั้งยังสอดคล้องกับการศึกษาผลของโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพเพื่อป้องกันโรคแทรกซ้อนในผู้ป่วยเบาหวานในประเทศอิหร่าน โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการจัดการตนเอง ของ Grey et al. [4] พบว่า ภายหลังการทดลองคะแนนเฉลี่ยความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวาน การรับรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวาน สูงกว่าก่อนการทดลอง และสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P\text{-value} < 0.05$ [10] นอกจากนี้การศึกษา แนวคิดทฤษฎีการจัดการตนเองร่วมกับครอบครัว มาใช้ในการจัดกิจกรรมปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการรับประทานอาหาร การออกกำลังกายในกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวาน พบว่า หลังจากกลุ่มตัวอย่างที่ได้เข้าร่วมการจัดกิจกรรมแล้ว มีพฤติกรรมการรับประทานอาหารและการออกกำลังกายสูงกว่าก่อนการเข้าร่วมกิจกรรม [11] จะเห็นได้ว่าแนวคิดการจัดการตนเองและครอบครัวร่วมกันมุ่งเน้นในการสร้างความรู้และความเข้าใจในบทบาทของการจัดการตนเองและครอบครัวที่มีผู้ป่วยส่งผลให้พฤติกรรมของผู้ป่วยอยู่ในระดับที่ดีขึ้นนำไปสู่ระดับน้ำตาลในเลือดที่ลดลงนั่นเอง



5. สรุปผลการวิจัย

โปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ มีผลทำให้ค่าคะแนนเฉลี่ยของความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวาน พฤติกรรมของผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ ภายหลังจากได้รับโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ สูงกว่ากลุ่มควบคุม และระดับน้ำตาลในเลือดน้อยกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับกิจกรรมการดูแลตามปกติในกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานของโรงพยาบาลโพธิ์ไทร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P\text{-value} < 0.05$ ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างได้รับโปรแกรมฯ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการจัดการตนเอง (The Self-management) ทำให้กลุ่มผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้เกิดแรงจูงใจในการปฏิบัติตัวที่เหมาะสม ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวสอดคล้องกับบริบทของชุมชนและกลุ่มตัวอย่างทุกคนมีส่วนร่วมในการคิดและตัดสินใจ มีการระดมความคิดเห็น มีการติดตามระดับน้ำตาลในเลือด ทำให้กลุ่มตัวอย่างได้รับการส่งเสริมและพัฒนาความรู้ การรับรู้ด้านสุขภาพในการปฏิบัติตน จึงทำให้กลุ่มตัวอย่างสามารถระลึกและจดจำความรู้ที่ได้รับเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการทดลองและสูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่งผลให้พฤติกรรมของผู้ป่วยอยู่ในระดับที่ดีขึ้นนำไปสู่ระดับน้ำตาลในเลือดที่ลดลง

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

ผู้บริหารกระทรวงสาธารณสุขสามารถนำผลการวิจัยมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดนโยบายหรือแผนยุทธศาสตร์สาธารณสุข ในเรื่องการจัดการลดปัญหาโรคเบาหวานในกรณีที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ พร้อมทั้งรูปแบบกิจกรรมต่างๆ ที่สนับสนุนให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานมีพฤติกรรมการป้องกันภาวะควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ได้อย่างต่อเนื่อง และช่วยเหลือพึ่งตนเองได้

6.2 ข้อเสนอแนะการนำไปประยุกต์ใช้

1) ควรมีการจัดกิจกรรมครั้งต่อไปโดยเน้นการให้ความรู้เรื่องของการใช้หญ้าหวานทดแทนการใช้น้ำตาล เนื่องจากน้ำตาลที่ใช้ปรุงอาหารมีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือด ส่งเสริมให้มีความคาดหวังในผลดีของการเลือกรับประทานอาหาร การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอตามความสามารถของร่างกาย พร้อมทั้งแนะนำวิธีการออกกำลังกายที่ถูกต้องถูกวิธี และพัฒนาระบบการให้คำปรึกษาของ รพ.สต. มีระบบคัดกรองความเครียด โดยให้ครอบครัวมีส่วนร่วมในการคัดกรองเฝ้าระวัง

2) ควรนำโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ ไปใช้กับกลุ่มผู้ป่วยที่เป็นกลุ่มควบคุมหรือสถานบริการสุขภาพอื่นๆ และชุมชน เพื่อให้เกิดพฤติกรรมด้านสุขภาพที่เหมาะสมพร้อมทั้งสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้

6.3 ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการ

1) ควรศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อการเข้าร่วมกิจกรรมโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ เพื่อปรับปรุงกิจกรรมที่เหมาะสมต่อไป

2) ควรศึกษาวิจัยประสิทธิผลของโปรแกรมสร้างเสริมสุขภาพในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ โดยเพิ่มขนาดของกลุ่มทดลองให้มากขึ้น



เอกสารอ้างอิง

- [1] World Health Organization. (2022). World health statistics 2019: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. Retrieved 10 May 2022, from <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/324835/978924>
- [2] กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2565). รายงานผลการดำเนินงาน ตามนโยบาย กรมควบคุมโรค ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565. กรุงเทพฯ: กองแผนงาน กรมควบคุมโรค.
- [3] สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดอุบลราชธานี. (2565). สถานการณ์โรคไม่ติดต่อเรื้อรังจังหวัดอุบลราชธานี ปี พ.ศ. 2563. อุบลราชธานี: กลุ่มงานควบคุมโรค สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดอุบลราชธานี
- [4] Grey, M., Schuman-Green, D., Knafelz, K., and Reynolds, NR. (2015). The revised self-and family management Framework. *Nursing Outlook*, 63(2), 162-70.
- [5] UCSF. Clinical & Translational Science Institute. (2021). Sample Size Calculators. Retrieved 10 May 2022, from <https://www.sample-size.net>
- [6] Best, JW. & Kahn, JV. (2006). *Research in Education*. 10th Edition, Pearson Education Inc., Cape Town.
- [7] Cronbach, L.J. (1984). *Essential of psychology testing*. New York: Harper.
- [8] แสงอรุณ สุรวงศ์. (2559). ผลของโปรแกรมการจัดการตนเองของบุคคลและครอบครัวต่อระดับฮีโมโกลบินเอวันซีของผู้สูงอายุโรคเบาหวานชนิดที่ 2. *วารสารการพยาบาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 16(1), 104-116.
- [9] ญณ์ช บัวศรี. (2561). ผลของโปรแกรมการจัดการตนเองและครอบครัวต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหาร และระดับน้ำตาลในเลือดของผู้เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [10] Jalilian, F., Motlagh, FZ., Solhi, M., and Gharibnavaz, H. (2014). Effectiveness of self-management promotion educational program among diabetic patients based on health belief model. *Journal of Education and Health Promotion*, 22(3), 98-116.
- [11] Aklima, A., Charuwan, K., and Ploenpit, T. (2012). Development of family-base dietary self-management support program on dietary behaviors in patients with type 2 diabetes mellitus in Indonesia: A literature review. *Nurse Media Journal of Nursing*, 2(2), 357 - 370.



ผลของการนึ่งต่อคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด
ในผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ

Effect of Steaming Method on Chemical, Physical Properties and Total Phenolic
Content of Lava Durian Sisaket Peel Powder

ศิริลักษณ์ ศรีสันต์¹ พิกุลทอง สืบศรี¹ ขนิษฐา ฉิมพาลี² และจिरนันต์ รัตสีโว^{1*}

Sirilak Srisan¹, Pikulthong Subsri¹, Khanittha Chimpali² and Jiranan Ratsewo^{1*}

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ¹

Division of Food Science and Technology, Faculty of Liberal Arts and Science, Sisaket Rajabhat University¹

Division of Sport Science, Faculty of Liberal Arts and Science, Sisaket Rajabhat University²

*Corresponding Author: jiranan.r@gmail.com

ข้อมูลบทความ	บทคัดย่อ
<p>ประวัติบทความ: รับเพื่อพิจารณา: 20 พฤษภาคม 2566 แก้ไข: 20 มิถุนายน 2566 ตอบรับ: 21 มิถุนายน 2566</p>	<p>การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการนึ่งเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ ต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้เปลือกด้านในสีขาวของทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษสายพันธุ์หมอนทอง ใช้ระยะเวลาในการนึ่งที่แตกต่างกัน คือ 0 (ตัวอย่างควบคุม) 10 15 และ 20 นาที นำมาอบแห้งที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เท่ากัน จากนั้นนำตัวอย่างผงมาวิเคราะห์ค่าสี ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณเส้นใย และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ผลการศึกษาพบว่า ค่าความสว่าง (L*) ของตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้นหลังจากนึ่ง ปริมาณเส้นใยของเปลือกทุเรียนนึ่งที่เวลา 10 15 นาที มีปริมาณสูงกว่าเวลาที่ 20 นาที ($p < 0.05$) ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของตัวอย่างที่ผ่านการนึ่งทุกตัวอย่างมีปริมาณเพิ่มขึ้นกว่าตัวอย่างควบคุม (0 นาที) ผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษที่ใช้เวลาการนึ่ง 15 และ 20 นาที มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด 660.29 ± 15.55 และ 650.40 ± 19.76 mg GAE/g ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับทุกตัวอย่าง งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าสภาวะการนึ่งที่เวลา 15 นาที สามารถเพิ่มปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผงเปลือกทุเรียนและยังคงมีคุณสมบัติทางเคมีกายภาพที่เหมาะสม ดังนั้นการนึ่งที่เวลา 15 นาที นี้จึงสมควรพิจารณาเป็นการผลิตผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟที่เหมาะสมและใช้ผลจากการศึกษานี้ไปใช้ในการต่อยอดเพื่อผลิตผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษต่อไป</p>
<p>คำสำคัญ: การนึ่ง/คุณสมบัติทางเคมี/ คุณสมบัติทางกายภาพ/สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด/ผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ</p>	



Article Info	Abstract
<p>Article History: Received: May 20, 2023 Revised: June 20, 2023 Accepted: June 21, 2023</p> <hr/> <p>Keywords: Steaming/Chemical property/Physical property/Total phenolic content/ Lava Durian Sisaket Peel Powder</p>	<p>The objective of this study was to investigate the effect of steaming method on physical, chemical properties and total phenolic content of Lava Durian Sisaket peel powder optimum condition. The Lava Durian peels were collected from local market at Sisaket province. The white part of durian peels was steamed at four conditions: 0 (control), 10, 15 and 20 mins. The dried durian peel samples were analyzed for the contents of color, moisture, water activity, fiber and total phenolic. The result showed that the L* value of durian peel powder was significantly increased after steaming ($p<0.05$). The fiber content of steamed peel at 10 and 15 min has higher content than 20 min ($p<0.05$). The total phenolic content of all steamed durian peel powder samples was significant increased after steaming when compared with control sample (0 min). The steamed durian peel powder samples at 15 and 20 mins were the highest total phenolic content 660.29 ± 15.55 and 650.40 ± 19.76 mg GAE/g, respectively. Our results suggest that the steaming at 15 min could enhance the phenolic content and retain the appropriate physicochemical properties. Hence, the steaming at 15 min may be considerate as an appropriated steaming method for Lava Durian peel powder production. The data of this research could be developed to produce Lava Durian Sisaket peel powder in the future.</p>

1. บทนำ

ทุเรียน (*Durio ziberhinus* Merr.) เป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศเป็นอย่างมาก ทำให้ผลผลิตทุเรียนต่อปีของไทยเพิ่มขึ้น รวมถึงทุเรียนของจังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งมีการปลูกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง พันธุ์ชะนี และก้านยาว มีรสชาติหวานมัน มีกลิ่นหอมปานกลาง เนื้อละเอียด กลิ่นไม่ฉุนปลูกในพื้นที่ที่มีแหล่งดินสีแดงจากภูเขาไฟศรีสะเกษ โดยต้องปลูกในเขต 3 อำเภอ คือ ขุนหาญ กันทรลักษณ์ และศรีรัตนะ ทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษได้รับการขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ (GI) พ.ศ. 2546 จากกรมทรัพย์สินทางปัญญา มีพื้นที่ให้ผลผลิต 5,596 ไร่ ผลผลิตจะออกสู่ตลาด 7,369 ตัน คิดเป็นร้อยละ 98 ของปริมาณผลผลิตทุเรียนทั้งหมดของจังหวัดศรีสะเกษ [1] โดยพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุดคือ พันธุ์หมอนทอง ซึ่งในปี 2565 ธุรกิจการจำหน่ายทุเรียน มีจำหน่ายทั้งผลสด และแบบพร้อมบริโภค โดยเฉพาะแบบพร้อมบริโภคจำหน่ายเฉพาะเนื้อทุเรียนซึ่งได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแม้จะมีราคาแพง แต่ผู้บริโภคสามารถเลือกขนาดและระดับความสุกของเนื้อ



ทุเรียนตามที่ชอบ เมื่อเนื้อทุเรียนขายดีขึ้นส่งผลให้ปริมาณเปลือกทุเรียนตามแหล่งร้านค้าที่จำหน่ายมีปริมาณเพิ่มขึ้น เกิดขยะจากเปลือกทุเรียนเหลือทิ้งจำนวนมาก ทำให้ต้องใช้งบประมาณในการกำจัดขยะ เปลือกทุเรียนเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่พบปริมาณมากในฤดูกาลเก็บเกี่ยว จากการศึกษาองค์ประกอบของเปลือกทุเรียนหมอนทองทั่วไปพบว่าปริมาณเส้นใยสูง และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (19.34 ± 0.73 mg GAE/g fiber) มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH EC_{50} (2829.11 ± 28.01 μ g/ml) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณใยอาหาร (79.18 ± 3.46 g/100 g of dry matter) โปรตีน (5.48 ± 0.10 g/100 g of dry matter) ไขมัน (0.82 ± 0.01 g/100 g of dry matter) และสตาร์ช (2.55 ± 0.17 g/100 g of dry matter) [2] อีกด้วย ในปัจจุบันมีการนำเปลือกทุเรียนมาแปรรูปเป็นผงและเติมเข้าไปในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดเพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหาร เช่น สเปกเก็ตตี้ [3] และบิสกิต ปราศจากกลูเตน [4] เนื่องจากผู้บริโภคหันมาดูแลสุขภาพเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้แนวโน้มตลาดอาหารเพื่อสุขภาพเพิ่มขึ้น

การแปรรูปวัตถุดิบเพื่อนำมาเติมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารมีความสำคัญอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องคำนึงผลกระทบของการแปรรูปนั้นต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น สี คุณสมบัติทางเคมี เช่น ความชื้น คุณค่าทางโภชนาการ รวมถึงปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งวิธีการแปรรูปและชนิดของตัวอย่างที่แตกต่างกันย่อมส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติเหล่านี้แตกต่างกันตามไปด้วย [5] เช่น การนึ่งส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่างใบมะกรูดหนึ่ง (22.18 mg GEA/g dry basis) เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับใบมะกรูดสด (20.10 mg GEA/g dry basis) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) [6] การอบแห้งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าสีในการอบแห้งผงทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ รวมถึงเกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ [7] อย่างไรก็ตาม การศึกษาเปลือกทุเรียนดังกล่าวนี้มาจากทุเรียนจากแหล่งอื่น ยังไม่มีการศึกษาผลของระยะเวลาที่ใช้ในการนึ่งเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษเพื่อผลิตเป็นผงเปลือกทุเรียน ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการนึ่งเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ ต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เพื่อเพิ่มมูลค่าการแปรรูปขยะเปลือกทุเรียนเป็นผงเปลือกทุเรียน ลดปริมาณขยะจากภาคพาณิชย์ และสามารถนำข้อมูลนี้ไปพัฒนาการแปรรูปเปลือกทุเรียนสำหรับต่อผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพต่อไป

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 วัตถุดิบและการเตรียมตัวอย่าง

เปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษสายพันธุ์หมอนทอง (Monthong Durian) ที่มีการปลูกในพื้นที่จังหวัดศรีสะเกษ ระยะเวลาสุก (ripe) ให้ผลผลิตในช่วงเดือนมิถุนายน เก็บเกี่ยวในระยะหลังดอกบาน 120 วัน จากตลาดในท้องถิ่น จังหวัดศรีสะเกษ คัดเลือกเปลือกที่ไม่และ สะอาด เปลือกด้านสีขาวสะอาด นำมาล้างทำความสะอาด ตัดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นสีขาว หั่นเป็นชิ้นบาง ขนาด 1×1 เซนติเมตร ล้างด้วยน้ำสะอาด พักในตะแกรงให้สะเด็ดน้ำแล้วนำไปนึ่งในอุณหภูมิน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 4 ระดับ คือ 0 (ตัวอย่างควบคุมไม่ผ่านการนึ่ง) 10 15 และ 20 นาที เมื่อครบเวลา นำตัวอย่างเปลือกทุเรียนพักประมาณ 20 นาที เพื่อให้อุณหภูมิลดลง จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า ผสมกับน้ำสะอาดที่อัตราส่วนทุเรียน 1 กรัม ต่อน้ำ 2 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเทลงบนถาดอะลูมิเนียมเคลือบให้มีความหนา 1 เซนติเมตร แล้วนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (Hot air oven) (Memmert, Germany) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 24 ชั่วโมง จนได้ตัวอย่างที่มีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 7 [8] จากนั้นนำเปลือกทุเรียนที่แห้งแล้วไปบดเป็นผงด้วยเครื่องบด ร่อนผ่านตะแกรง 70 เมช เก็บไว้ในถุงซิปล็อก ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป



2.2 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ

วัดสี (Color) ของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ ด้วยระบบ CIE L*, a*, b* ด้วยเครื่องวัดสี (MINOTA CR400, Japan) จากนั้นนำมาคำนวณค่าการเปลี่ยนแปลงสีของตัวอย่าง ค่าความแตกต่างที่ยอมรับได้ของสี ΔE^* (delta E) การเปลี่ยนแปลงค่าสี หรือ ΔE คือการใช้พารามิเตอร์ค่า L* a* และ b* ในการคำนวณโดยเทียบจากค่าตัวอย่างควบคุม ดังนั้นตัวอย่างควบคุมจะไม่มีค่า ΔE สามารถคำนวณจากสูตร $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ [7] การวิเคราะห์ความชื้น ใช้ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) อบแห้งที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 48-72 ชั่วโมง [8] การวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ด้วยเครื่อง water activity โดยทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ซ้ำ [9] การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย ด้วยเครื่องวิเคราะห์เส้นใย ตามวิธี AOAC [7] โดยทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ซ้ำ

2.3 การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ

การสกัดผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ ทำการชั่งผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผสมกับสารละลายเอทานอลร้อยละ 80 ที่อัตราส่วนตัวอย่าง 1 กรัม ต่อสารละลาย 20 มิลลิลิตร ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดศึกษาโดยวิธี Folin-Ciocalteu method วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 725 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) (Beckman Coulter, Fullerton, USA) ใช้กรดแกลลิก (gallic acid) เป็นสารละลายมาตรฐาน โดยแสดงผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกในตัวอย่าง 100 กรัม (mg GAE/100 g) [5]

2.4 การทดสอบทางสถิติ

การศึกษานี้มีการวางแผนการทดลองแบบสุ่ม (Completely Randomized Design: CRD) วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและทดสอบความแตกต่างของตัวอย่างที่ต้องการศึกษาโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS version 23

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ

จากผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ ที่ใช้ในการแปรรูปเปลือกทุเรียนเป็นผงเปลือกทุเรียนโดยใช้ระยะเวลาการนิ่งต่างกัน ได้แก่ 0 (ตัวอย่างควบคุมที่ไม่ผ่านการนิ่ง) 10 15 และ 20 นาที ค่าสี L*, a* b* และ การเปลี่ยนแปลงค่าสี (ΔE) ของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผ่านการนิ่งที่เวลาต่างกัน แสดงดังตารางที่ 1 เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติด้านสีเพื่อวัดค่าความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 68.15-81.56 จะพบว่าเมื่อผ่านการนิ่งค่าสีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ($p < 0.05$) ตัวอย่างผงเปลือกทุเรียนที่ผ่านการนิ่งที่เวลา 10 นาที ค่าความสว่างมีสูงสุด (81.56 ± 0.21) รองลงมาคือ ตัวอย่างที่ผ่านการนิ่ง 15 นาที (80.66 ± 0.04) และตัวอย่างเปลือกทุเรียนที่ไม่ผ่านการนิ่งมีความสว่างต่ำที่สุด (68.15 ± 0.17) การแปรรูปผงเปลือกทุเรียนพบว่าค่าสีเหลือง (b*) อยู่ในช่วง 17.14-26.63 โดยมีค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น หลังผ่านการนิ่งแต่ค่าสีแดง (a*) ลดลงอยู่ในช่วง 2.77-10.88 โดยมีค่าความเป็นสีแดงลดลงหลังผ่านการแปรรูป ค่าความแตกต่างที่ยอมรับได้ของสี ΔE^* (delta E) แสดงได้จากการรวมกันของพารามิเตอร์ค่า L* a* และ b* การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการนิ่งเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษที่ระยะเวลา 20 นาที มีค่า ΔE น้อยสุด (15.25) ส่วนเวลาการนิ่ง 10 นาที มีค่า ΔE สูงที่สุด (18.03) ค่า ΔE ของตัวอย่างควบคุมจะไม่มีค่า



ตารางที่ 1 ค่า L^* a^* b^* และ ΔE ของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผ่านการนึ่งที่เวลาต่างกัน

ผงเปลือกทุเรียนที่ผ่านการนึ่ง	ค่าสี			
	L^*	a^*	b^*	ΔE
0 นาที	68.15±0.17 ^d	10.88±0.01 ^a	26.63±0.09 ^a	-
10 นาที	81.56±0.21 ^a	3.27±0.07 ^c	17.29±0.12 ^c	18.03±0.11 ^a
15 นาที	80.66±0.04 ^b	2.77±0.56 ^d	17.14±0.08 ^c	17.67±0.12 ^b
20 นาที	78.87±0.08 ^c	4.28±0.04 ^b	18.03±0.10 ^b	15.25±0.23 ^c

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษร a, b, c ที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

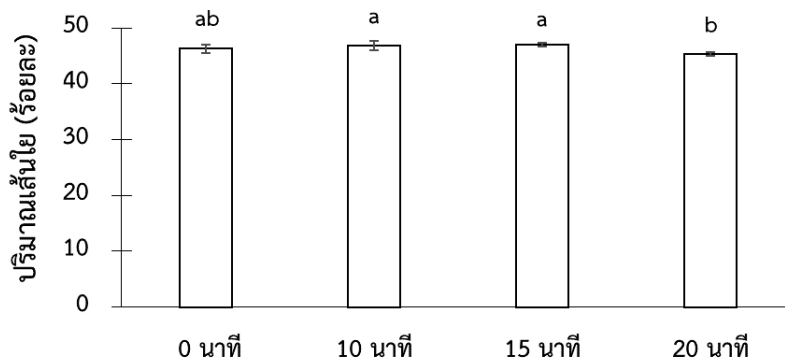
ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเปลือกทุเรียนจากจังหวัดศรีสะเกษ ที่ใช้ในการแปรรูปเปลือกทุเรียนเป็นผงเปลือกทุเรียนโดยใช้ระยะเวลาต่างกัน ได้แก่ 0 10 15 และ 20 นาที ค่าความชื้นและค่าน้ำอิสระแสดงดังตารางที่ 2 พบว่า ผลการวิเคราะห์ปริมาณค่า a_w มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ($p < 0.05$) ค่า a_w ของผงเปลือกทุเรียนศรีสะเกษอยู่ในช่วง 0.29-0.42 โดยตัวอย่างที่ใช้เวลาในการนึ่ง 20 นาที มีค่า a_w สูงที่สุด 0.42 ขณะที่ตัวอย่างที่ใช้เวลาในการนึ่ง 0-15 นาที มีค่า a_w ไม่แตกต่างทางสถิติ การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของผงเปลือกทุเรียนศรีสะเกษพบว่าความชื้นในช่วงร้อยละ 3.86-7.23 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ($p < 0.05$) ตัวอย่างที่ใช้เวลาในการนึ่ง 20 นาที มีค่าความชื้นสูงที่สุดที่ร้อยละ 7.23 มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับค่า a_w

ตารางที่ 2 ปริมาณความชื้นและน้ำอิสระ (a_w) ของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผ่านการนึ่งที่เวลาต่างกัน

ผงเปลือกทุเรียนที่ผ่านการนึ่ง	ความชื้น (ร้อยละ)	water activity (a_w)
0 นาที	6.08±0.51 ^b	0.31±0.01 ^b
10 นาที	3.86±0.20 ^d	0.29±0.01 ^b
15 นาที	4.65±0.08 ^c	0.30±0.01 ^b
20 นาที	7.23±1.24 ^a	0.42±0.02 ^a

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยอักษร a, b, c ที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

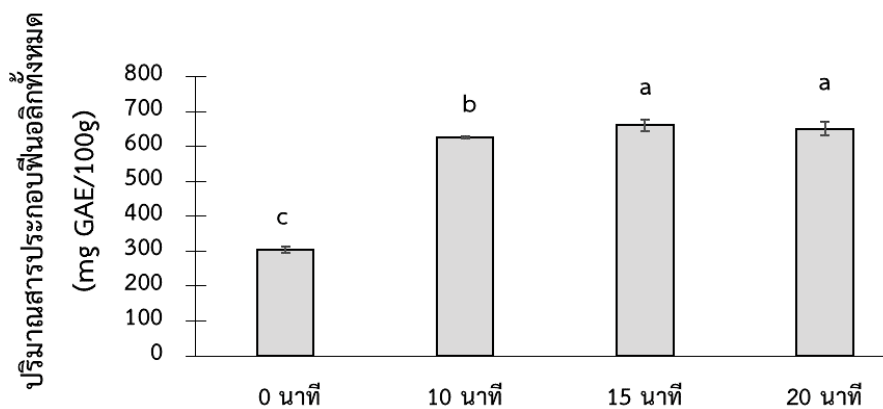
ผลการศึกษาปริมาณเส้นใยในผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผ่านการนึ่งที่เวลาต่างกัน แสดงดังแผนภูมิที่ 1 พบว่าปริมาณเส้นใยอยู่ในช่วงร้อยละ 45.31-47.00 ปริมาณเส้นใยสูงที่สุดพบในตัวอย่างการนึ่งที่เวลา 0 10 และ 15 นาที ขณะที่ปริมาณเส้นใยของเปลือกทุเรียนที่เวลาที่ 20 นาที มีปริมาณต่ำสุดที่ร้อยละ 45.31 ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับปริมาณเส้นใยของเปลือกทุเรียนที่ไม่ผ่านการนึ่ง (0 นาที) ($p \geq 0.05$)



แผนภูมิที่ 1 ปริมาณเส้นใยของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผ่านการนึ่งที่เวลาต่างกัน ตัวอักษร a, b, c ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3.2 การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผ่านการนึ่งที่เวลาต่างกัน แสดงดังแผนภูมิที่ 2 ผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างผงเปลือกทุเรียนที่ผ่านการนึ่งที่เวลาแตกต่างกันอยู่ในช่วง 303.83-650.40 mg GAE/100g ตัวอย่างที่ผ่านการนึ่งเวลา 15 และ 20 นาที มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สูงที่สุด เป็น 660.29 ± 15.55 และ 650.40 ± 19.76 mg GAE/100g ตามลำดับ รองลงมาคือ ตัวอย่างผงเปลือกทุเรียนผ่านการนึ่งที่เวลา 10 นาที มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเป็น 626.73 ± 3.08 mg GAE/100g ในขณะที่ตัวอย่างที่ไม่ผ่านการนึ่ง (0 นาที) มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดต่ำที่สุด 303.83 ± 9.43 mg GAE/100g จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อผ่านกระบวนการนึ่งปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้น จาก 10 นาที ถึง 15 นาที



แผนภูมิที่ 2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผ่านการนึ่งที่เวลาต่างกัน ตัวอักษร a, b, c ที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



4. อภิปรายผลวิจัย

ผลการศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพและเคมีในผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผ่านการนึ่งที่เวลาต่างกัน จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษในระยะเวลาการนึ่งที่แตกต่างกันพบว่า เมื่อเวลาในการนึ่งนานขึ้นตั้งแต่เวลาที่ 10 จนถึง 15 นาที ส่งผลให้ค่าสีตัวอย่างมีค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มเวลานึ่งนานขึ้นจนถึง 20 นาที พบว่าค่าความสว่างมีค่าลดลงแต่ยังคงสว่างกว่าตัวอย่างที่ไม่ผ่านการนึ่ง สาเหตุอาจเนื่องมาจาก โดยปกติในผักและไม้มักจะมีเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (PPO) ซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลจากเอนไซม์และจะเริ่มปฏิกิริยาเมื่อถูกกระตุ้นภายหลังจากโครงสร้างของผักและผลไม้ถูกทำลายส่งผลให้เกิดสีน้ำตาลขึ้นบริเวณเนื้อของผักผลไม้ ในทิศทางเดียวกันกับเปลือกทุเรียนที่ถูกตัดแต่งและผลิตเป็นผง ในระหว่างการเตรียม ตัดแต่งก่อนอบแห้งนั้นเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสได้เริ่มปฏิกิริยาแล้วตัวอย่างที่ไม่ผ่านการนึ่งจึงมีสีคล้ำขึ้น ก่อให้เกิดสีน้ำตาลในโครงสร้างตัวอย่างทำให้สีของตัวอย่างมีความเข้มขึ้น เมื่อนำไปวัดค่าความสว่างจึงส่งผลให้มีค่าลดลง ทำให้สีของตัวอย่างควบคุมมีค่าความสว่างต่ำกว่าตัวอย่างผ่านการนึ่ง ในขณะที่ตัวอย่างที่ผ่านการนึ่งนั้นอุณหภูมิที่ใช้ซึ่งสามารถทำลายเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดสได้จึงไม่เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลจากเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) ค่าความสว่างสูงสุดที่ระยะเวลา 15 นาที เมื่อระยะเวลาการนึ่งนานขึ้นเกิดการสะสมความร้อนจากไอน้ำสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวกับเอนไซม์ (Mallard reaction) เนื่องจากในเปลือกทุเรียนมีน้ำตาลและโปรตีนเป็นส่วนประกอบที่เป็นหนึ่งในปัจจัยให้เกิดปฏิกิริยานี้ขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่างที่เวลา 20 นาที มีค่าลดลง การนึ่งผงเปลือกทุเรียนพบว่าค่าสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้น หลังผ่านการแปรรูปแต่ค่าสีแดง (a^*) ลดลงหลังผ่านการนึ่ง ซึ่งเหตุผลของการเปลี่ยนแปลงค่าสีเหลืองและสีแดงเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับค่าความสว่าง ตัวอย่างที่มีค่า ΔE น้อยที่สุดคือตัวอย่างที่มีสีใกล้เคียงตัวอย่างควบคุมที่สุด ซึ่งตัวอย่างควบคุมมีสีคล้ำกว่าตัวอย่างที่ผ่านการนึ่ง ดังนั้นจากผลการศึกษานี้พบว่าตัวอย่างผงเปลือกทุเรียนนึ่งระยะเวลา 20 นาที มีค่า ΔE ต่ำที่สุด ขณะที่ตัวอย่างผ่านการนึ่งที่เวลา 10 และ 15 นาที มีค่า ΔE สูงกว่า อาจเป็นไปได้ว่าหากใช้เวลานึ่งเหมาะสมจะทำให้สีสว่างกว่าไม่ผ่านการนึ่ง แต่หากใช้ระยะเวลาหนึ่งนานเกินไปอาจจะเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยไม่มีเอนไซม์ได้เช่นกัน [7] ผลการศึกษาค่า a_w ของตัวอย่างผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษที่การนึ่งระยะเวลาต่าง ๆ พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.29-0.42 ซึ่งมีปริมาณค่อนข้างต่ำ แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอาหารของผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง (dehydrated food) ที่กำหนดไว้ คือ ต้องมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 เพื่อป้องกัน และควบคุมจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดอาหารเสื่อมเสียที่เกิดจาก รา ยีสต์ และแบคทีเรีย เป็นอาหารประเภทเดียวกันกับนมผง น้ำผลไม้ผง งาผงขงต้ม เป็นต้น ค่าความชื้นของผงเปลือกทุเรียนศรีสะเกษอยู่ในช่วงร้อยละ 3.86-7.23 พบว่าค่าความชื้นมีปริมาณค่อนข้างต่ำ แต่ไม่เกินร้อยละ 12 โดยน้ำหนัก ซึ่งผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช.136/2558 [10] ปริมาณใยอาหารในผงเปลือกทุเรียนพบว่ามีค่าสอดคล้องกับใยอาหารในเปลือกทุเรียนชนิดอื่น ซึ่งพบว่ามีปริมาณใยอาหาร 79.18 ± 3.46 g/100 g of dry matter [2] ซึ่งในงานวิจัยดังกล่าวใช้ส่วนของเปลือกมีเขียวด้วยจึงทำให้ปริมาณใยอาหารสูงกว่างานวิจัยนี้ที่ใช้เฉพาะส่วนสีขาวในการทำผงเปลือกทุเรียน โดยโครงสร้างของเปลือกทุเรียนประกอบด้วย 3 ชั้น คือ เปลือกนอก (exocarp) มีสีเขียว เปลือกชั้นนอก (mesocarp) ส่วนสีขาว และชั้นในของเปลือกทุเรียน (endocarp) ส่วนสีขาวด้านใน ส่วนเปลือกของทุเรียนที่นำมาศึกษาในการศึกษานี้คือ ส่วนเปลือกชั้นนอก (mesocarp) ส่วนสีขาว และชั้นในของเปลือกทุเรียน (endocarp) ส่วนสีขาวด้านใน [9]

เปลือกทุเรียนอุดมไปด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น สารประกอบฟีนอลิก โดยส่วนใหญ่เป็นการศึกษาทั้งส่วนเปลือกสีเขียวและสีขาวรวมกันซึ่งพบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกพบในสารสกัดจากเปลือกทุเรียน 148.34 mg GAE/100g [11] มีการศึกษาการสกัดใยอาหารจากเปลือกทุเรียนพบว่ามีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก



ทั้งหมด 19.34 ± 0.73 mg GAE/g fiber [2] ในการศึกษาที่ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีในผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษผ่านการนึ่งที่เวลาต่างกัน พบว่าปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของตัวอย่างผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษมีค่าอยู่ในช่วง 303.83-660.29 mg GAE/100g ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าเปลือกทุเรียนอุดมด้วยปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้ทั้งส่วนเปลือกสีเขียวและสีขาวทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าจากงานวิจัยนี้ อาจเกิดจากส่วนเปลือกสีเขียวจะมีปริมาณฟีนอลิกมากกว่าส่วนสีขาว จากการวิเคราะห์พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีค่าสูงที่สุด เมื่อผ่านกระบวนการนึ่งที่ 15 และ 20 นาที สอดคล้องกับงานวิจัยการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระของใบมะกรูดที่ได้รับผลกระทบจากกระบวนการนึ่ง มีผลต่อปริมาณฟีนอลิก [6] พบว่าการนึ่งส่งผลให้ปริมาณฟีนอลิกเพิ่มขึ้น ซึ่งพบในการศึกษาใบมะกรูดเช่นเดียวกันกับการนึ่งกะหล่ำปลี [12] พบว่าการนึ่งกะหล่ำปลีทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากการนึ่งเป็นการแปรรูปหรือการประกอบอาหารที่ไม่เกิดการสัมผัสกับน้ำโดยตรงและตัวอย่างไม่ได้ถูกแช่ในน้ำ ทำให้สารอาหารรวมถึงสารฟีนอลิกซึ่งเป็นกรดและมีพันธะไฮโดรเจนสามารถละลายในน้ำได้ไม่ถูกชะออกมากับน้ำ แล้วความร้อนที่ได้รับมาจากไอน้ำสามารถช่วยให้เกิดการแตกตัวของเซลล์พืช รวมถึงการที่ความร้อนอาจจะทำให้เกิดการสันสเทือนของโมเลกุลของแรงระหว่างโมเลกุลที่ไม่แข็งแรง ทำให้เกิดการปลดปล่อยสารฟีนอลิกขนาดเล็กออกมา ส่งผลให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นหลังการนึ่ง [13] การแปรรูปอาหารและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรส่งผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี รวมถึงสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ซึ่งมีทั้งส่งผลให้เพิ่มขึ้นและลดลง นอกจากนี้ยังส่งผลต่อปริมาณของกรดฟีนอลิกบางตัวที่อาจเพิ่มขึ้นหลังได้รับความร้อนซึ่งขึ้นกับวิธีการแปรรูปเช่นกัน [14] ทั้งนี้สาเหตุอื่นอาจเกิดขึ้นเนื่องมาจากการหยุดการทำงานของเอนไซม์โพลิฟีนอลออกซิเดสระหว่างการปรุงอาหาร อาหารที่ใช้ความร้อนอย่างเหมาะสม ซึ่งนำไปสู่การยับยั้งการเสื่อมสภาพของโพลิฟีนอล กิจกรรมการทำงานของเอนไซม์โพลิฟีนอลออกซิเดสจะทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียส ดังนั้นอุณหภูมิไอน้ำจากการนึ่งอยู่ที่ 100 องศาเซลเซียส จึงเพียงพอที่จะทำลายเอนไซม์โพลิฟีนอลออกซิเดสได้ [7]

5. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลของการนึ่งต่อคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ พบว่าการนึ่งเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษที่เวลา 10 15 และ 20 นาที ส่งผลต่อคุณสมบัติด้านสี ค่าความสว่าง (L^*) ของผงเปลือกทุเรียนเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และสีเหลือง (b^*) ลดลงในตัวอย่งที่ผ่านการนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างสด รวมทั้งส่งผลต่อ ค่าความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณเส้นใย รวมถึงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ทั้งนี้จากผลการศึกษาพบว่าระยะเวลาการนึ่งที่เหมาะสมสำหรับการผลิตผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษสำหรับการศึกษาครั้งนี้คือ ระยะเวลาการนึ่ง 15 นาที จะเป็นสภาวะที่เหมาะสม ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมในการนึ่งสามารถทำให้ผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ มีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีที่เหมาะสม รวมถึงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูง สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลพัฒนาการผลิตผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษเพิ่มมูลค่าจากส่วนเหลือทิ้งทางภาคเกษตรและพาณิชยกรรม และยังสามารถนำผงเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษนี้ต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเป็นทางเลือกแก่ผู้บริโภคต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ที่สนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือและสถานที่ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้



เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2565). ‘รมช.มนัญญา’ หนุนเที่ยวสวนทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ เผยผลผลิตทุเรียนภูเขาไฟพร้อมออกสู่ตลาด 7,369 ตัน กระจายผลผลิตขายบนแพลตฟอร์มออนไลน์. สืบค้น 15 พฤษภาคม 2566, จาก <https://www.moac.go.th/news-preview-441291792253>
- [2] Wanlapa, S., Wachirasiri, K., Sithisam-ang, D., and Suwannatup, T. (2015). Potential of selected tropical fruit peels as dietary fiber in functional foods. *International Journal of Food Properties*, 18(6), 1306-1316.
- [3] Srirajan, S., Mounmued, W., Rungsardthong, V., et al., (2021). Preparation of rice spaghetti with added defatted soy flour, modified starch and durian peel powdered by extrusion method. *Science, Engineering and Health Studies*, 15(2021), 1-7.
- [4] Jiamjariyatam, R., Thongrod, W., and Koocharoenpisal, N. (2023). Durian (*Durio zibethinus*) Peel Flour as Novel Ingredient in Gluten-Free Biscuit: Physico-Chemical, Technological and Nutritional Perspective. *Journal of Culinary Science & Technology*, 4(9), 1-13.
- [5] Ratseewo J., Meeso N. and Siriamornpun S. (2020). Changes in amino acids and bioactive compounds of pigmented rice as affected by far-infrared radiation and hot air drying. *Food Chemistry*, 306, 125644.
- [6] Ratseewo, J., Tangkhanit, E., Meeso, N., Kaewseejan, N., and Siriamornpun, S. (2016). Changes in antioxidant properties and volatile compounds of kaffir lime leaf as affected by cooking processes. *International Food Research Journal*, 23(1), 188.
- [7] จิรนนต์ รัตสีโว และชนิษฐา นิมพาลี. (2566). ผลของการอบแห้งด้วยลมร้อนต่อสารหอมระเหย สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ. *วารสารเกษตรพระวรุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 20(1), 44-53.
- [8] Association of official analytical chemists (AOAC). (1990). *Official methods of analysis*. 15th Edition. Washington DC.: Association of Official Analytical Chemist.
- [9] Chutrakulwong, F., Thamaphat, K., and Limsuwan, P. (2020). Photo-irradiation induced green synthesis of highly stable silver nanoparticles using durian rind biomass: Effects of light intensity, exposure time and pH on silver nanoparticles formation. *Journal of Physics Communications*, 4(9), 095015.
- [10] กองบริหารมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2546). *ผลไม้แห้ง*. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [11] Muhtadi, M., & Ningrum, U. (2019). Standardization of durian fruit peels (*Durio zibethinus* Murr.) extract and antioxidant activity using DPPH method. *Pharmaciana*, 9(2), 271.
- [12] Wachtel-Galor, S., Wong, KW., and Benzie, IF. (2008). The effect of cooking on Brassica vegetables. *Food chemistry*, 110(3), 706-710.
- [13] Ratseewo, J., Warren, FJ., Meeso, N., and Siriamornpun, S. (2022). Effects of Far-Infrared Radiation Drying on Starch Digestibility and the Content of Bioactive Compounds in Differently Pigmented Rice Varieties. *Foods*, 11(24), 4079.
- [14] Ratseewo, J., Meeso, N., and Siriamornpun, S. (2020). Changes in amino acids and bioactive compounds of pigmented rice as affected by far-infrared radiation and hot air drying. *Food Chemistry*, 306, 125644.

