

ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2564

Vol.2 No.2 May – August 2021

- การแปลงเพศปลาหมอสีฟลาวเวอร์ฮอร์นโดยใช้ฮอร์โมน 17 อัลฟา-เมทริลเทสโทสเตอโรน ระดับความเข้มข้นต่างกัน
ธวัชชัย จามศิริ และอรุณชัย กาหลง
- ความหลากหลายชนิดของหอยสองฝาน้ำจืดในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูน จังหวัดสกลนคร
สมศักดิ์ ระย่น, สุกัญญา คำหล้า, อมรรัตน์ รังสิวิวัฒน์ และบุญทิวา ชาติชำนาญ
- ผลของการใช้ปุ๋ยหมักปอท้องต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของเมล่อน
วินากร ที่รัก และวนิดา สำราญรัมย์
- ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์และ SCMR ของอ้อยพันธุ์ที่แตกต่างกันในช่วงระยะอย่างปล้อง
วัชชีระ สอนผา, พรทิพย์พา หาระโคตร และณกรณ์ จงรังกลาง
- ประสิทธิภาพการย่อยได้คาร์โบไฮเดรตของฟางข้าวหมักในปลาดุกลูกผสม
ศุภลักษณ์ เกตุตากแดด, นิตยา ภูงาม, กฤติมา กษมาวุฒิ, สุริยา อุดด้วง, กลวัชร หาญมานพ และญานิศ สัตปานนท์
- ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเลนส์รวมแสง
สุรสิงห์ อารยางกูร และวัชรานนท์ จุฑาจันทร์
- ความหลากหลายของพืชระดับกลางและพืชระดับล่างในป่าชุมชนกับการใช้ประโยชน์ในท้องถิ่น
ของชุมชนชาวไทยเขมร จังหวัดสุรินทร์
สมชญา ศรีธรรม, บรรณวิทย์ ศรีโชติ และยสินทร จงทพ
- ความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงซีปะขาวในลำธารต้นน้ำน่าน จังหวัดน่าน
ณัฐกนต์ ชันยม และบุญเสฐียร บุญสูง
- ประสิทธิภาพสารสกัดจากพืชต่อการควบคุมด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*)
นพดล ขาวดำ, รัชญ์ ปาประโคน, ชูแสง แพร่วงทอง และกาญจนา แซ่โล
- ผลของการพรีเလာตินซ์ต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง
บุษจรี ประพะลา, กานต์ริดา ทองน้ำ และวิภาวดี พันธุ์หนองหว้า

ISSN 2730 - 163X

คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์



คำนำ

วารสารวิจัยเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นวารสารที่จัดทำขึ้นเพื่อตีพิมพ์บทความที่เป็นประโยชน์ต่อวงการวิชาการและบุคคลทั่วไป โดยมีสาขาย่อย 3 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เกษตรศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ โดยวารสารฉบับนี้ได้เผยแพร่ผลงานที่มีเนื้อหาทางด้านวิชาการ การสร้างองค์ความรู้ การบูรณาการ และข้อมูลอันเป็นประโยชน์จากคณาจารย์ นักศึกษา และผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาต่าง ๆ เพื่อจะนำไปสู่การยกระดับคุณภาพชีวิต รวมทั้งก่อให้เกิดประโยชน์ทางด้านวิชาการแก่ผู้ที่สนใจทั่วไป โดยมีบทความ 10 เรื่อง ที่มีเนื้อหาหลากหลาย ได้แก่ 1) การแปลงเพศปลาหมอสีฟลาวเวอร์ฮอร์นโดยใช้ฮอร์โมน 17 อัลฟา-เมทิล เทสโทสเตอโรนระดับความเข้มข้นต่างกัน 2) ความหลากหลายชนิดของหอยสองฝาในน้ำจืดในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูน จังหวัดสกลนคร 3) ผลของการใช้ปุ๋ยหมักปอเทืองต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของเมล่อน 4) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์และ SCMR ของอ้อยพันธุ์ที่แตกต่างกันในช่วงระยะย่างปล้อง 5) ประสิทธิภาพการย่อยได้คาร์โบไฮเดรตของฟางข้าวหมักในปลาตุ๊กตาส้ม 6) ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเลนส์รวมแสง 7) ความหลากหลายชนิดของพืชระดับกลางและพืชระดับล่างในป่าชุมชนกับการใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นของชุมชนชาวไทยเขมร จังหวัดสุรินทร์ 8) ความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงซีปะขาวในลำธารต้นน้ำน่าน จังหวัดน่าน 9) ประสิทธิภาพสารสกัดจากพืชต่อการควบคุมด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) 10) ผลของการพรีเจลาตินซ์ต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง โดยบทความได้ผ่านการพิจารณาและการกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

กองบรรณาธิการขอขอบคุณนักวิจัยทุกท่านที่ได้ส่งบทความเข้ามาขอรับการตีพิมพ์ในวารสาร และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทความในวารสารฉบับนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ทางวิชาการของประเทศไทยต่อไป

กองบรรณาธิการ

วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี



วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี Agriculture and Technology Journal

วัตถุประสงค์ เพื่อเผยแพร่ความรู้และผลงานวิชาการทางด้านการเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทางวิชาการเชิงสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมอาจารย์ นักวิชาการ นักวิจัย นักศึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องให้มีส่วนร่วมในการถ่ายทอดองค์ความรู้ เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมแก่สังคม

เจ้าของ/สำนักงานวารสาร คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี 145 หมู่ 15 ต.นอกเมือง อ.เมืองสุรินทร์ จ.สุรินทร์ 32000
โทร. 044-153093 โทรสาร. 044-153093

E-mail: atj.rmuti@gmail.com

Website: <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/atj/index>

ที่ปรึกษาบรรณาธิการ รศ.ดร.สำเนาวิ เสาวกุล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วข.สุรินทร์

บรรณาธิการ ผศ.ดร.วุฒิชัย สิทธิวงษ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วข.สุรินทร์

รองบรรณาธิการ ดร.พงศ์ภัทร เกียรติประเสริฐ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วข.สุรินทร์

ผู้ช่วยบรรณาธิการ ดร.ปวีณา สาสีทอง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วข.สุรินทร์

อาจารย์อัญญ์วิมล ไชยวชิระกัมพล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วข.สุรินทร์

กองบรรณาธิการผู้ทรงคุณวุฒิ

ศ.ดร.สนั่น จอกลอย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ศ.ดร.สุขสันต์ หอพิบูลสุข มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ศ.ดร.อนันต์ พลธานี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ศ.ดร.ธเนศ เสถียรนาม มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ศ.ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ศ.ดร.ปิยะดา อีระกุลพิศุทธิ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ศ.ดร.อุทัยรัตน์ ณ นคร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศ.ดร.อลงกลด แทนอมทอง มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ศ.ดร.สุวัจน์ อัญญ์วิมล ไชยวชิระกัมพล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ศ.ดร.เมธา วรรณพัฒน์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ศ.ดร.สิงหนาท พวงจันทร์แดง มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ศ.ดร.กุลเชษฐ์ เพียรทอง มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

พล.อ.ต.ศ.ดร.สรภักดิ์ ศรีเกษม โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

กองบรรณาธิการ

รศ.ดร.พันธวัศ	สัมพันธ์พานิช	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.ดร.ปรเมศ	บรรเทียง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ.ดร.ธนัญญา	ทรรพนันท์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.อรพินท์	จินตสถาพร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.รัชพล	สันติวรการ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ.ดร.กริช	สมกันธา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
รศ.ดร.บุญเสถียร	บุญสูง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.สุรพล	แสนสุข	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รศ.ดร.วิศิษฐ์พร	สุขสมบัติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รศ.ดร.บรรจง	บุญชม	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผศ.ดร.อังคณา	บุญยิด	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร.เอื้อมพร	จันทร์สองดวง	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
ผศ.ดร.พัชรินทร์	อาตมียะนันท์	มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล
ผศ.ดร.ภาณุพล	หงษ์ภักดี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร.วีระเวทย์	อุทไธ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผศ.ดร.อรอนงค์	ภูสีฤทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
ผศ.ดร.สิริภัทร	เชี่ยวชาญวัฒนา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร.บัณฑิต	ยวงสร้อย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร.รัตติกาล	เสนน้อย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วช.บางพระ
ผศ.ดร.พัชริน	สงศรี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร.น.สพ.สุทธิศล	ปิยะเดชสุนทร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช.สุรินทร์
ผศ.ดร.วิไลพร	อินสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช.สุรินทร์
ผศ.ดร.รัตนจิรา	รัตนประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช.สุรินทร์
ดร.สุทธิชาน	นิลฤทธิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช.สุรินทร์
ดร.สุริยา	อดดุ้ง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช.สุรินทร์
ดร.ศุภลักษณ์	เกตุดากแดด	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช.สุรินทร์
ดร.ทิวากร	อำพาพล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช.สุรินทร์
ดร.วิภาสทธิ์	หิรัญรัตน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช.สุรินทร์
ดร.เรวัฒน์	เต็มกล้า	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช.สุรินทร์
ดร.นิตยา	ภูงาม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช.สุรินทร์
อาจารย์ปรัชญา	บำรุงกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช.สุรินทร์

กำหนดออกวารสาร

พิมพ์เผยแพร่ราย 4 เดือน

- ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม – เมษายน
- ฉบับที่ 2 ประจำเดือน พฤษภาคม – สิงหาคม
- ฉบับที่ 3 ประจำเดือน กันยายน – ธันวาคม

พิมพ์ที่

คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

ต้นฉบับที่ได้รับการตีพิมพ์ถือเป็นลิขสิทธิ์ของวารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยีและบทความในวารสารเป็นแนวคิดของผู้แต่งมิใช่เป็นแนวคิดของคณะกรรมการจัดทำวารสาร และมีใช่เป็นความรับผิดชอบของคณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

ปีที่ 2 ฉบับที่ 2

รองศาสตราจารย์ ดร.ปราณีต	งามเสน่ห์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
รองศาสตราจารย์ ดร.สำเนาวั	เสาวกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์
รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต	ยวงสร้อย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพล	แสนสุข	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอื้อมพร	จันทร์สองดวง	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระเวทย์	อุทโธ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา	เลาหศิลป์สมจิตร	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒิชัย	สิทธิวงษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์	ระย่น	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรศักดิ์	สวัสดิ์	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนธยา	กุลกัลยา	มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งกานต์	กล้าหาญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวคนธ์	เหมวงษ์	มหาวิทยาลัยนครพนม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ช่อแก้ว	อนิลบล	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตติกาล	เสนน้อย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรยุทธ	เกิดไทย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กระวี	ตรีอำรรค	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์	ภูสีฤทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิศารัตน์	ตั้งไพโรจน์วงศ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์	มณีวรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรชาติ	โตแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ ดร.สมชาย	บุตรนันท์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
อาจารย์ ดร.รัชนี	พุทธา	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
อาจารย์ ดร.โกวิทย์	น้อยโคตร	มหาวิทยาลัยรามคำแหง
อาจารย์ ดร.เดือนเพ็ญ	วงศ์สอน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์ ดร.ปัญญิตา	ชาวีรักษ์	มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
อาจารย์ ดร.ชนาณัฐ	แก้วมณี	มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี
อาจารย์ ดร.สุทธนา	ปลอดสมบูรณ์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทบรรณาธิการ



คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

วิทยาเขตสุรินทร์

วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี (Agriculture and Technology Journal) เป็นวารสารทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer review) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ความรู้และผลงานวิชาการทางด้านการเกษตรและเทคโนโลยี รวมทั้งเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทางวิชาการเชิงสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมอาจารย์ นักวิชาการ นักวิจัย นักศึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องให้มีส่วนร่วมในการถ่ายทอดองค์ความรู้ เทคโนโลยี หรือนวัตกรรมแก่สังคม ทำการเผยแพร่ในรูปแบบวารสารอิเล็กทรอนิกส์ฐานข้อมูลระบบออนไลน์ และรูปเล่มจำนวน 3 ฉบับต่อปี ในทุก ๆ 4 เดือน โดยฉบับที่ 1 ระหว่างเดือนมกราคม-เมษายน ฉบับที่ 2 ระหว่างเดือนพฤษภาคม-สิงหาคม และฉบับที่ 3 ระหว่างเดือน กันยายน-ธันวาคม เปิดรับบทความที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เกษตรศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้เป็นไปตามรูปแบบของวารสาร

คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เห็นความสำคัญของการพัฒนาและส่งเสริมผลงานวิจัยเพื่อเผยแพร่เชิงบูรณาการให้มีคุณภาพ เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง สำหรับฉบับนี้ มีบทความวิจัยด้วยกัน 10 เรื่อง ประกอบด้วยสาขาเกษตรศาสตร์ 7 เรื่อง สาขาวิศวกรรมศาสตร์ 1 เรื่อง สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2 เรื่อง กองบรรณาธิการมุ่งมั่นที่จะให้วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี (Agriculture and Technology Journal) เป็นวารสารที่มีคุณภาพและมีชื่อในศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai-Journal Citation Index Centre; TCi)

กองบรรณาธิการขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะสำหรับในแต่ละบทความวิจัย ขอขอบคุณผู้เขียนทุกท่านที่ได้ส่งบทความอันเป็นประโยชน์ เผยแพร่สู่สาธารณะเพื่อพัฒนางานวิจัยของชาติต่อไป

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒิชัย ลิทธิวงษ์

บรรณาธิการ

การแปลงเพศปลาหมอสีฟลาวเวอร์ฮอร์นโดยใช้ฮอร์โมน 17 อัลฟา-เมทิลเทสโทสเตอโรน ระดับความเข้มข้นต่างกัน Hormonal sex reversal of cichlid crossbreed flower horn (<i>Amphilophus citrinellus</i> X <i>A. trimaculatus</i>) using dietary 17 α -methyltestosterone at different concentrations ธวัฒน์ชัย งามศิริ และอรุณชัย กาหลง	1
ความหลากหลายชนิดของหอยสองฝาน้ำจืดในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูน จังหวัดสกลนคร Species diversity of freshwater mussels in Nam Oun reservoir, Sakon Nakhon Province สมศักดิ์ ระย่น สุภัญญา คำหล้า อมรรรัตน์ รังสิวิวัฒน์ และบุญทิพา ขาดิขานี	12
ผลของการใช้ปุ๋ยหมักปอเทืองต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของเมล่อน Effect of sunn hemp compost on growth, yield and quality of melon วิณากร ที่รัก และวนิดา สำราญรัมย์	20
ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์และ SCMR ของอ้อยพันธุ์ที่แตกต่างกันในช่วง ระยะย่างปล้อง Relationship between chlorophyll content and SCMR of diverse sugarcane genotypes in stalk elongation stage วัชชีระ สอนผา พรทิพย์พา หาระโคตร และณกรณ์ จงรังกลาง	28
ประสิทธิภาพการย่อยได้คาร์โบไฮเดรตของฟางข้าวหมักในปลาตะกวดผสม In vitro carbohydrate digestibility of fermented rice straw in hybrid catfish (<i>Clarias macrocephalus</i> X <i>C. gariepinus</i>) ศุภลักษณ์ เกตุตากแดด นิตยา ภูงาม กฤติมา กษมาวุฒิ สุริยา อุดดั่ง กลวัชร หาญมานพ และณานิศา ลัดปานนท์	41

ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเลนส์รวมแสง Optical lens solar dryer สุรสิงห์ อารยางกูร และวัชรานนท์ จุฑาจันทร์	51
ความหลากหลายของพืชระดับกลางและพืชระดับล่างในป่าชุมชน กับการใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นของชุมชนชาวไทยเขมร จังหวัดสุรินทร์ Diversity of Intermediate plant and Understory plant in community forest with local utilization of Thai-Khmer ethnic community, Surin Province. สมชญา ศรีธรรม บรรณวิทย์ คิริโชติ และยสินทร จงเทพ	61
ความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวในลำธารต้นน้ำน่าน จังหวัดน่าน Diversity of mayfly larvae at the Nan headwater streams, Nan Province ณัฐกานต์ ชันยม และบุญเสฐียร บุญสูง	76
ประสิทธิภาพสารสกัดจากพืชต่อการควบคุมด้วงงวงข้าว (<i>Sitophilus oryzae</i>) Efficacy of plant extracts for controlling of rice weevil (<i>Sitophilus oryzae</i>) นพดล ขาวดำ รวิชัย ปาประโคน ชูแสง พงษ์วังทอง และกาญจนา แซ่โล	85
ผลของการพรีเจลาตินไนซ์ต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง Effect of pregelatinize on physical and chemical properties of japanese purple sweet potato starch นุชจรี ประพะลา กานต์ธิดา ทองนำ และวิภาวดี พันธุ์หนองหว่า	95

Received: March 12, 2021; Revised: April 21, 2021; Accepted: July 7, 2021

การแปลงเพศปลาหมอสีฟลาวเวอร์ฮอร์นโดยใช้ฮอร์โมน 17 อัลฟา-เมทิลเทสโทสเตอโรน ระดับความเข้มข้นต่างกัน

Hormonal sex reversal of Cichlid crossbreed flower horn
(*Amphilophus citrinellus* X *A. trimaculatus*) using dietary
17 α -methyltestosterone at different concentrations

ธวัชชัย งามศิริ^{1*} และอรุณชัย กาหลง¹

Thawatchai Ngamsiri^{1*} and Arunchai Khalong¹

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

*Corresponding Author e-mail address: nngamsiri@hotmail.com

บทคัดย่อ

การแปลงเพศปลาหมอสีฟลาวเวอร์ฮอร์นให้เป็นเพศผู้โดยการให้อาหารผสมฮอร์โมน 17 อัลฟา-เมทิลเทสโทสเตอโรน ระดับความเข้มข้น 0, 20, 40 และ 60 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 21 วัน ผลการทดลองพบว่า เพอร์เซ็นต์ อัตราการแปลงเพศแต่ละการทดลอง เท่ากับ 53.62 ± 14.32 , 64.82 ± 3.21 , 73.27 ± 0.92 และ 77.10 ± 9.32 ตามลำดับ โดยชุด การทดลองที่ 3 และ 4 เพอร์เซ็นต์ อัตราแปลงเพศมากกว่าชุดการทดลองที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) อัตราการ เจริญเติบโตในด้านน้ำหนักเฉลี่ย ชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 34.93 ± 3.84 , 31.27 ± 4.82 , 31.07 ± 6.40 และ 22.53 ± 1.67 กรัม ตามลำดับ ผลการทดสอบทางสถิติแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) ความยาวเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 10.87 ± 0.31 , 10.53 ± 0.47 , 11.40 ± 0.2 และ 9.60 ± 0.10 เซนติเมตร ตามลำดับ เพอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงสุดในชุดการทดลองที่ 4 มีค่าเท่ากับ 76.47 ± 2.94 เพอร์เซ็นต์ และ มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับทุกชุดการทดลอง

คำสำคัญ: ปลาหมอครอสบริด 17 อัลฟา-เมทิลเทสโทสเตอโรน แปลงเพศ

Abstract

Hormonal sex reversal of cichlids crossbreed using dietary 17 α -methyl testosterone at the concentrations of 0, 20, 40 and 60 mg per 1 kg of feed for 21 days was conducted. The male percentage of each treatment was 53.62 ± 14.32 , 64.82 ± 3.21 , 73.27 ± 0.92 , and 77.10 ± 9.32 , respectively. The male percentages of treatments 3 and 4 were significantly higher ($p < 0.05$) than those of treatment 1 and 2. Average body weight of treatment

1, 2, 3 and 4 were 34.93 ± 3.84 , 31.27 ± 4.82 , 31.07 ± 6.40 and 22.53 ± 1.67 g, respectively. Average body lengths were 10.87 ± 0.31 , 10.53 ± 0.47 , 11.40 ± 0.2 and 9.60 ± 0.10 cm, respectively. The highest survival rate was observed in treatment 4 which was 76.47 ± 2.94 % and was significantly higher ($p < 0.05$) than those observed in treatment 1, 2 and 3.

Keywords: Cichlid crossbreed, 17 alpha-methyl testosterone, Sex reversal

บทนำ

ปลาหมอสีเป็นปลาสวยงามที่มีผู้นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย ปัจจุบันได้แบ่งออกเป็น 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์แท้และสายพันธุ์ครอสบริด (Cross breed) สายพันธุ์แท้ คือ สายพันธุ์ที่ไม่ได้มีการผสมข้าม คงลักษณะดั้งเดิมของแต่ละชนิดหรือแต่ละสายพันธุ์ สายพันธุ์ครอสบริด คือ สายพันธุ์ที่นำปลาหมอสีสายพันธุ์แท้ที่เป็นปลาต่างสายพันธุ์ ต่างชนิด หรือต่างสกุล นำมาผสมข้ามพันธุ์เพื่อสร้างสายพันธุ์ใหม่ให้มีความสวยงามมากขึ้น โดยนำเอาจุดเด่นของสายพันธุ์หนึ่งหรือชนิดหนึ่งมาผสมกับจุดเด่นของอีกสายพันธุ์หนึ่งหรือชนิดหนึ่ง โดยในการผสมข้ามมีการแสดงออกของยีนที่หลากหลาย ส่งผลให้ปลาลูกผสมที่ออกมามีลักษณะที่แสดงออกหลากหลาย (วีรพงศ์, 2536) ผลการข้ามของยีนที่เกิดจากการผสมข้าม บางตัวมีลักษณะที่แสดงออกบางประการไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค เช่น ลำตัวคดงอ ครีบพิการ สีสันทึบไม่สวยงาม เป็นต้น โดยลักษณะปลาหมอสีครอสบริดที่ผู้บริโภคมีความต้องการ ได้แก่ ลักษณะลำตัวสีแดง หัวโหนกใหญ่ ลายมุกบนลำตัวและครีบชัดเจน ปลาหมอสีครอสบริดในประเทศไทยที่นิยมเลี้ยงมีอยู่ 3 ชนิด คือ ปลาเวอร์ฮอร์น (Flower horn) (ปลาหมอเรตเดวิล, *Amphilophus citrinellus* X ปลาหมอไตรมาคุลาตัส, *A. trimaculatus*) ไตรทอง และเท็กซัสแดง ปัจจุบันปลาหมอสีสายพันธุ์ปลาเวอร์ฮอร์นมีความต้องการทางตลาดมากกว่าปลาหมอสีสายพันธุ์แท้บางชนิดหรือบางสายพันธุ์ เนื่องจากมีรูปร่างขนาดใหญ่ ครีบลำตัวมีสีสันที่สวยงาม และหัวโหนกที่ใหญ่จึงเป็นที่นิยมเลี้ยง ลักษณะดังกล่าวปรากฏในปลาเพศผู้ ส่งผลให้ปลาเพศผู้มีราคาที่สูงกว่าเพศเมีย

อุตสาหกรรมการเลี้ยงปลาทั้งปลาเศรษฐกิจและปลาสวยงาม การแปลงเพศปลาช่วยเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจมากขึ้นและทำให้ปลามีอัตราการเจริญเติบโตเร็วขึ้น อาทิเช่น ปลานิล ปลานิลแดง ปลาหมอ เป็นต้น การทำให้ปลาเป็นเพศเดียวจะช่วยให้ปลาโตเร็วขึ้น เนื่องจากไม่ต้องเสียพลังงานในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการวางไข่ตลอดจนการดูแลลูกปลาวัยอ่อน การเลี้ยงปลาสวยงามบางชนิดมีการให้อาหารผสมฮอร์โมนเพื่อกระตุ้นสีส้ม ส่งผลทำให้ปลามีความสวยงามยิ่งขึ้น เช่น ปลากัด ปลาหมอสี ปลาปอมปาดัวร์ ปลาหางนกยูง โดยมีการผสมฮอร์โมนเพศในอาหารเพื่อกระตุ้นให้ปลามีปริมาณฮอร์โมนเพศเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปลามีสีส้มสวยงามเพื่อเพิ่มมูลค่าให้สูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ บัลลังก์ และคณะ (2547) ที่มีการศึกษาการใช้ฮอร์โมนในการกระตุ้นการเจริญเติบโต เติบโตเร็ว และการแปลงเพศปลาหางนกยูง พบว่าการฮอร์โมนสามารถแปลงเพศปลาหางนกยูงได้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ และสามารถเร่งสีให้มีความเข้มขึ้น ฮอร์โมนที่นิยมใช้แปลงเพศปลาเป็นฮอร์โมนในกลุ่มสเตอรอยด์ ได้แก่ ฮอร์โมน 17 อัลฟา-เมทิลเทสโทสเตอโรน (17α -methyltestosterone. MT) และ 17 เบต้า-เอสตราไดอล (17β -estradiol) เป็นต้น ฮอร์โมนดังกล่าวสามารถเหนี่ยวนำในการแปลงเพศ ส่งผลทำให้ปลาเป็นเพศใดเพศหนึ่งเพียงเพศเดียวตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ (อุทัยรัตน์, 2538)

การแปลงเพศปลาให้เป็นเพศผู้ สามารถทำได้โดยใช้ MT ผสมในอาหารให้กินขณะที่ลูกปลาเริ่มกินอาหาร หรือโดยการแช่ไข่ปลาในขณะที่ยังไม่แตกตัว หรือแช่หลังที่ลูกปลาเพิ่งฟักเป็นตัว โดยการแปลงเพศปลานิลและปลาตะบูน มีการใช้ MT ความเข้มข้น ประมาณ 60 มิลลิกรัม ผสมในอาหาร 1 กิโลกรัม ให้ลูกปลากินติดต่อกันอย่างน้อย 21 วัน สามารถแปลงเพศ

ปลานิลและปลาตะเพียนให้เป็นปลาเพศผู้ได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ จนประสบความสำเร็จและเกษตรกรนำไปพัฒนาใช้ในการทำฟาร์มเพาะพันธุ์ปลานิลและปลาตะเพียนแปลงเพศเพื่อจำหน่าย (อุทัยรัตน์, 2538; วิเชียร, 2542; สุภาพร, 2552)

การผสมพันธุ์ปลานิลและปลาตะเพียนในปลาแต่ละรุ่นที่เพาะได้มีอัตราส่วนเป็นปลาเพศผู้และเพศเมีย เท่ากับ 50:50 เนื่องจากปลานิลเป็นปลาในอันดับ Cichlidae เช่นเดียวกับปลานิล จากการทดลองแปลงเพศปลานิลโดยใช้ฮอร์โมน MT ประสบความสำเร็จ จึงได้มีการนำวิธีการนี้ไปใช้ในฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ด้วยเหตุผลดังกล่าว การทดลองแปลงเพศปลานิลจึงน่าจะมีความเป็นไปได้เช่นเดียวกับการแปลงเพศปลานิล เพื่อเพิ่มอัตราส่วนของปลาเพศผู้ให้มีอัตราส่วนเพิ่มขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดและเพิ่มมูลค่าของปลา โดยมีวัตถุประสงค์ ศึกษาอัตราการเปลี่ยนเป็นเพศผู้ การติดและย้อมสีเนื้อเยื่ออวัยวะสืบพันธุ์ อัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของปลานิลฟลาวเวอร์ฮอร์นที่ได้รับฮอร์โมน MT ที่ความเข้มข้นต่างกัน

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) โดยแบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง (Treatment) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้ ฮอร์โมนระดับความเข้มข้น 0, 20, 40 และ 60 มิลลิกรัม (T_1 , T_2 , T_3 และ T_4) ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นำอาหารเม็ดด้วยอ่อน โปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ มาบดให้ละเอียด แล้วชั่งอาหารแบ่งออกเป็น 4 ชุด ๆ ละ 250 กรัม ซึ่งฮอร์โมนระดับความเข้มข้น 20, 40 และ 60 มิลลิกรัม นำฮอร์โมนมาละลายกับเอทิลแอลกอฮอล์ ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ผสมใส่ในอาหารชุดที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ โดยเติมฮอร์โมนทีละเล็กละน้อยและคลุกเคล้าให้ฮอร์โมนและอาหารเข้ากัน ใส่ถาดอะลูมิเนียมตั้งทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อลดความชื้นในอาหาร ชุดควบคุมใช้อาหารแบบเดียวกันแต่ไม่ผสมฮอร์โมน จากนั้นนำอาหารใส่ถุงมัดปากถุงให้แน่นแล้วนำไปแช่เย็น

การเตรียมลูกปลา

ลูกปลานิลและปลาตะเพียนฟลาวเวอร์ฮอร์น อายุ 3 วัน ซึ่งเป็นลูกปลาจากครอกเดียวกันทั้งหมด การทดลองเป็นการทดลองในระบบบ่อควาเรียม ลูกปลาใส่ตู้ปลาขนาด 24 นิ้ว จำนวน 12 ตู้ ๆ ละ 34 ตัว รวมทั้งหมด 408 ตัว มีการให้อาหารตลอดเวลา (รูปที่ 1) การให้อาหารลูกปลา แบ่งอาหารแต่ละชุดออกมาแล้วผสมน้ำพohมาด ๆ นวดอาหารให้เหนียว ปั้นอาหารเป็นก้อนกลม ๆ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 เซนติเมตร แล้วใส่ลงในตู้การทดลองต่าง ๆ ตู้ละ 2-3 ก้อน/มื่อ/วัน ๆ ละ 3-4 มื่อ ติดต่อกันเป็นเวลา 21 วัน หลังจากครบเปลี่ยนเป็นให้ไรแดงแช่แข็งวันละ 1 มื่อในช่วงเช้า และเมื่อปลาสามารถกินอาหารเม็ดได้จึงเปลี่ยนเป็นให้อาหารเม็ดลอยน้ำสำหรับปลากินเนื้อแทน จนครบระยะการทดลอง 120 วัน

การทดลองในระบบบ่อควาเรียม น้ำที่ใช้ในการทดลองมีการพักไว้ในถังขนาด 500 ลิตร เพื่อใช้ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำ เพื่อป้องกันคุณภาพน้ำที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อการแปลงเพศปลาทุกชุดการทดลองจึงใช้น้ำที่ผ่านการพักอย่างน้อย 3 วัน การเปลี่ยนถ่ายน้ำเปลี่ยน 15 เปอร์เซ็นต์ ทุก 3 วัน และเปลี่ยนถ่ายน้ำทั้งหมดในทุก 2 สัปดาห์ เมื่อลูกปลามีขนาดใหญ่ขึ้น จึงย้ายลูกปลาไปเลี้ยงในบ่อปูนซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 เมตร จนสิ้นสุดการทดลอง



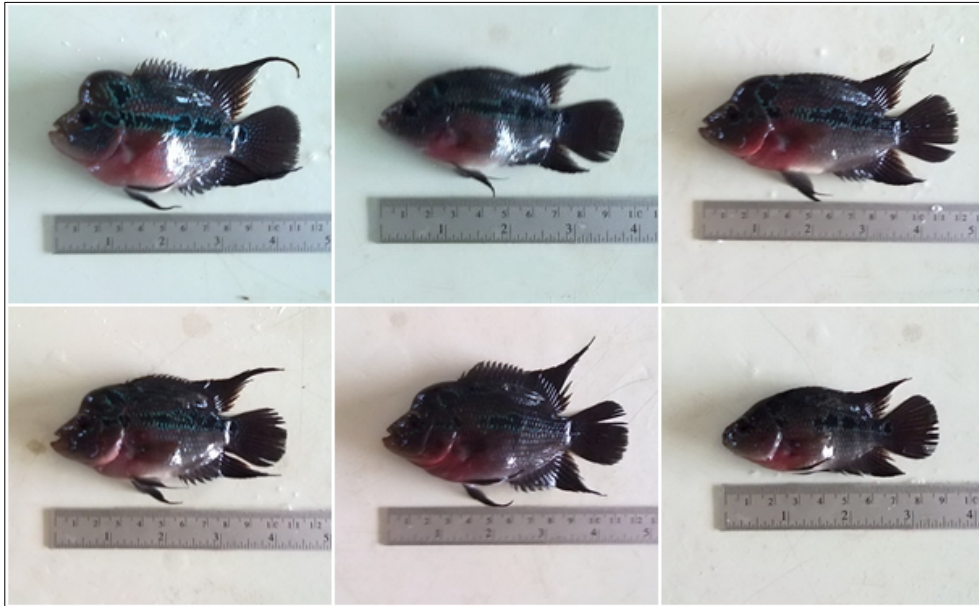
รูปที่ 1 ลูกปลาที่ให้อาหารผสมฮอร์โมน MT ในการแต่ละการทดลอง

การเก็บข้อมูล

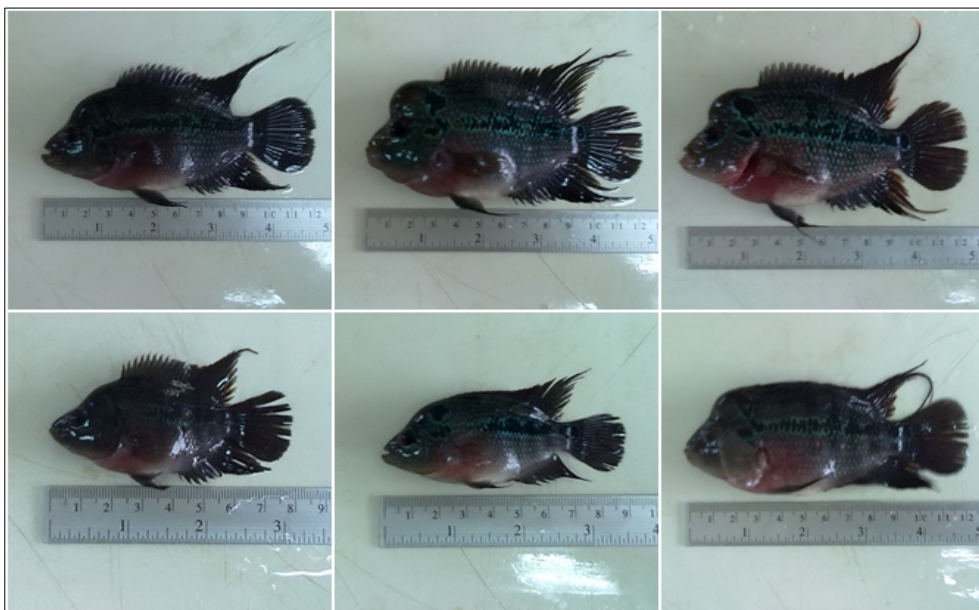
เมื่อวันสุดท้ายของการทดลอง ทำการสุ่มปลาตัวอย่างเพื่อเก็บข้อมูลด้านต่าง ๆ โดยสุ่มจับขึ้นมาจำนวน 10 ตัวต่อซ้ำ เก็บข้อมูล ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต (น้ำหนักเฉลี่ยและความยาวเฉลี่ย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง) เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตาย การตรวจสอบเพศปลาจากลักษณะภายนอก (รูปที่ 2-6) การวิเคราะห์ข้อมูลวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เก็บตัวอย่างอวัยวะสืบพันธุ์โดยการผ่าเปิดช่องท้อง นำอวัยวะสืบพันธุ์แช่ในสารละลาย ดาวิสัน (Davison fixative) โดยมีการเปลี่ยนสารละลาย 1 ครั้งต่อสัปดาห์ จำนวน 2 ครั้ง นำไปตัดและย้อมสี Hematoxylin and eosin stain ตามวิธีการของ Johnson et al. (2009)



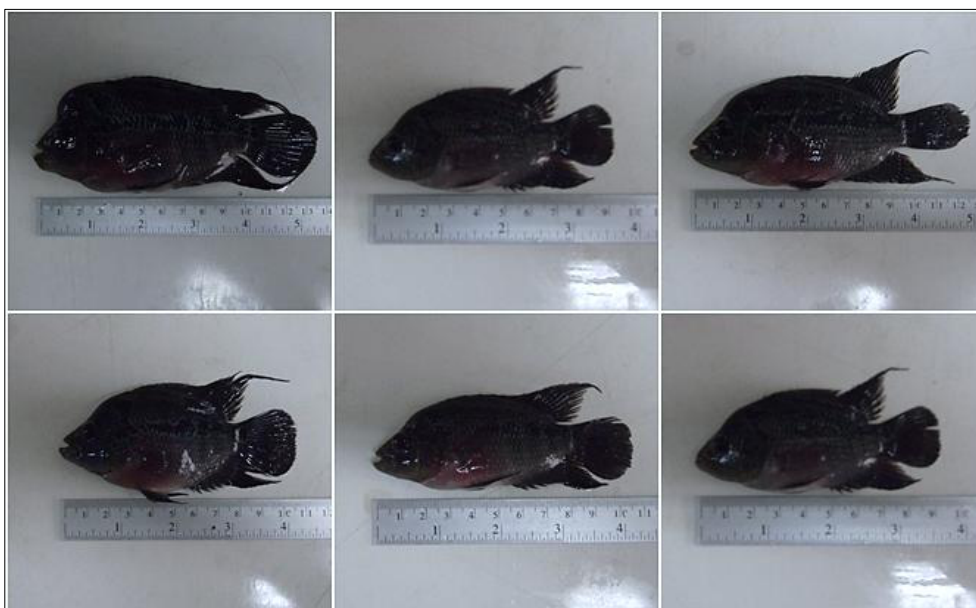
รูปที่ 2 การตรวจสอบลักษณะภายนอกในการเช็คเพศ และการผ่าเพื่อนำเนื้อเยื่ออวัยวะสืบพันธุ์ไปตรวจสอบ



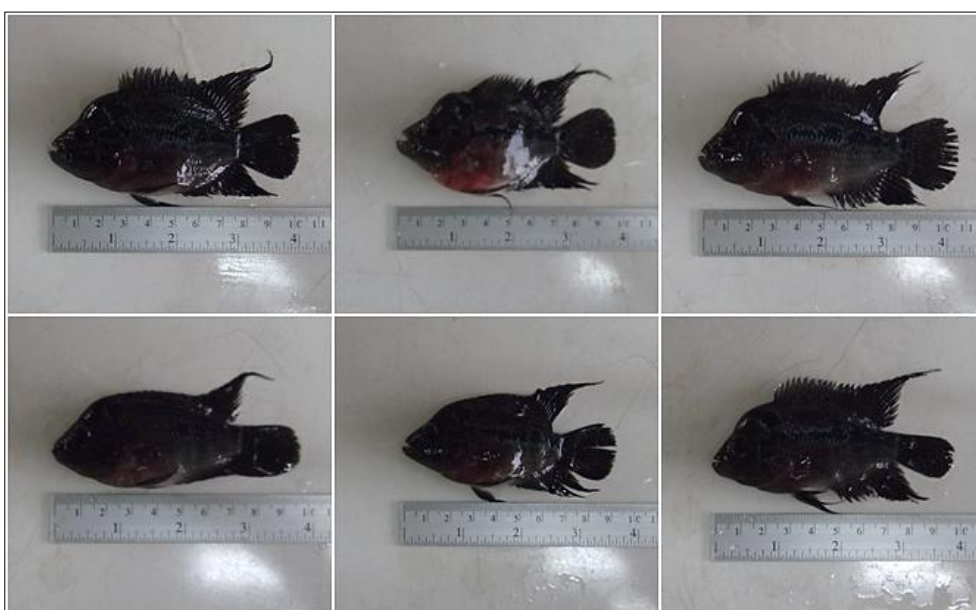
รูปที่ 3 ตัวอย่างปลาจากชุดทดลองควบคุม (ฮอร์โมน 0 มก.)



รูปที่ 4 ตัวอย่างปลาจากชุดทดลองที่ 2 (ฮอร์โมน 20 มก./อาหาร 1 กก.)



รูปที่ 5 ตัวอย่างปลาจากชุดทดลองที่ 3 (ฮอร์โมน 40 มก./อาหาร 1 กก.)



รูปที่ 6 ตัวอย่างปลาจากชุดทดลองที่ 4 (ฮอร์โมน 60 มก./อาหาร 1 กก.)

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การแปลงเพศปลาหมอสีฟลาวเวอร์ฮอร์นโดยใช้ฮอร์โมน 17 อัลฟา-เมทิลเทสโทสเตอโรน (MT) ที่ความเข้มข้นต่างกัน ผลการทดลองเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อัตราการแปลงเพศของปลาจากการศึกษาลักษณะภายนอก (รูปที่ 2) พบว่า ชุดการทดลองที่ให้อาหารผสมฮอร์โมนที่ระดับความเข้มข้น 60 มิลลิกรัม มีเปอร์เซ็นต์อัตราการแปลงเพศสูงสุด เท่ากับ 77.10 ± 9.32 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดในการทดลอง ชุดการทดลองที่ 1 เท่ากับ 53.62 ± 14.32 เปอร์เซ็นต์ ชุดการทดลองที่ 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 64.82 ± 3.21 และ 73.27 ± 0.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การทดสอบทางสถิติชุดการทดลองที่ 3 และ 4 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 1) การใช้ฮอร์โมน MT ในการแปลงเพศปลาให้เป็นเพศผู้อย่างเดียวมีการปฏิบัติ

ในปลาหลายชนิด โดยการใช้ MT ผสมในอาหารให้ลูกปลากินขณะที่ลูกปลาเริ่มกินอาหาร หรือโดยการแช่ไข่ขณะที่กำลังแบ่งตัวหรือแช่หลังที่ลูกปลาเพิ่งฟักเป็นตัว สามารถแปลงเพศปลาได้เช่นเดียวกัน ปลาหมอสีเป็นปลาชนิดหนึ่งในวงศ์ Cichlidae ที่มีการศึกษาแปลงเพศปลาหลายชนิดในวงศ์นี้ อาทิเช่น ปลานิลเป็นปลามีมูลค่าทางเศรษฐกิจ และได้มีการศึกษาการแปลงเพศโดยใช้ฮอร์โมน MT โดยระดับความเข้มข้น 60 มิลลิกรัม ผสมในอาหารให้กินสามารถแปลงเพศปลานิลได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ (อุทัยรัตน์, 2538; วิเชียร, 2542; สุภาพร, 2552; Phelps and Popma, 2000) ปลา *Sarotherodon niloticus* (Linnaeus) สามารถแปลงเพศเป็นเพศผู้ได้ทั้งหมด (Tayamen and Shelton, 1978) การศึกษาครั้งนี้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Silarudee and Kongchum (2008) ศึกษาการแปลงเพศปลาหมอสีครอสบริด สายพันธุ์ฟลาวเวอร์ฮอร์น โดยใช้การแช่ฮอร์โมน MT ที่ความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อลิตร สามารถเหนี่ยวนำปลาหมอสีเพศผู้สูงสุด เท่ากับ 65.48 เปอร์เซ็นต์

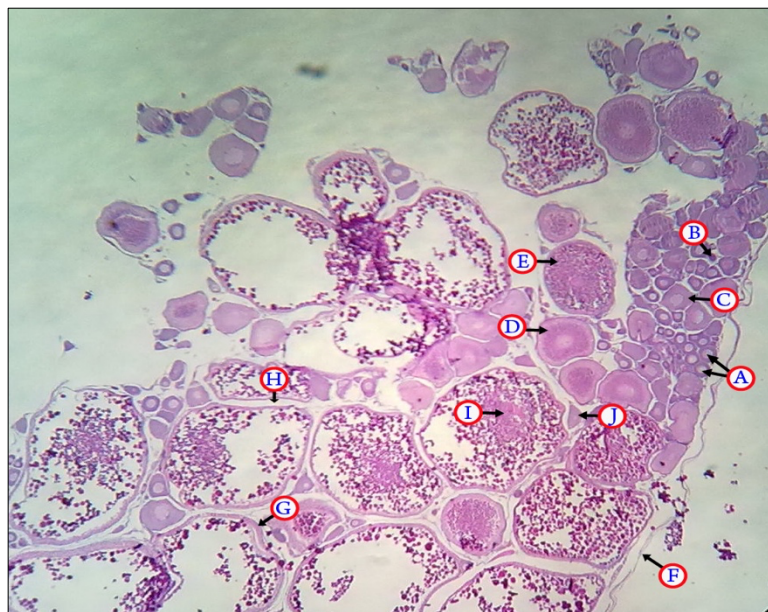
เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายเฉลี่ย ชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 มีเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายเฉลี่ย เท่ากับ 60.78 ± 6.13 , 58.82 ± 10.19 , 58.82 ± 7.78 และ 76.47 ± 2.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่า ชุดการทดลองที่ 4 มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับทุกชุดการทดลอง เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายเฉลี่ยการทดลองครั้งนี้ อัตราการรอดตายเฉลี่ยมีค่าสูงสุดเพียง 76.47 ± 2.94 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับการศึกษาของ Silarudee and Kongchum (2008) ศึกษาการแปลงเพศปลาหมอสีครอสบริด โดยใช้การแช่ฮอร์โมน MT ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน อัตราการรอดตายสูงสุด เท่ากับ 64.50 ± 8.02 เปอร์เซ็นต์ การทดลองครั้งนี้ใช้วิธีการเลี้ยงแบบรวมกัน เมื่อสิ้นสุดการให้ฮอร์โมนยังคงเลี้ยงปลารวมกัน เมื่อระยะเวลาการเลี้ยงนานขึ้นปลามีพฤติกรรมก้าวร้าว มีการกัดกันเอง ปลาบางตัวครีบหางขาดแหว่ง แดงออกไม่สวยงาม เก็ดหลุด มีบาดแผลตามลำตัว (รูปที่ 3-6) ปลาบางตัวบอบช้ำมากส่งผลให้มีปลาตาย และทำให้เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายต่ำ โดยปกติทั่วไปการเลี้ยงปลาหมอสีจะทำการแยกเลี้ยงแบบเดี่ยว เนื่องจากปลาหมอสีเพศผู้พฤติกรรมก้าวร้าว การสร้างอาณาเขตหวงถิ่น ทำให้มีการกัดกันจนตาย แต่การทดลองครั้งนี้ผู้ทำการศึกษาไม่ได้แยกเลี้ยงในช่วงระยะเวลาที่ควรแยก ส่งผลทำให้ปลากัดกันปลาขนาดเล็กบางตัวบอบช้ำมากส่งผลให้ปลาบางตัวตาย โดยเฉพาะเมื่อสิ้นสุดการให้ฮอร์โมนควรทำการแยกเลี้ยงปลาแบบเดี่ยว ๆ เพื่อลดการกัดกันจากพฤติกรรมหวงถิ่นที่อยู่อาศัย อาจทำให้ปลามีอัตราการรอดตายที่สูงขึ้น

การทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองในระบบปิดที่เป็นแบบอะควาเรียม การใช้น้ำเป็นการใช้น้ำจากแหล่งเดียวกันที่ผ่านการพักระหว่างการทดลองมีการให้อากาศตลอดเวลาเพื่อป้องกันการขาดออกซิเจนในน้ำ จากการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก ๆ 3 วัน คุณภาพน้ำในระหว่างการเลี้ยงจึงไม่ส่งผลต่อปลาในระหว่างการทดลอง

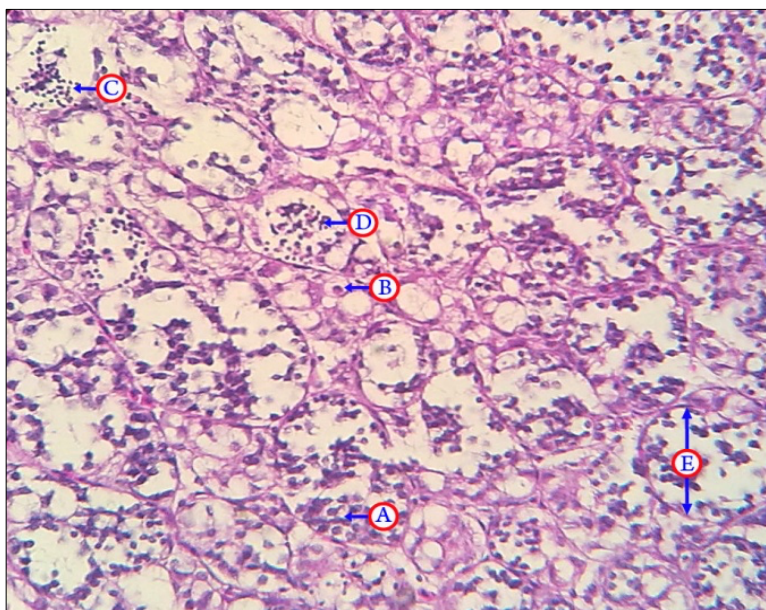
อัตราการเจริญเติบโตของปลา เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการสุ่มชั่งน้ำหนัก วัดความยาวปลาแต่ละชุดการทดลอง โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 34.93 ± 3.84 , 31.27 ± 4.82 , 31.07 ± 6.40 และ 22.53 ± 1.67 กรัม ตามลำดับ ด้านความยาวเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 10.87 ± 0.31 , 10.53 ± 0.47 , 11.40 ± 0.2 และ 9.60 ± 0.10 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลน้ำหนักเฉลี่ยและความยาวเฉลี่ย วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า แต่ละการทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) การเจริญเติบโตของปลาหมอสีที่ได้รับฮอร์โมน MT ชุดการทดลองที่ 4 มีการเจริญเติบโตต่ำสุด อาจมีสาเหตุมาจากการปลามีอัตราการรอดตายสูง เมื่อปลา มีขนาดใหญ่ขึ้น ความหนาแน่นในภาชนะที่เลี้ยงจะหนาแน่นกว่า ส่งผลปลามีอัตราการเจริญเติบโตช้ากว่าชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 สอดคล้องกับการศึกษาของ สมศักดิ์ และคณะ (2558) ที่ศึกษาผลของความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตของปลา ทับทิม เมื่อความหนาแน่นของปลามากขึ้นอัตราการเจริญเติบโตของปลามีการเจริญเติบโตต่ำกว่าปลาที่มีความหนาแน่นน้อย เช่นเดียวกับ การศึกษาของ อำไพพรรณ และสุชาติ (2548) ศึกษาการเลี้ยงปลาหมอในกระชังที่ความหนาแน่นต่างกัน เจริญเติบโตของปลาที่ความหนาแน่นน้อยมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าความหนาแน่นที่มากขึ้น

การสุ่มตัวอย่างเพื่อตัดเนื้อเยื่อวัยระยะสืบพันธุ์ของปลาหมอสี ในแต่ละชุดการทดลอง โดยทำการสุ่มตัวอย่างจากทุกชุดการทดลองจากลักษณะภายนอกปลาที่มีลักษณะเพศผู้ เพศเมีย นำไปตัดเนื้อเยื่อ ย้อมสี Hematoxylin and eosin staining เพื่อตรวจสอบลักษณะอวัยวะสืบพันธุ์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 100 เท่า และ 400 เท่า ผลการศึกษาชุดการทดลอง

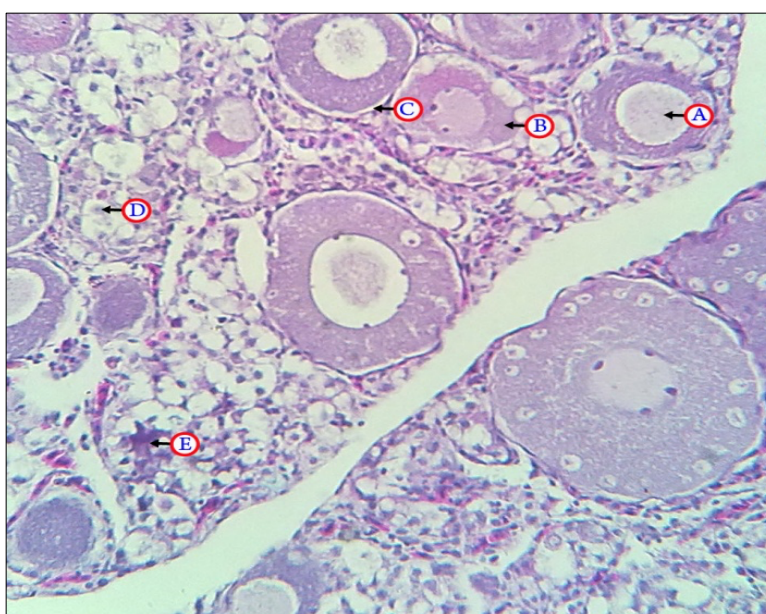
การทดลองที่ 1 ที่ไม่ได้รับฮอร์โมน MT ปลาเพศผู้มีอวัยวะและเพศเมียมีรังไข่เจริญปกติ ส่วนชุดการทดลองที่ 2, 3 และ 4 พบว่า ปลาลักษณะภายนอกจำแนกเป็นปลาเพศผู้และเพศเมีย มีการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ปกติเช่นเดียวกับชุดการทดลองที่ 1 เซลล์สืบพันธุ์เพศเมียมีการพัฒนาการของเซลล์ไข่หลาย ๆ ระยะ และเห็นฟองไข่ได้อย่างชัดเจน เช่นเดียวกับอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ ที่สามารถเห็นเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (รูปที่ 7 และ 8) สอดคล้องกับการศึกษาของ Silarudee and Kongchum (2008) ที่มีการแปลงเพศปลาหมอสี ฟลาวเวอร์ฮอร์น โดยวิธีการแช่ เมื่อนำอวัยวะสืบพันธุ์ของปลาเพศผู้และเพศเมียที่ผ่านการแปลงเพศไปตัดเนื้อเยื่อและย้อมสี สามารถเห็นเซลล์ไข่และเซลล์สเปิร์มอย่างชัดเจน เช่นเดียวกับการศึกษา ของ Vinarukwong et al. (2018) ที่ศึกษาการแปลงเพศปลานิล ปลานิลแดงโดยใช้ฮอร์โมน 17 α -methyl dihydrotestosterone ในระยะเวลาการให้ฮอร์โมนต่างกัน สามารถแปลงเพศปลานิลทั้งสองสายพันธุ์ได้ มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ การตรวจสอบเนื้อเยื่อของปลาเพศผู้และเพศเมีย มีการแสดงของเซลล์สืบพันธุ์อย่างชัดเจนทั้งสองเพศ แต่ปลาเพศผู้ที่สุมตัวอย่างบางตัวในชุดที่มีการให้ฮอร์โมนแปลงเพศ มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ทั้งสองแบบ (Intersex) คือ มีทั้งเซลล์ไข่และเซลล์สเปิร์มอยู่ในอวัยวะสืบพันธุ์เดียวกัน (รูปที่ 9) อาจเป็นไปได้ว่า ปลาได้รับปริมาณฮอร์โมนต่ำกว่าระดับที่เหมาะสม จึงมีการพัฒนาอวัยวะสืบพันธุ์ที่รังไข่และอวัยวะ การแปลงเพศปลาให้ประสบความสำเร็จมีอัตราเพศที่ต้องการสูง เนื่องจากการแปลงเพศมีปัจจัยหลาย ๆ ปัจจัยที่ทำให้การแปลงเพศประสบความสำเร็จ ได้แก่ วิธีการให้ฮอร์โมน ระยะเวลาที่เริ่มให้ฮอร์โมน และสิ้นสุดการให้ฮอร์โมน (อุทัยรัตน์, 2538)



รูปที่ 7 เนื้อเยื่ออวัยวะสืบพันธุ์ปลาเพศเมีย ประกอบด้วย (A) nucleus, (B) chromatin nucleolar oocytes, (C) perinucleolar oocytes, (D) cortical alveolar oocytes, (E) vitellogenic oocytes, (F) connective tissue capsule, (G) chorion, (H) interfollicular space, (I) yolk, (J) Postovulatory follicle (Hematoxylin and eosin stain; x 100)



รูปที่ 8 เนื้อเยื่ออัณฑะสืบพันธุ์ปลาเพศผู้ ประกอบด้วย (A) spermatocytes, (B) spermatogonia, (C) spermatozoa, (D) spermatids, (E) germinal epithelium (Hematoxylin and eosin stain; x 400)



รูปที่ 9 เนื้อเยื่ออัณฑะสืบพันธุ์ปลาที่สร้างทั้งไข่และสเปิร์ม (intersex) ประกอบด้วย (A) nucleus, (B) yolk, (C) chorion, (D) spermatogonia (E) spermatocytes (H & E ; x 400)

ในการเลี้ยงปลาเศรษฐกิจและปลาสวยงาม การแปลงเพศจะช่วยให้ปลามีคุณค่าทางเศรษฐกิจมากขึ้นและช่วยให้ปลามีอัตราการเจริญเติบโตเร็วขึ้น เช่น ปลานิล การแปลงเพศปลานิลเป็นเพศผู้อย่างเดียวจะช่วยให้ปลาโตเร็วขึ้น เนื่องจากไม่ต้องเสียพลังงานในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการวางไข่ตลอด จนการดูแลลูกปลาวัยอ่อน เป็นต้น ปลาหมอสีฟลาวเวอร์ฮอร์นเป็นปลาชนิดหนึ่งที่เพศผู้มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูงกว่าเพศเมีย การแปลงเพศปลาหมอสีเพื่อให้ได้ปลาเพศผู้มากขึ้นจากสัดส่วนมาตรฐาน ที่สัดส่วนเพศผู้และเพศเมีย เท่ากับ 50:50 เปอร์เซนต์ การแปลงเพศปลาหมอสีครั้งนี้สามารถแปลงเพศสูงสุดที่ 77.10 เปอร์เซนต์ ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งของผู้ที่สนใจการเพิ่มปริมาณเพศผู้ของปลาหมอสีครอสบริดสายพันธุ์อื่น ๆ

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์เพศผู้ เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดตายเฉลี่ยและน้ำหนักเฉลี่ยของปลาแต่ละหน่วยการทดลองเมื่อปลา
มีอายุ 120 วัน

ค่าเฉลี่ย	ชุดการทดลอง			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
อัตราการแปลงเพศเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	53.62±14.32 ^a	64.82±3.21 ^a	73.27±0.92 ^b	77.10±9.32 ^b
อัตราการรอดตายเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	60.78±6.13 ^a	58.82±10.19 ^a	58.82±7.78 ^a	76.47±2.94 ^b
น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)	34.93±3.84 ^a	31.27±4.82 ^a	31.07±6.40 ^a	22.53±1.67 ^a
ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร)	10.87±0.31 ^a	10.53±0.47 ^a	11.40±0.20 ^a	9.60±0.10 ^a

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอนหมายถึงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ
(p<0.05)

บทสรุป

การทดลองแปลงเพศปลาหมอสีโครสบรีดโดยใช้ฮอร์โมน MT ในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ผสมในอาหารให้ปลากินในระยะเวลา 21 วัน จากการทดลองครั้งนี้ ผลการทดลองที่สามารถเห็นแนวโน้มในการแปลงเพศปลาหมอสีได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ ชุดการทดลองที่ 4 ที่มีการใช้ฮอร์โมนระดับความเข้มข้น 60 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สามารถแปลงเพศปลาหมอสีโครสบรีดให้เป็นเพศผู้ได้สูงสุด เท่ากับ 77.10±9.32 เปอร์เซ็นต์ และมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย เท่ากับ 76.47±2.94 เปอร์เซ็นต์ การสุมัดเนื้อเยื่อเพื่อนำไปทดสอบทางเนื้อเยื่อวิทยาและย้อมสี สามารถยืนยันผลของฮอร์โมน MT สามารถแปลงเพศปลาหมอสีฟลาวเวอร์ฮอร์นให้เป็นเพศผู้

เอกสารอ้างอิง

- บัลลังก์ เนื่องแสง วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย และบุญรัตน์ ประทุมชาติ. (2547). การพัฒนาสูตรอาหารและการใช้ฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน อันเดคานีโอต เพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโต เติบโต และแปลงเพศของปลาหางนกยูง. รายงานการวิจัย. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี.
- วิเชียร หวดสนธิ. (2542). ปลานิล. สำนักพิมพ์เกษตรวิชาการ: กรุงเทพฯ.
- วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. (2536). การเพาะพันธุ์ปลา. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์: กรุงเทพฯ.
- สมศักดิ์ ระยัน นัยนา เสนาศรี และสมพงษ์ ศรีขันแก้ว. (2558). ผลของความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตและผลตอบแทนการเลี้ยงปลาทั้งในกระชังบริเวณอ่างเก็บน้ำเขื่อนกระเสียว จังหวัดสุพรรณบุรี. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53 3-6 กุมภาพันธ์ 2558. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 1326-1332.
- สุภาพร สุกสีเหลือง. (2552). การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. สำนักพิมพ์ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ: กรุงเทพฯ.
- อุทัยรัตน์ ณ นคร. (2538). การเพาะขยายพันธุ์ปลา. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์รั้วเขียว: กรุงเทพฯ.
- อำไพพรรณ ไกรสุรสิทธิ์ และสุชาติ ไกรสุรสิทธิ์. (2548). การเลี้ยงปลาหมอในกระชังด้วยความหนาแน่นต่างกัน. เอกสารวิชาการ. ฉบับที่ 27. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดตรัง กรมประมง.
- Johnson R., Wolf J. and Braunbeck T. (2009). OECD Guidance Document for the Diagnosis of Endocrine-Related Histopathology of Fish Gonads. France.

- Phelps R.P. and Popma T.J. (2000). Sex reverse of tilapia. in B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, editors. Tilapia Aquaculture in the Americas. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana. USA. 2: 34-59.
- Silarudee S. and Kongchum P. (2008). Masculinization of Flowerhorn by Immerstion in Androgens. Silpakorn University Science and Technology Journal. 2(2): 26-32.
- inarukwong N., Lukkana M and Wongtavatchai J. (2018). Decreasing duration of androgenic hormone feeding supplement for production of male monosex in tilapia (*Oreochromis* spp.) fry. Thai Journal of Veterinary Medicine. 48(3): 375-383.
- Tayamen M.M. and Shelton W. (1978). Inducement of sex reversal in *Sarotherodon niloticus* (Linnaeus). Aquaculture. 14(4): 349-354.

Received: April 21, 2021; Revised: May 28, 2021; Accepted: July 7, 2021

ความหลากหลายของหอยสองฝาน้ำจืดในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูน จังหวัดสกลนคร
Species diversity of Freshwater mussels in Nam Oun reservoir, Sakon Nakhon
Province

สมศักดิ์ ระยัน¹ สุกัญญา คำหล้า¹ อมรรัตน์ รังสิวิวัฒน์¹ และบุญทิwa ชาตชumni^{1*}
Somsak Rayan¹, Suganya Kumla¹, Amornrat Rungsiwivat¹ and Boonthiwa Chartchumni^{1*}

¹คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร สกลนคร

*Corresponding Author E-mail Address: chartchumni@gmail.com

บทคัดย่อ

ความหลากหลายของหอยสองฝาน้ำจืดในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูน จังหวัดสกลนคร จากการสำรวจตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2560 ถึงเดือนมิถุนายน 2561 พบหอยสองฝาน้ำจืด จำนวน 9 ชนิด ค่าเฉลี่ยดัชนีความหลากหลาย ดัชนีความหลากหลาย และดัชนีความเท่าเทียมเท่ากับ 1.43 ± 0.28 , 1.32 ± 0.21 และ 0.55 ± 0.07 ตามลำดับ โดยหอยทราย (*Corbicula moreletiana*) สามารถพบได้ทุกพื้นที่และทุกช่วงเวลา หอยสองฝาน้ำจืดที่พบในการศึกษครั้งนี้มี 5 ชนิด ถูกจัดอยู่ในสถานะภาพขาดข้อมูลในบัญชีรายชื่อชนิดที่ถูกคุกคาม ได้แก่ *Pilsbryconcha exilis compressa*, *Pseudodon inoscularis cumingi*, *Pseudodon vondembuschianus ellipticus*, *Cristaria plicata* และ *Scabies crispata* ซึ่งควรมีการศึกษาวิชาชีวะด้านชีววิทยา ที่อยู่อาศัย การแพร่กระจาย และการสืบพันธุ์เพื่อการอนุรักษ์ คุ้มครอง และใช้ประโยชน์ต่อไป

คำสำคัญ: หอยกบน้ำจืด ความหลากหลาย เขื่อนน้ำอูน

Abstract

Species diversity of freshwater mussel in Nam Oun reservoir, Sakon Nakhon province, was studied by sample survey during of November 2017 to June 2018. The results showed that 9 species of freshwater mussel were recorded *Corbicula moreletiana* was a common species that was observed from every stations and sampling times. The average species richness index, diversity index and evenness index were 1.43 ± 0.28 , 1.32 ± 0.21 and 0.55 ± 0.07 , respectively. Interestingly, there were five species that have been classified as data deficient in International Union for Conservation of Nature (IUCN) Red List (*Pilsbryconcha exilis compressa*, *Pseudodon inoscularis cumingi*, *Pseudodon vondembuschianus*

ellipticus, *Cristaria plicata* and *Scabies crispate*). This study suggested that biological information such as habitat, distribution and reproduction were very important in future study.

Keywords: Freshwater mussels, Species diversity, Nam Oun reservoir

บทนำ

หอยสองฝาน้ำจืด (Freshwater bivalves) เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (Invertebrate) ถูกจัดอยู่ในไฟลัมมอลลัสกา (Phylum Mollusa) ชั้นไบวาลเวีย (Class Bivalvia) เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญของระบบห่วงโซ่อาหาร และมีความสำคัญต่อระบบนิเวศ (Howard and Cuffey, 2006; Vaughn et al., 2008; Vaughn, 2017) ในทางเศรษฐกิจหอยสองฝา น้ำจืดเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของมนุษย์ บางชนิดสามารถนำมาใช้ในการผลิตไข่มุกน้ำจืดได้ ในด้านนิเวศวิทยาสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้มลพิษในระบบนิเวศได้ อีกทั้งยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการคุณภาพน้ำได้ (สาวิกา และสิทธิ, 2556; อุทัยวรรณ, 2557; วัชรารณ, 2561) จากสภาพแวดล้อม สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง และมลพิษที่เกิดขึ้นกับแหล่งน้ำที่อยู่อาศัยของหอยสองฝาน้ำจืดส่งผลให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง โดยที่สถานะภาพของหอยสองฝาน้ำจืดตามธรรมชาติในปัจจุบันมีข้อมูลไม่เพียงพอ ซึ่งผลกระทบจากปัจจัยเสี่ยงที่เกิดจากมลพิษในระบบนิเวศของแหล่งน้ำ (Panha, 1992; Bogan and Cummings, 2011) ทำให้หอยสองฝายู่ในสภาวะเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ (Panha, 1990; Poomsripanon, 2014) ดังนั้นการศึกษาความหลากหลายชนิดของหอยสองฝาน้ำจืดที่พบในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูน ครั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญด้านความหลากหลายทางชีวภาพของหอยสองฝาน้ำจืดในระบบนิเวศ ซึ่งจะนำไปสู่การอนุรักษ์ คุ้มครอง และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

กำหนดจุดสำรวจตามลักษณะทางสัมมนาวิทยาของอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูนโดยรอบอ่างเก็บน้ำรวม 6 สถานี มีพิกัดทางภูมิศาสตร์ ดังนี้ สถานีที่ 1 บ้านโคกสะอาด (N1: 17°17'27.86"N 103°45'49.90"E) สถานีที่ 2 บ้านดงคำโพธิ์ (N2: 17°16'32.50"N 103°41'44.05"E) สถานีที่ 3 บ้านนาทัน (N3: 17°13'48.96"N 103°44'31.48"E) สถานีที่ 4 บ้านกุดตะกาบ (N4: 17°14'12.72"N 103°41'05.76"E) สถานีที่ 5 บ้านหนองปลิง (N5: 17°11'53.69"N 103°44'41.66"E) และสถานีที่ 6 บ้านโคกสูง (N6: 17°09'15.13"N 103°48'03.33"E) (รูปที่ 1)

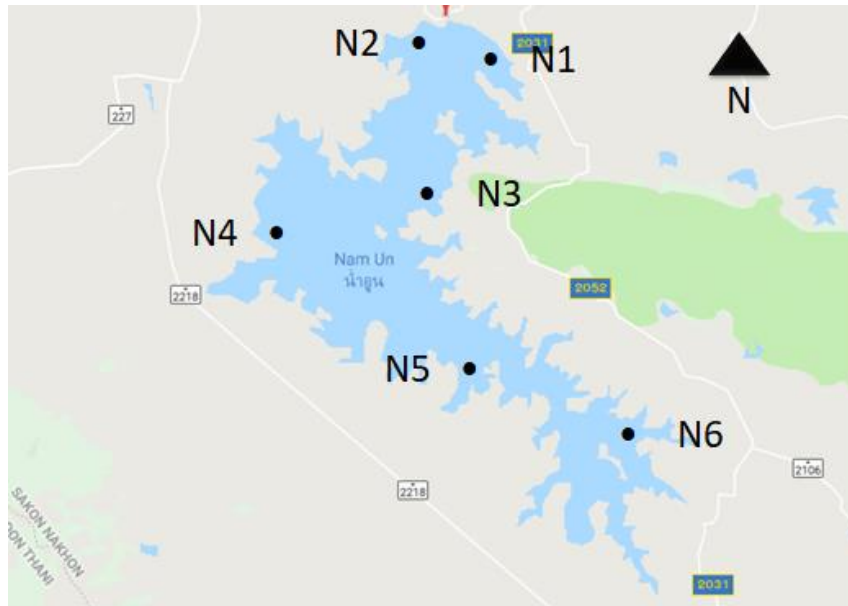
ช่วงเวลาการสำรวจ

รวบรวมตัวอย่างหอยสองฝาน้ำจืดระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2560 ถึงเดือนมิถุนายน 2561 โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง ตามฤดูกาลของประเทศไทยที่กรมอุตุพยากรณ์อากาศ แบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู (กรมอุตุพยากรณ์อากาศ, 2561) ดังนี้ ฤดูหนาวเริ่มต้นประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์สำรวจในเดือนพฤศจิกายน 2560 ฤดูร้อนเริ่มต้นประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคมสำรวจในเดือนมีนาคม 2561 และฤดูฝนเริ่มต้นประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคมสำรวจในเดือนมิถุนายน 2561

การสุ่มเก็บตัวอย่างหอยสองฝาน้ำจืด

สุ่มตัวอย่างหอยโดยกำหนดแนวเส้นตัดขวางจำนวน 3 เส้น ระยะห่าง 30 เมตร ในแต่ละเส้นทำการสุ่มตัวอย่าง 3 จุด ระยะห่างกันจุดละ 5 เมตร รวมเป็น 9 จุดต่อสถานีต่อฤดูกาล สุ่มเก็บตัวอย่างโดยวิธี Quadrante sampling ที่ดัดแปลงตามวิธี

ของ สุชาติ (2550) และ วัชรภรณ์ (2561) เก็บตัวอย่างหอยบริเวณผิวดินในตารางสุ่มตัวอย่างขนาด 1.0x1.0 เมตร นำหอยสองฝาน้ำจืดที่พบตรวจสอบรักษาสภาพด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 แล้วนำมาระบุชนิดตัวอย่างในห้องปฏิบัติการโดยใช้วิธีระบุชนิดของหอยสองฝาน้ำจืดจากสัณฐานวิทยาของเปลือกตามคู่มือของ จุฑามาศ และคณะ (2550) อุทัยวรรณ (2557) Brandt (1974) Graf and Cummings (2007) และ Nabhitabhata (2009)



รูปที่ 1 Map and location of 6 sampling stations in Nam Oun reservoir, Sakon Nakhon Province

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลชนิด ค่าดัชนีความมากชนิด ตามสูตรที่ 1

$$R = (S - 1) / \ln(n) \quad (1)$$

เมื่อ R = ดัชนีความมากชนิด, S = จำนวนชนิดทั้งหมดที่พบ; N = จำนวนตัวของหอยทั้งหมดที่พบ และ ln = natural logarithm (Clarke and Warwick, 1944)

ค่าดัชนีความหลากหลาย ตามสูตรที่ 2

$$H' = -\sum\{p_i * \ln(p_i)\} \quad (2)$$

เมื่อ H' = ดัชนีความหลากหลาย, p_i = สัดส่วนของจำนวนหอยชนิดที่ i ต่อจำนวนวงศ์หอยทั้งหมดในตัวอย่าง และ ln = natural logarithm (Shannon and Weiner, 1949)

ค่าดัชนีความเท่าเทียม ตามสูตรที่ 3

$$J' = H / \ln S \text{ หรือ } H/H_{\max} \quad (3)$$

เมื่อ J' = ดัชนีความเท่าเทียม, H = ดัชนีความหลากหลาย, S = จำนวนชนิดหอยที่พบในจุดสำรวจนั้น, $H_{\max}$ = ค่าดัชนีความหลากหลายที่อาจจะมีค่าได้มากที่สุดในการสำรวจนั้นจากการพบจำนวนของหอยแต่ละชนิด (S) มีปริมาณมากเท่า ๆ กัน ($H_{\max} = \ln S$) และ ln = natural logarithm (Sheldon, 1969) ของหอยสองฝาน้ำจืดในแต่ละพื้นที่มาวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

ความหลากหลายของหอยสองฝาน้ำจืด

ผลจากการสุ่มเก็บตัวอย่างพบการแพร่กระจายของหอยสองฝาน้ำจืดในพื้นที่ศึกษาจำนวน 9 ชนิด โดยพบในพื้นที่สถานี N5 มากที่สุดจำนวน 8 ชนิด รองลงมาเป็นพื้นที่สถานี N2, N6, N3, N4 และ N1 พบจำนวน 6, 6, 5, 4 และ 3 ชนิด ตามลำดับ (ตารางที่ 1) โดยหอยทราย (*Corbicula moreletiana*) สามารถพบได้ทุกพื้นที่ และทุกช่วงเวลาของการสุ่มเก็บตัวอย่าง

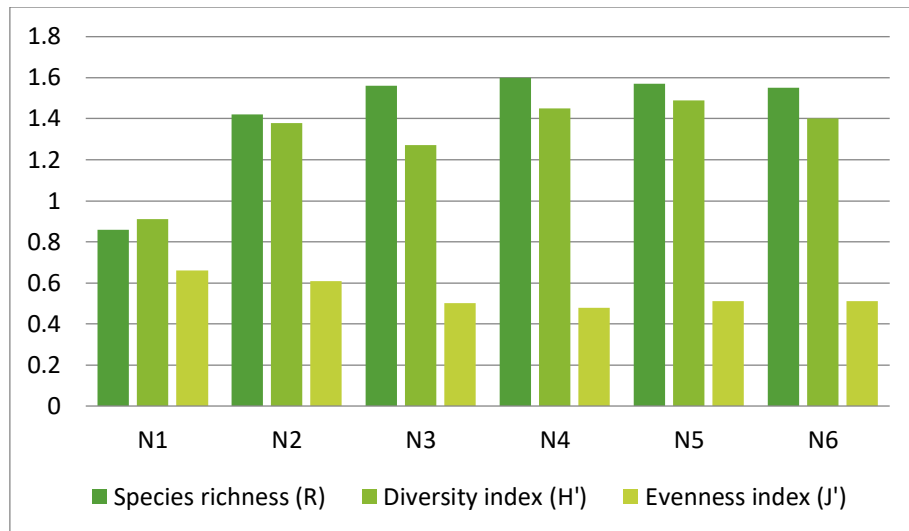
ดัชนีทางนิเวศของหอยสองฝาน้ำจืดที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูน

ดัชนีความหลากหลาย ดัชนีความหลากหลาย และดัชนีความเท่าเทียมของหอยสองฝาน้ำจืดในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.43 ± 0.28 , 1.32 ± 0.21 และ 0.55 ± 0.07 ตามลำดับ เมื่อนำค่าเฉลี่ยค่าดัชนีของแต่ละสถานีไปเปรียบเทียบทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าค่าดัชนีความหลากหลาย และดัชนีความหลากหลายในสถานีที่ 2, 3, 4, 5 และ 6 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสถานีที่ 1 ($p < 0.05$) ในขณะที่ค่าดัชนีความเท่าเทียมค่าเฉลี่ยของแต่ละสถานีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยดัชนีความหลากหลายมีค่าสูงสุดในสถานีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.60 ดัชนีความหลากหลายมีค่าสูงสุดในสถานีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.49 และค่าดัชนีความเท่าเทียมมีค่าสูงสุดในสถานีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 0.66 (รูปที่ 2)

ตารางที่ 1 Freshwater mussels species collected from each sampling station of Nam Oun Reservoir

ID	Science name	Status	Station					
			N1	N2	N3	N4	N5	N6
1	<i>Pilsbryoconcha lemeslei</i>	LC	+	+	+	+	+	-
2	<i>Pilsbryoconcha exilis exilis</i>	LC	-	+	+	+	+	+
3	<i>Pilsbryoconcha exilis compressa</i>	DD	+	+	+	-	+	+
4	<i>Pseudodon inoscularis cumingi</i>	DD	-	-	-	-	+	-
5	<i>Pseudodon vondembuschianus ellipticus</i>	DD	-	+	-	+	-	+
6	<i>Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus</i>	LC	-	-	-	-	+	+
7	<i>Cristaria plicata</i>	DD	-	-	-	-	+	+
8	<i>Scabies crispata</i>	DD	-	+	+	-	+	-
9	<i>Corbicula moreletiana</i>	LC	+	+	+	+	+	+
Total species			3	6	5	4	8	6

หมายเหตุ: LC= Least Concern and DD= Data Deficient



รูปที่ 2 Average species richness index, diversity index and evenness index in Nam Oun Reservoir

การอภิปรายผล

ผลจากการศึกษาพบหอยสองฝาน้ำจืดจำนวน 9 ชนิด ซึ่งชนิดที่พบสอดคล้องกับรายงานของ Graft and Cummings (2007) Nabhitabhata (2009) และ จุฑามาศ และคณะ (2550) และจากการศึกษารังนี้พบ หอยทราย (*Corbicula moreletiana*) เป็นชนิดที่มีการแพร่กระจายในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูนมากที่สุดสามารถพบได้ทุกพื้นที่และช่วงเวลา สอดคล้องกับรายงานของ สมศักดิ์ และคณะ (2561) ที่พบหอยทรายได้ทุกฤดูกาลสำรวจ รวมทั้งที่สาวิกา และคณะ (2559) รายงานว่า หอยทรายกลุ่ม *Corbicula moreletiana* เป็นหอยที่นิยมบริโภคในหลายพื้นที่ของประเทศไทย หอยสองฝาน้ำจืดที่พบจากการศึกษารังนี้จำนวน 9 ชนิด มีจำนวน 4 ชนิด ที่ถูกจัดในสถานะภาพความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ และมีจำนวน 5 ชนิด ที่ถูกจัดสถานะภาพว่ามีข้อมูลไม่เพียงพอต่อการประเมินความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ ได้แก่ *Pilsbryconcha exilis compressa*, *Pseudodon inoscularis cumingi*, *Pseudodon vondembuschianus ellipticus*, *Cristaria plicata* และ *Scabies crispata* (Bogan and Cummings, 2011) ในด้านการใช้ประโยชน์ของหอยสองฝาน้ำจืดนอกจากใช้เป็นอาหารแล้ว หอยสองฝาน้ำจืดที่พบครั้งนี้มีรายงานว่าสามารถนำมาผลิตไข่มุกน้ำจืดได้ถึง 4 ชนิด ได้แก่ หอยกาบ *Pseudodon inoscularis cumingi* หอยกาบ *Pseudodon vondembuschianus ellipticus* หอยกาบขาว *H. (Hyriopsis) bialata* (สาริต และคณะ, 2548; สาวิกา และคณะ, 2559) และหอยกาบใหญ่ *Cristaria plicata* (Li, 2007; Bogan and Cummings, 2011) ซึ่งจากการศึกษารังนี้หอยกาบใหญ่ (*Cristaria plicata*) เป็นหอยสองฝาน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด เปลือกมีความหนาไม่มาก มีความแวววาว และมีสีสวยงามสามารถใช้ผลิตไข่มุกได้ มีรายงานว่าหอยกาบใหญ่สามารถใช้ผลิตไข่มุกน้ำจืดในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน (Bogan and Cummings, 2011) หอยชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วและสร้างเม็ดมุกขนาดใหญ่ (Li, 2007) ซึ่งหอยกาบใหญ่ที่พบในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูนสามารถอยู่ในน้ำนิ่ง บริเวณตอนบนของอ่างเก็บน้ำในสถานที่ 5 และสถานที่ 6 ซึ่งระดับน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงลดลงค่อนข้างเร็วโดยเฉพาะช่วงฤดูแล้งที่มีการปล่อยน้ำให้พื้นที่การเกษตร ซึ่งทำให้สามารถพบหอยกาบใหญ่ (*Cristaria plicata*) ได้ในช่วงเวลาดังกล่าว สอดคล้องกับ จุฑามาศ และคณะ (2550) รายงานว่าหอยกาบใหญ่ (*Cristaria plicata*) สามารถพบได้ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และใช้ผลิตไข่มุกได้ ส่วนเปลือกใช้ทำผลิตภัณฑ์เครื่องประดับและงานหัตถกรรมฝีมือ

ผลจากการศึกษาพบว่า ดัชนีบ่งชี้สภาพทางนิเวศ ได้แก่ ดัชนีความหลากหลาย ดัชนีความหลากหลาย และดัชนีความเท่าเทียม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.43 ± 0.28 , 1.32 ± 0.21 และ 0.55 ± 0.07 ตามลำดับ สอดคล้องกับสมศักดิ์ และคณะ (2561) รายงานผลการศึกษาในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูน พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.11 ± 0.06 , 1.48 ± 0.10 และ 0.63 ± 0.02 ตามลำดับ ซึ่งหอยสองฝาจำจัดเป็นสัตว์หน้าดินเช่นกัน โดยค่าดัชนีความหลากหลายของหอยสองฝาจำจัดที่พบในพื้นที่ศึกษามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.43 ± 0.28 สามารถจัดระดับความหลากหลายของหอยสองฝาจำจัดในพื้นที่ศึกษาอยู่ในระดับปานกลาง โดย กัญญาณัฐ (2555) กล่าวว่าพื้นที่ที่มีค่าดัชนีความหลากหลายสูงย่อมมีความหลากหลายทางชีวภาพสูงกว่าพื้นที่ที่มีค่าดัชนีความหลากหลายต่ำกว่า และ ทวนทอง (2556) อธิบายว่าการเปรียบเทียบโดยใช้จำนวนที่พบเป็นตัวแปรที่ค่อนข้างชัดเจนและตรงประเด็นที่สุด แต่มีข้อควรคำนึงเนื่องจากค่าความหลากหลายที่ได้ในแต่ละครั้งจะขึ้นอยู่กับขนาดของกลุ่มตัวอย่างพื้นที่และระยะเวลาสำรวจ ดังนั้นตัวแปรนี้อาจมีข้อจำกัดในการเปรียบเทียบค่าความหลากหลายของประชาคม ดัชนีความหลากหลายของพื้นที่ศึกษานี้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.32 ± 0.21 ถูกจัดได้ว่า พื้นที่ศึกษามีความอุดมสมบูรณ์ระดับปานกลาง โดยดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ที่มีค่ามากกว่า 3 แสดงว่าแหล่งน้ำมีความอุดมสมบูรณ์สูง มีค่าอยู่ระหว่าง 1-3 แสดงว่าแหล่งน้ำมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง และมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า แหล่งน้ำมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (กัญญาณัฐ และคณะ, 2556) นอกจากนี้มีรายงานว่าพื้นที่ศึกษาที่มีการปนเปื้อนจากกิจกรรมของมนุษย์เมื่อปริมาณออกซิเจนลดลงจำนวนชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังจะลดลงตามด้วย (ชุดิมา และนิศาตร์, 2550) อย่างไรก็ตามค่าดัชนีบ่งชี้สภาพนิเวศโดยรวมแต่ละแบบมีความเหมาะสมในการบ่งชี้ลักษณะชุมชนสิ่งมีชีวิตในแต่ละด้านแตกต่างกันไป ซึ่งค่าดัชนีแต่ละแบบสามารถใช้เปรียบเทียบกันเบื้องต้นเพื่อแสดงลักษณะชุมชนสิ่งมีชีวิตตามช่วงเวลาและพื้นที่ที่แตกต่างกัน แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงถึงการบ่งชี้ด้านหน้าที่หรือกระบวนการทำงานในระบบนิเวศได้ (Washington, 1984) การนำค่าดัชนีดังกล่าวไปใช้อธิบายควรพิจารณาร่วมกับปัจจัยอื่น ๆ เพื่อสามารถคาดคะเนได้อย่างถูกต้อง (บุญส่ง และคณะ, 2558)

บทสรุป

ความหลากหลายของหอยสองฝาจำจัดในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูน พบว่า จำนวน 9 ชนิด มีจำนวน 4 ชนิด ที่มีสถานะภาพความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ และมีจำนวน 5 ชนิด ที่มีสถานะภาพข้อมูลไม่เพียงพอต่อการประเมินความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ ดังนั้น ควรมีการศึกษาวิจัยด้านชีววิทยา การแพร่กระจาย ที่อยู่อาศัย และการสืบพันธุ์เพื่อการอนุรักษ์ คุ้มครอง และการใช้ประโยชน์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์. (2555). การใช้แมลงน้ำเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำในกว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา. วารสารวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน. 5(1): 15-24.
- กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์, ศิริลักษณ์ วลัยชัย และสันธิวัฒน์ พิทักษ์พล. (2556). ความหลากหลายของแมลงน้ำในแม่น้ำอิง. วารสารแก่นเกษตร. 41(ฉบับพิเศษ 1): 142-148.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2561). ฤดูกาลของประเทศไทย. ค้นเมื่อ 5 กรกฎาคม 2561.
<http://www.tmd.go.th/info/info.php? FileID=53>
- จุฑามาศ จิวลักษณ์ม พิชิต พรหมประศรี และอรภา นาคจินดา. (2550). หอยกาน้ำจืดของไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย: กรุงเทพฯ.
- สมภพ วิฑูรย์. (2537). หลักการผลิตพืช. สำนักพิมพ์รั้วเขียว: กรุงเทพฯ.

- ชุติมา หาญจวนิช และนิสาร์ตน์ ตั้งโพธิ์จนวนศ์. (2550). การเปรียบเทียบโครงสร้างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในบริเวณที่มีกิจกรรมของมนุษย์ต่างกันในลำน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 12(4): 402-419.
- ทวนทอง จุฑาเกศ. (2556). นิเวศวิทยาประชาคมแหล่งน้ำ: ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี.
- บุญส่ง ศรีเจริญธรรม, จินตนา บุญทองช่วย และพิสิฐ ภูมิคง. (2558). การเปลี่ยนแปลงเชิงสถานที่และเวลาของประชาคมปลาในแม่น้ำเจ้าพระยาระหว่างปี 2551-2557. วารสารการประมง. 68(3): 201-223.
- วัชรารณณ์ ตันติพนาทิพย์. (2561). ความหลากหลายชนิดของหอยน้ำจืดฝาดเดียวและการประยุกต์ใช้ในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 13(1): 21-31.
- สาธิต โกวิทวที, อุทัยวรรณ โกวิทวที, สนธิพันธ์ ผาสุกดี, อรภา นาคจินดา, อ้อมเดือน มีชัย, กรรณิกา ชัชวาลวานิช, สุธาทิพย์ ศิริไพศาล, อัจฉนา วงศ์ชัยสุวัฒน์, บงกชรัตน์ ปิทยานต์, นันทวัน บุญยะประภัศร และนันทยา จงใจเทศ. (2548). การพัฒนาการเพาะเลี้ยงไข่มุกน้ำจืดในประเทศไทย. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- สาวิกา กัลปพฤกษ์ และ สิทธิ กุหลาบทอง. (2556). การประยุกต์ใช้หอยสองฝาในการจัดการคุณภาพน้ำ. วารสารวิชาการ Veridian E-Journal. 6(3): 846-859.
- สาวิกา กัลปพฤกษ์, สิทธิ กุหลาบทอง, และ ราชิด เพ็งสีแสง. (2559). ความหลากหลายชนิดพันธุ์ของหอยน้ำจืดที่พบในพื้นที่ลุ่มน้ำชีตอนบน จังหวัดชัยภูมิ. วารสารวิชาการ Veridian E-Journal Science and Technology Silpakorn University. 3(2): 27-34.
- สุชาติ ผึ้งฉิมพลี. (2550). ชนิดและการแพร่กระจายของหอยน้ำจืดในแม่น้ำป่าสักตอนล่าง. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- สมศักดิ์ ระยัน, บุญทิวา ซาดิขานี, อมรรัตน์ รังสิวิวัฒน์, สุกัญญา คำหล้า, และ สายฝน แก้วดอนรี. (2561). ความผันแปรเชิงพื้นที่และฤดูกาลต่อความชุกชุมของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำอูน จังหวัดสกลนคร. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก. 11(1): 9-20.
- อุทัยวรรณ โกวิทวที. (2557). ชีวิตวิทยาของหอยกาบน้ำจืด. ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- Brandt, R.A.M. (1974). The non – marine aquatic Mollusca of Thailand. Archivfur Molluskenkunde. 105: 1-423.
- Bogan A.E. and Cummings K. (2011). *Cristaria plicata*. The IUCN red list of threatened species 2011. e.T166309A6197829. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T166309A6197829.en>
- Clarke K.R. and Warwick R.M. (1994). Change in Marine Communities; an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory. Plymouth.
- Graf D. and Cummings K. (2007). Review of the systematics and global diversity of freshwater mussel species (Bivalvia: Unionoida). Journal of Molluscan Studies. 73: 291-314.
- Howard A.D. and Cuffey K.M. (2006). The functional role of native freshwater mussels in the fluviabenthic environment. Freshwater Biology. 51: 460-474.
- Li J.L. (2007). Exploitation and protection of germplasm resources of freshwater pearl mussel. Scientific Fish Farming 6:1-2.

- Nabhitabhata, J. (2009). Checklist of Mollusca fauna in Thailand. Office of Natural Resource and Environmental Policy and Planning, Bangkok, Thailand. 576 pp.
- Panha S. (1990). The site survey and the study on reproductive cycles of freshwater pearl mussels in the Central Part of Thailand. *Venus* 49(3): 240-250.
- Panha S. (1992). Infection experiment of the glochidium of a freshwater pearl mussels, *Hyriopsis (Limnoscapha) myersiana* (Lea, 1856). *Venus*. 51(4): 303-314.
- Poomsripanon J. (2014). Freshwater mollusk as the bio-indicator of the natural freshwater reservoirs in Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Huntra campus. *RMUTSB Academic Journal* 2(1): 9-22.
- Shannon C.E. and Weaver W. (1949). A Mathematical Model of Communication. University of Illinois Press, Urbana, Illinois, USA.
- Sheldon A.L. (1969). Equitability Indices: Dependence on the Species Count. *Ecology*. 50: 466-467.
- Vaughn C.C. (2017). Ecosystem services provided by freshwater mussels. *Hydrobiologia*.
Doi: 10.1007/s10750-017-3139-x.
- Vaughn C.C. Nichols S.J. and Spooner D.E. (2008). Community and foodweb ecology of freshwater mussels. *Journal of the North American Benthological Society*, 27(2): 409-423.
- Washington H.G. (1984). Review of diversity, biotic and similarity indices. *Water Research*. 18(6): 653-694.

Received: March 12, 2021; Revised: June 28, 2021; Accepted: July 7, 2021

ผลของการใช้ปุ๋ยหมักปอเทืองต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของเมล่อน Effect of sunn hemp compost on growth, yield and quality of melon

วินากร ธีรัก^{1*} และวนิดา สำราญรัมย์²

Winakon Theerak^{1*} and Wanida Sumranram²

¹งานวิชาศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปทุมธานี

²คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ บุรีรัมย์

*Corresponding Author E-mail Address: catfish406@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตเมล่อนที่ปลูกในดินต่างผสมปุ๋ยหมักปอเทืองปริมาณต่างกัน วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) จำนวน 5 กรรมวิธี ได้แก่ ดินต่างผสมปุ๋ยหมักปอเทือง 0, 15, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ทำการทดลองกับเมล่อน กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ต้น พบว่า การใช้ดินต่างผสมปุ๋ยหมักปอเทือง 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลทำให้ จำนวนต้นกล้ารอดตาย จำนวนวันทอดยอด 50 เปอร์เซ็นต์ ความยาวเถา จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวนวันเก็บเกี่ยว 50 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักผลดีที่สุด ส่วนความหวานของเมล่อนในการใช้ปุ๋ยหมักปอเทืองทุกระดับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้น เพื่อเป็นการประหยัดปุ๋ยหมักปอเทือง ควรใช้ปุ๋ยหมักปอเทืองในการปรับปรุงดินต่างในปริมาณ 50 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: ปุ๋ยหมักปอเทือง ดินต่าง การผลิต เมล่อน

Abstract

This research aimed to study the growth, yield and quality of melon grown in an alkaline soil mixed with various quantities of sunn hemp compost. The experimental design was a completely randomized design (CRD) with 5 treatments; a melon variety was grown in an alkaline soil mixed with different rates of sunn hemp compost, i.e., 0, 15, 25, 50 and 75 percent. Each treatment was comprised of 3 replications, each with 10 seedlings. The results showed that the melons grown in an alkaline soil mixed with the compost rate of 50 and 75 percent had the highest number of surviving seedlings, the least number of days to 50% vining, the highest vine length, the least number of days to 50% flowering, the least number of days to 50% harvest and the highest weight, with no statistically significant difference between the two

groups. There was no statistically significant difference in the sweetness of melons grown in the soils mixed with different quantities of sunn hemp compost. Therefore, to conserve its usage, sunn hemp compost at 50 percent should be used to improve alkaline soils.

Keywords: Sunn hemp compost, Alkaline soil, Production, Melon

บทนำ

ดินด่าง (Alkaline soil) เป็นดินที่มีการสะสมตัวของปูนปริมาณมาก เกิดจากการสลายตัวของหินตะกอนที่มีปูนแทรกอยู่ในเนื้อดินมีค่า pH มากกว่าหรือเท่ากับ 7.5 พบในเขตพื้นที่มีวัตถุดิบกำเนิดดินเป็นหินปูน หรือหินอัคนีสีเข้ม ในประเทศไทยมีดินด่างประมาณ 800,000 ไร่ ได้แก่ ชุดดินลพบุรี ชุดดินบ้านหมี่ และชุดดินโคกกระเทียม เป็นต้น (บุญแสน, 2548) โดยกระจายอยู่ในพื้นที่บริเวณจังหวัดลพบุรีและสระบุรี ในดินประเภทนี้พืชอาจเจริญเติบโตได้ไม่ดีเท่าที่ควรเนื่องจากมีปัญหาการขาดธาตุอาหารบางชนิด เช่น ฟอสฟอรัส เหล็ก และแมงกานีส และดินยังมีสมบัติทางกายภาพของดินไม่เหมาะสม คือเมื่อดินแห้งเกาะตัวแน่นระบายน้ำไม่ดีและแตกกระแหง ดังนั้นการปลูกพืชในดินด่าง จึงจำเป็นต้องเลือกพืชที่เหมาะสมและใส่ปุ๋ยบางชนิดที่ขาด การใช้ปุ๋ยในการปรับปรุงดินควรเลือกให้เหมาะกับชนิดของดิน ดินด่างมีค่า pH สูง การปรับปรุงดินต้องใส่สารปรับสภาพหรือปุ๋ยที่ช่วยลดความเป็นด่างของดิน เช่น การใช้น้ำหมักชีวภาพ หรือการใส่ปุ๋ยหมักจากมูลสัตว์ หรือพืชสด โดยปุ๋ยหมักพืชสดมีธาตุอาหารหลัก และอินทรีย์วัตถุสูง ปุ๋ยพืชสด เช่น ปุ๋ยหมักปอเทือง ซึ่งปอเทือง (Sunn hemp) เป็นพืชปรับปรุงดินที่กรมวิชาการเกษตรให้การส่งเสริมแก่เกษตรกร เนื่องจากมีไนโตรเจนสูง ย่อยสลายเร็ว มีการวิจัยการนำปอเทืองเป็นปุ๋ยหมักพืชสด เพื่อใช้ในการผลิตคอกม้า พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักปอเทืองทำให้คอกม้า และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีการเจริญเติบโตดี และผลผลิตมากขึ้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558; กรวิชัย และคณะ, 2560; วิณกร และวนิดา, 2562) ดังนั้น ปุ๋ยหมักปอเทืองจึงมีศักยภาพในการใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดินด่างเพื่อการผลิตเมล่อนได้ เมล่อน หรือกลุ่มแคนตาลูป (*Cucumis melo* L.) เป็นพืชตระกูลแตงที่ได้รับความนิยมรับประทาน เนื่องจากมีรสหวานหอม ปลูกมากในทุกภาคของประเทศไทย มีราคาสูงเป็นที่ต้องการของตลาด เกษตรกรนิยมปลูกในโรงเรือน เนื่องจากการจัดการง่าย ดินที่ใช้ปลูกควรมีความโปร่งถ่ายเทน้ำได้ดี และมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชอย่างเพียงพอ (อภิชาติ และสุธิพงศ์, 2558) ซึ่งดินที่ใช้ทดสอบปลูกเมล่อนในการวิจัยครั้งนี้เป็นดินกันสระที่มีลักษณะเป็นดินด่างมีเม็ดปูนปะปน เนื้อดินสีแดงเมื่อโดนน้ำมีความเหนียว อัตราการซาบซึมของน้ำ จากการศึกษากรรวิชัย และคณะ (2560) และ วิณกร และวนิดา (2562) รายงานว่า ดินด่างมีค่า pH 8.5 ค่า EC 0.68 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ไนเตรตต่ำมาก ฟอสฟอรัสสูง โพแทสเซียมปานกลาง และแอมโมเนียรวมต่ำมาก ซึ่งดินลักษณะนี้ใช้ประโยชน์ได้น้อย ผู้วิจัยจึงศึกษาปรับปรุงดินด่างด้วยปุ๋ยหมักปอเทืองเพื่อการผลิตเมล่อน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงดินด่างในการปลูกเมล่อน และเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจแก่เกษตรกรที่สนใจปลูกเมล่อนในพื้นที่ดินด่าง

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. สถานที่ทดลองและการวางแผนการทดลอง

ทำการวิจัย ณ แปลงปฏิบัติการและวิจัยสาขาวิชาเกษตรศาสตร์ ศูนย์ปฏิบัติการอุดมศึกษาหนองแขวง มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ต.พรสำราญ อ.คูเมือง จ.บุรีรัมย์ ระหว่างเดือนกันยายนถึงธันวาคม 2560 วางแผนการทดลองแบบ Completely

randomized design (CRD) จำนวน 5 กรรมวิธี จำนวน 3 ซ้ำ ๆ และมี 10 ต้น/ซ้ำ ทดลองกับเมล็ดอ่อน รายละเอียดแต่ละกรรมวิธีมีดังนี้

- กรรมวิธีที่ 1 ดินดำ 100 เปอร์เซ็นต์ ผสมปุ๋ยหมักปอเทือง 0 เปอร์เซ็นต์ (ควบคุม)
- กรรมวิธีที่ 2 ดินดำ 85 เปอร์เซ็นต์ ผสมปุ๋ยหมักปอเทือง 15 เปอร์เซ็นต์
- กรรมวิธีที่ 3 ดินดำ 75 เปอร์เซ็นต์ ผสมปุ๋ยหมักปอเทือง 25 เปอร์เซ็นต์
- กรรมวิธีที่ 4 ดินดำ 50 เปอร์เซ็นต์ ผสมปุ๋ยหมักปอเทือง 50 เปอร์เซ็นต์
- กรรมวิธีที่ 5 ดินดำ 25 เปอร์เซ็นต์ ผสมปุ๋ยหมักปอเทือง 75 เปอร์เซ็นต์

2. การเตรียมปุ๋ยหมักปอเทือง

นำต้นปอเทืองรวมรากอายุ 30 วัน (ปอเทืองอายุที่ 30 วัน มีดอก และฝักอ่อน) สับให้ละเอียดผสมกับส่วนผสมดังตารางที่ 1 ผสมให้เข้ากันหมัก 30 วัน ระหว่างหมักรดด้วยน้ำหมักจุลินทรีย์ พด. 1 และกลับกองทุก 7 วัน แล้วนำมาผสมกับดินดำตามอัตราส่วนตามกรรมวิธีการวิจัย เมื่อผสมแล้วทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 สูตรปุ๋ยหมักปอเทือง

ลำดับที่	วัตถุดิบ	เปอร์เซ็นต์วัตถุดิบ
1	ปอเทืองสดสับละเอียด	50.0
2	มูลกระบือปลักแห้ง	20.0
3	แกลบดำแห้ง	10.0
4	แกลบดิบแห้ง	8.5
5	ขุยมะพร้าวแช่น้ำ 1 คืบ	10.0
6	กากน้ำตาล	0.5
7	ปูนขาว	1.0
รวม		100.0

ที่มา: ดัดแปลงจากกรวิทย์ และคณะ (2560)

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของดินผสมก่อนการทดลอง

ปริมาณปุ๋ยหมัก ปอเทือง (%)	ค่าวิเคราะห์					
	pH	EC (µS/cm)	ไนเตรต	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	แอมโมเนียม
0	8.0	0.82	ต่ำมาก	ต่ำมาก	สูง	ต่ำ
15	7.0	1.38	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	ต่ำ
25	7.0	1.57	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	สูง
50	6.5	3.64	สูง	สูง	สูง	สูง
75	6.0	5.42	สูง	สูง	สูง	สูง

หมายเหตุ: ค่า EC (Electric conductivity) ใช้เครื่อง DO610 EXTECH วิธีเตรียม ใช้ดิน 1 ส่วนต่อ น้ำกลั่น 10 ส่วน; ใช้ test kit มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิเคราะห์หาค่า pH ใช้ pH test kit วัดค่า โดยการใช้ดิน 1 ส่วนต่อ น้ำกลั่น 10 ส่วน; NPK และแอมโมเนียม

-การนำเสนอธาตุอาหารพื้นฐานในดินด้วยวิธีวิเคราะห์ลักษณะนี้เพื่อให้เกษตรกร และนักวิชาการส่งเสริมการเกษตร เข้าใจ และนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย

3. การปลูกและการดูแลรักษา

3.1 การเพาะต้นกล้า เพาะเมล็ดเมล่อนในถาดหลุมขนาด 35 หลุมต่อถาด โดยใช้วัสดุเพาะกล้าที่มีอัตราส่วน แกลบดำ 2 ส่วน ขุยมะพร้าว 1 ส่วน ดินดำ 1 ส่วน และมูลโค 1 ส่วน จากนั้นรดน้ำเข้าบ่อบนต้นกล้า เมล่อนมีใบจริง 2 ใบ หรือ ประมาณ 10 วัน จึงทำการปลูกตามแผนการทดลอง

3.2 การเตรียมดินปลูก ตักดินดำที่ผสมปุ๋ยหมักบ่อเทืองตามแผนการทดลองลงขนาด 7x14 เซนติเมตร โดยใส่จำนวน 5 กิโลกรัมต่อถาด แล้วนำถาดวางในโรงเรือนระยะห่าง 30 เซนติเมตร โดยโรงเรือนมุงด้วยตาข่ายกรองแสง 50 เปอร์เซ็นต์ แบบถัก

3.3 การย้ายต้นกล้าปลูก ก่อนการย้ายต้นกล้าเมล่อน 3 วัน ให้ต้นกล้าได้รับแสงแดดมากขึ้น และลดประมาณการให้น้ำลง เมื่อต้นกล้าเริ่มเหี่ยวถึงเริ่มกลับมาให้น้ำอีกครั้ง และทำการย้ายต้นกล้าที่สมบูรณ์ในช่วงเย็น จำนวน 1 ต้นต่อถาด หากพบต้นกล้าตายปลูกทดแทนภายใน 1 สัปดาห์แรกของการย้ายปลูก (ศรีฐิตพล และภัทรพร, 2560)

3.4 การปฏิบัติดูแลรักษา ให้น้ำเมล่อนด้วยระบบพ่นเทียม วันละ 2 ครั้ง ช่วงเช้าและบ่ายโดยหยุดให้น้ำ 1 สัปดาห์ก่อนเก็บผลผลิต ใส่ปุ๋ยมูลโคต้นละ 100 กรัม ผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma harzianum*) 1 กรัม หลังจากนั้นใส่ปุ๋ยน้ำ A และ B ที่ใช้กับพืชไฮโดรโปนิกส์ ต้นละ 20 มิลลิลิตร ทุก ๆ 3 วัน จนเมล่อนติดผล เมื่อเมล่อนติดผลใช้ปุ๋ยน้ำ A และ B ทุก 7 วัน ต้นละ 20 มิลลิลิตร และใส่ปุ๋ยเมล็ด 13-13-21 ต้นละ 5 กรัม ทุก 10 วัน หยุดใช้ปุ๋ยทุกชนิดก่อนเก็บผลผลิต 1 สัปดาห์ หากพบว่ามีการเกิดโรค และศัตรูพืชกำจัดโดยใช้สารเคมีตามความเหมาะสมตามหลักวิชาการ และงดใช้ 15 วัน ก่อนเก็บผลผลิต

3.5 การบันทึกข้อมูล

3.5.1 จำนวนต้นกล้ารอดตาย นับจำนวนต้นกล้ารอดตายของเมล่อนหลักจากการย้าย 30 วัน

3.5.2 จำนวนวันทอดยอด 50 เปอร์เซ็นต์ นับจากวันที่มีต้นเมล่อนทอดยอด 50 เปอร์เซ็นต์

3.5.3 ความยาวเถา สุ่มวัดความยาวเถาเมื่อเก็บผลผลิตแล้วโดยวัดจากโคนถึงปลายยอดเถา

3.5.4 จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ นับจากวันที่มีต้นเมล่อนที่ออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์

3.5.5 จำนวนวันเก็บเกี่ยว 50 เปอร์เซ็นต์ นับจากวันที่มีต้นเมล่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต 50 เปอร์เซ็นต์

3.5.6 น้ำหนักผล ชั่งน้ำหนักผลของเมล่อน

3.5.7 ความหวาน โดยใช้เครื่องวัดความหวานแบบกลิ้งส่อง (Brix Refractometer) ยี่ห้อ PONPE 520BR

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลจากสูตรที่ใช้ในการทดลองโดยคำนวณค่าเฉลี่ยของข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลวิเคราะห์หาความแปรปรวน (One way ANOVA) ของข้อมูลโดยใช้วิธีการ Duncan's multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลการวิจัย

การศึกษผลของการใช้ปุ๋ยหมักบ่อเทืองต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของเมล่อน ผลการศึกษาอธิบายได้ดังนี้

1. การเจริญเติบโตของเมล่อน

การเจริญเติบโตของเมล่อนที่ปลูกในดินดำโดยใช้ปุ๋ยหมักบ่อเทืองปรับปรุงดินต่างกัน 5 ระดับ พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักบ่อเทือง 0, 15, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ทำให้จำนวนต้นกล้ารอดตายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

โดยดินต่างผสมปุ๋ยหมักปอเทืองที่ทำให้จำนวนต้นกล้ารอดตายมากที่สุด คือ 75, 50, 25 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีค่า 100.00, 100.00, 99.53 และ 99.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการไม่ใช้ปุ๋ยหมักปอเทือง ซึ่งมีจำนวนต้นกล้ารอดตาย 93.00 เปอร์เซ็นต์ จำนวนวันทอดยอด 50 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยดินต่างผสมปุ๋ยหมักปอเทืองที่ทำให้จำนวนวันทอดยอด 50 เปอร์เซ็นต์ เร็วที่สุด คือ 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่า 14.77, 15.47 และ 15.57 วัน ตามลำดับ เมื่อเทียบกับที่ผสมปุ๋ยหมักปอเทือง 15 เปอร์เซ็นต์ และไม่ใช้ปุ๋ยหมักปอเทือง ซึ่งมีจำนวนวันทอดยอด 50 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 16.57 และ 17.89 วัน และความยาวเถาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยดินต่างผสมปุ๋ยหมักปอเทืองที่ทำให้ความยาวเถายาวที่สุด คือ 75 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่า 2.04 และ 1.88 เมตร รองลงมา คือ ที่ผสมปุ๋ยหมักปอเทือง 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่า 1.45 เมตร เทียบกับที่ผสมปุ๋ยหมักปอเทือง 15 เปอร์เซ็นต์ และไม่ใช้ปุ๋ยหมักปอเทือง ซึ่งมีความยาวเถา เท่ากับ 0.87 และ 0.67 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนต้นกล้ารอดตาย จำนวนวันทอดยอด 50 เปอร์เซ็นต์ และความยาวเถาของเมล่อน

ปริมาณปุ๋ยหมักปอเทือง	จำนวนต้นกล้ารอดตาย (%)	จำนวนวันทอดยอด 50% (วัน)	ความยาวเถา (เมตร)
0%	93.00 ^b	17.89 ^c	0.67 ^c
15%	99.16 ^a	16.57 ^b	0.87 ^c
25%	99.53 ^a	15.39 ^{ab}	1.45 ^b
50%	100.00 ^a	15.47 ^{ab}	1.88 ^a
75%	100.00 ^a	14.77 ^a	2.04 ^a
F-test	**	**	**
C.V. (%)	2.88	7.24	41.95

หมายเหตุ: ^{abc} คือ อักษรตามแถวแนวดิ่งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยดินต่างผสม ปุ๋ยหมักปอเทืองที่ทำให้จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ เร็วที่สุด คือ 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่า 33.22, 34.24 และ 34.89 วัน ตามลำดับ เมื่อเทียบกับที่ผสมปุ๋ยหมักปอเทือง 15 เปอร์เซ็นต์ และไม่ใช้ปุ๋ยหมักปอเทือง ซึ่งมีจำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 39.93 และ 40.87 วัน และจำนวนวันเก็บเกี่ยว 50 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยดินต่างผสมปุ๋ยหมักปอเทืองที่ทำให้จำนวนวันเก็บเกี่ยว 50 เปอร์เซ็นต์ เร็วที่สุด คือ 75, 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่า 73.21, 73.87 และ 77.85 วัน ตามลำดับ เมื่อเทียบกับที่ผสมปุ๋ยหมักปอเทือง 15 เปอร์เซ็นต์ และไม่ใช้ปุ๋ยหมักปอเทือง ซึ่งมีจำนวนวันเก็บเกี่ยว 50 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 82.73 และ 84.19 วัน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ และจำนวนวันเก็บเกี่ยว 50 เปอร์เซ็นต์ของเมล่อน

ปริมาณปุ๋ยหมักปอเทือง	จำนวนวันออกดอก 50 % (วัน)	จำนวนวันเก็บเกี่ยว 50 % (วัน)
0%	40.87 ^b	84.19 ^c
15%	39.93 ^b	82.73 ^c
25%	34.89 ^a	77.85 ^b
50%	34.24 ^a	73.87 ^{ab}
75%	33.22 ^a	73.21 ^a
F-test	**	**
C.V. (%)	9.03	6.01

หมายเหตุ:-^{abc} คือ อักษรตามแถวแนวดิ่งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)
วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

2. ปริมาณและคุณภาพผลผลิตของเมล่อน

ปริมาณและคุณภาพผลผลิตของเมล่อนที่ปลูกในดินต่างโดยใช้ปุ๋ยหมักปอเทืองปรับปรุงดินต่างกัน 5 ระดับ พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักปอเทือง 0, 15, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำหนักผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยดินต่างผสมปุ๋ยหมักปอเทืองที่ทำให้น้ำหนักผลมากที่สุด คือ 75 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่า 985.00 และ 860.67 กรัม น้ำหนักผลรองลงมา คือ ที่ใช้ปุ๋ยหมักปอเทือง 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่า 558.78 กรัม เมื่อเทียบกับที่ผสมปุ๋ยหมักปอเทือง 15 เปอร์เซ็นต์ และไม่ใช้ปุ๋ยหมักปอเทือง ซึ่งมีน้ำหนักผล เท่ากับ 250.46 และ 157.96 กรัม และความหวานของเมล่อนที่ปลูกในดินต่างโดยใช้ปุ๋ยหมักปอเทืองปรับปรุงดินต่างกัน 5 ระดับ พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักปอเทือง 0, 15, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความหวานไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 น้ำหนักผล และความหวานของเมล่อน

ปริมาณปุ๋ยหมักปอเทือง	น้ำหนักผล (กรัม)	ความหวาน (% Brix)
0%	157.96 ^c	13.27
15%	250.46 ^c	14.04
25%	558.78 ^b	14.28
50%	860.67 ^a	14.24
75%	985.00 ^a	14.21
F-test	**	ns
C.V. (%)	60.91	2.81

หมายเหตุ:-^{abc} คือ อักษรตามแถวแนวดิ่งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)
และ ns คือ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) วิเคราะห์โดยวิธี DMRT

การอภิปรายผล

จากการศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยหมักปอเทืองต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของเมล่อน ทำให้คุณสมบัติทางเคมีของดินดีขึ้นตามปริมาณการผสมปุ๋ยหมักปอเทืองกับดินต่าง เนื่องจากดินมีความเป็นด่าง และอนุภาคของดิน กระเจิงทำให้ดินแน่นทึบเป็นผลให้การซึมผ่านของน้ำเกิดได้น้อย กระบวนการปรับสภาพดินในระบบนิเวศธรรมชาติที่มีจุลินทรีย์เป็นตัวรับสมดุลเกิดได้น้อย การเติมสิ่งหมักหรือปุ๋ยหมักที่มีความเป็นกรดทำให้ค่า pH ของดินต่ำลง และสิ่งประกอบในการหมักเมื่อผสมกับเนื้อดินต่างทำให้อนุภาคดินจับตัวกันเป็นเม็ดดิน จึงทำให้ดินมีความพรุนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ดินมีการถ่ายเทของอากาศมากขึ้น ทำให้จุลินทรีย์ทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ จึงทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มขึ้น อีกทั้งปอเทืองมีธาตุอาหารสูง และวัสดุประกอบการหมักอื่นๆ ทำให้คุณสมบัติทางเคมีของดินสูงตามไปด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของ กรมพัฒนาที่ดิน (2558); กรวิชัย และคณะ (2560) และ วิณกร และวนิดา (2562) กล่าวว่า การปรับปรุงดินด้วยวัสดุกลุ่มพืชตระกูลถั่ว และตระกูลปอทำให้คุณสมบัติทางเคมีของดินดีขึ้น การใช้ปอเทืองระยะออกดอกแบบไถกลบ และปุ๋ยหมักปอเทืองในการปรับปรุงดินต่างเพื่อผลิตผักคะน้า และหลัาเนเปียร์ปากช่อง 1 ทำให้คุณสมบัติทางเคมีของดินดีขึ้น และทำให้ผลผลิตของพืช 2 ชนิดนี้สูงขึ้น

เมล่อนที่ปลูกในดินต่างโดยใช้ปุ๋ยหมักปอเทืองระดับต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 15, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การใช้ปุ๋ยหมักปอเทือง 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลทำให้ จำนวนต้นกล้ารอดตาย จำนวนวันทอดยอด 50 เปอร์เซ็นต์ ความยาวเถา จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวนวันเก็บเกี่ยว 50 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักผลดีที่สุด เป็นเพราะดินต่างมีค่า pH สูง (pH 8 ขึ้นไป) และมีปริมาณธาตุอาหารสำคัญที่พืชต้องการต่ำ โดยเฉพาะธาตุอาหารหลัก ดินต่างยังมีความเหนียวเมื่อโดนน้ำ และจำตัวเป็นก้อนแข็งเมื่อขาดน้ำ สอดคล้องกับการศึกษาของสัมฤทธิ์ (2538); กรมพัฒนาที่ดิน (2558); วิณกร และวนิดา (2562) ที่ว่าคุณภาพของดินเช่นนี้ทำให้ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชลดลงและพืชดูดไปใช้ได้้น้อย ถ้ามีการเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน และการทำให้ดินมีความพรุนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น ดังนั้น การปรับปรุงดินต่างด้วยปุ๋ยหมักปอเทืองทำให้ดินมีความซุย ธาตุอาหารเพิ่มขึ้น จึงทำให้เมล่อนเจริญเติบโตดี และน้ำหนักผลดีตามปริมาณที่ใช้มากขึ้น และยังสอดคล้องกับการศึกษาของกรวิชัย และคณะ (2560) และทักษะ และคณะ (2560) ที่ว่าการใช้ปุ๋ยหมักปอเทือง และมูลโคในการปลูกคะน้า และหลัาเนเปียร์ปากช่อง 1 พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักและมูลโคในการปรับปรุงดินต่างปริมาณมากขึ้นส่งผลให้พืชทั้ง 2 ชนิด การเจริญเติบโตและผลผลิตมากกว่าที่ไม่ปรับปรุงดิน ส่วนความหวานที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การใช้ปุ๋ยหมักปอเทืองมีแนวโน้มที่จะเพิ่มความหวานของเมล่อน

บทสรุป

จากการศึกษาพบว่าการใช้ปุ๋ยหมักปอเทือง 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลทำให้ จำนวนต้นกล้ารอดตาย จำนวนวันทอดยอด 50 เปอร์เซ็นต์ ความยาวเถา จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวนวันเก็บเกี่ยว 50 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักผลดีที่สุด ส่วนความหวานทุกการใช้ปุ๋ยหมักปอเทืองทุกระดับไม่มีความแตกต่าง ดังนั้นดีที่สุด คือ การใช้ดินต่างผสมกับปุ๋ยหมักปอเทือง 75 เปอร์เซ็นต์ แต่เพื่อให้ประหยัดปุ๋ยหมักปอเทืองควรผสมปริมาณ 50 เปอร์เซ็นต์

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลงด้วยดีต้องขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์ปฏิบัติการอุดมศึกษาหนองแขวง และนักศึกษาสาขาวิชาเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่ร่วมดำเนินการศึกษาและให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. (2558). สถานการณ์ทรัพยากรดินและที่ดินของประเทศไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ
- กรวิชัย อุบัติ, ชินดนัย ปิ่นเพชร, วัฒนากร ที่รัก, วนิดา วัฒนพายัพกุล และสุชาดา สานุสันต์. (2560). ผลของการใช้ปุ๋ยคอกและถั่วเขียวในการผลิตผักคะน้า. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ “นวัตกรรมและเทคโนโลยีวิชาการ 2017. มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ จังหวัดบุรีรัมย์. สรุปร. A595-A601
- ศรีสุพรรณ หนูธรรม และภัทรพร ภักดีฉนวน. (2560). ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและผลผลิตของแตงร้าน 9 พันธุ์ในจังหวัดสงขลา. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 25(1): 35-45
- ทักษะ ชัยรินทร์, ทศพร ดิษฐ์, วัฒนากร ที่รัก, วนิดา วัฒนพายัพกุล, สุชาดา สานุสันต์ และปรีชา หลวงจำนง. (2560). ผลของการใช้ปุ๋ยคอกกับมูลโคในการผลิตเห็ดนางฟ้า. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ “นวัตกรรมและเทคโนโลยีวิชาการ 2017”. มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ จังหวัดบุรีรัมย์. สรุปร. A588-A594
- บุญแสน เตียวกุลธรรม. (2548). ปฐพีวิทยา. ค้นเมื่อ 25 มิถุนายน 2563.
http://elearning.nsruc.ac.th/web_elearning/soil/lesson_8_4.php
- วัฒนากร ที่รัก และวนิดา วัฒนพายัพกุล. (2562). อิทธิพลของปุ๋ยคอกต่อการผลิตและคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดนางฟ้า. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 27(5): 866-873
- สมฤทธิ์ เพ็ญจันทร์. (2538). แร่ธาตุอาหารพืชสวน. โรงพิมพ์ศิริกัญจน์ ออฟเซ็ท. ขอนแก่น.
- อภิชาติ ศรีสะอาด และสุพิงค์ ถิ่นเขาน้อย. (2558). เมล่อน&แคนตาลูปเงินล้าน. สำนักพิมพ์นาคาอินเตอร์มีเดีย. กรุงเทพฯ

Received: March 26, 2021; Revised: June 14, 2021; Accepted: July 7, 2021

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์และ SCMR ของอ้อยพันธุ์ที่แตกต่างกันในช่วง ระยะย่างปล้อง

Relationship between chlorophyll content and SCMR of diverse sugarcane genotypes in stalk elongation stage

วัชชिरะ สอนผา¹ พรทิพย์พา หาระโคตร¹ และณกรณ์ จงรังกลาง^{2*}

Wachira Sornpha¹, Pornthippa Harakotr¹ and Nakorn Jongrungklang^{2*}

¹ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น

² ศูนย์วิจัยอ้อยและน้ำตาลภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น

*Corresponding Author E mail: nuntawootjrk@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบัน ยังขาดองค์ความรู้เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์กับค่า SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) ของอ้อยพันธุ์ที่แตกต่างกันในช่วงระยะย่างปล้อง ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อระบุความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์กับค่า SCMR ของอ้อยพันธุ์ที่แตกต่างกัน จำนวน 22 พันธุ์ ในช่วงระยะย่างปล้อง ดำเนินการทดลอง ณ หนองพิไชย คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ศึกษาในสภาพกระถาง ใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยกำหนดให้พันธุ์อ้อยจำนวน 22 พันธุ์ ที่มีความแตกต่างกันทั้งชนิดและการเจริญเติบโตเป็นกรรมวิธีทดลอง เก็บข้อมูลปริมาณคลอโรฟิลล์และ SCMR เมื่ออ้อยมีอายุ 120 วันหลังปลูก และเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงและจำนวนหน่อตอออก เมื่ออ้อยอายุ 120 และ 150 วันหลังปลูก พบว่า อ้อยพันธุ์ที่แตกต่างกัน มีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์และ SCMR ในช่วงระยะย่างปล้อง โดยพบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างค่า SCMR และ ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ($r = 0.70^{**}$) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ($r = 0.69^{**}$) และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ($r = 0.44^*$) อย่างไรก็ตาม ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า SCMR และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี อยู่ในระดับที่ต่ำ ดังนั้น มีความเป็นไปได้ที่จะใช้ค่า SCMR ประเมินความแตกต่างของปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในช่วงระยะย่างปล้องของอ้อยพันธุ์ต่าง ๆ ได้ อีกทั้งพบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดและปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดและปริมาณคลอโรฟิลล์ บี แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี แม้ว่าพบความสัมพันธ์ระหว่าง SCMR และอัตราการเพิ่มความสูง แต่ค่าสหสัมพันธ์มีค่าต่ำและยอมรับได้ยาก ข้อมูลจากการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับการประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดและปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์อ้อยที่มีจำนวนประชากรมาก

คำสำคัญ: คลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี อัตราการเพิ่มความสูง จำนวนหน่อ

Abstract

To date, the knowledge of the relationship between chlorophyll content and SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) of diverse sugarcane genotypes during stalk elongation phase have been lacking. Therefore, the objective of this study was to indicate the relationship between chlorophyll content and SCMR of 22 diverse sugarcanes during elongation stage. Pot experiment was conducted at Agronomy research station, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. Completely Randomized Design (CRD) with 4 replications was used, diverse 22 genotypes based on typical and growth performance were assign as treatments. Chlorophyll content and SCMR were measured at 120 days after planting, and growth characters namely height and tiller numbers were recorded at 120 and 150 days after planting. The relationship between chlorophyll content and SCMR of 22 genotypes were found at elongation stage, positive correlations addressed between SCMR value and total chlorophyll ($r = 0.70^{**}$), chlorophyll a ($r = 0.69^{**}$) and chlorophyll b ($r = 0.44^*$) contents. However, correlation coefficient value between SCMR and chlorophyll b was low. As the result, SCMR value feasibly use to evaluate the difference of total chlorophyll and chlorophyll a contents among diverse sugarcane genotypes. In addition, there were positive correlation between total chlorophyll content and chlorophyll a, and between total chlorophyll content and chlorophyll b, whereas the relationship between chlorophyll a and chlorophyll b was not significant. Despite correlation between SCMR and height growth rate was found, but its correlation coefficient value was low and unacceptable. This information would be useful for screening total chlorophyll content and chlorophyll a especially in sugarcane breeding program with massive population work.

Keywords: Chlorophyll a, Chlorophyll b, Height growth rate, Tiller number

บทนำ

อ้อย (*Saccharum officinarum* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ซึ่งในปัจจุบันไทยส่งออกน้ำตาลได้เป็นอันดับ 2 ของโลก รองจากประเทศบราซิล ในปี พ.ศ. 2562 ประเทศไทยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวประมาณ 11.9 ล้านไร่ ผลผลิตอ้อยรวม 128.5 ล้านตัน สร้างผลผลิตน้ำตาลได้ประมาณ 13.7 ล้านตัน ใช้ในประเทศ 2.6 ล้านตัน ที่เหลือสร้างมูลค่าการส่งออกน้ำตาลได้กว่า 90,000 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) อย่างไรก็ตาม เพื่อการผลิตอ้อยอย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องเข้าใจลักษณะและปัจจัยที่มีผลต่อการให้ผลผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะทางสรีรวิทยาที่สำคัญยิ่งสำหรับการเจริญเติบโต (Taiz and Ziger, 2006) ซึ่งคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) เป็นเป็นองค์ประกอบสำคัญของการสังเคราะห์ด้วยแสง ทำหน้าที่ดูดกลืนแสงและส่งผ่านพลังงานแสงอาทิตย์ในพืชส่วนใหญ่ประกอบด้วย คลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll a) และคลอโรฟิลล์ บี (Chlorophyll b) (Willows, 2004) ในปัจจุบัน มีการใช้ลักษณะปริมาณรงควัตถุในใบบ่งบอกการเจริญเติบโตของอ้อย (นฤนาท, 2546; จิตาภา และคณะ, 2560) ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบอาจเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของอ้อย

ช่วงการเจริญเติบโตที่สำคัญช่วงหนึ่งที่ส่งผลต่อผลผลิตของอ้อย คือ ช่วงระยะย่างปล้อง (Elongation phase) (Mall et al., 2016) ซึ่งในระยะนี้อยู่ในช่วงอ้อยอายุ 120-270 วันหลังปลูก และในระยะนี้อ้อยจะสามารถเพิ่มความสูงได้ถึง 4-5 นิ้วต่อเดือน (Sanghera et al., 2019) ดังนั้น ในช่วงเวลาดังกล่าว หากอ้อยมีการเจริญเติบโตที่ดีก็จะสามารถให้ผลผลิตที่ดีได้ด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตาม การตรวจวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบอ้อยนั้นสามารถตรวจวัดได้แบบทางตรงและทางอ้อม โดยการตรวจวัดปริมาณคลอโรฟิลล์แบบทางตรงจะเป็นการเก็บตัวอย่างแบบทำลายต้น (Destructive sample) นำไปสกัดเนื้อเยื่อใบโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ตรวจวัด (Moran and Porath, 1980) แม้ว่าวิธีการนี้เป็นวิธีที่มีความแม่นยำสูง แต่วิธีการนี้ไม่เพียงต้องสูญเสียตัวอย่างต้นอ้อย ยังใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูงอีกด้วย และอีกวิธีการหนึ่ง คือ การตรวจวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ทางอ้อมโดยใช้เครื่อง SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) ซึ่งสามารถตรวจวัดข้อมูลได้รวดเร็ว ประหยัดเวลา และไม่เกิดการทำลายตัวอย่าง (Saberioon et al., 2014) แต่วิธีการนี้ก็มีข้อจำกัดในเรื่องความแม่นยำและไม่สามารถจำแนกถึงปริมาณคลอโรฟิลล์ชนิดต่าง ๆ ได้

ในปัจจุบัน ได้มีการรายงานองค์ความรู้การตรวจวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งแบบทางตรงและทางอ้อมในอ้อย โดย Bunphan et al. (2018) ได้ตรวจวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ และ SCMR ของอ้อยในช่วงอายุ 8 ถึง 12 เดือนหลังปลูก และพบความสัมพันธ์ของลักษณะทั้งสองในระยะดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ในระยะดังกล่าวเป็นระยะที่อ้อยมีการสะสมน้ำตาล และเกิดการสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Physiological maturity) (Mall et al., 2016) ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของ น้ำตาลที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงส่วนใหญ่ถูกสะสมเป็นความหวานในลำต้นอ้อย อาจกล่าวได้ว่า การศึกษาในช่วงนี้มีความเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตทางลำต้นของอ้อยน้อยมาก นอกจากนี้ Jangpromma et al. (2010) ได้พบความสัมพันธ์ระหว่าง SCMR และปริมาณคลอโรฟิลล์ในอ้อย ในอ้อยอายุ 3 เดือนที่ขาน้ำ 10 วันในช่วงต้นของการเจริญเติบโต ซึ่งอ้อยที่ได้ทำการศึกษายู่ในระยะแตกกอ อีกทั้ง ค่า SCMR ในอ้อยที่ขาน้ำในช่วงต้นของการเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์กับจำนวนหน่อของอ้อยในระยะแตกกอ (จิตาภา และคณะ, 2560) และ Silva et al. (2007) ตรวจวัดค่า SCMR ในช่วงระยะย่างปล้อง (180-260 วันหลังปลูก) ในอ้อย 8 สายพันธุ์ที่มีความแตกต่างกันภายใต้สภาพไม่ขาน้ำและขาน้ำ พบว่าอ้อยพันธุ์ต่าง ๆ มีค่า SCMR แตกต่างกัน และพบความแตกต่างในสภาพที่ได้รับน้ำแตกต่างกันด้วย ดังนั้นลักษณะ SCMR จึงมีความเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ประเมินในช่วงย่างปล้องและเหมาะสมสำหรับการคัดเลือกพันธุ์อ้อยให้ทนทานต่อความแห้งแล้ง

อย่างไรก็ตาม การศึกษาความสัมพันธ์ของวิธีการตรวจวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ทางตรง และทางอ้อม (SCMR) ที่ผ่านมา ยังขาดการรายงานความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทั้งสองในช่วงระยะย่างปล้อง (อายุอ้อย 120 วันหลังปลูก) ในอ้อยที่มีความหลากหลายของพันธุ์กรรม และการส่งเสริมการเจริญเติบโตของปริมาณคลอโรฟิลล์ในช่วงดังกล่าว ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อระบุความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์และ SCMR ของอ้อยพันธุ์ที่ต่างกัน ในช่วงระยะย่างปล้อง และความสัมพันธ์ของปริมาณคลอโรฟิลล์และการเจริญเติบโตของอ้อย ซึ่งองค์ความรู้ดังกล่าว จะช่วยให้เข้าใจศักยภาพของเครื่องมือในการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของอ้อย รวมถึงทราบลักษณะที่สามารถใช้ตรวจวัดการเจริญเติบโตของอ้อยทางอ้อมในระยะย่างปล้องนี้ด้วย

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

สถานที่ทดลองและแผนการทดลอง

การทดลองนี้ทำการศึกษานในสภาพกระถางขนาดใหญ่ (บ่อซีเมนต์) กระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร ความสูง 100 เซนติเมตร โดยในแต่ละกระถางใส่ดินเท่ากัน ในปริมาณ 602 กิโลกรัมต่อกระถาง ให้ได้ความสูงของดิน 80 เซนติเมตร ซึ่งแบ่งบรรจุดินเป็น 8 ชั้น ๆ ละ 10 เซนติเมตร โดยแต่ละชั้นใส่ดินน้ำหนัก 75.25 กิโลกรัม ดินที่ใช้เป็นดินชุดยโสธร ดำเนินการทดลอง ณ หนองพิชัย คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ใช้แผนการทดลองแบบ Completely

Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยกำหนดให้พันธุ์ที่แตกต่างกันเป็นกรรมวิธีทดลอง จำนวน 22 พันธุ์ ได้แก่ UT6, UT5, UT4, UT3, TPJ04-768, F03-362, KK08-059, KK09-0939, KK07-037, 85-2-352, SP80, K84-200, K88-92, LK92-11, KK07-250, KK08-0358, KK07-599, F152, Singapore, SP50, UTj10-19 และ Malaysia (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 รายชื่อพันธุ์อ้อย ชนิดอ้อยที่ใช้ศึกษา จำนวน 22 พันธุ์

ลำดับ	พันธุ์	ชนิดอ้อยและลักษณะการเจริญเติบโต	ลำดับ	พันธุ์	ชนิดอ้อยและลักษณะการเจริญเติบโต
1	UT6	อ้อยโรงงาน งอกเร็ว เจริญเติบโตเร็ว แตกกอน้อย	12	K84-200	อ้อยโรงงาน งอกปานกลาง เจริญเติบโตปานกลาง
2	UT5	อ้อยโรงงาน งอกเร็ว เจริญเติบโตเร็ว แตกกอดี ออกดอกเร็ว	13	K88-92	อ้อยโรงงาน งอกปานกลาง เจริญเติบโตปานกลาง แตกกอน้อย
3	UT4	อ้อยโรงงาน งอกปานกลาง เจริญเติบโตปานกลาง	14	LK92-11	อ้อยโรงงาน งอกปานกลาง เจริญเติบโตค่อนข้างช้า-ปานกลาง
4	UT3	อ้อยโรงงาน งอกเร็ว เจริญเติบโตปานกลาง	15	KK08-0358	อ้อยโรงงาน งอกเร็ว เจริญเติบโตเร็ว
5	TPJ04-768	อ้อยอเนกประสงค์ งอกช้า เจริญเติบโตปานกลาง	16	KK07-250	อ้อยโรงงาน งอกช้า เจริญเติบโตปานกลาง
6	F03-362	อ้อยอาหารสัตว์ งอกปานกลาง เจริญเติบโตเร็ว แตกกอดี ออกดอกเร็ว	17	KK07-599	อ้อยโรงงาน งอกเร็ว เจริญเติบโตปานกลาง-เร็ว
7	KK08-059	อ้อยโรงงาน งอกเร็ว เจริญเติบโตเร็ว	18	F152	อ้อยโรงงาน งอกช้า เจริญเติบโตช้า
8	KK09-0939	อ้อยโรงงาน งอกเร็ว เจริญเติบโตเร็ว	19	Singapore	อ้อยคั้นน้ำ งอกช้า เจริญเติบโตปานกลาง
9	KK07-037	อ้อยโรงงาน งอกเร็ว เจริญเติบโตเร็ว	20	SP50	อ้อยคั้นน้ำ งอกเร็ว เจริญเติบโตปานกลางเจริญ
10	85-2-352	อ้อยโรงงาน งอกปานกลาง เจริญเติบโตปานกลาง	21	UTj10-19	อ้อยคั้นน้ำ งอกปานกลาง เจริญเติบโตปานกลาง
11	SP80	อ้อยโรงงาน งอกปานกลาง เจริญเติบโตปานกลาง	22	Malaysia	อ้อยคั้นน้ำ งอกปานกลาง เจริญเติบโตปานกลาง

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (2558) และกรมวิชาการเกษตร (2564)

การปลูกและการดูแลรักษา

เตรียมท่อนพันธุ์อ้อยทั้ง 22 พันธุ์ โดยใช้ท่อนพันธุ์อายุ 12 เดือน ตัดข้อตาอ้อยให้มีระยะห่างจากตาต้นละ 1.5 นิ้ว แล้วนำข้อตามาเพาะในถุงชำขนาด 2 x 6 นิ้ว โดยใช้กากตะกอนหมักกรองเป็นวัสดุปลูกในการเพาะกล้าพันธุ์อ้อย จากนั้น เมื่ออ้อยอายุได้ 14 วันหลังปลูก คัดเลือกต้นกล้าอ้อยที่แข็งแรงและความสม่ำเสมอ นำไปย้ายปลูกในกระถางบ่อซีเมนต์ที่เตรียมไว้ พร้อมใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 สูตร 15-15-15 อัตรา 0.1 กรัมต่อกระถาง ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ช่วงอายุ 2 เดือน สูตร 15-15-15 อัตรา 0.1 กรัมต่อกระถาง และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 ช่วงอายุ 4 เดือน สูตร 46-0-0 15 อัตรา 0.1 กรัมต่อกระถาง กำจัดวัชพืชโดยการถอนด้วยมือ ให้น้ำแก่อ้อยตามความต้องการน้ำของอ้อยรายวัน คำนวณจากความต้องการน้ำของอ้อย ซึ่งคำนวณได้ตามวิธีของ (Songsri et al., 2009; Jangpromma et al., 2010) ดังสมการที่ 1

$$ET \text{ crop} = ETo \times Kc \quad (1)$$

ความหมาย ET crop = ความต้องการน้ำของพืช (มิลลิเมตรต่อวัน)

ETo = การคายระเหยน้ำอ้างอิงจากการคำนวณโดยวิธี Pan Evaporation method

Kc = สัมประสิทธิ์ของความต้องการน้ำของอ้อย

ข้อมูลที่ใช้การตรวจวัด

เก็บข้อมูล SCMR ด้วยเครื่อง SPAD-502 chlorophyll meter (Minolta SPAD502 meter Tokyo, Japan) ช่วงเวลา 09.00-11.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่พลังงานรังสีดวงอาทิตย์มีค่าสูงและใบอ้อยมีกิจกรรมทางสรีรวิทยาจากการรับแสงแล้ว โดยเก็บข้อมูลที่ลำต้นหลักของอ้อย เก็บตรงตำแหน่งกลางใบของใบลำดับที่ 2 ที่แผ่ขยายเต็ม เก็บข้อมูลวันที่ 120 วันหลังปลูกซึ่งอ้อยเข้าสู่ช่วงระยะย่างปล้อง

ข้อมูลปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบแบบทางตรง วัดในวันเดียวกันกับวันที่เก็บ SCMR โดยตัดใบอ้อยขนาด 2 ตารางเซนติเมตร ตัดจากการตำแหน่งเดียวกันกับที่ใช้วัด SCMR นำตัวอย่างชิ้นใบอ้อยใส่ในถุงซิปล็อกในกล่องน้ำแข็ง ช่วงเวลาทำ 11.00-12.00 น. เมื่อนำตัวอย่างมาถึงห้องปฏิบัติการ ตัดตัวอย่างใบอ้อยให้เหลือขนาด 1 ตารางเซนติเมตร นำชิ้นตัวอย่างที่ตัดใส่หลอดทดลองที่ห่อไว้ด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์เพื่อไม่ให้แสงเข้า นำสาร N,N-Dimethylformamide ใส่ในหลอดทดลองในปริมาณ 5 มิลลิลิตร ปิดหลอดทดลองพาราฟิล์มให้มิดชิดเพื่อป้องกันสารระเหยออกมา แล้วปิดหลอดด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์อีก 1 ชั้น ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง เพื่อให้สาร N,N-Dimethylformamide สกัดคลอโรฟิลล์ใบอ้อย แล้วนำไปตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายด้วยเครื่อง Spectrophotometer โดยวัดทุกตัวอย่างที่ความยาวคลื่นแสง 647 นาโนเมตร และ 664 นาโนเมตร คำนวณ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ, บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ตามวิธีของ Moran (1982) และ Jangpromma et al. (2010) ดังสูตร

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ} &= 12.64A_{664} - 2.99A_{647} \\ \text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี} &= -5.6A_{664} + 23.24A_{647} \\ \text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด} &= 7.04A_{664} + 20.27A_{647} \end{aligned} \quad (2)$$

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของอ้อย ได้แก่ ความสูงต้นและจำนวนหน่อ เก็บข้อมูลเมื่ออ้อยอายุ 120 และ 150 วันหลังปลูก วัดความสูงของต้นอ้อยทุกพันธุ์ในแต่ละซ้ำ วัดที่ตำแหน่งลำต้นหลัก โดยวัดจากโคนต้น (ชิดดิน) ขึ้นไปจนถึงตำแหน่งคอใบสุดท้ายที่ปรากฏ ด้วยไม้เมตรมีหน่วยเป็นเซนติเมตร จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย นำข้อมูลความสูงเฉลี่ยไปคำนวณอัตราการเพิ่มความสูงรายวัน (Height growth rate per day) โดยคำนวณตามสมการที่ 3 (จิตาภา และคณะ, 2560)

$$\text{Height growth rate} = H2 - H1 / t2 - t1 \quad (3)$$

โดย H = ความสูงของต้นอ้อย (H2 ความสูงที่อายุ 150 วันหลังปลูก, H1 ความสูงที่อายุ 120 วันหลังปลูก)

t = เวลา (t2 อายุอ้อย 150 วันหลังปลูก, t1 อายุอ้อย 120 วันหลังปลูก)

จำนวนหน่อตอก (ถ้าอ้อยสร้างลำแล้วคือ จำนวนลำตอก) ของต้นอ้อยทุกพันธุ์ในแต่ละซ้ำ โดยนับจำนวนลำต้นในกอที่มีการย้ายปล้องแล้วรวมกับจำนวนหน่อที่โผล่เหนือดิน จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์หาความแปรปรวนในทุกลักษณะตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least significant difference (LSD) ด้วยโปรแกรม Statistix 8 ที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ เปรียบเทียบอัตราความสูงรายวันและจำนวนหน่อตอกในแต่ละพันธุ์จากค่า Standard error และหาความสัมพันธ์ของลักษณะต่าง ๆ ด้วย Simple correlation

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ปริมาณคลอโรฟิลล์และค่า SCMR และความสัมพันธ์ของลักษณะเหล่านี้

อ้อยทั้ง 22 พันธุ์ มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และค่า SCMR ที่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยพบว่าพันธุ์ที่มีความโดดเด่นในลักษณะปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ได้แก่พันธุ์ K88-92, 85-2-352, TPJ04-768, KK08-0358 และ SP80 ส่วนพันธุ์ UT3 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี สูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ ซึ่งพันธุ์ที่โดดเด่นในลักษณะปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด 85-2-352, K88-92, TPJ04-768 และ UT3 และพันธุ์ที่มีค่า SCMR สูงโดดเด่น ได้แก่ พันธุ์ 85-2-352, KK08-0358 และ K88-92 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และค่า SCMR ของอ้อย 22 พันธุ์ ในระยะย้ายปล้อง (120 วันหลังปลูก)

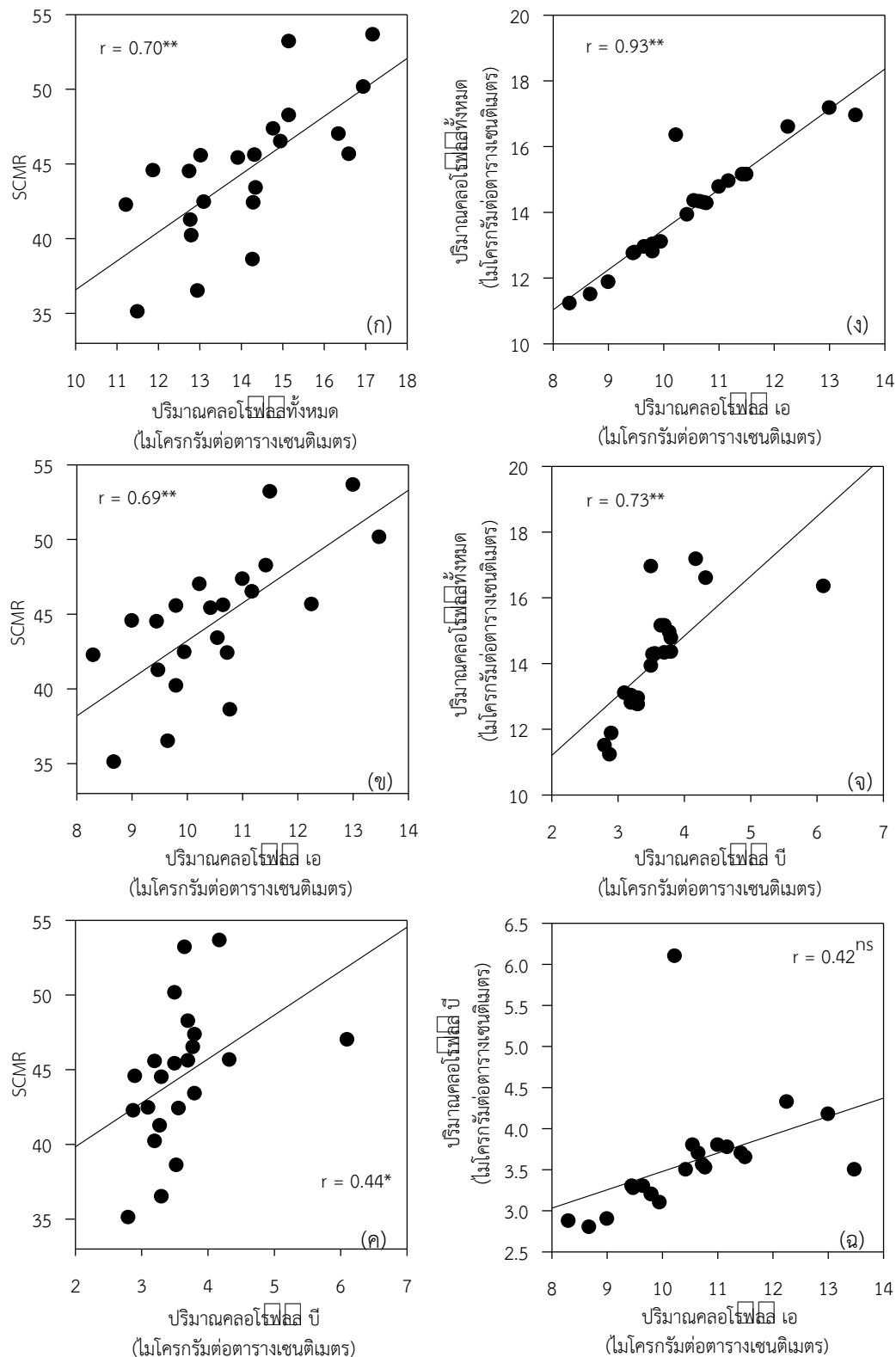
พันธุ์อ้อย	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ		ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี		ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด		SCMR	
	(ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร)		(ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร)		(ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร)			
UT6	9.8	d-g	3.2	bc	13.0	c-f	45.6	c-f
UT5	11.2	bcd	3.8	bc	15.0	abc	46.5	b-f
UT4	8.3	g	2.9	bc	11.2	f	42.3	d-h
UT3	10.2	c-g	6.1	a	16.4	ab	47.0	a-f
TPJ04-768	12.3	abc	4.3	b	16.6	ab	45.7	c-f
F03-362	8.7	fg	2.8	c	11.5	ef	35.1	i
KK08-059	9.0	efg	2.9	bc	11.9	def	44.6	c-g
KK09-0939	9.8	d-g	3.2	bc	12.8	c-f	40.2	f-i
KK07-037	10.6	c-f	3.8	bc	14.4	a-e	43.4	c-h
85-2-352	13.0	ab	4.2	bc	17.2	a	53.7	a
SP80	11.4	a-d	3.7	bc	15.2	abc	48.3	a-d
K84-200	9.5	d-g	3.3	bc	12.8	c-f	44.5	c-g
K88-92	13.5	a	3.5	bc	17.0	a	50.2	abc
LK92-11	10.8	cde	3.5	bc	14.3	a-e	38.6	ghi
KK08-0358	11.5	a-d	3.7	bc	15.2	abc	53.2	ab
KK07-250	10.7	c-f	3.7	bc	14.3	a-e	45.6	c-g

พันธุ์อ้อย	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ		ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี		ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด		SCMR	
	(ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร)		(ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร)		(ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร)			
KK07-599	10.4	c-f	3.5	bc	13.9	b-f	45.4	c-g
F152	11.0	b-e	3.8	bc	14.8	a-d	47.4	a-e
Singapore	9.5	d-g	3.3	bc	12.8	c-f	41.3	e-i
SP50	10.0	d-g	3.1	bc	13.1	c-f	42.5	d-h
UTj10-19	9.7	d-g	3.3	bc	13.0	c-f	36.5	hi
Malaysia	10.7	c-f	3.6	bc	14.3	a-e	42.4	d-h
F-test	**		*		**		**	
CV	13.94		28.58		14.74		7.06	

หมายเหตุ: *,** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ และ $p < 0.01$ ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่แตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD ที่ $p < 0.05$

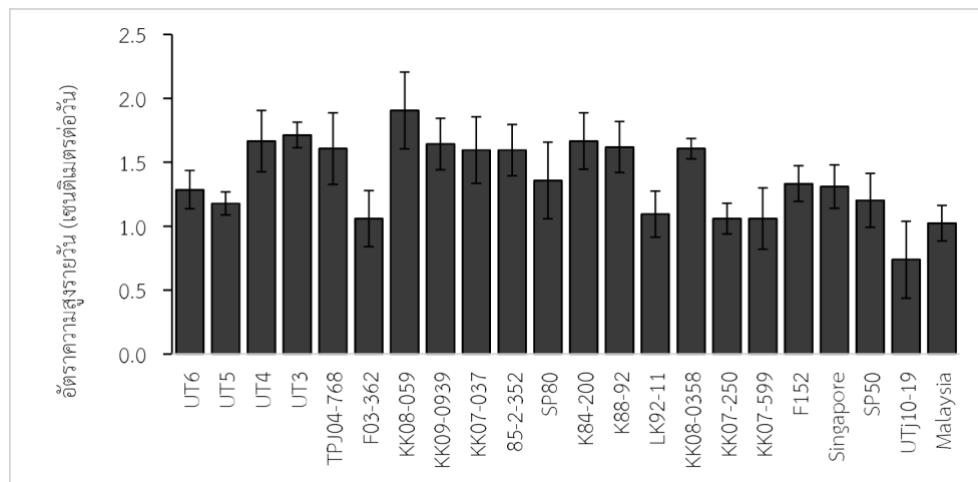
ในแง่ความสัมพันธ์ของลักษณะปริมาณคลอโรฟิลล์และ SCMR ในกลุ่มอ้อย 22 พันธุ์ พบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างค่า SCMR และ ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ($r = 0.70^{**}$) (รูปที่ 1ก) นอกจากนี้ ยังพบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างค่า SCMR และ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ($r = 0.69^{**}$) (รูปที่ 1ข) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าพบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างค่า SCMR และ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี แต่ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะดังกล่าวมีค่าต่ำ ($r = 0.44^*$) (รูปที่ 1ค) ดังนั้น ค่า SCMR ในช่วงย่างปล้องของอ้อยสามารถใช้สะท้อนปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในใบอ้อยได้ อีกทั้ง พบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ($r = 0.93^{**}$) (รูปที่ 1ง) และ ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ($r = 0.73^*$) (รูปที่ 1จ) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (รูปที่ 1ฉ)



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์และค่า SCMR ของอ้อย 22 พันธุ์ในระยะย่างปล้อง (ก) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดและค่า SCMR, (ข) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และค่า SCMR, (ค) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ บี และค่า SCMR, (ง) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด, (จ) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และ (ฉ) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี

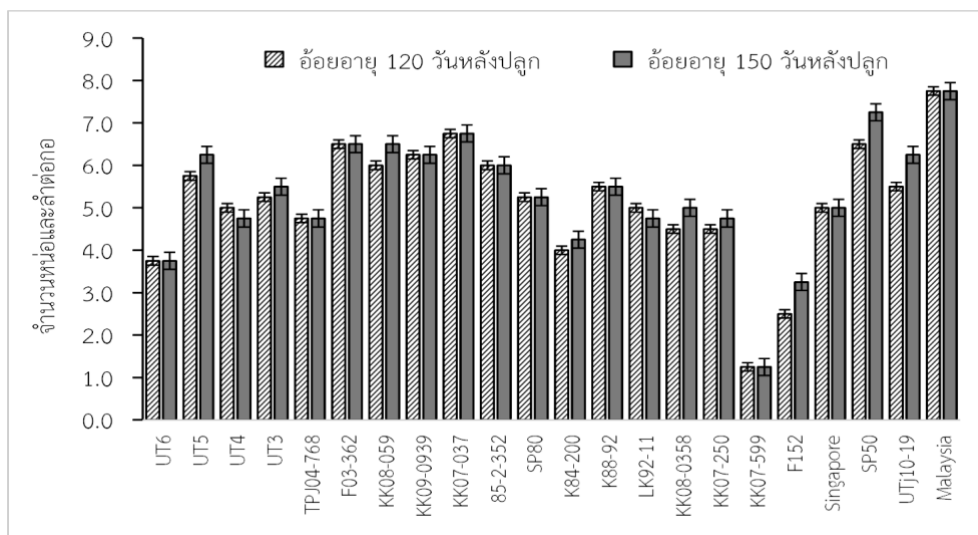
การเจริญเติบโต และความสัมพันธ์ของลักษณะการเจริญเติบโตและปริมาณคลอโรฟิลล์

อัตราการเพิ่มความสูงรายวันของอ้อยตั้งแต่อ้อยอายุ 120 ถึง 150 วันหลังปลูก ซึ่งอ้อย 22 พันธุ์ที่ทำการศึกษามีการเพิ่มความสูงเฉลี่ยรายวัน 1.38 เซนติเมตรต่อวัน อีกทั้ง อ้อย 22 พันธุ์มีอัตราการเพิ่มความสูงรายวันที่แตกต่างกัน โดยพันธุ์ที่มีอัตราการเพิ่มความสูงที่โดดเด่น คือพันธุ์ KK08-059, UT3, K84-200, K88-92, KK08-0358 และ UT4 ในทางตรงกันข้ามพันธุ์ที่มีอัตราการเพิ่มความสูงต่ำอย่างชัดเจนคือ พันธุ์ UTJ10-19, F03-362, Malaysia LK92-11, KK07-250 และ KK07-599 (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 อัตราการเพิ่มความสูงรายวันของอ้อย 22 พันธุ์ ในระยะอย่างปล้อง ตั้งแต่อ้อยอายุ 120 ถึง 150 วันหลังปลูก

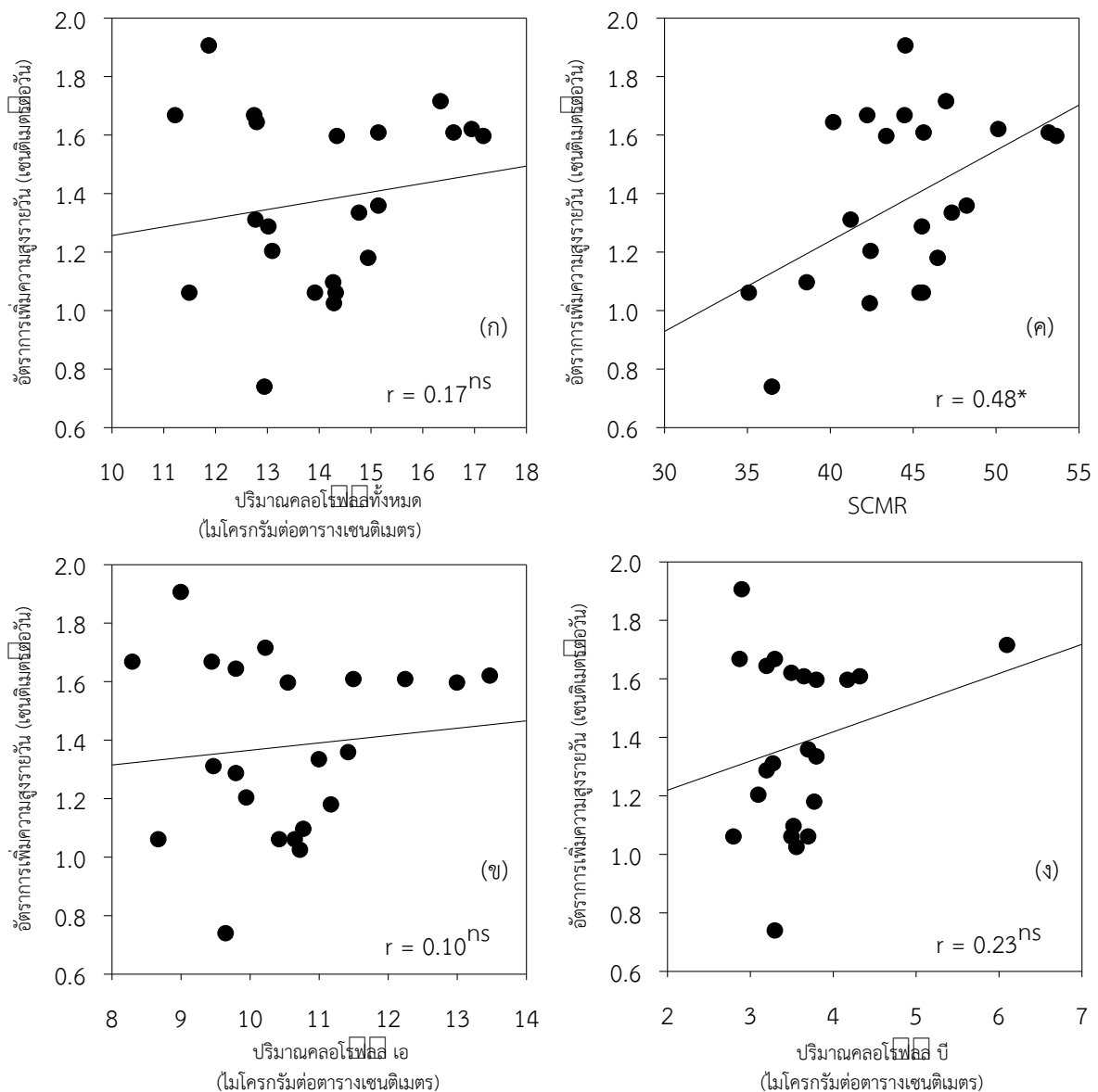
เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของลำและหน่อของอ้อยตอกอ (หน่อบวกลำ) พบว่าอ้อยส่วนใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของจำนวนหน่อ/ลำอ้อยตอกอในช่วงระยะที่อ้อยอายุ 120 ถึง 150 วันหลังปลูก มีเพียงอ้อย 6 พันธุ์ คือ UT5, KK08-059, KK08-0358, F152, SP50 และ UTJ10-19 เท่านั้น ที่ยังคงมีจำนวนหน่อเพิ่มขึ้น (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงจำนวนหน่อและลำของอ้อย 22 พันธุ์ ในระยะอย่างปล้อง เปรียบเทียบระหว่างอ้อยอายุ 120 และ 150 วันหลังปลูก

อย่างไรก็ตาม อ้อยทุกพันธุ์ในการทดลองนี้มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ในแง่ความสูงและจำนวนหน่อ และพบว่าบางพันธุ์มีการเพิ่มขึ้นในด้านความสูงอย่างมากและไม่เพิ่มจำนวนหน่อ (เช่น UT3, K84-200, K88-92 และ UT4) บางพันธุ์มีการเพิ่มความสูงอย่างมากและมีการสร้างหน่อเพิ่ม (เช่น KK08-059 และ KK08-0358) และมีบางพันธุ์ที่มีความสูงเพิ่มขึ้นไม่มากนัก เพราะยังคงมีการสร้างหน่อใหม่เพิ่ม (เช่น UTj10-19 และ SP50)

ไม่พบความสัมพันธ์ของลักษณะการเจริญเติบโตในแง่อัตราการเพิ่มความสูงรายวันและปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และ บี (รูปที่ 4 ก ข และ ง) และแม้ว่าอัตราการเพิ่มความสูงรายวันและค่า SCMR มีความสัมพันธ์ทางบวก แต่ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะดังกล่าวมีค่าต่ำ ($r = 0.48^*$) (รูปที่ 4ค) อีกทั้ง ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนหน่อและ SCMR ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และ บี (ไม่ได้แสดงข้อมูล)



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเพิ่มความสูงรายวันและปริมาณคลอโรฟิลล์และค่า SCMR ของอ้อย 22 พันธุ์ในระยะอย่างปล้อง (ก) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดและอัตราการเพิ่มความสูงรายวัน, (ข) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และอัตราการเพิ่มความสูงรายวัน, (ค) ความสัมพันธ์ระหว่างค่า SCMR และอัตราการเพิ่มความสูงรายวัน, (ง) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์บีและอัตราการเพิ่มความสูงรายวัน

คลอโรฟิลล์คือรงควัตถุที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง ระบบแสง 1 (PSI) และระบบแสง 2 (PSII) และต่อเนื่องไปถึงการให้ผลผลิตของพืชปลูก (Rong-hua et al., 2006) ปริมาณคลอโรฟิลล์ในเนื้อเยื่อใบอ้อยมีความแตกต่างกันออกไปในอ้อยพันธุ์ต่าง ๆ (Kamat and Singh, 2002) สัดส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในใบอ้อยมีค่าอยู่ประมาณ 2.5-3.0 เท่า (Islam and Begum, 2012) ซึ่งผลการทดลองอ้อย 22 พันธุ์นี้มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงกว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ประมาณ 3 เท่า นอกจากนี้ Islam and Begum (2012) ได้รายงานว่ารากอ้อยพันธุ์ต่าง ๆ ในระยะเก็บเกี่ยวมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดแตกต่างกัน อีกทั้ง ลักษณะ SCMR ของอ้อยพันธุ์ต่าง ๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Jangpromma et al., 2010) ซึ่ง SCMR เป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการแสดงออกของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง กล่าวคือลักษณะ SCMR แสดงถึงปริมาณรงควัตถุทางอ้อมในใบพืช ซึ่งรงควัตถุมีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง Silva et al. (2007) และ (da Silva et al., 2012) ให้ข้อเสนอแนะว่า ลักษณะ SCMR เป็นลักษณะที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้คัดเลือกพันธุ์อ้อยให้ทนทานต่อความแห้งแล้ง

ช่วงการเจริญเติบโตที่สามารถกำหนดผลผลิตได้อย่างระบะอย่างปถ่อง การศึกษานี้พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด คลอโรฟิลล์ เอ และ บี กับค่า SCMR ของอ้อย 22 พันธุ์ ซึ่งสอดคล้องกับ Jangpromma et al. (2010) ที่พบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดและ SCMR ในช่วงต้นของการเจริญเติบโตของอ้อย (อ้อยอายุ 90 และ 100 วันหลังปลูก) โดยแสดงค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะดังกล่าวเท่ากับ 0.78** และ 0.74** ตามลำดับ และพบค่าสหสัมพันธ์ที่สูงระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดและ SCMR ทั้งในชุดการทดลองของอ้อยจำนวน 15 พันธุ์ ($r=0.83^{**}$) (Radhamani et al., 2016) และอ้อยจำนวน 24 พันธุ์ ($r=0.90^{**}$) (Radhamani et al., 2013) อีกทั้ง ยังพบความสัมพันธ์ของลักษณะดังกล่าวในสภาพขาดน้ำอีกด้วย และในระยะอ้อยสะสมน้ำตาลและสุกแก่ ที่อ้อยอายุ 8-12 เดือนหลังปลูก Bunpun et al. (2018) พบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์และ SCMR โดยมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง 0.55*-0.78** ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ของการรายงานวิจัยที่ผ่านมาสอดคล้องกับการวิจัยนี้ที่พบความสัมพันธ์ในระบะอย่างปถ่อง

จิตภา และคณะ (2560) ได้รายงานว่าราก SCMR ในอ้อยมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการเจริญเติบโตของหน่ออ้อย ในระยะอ้อยแตกกอ ซึ่งค่าความเชี่ยวชาญของสีใบที่แสดงจากค่า SCMR จึงมีความเกี่ยวข้องกับแสดงออกของจำนวนหน่อต่อกอ อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยของงานทดลองนี้ พบว่าแม้พันธุ์อ้อยส่วนใหญ่ไม่มีการสร้างหน่อเพิ่มขึ้นแล้ว แต่ก็มีอ้อยบางพันธุ์ที่ยังคงแตกหน่ออยู่ในช่วงระหว่างเดือนที่ 4 ถึง 5 เดือนหลังปลูก ด้วยเหตุนี้ อาจจะทำให้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์กับอัตราการเพิ่มความสูง และพบค่าสหสัมพันธ์ต่ำสำหรับค่า SCMR และอัตราการเพิ่มความสูง ซึ่งปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ส่งเสริมอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงและการได้มาซึ่งอาหาร (Assimilate) จะถูกแบ่งส่งไปเสริมสร้างมวลชีวภาพในส่วนต่าง ๆ ซึ่งบางพันธุ์อาจจะมีสารอาหารที่เพียงพอปถ่อง หรือนำไปสร้างหน่อใหม่

บทสรุป

จากการศึกษาในครั้งนี้ พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์และ SCMR ในช่วงระบะอย่างปถ่อง โดยพบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างค่า SCMR และ ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี อย่างไรก็ตาม ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า SCMR และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี อยู่ในระดับที่ต่ำ ดังนั้น ค่า SCMR ในช่วงย่างปถ่องของอ้อยสามารถใช้บ่งบอกความแตกต่างของปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในใบอ้อยได้ อีกทั้ง พบความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด และระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณคลอโรฟิลล์ บี อย่างไรก็ตาม ไม่พบความสัมพันธ์ที่ยอมรับได้ระหว่างค่า SCMR และอัตราการเพิ่มความสูงของอ้อย และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์และอัตราการเพิ่มความสูงของอ้อย ซึ่งการเจริญเติบโตในระบะอย่างปถ่องของอ้อยมีความซับซ้อน มีหลายลักษณะที่เข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้น

จำเป็นต้องศึกษาลักษณะอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง การคายน้ำ ลักษณะราก และการแบ่งสันปันส่วนสารอาหาร เป็นต้น เพื่อให้เข้าใจการแสดงออกของการเจริญเติบโตในระยะยาวอย่างป่องได้อย่างชัดเจน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์วิจัยอ้อยและน้ำตาลภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และสาขาวิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และได้รับการสนับสนุนพันธุ์อ้อยจากศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร อีกทั้งขอขอบคุณนางสาวจิณณันท์ จันทร์ยอย ที่ดำเนินการช่วยเก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. (2564). บุคลากรในศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น และศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี. (สัมภาษณ์, 26 พฤษภาคม 2564).
- จิตาภา คงหินไธสง, พชริน สงศรี และ นันทวุฒิ จงรังกลาง. (2560). รูปแบบการเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของอ้อยต่อการจำลองความแห้งแล้งในระบบการปลูกอ้อยข้ามแล้ง. วารสารมหาวิทยาลัยนครสวรรค์:วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 25(2): 102-112.
- นฤนาท ชัยรังสี. (2546). การศึกษาสังเคราะห์ด้วยแสงของเรือนพุ่มอ้อย. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2562). สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตร (ข้อมูลพื้นฐาน) ปี 2562. ค้นเมื่อ 13 สิงหาคม 2563. <http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/ebook/2563/commodity2562.pdf>.
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. (2558). พันธุ์อ้อยในประเทศไทย. สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม และมหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- Bunphan D., Sinsiri N. and Wanna R. (2019). Application of SCMR and fluorescence for chlorophyll measurement in sugarcane. International Journal of GEOMATE. 16(56): 33-38.
- da Silva P.P., Soares L., da Costa J.G., Viana L.D.S., Farias de Andrade J.C., Goncalves E.R., dos Santos J.M. and Verissimo G. (2012). Path analysis for selection of drought tolerant sugarcane genotypes through physiological components. Industrial Crops and Products: 37: 11-19.
- Islam M.S. and Begum M.K. (2012). Comparative studies of chlorophyll content, yield and juice quality of eight sugarcane varieties. Journal of agroforestry and environment. 6(1): 121-124.
- Jangpromma N., Songsri P., Thammasirirak S. and Jaisil P. (2010). Rapid assessment of chlorophyll content in sugarcane using a SPAD chlorophyll meter across different water stress conditions. Asian Journal of Plant Sciences. 9(6): 368-374.
- Kamat D.N. and Singh J.R.P. (2002). Path analysis in sugarcane under rainfed condition. Indian Sugar 51: 795-797.

- Mall R. K., Sonkar G., Bhatt D., Sharma N.K., Baxla A.K. and Singh K.K. (2016). Managing impact of extreme weather events in sugarcane in different agro-climatic zones of Uttar Pradesh. *MAUSAM*. 67(1): 233-250.
- Moran R. (1982). Formulae for Determination of Chlorophyllous Pigments Extracted with N,N-Dimethylformamide. *Plant Physiology*. 69(6): 1376-1381.
- Moran R. and Porath. D. (1980). Chlorophyll Determination in Intact Tissues Using N,N-Dimethylformamide. *Plant Physiology*. 65(3): 478-479.
- Radhamani R. and Kannan R. (2013). Nondestructive and Rapid Estimation of Leaf Chlorophyll Content of Sugarcane using a SPAD Meter. *International Journal of Science and Research*. 5(4): 2392-2397.
- Radhamani R., Kannan R. and Rakkiyappan P. (2016). Leaf chlorophyll meter reading as an indicator for sugarcane yield under Iron deficient Typic Haplustert. *Sugar Tech*. 18(1): 61-66.
- Rong-hua L.I., Pei-pol G.U.O., Baumz M., Grando S. and Ceccarelli S. (2006). Evaluation of chlorophyll content and fluorescence parameters as indicators of drought tolerance in barley. *Agricultural Sciences in China*. 10: 551-557.
- Saberioon M.M., Amin M.S.M., Gholizadeh A. and Ezri M.H. (2014). A Review of Optical Methods for Assessing Nitrogen Contents During Rice Growth. *Applied engineering in Agriculture*. 30(4): 657-669.
- Sanghera, G. S., Malhotra, P. K., Singh, H., & Bhatt, R. (2019). Climate change impact in sugarcane agriculture and mitigation strategies. In *Harnessing Plant Biotechnology and Physiology to Stimulate Agricultural Growth*. Accessed 14 April 2021.
https://www.researchgate.net/publication/331894646_Climate_Change_Impact_in_Sugarcane_Agriculture_and_Mitigation_Strategies_Climate_Change_Impact_in_Sugarcane_Agriculture_and_Mitigation_Strategies
- Silva M.D.A., Jifon J.L., de Silva J.A.G. and Sharma V. (2007). Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. 19: 193-201.
- Songsri P., Jogloy S., Holbrook C.C., Kesmala T., Vorasoot N., Akkasaeng C. and Patanothai A. (2009). Association of root, specific leaf area and SPAD chlorophyll meter reading to water use efficiency of peanut under different available soil water. *Agricultural and Water Management*. 96: 790-798.
- Taiz L. and Zeiger E. (2006). *Plant physiology*. 4th ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc.
- Willows R. D. (2004). Chlorophylls. In Davies K.M. Editor. *Plant Pigments and their Manipulation*. Blackwell Publishing: Oxford. 23-56.

Received: May 3, 2021; Revised: July 4, 2021; Accepted: July 13, 2021

ประสิทธิภาพการย่อยได้คาร์โบไฮเดรตของฟางข้าวหมักในปลาอุกผสม
In vitro carbohydrate digestibility of fermented rice straw in
hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* X *C. gariepinus*)

ศุภลักษณ์ เกตุตากแดด^{1*} นิตยา ภูงาม¹ กฤติมา กษมาวุฒิ¹ สุริยา อุดตัง¹กลวัชร หาญมานพ¹ และญานิสสา สัตปานนท์¹Supalug Kattakdad^{1*}, Nittaya Phungam¹, Krittima Kasamawut¹, Suriya Udduang¹,
Kolawat Hanmanop¹ and Yanisa Satapanont¹¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ สุรินทร์

*Corresponding Author E-mail Address : supalug.ka@rmu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพการย่อยได้คาร์โบไฮเดรตของฟางข้าวหมักในปลาอุกผสมในห้องปฏิบัติการ โดยวางแผนการทดลองแบบ 4x5 แฟคทอเรียลแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยหมักฟางข้าวในสภาวะไร้อากาศร่วมกับการกำหนดปัจจัย 2 ปัจจัย ประกอบด้วยปัจจัยที่ 1 คือระยะเวลาการหมักที่ 0, 24, 48 และ 62 ชั่วโมง ปัจจัยที่ 2 คือ สารช่วยหมัก โดยการเติมน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4, 6 และ 8 % มีกลุ่มการทดลองทั้งหมด 20 กลุ่มการทดลอง กลุ่มการทดลองละ 6 ซ้ำ โดยนำตัวอย่างปลาอุกผสมน้ำหนักเฉลี่ย 161.54±10.96 กรัมต่อตัว มาสกัดเอนไซม์จากลำไส้ พบกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลส 0.344±0.043 Unit/mg protein และกิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลส 0.020±0.003 Unit/mg protein เมื่อทดสอบประสิทธิภาพการย่อยฟางข้าวหมักตามชุดการทดลอง พบว่า ระดับกากน้ำตาลและระยะเวลาในการหมักมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ของน้ำตาลมอลโตส (p<0.05) และยังพบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับกากน้ำตาลและระยะเวลาการหมักฟางข้าว (p<0.05) ซึ่งเมื่อเติมน้ำตาลระดับต่างกัน 5 ระดับแต่ไม่มีการหมักฟางข้าวพบว่า ไม่มีผลต่อการย่อยได้คาร์โบไฮเดรตซึ่งปลาอุกผสมสามารถย่อยคาร์โบไฮเดรตได้ 58.57-59.21 มิลลิกรัมมอลโตสต่อฟางข้าว 1 กรัม ระดับที่เหมาะสมในการหมักฟางข้าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยคาร์โบไฮเดรตของเอนไซม์ปลาอุกผสม คือ การเติมน้ำตาลที่ระดับ 2% ร่วมกับการหมักเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้จุลินทรีย์จากธรรมชาติ โดยมีค่าเท่ากับ 77.28±1.68 มิลลิกรัมมอลโตสต่อฟางข้าว 1 กรัม ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติเพื่อเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์จากฟางข้าวในอาหารปลาอุกผสมได้

คำสำคัญ: ฟางข้าว การหมัก ประสิทธิภาพการย่อยได้ ปลาอุกผสม

Abstract

The study of In vitro carbohydrate digestibility of fermented rice straw in hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* X *C. gariepinus*) was designed in 4x5 factorial in Completely randomized design. Rice straw was fermented under anaerobic conditions with two determining factors: the incubation time at 0, 24, 48 and 62 hours and addition of molasses at 0, 2, 4, 6 and 8% with 20 treatment groups and 6 repetitions per treatment groups. Hybrid catfish (161.54 ± 0.96 g) were extracted for digestive enzymes. The amylase specific activity was 0.344 ± 0.043 Unit/mg protein and cellulase specific activity was 0.020 ± 0.003 Unit/mg protein. In-vitro digestibility of carbohydrate was determined. It was found that molasses level and fermentation time had a significant influence on the carbohydrate digestibility ($p \leq 0.05$). The interaction between the molasses level and the fermentation time was also studied ($p \leq 0.05$). The addition of molasses at different levels without rice straw fermentation did not affect the carbohydrate digestibility. The hybrid catfish could digest carbohydrate 58.57-59.21 mg maltose/ g rice straw. The optimal level for fermentation of rice straw in improving the digestion efficiency of carbohydrate from hybrid catfish was considered to be the addition of 2% molasses with 24-hour fermentation by natural microorganisms. The value was 77.28 ± 1.68 mg maltose/g rice straw; this could be used as a practical guideline to increase the value and utilization of rice straw in hybrid catfish feed.

Keywords: Rice straw, Fermentation, In vitro digestibility, Hybrid catfish

บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยโดยในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณร้อยละ 20 ของพื้นที่ประเทศ เนื่องจากมีลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต หลังกระบวนการเก็บเกี่ยวข้าวก่อให้เกิดเศษเหลือทิ้งประเภทตอซังข้าวและฟางข้าวเฉลี่ยประมาณปีละ 42.33 ล้านตัน เกษตรกรจึงมักจัดการกับฟางข้าวและตอซังหลายวิธี เช่น ปล่อยทิ้งไว้กลางนา ไถกลบ เผาหลังการเก็บเกี่ยว ใช้เป็นเชื้อเพลิง ทำปุ๋ยหมักและนำไปเลี้ยงสัตว์ (พันธุ์ทิพย์ และปฐมพร, 2561) โดยในฟางข้าวประกอบไปด้วยโปรตีน 3.44% ไขมัน 1.88% เยื่อใย 37.48% ปริมาณเถ้า 12.30% และฟอสฟอรัส 0.11% ทั้งนี้องค์ประกอบทางเคมีในฟางข้าวยังแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ข้าว อายุการเก็บเกี่ยวและพื้นที่การเพาะปลูก ฟางข้าวเป็นวัสดุที่สามารถย่อยสลายได้แต่ค่อนข้างช้าสัตว์ที่ย่อยและใช้ประโยชน์จากวัสดุเหล่านี้จึงมักเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องที่มีจุลินทรีย์ในกระเพาะช่วยย่อยสลายเยื่อใย (วิชิต, 2554; Zhao, 2019) สำหรับสัตว์น้ำสามารถย่อยและดูดซึมสารอาหารจากฟางข้าวได้น้อยเนื่องจากฟางข้าวมีปริมาณเยื่อใยสูง อีกทั้งลักษณะลำต้นกลวงและมีปริมาณแลกติกแบคทีเรียต่ำ ดังนั้นจึงต้องใช้แบคทีเรียจากภายนอกและสารตั้งต้นในกระบวนการหมักที่สามารถปรับปรุงคุณค่าสารอาหาร และเพิ่มประสิทธิภาพของสิ่งเหลือทิ้งทางการเกษตรเหล่านี้ให้สามารถใช้ประโยชน์ด้านอาหารสัตว์น้ำได้ โดยสารเสริมที่นิยมใช้ร่วมกับการหมักฟางข้าว เช่น มูลสัตว์ ตะกอนน้ำเสีย น้ำทิ้งจากฟาร์มปศุสัตว์ ยูเรีย กากน้ำตาล แบคทีเรียและเอนไซม์ เป็นต้น (วิชิต, 2554; Iranzo et al., 2004; Li et al., 2008; Xing et. al., 2009; Li et al., 2010; Qian et al., 2014; Jian et. al., 2017)

ปลาตุ๊กตากล (Clarias macrocephalus X C. gariepinus) เป็นปลาน้ำจืดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นอันดับสองของประเทศไทยรองจากปลานิลทั้งเชิงผลผลิตและมูลค่า ในปี พ.ศ. 2560 มีการเพาะเลี้ยงปลาตุ๊กตาคิดเป็นร้อยละ 25.4 ของปลาน้ำจืดทุกชนิด หรือผลผลิต 105,100 ตัน คิดเป็นมูลค่า 5,126.6 ล้านบาท (กรมประมง, 2562) อีกทั้งยังกลายเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เนื่องจากสามารถเพาะขยายพันธุ์ได้ดี ลูกพันธุ์ที่ได้มีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว มีความต้านทานต่อโรคและปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี อีกทั้งยังสามารถกินอาหารได้ทุกชนิดทั้งพืชและสัตว์ จึงเป็นสาเหตุให้เลือกใช้ปลาตุ๊กตากลในการศึกษาครั้งนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะการหมักฟางข้าวที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยได้คาร์โบไฮเดรตจากฟางข้าวด้วยเอนไซม์ในลำไส้ปลาตุ๊กตากลในห้องปฏิบัติการ (In vitro digestibility) ซึ่งประสิทธิภาพการย่อยได้ในห้องปฏิบัติการเป็นวิธีการเบื้องต้นในการคัดเลือกวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำได้

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การเตรียมวัตถุดิบ

นำฟางข้าวสายพันธุ์ปากอำปิล จากพื้นที่การเพาะปลูกของเกษตรกร อำเภอกาบเชิง จังหวัดสุรินทร์ มาสับเป็นชิ้นขนาดประมาณ 2-3 เซนติเมตร โดยจัดกลุ่มการทดลองแบบ 4x5 แฟคทอเรียลแบบสุ่มสมบูรณ์ (4x5 factorial in CRD) ปัจจัยที่ 1 คือ ระยะเวลาการหมักที่ 0, 24, 48 และ 62 ชั่วโมง ปัจจัยที่ 2 คือ สารช่วยหมัก โดยการเติมน้ำตาลที่ระดับ 0, 2, 4, 6 และ 8% ผสมกับฟางข้าวน้ำหนัก 1 กิโลกรัม จากนั้นบรรจุฟางข้าวลงในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิท ใส่ภาชนะภายในถุงออกให้หมดแล้วปิดถุงให้สนิททำการหมักในสภาวะไร้อากาศ (Anaerobic condition) หมักไว้ ณ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จำนวน 6 ซ้ำต่อกลุ่มการทดลอง

นำตัวอย่างที่ผ่านการหมักแล้วเข้าอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 36-48 ชั่วโมง จนแห้งสนิท หลังจากนั้นนำตัวอย่างที่อบแห้งแล้วบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร ใส่ขวดแก้วเก็บตัวอย่างปิดฝาให้สนิทเพื่อนำไปวิเคราะห์หาการย่อยได้ของโภชนะ

การศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ย่อยอาหารและประสิทธิภาพการย่อยในหลอดทดลอง

1) การเตรียมตัวอย่างเอนไซม์ นำตัวอย่างปลาตุ๊กตากลน้ำหนักเฉลี่ย 161.54 ± 10.96 กรัมต่อตัว มาปรับสภาพก่อนเก็บตัวอย่าง โดยเลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ (โปรตีน 30%) เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยให้อาหารวันละ 2 มื้อ จากนั้นให้อาหารเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ทำการผ่าตัดเปิดช่องท้องและเก็บตัวอย่างลำไส้ทั้งหมด บดละเอียดด้วย Homogenizer ใน Tris-HCl buffer ความเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ พีเอช 7.5 ขณะที่แช่ในอ่างน้ำแข็ง แล้วนำตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยงที่ 9,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาทีที่ 4 องศาเซลเซียส แบ่งเก็บส่วนใสที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เพื่อใช้เป็น Crude enzyme extracts สำหรับศึกษาประสิทธิภาพการย่อยวัตถุดิบในหลอดทดลอง

2) ศึกษากิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลส ตามวิธีการของ Bernfeld (1995) โดยนำเอนไซม์ที่สกัดได้ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ผสมกับสับสเตรต Starch solution ความเข้มข้น 1% ในบัฟเฟอร์ที่พีเอช 8 ปริมาตร 250 ไมโครลิตร จากนั้นบ่มตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที แล้วเติม Dinitrosalicylic acid (DNS) reagent ปริมาตร 250 ไมโครลิตร นำตัวอย่างที่ได้ต้มในน้ำเดือดนาน 5 นาที เมื่อครบเวลาวัดกิจกรรมเอนไซม์ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 550 นาโนเมตร ปริมาณเอนไซม์ที่วิเคราะห์ได้รายงานเป็น Unit/mg protein โดยวิเคราะห์โปรตีนของเอนไซม์ที่สกัดได้ตามวิธีของ Lowry (1951) โดยใช้ Bovine serum albumin เป็นสารโปรตีนมาตรฐาน

3) ศึกษากิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลส ตามวิธีการของ Miller (1959) โดยนำเอนไซม์ที่สกัดได้ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ผสมกับสับสเตรต Carboxyl methyl cellulose (CMC) ความเข้มข้น 1% ในบัฟเฟอร์ที่พีเอช 8 ปริมาตร 250 ไมโครลิตร บ่มตัวอย่างที่อุณหภูมิห้องนาน 15 นาที จากนั้นเติม Dinitrosalicylic acid (DNS) reagent 250 ไมโครลิตร นำตัวอย่างที่ได้

ต้มในน้ำเดือดนาน 5 นาที เมื่อครบเวลาวัดกิจกรรมเอนไซม์ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 550 นาโนเมตร ปริมาณเอนไซม์ที่วิเคราะห์ได้รายงานเป็น Unit/mg protein โดยวิเคราะห์โปรตีนของเอนไซม์ที่สกัดได้ตามวิธีของ Lowry (1951) ใช้ Bovine serum albumin เป็นสารโปรตีนมาตรฐาน

4) การศึกษาประสิทธิภาพการย่อยคาร์โบไฮเดรตของวัตถุดิบในหลอดทดลอง โดยการชั่งตัวอย่างฟางข้าวตัวอย่างละ 50 มิลลิกรัม เติมน้ำ 50 มิลลิโมลาร์ Phosphate buffer พีเอช 8 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และคลอแรมเฟนิคอล ความเข้มข้น 0.5% ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน และบ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาเก็บส่วนใสปริมาตร 1 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เพื่อใช้เป็นกลุ่มควบคุม จากนั้นเติม Crude enzyme extracts ปริมาตร 125 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลองผสมให้เข้ากัน บ่มต่อที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และหยุดปฏิกิริยาโดยการนำสารละลายไปต้มในน้ำเดือด 10 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วดูดส่วนใสไปวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลมอลโตส

5) การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลมอลโตส ตามวิธีการ Miller (1959) โดยนำสารละลายส่วนใสที่ไม่เติมเอนไซม์และสารละลายส่วนใสที่ผ่านการย่อยปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย DNS ความเข้มข้น 1% ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร แล้วต้มในน้ำเดือดนาน 5 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร และเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของน้ำตาลมอลโตส

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพการย่อยได้ของฟางข้าว โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียลแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new Multiple Rang Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ในลำไส้ปลาดุกลูกผสมน้ำหนักเฉลี่ย 161.54 ± 10.96 กรัมต่อตัว พบว่า ปลาดุกลูกผสมมีกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสที่ระดับ 0.344 ± 0.043 Unit/mg protein (ตารางที่ 1) แสดงให้เห็นว่าปลาดุกลูกผสมมีความสามารถในการย่อยอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรตได้ดีและมีค่าใกล้เคียงกับระดับกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสที่ผลิตจากตับของปลากะพงขาว ซึ่งมีค่า 0.39 ± 0.03 Unit/mg protein (เจษฎา และคณะ, 2557) แต่มีค่าสูงกว่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสในปลาสร้อยระยะโตเต็มวัย ซึ่งจากการศึกษาของ ศุภลักษณ์ และคณะ (2563) พบว่าปลาสร้อยระยะโตเต็มวัยขนาด 210 ± 8.5 กรัม มีค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสสูงที่สุดในตับซึ่งมีค่า 0.156 ± 0.10 Unit/mg protein โดยปลาดุกลูกผสมจัดเป็นปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์ (Omnivorous) ซึ่งกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสสามารถพบได้ในปลากินพืช (Herbivorous) และปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์ และสามารถพบได้ตลอดช่วงชีวิต (Guillaume et al., 2001) เอนไซม์อะไมเลสจะถูกผลิตที่ตับ, ตับอ่อน และจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารทำหน้าที่ในการย่อยสลายแป้งซึ่งอยู่ในรูปแป้งหรือไกลโคเจนให้เป็นน้ำตาลจำพวกมอลโตส รวมถึงการย่อยสลายน้ำตาลโมเลกุลคู่และโอลิโกแซ็กคาไรด์ให้ได้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (De Silva and Anderson, 1995; Hidalgo et al., 1999; Halver and Hardy, 2002) ซึ่งการทำงานของเอนไซม์อะไมเลสมีความสัมพันธ์ในรูปแบบแปรผันกับปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ปลาได้รับจากวัตถุดิบหรือสูตรอาหาร (De Silva and Anderson, 1995; Gaxiola et al., 2005) และจากการศึกษากิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลสพบว่าปลาดุกลูกผสมมีกิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลสที่ระดับ 0.020 ± 0.003 Unit/mg protein (ตารางที่ 1) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับเอนไซม์เซลลูเลสที่พบปลาสร้อยระยะตัวเต็มวัย (ศุภลักษณ์ และคณะ, 2563) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.026 ± 0.01 Unit/mg protein แต่มีค่าต่ำกว่าเอนไซม์เซลลูเลสที่พบในตับของปลากะพงและกุ้งเครย์ปัสระยะ 15 วัน ถึง 3.5 และ 7.4 เท่า ตามลำดับ (เจษฎา และคณะ, 2557; Kattakdad et al., 2018) Das and

Tripathi (1991) พบว่าปลาเฉาสามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลสได้ดีที่บริเวณตับและลำไส้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Fagbenro (1990) ซึ่งรายงานไว้ว่า ปลาตุ๊ก (*Clarias isheriensis*) ที่เลี้ยงในบ่อดิน โดยได้รับอาหารธรรมชาติจำพวกแพลงก์ตอนสามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลสที่อวัยวะส่วนตับไปจนถึงลำไส้ส่วนกลาง จากข้อมูลข้างต้นชี้ให้เห็นว่าปลาหลายชนิดมีความสามารถในการย่อยเซลลูเลสและคาร์โบไฮเดรตประเภทเยื่อใยได้ (Krogdahl et al., 2005) จากผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสที่พบในปลาตุ๊กกลุ่มผสมมีค่าสูงกว่ากิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลส ทั้งนี้เนื่องจากเอนไซม์อะไมเลสสามารถสร้างเองได้จากตับ ตับอ่อน และจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร ในขณะที่เอนไซม์เซลลูเลสมักถูกสร้างจากจุลินทรีย์ในลำไส้ของปลาจึงทำให้มีปริมาณเอนไซม์ที่วิเคราะห์ได้ต่ำกว่า (Halver and Hardy, 2002) สอดคล้องกับการศึกษาของรุ่งกานต์ (2559) และ Hlophe and Moyo (2013) ที่ศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ในทางเดินอาหารของปลานิลพบว่ามีความกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสสูงกว่าเอนไซม์เซลลูเลสซึ่งเป็นข้อสังเกตว่าปลามีความสามารถในการย่อยอาหารประเภทพืชได้ดี

ตารางที่ 1 กิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสและเซลลูเลสในลำไส้ของปลาดุกกลุ่มผสม

Enzyme specific activity	Unit/mg protein
Amylase	0.344±0.043
Cellulase	0.020±0.003

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

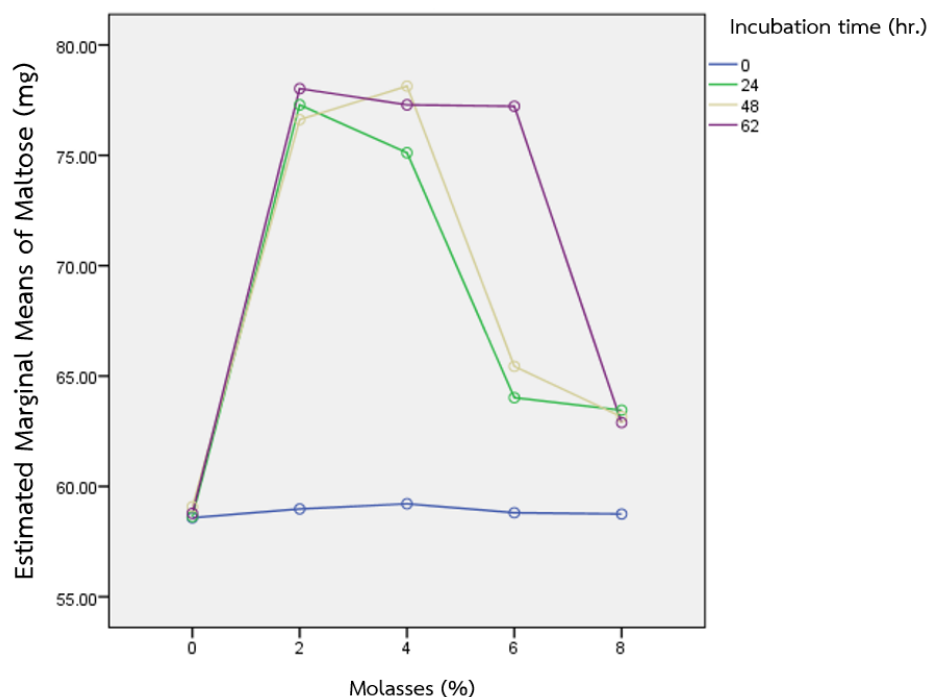
การศึกษาลงของฟางข้าวหมักด้วยปัจจัยต่างกัน 2 ปัจจัย คือ ระดับกากน้ำตาลและระยะเวลาในการหมักต่อประสิทธิภาพการย่อยได้คาร์โบไฮเดรตจากเอนไซม์ในลำไส้ปลาดุกกลุ่มผสม (ตารางที่ 2) พบว่า ระดับกากน้ำตาลและระยะเวลาในการหมักมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตจากเอนไซม์ปลาดุกกลุ่มผสม ($p < 0.05$) และพบอิทธิพลร่วมระหว่างระดับกากน้ำตาลและระยะเวลาการหมักฟางข้าวต่อประสิทธิภาพการย่อยได้คาร์โบไฮเดรต จากผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าระดับกากน้ำตาลและระยะเวลาในการหมักฟางข้าวมีอิทธิพลอย่างมากต่อการย่อยได้ของฟางข้าวจากน้ำย่อยปลาดุกกลุ่มผสม จากรายงานของ ดนุวัต และคณะ (2552) พบว่ากากน้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมสำหรับเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสในการย่อยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ซึ่งปริมาณกากน้ำตาลที่เสริมในกระบวนการหมักจะสามารถกระตุ้นการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะฉะนั้นการใช้กากน้ำตาลระดับที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญอย่างมาก นอกจากนี้ระยะเวลาในการหมักยังส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเชื้อจุลินทรีย์ในธรรมชาติด้วย

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของประสิทธิภาพการย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตในฟางข้าวหมักจากเอนไซม์ปลาดุกกลุ่มผสม

Source of variance	SS	df	MS	F	P-value
Molasses	3685.68	4	921.42	38.69	<0.001
Incubation time	2475.28	3	825.09	34.65	<0.001
Molasses*Incubation time	1649.33	12	137.44	5.77	<0.001
Error	2381.07	100	23.81		

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของประสิทธิภาพการย่อยได้คาร์โบไฮเดรต พบว่า การเติมกากน้ำตาลต่างกัน 5 ระดับ โดยไม่มีการหมักฟางข้าวไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรต ซึ่งปลาดุกกลุ่มผสมสามารถย่อยได้น้ำตาลมอลโตส 58.57-59.21 มิลลิกรัมมอลโตสต่อฟางข้าว 1 กรัม ในขณะที่การหมักฟางข้าวที่มีการเติมกากน้ำตาลที่ระดับ 2 และ 4%

เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าค่าการย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตที่ดีที่สุด (77.28 ± 1.68 และ 75.12 ± 5.03 มิลลิกรัมมอลโตสต่อฟางข้าว 1 กรัม) เช่นเดียวกับการหมักฟางข้าวเป็นเวลา 48 ชั่วโมง (76.62 ± 5.52 และ 78.14 ± 5.63 มิลลิกรัมมอลโตสต่อฟางข้าว 1 กรัม) เมื่อวิเคราะห์ผลการหมักเป็นเวลา 62 ชั่วโมงพบว่า การเติมกากน้ำตาลที่ระดับ 2, 4 และ 6% มีผลให้ค่าการย่อยคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุดแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Chen et al. (2014) ซึ่งรายงานว่า การเสริมกากน้ำตาลสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของแลคติกแอซิดแบคทีเรียในกระบวนการหมักได้ นอกจากนี้กากน้ำตาลยังช่วยลดแอมโมเนียไนโตรเจนและลดการสูญเสียอินทรีย์วัตถุ อีกทั้งยังทำให้พีเอชของวัสดุหมักลดลง (Cao, 2010) จากผลการศึกษาการเติมกากน้ำตาลที่ระดับสูงเกินไปไม่ได้ส่งผลให้การย่อยคาร์โบไฮเดรตในฟางข้าวเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งการเติมน้ำตาลปริมาณสูงที่สุด (8%) มีแนวโน้มทำให้ค่าการย่อยได้ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการเสริมกากน้ำตาลจะมีผลต่อระดับความเข้มข้นของกรดอะซิติกและกรดโปรปิอิกของวัสดุหมัก ส่งผลให้พีเอชในกระบวนการหมักลดลงอย่างรวดเร็วซึ่งอาจไม่เหมาะสมต่อการย่อยสลายของแบคทีเรีย (Yunus et al., 2000; Wuisman et al., 2006; Guo et al., 2014) นอกจากนี้การเสริมกากน้ำตาลในระดับที่เหมาะสมยังมีผลต่อการเกิดพลาสโมไลซิส (Plasmolysis) ซึ่งมีผลทำให้เซลล์พืชแตกตัวง่ายทำให้กระบวนการหมักเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว (ฉัตรชัย และคณะ, 2553) จากการศึกษาการให้ระยะเวลาในการหมัก 48 และ 62 ชั่วโมง ให้ผลการย่อยคาร์โบไฮเดรตไม่ต่างจากการหมักที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าระดับที่เหมาะสมในการหมักฟางข้าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยน้ำตาลมอลโตส คือการเติมกากน้ำตาลที่ระดับ 2% ร่วมกับการหมักโดยใช้ระยะเวลา 24 ชั่วโมง (ตารางที่ 3, รูปที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Weinberg et al. (2008) ซึ่งแนะนำการใช้กากน้ำตาลในการหมักฟางข้าวที่ระดับไม่เกินร้อยละ 3.0 ของน้ำหนักวัตถุดิบจะสามารถปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบการหมักได้ดีที่สุด



รูปที่ 1 ประสิทธิภาพการย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรต (มิลลิกรัมมอลโตสต่อฟางข้าว 1 กรัม) ในฟางข้าวหมักจากเอนไซม์ปลาตุก ถูกผสมที่มีการเติมกากน้ำตาลและระยะเวลาการหมักต่างกัน

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพการย่อยได้คาร์โบไฮเดรต (มิลลิกรัมมอลโตสต่อฟางข้าว 1 กรัม) ในฟางข้าวหมักจากเอนไซม์ปลาตุก
ลูกผสม

Treatment	Incubation time (hr.)	Molasses (%)	Invitro digestibility (mgMaltose/gSample)
1	0	0	58.58±2.13 ^a
2	0	2	58.98±1.38 ^a
3	0	4	59.21±1.29 ^a
4	0	6	58.80±1.25 ^a
5	0	8	58.75±0.94 ^a
6	24	0	58.63±1.26 ^a
7	24	2	77.28±1.68 ^b
8	24	4	75.12±5.03 ^a
9	24	6	64.02±2.12 ^a
10	24	8	63.45±3.75 ^a
11	48	0	59.08±1.07 ^a
12	48	2	76.62±5.52 ^b
13	48	4	78.14±5.63 ^b
14	48	6	65.44±2.27 ^a
15	48	8	63.15±6.87 ^a
16	62	0	58.78±1.43 ^a
17	62	2	78.02±1.75 ^b
18	62	4	77.28±15.63 ^b
19	62	6	77.22±1.84 ^b
20	62	8	62.89±6.90 ^a
P-value			<0.001

หมายเหตุ: อักษร ^a, ^b ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

บทสรุป

ระดับกากน้ำตาลและระยะเวลาในการหมักมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตจากเอนไซม์ในลำไส้ปลาตุกลูกผสมด้วยเทคนิคการย่อยในห้องปฏิบัติการ และยังพบอิทธิพลรวมระหว่างระดับกากน้ำตาลและระยะเวลาการหมักฟางข้าว โดยระดับที่เหมาะสมในการหมักฟางข้าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยได้คาร์โบไฮเดรต คือ การเติมกากน้ำตาลที่ระดับ 2% ร่วมกับการหมักเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้จุลินทรีย์จากธรรมชาติ ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติเพื่อเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์จากฟางข้าวในอาหารปลาตุกลูกผสมได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ และสถานที่ในการทำวิจัยครั้งนี้ โครงการวิจัยนี้ได้รับงบประมาณการวิจัยจากโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ปีงบประมาณ 2564

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. (2562). สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2560. กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: กรุงเทพฯ
- เจษฎา ธีรศรีณยานนท์, อรพินท์ จินตสถาพร และศรีน้อย ชุ่มคำ. (2557). การศึกษากิจกรรมเอนไซม์โปรติเอส อะไมเลส เซลลูเลส และไลเปสในระบบทางเดินอาหารของปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*). ใน การประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 4-7 กุมภาพันธ์ 2557. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 318-325.
- ฉัตรชัย กิติพรชัย, อภิญา ผลิตอม, อรุณารณ สะอาดสุด, สุกฤษณ์ บวรสมบัติ, สมจิตร อยู่เป็นสุข, วสุ ปฐมอารีย์, นิเวศ ศรีล้อม, สมบัติ ใจดำ และวินัย เสียงหวาน. (2553). การผลิตปุ๋ยอินทรีย์น้ำจากเศษอาหารโรงอาหารภาควิชาชีววิทยาและอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้แล้วจากห้องปฏิบัติการสาขาวิชาจุลชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา. รายงานการวิจัย. ภาควิชาจุลชีววิทยาและชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.
- ดนุวัต เพ็งอัน, อนันต์ ปินตารักษ์, พัฒน์ กลสิกรรมยืนยง และสุชัยญา อรุณรุ่งโรจน์. (2552). การผลิตเชื้อจุลินทรีย์สำหรับย่อยสลายสารในขยะและน้ำเสียเชิงพาณิชย์. รายงานการวิจัย. ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่.
- พันธุ์ทิพย์ กล่อมแจ็ก และปฐมพร น้อยจันทร์. (2561). การศึกษาคุณภาพของปุ๋ยหมักจากการหมักร่วมระหว่างฟางข้าวและน้ำเสียฟาร์มสุกร. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 37(5): 647-658.
- รุ่งกานต์ กล้าหาญ, มนต์รี ปัญญาทอง และชนชัย ต้นเมฆ. (2559). การย่อยได้แบบ in vitro ของซังข้าวโพดด้วยเอนไซม์จากทางเดินอาหารของปลานิลและเอนไซม์เซลลูเลสจากเชื้อรา *Trichoderma viride*. วารสารแก่นเกษตร 44 ฉบับพิเศษ (1): 630-635.
- วิชิต เกตุพงษ์พันธุ์. (2554). ผลของการใช้ฟางข้าวหมักกับอาหารที่เหลือจากการเลี้ยงหนอนแมลงวันผลไม้ในระดับต่างกันต่อสมรรถภาพของโคเนื้อ. วารสารวิจัย. 4(2): 65-74.
- ศุภลักษณ์ เกตุตากแดด, นริศรา สุรทิพย์ และบัณฑิต ยวงสร้อย. (2563). กิจกรรมของเอนไซม์ย่อยอาหารในปลาซิว (*Pangasianodon hypophthalmus*) ระยะโตเต็มวัย. วารสารแก่นเกษตร. 48(3): 405-416.
- Bernfeld P. (1955). Amylases, α and β . Method in Enzymology. Academic Press, NY.
- Cao Y., Takahashi T., Horiguchi K.I. and Yoshida N. (2010). Effect of adding lactic acid bacteria and molasses on fermentation quality and in vitro ruminal digestion of total mixed ration silage prepared with whole crop rice. Grassland Science. 56(1): 19-25.
- Chen L., Guo G., Yuan X., Shimojo M., Yu C. and Shao T. (2014). Effect of applying molasses and propionic acid on fermentation quality and aerobic stability of total mixed ration silage prepared with whole-plant corn in Tibet. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 27(3): 349-356.

- Das K.M. and Tripathi S.D. (1991). Studies on the digestive enzymes of grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Val.). Aquaculture. 92: 21-32.
- De Silva S.S. and Anderson T.A. (1995). Fish Nutrition in Aquaculture. Chapman & Hall: UK.
- Fagbenro O.A. (1990). Food composition and digestive enzymes in the gut of pond-cultured *Clarias isheriensis* (Sydenham 1980), (Siluriformes: Clariidae). Journal of Applied Ichthyology. 6(2): 91-98.
- Gaxiola G., Cuzon G., García T., Taboada G., Brito R., Chima M.E.I., Paredes A., Soto L., Rosas C. and Wormhoudt A.V. (2005). Factorial effects of salinity, dietary carbohydrate and moult cycle on digestive carbohydrases and hexokinases in *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). Comparative Biochemistry and Physiology. 140(1): 29-39.
- Guillaume J., Kuashik S., Bergot P. and Metailler R. (2001). Nutrition and feeding of fish and crustaceans. Praxis publishing: UK.
- Guo G., Yuan X., Li L., Wen A. and Shao T. (2014). Effects of fibrolytic enzymes, molasses and lactic acid bacteria on fermentation quality of mixed silage of corn and hulless-barely straw in the Tibetan Plateau. Grassland Science. 60(1): 240-246.
- Halver J.E. and Hardy R.W. (2002). Fish Nutrition. Academic Press: USA.
- Hidalgo M.C., Urea E. and Sanz A. (1999). Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities. Aquaculture. 170(3): 267-283.
- Hlophe S.N. and Moyo N.A.G. (2013). The aquaculture potential of *Tilapia rendalli* in relation to its feeding habits and digestive capabilities. Physics and Chemistry of the Earth. 66(1): 33-37.
- Iranzo M., Cañizares J.V., Roca-Perez L., Sainz-Pardo I., Mormeneo S. and Boluda R. (2004). Characteristics of rice straw and sewage sludge as composting materials in Valencia (Spain). Bioresource Technology. 95(1): 107-112.
- Jian W., Lei C., Xian-jun Y., Gang G., Jun-feng L., Yun-feng B. and Tao S. (2017). Effects of molasses on the fermentation characteristics of mixed silage prepared with rice straw, local vegetable by-products and alfalfa in Southeast China. Journal of Integrative Agriculture. 16(3): 664-670.
- Kattakdad S., Jintasataporn O., Worawattanamateekul W. and Chumkam S. (2018). pH characterization of digestive enzyme and In vitro digestibility of red bee shrimp *Caridina cantonensis* (Decapoda: Atyidae). Journal of Aquaculture Research & Development. 9(2): 1-6.
- Krogdahl A., Hemre G.I. and Mommsen T.P. (2005). Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. Aquaculture Nutrition. 11(2): 103-122.
- Li J., Shen Y. and Cai Y. (2010). Improvement of fermentation quality of rice straw silage by application of a bacterial inoculant and glucose. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 23(7): 901-906.
- Li X., Zhang R. and Pang Y. (2008). Characteristics of dairy manure composting with rice straw. Bioresource Technology. 99(2): 359-367.
- Lowry H.O., Rosebrough J.N., Farr A.L. and Randall R.J. (1951). Protein measurements with the Folin phenol reagent. Journal of Biological Chemistry. 193(1): 265-275.
- Miller G.L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Analytical Chemistry. 31(3): 426-428.

- Qian X., Shen G., Wang Z., Guo C., Liu Y., Lei Z. and Zhang Z. (2014). Co-composting of livestock manure with rice straw: Characterization and establishment of maturity evaluation system. *Waste Management*. 34(2): 530-535.
- Weinberg Z.G., Chen Y. and Weinberg P. (2008). Ensiling olive cake with and without molasses for ruminant feeding. *Bioresource Technology*. 99(6): 1526–1529.
- Wuisman Y., Hiraoka H., Yahaya M.S., Takeda M., Kim W., Takahashi T. and Goto M. (2006). Effects of phenylalanine fermentation byproduct and sugarcane molasses on fermentation quality and rumen degradation of whole crop barley (*Hordeum vulgare* L.) silage in situ. *Grassland Science*. 52(2): 73-79.
- Xing L., Chen L.J. and Han L.J. (2009). The effect of an inoculant and enzymes on fermentation and nutritive value of sorghum straw silages. *Bioresource Technology*. 100(1): 488-491.
- Yunus M., Ohba N., Shimojo M., Furuse M. and Masuda Y. (2000). Effects of adding urea and molasses on napiergrass silage quality. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 13(11): 1542-1547.
- Zhao J., Dong Z., Li J., Chen L., Bai Y., Jia Y. and Shao T. (2019). Effects of lactic acid bacteria and molasses on fermentation dynamics, structural and nonstructural carbohydrate composition and in vitro ruminal fermentation of rice straw silage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 32(6): 783–791.

Received: July 7, 2021; Revised: July 24, 2021; Accepted: August 8, 2021

ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเลนส์รวมแสง

Optical lens solar dryer

สุรสิงห์ อารยางกูร^{1*} และวัชรานนท์ จุฑาจันทร์²Surasing Arayangkun^{1*} and Watcharanon Jutajun²¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์

*Corresponding Author E-mail Address: p.sing1968@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสงกับตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง ทดสอบการทำงานโดยศึกษาอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของตู้อบแห้งที่เปลี่ยนไป ทุก ๆ 10 นาที วัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์ทุก ๆ 15 นาที ตั้งแต่เวลา 07.30 นาฬิกา ถึง 17.30 นาฬิกา จากนั้นคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสงกับสิ่งแวดล้อมและอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสงกับสิ่งแวดล้อม ผลการทดสอบพบว่าตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในช่วงเวลา 11.00 นาฬิกา ถึง 14.00 นาฬิกา และมีความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุด 805 วัตต์ต่อตารางเมตร อุณหภูมิภายในตู้สูงสุดของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง 68.2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง 64.6 องศาเซลเซียส เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสงกับสิ่งแวดล้อมสูงกว่าอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง

คำสำคัญ: ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เลนส์รวมแสง อุณหภูมิอบแห้ง

Abstract

The objectives of this research was to compare temperature between the 10 light concentrating lens solar dryer and a non-integrated lens solar dryer. Temperature at various positions of the dryer that changes every 10 minutes. and the solar radiation intensity changes every 15 minutes from 07:30 a.m. to 5:30 p.m. were measured. Percentage difference between the temperature inside the solar dryer with and without 10 concentrating lenses and the ambient temperature were investigated and reported. The results showed that the average temperature and light intensity of solar dryer with 10 light concentrating lens are

highest between 11:00 a.m. to 2:00 p.m. During this period, the maximum of the intensity of solar radiation is 805 watts per square meter. The maximum internal temperature of the 10 light concentrating lenses solar dryer is 68.2 °C and the maximum temperature inside the solar dryer without condensing lens is 64.6°C. The percentage difference in temperature inside the 10 light concentrating lens solar drying cabinets with the environment is higher than the difference temperature inside the without concentrating lenses solar dryer.

Keywords: Solar dryer, Light concentrating lens, Drying temperature

บทนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตอากาศร้อนชื้นมีที่ตั้งอยู่ในคาบสมุทรอินโดจีนซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย มีตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ละติจูด 5 องศา 37 ลิปดาเหนือถึง 20 องศา 28 ลิปดาเหนือ และมีตำแหน่งลองจิจูดที่ 97 องศา 21 ลิปดาตะวันออกถึง 105 องศา 37 ลิปดาตะวันออก ทำให้ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี โดยมีความเข้มรังสีแสงอาทิตย์รวมรายวันเฉลี่ยต่อปี ทั้งประเทศมีค่า 18.2 MJ/m²-day (สวัสด์ และวิจิตร, 2562) โดยจังหวัดสุรินทร์ตั้งอยู่ทางตอนล่างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ ระหว่างลองจิจูด 103 และ 105 องศา ตะวันออก ละติจูด 15 และ 16 องศาเหนือ จึงเป็นพื้นที่ที่ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์สูงพื้นที่หนึ่งของประเทศไทย

พลังงานแสงอาทิตย์หรือแสงแดด จัดเป็นพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วไม่หมดไป เราจึงการใช้พลังงานแสงอาทิตย์มาตั้งแต่บรรพบุรุษ โดยการใช้ประโยชน์โดยตรงจากแสงและความร้อนของดวงอาทิตย์ ความร้อนที่ได้จากแสงแดดสามารถทำให้ผ้าแห้ง อาหารแห้ง สร้างความอบอุ่นให้แก่ร่างกาย และเรายังใช้แสงสว่างของดวงอาทิตย์ในการดำรงชีวิตประจำวัน ช่วยในการมองเห็น เป็นตัวบอกเวลาตามธรรมชาติ และนอกจากนี้พลังงานจากแสงอาทิตย์ยังช่วยให้พืชเจริญเติบโตเป็นแหล่งอาหารของมนุษย์และสัตว์ (นิรนาม, 2560)

การทำให้แห้งเป็นวิธีหนึ่งของการถนอมอาหาร ซึ่งนิยมทำกันทั้งระดับครัวเรือน และอุตสาหกรรมมาช้านานแล้ว การทำให้แห้งมีหลายวิธี เช่น การตากด้วยแสงอาทิตย์ การอบแห้งด้วยลมร้อน และการอบแห้งแบบเย็นเยือกแข็ง เป็นต้น วิธีตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์จะมีความสะดวก และมีค่าใช้จ่ายน้อย โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนที่ได้มาโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย แต่การตากแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์แบบดั้งเดิม เช่น การตากเนื้อ ปลา พืช ผัก และผลไม้ จะมีปัญหาเรื่องฝุ่นละออง มีเชื้อจุลินทรีย์ แมลงวันตอมซึ่งเป็นพาหะนำเชื้อโรค และทำให้เกิดหนอนขึ้นได้ เมื่อฝนตกหรืออากาศเย็น การตากอาจมีปัญหาเรื่องเชื้อราเนื่องจากไม่สามารถลดความชื้นได้รวดเร็วเพียงพอ เป็นเหตุให้เกิดผลิตภัณฑ์ไว้ได้ไม่นาน และอาจทำให้ผู้บริโภคเจ็บป่วยได้ (นิรนาม, ม.ป.ป.)

ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ของกระทรวงพลังงานมีการสร้างขึ้นหลายรูปแบบ เครื่องอบแห้งแบบรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงเป็นรูปแบบหนึ่งที่ออกแบบมาเพื่อช่วยลดเวลาในการตากแห้งได้มากกว่าการตากแดดโดยทั่ว ๆ ไป และสามารถป้องกันแมลงโดยเฉพาะแมลงวันที่เป็นพาหะนำโรคไม่ให้มารบกวนอีกทั้งมีการออกแบบให้เหมาะสมในแต่ละท้องถิ่นตามความต้องการพัฒนาโครงการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร ทำให้ทั่วประเทศมีการใช้งานเครื่องอบแห้งที่รังสีจากดวงอาทิตย์โดยตรง และมีการขยายผลการใช้งานอย่างแพร่หลายมาก

การที่จะทำให้อุณหภูมิในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์มีอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีหลายวิธี และวิธีการใช้ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับเลนส์รวมแสงเป็นอีกวิธีที่น่าสนใจ โดยเลนส์รวมแสงใช้หลักการหักเหของแสงที่หักเหเข้าหาแนวเส้นตั้งฉากทำให้แสงที่ส่องผ่านเลนส์หักเหรวมกับเข้ามาที่จุดโฟกัสจุดหนึ่ง เมื่อเรานำวัตถุมาวางที่จุดโฟกัส ผิวของวัตถุจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น

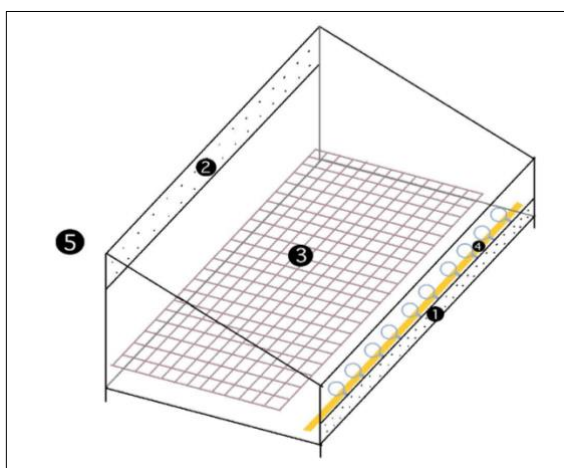
และวัตถุสะสมอุณหภูมิจนมีความร้อนมากกว่าสิ่งแวดล้อม ความแตกต่างของอุณหภูมิภายในวัตถุนี้จะทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนสู่สิ่งแวดล้อม ดังนั้นเลนส์รวมแสงจะทำหน้าที่รวมแสงและสะสมความร้อนทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น (Thananthorn, 2561)

จากที่กล่าวมาข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กที่มีการติดตั้งเลนส์รวมแสงแบบ 10 เลนส์ เพื่อเพิ่มอุณหภูมิในตำแหน่งโพกัสภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีขนาดเล็กเคลื่อนย้ายสะดวก และนำมาใช้ในครัวเรือนได้ง่าย

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

ในการศึกษาตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสงนี้ มีระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บผลทั้งหมด 10 วัน โดยเป็นการทดสอบตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง 5 วัน และตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง 5 วัน ในช่วงเวลา 7.30–17.30 นาฬิกา รายละเอียดตามลำดับดังนี้

1. ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง ขนาดกว้าง 100 เซนติเมตร ยาว 155 เซนติเมตร ฝาบนทำจากกระจกใสหนา 5 มิลลิเมตร มีมุมเอียง 15 องศา ฝาหน้ากำหนดช่องลมขาเข้าด้านล่าง สูง 10 เซนติเมตร ยาว 155 เซนติเมตร ทำจากเหล็กตะแกรงรูกลมสำเร็จรูป ฝาหลังกำหนดช่องลมขาออกด้านบน สูง 10 เซนติเมตร ยาว 155 เซนติเมตร ทำจากเหล็กตะแกรงรูกลมสำเร็จรูป ติดตั้งตะแกรงอลูมิเนียมภายในตู้อบแห้ง ขนาดกว้าง 76 เซนติเมตร ยาว 127 เซนติเมตร และกำหนดให้สูงจากพื้นตู้ 6.5 เซนติเมตร แผ่นอะลูมิเนียมรับแสง กำหนดขนาดกว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 155 เซนติเมตร กำหนดให้สูงจากพื้นตู้ 4 เซนติเมตร ทาภายในด้วยสีดำ เลนส์รวมแสง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.08 เซนติเมตร จำนวน 10 ตัว โดยศึกษาอุณหภูมิ 5 จุด ดังรูปที่ 1(ข) เก็บข้อมูลอุณหภูมิด้วยเครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Data logger) ดังรูปที่ 2(ก) ทุก 10 นาที กำหนดจุดวัดอุณหภูมิ จุดที่ 1 อุณหภูมิขาเข้า จุดที่ 2 อุณหภูมิขาออก จุดที่ 3 อุณหภูมิภายในตู้ จุดที่ 4 อุณหภูมิที่แผ่นอะลูมิเนียมรับแสง และ จุดที่ 5 อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมดังรูปที่ 1(ก) (ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสงเป็นตู้อบแห้งแบบชนิดเดียวกันกับตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง ต่างกันตรงจุดที่มีเลนส์รวมแสง และไม่มีการติดตั้งเลนส์รวมแสง)



(ก)



(ข)

รูปที่ 1 (ก) ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง และ (ข) รูปจริงของตู้อบแห้งที่พัฒนาขึ้น



(ก)



(ข)

รูปที่ 2 (ก) เครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Data logger) ยี่ห้อ GRAPHTEC รุ่น midi LOGGER GL800 และ (ข) เลนส์รวมแสง

2. การวัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์ใช้เครื่องวัดพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar power meter) ยี่ห้อ GRAPHTEC รุ่น midi LOGGER GL800 บันทึกผลการทดลอง โดยทำการทดลองกับตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง และตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง ทั้ง 2 ตู้ ตั้งแต่วันที่ 25 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 ถึงวันที่ 5 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2563 โดยวัดค่าความเข้มแสงทุก 15 นาที ตั้งแต่เวลา 07.30 นาฬิกา ถึง 17.30 นาฬิกา คณะผู้วิจัยเลือกแสดงค่าความเข้มแสง ณ วันที่ 1 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2563 เนื่องจากวันดังกล่าวท้องฟ้าปลอดโปร่งค่าความเข้มแสงอาทิตย์ตลอดทั้งวันถูกบดบังน้อยที่สุด

3. แสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไปกับเวลา
4. แสดงผลความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปกับเวลา
5. แสดงผลการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสงและตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง



รูปที่ 3 เครื่องวัดพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar power meter) ยี่ห้อ CEM รุ่น DT-1307

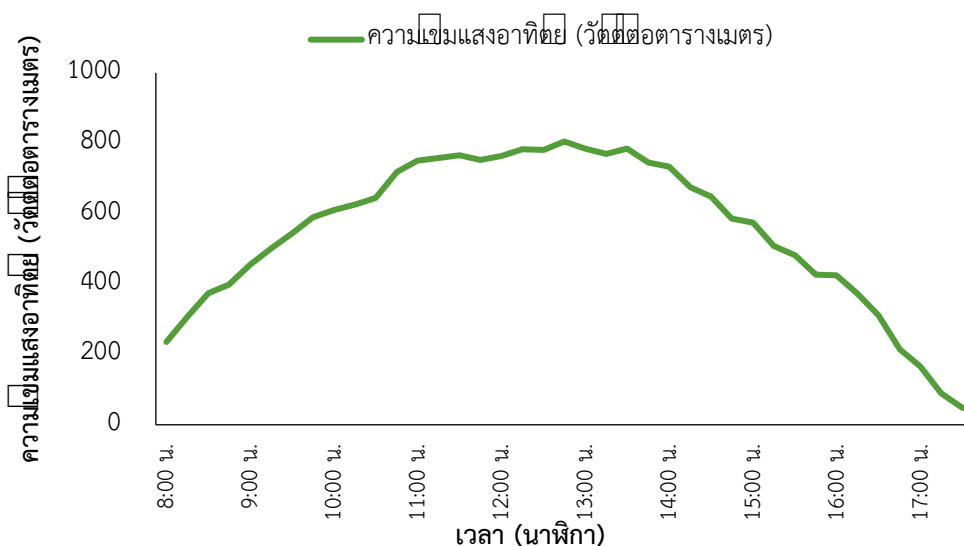
ผลการวิจัย

การศึกษาอุณหภูมิของตูบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสงคณะผู้วิจัยศึกษาอุณหภูมิของตูบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง แบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไปกับเวลา
2. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปกับเวลา
3. การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างตูบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง และตูบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง

1. ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์ที่เปลี่ยนไปกับเวลา

ทำการวัดค่าความเข้มแสง ณ วันที่ 1 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2563 ช่วงเวลา 07.30 นาฬิกา ถึง 17.30 นาฬิกา ดังรูปที่ 4

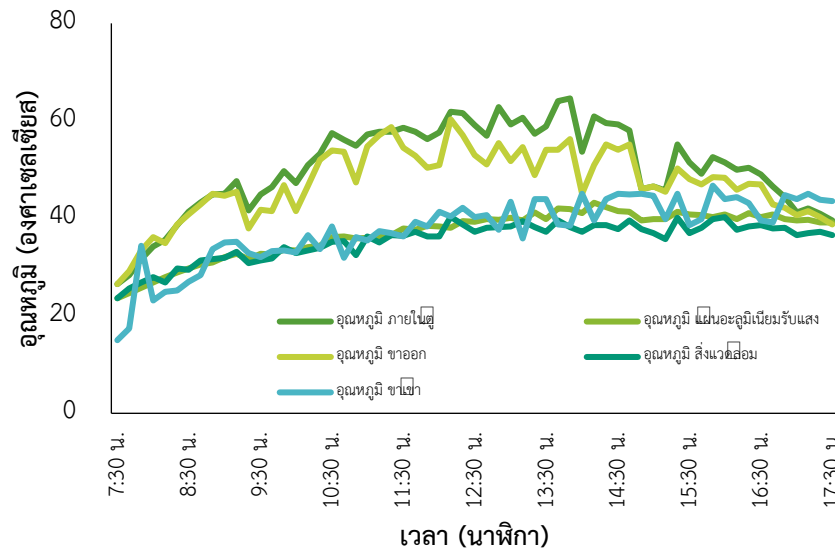


รูปที่ 4 ความเข้มแสงอาทิตย์ ณ วันที่ 1 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2563

จากรูปที่ 4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์กับเวลา พบว่า ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ในวันที่ทำการทดลอง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีค่าความเข้มแสงอาทิตย์มากที่สุด คือ 805 วัตต์ต่อตารางเมตร ในช่วงเวลา 12.45 นาฬิกา จากนั้นค่าความเข้มแสงอาทิตย์มีแนวโน้มลดลง จนถึงช่วงเวลา 17.30 นาฬิกา

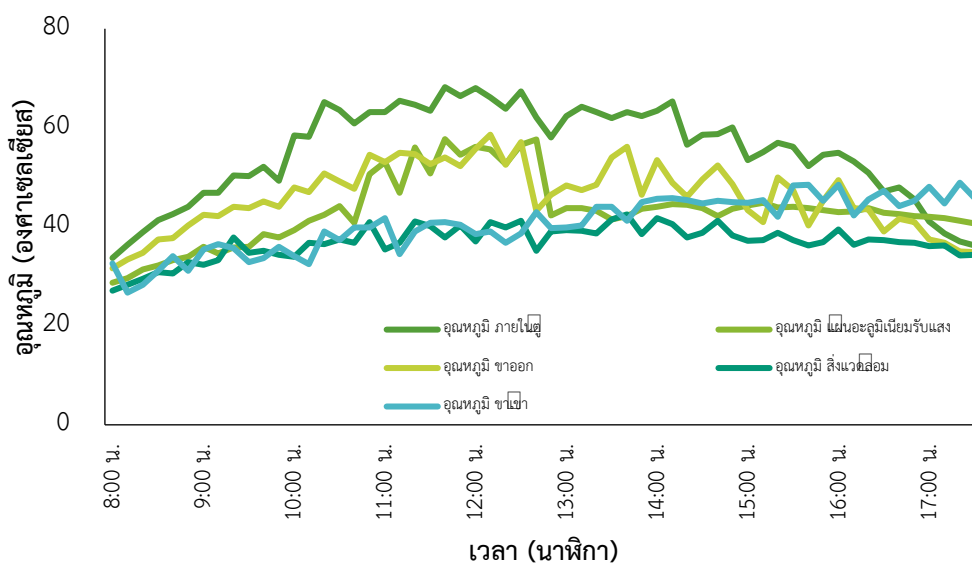
2. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปกับเวลา

คณะผู้วิจัยได้ใช้สายเทอร์โมคัปเปิลต่อเข้ากับเครื่องบันทึกอุณหภูมิในการบันทึกอุณหภูมิของตูบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง และตูบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง 5 ตำแหน่ง ซึ่งคณะผู้วิจัยได้นำเสนอผลการทดสอบของวันที่ 28 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 และวันที่ 1 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2563 ดังนี้



รูปที่ 5 ผลของการวัดอุณหภูมิในตำแหน่งต่าง ๆ ของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง (วันที่ 28 เดือน กุมภาพันธ์ 2563)

จากรูปที่ 5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง พบว่า ในช่วงเวลา 07.30 นาฬิกา ถึง 13.50 นาฬิกา กราฟมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามค่าความเข้มแสงอาทิตย์ มีอุณหภูมิภายในตู้ อยู่ระหว่าง 26.5 องศาเซลเซียส ถึง 64.6 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่แผ่นอะลูมิเนียมรับแสงอยู่ระหว่าง 23.6 องศาเซลเซียส ถึง 41.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิขาเข้าอยู่ระหว่าง 15 องศาเซลเซียส ถึง 45 องศาเซลเซียส อุณหภูมิขาออกอยู่ระหว่าง 26.5 องศาเซลเซียส ถึง 56.3 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมอยู่ระหว่าง 23.6 องศาเซลเซียส ถึง 40.3 องศาเซลเซียส จากนั้นในช่วง 13.50 นาฬิกา ถึง 17.30 นาฬิกา กราฟมีแนวโน้มของอุณหภูมิลดลงตามค่าความเข้มแสงอาทิตย์ โดยตำแหน่ง ที่มีอุณหภูมิมากที่สุด คือ อุณหภูมิภายในตู้ อุณหภูมิขาออก อุณหภูมิขาเข้า อุณหภูมิแผ่นอะลูมิเนียมรับแสง และอุณหภูมิ สิ่งแวดล้อม ตามลำดับ



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปกับเวลาของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบ 10 เลนส์รวมแสง (วันที่ 1 เดือน มีนาคม 2563)

จากรูปที่ 6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของตูบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง พบว่าในช่วงเวลา 07.30 นาฬิกา ถึง 11.40 นาฬิกา กราฟมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามค่าความเข้มแสงอาทิตย์ มีอุณหภูมิภายในตูบอยู่ระหว่าง 27.5 องศาเซลเซียส ถึง 68.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่แผ่นอะลูมิเนียมรับแสงอยู่ระหว่าง 26.3 องศาเซลเซียส ถึง 57.7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิขาเข้าอยู่ระหว่าง 28.7 องศาเซลเซียส ถึง 41.7 องศาเซลเซียส อุณหภูมิขาออกอยู่ระหว่าง 27.5 องศาเซลเซียส ถึง 58.6 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมอยู่ระหว่าง 26.6 องศาเซลเซียส ถึง 41.2 องศาเซลเซียส จากนั้นในช่วง 11.40 นาฬิกา ถึง 17.30 นาฬิกา กราฟมีแนวโน้มของอุณหภูมิลดลงตามค่าความเข้มแสงอาทิตย์โดยตำแหน่งที่มีอุณหภูมิมากที่สุด คือ อุณหภูมิภายในตูบ อุณหภูมิขาออก อุณหภูมิแผ่นอะลูมิเนียมรับแสง อุณหภูมิขาเข้า และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ตามลำดับ

3. การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างตูบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง และตูบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง

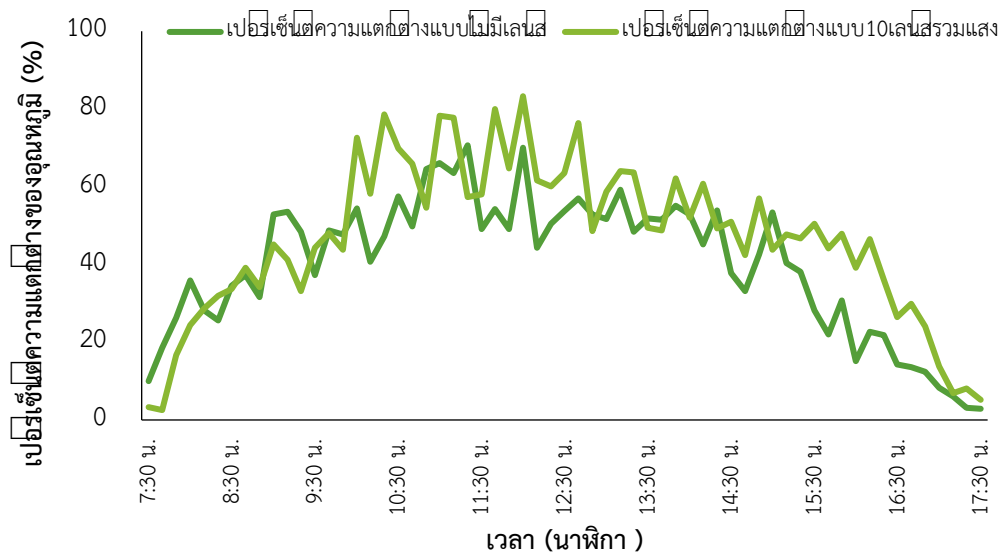
การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างตูบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง และตูบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง คณะผู้วิจัยเลือกวันที่ 28 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 และวันที่ 1 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2563 เนื่องจากอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมมีค่าใกล้เคียงกัน และข้อมูลดังกล่าวสามารถแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของอุณหภูมิภายในตูบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างตูบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง และตูบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง

เวลา	อุณหภูมิ (°C)			อุณหภูมิ (°C)		
	ภายในตูบแบบไม่มีเลนส์	สิ่งแวดล้อมแบบไม่มีเลนส์	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง	ภายในตูบ 10 เลนส์	สิ่งแวดล้อมแบบ 10 เลนส์	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง
	รวมแสง	รวมแสง		รวมแสง	รวมแสง	
7:30:00 AM	26.5	23.6	9.96	27.5	26.6	3.38
8:00:00 AM	34.2	28.0	35.92	33.7	27.1	24.35
8:30:00 AM	41.3	29.4	34.46	41.3	30.9	33.65
9:00:00 AM	45.1	31.9	52.82	46.9	32.3	45.20
9:30:00 AM	44.9	31.4	37.33	50.2	34.8	44.25
10:00:00AM	47.2	32.8	54.38	58.5	33.9	72.56
10:30:00AM	57.5	35.2	57.56	63.5	37.4	69.78
11:00:00AM	57.2	36.3	66.13	63.1	35.4	78.24
11:30:00AM	58.6	36.4	49.08	63.4	40.1	58.10
12:00:00PM	57.6	36.3	70.05	68.0	37.1	83.28
12:30:00PM	59.1	37.3	58.44	67.4	41.2	63.59
1:00:00 PM	59.3	38.3	54.83	62.4	39.3	58.77
1:30:00 PM	58.9	37.2	58.33	62.0	41.5	49.39
2:00:00 PM	53.6	37.3	43.69	63.4	41.7	52.03
2:30:00 PM	59.2	37.8	56.61	58.6	38.8	51.03

เวลา	อุณหภูมิ (°C)			อุณหภูมิ (°C)		
	ภายในตู้แบบไม่มีเลนส์	สิ่งแวดล้อม	เปอร์เซ็นต์	ภายในตู้แบบ	สิ่งแวดล้อม	เปอร์เซ็นต์
	มีเลนส์	แบบไม่มีเลนส์	ความ	10 เลนส์	แบบ 10 เลนส์	ความแตกต่าง
	รวมแสง	รวมแสง	แตกต่าง	รวมแสง	รวมแสง	
3:00:00 PM	46.5	37.0	25.67	53.5	37.2	43.81
3:30:00 PM	51.5	37.0	39.18	56.1	37.3	50.40
4:00:00 PM	51.4	40.2	27.86	55.0	39.5	39.24
4:30:00 PM	49.0	38.6	26.94	47.2	37.3	26.54
5:00:00 PM	41.2	36.5	12.87	41.1	36.1	13.85
5:30:00 PM	39.5	36.6	7.92	36.2	34.4	5.23

จากตารางที่ 1 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง และตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง พบว่า ช่วงเวลา 11.40 นาฬิกา มีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างสูงที่สุด โดยเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์กับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมแบบไม่มีเลนส์รวมแสง ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอุณหภูมิ เท่ากับ 54.28 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์กับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมแบบ 10 เลนส์รวมแสง ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอุณหภูมิ เท่ากับ 79.94 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจะได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสงกับตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง เท่ากับ 25.66 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอุณหภูมิสามารถแสดงผลได้ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง และตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง

จากรูปที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสงและตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง พบว่า เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอุณหภูมิภายใน

ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง และจะแตกต่างกันมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดตั้งแต่เวลา 10.00 นาฬิกา ขึ้นไป และเมื่อเวลาที่ความเข้มแสงลดลงตั้งแต่เวลา 15.00 นาฬิกา อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสงยังคงมีมากกว่าแบบไม่มีเลนส์รวมแสง

การอภิปรายผล

จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสงกับตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง ผู้วิจัยได้นำตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง ไปทดสอบวัดอุณหภูมิ และความเข้มแสง เพื่อเปรียบเทียบกับตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง พบว่า อุณหภูมิตำแหน่งต่าง ๆ ของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสงที่ทำการทดสอบมีแนวโน้มสูงกว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม โดยอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในแต่ละวันมีค่าไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ และความเข้มแสงจากดวงอาทิตย์ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของบรรยากาศซึ่งมีผลต่ออุณหภูมิ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุดธิตา (2551) ที่ว่า “อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งมีแนวโน้มมากกว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมตามความเข้มของแสงอาทิตย์” ในส่วนของการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสงกับตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง เท่ากับ 25.25 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างขึ้นอยู่กับผลของอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสงกับตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง ซึ่งข้อมูลอาจเบี่ยงเบนได้ตามค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ ผลการเปรียบเทียบพบว่า อุณหภูมิของตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสงเทียบกับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูงกว่าตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสงเทียบกับสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้เนื่องจากตู้อบที่มีเลนส์รวมแสงจะช่วยเพิ่มอุณหภูมิให้กับแก๊สและของเหลวที่ทำหน้าที่รับแสงจากโฟกัสได้ดีขึ้น และอุณหภูมิที่สูงขึ้นนี้ จึงช่วยให้การถ่ายเทความร้อนของแก๊สและของเหลวในตู้อบแห้งทำได้ดีขึ้นไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภชัย และคณะ (2560) เป็นผลให้ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง สามารถรักษาอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งให้มีค่าสม่ำเสมอโดยไม่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแสงอาทิตย์มากเกินไปได้ดีกว่าตู้อบแห้งที่ไม่มีเลนส์รวมแสง

บทสรุป

ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสงกับตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง พบว่า กราฟของอุณหภูมิในแต่ละจุดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลงตามค่าความเข้มแสงอาทิตย์ในแต่ละวัน ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสงและตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง พบว่า ช่วงเวลา 11.40 นาฬิกา อุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์กับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมแบบไม่มีเลนส์รวมแสง ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอุณหภูมิ เท่ากับ 54.69 เปอร์เซ็นต์ และอุณหภูมิภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์กับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมแบบ 10 เลนส์รวมแสง ได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอุณหภูมิ เท่ากับ 79.94 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสงกับตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง เท่ากับ 25.25 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบ 10 เลนส์รวมแสง สามารถเพิ่มความร้อนให้กับอากาศภายในตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ได้ดีกว่าตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีเลนส์รวมแสง

เอกสารอ้างอิง

- นิรนาม. (ม.ป.ป.). วิธีการถนอมอาหาร. ค้นเมื่อ 25 มกราคม 2563. <http://www.sptn.dss.go.th/otopinfo/index.php/2014-10-09-08-12-02/article-1/157-2017-12-01-07-15-11>.
- นิรนาม. (2560). พลังงานแสงอาทิตย์กับการนำมาใช้ประโยชน์. ค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2563. <https://solarcellthailand96.com/energy/solar-energy/>.
- ศิริวรรณ อาจบำรุง. (2562). ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ประสิทธิภาพสูง. รายงานการวิจัย. สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม มหาสารคาม.
- ศุภชัย แก้วจันทร์, ชูชาติ พะยอม และเอกราช นาคนวน. (2560). การพัฒนาตู้อบรังไหมแบบเลนส์ขยายความร้อนจากแสงอาทิตย์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอบ. วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. 12(2): 8-20.
- สุดธิดา อินทผล. (2551). การพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สวัสด์ ภูมิสวัสด์ และวิจิตรา ภูมิสวัสด์. (2562). การศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 14(1): 67-77.
- อุทัย จันทะเวช. (2553). การออกแบบและสร้างตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาความร้อน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- Sule S., Oyejide O.J. and Akusu O.M. (2019). Design, construction, and simulation of a solar fish dryer. International journal of trend in scientific research and development. 3(2): 239-244.
- Thananthorn. (2561). รู้จักกับเลนส์นูนและเลนส์เว้า. ค้นเมื่อ 25 มกราคม 2563. <https://www.trueplookpanya.com/knowledge/content/70576/-blo->.

Received: July 5, 2021; Revised: August 3, 2021; Accepted: August 8, 2021

ความหลากหลายของพืชระดับกลางและพืชระดับล่างในป่าชุมชน
กับการใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นของชุมชนชาวไทยเขมร จังหวัดสุรินทร์

Diversity of Intermediate plant and Understory plant in community forest
with local utilization of Thai-Khmer ethnic community, Surin Province

สมชญา ศรีธรรม^{1*} บรรณวิษณุ ศิริโชติ¹ และยสินทร จงเทพ²

Somchaya Sritram^{1*}, Bunnawich Sirichot¹ and Yasinthorn Jongthep²

^{1*}คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์

²สำนักงานวิทยาเขต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์

*Corresponding Author E-mail Address: somchaya777@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายของพืชระดับกลางและพืชระดับล่าง และศึกษาการใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นชุมชนชาวไทยเขมรจังหวัดสุรินทร์ โดยวิธีการสำรวจป่าชุมชนจำนวน 4 ป่า สัมภาษณ์ชุมชน 3 ตำบลในเขตอำเภอเมืองสุรินทร์ รวม 30 คน ผลการศึกษาพบพรรณไม้ 32 ชนิด 31 สกุล 18 วงศ์ แบ่งเป็นไม้พุ่ม 22 ชนิด (68.75%) ไม้รอเลื้อย 8 ชนิด (25%) และ ไม้ล้มลุก 2 ชนิด (6.25%) วงศ์ที่พบมากที่สุดคือ Annonaceae, Fabaceae, Malvaceae, Phyllanthaceae และ Rubiaceae พบวงศ์ละ 3 ชนิด (14.29%) พรรณไม้ทุกชนิดมีการนำมาใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นจำแนกได้ 8 ประเภท ดังนี้ ใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพรมากที่สุด 26 ชนิด (81.25%) รองลงมาคือ อาหาร 15 ชนิด (46.88%) ไม้ประดับ 15 ชนิด (46.88%) เครื่องมือเครื่องใช้ 13 ชนิด (40.63%) เชื้อเพลิง 10 ชนิด (31.25%) พิธีกรรม 4 ชนิด (12.50%) ไม้ย้อมสี 3 ชนิด (9.38%) และอาหารและยารักษาสัตว์ 3 ชนิด (9.38%) ตามลำดับ ชนิดที่มีการใช้ประโยชน์มากที่สุดทั้ง 6 ประเภท คือ โปรงกวัว (*Dasymaschalon lomentaceum*) รองลงมา มีการใช้ประโยชน์ 5 ประเภท ได้แก่ ไม้แพ็ก (*Arundinaria pusilla*) และพลองเหมือด (*Memecylon edule*) ใช้ประโยชน์ 4 ประเภท ได้แก่ ทองพันดูล (*Decaschistia parviflora*) พลองแก้มอัน (*Rhodamnia dumetorum*) และมะเมี (*Antidesma ghaesembilla*) และใช้ประโยชน์ได้ 3 ประเภท ได้แก่ กากหลง (*Bauhinia acuminata*) นมแมว (*Melodorum siamense*) ปอพราน (*Colona auriculata*) พุดน้ำ (*Kailarsenia godefroyana*) สี่พันคนทา (*Harrisonia perforata*) และเสี้ยวใหญ่ (*Phyllanthus taxodiifolius*) ตามลำดับ ส่วนของพืชที่มีการใช้ประโยชน์มากที่สุดคือ ราก 21 ชนิด (65.63%) รองลงมาคือ ลำต้น 16 ชนิด (50.00%) งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นความสำคัญของการรักษาป่าไม้และภูมิปัญญาของชุมชนที่มีคุณค่า เพื่อสืบสานการใช้ประโยชน์ของพรรณไม้ในท้องถิ่นให้มีความยั่งยืนสืบไป

คำสำคัญ: พืชระดับกลาง พืชระดับล่าง พรรณไม้ท้องถิ่น การใช้ประโยชน์ในท้องถิ่น ชาวไทยเขมรสุรินทร์

Abstract

The objectives of this research were to study the diversity of Intermediate plant and Understory plant in Surin Province forest with local utilization of Thai-Khmer ethnic community by surveying 4 different community forests and interviewing 30 people in 3 Sub-districts in Mueang Surin District. Results shown 32 different species, 31 genera and 21 families which was classified into 22 species of shrub (68.75%), 8 species of scandent (25%) and 2 species of herbaceous (6.25%). The family with the most plant were Annonaceae, Fabaceae, Malvaceae, Phyllanthaceae and Rubiaceae were three most families found while each 3 species of family performed. All of these species classified into 8 types of Thai-Khmer ethnic utilization. The most utilization was herb 26 species (81.25%) followed by foods 15 species (46.88%), ornamental plants 15 species (46.88%), home appliances and agricultural tools ornamental plants 13 species (40.63%), fuels 10 species (31.25%), rite 4 species (12.50%), dyeing plants 3 species (9.38%), and food and medicine for animals 3 species (9.38%). The most popular usage 6 types was *Dasymaschalon lomentaceum* and followed by 5 types: *Arundinaria pusilla* and *Memecylon edule*, 4 types: *Decaschistia parviflora*, *Rhodamnia dumetorum* and *Antidesma ghaesembilla*, 3 types: *Bauhinia acuminata*, *Melodorum siamense*, *Colona auriculata*, *Kailarsenia godefroyana*, *Harrisonia perforate* and *Phyllanthus taxodiifolius*. Root was the most popular usage 21 species (65.63%), followed by stem 16 species (50.00%). The results of this study shown an importance on the forest resources among the community with more valuable local wisdom utilization. This knowledge should be propagated to promote for sustainability of the local utilization of forest plants species.

Keywords: Intermediate plant, Understory plant, Local plant, Local utilization, Thai-Khmer ethnic Surin

บทนำ

“พรรณไม้ท้องถิ่น” เป็นพืชที่เจริญงอกงามตามธรรมชาติในท้องถิ่นหรือถูกนำมาปลูกไว้เพื่อความสะดวกในการเก็บบริโภค พรรณไม้ท้องถิ่นจะมีชื่อเฉพาะของแต่ละท้องถิ่นมีการใช้ประโยชน์อย่างหลากหลายจึงทำให้แนวโน้มในการใช้ประโยชน์ได้รับความนิยมและยอมรับเพิ่มมากขึ้น ซึ่งไม่เพียงแต่การใช้บริโภคเป็นอาหารเท่านั้น การใช้ประโยชน์ในการบำรุงสุขภาพและยารักษาโรคก็ได้รับความนิยมแพร่หลายมากขึ้น (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2563) พรรณไม้ท้องถิ่นมีลักษณะวิสัยเป็นทั้งไม้เลื้อย ไม้พุ่ม ไม้ต้น ไม้ล้มลุก พบได้ในพื้นที่ต่างกันทั้งที่ราบลุ่ม ที่สูง ริมห้วยหนอง คลอง บึง ชายทะเล บริเวณป่าเขา เนินโคก เป็นต้น ชุมชนในท้องถิ่นมีประสบการณ์และเรียนรู้วิธีนำมาใช้ประโยชน์ในส่วนของยอด ใบ ดอก ผล หน่อ หัว เหง้า รากและลำต้น (มานิช และคณะ, 2538 อ้างถึงใน เทศบาลเมืองทุ่งสง, 2564) พรรณไม้ท้องถิ่นมีการใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย ได้แก่ (1) พืชอาหาร เป็นผักสด อาหารแปรรูป หรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ประกอบอาหาร (2) พืชสมุนไพร เป็นพืชที่นำมาใช้รักษาโรคตามวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นของแต่ละท้องถิ่น (3) พืชเครื่องเทศ ใช้เป็นส่วนประกอบในตำรายาไทย และใช้ปรุงแต่งอาหาร (4) พืชที่ใช้รักษาพืชและสัตว์ เป็นพืชที่ให้สารออกฤทธิ์ในการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืช วัชพืช หรือศัตรูสัตว์เลี้ยง และ (5) พืชที่ใช้ประโยชน์ทางด้านอื่น ๆ เช่น พืชที่ให้เส้นใย ให้สี กลิ่น หรือพืชที่ใช้ประดับตกแต่งเพื่อความสวยงาม หรือใช้ในเครื่องสำอาง (ทรศณีย์ และชูจิตร, 2551) จากการศึกษาประโยชน์ของพรรณไม้ท้องถิ่นจังหวัดสุรินทร์ของ

สมชญา (2559) แบ่งได้ดังนี้ สมุนไพร อาหาร ก่อสร้างที่อยู่อาศัย เครื่องมือเครื่องใช้ในบ้าน เครื่องเล่นต่าง ๆ เครื่องมือเครื่องใช้ในการเกษตร เชื้อเพลิง ไม้ย้อมสี ไม้ประดับตกแต่งหรือไม้เศรษฐกิจ รวมทั้งนำมาประกอบในพิธีกรรมต่าง ๆ

พรรณไม้ท้องถิ่นจังหวัดสุรินทร์จะพบมากในพื้นที่ป่า ส่วนใหญ่ป่าจังหวัดสุรินทร์อยู่ทางตอนใต้ของจังหวัดบริเวณเทือกเขาพนมดงรักในเขตอำเภอสังขะ บัวเขต กาบเชิง และ พนมดงรัก โดยในพื้นที่อำเภออื่น ๆ และในเขตอำเภอเมืองสุรินทร์ มีลักษณะการกระจายตัวของป่าไม้กระจัดกระจายเป็นหย่อม ส่วนมากเป็นป่าที่จัดอยู่ในประเภท (1) ป่าเบญจพรรณ เป็นป่าโปร่งประกอบด้วยต้นไม้ขนาดกลางเป็นส่วนใหญ่ พื้นที่ป่าไม่รกทึบ ในฤดูแล้งต้นไม้จะผลัดใบ มีพันธุ์ไม้ขึ้นหลากหลายชนิด (2) ป่าเต็งรัง ป่าชนิดนี้มีอยู่ทั่วไปทั้งที่ราบและที่เขาสอง ดินมักเป็นทรายและลูกรัง เป็นป่าโปร่งมีต้นไม้ขนาดเล็กและขนาดกลางขึ้นอยู่กระจัดกระจาย พื้นที่ป่าไม่รกทึบ และ (3) ป่าทาม เป็นป่าที่อยู่บริเวณพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงโดยทั่วไปในบริเวณชายฝั่งลำน้ำซึ่งเป็นที่ราบลุ่มน้ำท่วมในฤดูฝน (ธวัชชัย, 2549) โดยขอบเขตงานวิจัยนี้ได้ศึกษาเฉพาะกลุ่มพรรณไม้ที่มีความสูงตามธรรมชาติตั้งแต่ 0.30 เมตร ถึง 5 เมตร คือ พืชระดับล่าง ได้แก่ ไม้ล้มลุก (Annual, perennial) ไม้รอเลื้อย (Scandent) ไม้พุ่มขนาดเล็ก (Subshrub) (ศราวุธ และคณะ, 2563) พืชระดับกลาง ได้แก่ ไม้พุ่มกลาง (Intermediate shrubs) และไม้พุ่มสูง (Tall shrubs) (สมจิต, 2540) ในพื้นที่ป่าจังหวัดสุรินทร์ กลุ่มพืชดังกล่าวมีความหลากหลายและขึ้นรวมกันเป็นกลุ่ม ๆ ปริมาณมากสามารถนำมาปลูกขยายพันธุ์ในชุมชนเพื่อการใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นได้ดี ดังที่ สมชญา และวสา (2563) กล่าวว่า ไม้พุ่มในป่ามีความเหมาะสมและทนต่อสภาพแวดล้อมภายในท้องถิ่นนั้น ๆ ได้ดี มีประโยชน์หลายด้านรวมทั้งมีความเด่นในด้านชนิดพันธุ์และความน่าสนใจ มีความสวยงามของใบ ดอก ผล แปรกตา หากมีการนำมาปลูกเลี้ยง ขยายพันธุ์ หรือปรับปรุงพันธุ์ จะทำให้เกิดประโยชน์ในชุมชนและประโยชน์ทางเศรษฐกิจได้ในอนาคต ซึ่งความหลากหลายของไม้ระดับกลางและระดับล่าง ได้แก่ ไม้พุ่ม ไม้รอเลื้อย ไม้เลื้อย และไม้ล้มลุก ได้มีผู้ศึกษาไว้ เช่น กาญจนา (2559) ศึกษาความหลากหลายของพรรณไม้ดอกลักษณะวิสัยที่เป็นไม้ล้มลุก ไม้พุ่มและไม้เลื้อยตามเส้นทางศึกษาธรรมชาติเขาหลวง อุทยานแห่งชาติน้ำตกห้วยยาง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบ ไม้ล้มลุก 29 ชนิด ไม้พุ่ม 31 ชนิด และไม้เลื้อย 23 ชนิด และงานวิจัยของ นันทน์ภัส และบุญญิต (2554) ได้ศึกษาความหลากหลายของไม้พุ่ม ไม้รอเลื้อย และไม้เถาเนื้อแข็ง ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านโป่งสลอด จังหวัดเพชรบุรี พบไม้พุ่ม 42 ชนิด ไม้รอเลื้อย 15 ชนิด และไม้เถาเนื้อแข็ง 14 ชนิด และศราวุธ และคณะ (2563) ได้ศึกษาความหลากหลายของไม้พื้นล่างในป่าโคกหนองขวง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม พบพืชทั้งหมด 40 วงศ์ 103 สกุล 121 ชนิด ซึ่งได้ให้ความสำคัญกับการศึกษากลุ่มพืชดังกล่าวว่าแต่ละชนิดมีปริมาณค่อนข้างน้อยและมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการเข้าไปใช้ประโยชน์ของชาวบ้านในด้านการก่อสร้าง นำไปทำเชื้อเพลิง เช่น เผาถ่าน ทำฟืน และอื่น ๆ ส่งผลให้ปริมาณของกลุ่มไม้พุ่ม ไม้รอเลื้อยลดลงมาก จึงควรมีการศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช การกระจายตัวของพืชและอาจมีชนิดพันธุ์บางชนิดใกล้สูญพันธุ์หรือมีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ และบางชนิดมีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ รวมถึงทราบถึงศักยภาพของพืชในป่า การนำมาใช้ประโยชน์ท้องถิ่นและการอนุรักษ์พันธุ์พืชต่อไป

ทั้งนี้ชุมชนในจังหวัดสุรินทร์ส่วนใหญ่เป็นชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์เขมรหรือไทยเขมร ซึ่งมีความเป็นอัตลักษณ์เฉพาะในด้านภาษาพูด ประเพณี วัฒนธรรม วิถีชีวิต ที่แตกต่างจากชุมชนชาติพันธุ์อื่น ดังนั้นการเรียกชื่อพืชต่าง ๆ รวมทั้งการนำพืชมาใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นของชุมชนจึงมีความน่าสนใจและมีความเฉพาะที่ควรแก่การศึกษา และบันทึกเป็นข้อมูลสำคัญเพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดหรือเปรียบเทียบกับชุมชนชาติพันธุ์อื่นต่อไป ด้วยเหตุนี้ การศึกษาในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาความหลากหลายของพืชระดับกลางและพืชระดับล่างในป่าจังหวัดสุรินทร์ และ (2) ศึกษาการนำพืชระดับกลางและพืชระดับล่างไปใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นของชุมชนชาวไทยเขมรจังหวัดสุรินทร์

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. วัสดุ อุปกรณ์

- 1.1 วัสดุ อุปกรณ์สำรวจพรรณไม้ในป่า ได้แก่ เครื่องกำหนดตำแหน่งพิกัดด้วยสัญญาณดาวเทียม (GPS) เทปวัดระยะ ตลับเมตร เข็มทิศ เชือกวางแปลงสำรวจ และหมุดปักแปลงสำรวจ
- 1.2 วัสดุ อุปกรณ์เก็บข้อมูลพรรณไม้ ได้แก่ สมุดจดบันทึก กล้องบันทึกภาพ และหนังสืออ้างอิงด้านพันธุ์ไม้
- 1.3 เครื่องมือสัมภาษณ์ชุมชน ได้แก่ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง เครื่องบันทึกเสียง สมุดจดบันทึก

2. วิธีการศึกษา

2.1 การสำรวจพืชระดับกลางและพืชระดับล่าง

2.1.1 กำหนดพื้นที่ศึกษาป่าชุมชนในเขตอำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ 4 พื้นที่ ป่าสกร่อม ตำบลนอกเมือง ป่ายางชุม ตำบลท่าสว่าง ป่าระหาร ตำบลเทนมีย์ และป่าโคกตาสิน ตำบลท่าสว่าง (รูปที่ 1)

2.1.2 สำรวจพรรณไม้โดยวิธีการสุ่ม (Random sampling) ป่าละ 20 ไร่ กำหนดแปลงละ 4 ไร่ (160x160 เมตร) 5 แปลง แบบกระจายแบบสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ (Uniform) ใช้วิธีการเดินสำรวจ (Walk surveyed) ทัวทั้งแปลง โดยนับและบันทึกจำนวนชนิดของพืชระดับกลางและพืชระดับล่างที่ปรากฏอยู่ในบริเวณนั้น (ตอกรัก, 2549) เก็บข้อมูลชนิดพืชโดยการถ่ายภาพพรรณไม้ทุกชนิด บางชนิดเก็บเป็นตัวอย่างพรรณไม้แห้ง และนำไปเก็บไว้ในศูนย์ประสานงาน อพ.สธ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

2.1.3 สำรวจพรรณไม้ในป่าร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านพันธุ์พืชในป่าและหมอยาสมุนไพรจังหวัดสุรินทร์ ครั้งละ 5-7 คน ลงพื้นที่สำรวจป่าละ 3 ครั้ง สำรวจในช่วงเดือนพฤษภาคม 2559-เดือนธันวาคม 2561

2.1.4 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพืชและการนำไปใช้ประโยชน์ในท้องถิ่น โดยสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างคำถามปลายเปิด เลือกชุมชนภายในพื้นที่และเป็นผู้ใช้ประโยชน์ในป่า จำนวน 3 ตำบล ตำบลละ 10 คน แยกเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นตำบลละ 3 คน หมอยาสมุนไพรพื้นบ้านตำบลละ 2 คน ชาวบ้านที่ใช้ประโยชน์จากพืชในป่าตำบลละ 5 คน รวม 30 คน เป็นชุมชนกลุ่มชาติพันธุ์เขมร ดังนี้ ตำบลนอกเมือง ตำบลท่าสว่าง และตำบลเทนมีย์ อำเภอเมืองสุรินทร์

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.2.1 ตรวจสอบระดับชนิดพืช ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อวงศ์ โดยวิธีเทียบเคียงกับเอกสารอ้างอิงดังนี้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2556); เต็ม (2557); สำนักงานหอพรรณไม้ (2561); ฐานข้อมูลพืชพื้นเมืองของไทย (2563); คณะเภสัชศาสตร์ (ม.ป.ป.); องค์การสวนพฤกษศาสตร์ (ม.ป.ป.)

2.2.2 วิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยค่าร้อยละ (%) ชนิดของพืชระดับกลางและพืชระดับล่างตามการใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นจากการสัมภาษณ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นและชุมชนในจังหวัดสุรินทร์

3. พื้นที่ศึกษา

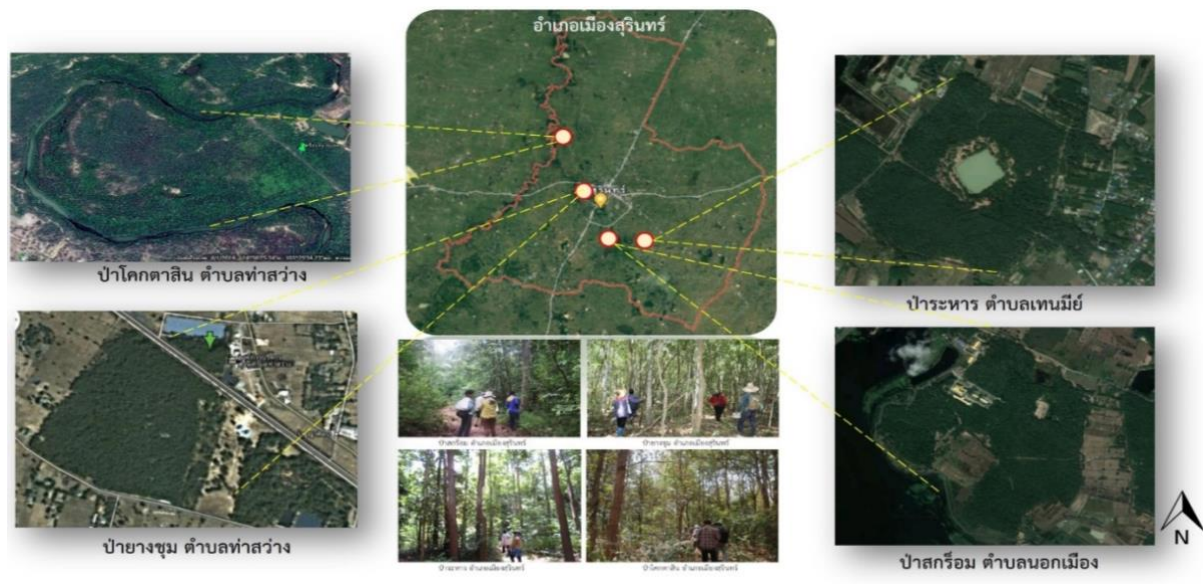
3.1 ป่าสกร่อม ตำบลนอกเมือง เป็นส่วนพื้นที่สำนักสงฆ์โคกกะเพอ 165 ไร่ ติดกับพื้นที่อ่างเก็บน้ำห้วยเสนง เป็นป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังที่ค่อนข้างสมบูรณ์ มีชุมชนอยู่โดยรอบ 4 ชุมชน และวัด 1 แห่ง มีการเข้าไปใช้ประโยชน์ในป่า ได้แก่ หาของป่าตามฤดูกาล หาพืชสมุนไพร หาพืชป่าและสัตว์ป่ามาประกอบอาหาร ทำเชื้อเพลิง ทำของใช้ และไปย้อมสี ตลอดจนนำมาขายพันธุ์เป็นพืชประดับที่บ้าน มีการเข้าไปแผ้วถางป่าบางส่วนเพื่อทำนาและปลูกพืชเชิงเดี่ยว นอกจากนี้ยังมีชุมชนต่างพื้นที่เข้ามาหาสมุนไพรและของป่าไปใช้ประโยชน์และจำหน่าย

3.2 ป่าชุมชนยางชุม ตำบลท่าสว่าง มีพื้นที่ 150 ไร่ เป็นป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง ชุมชนมีการตั้งกลุ่มอนุรักษ์เพื่อดูแลรักษาป่าให้คงอยู่ ป่ายางชุมจึงเป็นป่าที่มีความสมบูรณ์ มีชุมชนอยู่โดยรอบ 4 ชุมชน มีการเข้าไปใช้ประโยชน์ในป่า ได้แก่

หาของป่าตามฤดูกาล หาพืชสมุนไพร หาพืชป่าและสัตว์ป่ามาประกอบอาหาร ทำเชื้อเพลิง ทำของใช้ และไม้ย้อมสี ตลอดจนนำมาขยายพันธุ์เป็นพืชประดับที่บ้าน บางพื้นที่ปลูกพืชเชิงเดี่ยว คือ ต้นยูคาลิปตัส บริเวณชายป่า

3.3 ป่าชุมชนระหาร ตำบลเทนมีย์ มีพื้นที่ 463 ไร่ มีการขุดหนองน้ำขนาดใหญ่กลางป่าและขุดคูน้ำรอบป่า มีถนนตัดผ่านป่า เป็นป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง โดยพืชส่วนใหญ่อยู่ในช่วงวัยรุ่น (Sapling) ป่าระหารมีขนาดใหญ่จึงมีชุมชนต่าง ๆ จากตำบลเทนมีย์ และตำบลนอกเมือง 7 ชุมชน เข้ามาใช้ประโยชน์ในการหาของป่าต่าง ๆ อาหาร สมุนไพร ยารักษาโรค ตัดฟืน เผาถ่าน ทำของใช้ และไม้ย้อมสี ตลอดจนนำมาขยายพันธุ์เป็นพืชประดับที่บ้าน รวมถึงการใช้ประโยชน์จากหนองน้ำขนาดใหญ่ มีการเข้าไปแผ้วถางป่าบางส่วนเพื่อทำนาและปลูกพืชเชิงเดี่ยว นอกจากนี้ยังมีชุมชนต่างพื้นที่เข้ามาหาสมุนไพรและของป่าไปใช้ประโยชน์และจำหน่าย

3.4 ป่าโคกตาสิน ตำบลท่าสว่าง เป็นป่าที่อยู่ติดกับลำน้ำชีเส้นแบ่งเขตระหว่างอำเภอเมืองสุรินทร์ และอำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ พื้นที่ประมาณ 500 ไร่ ลักษณะป่าผสมกันอยู่ 3 ประเภท คือ ป่าทาม ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง มีชุมชนโดยรอบ 3 ชุมชน ที่เข้าไปหาของป่าต่าง ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในชุมชน เนื่องจากเป็นป่าที่มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ป่าทามริมลำน้ำชีเป็นแนวยาวตลอดลำน้ำ ทำให้มีการบุกรุกป่า แผ้วถางป่าเพื่อทำการเกษตรอื่น ๆ และพบว่ามีชุมชนต่างพื้นที่เข้ามาหาสมุนไพรและของป่าไปใช้ประโยชน์และจำหน่ายเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ไม้ป่าบางชนิดลดจำนวนลงเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา ป่าสกร้อม ป่ายางชุม ป่าระหาร และป่าโคกตาสิน อำเภอเมืองสุรินทร์

ที่มา: เว็บไซต์ google.co.th/maps (2561)

ผลการวิจัย

1. ความหลากหลายของพืชระดับกลางและพืชระดับล่างในป่าจังหวัดสุรินทร์

จากการสำรวจพืชระดับกลางและพืชระดับล่างในป่าจังหวัดสุรินทร์จำนวน 4 พื้นที่ พบพรรณไม้จากแปลงตัวอย่าง 32 ชนิด 31 สกุล 18 วงศ์ แยกเป็น ไม้พุ่ม 22 ชนิด 22 สกุล 12 วงศ์ ได้แก่ กะดังใบ กากหลง เกล็ดปลาหมอ เข็มป่า โคลงเคลง ต่อไล่ ทองพันดูล นมน้อย ปอขี้ฉ้อ ปอพราน โปรงกั่ว พลองแก้มอัน พลองเหมือด พุดทุ่ง พุดน้ำ มะเมีนา โกงน้ำ สนกระสังกรณี เสี้ยวใหญ่ หางกวาว หางหมาจอก และหลิง พบไม้รอเลื้อย 8 ชนิด 7 สกุล 7 วงศ์ ได้แก่ กำแพงเจ็ดชั้น เกล็ดปลาหมอ ตะขบป่า ตะครอง นมแมว น้ำใจใคร่ เล็บเหยี่ยว และสีพันคนทา ไม้ล้มลุก 2 ชนิด 2 สกุล 2 วงศ์ ได้แก่ ฝั่เพ็ก และฟ้าทะลายโจร โดยสรุปแยกตามป่า ดังนี้ (1) ป่าสกร้อม พบพืชระดับกลางและพืชระดับล่าง 21 ชนิด 20 สกุล 16 วงศ์ (2) ป่ายางชุม พบพืช

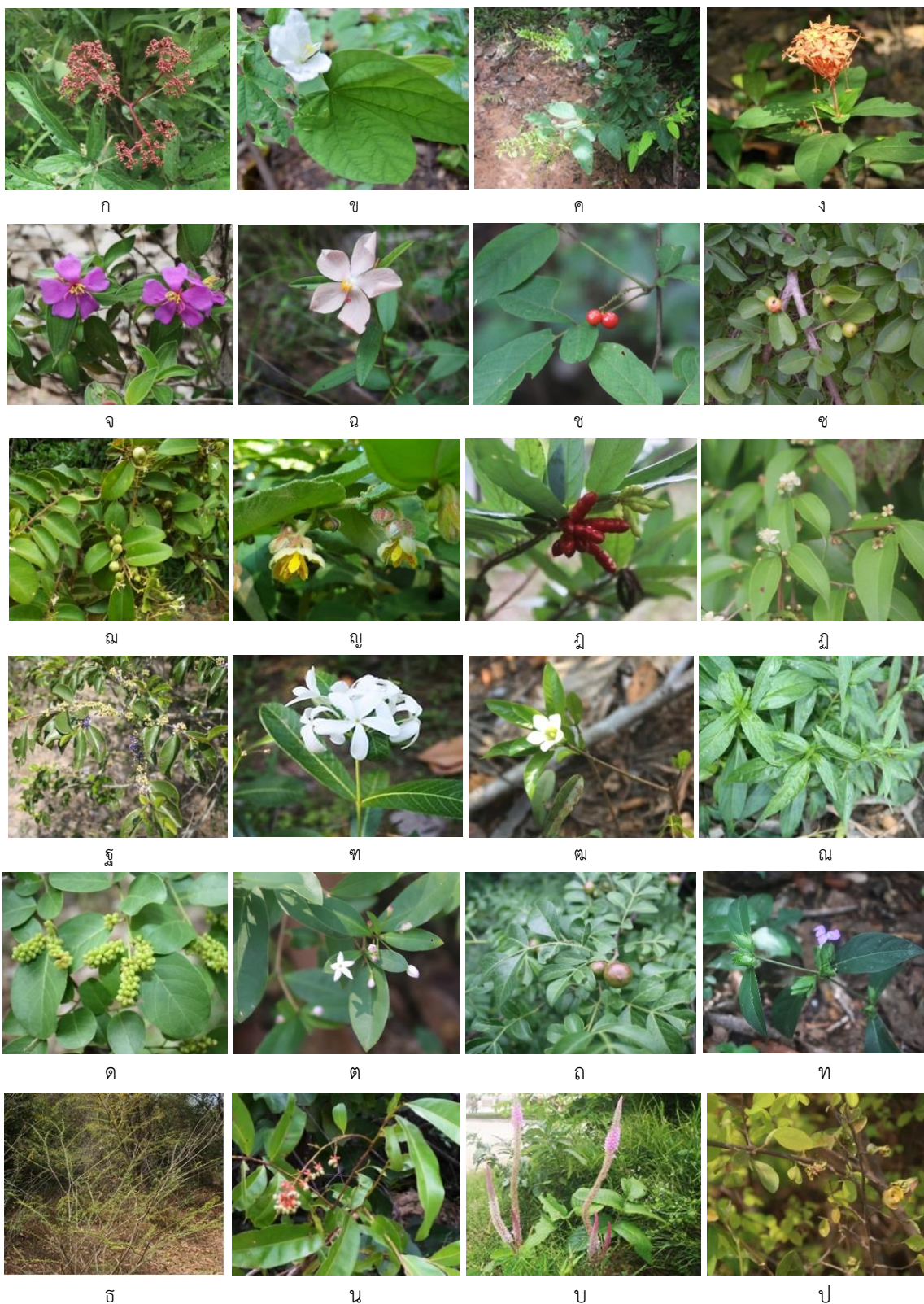
ระดับกลางและพีชระดับล่าง 21 ชนิด 20 สกุล 15 วงศ์ (3) ป่าระหาร พบพีชระดับกลางและพีชระดับล่าง 18 ชนิด 17 สกุล 15 วงศ์ และ (4) ป่าโคกตาสิน พบพีชระดับกลางและพีชระดับล่าง 19 ชนิด 18 สกุล 12 วงศ์ (ตารางที่ 1 และ รูปที่ 2)

ตารางที่ 1 ข้อมูลพีชระดับกลางและพีชระดับล่างในป่าจังหวัดสุรินทร์

ที่	ชื่อสามัญไทย/ ชื่อเขมรสุรินทร์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์	ลักษณะ วิสัย	แหล่งที่พบ			
					1	2	3	4
1	กะดังใบ/-	<i>Leea indica</i> (Burm. f.) Merr.	Vitaceae	ไม้พุ่ม	✓	-	-	-
2	กาหลง/-	<i>Bauhinia acuminata</i> L.	Fabaceae	ไม้พุ่ม	✓	-	-	-
3	กำแพงเจ็ดชั้น/เวีย	<i>Salacia chinensis</i> L.	Celastraceae	ไม้รื้อเลื้อย	-	✓	-	-
4	เกล็ดปลาหม้อ/-	<i>Phyllodium elegans</i> (Lour.) Desv.	Fabaceae	ไม้รื้อเลื้อย	✓	-	-	-
5	เข็มป่า/อันจุล*	<i>Ixora cibdela</i> Craib	Rubiaceae	ไม้พุ่ม	✓	✓	✓	✓
6	โคลงเคลง/บายแบก	<i>Osbeckia stellata</i> Ham.	Melastomataceae	ไม้พุ่ม	✓	✓	✓	-
7	ต่อลิ้/แบ๊ย ชันเลอะ*	<i>Allophylus cobbe</i> Bl. var. <i>glaber</i> Hiern	Sapindaceae	ไม้พุ่ม	✓	✓	✓	✓
8	ตะขบป่า/ชะขบ ปรี	<i>Flacourtia indica</i> Merr.	Flacourtiaceae	ไม้รื้อเลื้อย	✓	-	✓	-
9	ทองพันดูล/ เพลอวเมื่อน	<i>Decaschistia crotonifolia</i> Wight & Arn.	Malvaceae	ไม้พุ่ม	-	✓	-	-
10	ตะครอง/อังกกร*	<i>Ziziphus cambodiana</i> Pierre	Rhamnaceae	ไม้รื้อเลื้อย	✓	✓	✓	✓
11	นมน้อย/บาดปะเดิล	<i>Polyalthia evecta</i> (Pierre) Finet & Gagnep.	Annonaceae	ไม้พุ่ม	-	✓	-	-
12	นมแมว/โอรเชิล	<i>Melodorum siamense</i> (Scheff) Ban	Annonaceae	ไม้รื้อเลื้อย	-	✓	✓	-
13	น้ำใจใคร่/เดาะดัวะ*	<i>Oxalys pittacorum</i> (Lam.) Vahl	Oxalaceae	ไม้รื้อเลื้อย	✓	✓	✓	✓
14	ปอชื้อน/ปเรีย รุก*	<i>Helicteres viscida</i> Blume	Malvaceae	ไม้พุ่ม	✓	✓	✓	✓
15	ปอพราน/ปเรีย*	<i>Colona auriculata</i> (Desf.) Craib	Malvaceae	ไม้พุ่ม	✓	✓	✓	✓
16	โปรงกัว/เจิงจับ*	<i>Dasymaschalon lomentaceum</i> Finet & Gagnep.	Annonaceae	ไม้พุ่ม	✓	✓	✓	✓
17	ไผ่เพ็ก/ปริง*	<i>Arundinaria pusilla</i> A. Cheval. & A. Camus	Poaceae	ไม้ล้มลุก	✓	✓	✓	✓
18	พลองแก้มอัน/โป้ง*	<i>Rhodamnia dumetorum</i> (DC.) Merr.	Myrtaceae	ไม้พุ่ม	✓	✓	✓	✓
19	พลองเหมือด/พะเงียะ*	<i>Memecylon edule</i> Roxb.	Melastomataceae	ไม้พุ่ม	✓	✓	✓	✓
20	พุดทุ่ง/เจือรเดาะ*	<i>Holarhena curtisii</i> King & gamble.	Apocynaceae	ไม้พุ่ม	✓	✓	✓	✓
21	พุดน้ำ/-	<i>Kailarsenia godefroyana</i> (O. Kuntze) Tirveng.	Rubiaceae	ไม้พุ่ม	-	-	-	✓
22	ฟ้าทะลายโจร/ทะลายจอร์	<i>Andrographis paniculata</i> (Burm.f.) Wall.ex Nees	Acanthaceae	ไม้ล้มลุก	-	✓	-	-
23	มะเฒ่า/ตะเกียบกะดาม*	<i>Antidesma ghaesembilla</i> Gaertn.	Phyllanthaceae	ไม้พุ่ม	✓	✓	✓	✓
24	โมกน้ำ/ปัดจิงวา	<i>Wrightia religiosa</i> (Teijsm. & Binn.) Benth. ex Kurz	Apocynaceae	ไม้พุ่ม	-	-	-	✓
25	เล็บเหยี่ยว/ซังเคิ*	<i>Ziziphus oenoptia</i> (L.) Mill. var. <i>oenoptia</i>	Rhamnaceae	ไม้รื้อเลื้อย	✓	✓	✓	✓
26	สนกระ/-	<i>Prismatomeris tetrandia</i> (Roxb.) K.Schum. subsp. <i>malayana</i> (Rid)	Rubiaceae	ไม้พุ่ม	-	-	-	✓
27	สังกรณี/-	<i>Barleria strigosa</i> Willd.	Acanthaceae	ไม้พุ่ม	✓	-	-	-
28	สีพันคนทา/กะเลินเตีย	<i>Harrisonia perforata</i> (Blanco) Merr.	Simaroubaceae	ไม้รื้อเลื้อย	-	✓	✓	-
29	เสียวใหญ่/ตระศีล	<i>Phyllanthus taxodiifolius</i> Beille	Phyllanthaceae	ไม้พุ่ม	-	-	-	✓
30	หางกวาง/เซอแต๊ะ*	<i>Gomphia serrata</i> (Gaertn.) Kanis	Ochnaceae	ไม้พุ่ม	✓	✓	✓	✓
31	หางหมาจอก/กะตุย- ชำเปิว	<i>Uraria crinita</i> (L.) Desv. ex DC.	Fabaceae	ไม้พุ่ม	✓	-	-	-
32	หูลิง/กมพะนิง รวม (ชนิด)	<i>Hymenocardia punctata</i> Wall. ex Lindl.	Phyllanthaceae	ไม้พุ่ม	-	-	-	✓
					21	21	18	19

หมายเหตุ: 1=ป่าเสื่อม 2=ป่าyoung 3=ป่าประหาร 4=ป่าโคกตาสิน *ไม้พุ่มที่พบทั้ง 4 ป่า, ✓ = พืชที่พบในป่า, - ไม่พบพืชในป่า

ชื่อเขมรสุรินทร์ของพืชบางชนิดไม่สามารถระบุได้ เนื่องจากพบน้อยและพบเพียง 1 พื้นที่ ชุมชนไม่ทราบชื่อ แต่รู้จักรูปพรรณสัณฐาน และการนำมาใช้ประโยชน์



รูปที่ 2 ตัวอย่างพืชระดับกลางและพืชระดับล่างในป่าชุมชนจังหวัดสุรินทร์

ก) กะดังใบ (*Leea indica* (Burm. f.) Merr.) ข) กาหลง (*Bauhinia acuminata* L.) ค) เกล็ดปลาหมอ (*Phyllodium elegans* (Lour.) Desv.) ง) เข็มป่า (*Ixora cibdela* Craib) จ) โคลงเคลง (*Osbeckia stellate* Ham.) ฉ) ทองพันดูล (*Decaschistia crotonifolia* Wight & Arn.) ช) ต่อไล่ (*Allophylus cobbe* Bl. var. *glaber* Hiern) ซ) ตะขบป่า (*Flacourtia indica* Merr.) ฌ) น้ำใจใคร่ (*Oxalys pittacorum* (Lam.) Vahl) ญ) ปอพราน (*Colona auriculata* (Desf.) Craib) ฎ) โปรงกั่ว (*Dasymaschalon lomentaceum* Finet & Gagnep.) ฏ) พลองแก้มอัน (*Rhodamnia dumetorum* (DC.) Merr.) ฐ) พลองเหมือด (*Memecylon edule* Roxb.) ขฌ) พุดทุ่ง (*Holarrhena curtisii* King & Gamble.) ฌ) พุดน้ำ (*Kailarsenia godefroyana* (O. Kuntze) Tirveng.) ฎ) ฟ้ายะลวยโจร (*Andrographis paniculata* (Burm.f.) Wall. ex Nees) ด) มะเฒ่า (*Antidesma ghaesembilla* Gaertn.) ต) สนกระ (*Prismatomeris tetrandia* (Roxb.) K. Schum. subsp. *malayana* (Rid.) ถ) สี่พันคนทา (*Harrisonia perforata* (Blanco) Merr.) ท) สังกรณี (*Barleria strigosa* Willd.) ธ) เสียวใหญ่ (*Phyllanthus taxodiifolius* Beille) น) ทางกวาง (*Gomphia serrata* (Gaertn.) Kanis) บ) ทางหมาจอก (*Uria crinita* (L.) Desv. ex DC.) ป) หูลิง (*Hymenocardia punctata* Wall. ex Lindl.)

2. การใช้ประโยชน์ในท้องถิ่น

จากการสัมภาษณ์ชุมชน 3 ตำบล ได้แก่ ตำบลท่าสว่าง ตำบลนอกเมือง และตำบลสลัก อำเภอมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ พบพืชระดับกลางและพืชระดับล่างในป่าจังหวัดสุรินทร์ทั้งหมด 32 ชนิด สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นได้ทุกชนิด โดยจำแนกการใช้ประโยชน์ได้ 8 ประเภท (ตารางที่ 2 และรูปที่ 3)

2.1) สมุนไพร พบทั้งหมด 26 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 81.25 เช่น กำแพงเจ็ดชั้นใช้รากและลำต้นในการรักษาโรค ต่อไล่ใช้ราก ลำต้นและใบ นมแมวใช้รากและลำต้น ใจใคร่ใช้รากและลำต้น พลองเหมือดใช้ลำต้นและใบ ฟ้ายะลวยโจรใช้กิ่งก้านและใบ มะเฒ่าใช้ราก ลำต้นและใบ เล็บเหยี่ยวใช้ราก ลำต้นและผล สี่พันคนทาใช้ราก และหูลิงใช้ลำต้นในการรักษาโรค เป็นต้น ส่วนของพืชที่ใช้มากที่สุด คือ ราก 21 ชนิด ร้อยละ 80.77 รองลงมาคือ ลำต้น 16 ชนิด ร้อยละ 61.52

2.2) อาหาร พบทั้งหมด 15 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 46.88 เช่น ตะขบป่ารับประทานผลดิบและสุก ทองพันดูลรับประทานหัวใต้ดิน นมน้อยรับประทานผลสุก น้ำใจใคร่รับประทานยอดอ่อนและผลสุก ไม้เท้ารับประทานหน่อ โปรงกั่วรับประทานผลสุก มะเฒ่ารับประทานผลดิบและสุก และเล็บเหยี่ยวรับประทานผลดิบและสุก เป็นต้น ส่วนของพืชที่ใช้มากที่สุด คือ ผล 11 ชนิด ร้อยละ 73.33 รองลงมาคือ ใบ 4 ชนิด ร้อยละ 26.66 และ ราก/หัว/หน่อ 3 ชนิด ร้อยละ 20.00

2.3) ไม้ย้อมสี พบ 3 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 9.38 ย้อมไหม เป็นสารช่วยติดสี ได้แก่ นมแมวใช้ต้น/เปลือกต้นในการย้อมสี พลองเหมือดใช้ใบ และสี่พันคนทาใช้ผลในการย้อมสี พบส่วนของพืชนำมาใช้ย้อมสีเท่ากัน คือ ต้น ใบ และผล อย่างละ 1 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 33.33

2.4) เชื้อเพลิง พบ 10 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 31.25 โดยใช้เป็นฟืนหรือเผาถ่าน เช่น ปอขึ้นใช้กิ่งก้านเป็นเชื้อเพลิง ปอพรานใช้กิ่งก้านและแก่นต้น ไม้เท้าใช้กิ่งก้าน พลองแก้มอันใช้กิ่งก้านและต้น เสียวใหญ่ใช้กิ่งก้านและต้น และทางกวางใช้กิ่งก้านและต้น เป็นต้น ส่วนของพืชที่ใช้มากที่สุด คือ ส่วนของกิ่งก้าน 10 ชนิด ร้อยละ 100 รองลงมาคือ ส่วนของต้น 7 ชนิด ร้อยละ 70.00

2.5) เครื่องมือเครื่องใช้ในการเกษตร หรือเครื่องใช้ในบ้าน พบ 13 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 40.63 โดยใช้เป็นไม้ค้ำปลูกผักเครือ ไม้หลักผูกสัตว์ ทำเชือกมัดสิ่งของ ทำรั้วไหม เป็นไม้ถูซี่โคล ไม้กวาด ได้แก่ ทางกวางใช้ลำต้นและกิ่งก้านทำเป็นเครื่องมือเครื่องใช้ในการเกษตร ปอพรานใช้เปลือกต้นทำเป็นเครื่องมือเครื่องใช้ในการเกษตร/เครื่องใช้ในบ้าน โปรงกั่ว ไม้เท้าใช้กิ่งก้านทำเป็นเครื่องมือเครื่องใช้ในบ้าน พลองแก้มอันใช้กิ่งก้าน พลองเหมือดใช้ลำต้นและกิ่งก้าน และพุดน้ำใช้กิ่งก้าน เป็นต้น ส่วนของพืชที่ใช้มากที่สุด คือ กิ่งก้าน 10 ชนิด ร้อยละ 76.92 รองลงมาคือ ต้น 5 ชนิด ร้อยละ 38.46

2.6) อาหาร/ยารักษาสัตว์ พบ 3 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 9.38 ได้แก่ ทองพันดูลใช้ราก/หัวใต้ดินเป็นยารักษาสัตว์ โปรงกั่วใช้ผลสุกเป็นอาหารสัตว์ และไม้เท้าใช้ใบเป็นอาหารสัตว์ พบส่วนของพืชนำมาใช้เป็นอาหาร/ยารักษาสัตว์ เท่ากัน คือ ราก/หัวใต้ดิน ใบ และผล อย่างละ 1 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 33.33

การนำส่วนของพืชมมาใช้ประโยชน์ทั้งหมด พบว่า ทั้ง 32 ชนิด ใช้ประโยชน์ในส่วนของรากมากที่สุด 21 ชนิด ร้อยละ 65.63 รองลงมาใช้ประโยชน์ในส่วนของต้น 16 ชนิด ร้อยละ 50 ใช้ทุกส่วนของต้น 15 ชนิด ร้อยละ 46.88 ใช้ส่วนของผล 12 ชนิด ร้อยละ 37.50 ใช้ส่วนของกิ่งก้าน 10 ชนิด ร้อยละ 31.25 ใช้ส่วนของใบ 9 ชนิด ร้อยละ 28.13 และใช้ส่วนของดอก 2 ชนิด ร้อยละ 6.25 พบชนิดพืชที่ใช้ประโยชน์จากส่วนของพืชมากที่สุด 5 ส่วน คือ พืชที่ใช้ราก ต้น ใบ ผล และทุกส่วน กับพืชที่ใช้ราก ต้น กิ่งก้าน ใบ และผล จำนวน 4 ชนิด ร้อยละ 12.50 ได้แก่ นมแมว น้ำใจใคร่ โปร่งกวี และมะเม่า รองลงมาใช้ประโยชน์จากส่วนของพืช 4 ส่วน คือ พืชที่ใช้ส่วนของ ราก ต้น ใบ และผล รองลงมาใช้ต้น กิ่งก้าน ใบ และผล จำนวน 4 ชนิด ร้อยละ 12.50 ได้แก่ หางกวาด ตะขบป่า ไม้เพ็ก และพลองเหมือด ใช้ประโยชน์ 3 ส่วน ส่วนมากใช้ราก ต้น และผล รองลงมาใช้ต้น กิ่งก้าน และใบ จำนวน 10 ชนิด ร้อยละ 32.00 ได้แก่ กาหลง โคลงเคลง ต่อไส้ ตะครอง พลองแก้มอัน พุดทุ่ง ฟ้าทะลายโจร เล็บเหยี่ยว เสียวใหญ่ และหูลิง ใช้ประโยชน์ 2 ส่วน ส่วนมากใช้รากและทั้งต้น จำนวน 8 ชนิด ร้อยละ 25.00 ได้แก่ กะดังใบ กำแพงเจ็ดชั้น ทองพันดูล นมน้อย ปอพราน พุดน้ำ สักรณี และสีพันคนทา ใช้ประโยชน์ 1 ส่วน โดยใช้ทั้งต้น/ทุกส่วนมากที่สุด จำนวน 5 ชนิด ร้อยละ 15.63 ได้แก่ แกลัดปลาหมอ เข็มป่า ปอขี้น สนกระ และหางหมาจอก

ตารางที่ 2 การใช้ประโยชน์พืชระดับกลางและพืชระดับล่างของชุมชนชาวไทยเขมร ในจังหวัดสุรินทร์

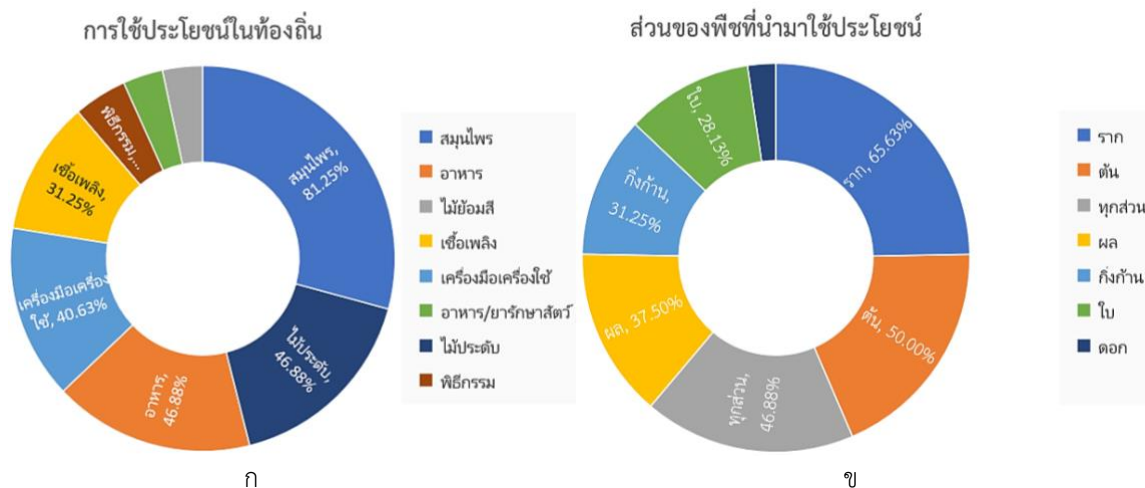
[illegible]

ที่	ชื่อสามัญไทย/ ชื่อท้องถิ่นเขมร	การนำมาใช้ประโยชน์ในท้องถิ่น	ประเภทการใช้ประโยชน์								รวม
			1	2	3	4	5	6	7	8	
9	ทองพันธุ/ เพลลาวเมื่อน	รากและลำต้นเป็นสมุนไพรบำรุงเลือด บำรุง น้ำนมสตรีหลังอยู่ไฟ ผลสุกรสฝาดรับประทาน ได้ ผลใช้เป็นกระสุนหนังสติ๊ก	✓ R*S*	✓ Fr*	-	-	✓ Fr*	-	-	-	3 ปก. 3 ส่วน
10	ตะครอง/ อังกกรวง	หัวใต้ดินนำมารับประทานได้ รากสด ใช้บด พอกเป็นยาแก้เคล็ดฟกช้ำในสัตว์ แก้กษุรขา เคล็ด ปูกเป็นไม้ประดับ	✓ R*	✓ R*	-	-	-	✓ R*	✓ W*	-	4 ปก. 2 ส่วน
11	นมน้อย/ บาดปะเตล	ราก ต้มน้ำดื่ม แก้ก้น้ำเนื้อท้องเกร็ง บำรุง น้ำนมสำหรับหญิงอยู่ไฟหลังคลอดบุตร รับประทานผลสุก	✓ R*	✓ Fr*	-	-	-	-	-	-	2 ปก. 2 ส่วน
12	นมแมว/ โอเรเซล	รากและลำต้นมาต้มน้ำดื่มสำหรับหญิงอยู่ไฟ หลังคลอดบุตร ผลสุกรับประทานได้ เปลือกลำ ต้นเป็นไม้ย้อมสีให้สีเหลือง ใช้เป็นไม้ประดับ	✓ R*S*	✓ Fr*	✓ S*	-	-	-	✓ W*	-	4 ปก. 5 ส่วน
13	น้ำใจใคร่/เตาะ ตัวะ	รากช่วยแก้ไข้ตัวร้อน ตันบำรุงกำลัง ใช้ผสมกับ พลองเหมือดแก้อาการผิวดำแลง ทานผลสุก ยดออ่อนเป็นผักจิ้มน้ำพริก เอาใช้ทำลอบ ไช ดักปลา	✓ R*S*	✓ L*Fr*	-	-	✓ B*	-	-	-	3 ปก. 5 ส่วน
14	บอชี่ยน/ ปเรียร จรุก	กิ่งก้านมัดทำเป็นไม้กวาด เป็นเชื้อเพลิง	-	-	-	✓ B*	✓ B*	-	-	-	2 ปก. 1 ส่วน
15	บอพราน/ ปเรียร	เปลือกต้นทำเป็นเชือกสำหรับมัดสิ่งของ แก่น ต้นปอกเปลือกออกใช้เป็นเชื้อเพลิง	-	-	-	✓ S*	✓ S*	-	-	-	3 ปก. 1 ส่วน
16	โปร่งกัว/ เจิงจ๊าบ	ต้นช่วยบำรุงร่างกาย บำรุงเลือดสตรีอยู่ไฟ ระบายลม บำรุงกระษัย รากเป็นส่วนผสมแบ่ง สำหรับรับประทานผลสุก เป็นอาหารนก ลำ ต้นทำไม้ขี้ไคล ใบใช้ในพิธีกรรมโคมครุของ ชุมชนเขมรสุรินทร์ ปูกประดับ	✓ R*S*	✓ Fr*	-	-	✓ S*	✓ Fr*	✓ W*	✓ L*	6 ปก. 5 ส่วน
17	ไม้เพ็ก/บริจ	ต้นใช้ผสมกับหินฟ้าน้ำดื่มแก้ร้อนใน อีสุกอีใส ท้องผูก หน่อไม้เพ็กนำมาปรุงเป็นอาหาร ใบ เป็นพืชอาหารสัตว์โค กระบือ กิ่งก้านมัดทำ เป็นไม้กวาดและเป็นเชื้อเพลิง	✓ S*	✓ R*	-	✓ B*	✓ B*	✓ L*	-	-	5 ปก. 4 ส่วน
18	พลองแก้มอัน/ โปึง	รากต้มน้ำดื่มแก้ไข้ ผล แก้โรคเหงือก รับประทานได้ กิ่งก้านทำเป็นรังไหม ไม้ค้ำ ปลูกผัก ทำเป็นไม้กวาด ทำฟืน	✓ S*Fr*	✓ Fr*	-	✓ B*	✓ B*	-	-	-	4 ปก. 3 ส่วน
19	พลองเหมือด/ พะเจียะ	ลำต้นรักษาโรคหิด ลำต้นและใบ แก้ท้องอืด ท้องเฟ้อ ขับปัสสาวะ ใบ ผลสุกรับประทานได้ กิ่งก้านทำเป็นรังไหม ไม้กวาด ไม้ค้ำปลูกผัก ทำฟืน ลำต้นทำด้ามจอบ ไม้หลักไว้ผูกโค กระบือ ใบใช้ย้อมสีให้สีเหลือง เป็นไม้ช่วยติดสี	✓ S*L*	✓ L*Fr*	✓ S*B*	✓ L*	✓ S*B*	-	-	-	5 ปก. 4 ส่วน
20	พุททุ้ง/ เจือรเดาะ	ต้นและราก มีรสร้อน เป็นยาขับเลือดและ หนอง ขับลม กระจายเลือดลม ขับพยาธิ ปูก เป็นไม้ประดับ	✓ R*S*	-	-	-	-	-	✓ W*	-	2 ปก. 3 ส่วน

ที่	ชื่อสามัญไทย/ ชื่อท้องถิ่นเขมร	การนำมาใช้ประโยชน์ในท้องถิ่น	ประเภทการใช้ประโยชน์								รวม
			1	2	3	4	5	6	7	8	
21	ทุตน้า/-	กิ่งก้านทำเป็นไม้ค้ำปลูกผัก เป็นเชื้อเพลิงทำ ฟืน มัดทำเป็นไม้กวาด ปลูกเป็นไม้ประดับ	-	-	-	✓ B*	✓ B*	-	✓ W*	-	3 ปก. 2 ส่วน
22	ฟ้าทะลายโจร/ ทะลายจอร์	กิ่งใบเป็นสมุนไพรแก้ไข้ แก้หวัด แก้ท้องเดิน ใบ รสขม บดผสมน้ำมันพืชทาแผลน้ำร้อนลวก ไฟไหม้ ใบสด นำมาเคี้ยวกลืนน้ำแก้ค้ออกเสบ แก้เจ็บคอ ปลูกเป็นไม้ประดับ	✓ B*L*	-	-	-	-	-	✓ W*	-	2 ปก. 3 ส่วน
23	มะเฌา/ ตะเกียบกะดาม	ลำต้น ราก ใบ สมุนไพรแก้อาการผิวดำแดง จากกลิ่นต่างๆ ใบอ่อน ทำอาหารใส่ในแกงและ กินเป็นผัก รับประทานได้ทั้งผลดิบและผลสุก กิ่งก้านทำเป็นไม้ค้ำปลูกผัก เป็นเชื้อเพลิง	✓ R*S*L*	✓ L*Fr*	-	✓ S*B*	✓ B*	-	-	-	4 ปก. 5 ส่วน
24	โมกน้ำ/ ปิดจิงวา	นิยมปลูกเป็นไม้ประดับ ดอกหอม นำมาบูชา พระ	-	-	-	-	-	-	✓ W*	✓ F*	2 ปก. 3 ส่วน
25	เล็บเหยี่ยว/ ขังเคียร	ราก ต้น เป็นสมุนไพรช่วยขับขับปัสสาวะ ระดู ขาว แก้ฝี ผลดิบและผลสุกรับประทานได้ เป็น ยาระบาย รสเปรี้ยวหวานชุ่มคอ แก้ไอ	✓ R*S*Fr*	✓ Fr*	-	-	-	-	-	-	2 ปก. 3 ส่วน
26	สนกระ/-	ทุกส่วน เป็นสมุนไพรแก้กระษัย ช่วยขับ ปัสสาวะ เป็นไม้ประดับ	✓ W*	-	-	-	-	-	✓ W*	-	2 ปก. 1 ส่วน
27	สังกรณี/-	ทุกส่วน เป็นสมุนไพรช่วยบำรุงกำลัง แก้ กระษัย รากแก้ร้อนใน เป็นไม้ประดับ	✓ R*W*	-	-	-	-	-	✓ W*	-	2 ปก. 2 ส่วน
28	สีพันคนทา/ กะเลินเตีย	ราก ใช้เป็นยาแก้ไข้ทุกชนิด รักษาโรคมะเร็ง เป็นส่วนผสมของหัวเชื้อหมักเหล้าสาโท ผล เป็นไม้ย้อมสี	✓ R*	✓ R*	✓ Fr*	-	-	-	-	-	3 ปก. 2 ส่วน
29	เสียวใหญ่/ ตระซึล	ราก ลำต้นเป็นยาขับปัสสาวะ ต้มน้ำกินแก้ ปวด ต้นทำด้ามจอบ เสียม กิ่งทำกลอบ ไช ทำคันเบ็ด เครื่องมือดักปลา กิ่งก้านมัดทำเป็น ไม้กวาด เป็นเชื้อเพลิง ทำฟืน	✓ R*S*	-	-	✓ S*B*	✓ S*B*	-	-	-	3 ปก. 3 ส่วน
30	หางกวาว/ เชอแต๊ะ	ผสมกับสมุนไพรอื่นช่วยขับน้ำคาวปลาอยู่ไฟ ช่วยให้สมุนไพรอื่นออกฤทธิ์ดีขึ้น ลำต้นใช้เป็น หลักไว้ผูกโค กระบือ กิ่งก้านทำรังไหม ไม้ค้ำ ปลูกผัก เป็นเชื้อเพลิงทำฟืน ไม้ประดับ	✓ R*S*	-	-	✓ S*B*	✓ S*B*	-	✓ W*	-	4 ปก. 4 ส่วน
31	หางหมาจอก/ กะตุย ขำเปิว	รากใช้รักษาฝี ต้มกินน้ำแก้ปวดเมื่อย เป็นไม้ ประดับ	✓ R*	-	-	-	-	-	✓ W*	-	2 ปก. 3 ส่วน
32	หูลิง/กมพะนิง	ลำต้น เป็นส่วนผสมกับสมุนไพรอื่น แก้ผิ ดำแดง แก้กระษัย ต้นแก้ขางเด็ก ผล รับประทานได้มีรสเปรี้ยว กิ่งก้านมัดทำเป็นไม้ กวาด ไม้ค้ำปลูกผัก เป็นเชื้อเพลิง ทำฟืน	✓ S*	✓ Fr*	-	✓ S*B*	✓ B*	-	-	-	4 ปก. 3 ส่วน
รวม (ชนิด)			26	15	3	10	13	3	15	4	

หมายเหตุ: ✓ = การนำพืชไปใช้ประโยชน์ - ไม่ได้นำพืชไปใช้ประโยชน์

การใช้ประโยชน์ 1= สมุนไพร, 2=อาหาร, 3=ไม้ย้อมสี, 4= เชื้อเพลิง, 5= เครื่องมือเครื่องใช้, 6=อาหาร/ยารักษาสัตว์, 7=ไม้ประดับ,
8=พิธีกรรมส่วนของพืชที่ใช้ประโยชน์ R*= ราก/หัว/หน่อ, S*=ลำต้น, B*=กิ่งก้าน, L*= ใบ, F*= ดอก, Fr*= ผล, W*=ทั้งต้น/ทุกส่วน



รูปที่ 3 ก) การใช้ประโยชน์ในท้องถิ่น ข) ส่วนของพืชที่นำมาใช้ประโยชน์

การอภิปรายผล

จากผลการวิจัย พบว่าชนิดพืชมีความหลากหลายจำนวน 32 ชนิด 31 สกุล 18 วงศ์ โดยวงศ์ของพืชที่พบจำนวนชนิดมากที่สุด คือ Annonaceae Fabaceae Malvaceae Phyllanthaceae และ Rubiaceae พบวงศ์ละ 3 ชนิด เนื่องจากเป็นกลุ่มพืชที่ชอบนิเวศป่าแบบป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรังและป่าทาม มีการกระจายพันธุ์ได้ง่าย ทนต่อสภาพแวดล้อมแห้งแล้งได้ดี ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ นันทน์ภัส และบัญญัติ (2554) พบวงศ์ Fabaceae มีความหลากหลายชนิดมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพนม และจักรพงษ์ (2562) ศรายุทธ และคณะ (2563) และ เสรี และคณะ (2564) ได้สำรวจความหลากหลายของไม้ป่าพบว่า วงศ์ของพืชที่มีความหลากหลายชนิดมากที่สุดคือพืชวงศ์ถั่ว Fabaceae และการศึกษาของ กาญจนา (2556) พบว่าวงศ์พืชที่มีความหลากหลายของจำนวนชนิดมากที่สุดคือ Rubiaceae จากการสำรวจ 4 ป่า พบว่า มีจำนวนความหลากหลายของชนิดพืชใกล้เคียงกัน คือ ป่ายางชุม และป่าสกร๊อม 21 ชนิด เนื่องจากลักษณะของระบบนิเวศและสังคมป่าใกล้เคียงกันเป็นป่าผสมระหว่างป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง ทำให้พืชระดับกลางและพืชระดับล่างขึ้นได้ดี มีความหลากหลายมากกว่าป่าอื่น รองลงมาคือ ป่าโคกตาสิน 19 ชนิด และ ป่าระหาร 18 ชนิด ตามลำดับ พบชนิดพืชกระจายตัวอยู่ทั้ง 4 ป่า จำนวน 14 ชนิด ได้แก่ เข็มป่า หางกวาด ต่อไล่ ตะครอง น้ำใจใคร่ ปอขี้อัน ปอพราน โปรงกั่ว ไม้เพ็ก พลองแก้มอัน พลองเหมือด พุดทุ่งมะเฒ่า และเล็บเหยี่ยว ส่วนชนิดพืชที่มีการกระจายตัวน้อยโดยพบเพียง 1 ป่า จำนวน 13 ชนิด แยกเป็นพบในป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ ได้แก่ กะตังใบ กาหลง กำแพงเจ็ดชั้น เกล็ดปลาหมอ ทองพันดูล นมน้อย ฟ้ายะลายโจร สังกรณี และ หางหมาจอก และพืชที่พบในป่าโคกตาสินที่มีลักษณะเป็นป่าทามริมลำน้ำชี ได้แก่ พุดน้ำ โมกน้ำ สนกระ เสียวใหญ่ และหูลิง

ในด้านการใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นพบว่า ชุมชนมีการนำพืชทั้ง 32 ชนิดมาใช้ประโยชน์ พบพืชที่นำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายมากที่สุดได้แก่ โปรงกั่ว ใช้ประโยชน์ 6 ประเภท เนื่องจากโปรงกั่วเป็นพืชที่พบทั้ง 4 ป่า ที่ทำการสำรวจ มีจำนวนมากและขึ้นเป็นกลุ่มกระจายทั่วบริเวณที่โล่งของป่า ทางเดินในป่าและชายป่า เป็นพืชที่นกและสัตว์ป่ากินเป็นอาหาร และชุมชนเก็บผลสุกไปรับประทานที่บ้าน ทำให้มีการขยายพันธุ์ปริมาณมากพบทั้งชายป่า ชายทุ่ง เขตชุมชน และบ้านพักอาศัย จึงมีความเกี่ยวข้องกับวิถีชุมชนในจังหวัดสุรินทร์ในการนำมาใช้ประโยชน์ในด้าน สมุนไพร อาหาร เชื้อเพลิง ทำเป็นของใช้ในบ้าน ทำการเกษตร เป็นอาหารสัตว์ ปลูกประดับบ้านพักและรับประทานผล รวมทั้งนำมาประกอบพิธีกรรมในชุมชน รองลงมาใช้ประโยชน์ 5 ประเภท ได้แก่ ไม้เพ็ก และพลองเหมือด ใช้ประโยชน์ 4 ประเภท ได้แก่ หางกวาด ทองพันดูล นมแมว พลองแก้ม

อัน มะเมา และหูลิง ใช้ประโยชน์ได้ 3 ประเภท ได้แก่ กาหลง ตะครอง น้ำใจใคร่ ปอพราน พุดน้ำ สีพันคนทา และเสียวใหญ่ ใช้ประโยชน์ 2 ประเภท ได้แก่ กะตังใบ เกล็ดปลาหมอ โคลงเคลง ตะขบป่า นมน้อย ปอชื้อน พุดทุ่ง ฟ้าทะลายโจร โมกน้ำ เล็บเหยี่ยว สุนทร สักรณี และหางหมาจอก ส่วน กำแพงเจ็ดชั้น เข็มป่า และต่อไล่ ใช้ประโยชน์ในชุมชนเพียง 1 ประเภท โดยชุมชนนำพืชมาใช้ประโยชน์ในด้านสมุนไพรมากที่สุด ซึ่งเกิดจากองค์ความรู้และภูมิปัญญาด้านหมอสุนไพร่ท้องถิ่นที่ถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษ จากการใช้พืชสมุนไพรตามธรรมชาติจากป่าใกล้บ้านหรือนำมาปลูกเองช่วยให้ชุมชนสามารถรักษาอาการเจ็บไข้ได้เบื้องต้น เช่น อาการปวดเมื่อย ตัวร้อน เป็นไข้ กระจายเส้น ทำเป็นยาบำรุงกำลัง บำรุงธาตุ บำรุงน้ำนมสตรี หลังคลอด แก้กิดสำแดง แก้อาการท้องเสีย ฯลฯ รวมทั้งความเชื่อต่าง ๆ เช่น รักษาผ่านหมอมนต์ หมอเป่า เป็นต้น รองลงมา คือ ใช้ประโยชน์ด้านอาหาร ปลูกเป็นไม้ประดับ ทำเครื่องมือเครื่องใช้ในการเกษตรหรือเครื่องใช้ในบ้าน นำมาเป็นเชื้อเพลิง นำมาใช้ด้านภูมิปัญญาหรือพิธีกรรม เป็นไม้ย้อมสี และเป็นอาหาร/ยารักษาสัตว์ ซึ่งสอดคล้องกับ นันทน์ภัส และบุญฤดี (2554) พบว่า พืชส่วนมากจะเป็นพืชสมุนไพรพื้นบ้านและบางชนิดมีศักยภาพปลูกเป็นไม้ดอกไม้ประดับได้ รวมทั้งผล การศึกษาของ กวินธร และคณะ (2561) พบพืชที่ชุมชนนำมาใช้ประโยชน์ คือ พืชสมุนไพร พืชอาหาร พืชให้เนื้อไม้ พืชไม้ประดับ และพืชอาหารสัตว์ สุวิทย์ และประจักษ์ (2556) สรุปว่า พืชนำมาใช้ประโยชน์เป็นสมุนไพรมากที่สุด โดยส่วนใหญ่ใช้เป็นส่วนผสมทางยาสมุนไพรตามตำรายาพื้นบ้าน ใช้ในการบำบัด รักษา บำรุงร่างกายในด้านต่าง ๆ วรรณีย์ และจุติตร (2551) กล่าวว่า พรรณไม้ท้องถิ่นมีการใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย ได้แก่ พืชอาหาร พืชสมุนไพร พืชเครื่องเทศ พืชที่ใช้ อารักขาพืชและสัตว์ และพืชที่ใช้ประโยชน์ทางด้านอื่น ๆ และเสรี และคณะ (2564) พบการใช้ประโยชน์จากพืชป่าในด้านพืชอาหาร พืชสมุนไพร พืชที่ใช้ทำเครื่องนุ่งห่มและสีย้อม พืชที่ทำเครื่องสำอาง พืชทำที่อยู่อาศัยและเครื่องใช้สอย พืชที่ใช้ทำ พิธีกรรม และพืชที่ใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความแตกต่างจากพื้นที่อื่นในด้านการใช้ประโยชน์จากพืชที่เป็นอัตลักษณ์ของกลุ่มชาติพันธุ์เขมรสุรินทร์ ได้แก่ (1) สมุนไพร ที่ได้จากองค์ความรู้และภูมิปัญญาด้านหมอสุนไพร่ท้องถิ่นที่ถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษเป็นภาษาเขมรทั้ง จากประเทศกัมพูชาและเขมรท้องถิ่นสุรินทร์ เป็นสูตรตำราเฉพาะที่ใส่ส่วนผสมของพืชในชื่อภาษาเขมรเท่านั้น เช่น กำแพงเจ็ดชั้น ทองพันดูล และหูลิง เป็นต้น อีกทั้งมีการใช้ยาสมุนไพรรักษาผ่านพิธีกรรม มนต์คาถาตามความเชื่อของชาติพันธุ์ เขมรด้วย เช่น เกล็ดปลาหมอ เป็นต้น (2) อาหาร โดยการนำพืชในป่ามาปรุงอาหาร และใส่ส่วนผสมอาหารตามวิธีคนท้องถิ่น ชาติพันธุ์เขมรสุรินทร์ เช่น ไม้เพ็ก นำหน่อมาลวกเป็นผักจิ้มน้ำพริกและทำเป็นแกงหน่อไม้ผัดเพ็ก และน้ำใจใคร่ โดยการนำ ยอดอ่อนมาเป็นผักจิ้มน้ำพริกพื้นบ้านสุรินทร์ เป็นต้น (3) เครื่องมือเครื่องใช้ในบ้านและเครื่องมือการเกษตร เช่น กลุ่มชาติพันธุ์เขมรนำเปลือกปอพรานมาทำเชือก นำต้นของต้นโปรงกั่วมาทำเป็นไม้ถูโคล น้ำกึ่งก้านของหางกวาง พลองแก้มอัน พลองเหมือด เสียวใหญ่ มาทำเป็นไม้กวาด และทำเป็นรังไหมเลี้ยงตัวไหม นำต้นของหางกวางมาทำเป็นหลักผูกโคกระบือ นำ กิ่งก้านของพลองแก้มอัน พลองเหมือด และกลุ่มไม้พุ่มในป่า มาทำเป็นไม้ค้ำปลูกผักเครือ (4) พิธีกรรม นำใบโปรงกั่ว 9 ใบมา ใส่ในโองมครุ และนำไปเกล็ดปลาหมอร่วมกับพืชอื่นไปประกอบพิธีกรรมซึ่งเป็นความเชื่อของคนชาติพันธุ์เขมรสุรินทร์ เป็นต้น ในปัจจุบันองค์ความรู้เหล่านี้ไม่มีการบันทึกเป็นเอกสารเนื่องจากชุมชนท้องถิ่นไม่ทราบชื่อพืชภาษาไทย ผู้มีความรู้ส่วนใหญ่ เป็นผู้สูงอายุบางท่านเสียชีวิตไปแล้วและไม่มีการถ่ายทอดองค์ความรู้สำหรับทายาทสืบต่อ ทำให้องค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น ที่สำคัญสูญหายไปเป็นจำนวนมาก โดยการศึกษาครั้งนี้จึงมีการอนุรักษ์ภูมิปัญญาพื้นบ้าน โดยการรวบรวมบันทึกองค์ความรู้ ดังกล่าวเพื่อถ่ายทอดส่งต่อสู่ชนรุ่นหลังมิให้องค์ความรู้ที่สำคัญเหล่านี้สูญหายไป

บทสรุป

การนำพืชระดับกลางและพืชระดับล่างทั้ง 32 ชนิดมาใช้ประโยชน์ของชุมชนจังหวัดสุรินทร์ โดยนำไปใช้ในด้านสมุนไพร ที่เป็นองค์ความรู้ ภูมิปัญญา จากหมอสุนไพร่พื้นบ้าน ซึ่งพืชสมุนไพรที่ควรนำมาส่งเสริมให้เกิดการต่อยอด เช่น ฟ้าทะลาย

โจร เนื่องจากเป็นพืชที่มีสรรพคุณหลากหลายและช่วยป้องกันการแพร่เชื้อไวรัสโควิด-2019 และสมุนไพรอื่น ๆ เช่น กำแพงเจ็ดชั้น ตะครอง ทองพันชูล น้ำใจใคร่ พุดทุ่ง มะเฒ่า สี่พันคนทา เป็นต้น การนำมารับประทานเป็นผลไม้ ผักสด หรือ การประกอบอาหาร ได้รับการถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษหรือการทำต่อ ๆ กันมา ด้านไม้ย้อมสี เป็นวิธีการที่ได้รับการถ่ายทอดจากภูมิปัญญา รวมทั้งการได้รับการอบรมให้ความรู้จากหน่วยงานภาครัฐและชุมชนได้นำมาใช้ประโยชน์สืบต่อกันมา ด้านการทำเครื่องมือเครื่องใช้ทั้งการเกษตรและเครื่องใช้ในบ้าน ชุมชนได้รับการถ่ายทอดมาจากคนรุ่นก่อน ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ทำแบบง่ายหาได้ในท้องถิ่น ทำได้รวดเร็วและประหยัดงบประมาณ ด้านอาหารหรือยารักษาสัตว์ ได้รับการสืบทอดกันมาแต่ปฏิบัติน้อยลงเนื่องจากชุมชนไปใช้อาหารสำเร็จรูปและยาแผนปัจจุบัน ในด้านพิธีกรรมมีการนำพรรณไม้มาใช้ในพิธีกรรมเป็นความเฉพาะของท้องถิ่นชุมชนไทยเขมรจังหวัดสุรินทร์ เช่น โปรงกัวนำมาประกอบพิธีกรรมโหมครู ส่วนการใช้ประโยชน์ในเชิงไม้ประดับพบว่าพืชท้องถิ่นในป่าจังหวัดสุรินทร์มีลักษณะทางกายภาพที่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นไม้ประดับได้ เช่น กาหลง เข็มป่า โคลงเคลง ทองพันชูล นมแมว พุดทุ่ง พุดน้ำ โมกน้ำ สนกระ สังกะณี และหางหมาจอก ซึ่งนำไปใช้ในการตกแต่งภูมิทัศน์โดยการปลูกเลี้ยง ขยายพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์ จะทำให้เกิดพรรณไม้ใหม่ ๆ พัฒนาเป็นไม้เศรษฐกิจได้ ประโยชน์ของพรรณไม้ท้องถิ่นมีความหลากหลายและมีคุณค่าแก่ชุมชนอย่างมากต่อการตอบสนองปัจจัย 4 ขั้นพื้นฐานของมนุษย์ ด้านอาหาร (พืชอาหาร) ที่อยู่อาศัย (เครื่องมือเครื่องใช้ ไม้ประดับ) เครื่องนุ่งห่ม (ไม้ย้อมสี) และยารักษาโรค (พืชสมุนไพร) รวมทั้งด้านวัฒนธรรมพิธีกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิถีชุมชน จากผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของทรัพยากรป่าไม้ที่ให้ประโยชน์หลากหลาย และทรัพยากรภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนที่มีคุณค่าควรเก็บรักษาและถ่ายทอดสู่ชนรุ่นหลัง ควรมีการอนุรักษ์และสนับสนุนให้เกิดการสืบสานพัฒนาต่อยอดการใช้ประโยชน์เชิงท้องถิ่นให้มีความยั่งยืนสืบไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ (อพ.สธ) ขอขอบพระคุณนายกองค์การบริหารส่วนตำบลท่าสว่าง ตำบลนอกเมือง และตำบลเทนมีย์ ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่สำรวจป่า ขอขอบคุณหมอยาสมุนไพร พ่อน้อย มณีอ่อน พ่อวอน แยมศรี พ่อรัน พะยอมหอม แม่พัน บุญเลื่อน พ่อดิษฐ์ ยืนยาว และนายราฟิง ภาพรผาด ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลด้านสมุนไพรและการใช้ประโยชน์อื่น ๆ ขอขอบคุณภูมิปัญญาท้องถิ่นและชุมชนในพื้นที่ตำบลท่าสว่าง ตำบลนอกเมือง และตำบลเทนมีย์ อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ ที่ช่วยนำทางสำรวจป่าและให้ข้อมูลด้านการนำพืชระดับกลางและพืชระดับล่างใช้ประโยชน์ในท้องถิ่น จนทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2556). ฐานข้อมูลพรรณไม้องค์การสวนพฤกษศาสตร์. ค้นเมื่อ 10 กันยายน 2558. <http://www.qsbg.org/database/plantdb/index.asp>.
- กวิณธร เสถียร, ศักดิ์ดา หอมหวล และเสวียน เปรมประสิทธิ์. (2561). การใช้ประโยชน์พรรณพืชในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านทุ่งลุยลาย ตำบลทุ่งลุยลาย อำเภอกอนสาร จังหวัดชัยภูมิ. วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. 14(2): 211-245.
- กาญจนา ลิ้มปัทมติกุล. (2559). ความหลากหลายของไม้ล้มลุก ไม้พุ่มและไม้เลื้อยตามเส้นทางศึกษาธรรมชาติเขาหลวง อุทยานแห่งชาติน้ำตกห้วยยาง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คณะเภสัชศาสตร์. (ม.ป.ป.). ฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. ค้นเมื่อ 12 กรกฎาคม 2563.

<http://www.phargarden.com/main.php>.

ดอกรัก มารอด. (2549). บทปฏิบัติการการวิเคราะห์สัณณพพืช. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.

เต็ม สมิตินันท์. (2557). ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2557.สำนักงานหอพรรณไม้. สำนักวิจัย

การอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช: กรุงเทพฯ.

ทรศณีย์ พัฒนเสรี และชุตินร อนันต์โชค. (2551). พืชพื้นเมือง: ป่าชุมชนบ้านคุ้ม จังหวัดพะเยา. สำนักวิจัยการป่าไม้

กรมป่าไม้: กรุงเทพฯ.

เทศบาลเมืองทุ่งสง. (2564). พืชผักพื้นบ้าน นครศรีธรรมราช 103 ชนิด. ค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2563.

<https://www.tungsong.com/NakhonSri/vegetable/vegetable.html>.

ธวัชชัย สันติสุข. (2549). ป่าไม้ในประเทศไทย. สำนักงานหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช: กรุงเทพฯ.

นันทน์ภัส สุวรรณสินธุ์ และบัญญัติ ศิริธนาวงศ์. (2554). ความหลากหลายของไม้พุ่ม ไม้รื้อเลื้อย และไม้เถาเนื้อแข็ง

ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านโป่งสลอด จังหวัดเพชรบุรี. ใน การประชุมวิชาการ การพัฒนาอนาคตชนบทไทย: ฐานรากที่

มั่นคงเพื่อการพัฒนาประเทศไทยอย่างยั่งยืน 27-29 มกราคม 2554. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 643-646.

พนม สุทธิศักดิ์โสภณ และจักรพงษ์ รัตตะมณี. (2562). ความหลากหลายชนิดของพืชพื้นล่างของป่าเต็งรังในพื้นที่ป่าชุมชนบ้าน

พรวัว อำเภอดอนจาน จังหวัดสระแก้ว. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สาขาวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี. 11(2): 104-108.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. (2563). ฐานข้อมูลพืชพื้นเมืองของไทย. ค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2563.

<http://inptw-tipdatabase.com>.

เว็บไซต์ google.co.th/maps. (2561). แผนที่ google.co.th/maps ภาพถ่ายดาวเทียม. ค้นเมื่อ 16 กรกฎาคม 2561.

<https://www.google.co.th/maps/@14.8162554,103.5124627,3616m/data=!3m1!1e3?hl=en>

สำนักงานหอพรรณไม้. (2561). ป่าบุ่งป่าทาม ภาคอีสาน. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช: กรุงเทพฯ.

ศรายุทธ รักอาษา, สุรพล แสนสุข และปิยะพร แสนสุข. (2563). ความหลากหลายชนิดของไม้พื้นล่างในป่าโคกหนองขวง อำเภอ

กันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 48(3): 364-376.

สมจิต โยธะคง. (2540). วัสดุพืชพรรณในการจัดภูมิทัศน์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช: นนทบุรี.

สมขญา ศรีธรรม. (2559). ความหลากหลายชนิดของไม้ต้นและการใช้ประโยชน์ในท้องถิ่น ป่าระหาร อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัด

สุรินทร์. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 34(3): 96-105.

สมขญา ศรีธรรม และวสา วงศ์สุขแสง. (2563). การศึกษาพรรณไม้ท้องถิ่นเพื่อใช้ในการงานภูมิสถาปัตยกรรม กรณีศึกษา:

ไม้พุ่มและไม้คลุมดินในป่าจังหวัดสุรินทร์. วารสารวิชาการ ศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

11(1): 163-180.

สุวิทย์ วรรณศรี และประจักษ์ บัวพันธ์. (2556). ความหลากหลายทางชีวภาพและการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรบริเวณ

พื้นที่ภูแฝงม้า อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา: กรุงเทพฯ.

เสรี ศรีธิเลิศ, เสถียร ฉันทะ และสุนทรี กรโอชาเลิศ. (2564). ความหลากหลายชนิดและการใช้ประโยชน์ของพืชป่าของชุมชนบ้าน

ปางขอน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์. 16(1): 129-149.

องค์การสวนพฤกษศาสตร์. (ม.ป.ป.). ฐานข้อมูลพรรณไม้ พฤกษศาสตร์พื้นบ้าน. ค้นเมื่อ 20 เมษายน 2563.

http://www.qsbg.org/Database/Botanic_Book%20full%20option/Search_page.asp.

Received: July 4, 2021; Revised: August 2, 2021; Accepted: August 8, 2021

ความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวในลำธารต้นน้ำน่าน จังหวัดน่าน Diversity of mayfly larvae at the Nan headwater streams, Nan province

ณัฐกันต์ ขันยม¹ และบุญเสฐียร บุญสูง^{1*}Nuttakun Khanyom¹ and Boonsatien Boonsoong^{1*}¹ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน จังหวัดกรุงเทพมหานคร

*Corresponding Author E-mail Address: fscibtb@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ศึกษาความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงชีปะขาว (อันดับ Ephemeroptera) ในลำธารต้นน้ำน่าน จังหวัดน่าน โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 8 สถานี จำนวน 3 ครั้ง (พฤศจิกายน 2562 มีนาคม 2563 พฤศจิกายน 2563) เก็บตัวอ่อนแมลงชีปะขาวด้วยสวิง และเก็บด้วยมือ ผลการศึกษาพบตัวอ่อนแมลงชีปะขาวทั้งหมด 14 วงศ์ 35 สกุล 43 ชนิด ตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Heptageniidae (ร้อยละ 27.9) มีความหลากหลายชนิดมากที่สุด รองลงมาคือ วงศ์ Baetidae (ร้อยละ 20.9) และวงศ์ Ephemerellidae (ร้อยละ 11.6) ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์สถิติหลายตัวแปรพบว่า สถานีแม่น้ำว้า และสถานีน้ำตกสะปันมีความสัมพันธ์กับความหลากหลายชนิด และการกระจายตัว โดยมีความหลากหลายชนิดของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวมากที่สุด และมีชนิดที่พบเฉพาะสองสถานีเท่านั้น ซึ่งสองสถานีมีสภาพแหล่งอาศัยย่อยที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของตัวอ่อนแมลงชีปะขาว และเป็นสถานที่ถูกรบกวนน้อยจากกิจกรรมของมนุษย์

คำสำคัญ: ความหลากหลายชนิด แมลงชีปะขาว แหล่งอาศัยย่อย จังหวัดน่าน

Abstract

Diversity of mayfly larvae (Order Ephemeroptera) at the Nan headwater streams, Nan province, was investigated. Eight sampling sites and three times (November 2019, March 2020, November 2020) were collected using D-frame net and the hand-picking method. Fourteen families, 35 genera and 43 species of mayfly larvae were identified. Heptageniidae (27.9%) is the most species diverse family followed by Baetidae (20.9%) and Ephemerellidae (11.6%), respectively. Multivariate analysis revealed that the Mae Nam Wa and the Sapan waterfall sampling sites were correlated with species diversity and distribution, which showed high species diversity of mayfly larvae and limited only two sampling sites. These sampling sites showed diverse of microhabitat and minimal disturbed sites from anthropogenic activities.

Keywords: Species diversity, Mayflies, Microhabitat, Nan province

บทนำ

ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวจัดเป็นแมลงน้ำ (อันดับ Ephemeroptera) กลุ่มเด่นของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำจืดขนาดใหญ่ มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด และนิยมนำไปใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพแหล่งน้ำ และคุณภาพสิ่งแวดล้อมร่วมกับตัวอ่อนแมลงสโตนฟลาย (อันดับ Plecoptera) และตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ (อันดับ Trichoptera) (Rosenberg and Resh, 1993; Sangpradub and Boonsoong, 2006; Jacobus et al., 2019) ทั่วโลกมีรายงานแมลงชีปะขาวทั้งหมด 42 วงศ์ 400 สกุล ประมาณ 3,000 ชนิด (Barber-James et al., 2008) ประเทศไทยพบแมลงชีปะขาวทั้งหมด 18 วงศ์ 52 สกุล (บุญเสถียร, 2557) การศึกษาอนุกรมวิธาน และการจัดระบบของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีการค้นพบแมลงชีปะขาวสกุลใหม่ และชนิดใหม่เพิ่มขึ้นในประเทศไทย เช่น วงศ์ Baetidae (Kluge and Novikova, 2017; Suttinun et al., 2018; Suttinun et al., 2020; Kluge and Suttinun, 2020; Suttinun et al., 2021) วงศ์ Ephemerellidae (Auychinda et al., 2020a) วงศ์ Heptageniidae (Boonsoong and Braasch, 2013; Sutthacharoenthad et al., 2019) วงศ์ Leptophlebiidae (Boonsoong and Sartori, 2015; Boonsoong and Sartori, 2016) วงศ์ Prosopistomatidae (Boonsoong and Sartori, 2019) วงศ์ Teloganodidae (Martynov et al., 2016) วงศ์ Tricorythidae (Piraonapicha and Sangpradub, 2019) และวงศ์ Vietnamellidae (Auychinda et al., 2020b; Auychinda et al., 2020c) อย่างไรก็ตามพื้นที่ภูเขาสูง ลำธารต้นน้ำต่าง ๆ ของประเทศไทย ซึ่งเป็นพื้นที่ที่พบการกระจายตัวของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวเป็นส่วนใหญ่ยังมีการสำรวจไม่ทั่วถึง (บุญเสถียร, 2557) พื้นที่จังหวัดน่านมีลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นป่า และภูเขา มีความหนาแน่นของป่าและภูเขาสูง มีทิวเขาสลับซับซ้อน แม่น้ำที่สำคัญ คือ แม่น้ำน่าน ประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อยหลายสายมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาหลวงพระบาง การศึกษาเกี่ยวกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำจืดขนาดใหญ่โดยเฉพาะตัวอ่อนแมลงชีปะขาวในพื้นที่แหล่งต้นน้ำน่านมีน้อยมาก ดังนั้นในการศึกษาดังนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวในลำธารต้นน้ำน่าน จังหวัดน่าน เพื่อเป็นข้อมูลอนุกรมวิธาน การกระจายตัว นิเวศวิทยาของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวในประเทศไทย

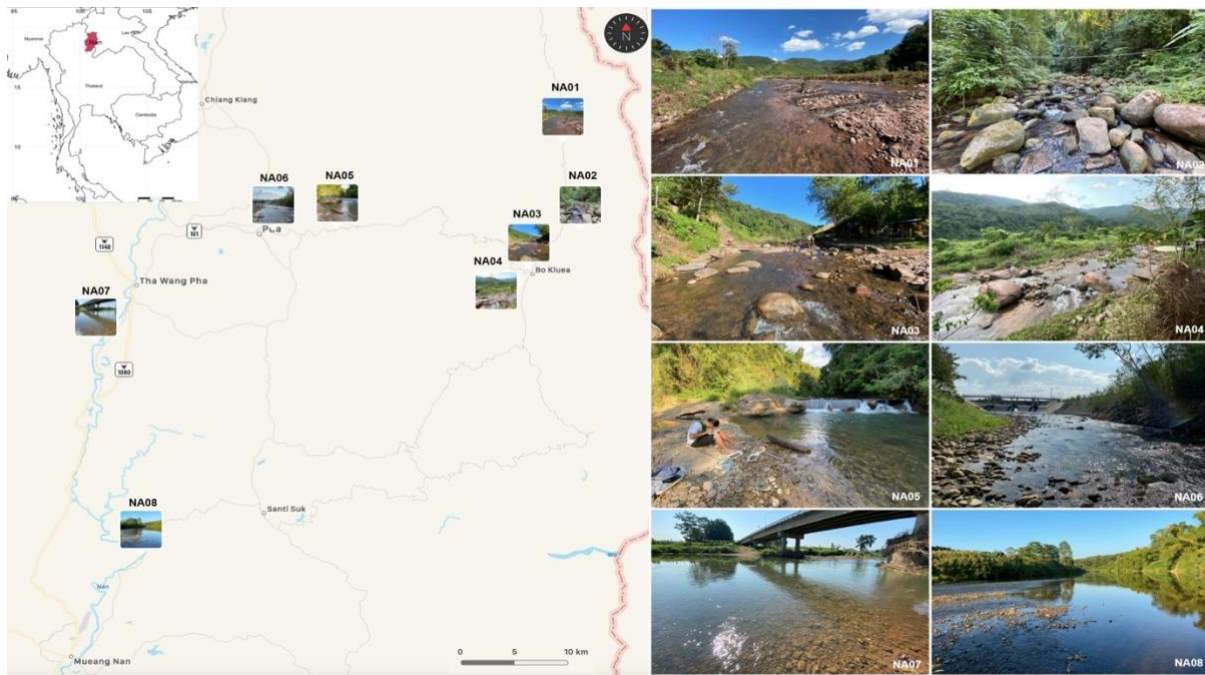
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การเก็บตัวอย่างตัวอ่อนแมลงชีปะขาว

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างในพื้นที่ลำธารต้นน้ำน่าน อำเภอบ่อเกลือ อำเภอปัว และอำเภอเมือง จังหวัดน่าน จำนวน 8 สถานี ได้แก่ แม่น้ำว่า (NA01) น้ำตกสะปัน (NA02) แม่น้ำมาง (NA03) แม่น้ำมวบ (NA05) บ้านนาแล (NA06) บ้านดอนมูล (NA07) และบ้านราชภูสามัคคี (NA08) (รูปที่ 1) จำนวน 3 ครั้ง (พฤศจิกายน 2562 มีนาคม 2563 พฤศจิกายน 2563) เก็บตัวอย่างด้วยสวิง (D-frame net) หน้ากว้าง 0.33 เมตร ขนาดตาข่าย 500 ไมโครเมตร และเก็บด้วยมือ (Hand picking) เก็บตัวอย่างตัวอ่อนแมลงชีปะขาวให้ครอบคลุมแหล่งอาศัยย่อยในแต่ละสถานี พร้อมทั้งประเมินสภาพแวดล้อมและแหล่งอาศัยด้วยสายตา (Visual-based habitat assessment) (Barbour et al., 1999) รัชชาสภาพตัวอย่างทันทีด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 จากนั้นศึกษาตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ เพื่อจำแนกชนิดตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่พบในห้องปฏิบัติการ โดยใช้เอกสารหลัก คือ Sangpradub and Boonsoong (2006) และ บุญเสถียร (2557)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสถานีเก็บตัวอย่างกับการกระจายตัวของชนิดตัวอ่อนแมลงชีปะขาว (ข้อมูลพบ/ไม่พบ) ด้วยการจัดอันดับ Principal Components Analysis (PCA) ด้วยสถิติหลายตัวแปร (multivariate analysis) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป PC-ORD 7.01 (McCune and Mefford, 2011)



รูปที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างและสภาพแวดล้อมของสถานีเก็บตัวอย่างทั้งหมด 8 สถานีในลำธารต้นน้ำน่าน จังหวัดน่าน

ผลการวิจัย

จากการเก็บตัวอย่างตัวอ่อนแมลงชีปะขาวในลำธารต้นน้ำน่าน ทั้งหมด 8 สถานีจำแนกตัวอย่างได้ทั้งหมด 14 วงศ์ 35 สกุล 43 ชนิด และข้อมูลการพบในเดือนมีนาคมและพฤศจิกายน (ข้อมูลรวม 2 ครั้ง) (ตารางที่ 1) ตัวอย่างตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่พบในลำธารต้นน้ำน่านแสดงดังภาพที่ 2 พบตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Heptageniidae มีความหลากหลายชนิดมากที่สุด (8 สกุล 12 ชนิด) รองลงมาคือวงศ์ Baetidae (9 สกุล 9 ชนิด) และวงศ์ Ephemerellidae (4 สกุล 5 ชนิด) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความหลากหลายชนิดในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างพบว่า สถานีแม่น้ำว้า (NA01) และสถานีน้ำตกสะปัน (NA02) มีความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวมากที่สุดพบ 11 วงศ์ 25 สกุล 30 ชนิด และ 9 วงศ์ 19 สกุล 22 ชนิด ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่พบในแต่ละช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่าง (มีนาคม และพฤศจิกายน) ส่วนใหญ่พบได้ทั้งสองช่วงเวลา นอกจากนี้ยังพบแมลงชีปะขาวที่พบครั้งแรกในบริเวณพื้นที่ศึกษา และได้รายงานเป็นชนิดใหม่ของโลก ได้แก่ *Paegniodes sapanensis* (รูปที่ 2ค) และ *Vietnamella nanensis* (รูปที่ 2ฉ)

ผลการวิเคราะห์สถิติหลายตัวแปรโดยการจัดอันดับความสัมพันธ์ระหว่างสถานีเก็บตัวอย่าง และชนิดของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวด้วย Principal Components Analysis (PCA) พบว่า สถานีแม่น้ำว้า (NA01) และสถานีน้ำตกสะปัน (NA02) ซึ่งเป็นสถานที่ถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์น้อย มีความสัมพันธ์กับชนิดของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวมากที่สุด (รูปที่ 3) สอดคล้องกับความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่พบมากในทั้งสองสถานี (แกนที่ 1 มีค่า Eigenvalue = 14.82, % of Variance = 34.47 และแกนที่ 2 มีค่า Eigenvalue = 7.32, % of Variance = 17.02) สถานีแม่น้ำว้า (NA01) มีความสัมพันธ์กับตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่ชอบอาศัยอยู่บริเวณน้ำไหลแรง ได้แก่ *Vietnamella nanensis*, *V. thani* (วงศ์ Vietnamellidae) *Notacanthella commodema* (วงศ์ Ephemerellidae), *Baetiella bispinosa*, *Gratia narumonae* (วงศ์ Baetidae) *Epeorus (Iron) martinus*, *Rhithrogena siamensis* (วงศ์ Heptageniidae) สถานีน้ำตกสะปัน (NA02) มีความสัมพันธ์กับตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่พบในแหล่งอาศัยเฉพาะ ได้แก่ *Paegniodes sapanensis*, *Trichogenia* sp. (วงศ์ Heptageniidae) *Dipterophlebiodes* sp. (วงศ์ Leptophlebiidae) ส่วนสถานีเก็บตัวอย่างอื่นมีการจัดอันดับแยกออกจาก

สถานีแม่น้ำว่า (NA01) และสถานีน้ำตกสะปัน (NA02) อย่างชัดเจน ประกอบด้วย 2 กลุ่มย่อย คือสถานีที่ได้รับผลกระทบจากชุมชน (NA03, NA04, NA05) และสถานีที่ได้รับผลกระทบจากการเกษตร (NA06, NA07, NA08)

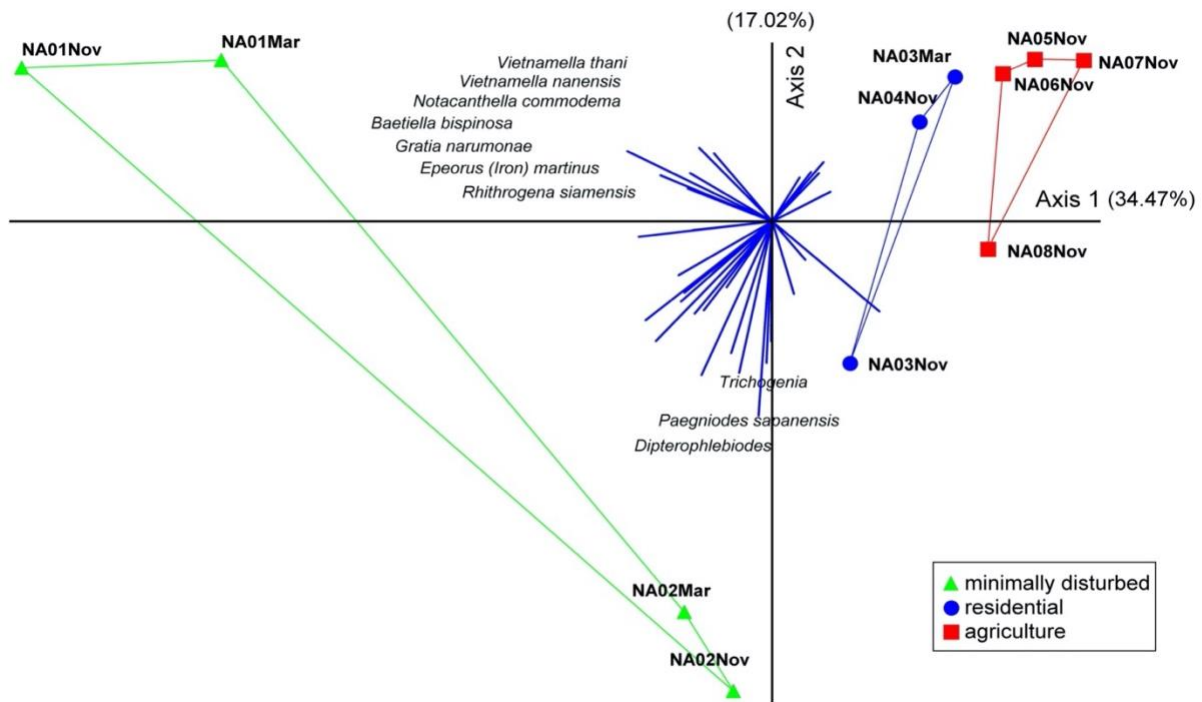
ตารางที่ 1 ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่พบในลำธารต้นน้ำน่าน ทั้ง 8 สถานีเก็บตัวอย่าง ในเดือนมีนาคม และพฤศจิกายน
(/ = พบ, - = ไม่พบ)

วงศ์	สกุล / ชนิด	มีนาคม	พฤศจิกายน
Baetidae	<i>Alainites</i> sp.	/	/
	<i>Baetiella bispinosa</i>	-	/
	<i>Baetis (Rhodobaetis)</i> sp.	/	/
	<i>Centroptella</i> sp.	/	/
	<i>Gratia narumoniae</i>	/	/
	<i>Indocloeon</i> sp.	/	/
	<i>Liebebiella verum</i>	/	/
	<i>Platybaetis</i> sp.	/	/
	<i>Procloeon</i> sp.	/	/
Caenidae	<i>Caenis</i> sp.	/	/
	<i>Clypeocaenis multisetosa</i>	-	/
Ephemeridae	<i>Ephemera rufomaculata</i>	/	/
Ephemerellidae	<i>Cincticostella</i> sp.	/	/
	<i>Teloganopsis oriens</i>	/	/
	<i>Notacanthella commodema</i>	/	/
	<i>N. quadrata</i>	/	-
	<i>Torleya</i> sp.	/	/
Euthyplocidae	<i>Polyplocia</i> sp.	/	-
Heptageniidae	<i>Afronurus</i> sp. 1	/	/
	<i>Afronurus</i> sp. 2	/	/
	<i>Afronurus</i> sp. 3	-	/
	<i>Componeuriella</i> sp.	-	/
	<i>Epeorus (Belovious) unicornutus</i>	/	/
	<i>E. (Iron) martinus</i>	/	/
	<i>E. (Proepeorus) aculeatus</i>	/	/
	<i>Paegniodes sapanensis</i>	/	/
	<i>Rhithrogena siamensis</i>	/	/
	<i>Rhithrogeniella tonkinensis</i>	/	/
	<i>Thalerosphyrus vietnamensis</i>	/	/
	<i>Trichogenia</i> sp.	-	/
Isonychiidae	<i>Isonychia formosana</i>	-	/

วงศ์	สกุล / ชนิด	มีนาคม	พฤศจิกายน
Leptophlebiidae	<i>Choroterpes (Choroterpes) sp.</i>	/	/
	<i>C. (Dilatonathus) sp.</i>	/	/
	<i>Dipterophlebiodes sp.</i>	/	/
	<i>Isca sp.</i>	/	/
Neoephemeridae	<i>Potamanthellus edmundsi</i>	/	-
Polymitarcyidae	<i>Ephoron sp.</i>	-	/
Potamanthidae	<i>Rhoenanthus (Rhoenanthus) distafurcus</i>	-	/
	<i>R. (Potamanthindus) magnificus</i>	-	/
Prosopistomatidae	<i>Prosopistoma annamense</i>	-	/
Teloganodidae	<i>Dudgeodes sp.</i>	/	/
Vietnamellidae	<i>Vietnamella nanensis</i>	/	/
	<i>V. thani</i>	/	/



รูปที่ 2 ตัวอย่างตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่พบในลำธารต้นน้ำน่าน (ก) *Epeorus (Proepeorus) aculeatus* (ข) *E. (Belovious) unicornutus* (ค) *Paegniodes sapanensis* (ง) *Potamanthellus edmundsi* (จ) *Rhoenanthus (Rhoenanthus) distafurcus* และ (ฉ) *Vietnamella nanensis*



รูปที่ 3 ผลการจัดอันดับความสัมพันธ์ระหว่างสถานีเก็บตัวอย่างกับชนิดของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวในลำธารต้นน้ำนานด้วย PCA

การอภิปรายผล

ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่พบในลำธารต้นน้ำนาน มีร้อยละ 77.8 ของจำนวนวงศ์ และร้อยละ 67.3 ของจำนวนสกุลของแมลงชีปะขาวที่มีรายงานการพบในประเทศไทย (บุญเสฐียร, 2557) ถือว่ามีความหลากหลายค่อนข้างสูง เนื่องจากทำการศึกษาในพื้นที่ และช่วงเวลาจำกัด ตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Heptageniidae และวงศ์ Baetidae มีความหลากหลายชนิดมากที่สุด สอดคล้องกับรายงานการศึกษาตัวอ่อนแมลงชีปะขาวในประเทศไทยพบว่าตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Baetidae มีการกระจายตัวกว้าง พบมากในแหล่งน้ำไหล หากมีการศึกษาลงรายละเอียดเพิ่มเติมมีโอกาสพบจำนวนสกุล และจำนวนชนิดเพิ่มมากขึ้นในประเทศไทย (Suttinun et al., 2020; Sutiinun et al., 2021) ส่วนตัวอ่อนแมลงชีปะขาววงศ์ Heptageniidae พบมากในบริเวณลำธารต้นน้ำของประเทศไทย เนื่องจากพื้นที่ในการศึกษารั้งนี้ตั้งอยู่ในบริเวณภูเขาสูง และต้นน้ำทำให้พบความหลากหลายของแมลงชีปะขาววงศ์นี้มาก นอกจากนี้ยังพบแมลงชีปะขาวในสกุลหรือชนิดที่มีการกระจายตัวในประเทศเวียดนามด้วย คือ สกุล *Paegniodes* และ *Trichogenia* และ *Epeorus (Iron) martinus* (Nguyen and Bae, 2004; Boonsoong and Braasch, 2013; Boonsoong et al., 2021) ส่วนวงศ์ที่ไม่พบในการศึกษารั้งนี้มีจำนวน 5 วงศ์ได้แก่ วงศ์ Behningiidae วงศ์ Oligoneuriidae วงศ์ Palingeniidae วงศ์ Teloganellidae และวงศ์ Tricorythidae ซึ่งแต่ละวงศ์มีการกระจายตัวที่เฉพาะในพื้นที่ และแต่ละแหล่งอาศัย (บุญเสฐียร, 2557) แมลงชีปะขาวที่พบครั้งแรกในบริเวณพื้นที่ที่ศึกษา และได้รายงานเป็นชนิดใหม่ของโลกซึ่งมีความเจาะจงกับสถานที่พบ ได้แก่ *Vietnamella nanensis* (Auychinda et al., 2020c) พบเฉพาะสถานีแม่น้ำว่า อาศัยอยู่ใต้ก้อนหิน กลางลำธาร น้ำไหลแรง และ *Paegniodes sapanensis* พบเฉพาะสถานีน้ำตกสะปันเท่านั้น อาศัยอยู่ใต้ก้อนหินขนาดกลางริมลำธาร น้ำตื้นและไหล (Boonsoong et al., 2021)

ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวมีความหลากหลายชนิดมากที่สุดในสถานีแม่น้ำว่าเนื่องจากมีแหล่งอาศัยหลากหลายแบบโดยเฉพาะบริเวณน้ำไหลแรง ทำให้พบตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่ชอบเกาะ (clingers) ได้แก่ สกุล *Baetiella*, *Epeorus*, *Gratia*,

Notacanthella, *Rhithrogena* และ *Vietnamella* (Boonsoong and Braasch, 2013; Phlai-ngam and Tungpairajwong, 2018; Auychinda et al., 2020a; Auychinda et al., 2020b) ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวที่พบในสถานีน้ตกสะปัน มีความแตกต่างจากสถานีนอื่น ๆ เนื่องจากสถานีนนี้มีแหล่งอาศัยจำเพาะต่อการดำรงชีวิต ได้แก่ สกุล *Paegniodes*, *Trichogenia* และ *Dipterophlebiodes* (Boonsoong and Braasch, 2013; Boonsoong et al., 2021) ส่วนสถานีนที่ได้รับผลกระทบจากชุมชน และเกษตรกรรมมีความหลากหลายชนิดของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวลดลง เนื่องจากแหล่งอาศัย และคุณภาพน้ำในลำธารลดลง (Boonsoong et al., 2009)

บทสรุป

การศึกษานี้ได้สำรวจเบื้องต้น และรายงานความหลากหลายของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวในลำธารต้นน้ำน่าน จังหวัดน่าน พบว่ามีความหลากหลายชนิดค่อนข้างสูง พบตัวอ่อนแมลงชีปะขาวทั้งหมด 14 วงศ์ 35 สกุล 43 ชนิด จากการสำรวจเพียง 8 สถานี เก็บตัวอย่างเท่านั้น การศึกษานี้สะท้อนให้เห็นว่าจังหวัดน่านยังมีพื้นที่ที่อุดมสมบูรณ์ มีระบบนิเวศจำเพาะต่อการดำรงชีวิตของแมลงชีปะขาวหายากบางสกุลซึ่งมีโอกาสพบได้น้อย และเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ได้ พบตัวอ่อนแมลงชีปะขาวบางชนิดที่สถานีนแม่น้ำว่า และน้ำตกสะปันเท่านั้น คือ *Vietnamella nanensis* และ *Paegniodes sapanensis* พบอาศัยในลำธารต้นน้ำที่มีคุณภาพน้ำดีมาก อยู่ในพื้นที่ภูเขาสูง นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อลำธารต้นน้ำ และแหล่งอาศัยถูกรบกวนส่งผลทำให้ความหลากหลายชนิดของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวลดลง ข้อมูลความจำเพาะระบบนิเวศของตัวอ่อนแมลงชีปะขาวสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำ และเป็นข้อมูลในการกำหนดกลยุทธ์เพื่อการจัดการด้านอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (BDC-PG2-161004) และภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- บุญเสฐียร บุญสูง. (2557). คู่มือจำแนกตัวอ่อนแมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลาย และแมลงหนอนปลอกน้ำในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Auychinda C. Sartori M. and Boonsoong B. (2020a). Review of *Notacanthella* Jacobus & McCafferty, 2008 (Ephemeroptera: Ephemerellidae) in Thailand, with the redescription of *Notacanthella commodema* (Allen, 1971). Zootaxa. 4731: 414–424.
- Auychinda C. Sartori M. and Boonsoong B. (2020b). Vietnamellidae (Insecta, Ephemeroptera) of Thailand. Zookeys. 902: 17–36.
- Auychinda C., Jacobus L.M., Sartori M. and Boonsoong B. (2020c). A new species of *Vietnamella* Tshernova 1972 (Ephemeroptera: Vietnamellidae) from Thailand. Insects. 11(9): 554.

- Barber-James H.M., Gattolliat, J.L., Sartori M. and Hubbard M.D. (2008). Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia*. 595: 339–350.
- Barbour M.T., Gerritsen J., Snyder B.D. and Stribling J.B. (1999). Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates, and fish, 2nd edition. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
- Boonsoong B. and Braasch D. (2013). Heptageniidae (Insecta, Ephemeroptera) of Thailand. *ZooKeys*. 272: 61–93.
- Boonsoong B. and Sartori M. (2015). The nymph of *Gilliesia* Peters & Edmunds, 1970 (Ephemeroptera: Leptophlebiidae), with description of a new species from Thailand. *Zootaxa*. 3981: 253–263.
- Boonsoong B. and Sartori M. (2016). *Sangpradubina*, an astonishing new mayfly genus from Thailand (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae). *Zootaxa*. 4169(3): 587–599.
- Boonsoong B. and Sartori M. (2019). Review and integrative taxonomy of the genus *Prosopistoma* Latreille, 1833 (Ephemeroptera, Prosopistomatidae) in Thailand, with description of a new species. *ZooKeys*. 825: 123–144.
- Boonsoong B., Sangpradub N. and Barbour M.T. (2009). Development of rapid bioassessment approaches using benthic macroinvertebrates for Thai streams. *Environmental Monitoring and Assessment*. 155: 129–147.
- Boonsoong B., Auychinda C., Sartori M. and Khanyom N. (2021). First record of *Paegniodes* Eaton, 1881 (Ephemeroptera, Heptageniidae) from Thailand with description of a new species. *ZooKeys*. 1036: 153–170.
- Jacobus L.M., Macadam C.R. and Sartori M. (2019). Mayflies (Ephemeroptera) and Their Contributions to Ecosystem Services. *Insects*. 10(6): 170.
- Kluge N.J. and Novikova E.A. (2017). Occurrence of *Anafroptilum* Kluge 2012 (Ephemeroptera: Baetidae) in Oriental Region. *Zootaxa*. 4282: 453–472.
- Kluge N.J. and Suttinun C. (2020). Review of the Oriental genus *Indocloeon* Müller-Liebenau 1982 (Ephemeroptera: Baetidae) with descriptions of two new species. *Zootaxa*. 4779: 451–484.
- McCune B., Mefford M.J. (2011). PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Version 6.0. MjM Software, Gleneden Beach, USA.
- Martynov A.V., Palatov D.M. and Boonsoong B. (2016). A new species of *Dudgeodes* Sartori, 2008 (Ephemeroptera: Teloganodidae) from Thailand. *Zootaxa*. 4121: 545–554.
- Nguyen V.V. and Bae Y.J. (2004). Larvae of the heptageniid mayfly genus *Epeorus* (Ephemeroptera: Heptageniidae) from Vietnam. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 7: 19–28.
- Phlai-ngam S. and Tungpairajwong N. (2018). First Record of *Platybaetis bishopi* Müller-Liebenau, 1980 and *Baetiella bispinosa* (Gose, 1980) (Ephemeroptera: Baetidae) from Thailand. *Chiang Mai Journal Science*. 45(2): 774–783.
- Piraonapicha K. and Sangpradub N. (2019). Description of nymphs and female subimago of *Sparsorythus multilabeculatus* Sroka & Soldán, 2008 (Ephemeroptera: Tricorythidae) associated with male imago based on DNA sequence data. *Zootaxa*. 4695: 501–515.

- Rosenberg D.M. and Resh V.H. (1993). Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman and Hall, New York.
- Sangpradub N. and Boonsoong B. (2006). Identification of Freshwater Invertebrates of the Mekong River and Tributaries. Mekong River Commission, Vientiane. 274 p.
- Sutthacharoenthad W., Sartori M. and Boonsoong B. (2019). Integrative taxonomy of *Thalerosphyrus* Eaton, 1881 (Ephemeroptera, Heptageniidae) in Thailand. Journal Natural History. 53: 1491–1514.
- Sutthinun C., Gattolliat J.L. and Boonsoong B. (2018). A new species of *Platybaetis* Müller-Liebenau, 1980 (Ephemeroptera: Baetidae) from Thailand, with description of the imago of *Platybaetis bishopi* Müller-Liebenau, 1980. Zootaxa. 4378: 85–97.
- Sutthinun C., Gattolliat J.L. and Boonsoong B. (2020). *Cymbalocloeon* gen. nov., an incredible new mayfly genus (Ephemeroptera: Baetidae) from Thailand. PLoS ONE. 15(10): e0240635.
- Sutthinun C., Kaltenbach T., Gattolliat J.L. and Boonsoong B. (2021). A new species and first record of the genus *Procerobaetis* Kaltenbach & Gattolliat, 2020 (Ephemeroptera, Baetidae) from Thailand. ZooKeys. 1023: 13-28.

Received: July 7, 2021; Revised: August 10, 2021; Accepted: August 19, 2021

ประสิทธิภาพสารสกัดจากพืชต่อการควบคุมด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) Efficacy of plant extracts for controlling of rice weevil (*Sitophilus oryzae*)

นพดล ขาวดำ¹ ริวิชญ์ ปาประโคน¹ ชูแสง แพงวังทอง¹ และกาญจนา แซ่โล^{1*}Nopdol Khaodum¹, Rawit Papakon¹, Choosaeng Paengwangthong¹ and Kanjana Khaeso^{1*}¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ สุรินทร์

*Corresponding Author E-mail Address: Kanjana.ke@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

ด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) เป็นแมลงศัตรูในโรงเก็บที่สำคัญ สามารถทำความเสียหายแก่ผลิตผลในโรงเก็บทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ ปัจจุบันมีการผลิตข้าวแบบอินทรีย์จึงมีการใช้สารสกัดจากพืชเพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช 6 ชนิด คือ พริกไทยดำ (*Piper nigrum*) ยาสูบ (*Nicotiana tabacum*) สะเดา (*Azadirachta indica*) ขมิ้น (*Curcuma longa*) ข่า (*Alpinia galangal*) และใบมะกรูด (*Citrus hystrix*) ที่มีผลต่อการตายของด้วงงวงข้าว (*S. oryzae*) ความเข้มข้นของสารสกัดที่ใช้ เท่ากับ 1,000,000 มิลลิกรัม/ลิตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) 7 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว โดยใช้ด้วงงวงข้าวในระยะตัวเต็มวัยในการทดลอง ผลการศึกษาพบว่า สารสกัดจากพืชแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพควบคุมด้วงงวงข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยสารสกัดจากพริกไทยดำมีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวมากที่สุด เท่ากับ 100% รองลงมา คือ ยาสูบ และสะเดา ที่มีผลทำให้แมลงตาย 27.5% และ 20.0% ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมที่ใช้น้ำเปล่า ($p < 0.001$) ด้วงงวงข้าวมีเปอร์เซ็นต์การตายสะสมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ หลังจากได้รับสารสกัด พริกไทยดำทำให้แมลงมีอัตราการตายสูงที่สุดในชั่วโมงที่ 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมงหลังการพ่นสาร เท่ากับ 72.5%, 87.5%, 97.5% และ 100% ตามลำดับ สารสกัดจากขมิ้น ข่า และใบมะกรูดทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม จากผลการศึกษาสรุปว่า สารสกัดจากพริกไทยดำสามารถนำมาใช้ในการควบคุมศัตรูพืชที่สำคัญทางการเกษตร เพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมี

คำสำคัญ: ด้วงงวงข้าว ควบคุม สารสกัดจากพืช พริกไทยดำ

Abstract

Rice weevils (*Sitophilus oryzae*) are one of the most important insect pests. This insect cause serious damage in stored agricultural product in terms of quality and quantity damages. Currently, the organic rice is produced. Therefore, plant extracts are used for control of insect pest during the organic rice production process. This study examined the efficacy of 6 plant extracts including black pepper (*Piper nigrum*), tobacco (*Nicotiana tabacum*), neem (*Azadirachta indica*), turmeric (*Curcuma longa*), galangal (*Alpinia galangal*) and kaffir lime leaves (*Citrus hystrix*) as a control agent for rice weevils, *S. oryzae*. The plant extract concentration was 1,000,000 mg/L. A complete randomized trial (CRD) was planned for 7 treatments with 4 replications. The insects were used in the adult stage of 10 individual per replication. The results showed that the crude extracts from plants showed statistically significant different efficacy for control of rice weevils ($p < 0.001$). Black pepper extracts were the most effective in killing rice weevils of 100%, followed by tobacco and neem extract with 27.5% and 20.0%, respectively, which were statistically significant different from the control treatment using water ($p < 0.001$). Rice weevils have an increasing cumulative mortality rate after exposure with plant extracts. The black pepper extract showed the highest insect mortality rates after spraying for 24, 48, 72 and 96 hours of 72.5%, 87.5%, 97.5% and 100%, respectively. The turmeric, galangal and kaffir lime leaves extracts did not have significant different with the percentage of insect mortality compared to the water treatment. Moreover, none of insect death was found after spraying with galangal and leech lime leaf extracts. Our result conclude that black pepper extracts can be use in the control of important agricultural pests to reduce the use of chemical.

Keywords: Rice weevil, Control, Plant extract, Black pepper

บทนำ

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว (2558) ได้ทำการศึกษาการเข้าทำลายของแมลงศัตรูข้าวเปลือกแบบบรรจุกระสอบระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ลักษณะการเก็บรักษาในโรงเก็บปิดมิดชิด มีแมลงเข้าทำลายมากกว่าโรงเก็บแบบผนังเปิดโล่ง โดยตำแหน่งการเก็บรักษาสวนบนของกองกระสอบมีการเข้าทำลายของแมลงศัตรูข้าวเปลือกมากกว่า กองกระสอบที่อยู่ตรงส่วนกลางและส่วนล่างตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แมลงที่พบเข้าทำลายส่วนใหญ่เป็นประเภทกัดกินภายในเมล็ด (Internal feeder) ได้แก่ มอดหัวป้อม ดั่งวงงข้าว และผีเสื้อข้าวเปลือก นอกจากนั้นยังพบการเข้าทำลายประเภทกัดกินทำลายเมล็ดอยู่ภายนอก (External feeder) ได้แก่ มอดสยาม และเหาหนังสือ อีกด้วย การเข้าทำลายของแมลงศัตรูข้าวเปลือกแบบบรรจุกระสอบระหว่างการเก็บรักษา แมลงที่พบเข้าทำลายมากที่สุด คือ ดั่งวงงข้าวและมอดหัวป้อม สอดคล้องกับงานวิจัยที่มีรายงานการพบแมลงศัตรูผลิตผลที่พบในประเทศไทยมีอยู่หลายชนิด เช่น ผีเสื้อข้าวสาร มอดข้าวเปลือก มอดแป้ง ดั่งงั่วเขียวและดั่งวงงข้าว เป็นต้น (ณัฐพร, 2559) โดยเฉพาะดั่งวงงข้าวที่สร้างความเสียหายต่อผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวของสินค้าเกษตรทั้งในด้านคุณภาพและปริมาณ (Yoon et al., 2007) เนื่องจากแมลงศัตรูมีขนาดเล็ก สามารถขยายพันธุ์และเจริญเติบโตได้ในระยะเวลาสั้น และแพร่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ทำให้คุณภาพของผลิตผลไม่ได้มาตรฐานของตลาด (นภัส และคณะ, 2562)

ปัจจุบันพบปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการขยายตลาดส่งออกข้าว คือ มีการปนเปื้อนของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยเฉพาะสารควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บข้าวอินทรีย์ แหล่งที่มาของแมลงศัตรูผลผลิตอาจมาจากในยุ้งฉางข้างเคียง แหล่งที่มีแมลงอยู่แล้ว หรืออาจติดมากับกระสอบบรรจุข้าวสาร ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายแพร่กระจายไประหว่างที่มีการซื้อขาย ตลาดข้าวอินทรีย์มีการเติบโตอย่างมากเนื่องจากกระแสความตื่นตัวด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ในปัจจุบันยังพบปัญหาที่เป็นอุปสรรคในการขยายตลาดคือ ปัญหาการเกิดมอดข้าวในข้าวอินทรีย์ ส่งผลกระทบต่อคุณภาพและปริมาณของข้าวอินทรีย์ เนื่องจากข้าวอินทรีย์เป็นข้าวที่ปลอดสารเคมี จึงทำให้เกิดมอดข้าวในข้าวอินทรีย์ได้ง่าย มอดเป็นศัตรูของข้าวตามธรรมชาติหากไขของมอดที่ตกค้างในข้าวได้รับออกซิเจนและอยู่ในอุณหภูมิที่ 25-30 องศาเซลเซียส จะเจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ได้อย่าง ในขั้นตอนการผลิตข้าวอินทรีย์จำเป็นต้องใช้วัสดุจากธรรมชาติ ไม่มีการใช้สารเคมี เพื่อให้ข้าวมีคุณภาพดีและปลอดภัยจากสารตกค้าง (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2560)

การควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บมีด้วยกันหลายวิธี เช่น การรักษาความสะอาดและการจัดการโรงเก็บ การใช้สารหรือวัสดุคลุมเมล็ด การตากหรือการอบลดความชื้นของข้าว หากข้าวมีความชื้นสูงจะส่งผลให้แมลงเจริญเติบโตได้ง่ายขึ้น จึงต้องทำการลดความชื้นของเมล็ดข้าวให้เหลือประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2559) การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนเพื่อควบคุมและกำจัดแมลง การบรรจุข้าวในถุงสุญญากาศหรือการเก็บรักษาในห้องที่มีอุณหภูมิต่ำ 15 องศาเซลเซียส แต่วิธีที่นิยม คือ การใช้สารเคมี เช่น สารฟอสฟีนและเมธิลโบรไมด์ในการรมผลผลิต เนื่องจากสามารถจัดการแมลงในผลิตผลได้ดีละมาก (Ukeh et al., 2012) แต่การใช้สารเคมีมักมีข้อเสียหลายประการ เช่น มีฤทธิ์ตกค้างนาน ทำให้แมลงสร้างความต้านทานต่อสารเคมี และยังเกิดการปนเปื้อนสารเคมีในผลผลิตทางการเกษตรและสิ่งแวดล้อมด้วย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิธีการเพื่อหาทางแก้ไขปัญหาแมลงศัตรูเหล่านี้โดยการใช้สารเคมีอินทรีย์ ได้แก่ สารสกัดจากพืชชนิดต่าง ๆ มาใช้ควบคุมศัตรูพืช มีรายงานประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสะเปะในการควบคุมแมลงวันผลไม้ (ณฐพงศ์ และดวงเดือน, 2561) สารสกัดจากเหง้าจะเข้ควบคุมหนอนใยผัก (ปิ่นรส, 2559) การใช้สารสกัดจากขมิ้นชัน เมล็ดพริกไทยดำ ใบสะเดา และเมล็ดสะเดา ในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสาร (ฤชอร และมณฑล, 2561) นันทน์ภัส (2560) รายงานประสิทธิภาพสารสกัดพืชต่อการควบคุมมอดข้าวสารในข้าวอินทรีย์ ว่าสารสกัดจากขมิ้นชัน เมล็ดพริกไทยดำ และเมล็ดสะเดา ที่ระดับความเข้มข้น 100% มีประสิทธิภาพดีในการยับยั้งการขยายพันธุ์ของมอดข้าวสารด้วยวิธีการรม เท่ากับ 85.03%, 90.25% และ 89.34% ตามลำดับ ซึ่งมีประสิทธิภาพดีเทียบเท่ากับการใช้สารสารเคมีอะบาเม็กติน กันยารด์น และคณะ (2556) ใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชเป็นสารไล่ด้วงงวงข้าวโพด พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดแตกต่างกัน โดยมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพด 80-100% นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Souza et al. (2016) พบว่าน้ำมันหอมระเหยโหระพา และสเปียร์มินต์ มีประสิทธิภาพความเป็นพิษทางการรมมอดข้าวเปลือกได้ พืชสามารถกำจัดแมลงได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับชนิดสารเคมีและปริมาณที่มีอยู่ในพืช เนื่องจากมีกลไกของสารเคมีในพืชที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของแมลงสามารถไล่และกำจัดแมลง จากรายงานการศึกษาข้างต้น พบว่า สารสกัดจากพืชเป็นอีกทางเลือกที่นำมาใช้ควบคุมศัตรูพืชได้ ดังนั้น การศึกษารังนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดจากพืชที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นเพื่อเป็นสารควบคุมด้วงงวงข้าว เพื่อความปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การเตรียมแมลงทดลอง

เก็บด้วงงวงข้าวจากโรงสีข้าวอินทรีย์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี นำมาเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณในกล่องเพาะเลี้ยงแมลงที่ตาข่ายระบายอากาศขนาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 10x10x8 เซนติเมตร ใส่แมลงตัวเต็มวัยจำนวน 20 ตัว ลงในกล่อง

เพาะเลี้ยงที่มีข้าวสารน้ำหนัก 100 กรัม เพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60-70% ปลอ่ยให้แมลงเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ในกล่องจนถึงระยะตัวเต็มวัย และใช้ตัวเต็มวัยอายุ 7-10 วัน เพื่อทำการทดลองต่อไป

การเก็บตัวอย่างพืชและการเตรียมสารสกัดหยาบจากพืช

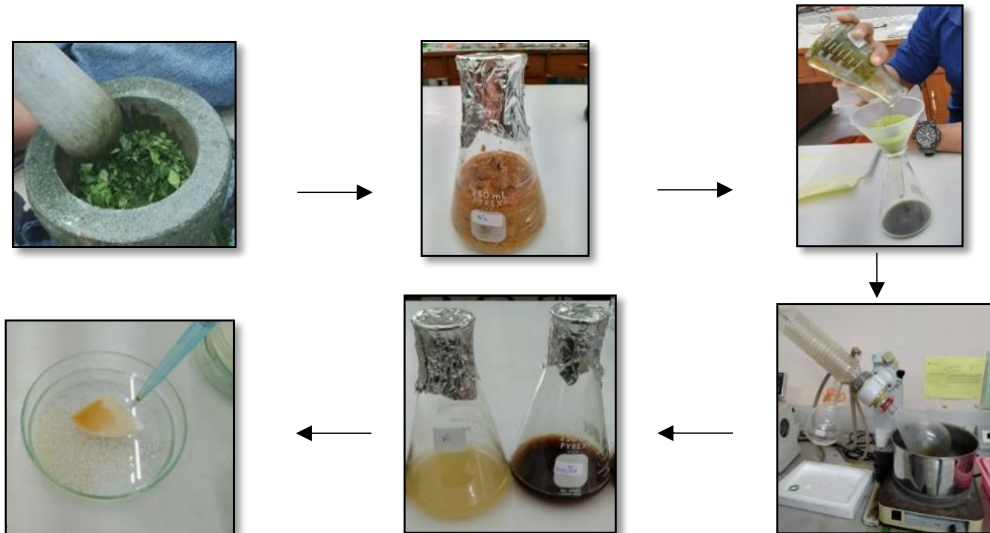
เตรียมตัวอย่างพืช 6 ชนิด ได้แก่ ขมิ้น ข่า ใบสะเดา ยาสูบ ใบมะกรูด และพริกไทยดำ ดังแสดงในตารางที่ 1 จากนั้นนำตัวอย่างพืชมาทำให้ละเอียด (ตัวอย่างสดใช้น้ำหนัก 100 กรัม และ 50 กรัมจากตัวอย่างแห้ง) นำไปสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 50% อัตราส่วนพืชต่อเอทิลแอลกอฮอล์ เท่ากับ 1:2 w/v และหมักไว้เป็นเวลา 48 ชั่วโมง กรองแยกกากด้วยผ้าขาวบางสะอาด และนำมากรองอีกครั้งด้วยกระดาษกรอง Whatman® เบอร์ 1 จากนั้นนำไปประเหยตัวทำละลาย ด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (Rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (รูปที่ 1) และบรรจุสารสกัดในขวดเก็บสารใส เพื่อการทดลองต่อไป

ตารางที่ 1 ชนิดของพืชและส่วนที่ใช้ในการสกัดเพื่อทำการทดลอง

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ส่วนที่ใช้	วงศ์
ขมิ้น (Turmeric)	<i>Curcuma longa</i>	เหง้า (สด)	Zingiberaceae
ข่า (Galangal)	<i>Alpinia galanga</i>	เหง้า (สด)	Zingiberaceae
สะเดา (Siamese neem)	<i>Azadirachta indica</i>	ใบ (สด)	Meliaceae
ยาสูบ (Tobacco)	<i>Nicotiana tabacum</i>	ใบ (แห้ง)	Solanaceae
พริกไทยดำ (Black pepper)	<i>Piper nigrum</i>	เมล็ด (แห้ง)	Piperaceae
มะกรูด (Kaffir lime)	<i>Citrus hystrix</i>	ใบ (สด)	Rutaceae

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชต่อการตายของด้วงงวงข้าว

นำด้วงงวงข้าวระยะตัวเต็มวัยอายุ 7-10 วันมาใช้เป็นแมลงในการทดลอง เริ่มจากการตัดกระดาษกรองขนาด 3x3 เซนติเมตร นำไปติดไว้ที่ฝาของจานเพาะเลี้ยงเชื้อ หยดสารสกัดจากพืชแต่ละชนิดที่ระดับความเข้มข้น 1,000,000 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาตร 200 ไมโครลิตร ลงบนกระดาษกรอง (ใช้น้ำกลั่นเป็นกรรมวิธีควบคุม) ปลอ่ยทิ้งไว้ 5-10 นาทีเพื่อให้สารสกัดแห้ง จากนั้นปลอ่ยด้วงงวงข้าว จำนวน 10 ตัว/ซ้ำ ลงในจานเพาะเลี้ยงเชื้อ ขนาด 9 เซนติเมตร และปิดฝาจานเพาะเชื้อ เก็บข้อมูลเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวหลังได้รับสาร 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ทำการศึกษาโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) 7 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ในสภาพอุณหภูมิห้อง อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60-70%



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการสกัดสารจากตัวอย่างพริก

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลตามแผนการออกแบบแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Completely Randomized Design (CRD)) และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การตายของข้อมูลโดยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS

ผลการวิจัย

สารสกัดจากพริกแต่ละชนิดมีผลต่อการตายของด้วงงวงข้าวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยหลังการพ่นสารสกัดหยาบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า สารสกัดจากพริกไทยดำมีเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวสูงที่สุด เท่ากับ 72.5% แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีการใช้สารสกัดชนิดอื่น ($p < 0.001$) สารสกัดจากใบยาสูบและสะเดาพบการตายของด้วงงวงข้าว เท่ากับ 7.5% ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่หลังจาก 48 ชั่วโมงที่ได้รับสารสกัดหยาบ พบว่า สารสกัดจากใบยาสูบมีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวได้ดีกว่าสารสกัดจากใบสะเดาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) ไม่มีการตายของด้วงงวงข้าวเมื่อแมลงได้รับสารสกัดจากข่า ใบมะกรูดและน้ำเปล่า หลังทำการทดสอบด้วยสารสกัดหยาบเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

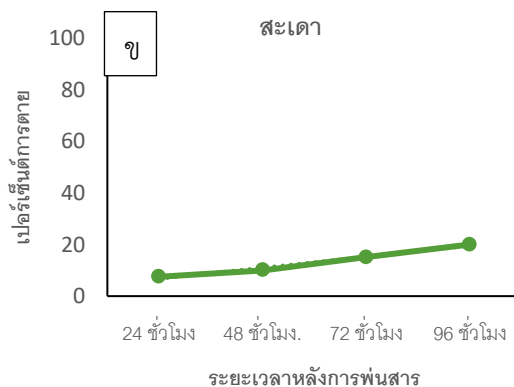
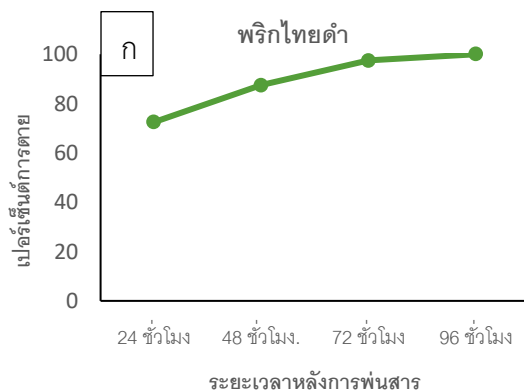
ด้วงงวงข้าวมีเปอร์เซ็นต์การตายสูงที่สุดหลังจากได้รับสารสกัดหยาบจากพริก 96 ชั่วโมง โดยสารสกัดจากพริกไทยดำมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อการตายของด้วงงวงข้าว เท่ากับ 100% แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีการใช้สารสกัดชนิดอื่น ๆ คือ สารสกัดจากใบยาสูบ สะเดา ขมิ้น ข่า ใบมะกรูด และน้ำเปล่า ($p < 0.001$) รองลงมา คือ สารสกัดจากใบยาสูบและสารสกัดจากสะเดามีเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าว เท่ากับ 27.5% และ 20.0% ตามลำดับ แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมที่ใช้น้ำเปล่า สารสกัดจากขมิ้นทำให้มีการตายของด้วงงวงข้าว เท่ากับ 5% ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใช้สารสกัดจากข่า ใบมะกรูดและการใช้น้ำเปล่า ไม่พบการตายของด้วงงวงข้าวหลังจากแมลงได้รับสารสกัดจากข่าและใบมะกรูดตลอดระยะเวลาทำการทดลอง แต่พบการตายของด้วงงวงข้าวในกรรมวิธีที่ใช้น้ำเปล่า เท่ากับ 2.5% ดังแสดงข้อมูลการตายหลังจากได้รับสารสกัดจากพริกในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของสารสกัดพืชต่อเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงวงข้าวในสภาพอุณหภูมิห้อง

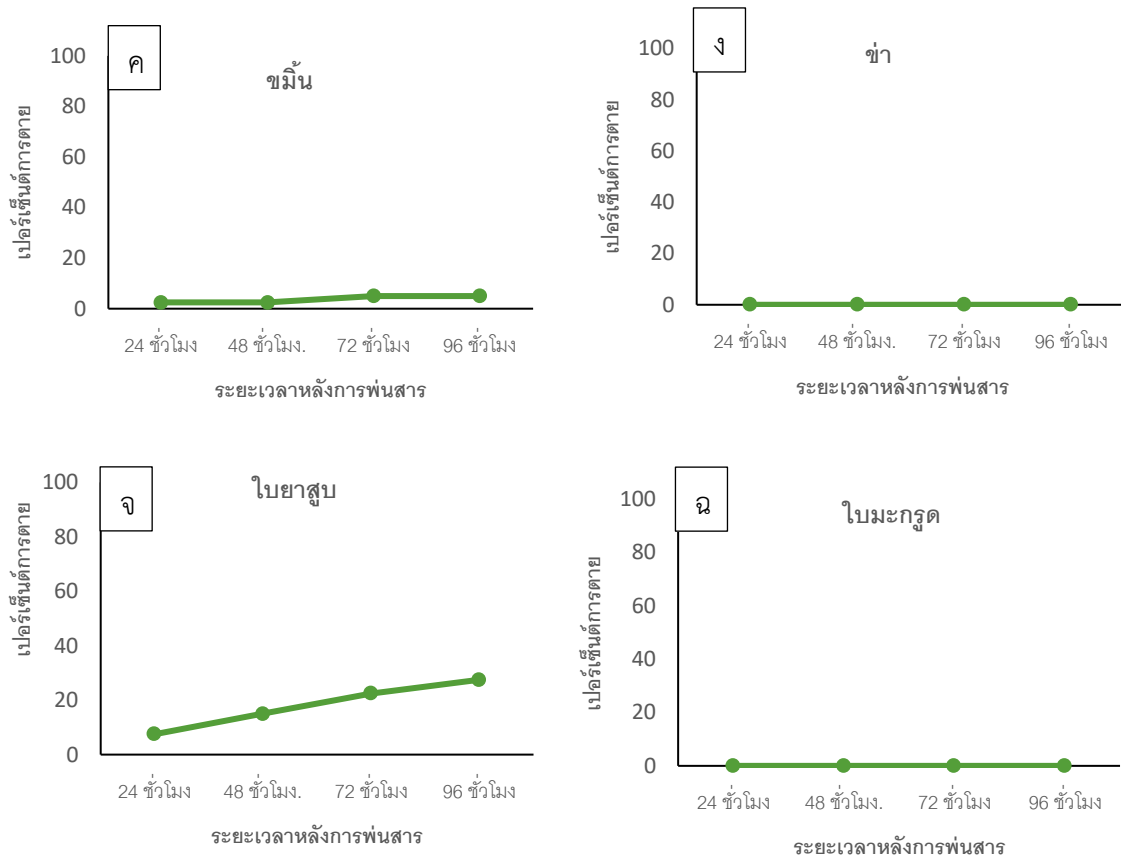
สิ่งทดลอง	การตายเฉลี่ยสะสมของด้วงวงข้าว $\pm$ SE (%)			
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	72 ชั่วโมง	96 ชั่วโมง
พริกไทยดำ	72.5 $\pm$ 0.96a	87.5 $\pm$ 0.96a	97.5 $\pm$ 0.50a	100.0 $\pm$ 0.00a
ใบยาสูบ	7.5 $\pm$ 0.50b	15.0 $\pm$ 0.58b	22.5 $\pm$ 0.50b	27.5 $\pm$ 0.50b
สะเดา	7.5 $\pm$ 0.50b	10.0 $\pm$ 0.82bc	15.0 $\pm$ 0.58c	20.0 $\pm$ 0.82c
ขมิ้น	2.5 $\pm$ 0.50bc	2.5 $\pm$ 0.50cd	5.0 $\pm$ 0.58d	5.0 $\pm$ 0.58d
ข่า	0.0 $\pm$ 0.0c	0.0 $\pm$ 0.0d	0.0 $\pm$ 0.0d	0.0 $\pm$ 0.0d
ใบมะกรูด	0.0 $\pm$ 0.0c	0.0 $\pm$ 0.0d	0.0 $\pm$ 0.0d	0.0 $\pm$ 0.0d
น้ำกลั่น (ชุดควบคุม)	0.0 $\pm$ 0.0c	0.0 $\pm$ 0.0d	2.5 $\pm$ 0.50d	2.5 $\pm$ 0.50d
C.V (%)	40.57	37.42	25.18	22.35

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรเดียวกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$).

การศึกษาการออกฤทธิ์ของสารสกัดต่อการตายของแมลง พบว่า เมื่อแมลงได้รับสารเป็นระยะเวลานานขึ้น (24-96 ชั่วโมง) มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงเพิ่มสูงขึ้น (0-100%) (รูปที่ 2) โดยการพ่นสารสกัดจากพริกไทยดำมีเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงวงข้าวสูงที่สุด เมื่อเทียบกับสารสกัดจากสะเดา ขมิ้น ข่า ใบยาสูบและใบมะกรูด โดยแมลงมีการตายในชั่วโมงที่ 24, 48, 72 และ 96 เท่ากับ 72.5%, 87.5%, 97.5% และ 100% ตามลำดับ (รูปที่ 2 ก) รองลงมา คือ สารสกัดจากสะเดา และใบยาสูบ มีเปอร์เซ็นต์การตายในชั่วโมงที่ 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง เท่ากับ 7.5%, 10%, 15%, 20% (รูปที่ 2 ข) และ 7.5%, 15%, 22.5%, 27.5% (รูปที่ 2 จ) ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดจากขมิ้นทำให้มีการตายของด้วงวงข้าวน้อยที่สุด เท่ากับ 2.5%, 2.5%, 5%, และ 5% ใน 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ตามลำดับ (รูปที่ 2 ค)



รูปที่ 2 อัตราการตายสะสมของด้วงวงข้าวหลังได้รับสารสกัดจากพริกไทยดำ (ก) พริกไทยดำ (ข) สะเดา



รูปที่ 2 อัตราการตายสะสมของด้วงงวงข้าวหลังได้รับสารสกัดจากพริกไทยดำ (ค) ขมิ้น, (ง) ข่า, (จ) ใบยาสูบ และ (ฉ) ใบมะกรูด

การอภิปรายผล

สารสกัดจากพืชแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพแตกต่างกันในการควบคุมด้วงงวงข้าว โดยพืชแต่ละชนิดจะมีสารออกฤทธิ์แตกต่างกัน (Samir et al., 2016) จากการศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการ ยืนยันได้ว่าสารสกัดจากพืชมีผลต่อตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าว โดยเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสูงขึ้นส่งผลต่ออัตราการตายของแมลงสูงขึ้น (Martin, 2017) ปริมาณและประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ขึ้นอยู่กับส่วนที่นำมาใช้สกัด สารสกัดจากเมล็ดจะมีประสิทธิภาพสารออกฤทธิ์สูงกว่าสารสกัดจากส่วนของใบ (กันยารัตน์ และคณะ, 2556) จากงานทดลองครั้งนี้ พบว่า สารสกัดจากพริกไทยดำมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการเป็นสารฆ่าด้วงงวงข้าวเมื่อเทียบกับสารสกัดจากพืชชนิดอื่น โดยมีผลทำให้แมลงตาย 100% หลังได้รับสาร 96 ชั่วโมง สอดคล้องกับงาน Hassan et al. (2018) พบว่าสารสกัดพริกไทยทำให้ด้วงงวงมีอัตราการตายสูงที่สุด 100% หลังจากผสมผงพริกไทยดำในโกข้าวเลี้ยงแมลง สารสำคัญที่พบในพริกไทยดำ คือ Caryophyllene, 3-carene, ลิโมนีน (Limonene) และไพเพอร์รีน (Piperine) ซึ่งส่งผลต่อโครงสร้างของแมลง ยับยั้งการกินอาหารของแมลง ควบคุมการเจริญเติบโตของแมลง (Tapondjou et al., 2005) โดยพืชสามารถกำจัดแมลงได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับชนิดสารเคมีและปริมาณที่มีอยู่ในพืช เนื่องจากมีกลไกของสารเคมีในพืชที่ส่งผลกระทบต่อวงจรชีวิตของแมลง สารเคมีเหล่านี้เป็นสารทุติยภูมิ (Secondary plant metabolite) เช่น สารจำพวกอัลคาลอยด์ (Alkaloids) สารที่มีรสขมหรือมีฤทธิ์เป็นต่าง ได้แก่ โรทีโนน (Rotenone), นิโคติน (Nicotine) และ ไพรีทริน (Pyrethrin) สารจำพวกซาโปนิน (Saponin), แทนนิน (Tannin),

ไกลโคไซด์ (Glycoside) และสารที่อยู่ในรูปอนุพันธ์ต่าง ๆ เช่น น้ำมันหอมระเหย เป็นต้น (ศุภจิต, 2551) นอกจากพริกไทยดำแล้ว ยังมีพืชที่นิยมนำมาใช้กำจัดแมลงชนิดอื่น ได้แก่ สะเดา ซึ่งมีสารสำคัญ คือ อะซาดีแรคติน (Azadirachtin) ควิโนน (Quinone) เคอเซติน (Quercetin) และไบยาสูบ ซึ่งในไบยาสูบมีสารออกฤทธิ์สำคัญชื่อว่า นิโคติน (Nicotine), อนาบาซิน (Anabacin), และ มายออสมิน (Myosmine) เป็นต้น สารเหล่านี้ไปมีผลต่อโครงสร้างของแมลงและออกฤทธิ์ต่อแมลงในรูปแบบต่าง ๆ โดยสารพิษจากสารสกัดพืชสามารถเข้าสู่ร่างกายของแมลงทางรูหายใจ รอยต่อระหว่างเนื้อเยื่อ ข้อต่อหรือรูเปิดของร่างกาย และไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์กลูตาไทโอน เอส ทรานเฟอร์เรส (Glutathione S-transferases) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ช่วยกำจัดสารพิษของแมลง เมื่อระบบกำจัดสารพิษไม่ทำงาน ทำให้แมลงเกิดการสะสมสารพิษภายในร่างกายเพิ่มขึ้นและส่งผลให้แมลงตายในที่สุด (Zhou et al., 2016) นอกจากนั้นยังยับยั้งการออกลูกออกหลาน การมีอายุขัยสั้นลง ลดอัตราการวางไข่ และการฟักออกจากไข่ของแมลงในโรงเก็บด้วย (Rajapakse, 2006)

ประสิทธิภาพของสารสกัดอาจขึ้นอยู่กับชนิดของสารสำคัญ วิธีการและตัวทำลายที่นำมาใช้ในการสกัด จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า สารสกัดใบมะกรูดและข่ามีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าได้ต่ำ ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยที่ผ่านมาของ กันยารัตน์ และคณะ (2556) ที่รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดต่างกัน น้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงงวงข้าวโพดดีที่สุด คือ สารสกัดจากตะไคร้ มะกรูด พริกไทยดำ และพลู อาจจะเนื่องมาจากวิธีการสกัดสารออกฤทธิ์จากพืชที่มีกลิ่นหรือมีน้ำมันอาจต้องเป็นการสกัดน้ำมันหอมระเหยเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการควบคุมศัตรูให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชมีฤทธิ์ในการฆ่าและไล่ศัตรูในโรงเก็บได้ ก่อให้เกิดการตายของแมลงในโรงเก็บสูงถึง 100% (บุญยาพร และฤชอร, 2564) โดยองค์ประกอบในน้ำมันหอมระเหยมีสารสำคัญในกลุ่ม Monopenoid และ Triterpenoid ซึ่งไปมีผลต่อโครงสร้างของแมลงและออกฤทธิ์ต่อแมลงในรูปแบบต่าง ๆ ดังนั้น สารสกัดจากพืชจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจนำมาพัฒนาใช้ควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ เพราะนอกจากสารสกัดจากพืชจะสามารถออกฤทธิ์เพื่อป้องกันกำจัดแมลงแล้ว ยังปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า พืชสามารถนำมาสกัดเป็นสารควบคุมศัตรูสำคัญในโรงเก็บผลิตผลทางการเกษตรได้ เพื่อลดการใช้สารเคมีสังเคราะห์ในการป้องกันกำจัดแมลง ลดอันตรายจากสารเคมีปนเปื้อนในผลผลิต และเป็นการผลิตพืชอย่างยั่งยืนอีกด้วย อย่างไรก็ตามการนำสารสกัดจากพืชมาใช้ประโยชน์เพื่อการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ต้องคำนึงถึงสารสกัดที่มีประสิทธิภาพดี สามารถสกัดสารสำคัญออกมาได้ง่ายและมีความคงตัวอีกด้วย

บทสรุป

สารสกัดยาจากพืชมีประสิทธิภาพในการควบคุมด้วงงวงข้าวแตกต่างกัน สารสกัดจากพริกไทยดำมีความเป็นพิษต่อด้วงงวงข้าวสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสารสกัดชนิดอื่น ๆ โดยทำให้มีเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงสูงที่สุด 100% หลังจากแมลงได้รับสารเป็นเวลา 96 ชั่วโมง สารสกัดที่มีประสิทธิภาพรองลงมา คือ สารสกัดใบยาสูบและสารสกัดสะเดา ที่ทำให้ด้วงงวงข้าวตายสูงที่สุด เท่ากับ 27.5% และ 20% ตามลำดับ แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้น้ำเปล่าควบคุมแมลง จากผลการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า สารสกัดจากพืชสามารถนำมาใช้ควบคุมศัตรูในโรงเก็บได้ อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับประสิทธิภาพสารสกัดในสภาพพื้นที่จริง เช่น ในทุ่งฉางหรือโรงเก็บผลิตผลทางการเกษตร เพื่อให้สามารถการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสาขาวิชาพืชศาสตร์ และสาขาวิชาอุตสาหกรรมอาหาร คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ ที่อนุเคราะห์วัสดุอุปกรณ์และสถานที่วิจัยในการทดลองวิจัยครั้งนี้จนดำเนินการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2560). มาตรฐานสินค้าเกษตร: ข้าวหอมมะลิไทย. 221: 1-34.
- กันยารัตน์ มาแย้ม, อรพิน เกิดชูชื่น และณัฏฐา เลหากุลจิตต์. (2556). ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช 10 ชนิด ในการเป็นสารไล่ด้วงวงข้าวโพด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 44(2): 25-28.
- ณัฐพงศ์ เมธินธรรสรค์ และดวงเดือน วัฏฏานุรักษ์. (2561). ผลของสารสกัดหยาบจากใบสาบเสือในการควบคุมแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae). วารสารวิจัยไร่ไพพรรณี. 12(2): 102-109.
- ณัฏฐพร อุทัยมงคล. (2559). มาตรการสุขอนามัยพืชในการส่งออกสินค้าเกษตร. รายงานการวิจัย. กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.
- นภัส ยิ้มกรุง, วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ, ปาณิสรา เทพกุล, ไสว บุรณพานิชพันธุ์ และเยาวลักษณ์ จันทร์บาง. (2562). พลวัตประชากรและการควบคุมมอดข้าวเปลือกในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ข้าว. วารสารเกษตร. 35(2): 295-302.
- นันทน์ภัส พิริยะอนนท์. (2560). ประสิทธิภาพสารสกัดพืชต่อการควบคุมมอดข้าวสาร (*Sitophilus oryzae* L.) ในข้าวอินทรีย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเกษตรอินทรีย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- บุญยาพร สระทองรอด และฤชอร วรรณะ. (2564). ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์กะเพรา (Lamiaceae) ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ. วารสารเกษตรพระวรุณ. 18(1): 112-119.
- ปณรสิ สุศิริรัตน์. (2559). ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกกว่านทางจระเข้ในการควบคุมหนอนใยผัก. วารสารเกษตร. 32(3): 369-378.
- ฤชอร วรรณะ และมงคล วงศ์สวัสดิ์. (2561). ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยพืชสมุนไพร 3 ชนิด ป้องกันกำจัดด้วงวงข้าวโพด. วารสารแก่นเกษตร. 46(1): 719-724.
- ศุภจิต ผ่องใส. (2551). การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ข้าวสารป้องกันด้วงวงข้าวโพดโดยการเคลือบน้ำมันหอมระเหย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. (2558). การเข้าทำลายของแมลงศัตรูข้าวเปลือกแบบบรรจุกระสอบระหว่างการเก็บรักษา. ค้นเมื่อ 16 มิถุนายน 2563. <http://www.phtnet.org/newsletter/?mod=download&id=40>.
- สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. (2559). การเก็บรักษา สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. ค้นเมื่อ 16 มิถุนายน 2563. <http://www.brrd.in.th/rkb/postharvest/>.
- Hassan A. M., Ahmed A. M. and Mohammed S. A. (2018). Eco-friendly tools for controlling of the rice weevil *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). Alexandria science exchange. 39(3): 482-492.

- Martin O. U., Jephtha C. N., Bernard C. O. and John E. A. (2017). Toxicity of lemon grass *Cymbopogon citratus* powder and methanol extract against rice weevil *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). Coastal Life Medicine; 5(3): 99-103.
- Rajapakse, R. H. S. (2006). The potential of plants and plant products in stored insect pest management. The Journal of Agricultural Sciences, 2(1): 11-21.
- Samir A. M. A., Magdy I. E. M., Mohamed S. S. and Hamdy K. A. (2016). Chemical composition, insecticidal and biochemical effects of essential oils of different plant species from Northern Egypt on the rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. Pest Science. 89: 219-229.
- Souza V.N.D., Carlos R.F.D.O., Claudia H.C.M. and Daiany K.F.D.A. (2016). Fumigation toxicity of essential oils against *Rhyzopertha dominica* (F.) in stored maize grain. Revista Caatinga. 29(2): 435-440.
- Tapondjou A.L., Adler C., Fontem D.A., Bouda H. and Reichmuth C. (2005). Bioactivity of cymol and essential oil of *Eucalyptus saligna* and *Cupressus sempervirens* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du val. Stored Products Research. 41: 91-102.
- Ukeh D.A., Sylvia B.A.U., Alan S.B., Jennifer M.L.A., John A.P. and Michael A.B. (2012). Alligator pepper, *Aframomum melegueta* and ginger, *Zingiber officinale*, reduce stored maize infestation by the maize weevil, *Sitophilus zeamais* in traditional African granaries. Crop Protection. 32: 99-103.
- Yoon C., Kang S.H., Jang S.A., Kim Y.J. and Kim G.H. (2007). Repellent efficacy of caraway and grapefruit oils for *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). Asia Pacific Entomology. 10: 263-267.
- Zhou B.G., Wang S., Dou T.T., Liu S., Li M.Y., Hua. R.M., Li S.G. and Lin. H.F. (2016). Aphicidal activity of *Illicium verum* fruit extracts and their effects on the Acetylcholinesterase and Glutathione S-transferases Activities in *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). Insect Science. 16(1): 1-7.

Received: July 13, 2021; Revised: August 10, 2021; Accepted: August 23, 2021

ผลของการพรีเจลาติไนซ์ต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง

Effect of pregelatinize on physical and chemical properties of Japanese purple sweet potato starch

นุชจรี ประพะลา¹ กานต์ธิดา ทองนำ¹ และวิภาวดี พันธุ์หนองหว้า^{1*}

Nutjaree Praphala¹, Kanthida Thongnam¹ and Wipavadee Punpongwa^{1*}

^{1*}คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ สุรินทร์

*Corresponding Author E-mail Address: punpongwa05@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการพรีเจลาติไนซ์ที่อุณหภูมิ 75 และ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะด้านกายภาพและทางเคมีของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง พบว่า แป้ง M1-85 ที่ทำการไม่เปียกและมีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส มีกำลังการพองตัว และการละลายสูงสุด ($p < 0.05$) คุณสมบัติในการเกิดเจลของแป้งที่ทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Brabender filanograph พบว่า แป้งไม่แห้งที่พรีเจลาติไนซ์ 75 (M-75) และ M1-85 มีค่าความหนืด ค่า Setback (ค่าการคืนตัวของแป้ง) และค่าเบรกดาวน์ต่ำที่สุด จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการทำแป้งพรีเจลาติไนซ์ที่ M2-75 และ M2-85 ของแป้งมันเทศสีม่วงเหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น อาหารแช่เย็นหรืออาหารแช่แข็ง อย่างไรก็ตาม แป้งที่ทำการพรีเจลาติไนซ์ที่ M3-85 (แป้งไม่ผสมที่พรีเจลาติไนซ์ที่ 85 องศาเซลเซียส) เหมาะในการใช้เป็นแป้งสำหรับอาหารเพื่อสุขภาพ เพราะมีสารแอนโทไซยานินสูงสุด มีสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity และวิธี ABTS radical scavenging สูง

คำสำคัญ: แป้งมันเทศญี่ปุ่น คุณสมบัติการเกิดเจล ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ การพรีเจลาติไนซ์

Abstract

In this study, the pregelatinization (75°C and 85°C) incubated for 5 hour on physical and chemical properties of Japanese purple sweet potato starch were investigated. The swelling consistency and solubility in water of starches showed the highest in M1-85 (wet milled starch with pregelatinized at 85°C) ($p < 0.05$). The gelatinization was analyzed by Barbender filanograph. The pregelatinized starch M2-75 and M2-85 (dry milled, pregelatinized at 75°C and 85°C) showed the lowest viscosity peak, setback viscosity, and breakdown peak. The results indicated that a pregelatinized of M2-75, and M2-85 of sweet potato starch

could provide motion for the utilization of starch as a stabilizer in food products such as chilled food and frozen food. However, the pregelatinized sweet potato starch (M3-85) could be a functional food because of high anthocyanins, high total phenolic compounds, and high antioxidant activities measured by DPPH radical scavenging activity and ABTS radical scavenging activity.

Keywords: Japanese sweet potato starch, Gel property, Antioxidant activity, Pregelatinize

บทนำ

แป้งจัดเป็นสารกลุ่มคาร์โบไฮเดรต ในท้องตลาดทั่วไปมักจะมีสีขาวหรือไม่มีสี ไม่มีกลิ่นและรสชาติ การผลิตแป้งส่วนมากจะผลิตจากธัญพืช เช่น แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวเจ้า และแป้งข้าวโพด เป็นต้น และสามารถผลิตจากผักที่ใช้ส่วนหัวบริโภคได้ เช่น แป้งมันเทศ แป้งมันฝรั่ง และแป้งมันสำปะหลัง เป็นต้น คุณสมบัติที่สำคัญของแป้งในการอุตสาหกรรมอาหาร เช่น แป้งสำหรับความข้นหนืด การใช้แป้งสำหรับความคงตัวในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ (Jubril et al., 2012) การทำพรีเจลาติไนซ์เป็นขั้นตอนเบื้องต้นและเป็นที่นิยมในการดัดแปรคุณสมบัติของแป้ง (Modified starch) ในอุตสาหกรรมโดยการนำแป้งธรรมชาติ (Native starch) มาผ่านกรรมวิธีการให้ความร้อนเบื้องต้น (Pregelatinize) มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการพองตัว การละลาย ความหนืด ความสามารถคงตัวต่อความร้อนได้ สามารถคงตัวในอาหารแช่เย็น อาหารแช่แข็ง ใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัวในอุตสาหกรรมอาหาร การดัดแปรแป้งมีสองวิธี ได้แก่ การดัดแปรแป้งทางเคมี และทางกายภาพ การดัดแปรแป้งด้วยการใช้สารเคมีช่วยในการดัดแปรโมเลกุลแป้งเพื่อเปลี่ยนคุณสมบัติแป้งให้สามารถละลายได้ในน้ำเย็น นิยมใช้กับอาหารสำเร็จรูป เช่น ซอสพริก ซอสมะเขือเทศ น้ำมันหอย มายองเนส ไส้พาย พุดดิ้ง ขนมหวาน และน้ำเกรวี่ เป็นต้น เนื่องจากการดัดแปรแป้งแบบใช้สารเคมี เช่น การดัดแปรแป้งแบบไฮโดรไลซิสด้วยกรดร้อน ในทางการค้าใช้กรดไฮโดรคลอริก ฟอสฟอริก หรือกรดซัลฟิวริก การดัดแปรด้วยวิธีเชื่อมข้าม (Cross-linking) ด้วยสารฟอสฟอรัสออกไซด์หรือกรดฟอสฟอริกที่ละลายได้ในน้ำ สารไตรเมตาฟอสเฟต อีพิกโลไฮดริน แป้งดัดแปรด้วยวิธีอะซิไทเลต (Acetylation) การดัดแปรด้วยวิธีเดลิเวอร์ไทเซชัน (Derivatization) เป็นต้น ดังนั้น การดัดแปรโมเลกุลแป้งทางกายภาพ เช่น การใช้เอกทูลูชัน (Extrusion) การทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum dryer) การใช้ความร้อนขึ้นเช่นการนึ่งด้วยไอน้ำร้อน และการดัดแปรแป้งแบบพรีเจลาติไนซ์เป็นการให้ความร้อนบางส่วนแก่แป้ง จึงเป็นวิธีที่ไม่ใช้สารเคมีสามารถลดสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม (วรรณช, 2555)

มันเทศ (*Ipomoea batatas* L.) จัดเป็นพืชไร่ เป็นพืชที่ปลูกหลังนาข้าว มันเทศจัดเป็นผักที่รับประทานในส่วนของการนอกจานี้มันเทศเป็นพืชหัวที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่อุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรต แคลโรทีนอยด์ ไขมัน วิตามิน เส้นใยอาหาร แร่ธาตุ และสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น แอนโทไซยานิน ที่พบในมันเทศเนื้อสีม่วง (Liao et al., 2019) นอกจากนั้นมันเทศญี่ปุ่นยังมีหลายสายพันธุ์และมีหลากหลายสี เช่น เนื้อสีเหลือง เนื้อสีส้ม มักพบสารแคลโรทีนอยด์ โดยเฉพาะสารเบต้าแคโรทีน นอกจากนั้นยังพบสารประกอบฟีนอลิก และสารฟลาโวนอยด์ มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีผลชะลอโรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคกระดูกพรุน และโรคหลอดเลือดหัวใจ เป็นต้น (Jubril et al., 2012)

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของการไม่แป้งแบบเปียก การไม่แห้ง และการไม่ผสม และผลของการดัดแปรแป้งแบบพรีเจลาติไนซ์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมีของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง รวมทั้งฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. การไม่แบบต่าง ๆ ไม่เปียก ไม่แห้ง และไม่ผสม

1.1 การผลิตแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงแบบไม่เปียก

การผลิตแป้งมันเทศดัดแปลงจากวิธีการไม่แบบเปียก แบบแห้ง และแบบผสม ตามวิธีของ วิจิตรา และวชิรญา (2563) นำมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงอย่างละ 3 กิโลกรัม ล้างให้สะอาดปอกเปลือก ผานเป็นแผ่นบาง นำเกลือผสมกับน้ำแช่มันเทศไว้ประมาณ 10 นาที ล้างออกให้สะอาด หั่นหรือปั่นให้สามารถเข้าเครื่องไม่แบบ สำหรับแป้งไม่เปียกในอัตราส่วนเนื้อมันต่อน้ำอัตราส่วน 1:1 ด้วยเครื่องไม่ นำน้ำแป้งที่ได้มากรองด้วยผ้าขาวบางบีบน้ำออกให้หมด การผลิตแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงแบบไม่แห้ง นำมันเทศที่ผานเป็นแผ่นบางเข้าเครื่องอบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 7 ชั่วโมง การผลิตแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงแบบไม่ผสมแล้วมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงแช่ในน้ำอัตราส่วน 1:1 นาน 4 ชั่วโมง สำหรับแป้งไม่เปียกและไม่ผสมพักให้สะเด็ดน้ำและทำแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 7 ชั่วโมง นำแป้งมันเทศที่ได้มาบดด้วยเครื่องบดละเอียด ร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด 60 เมช เก็บแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงด้วยถุงอลูมิเนียมฟรอยด์ ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ก่อนการวิเคราะห์

2. การดัดแปรแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงด้วยวิธีพรีเจลาติไนซ์

การดัดแปรแป้งด้วยวิธีพรีเจลาติไนซ์ (Pregelatinize) ตามวิธีของ วิจิตรา และวชิรญา (2563) โดยเตรียมแป้งที่ผ่านการไม่เปียก การไม่แห้ง และการ ไม่ผสม 200 กรัม ผสมน้ำ 1,500 มิลลิลิตร ทำการพรีเจลาติไนซ์ที่อุณหภูมิ 75 และ 85 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง ด้วยเครื่อง Water bath ทิ้งไว้ให้เย็นและทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง นำแป้งมันเทศที่ได้มาบดด้วยเครื่องบดละเอียด ร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด 60 เมช เก็บแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงด้วยถุงอลูมิเนียมฟรอยด์อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ก่อนการวิเคราะห์

3. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของแป้งมันเทศสีม่วงดัดแปร

3.1 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity

การหาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity ดัดแปลงจากวิธี Dasgupta and De (2007) ซึ่งผงแป้งดัดแปรมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง 5 กรัม สกัดด้วยสารละลายเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 75 จำนวน 20 มิลลิลิตร จำนวน 3 ซ้ำ ปริมาณ 20 มิลลิลิตร กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 เก็บไว้ในตู้เย็น ก่อนการวิเคราะห์ ไว้เพื่อเตรียม ใช้ในการทดลองทำการเจือจางให้มีความเข้มข้น 0.1, 0.05 และ 0.005 กรัม/มิลลิลิตร บีบน้ำแป้ง 0.5 มิลลิลิตร โดยใช้สารละลาย DPPH (ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมล) จำนวน 3 มิลลิลิตร แล้วเขย่า บ่มในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที วัดด้วย Spectrophotometer (GBC UV-VIS เอส.เอ. ขอนแก่น จำกัด) ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ใช้สาร Trolox เปรียบเทียบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ คำนวณฤทธิ์ในการยับยั้งเป็นร้อยละ (%) กำหนดให้ค่า Ac = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างควบคุม และค่า Ab = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

$$\text{ร้อยละการยับยั้ง} = \frac{(Ac - Ab) \times 100\%}{Ac} \quad (1)$$

3.2 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS radical scavenging activity

การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระใช้สาร 2, 2-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid (ABTS) ตามวิธีของ Thaipong et al. (2006) ใช้สาร ABTS ความเข้มข้น 4 มิลลิโมลาร์ และสารโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต ความเข้มข้น

3.3 การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน

$$\text{Total anthocyanin content} = \left[\frac{\text{Acorrection} \times \text{MW} \times \text{DF} \times 1000}{\varepsilon \times \text{L}} \right] \quad (2)$$

ϵ = สัมประสิทธิ์ molar extinction coefficient มีค่า $26.900 \text{ (M}^{-1} \text{ cm}^{-1}\text{)}$

อัตราการฟองตัวของแป้งถูกต้องตามวิธีของ Wiriyawattana et al. (2018) นำตัวอย่างแป้ง (0.25 กรัม) ผสมกับน้ำ (5 มิลลิลิตร) ถูกกวนที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ในอ่างน้ำที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เย็นและปั่นเหวี่ยงที่ 1,700 กรัม เป็นเวลา 4 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ค่าอัตราการฟองตัวถูกคำนวณเป็นกรัมต่อกรัมของแป้ง

$$\text{ร้อยละการพองตัว} = \left[\frac{\text{น้ำหนักตะกอนแป้ง} \times 100\%}{\text{น้ำหนักแห้งของแป้ง}} \right] \quad (3)$$

4.3 การละลาย

การวัดการละลายของแป้งสามารถทำได้ตามวิธีของ Wiriyawattana et al. (2018) ดัชนีการละลายน้ำ (WSI) และดัชนีการดูดซึมน้ำ (WAI) แป้ง (1 กรัม) เติมน้ำกลั่น (30 มิลลิลิตร) ปั่นเหวี่ยง (2000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที) ระบายน้ำทิ้งและปล่อยให้แห้ง WAI คำนวณจากสูตร (4)

$$\text{WAI} = \frac{m_m - m}{m} \times 100\% \quad (4)$$

WAI = เปอร์เซ็นต์ของน้ำที่ดูดซึมไว้ต่อ 1 กรัม ของตัวอย่าง (% w/w)

m_m = น้ำหนักตะกอนเปียก (กรัม)

m = น้ำหนักตัวอย่าง 1 กรัม (น้ำหนักแห้ง)

จากนั้นนำวัสดุไปอบแห้งเป็นเวลา 24 ชั่วโมงที่ 105 องศาเซลเซียส และหาระดับความสามารถในการละลายน้ำได้

$$\text{WSI} = \frac{m_r}{m} \times 100\% \quad (5)$$

WSI = ร้อยละของการละลายน้ำของแป้ง 1 กรัม (% w/w)

m_r = น้ำหนักของสารละลาย (กรัม)

m = น้ำหนักแป้ง 1 กรัม (น้ำหนักแห้ง)

4.4 ความหนืด

การวัดความหนืดของแป้งดัดแปลงจากวิธีของ Wiriyawattana et al. (2018) วัดคุณสมบัติในการเกิดเจลของแป้งมันม่วงญี่ปุ่นสีม่วงด้วยเครื่อง Barbender filanograph ตัวอย่างแป้งแต่ละชนิด (3.5 กรัม/น้ำหนักแห้ง) ผสมกับ น้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร ใช้อุณหภูมิเริ่มต้นที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 95 องศาเซลเซียส ที่ 12 องศาเซลเซียส/นาที คงไว้ที่ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2.5 นาที ลดลงถึง 50 องศาเซลเซียส ที่ 12 องศาเซลเซียส/นาที และคงไว้ที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที บันทึกค่าเฉลี่ยสำหรับความหนืดสูงสุดความหนืดที่ลดลงความหนืดสุดท้าย ค่า Setback อุณหภูมิเริ่มต้น การวางการสลายตัวและความหนืดสุดท้าย

4.5 การศึกษาลักษณะเม็ดแป้ง

ศึกษาลักษณะของเม็ดแป้ง การเอาแป้งไปส่องในกล้องจุลทรรศน์แบบ Confocal face contrast microscope ที่มีความละเอียดและสามารถเห็นโครงสร้างภายในของเม็ดแป้ง ใช้น้ำเชื่อมกลูโคสร้อยละ 60 ย้อมสไลด์

5. วิเคราะห์ทางสถิติ

การจัดการทดลองแบบ Factorial ตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (Factorial in CRD) ปัจจัยการทดลองคือ การไม่แบบไม่เปียก การไม่แห้ง การไม่ผสม และอุณหภูมิในการดัดแปรคือ 75 และ 85 องศาเซลเซียส วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบรายคู่ ด้วยวิธีของ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) ทำการทดลอง 3 ซ้ำการวิเคราะห์ในรูปแบบค่าเฉลี่ยและเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X} \pm SD$, $n = 3$)

ผลการวิจัย

1. คุณสมบัติทางกายภาพและด้านเคมีของแป้งมันเทศญี่ปุ่นที่ผ่านกระบวนการไม่แบบต่าง ๆ

1.1 ค่า pH ค่า a_w ความชื้น การพองตัว และการละลาย

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง ที่ผลิตด้วยวิธีไม่เปียก วิธีการไม่แห้ง และวิธีการไม่ผสม ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของแป้งไม่เปียก แป้งไม่แห้ง และแป้งไม่ผสม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) สูงที่สุดคือแป้งไม่ผสมมีค่า 0.5 ± 0.00 และสูตรที่มีค่า a_w ต่ำที่สุดคือแป้งไม่เปียกมีค่า 0.33 ± 0.02 ความชื้นสูงที่สุด คือ ไม่ผสมมีค่า 7.41 ± 0.01 การพองตัวของแป้งไม่เปียกมีค่าสูงที่สุดคือ 4.81 การละลายสูงที่สุดคือแป้งไม่แห้งมีค่า 32.69 ต่ำที่สุดคือแป้งไม่เปียกอยู่ในช่วง 7.95 ± 0.10 เนื่องจากการผลิตแป้งไม่เปียกของแป้งมันเทศสัมผัสกับน้ำโดยตรงทำให้สารที่ละลายน้ำได้ละลายไปกับน้ำก่อนหน้า จึงทำให้แป้งละลายน้ำได้น้อย

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงที่ผ่านการไม่ด้วยวิธีที่แตกต่างกัน

คุณภาพทางกายภาพ	แป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง		
	แป้งไม่เปียก	แป้งไม่แห้ง	แป้งไม่ผสม
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.04 ± 0.11^b	6.31 ± 0.06^a	6.38 ± 0.06^a
ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.33 ± 0.02^c	0.48 ± 0.01^b	0.54 ± 0.00^a
ความชื้น	5.15 ± 0.02^c	5.92 ± 0.06^b	7.41 ± 0.01^a
การพองตัว (g/g)	4.81 ± 0.21^a	3.74 ± 0.06^b	3.83 ± 0.05^b
การละลาย (%)	7.95 ± 0.10^c	32.70 ± 0.57^a	26.01 ± 0.70^b

หมายเหตุ: a, b, c หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ($\bar{X} \pm SD$, $n = 3$)

1.2 คุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง

จากตารางที่ 2 พบว่า แป้งที่ผ่านการไม่ทั้งสามวิธีมีอุณหภูมิเริ่มเกิดความร้อนประมาณ 72-83 องศาเซลเซียส แป้งที่ผ่านการไม่เปียกมีความหนืดสูงสุด (Peak viscosity) ความหนืดลดลง (Break down) ความหนืดสุดท้าย (Final viscosity) และค่าการคืนตัวของแป้ง (Set back) สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในขณะที่แป้งไม่แห้งและแป้งไม่ผสมมีค่าการคืนตัวของแป้งต่ำที่สุด

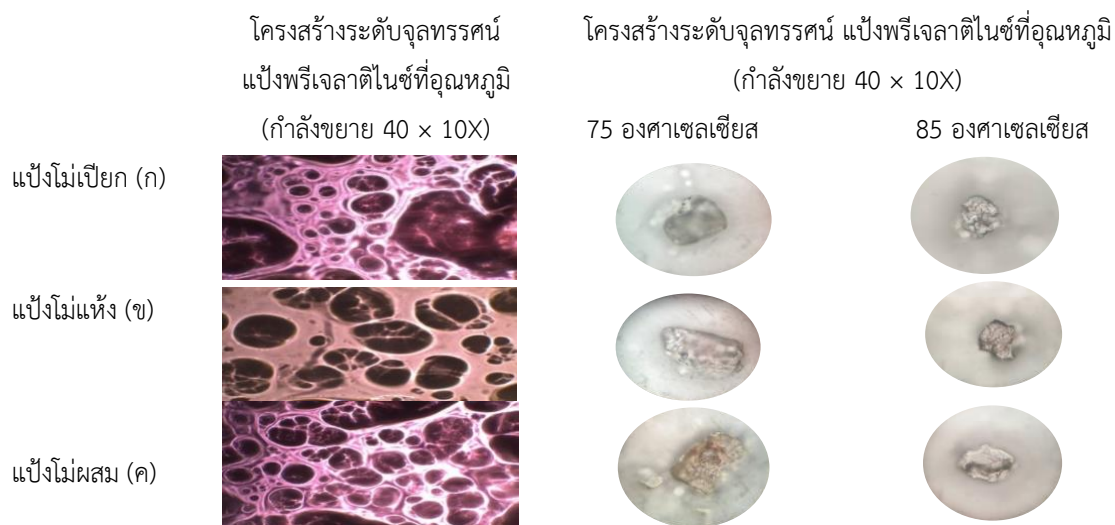
ตารางที่ 2 คุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง

ความหนืด	แป้งไม่เปียก	แป้งไม่แห้ง	แป้งไม่ผสม
อุณหภูมิที่เริ่มเกิดความร้อน (cP)	72.13 ± 2.53^b	83.90 ± 6.40^a	75.67 ± 4.73^c
ค่าความหนืดสูงสุด (cP)	1179.00 ± 387.84^a	133.20 ± 27.71^c	221.40 ± 98.54^c
ความหนืดลดลง (cP)	745.20 ± 47.08^a	133.20 ± 27.71^b	219.67 ± 96.68^c
ความหนืดสุดท้าย (cP)	1072.80 ± 34.30^a	221.40 ± 33.72^b	300.60 ± 115.48^b
การคืนตัวของแป้ง Setback (cP)	280.80 ± 42.18^a	84.60 ± 8.25^b	82.13 ± 19.76^b

หมายเหตุ: a, b, c หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ($\bar{X} \pm SD$, $n = 3$)

1.3 โครงสร้างระดับจุลภาคของเม็ดแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง

ลักษณะของแป้งดังแสดงในรูปที่ 1 แป้งไม่เปียก (1ก) แป้งไม่แห้ง (1ข) และแป้งไม่ผสม (1ค) มีเม็ดแป้งมีการเรียงตัวกันแบบกึ่งผลึก (Semicrystalline) โดยโมเลกุลของอะไมโลส และอะไมโลเพคตินจะจัดเรียงตัวกันทั้งในส่วนผลึก Crystalline region และส่วนอสัณฐาน (Amorphous region) ลักษณะอสัณฐานของแป้งประกอบไปด้วยโมเลกุลของอะไมโลส และสายโซ่ยาวของอะไมโลเพคติน ซึ่งเม็ดแป้งไม่เปียก แป้งไม่แห้ง และแป้งไม่ผสม มีลักษณะโครงสร้างผลึกแบบกลมเรียงตัวกันแบบหลวม ๆ เม็ดแป้งมีลักษณะเป็นวงกลม มีกากบาทอยู่ศูนย์กลาง หรือลักษณะของ Birefringence ของเม็ดแป้งในการไม่แป้งสามแบบ มีลักษณะที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากการไม่ด้วยวิธีต่าง ๆ ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของเม็ดแป้งแต่อย่างใด ทำให้ทั้งในส่วนโครงสร้างแบบผลึกและในส่วนอสัณฐานมีโมเลกุลแป้งที่สมบูรณ์ไม่แตกต่างกัน



รูปที่ 1 โครงสร้างระดับจุลทรรศน์ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบ Confocal face contrast microscope (ก) แป้งไม่เปียก (ข) แป้งไม่แห้ง (ค) แป้งไม่ผสม (ที่กำลังขยาย 40 × 10X)

2. ผลการพรีเจลาตินไนซ์ต่อลักษณะทางด้านเคมีแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง

2.1 pH ค่า a_w ความชื้น การพองตัว และการละลายของแป้งพรีเจลาตินไนซ์

จากตารางที่ 3 แสดงผลขององค์ประกอบทางเคมีของแป้งพรีเจลาตินไนซ์ของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง 3 วิธี คือ แป้งไม่เปียก แป้งไม่แห้ง และแป้งไม่ผสมที่อุณหภูมิ 75 และ 85 องศาเซลเซียส พบว่า แป้งพรีเจลาตินไนซ์มีค่า pH สูงที่สุด คือ แป้งพรีเจลาตินไนซ์แบบไม่แห้ง อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส (M2-85) แป้งไม่แห้ง อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (M2-75) และแป้งไม่ผสมอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (M3-75) มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p < 0.05$) กับแป้งพรีเจลาตินไนซ์ไม่ผสม อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส (M2-75) ($p > 0.05$) ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) สูงที่สุดคือแป้งพรีเจลาตินไนซ์ แป้งไม่ผสมอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (M3-75) อยู่ในช่วง 0.49 ± 0.01 และสูตรที่มีค่า a_w ต่ำที่สุดคือ แป้งไม่เปียกอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส (M1-85) อยู่ในช่วง 0.16 ± 0.02 ส่วนค่าความชื้นสูงสุด คือ แป้งดัดแปรไม่แห้งอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (M2-75) อยู่ในช่วง 8.87 ± 0.08 และค่าต่ำที่สุด คือ แป้งดัดแปรไม่เปียกอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส (M3-85) ค่าอยู่ในช่วง 5.04 ± 0.02 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 3 ผลของวิธีการพรีเจลาตินซ์แป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงต่อสมบัติทางกายภาพ

แป้งพรีเจลาตินซ์	pH	a_w	ความชื้น	การพองตัว (กรัม/กรัม)	การละลาย (ร้อยละ)
M1-75	5.50±0.03 ^c	0.25±0.02 ^d	5.22±0.02 ^d	3.70±0.05 ^b	81.07±0.00 ^b
M2-75	5.70±0.03 ^{ab}	0.40±0.01 ^c	8.87±0.08 ^a	2.80±0.10 ^d	54.00±0.02 ^e
M3-75	5.70±0.03 ^{ab}	0.50±0.01 ^a	6.73±0.14 ^c	3.00±0.50 ^{cd}	70.00±0.04 ^c
M1-85	5.53±0.04 ^c	0.16±0.02 ^f	5.04±0.02 ^e	4.10±0.15 ^a	90.77±0.03 ^a
M2-85	5.75±0.01 ^a	0.34±0.03 ^c	8.61±0.02 ^b	2.84±0.10 ^d	60.08±0.00 ^d
M3-85	5.68±0.06 ^b	0.42±0.01 ^b	6.68±0.06 ^c	3.02±0.02 ^{cd}	71.91±0.00 ^c

หมายเหตุ: ^{a, b, c} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ($\bar{X} \pm SD$, $n = 3$); M1-75 คือ แป้งพรีเจลาตินซ์แป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส, M2-75 คือ แป้งพรีเจลาตินซ์แป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส; M3-75 คือ แป้งพรีเจลาตินซ์แป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส, M1-85 คือ แป้งพรีเจลาตินซ์แป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส และ M2-85 คือ แป้งพรีเจลาตินซ์แป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส, M3-85 คือ แป้งพรีเจลาตินซ์แป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส

2.2 อัตราการพองตัวและการละลาย

ตารางที่ 3 จากการทดลองอัตราการพองตัวของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงดัดแปรเปรียบเทียบ 2 อุณหภูมิ พบว่า แป้งดัดแปร 2 อุณหภูมิ มีอัตราการพองตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 3 โดยแป้งดัดแปรแบบพรีเจลาตินซ์แบบไม่เปียก อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส (M1-85) มีอัตราการพองตัวและการละลายสูงที่สุด มีค่า 4.10±0.15 กรัม/กรัม และ 90.77±0.03 กรัม/กรัม

2.3 ค่าสีของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง

จากตารางที่ 4 ค่าความสว่าง (L^*) สูงที่สุดอยู่คือแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงที่ไม่เปียก และไม่ผสมที่ผ่านการพรีเจลาตินซ์ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (M1-75, M3-75) คือ 61.02±0.53 และ 61.22±0.50 ตามลำดับ ค่าสีแดง (a^*) ค่าสูงที่สุด คือ แป้งพรีเจลาตินซ์ไม่ผสม อุณหภูมิ 75 และ 85 องศาเซลเซียส (M3-75, M3-85) คือ 7.40±0.86 และ 7.92±0.24 ส่วนค่าสีเหลือง (b^*) สูงที่สุดอยู่ที่ คือ แป้งพรีเจลาตินซ์ไม่เปียกอุณหภูมิ 75 และ 85 องศาเซลเซียส (M1-75, M1-85) คือ 7.84±0.34 และ 7.91±0.18 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4 แสดงคุณสมบัติด้านสีของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงที่ผ่านการดัดแปรด้วยวิธีพรีเจลาตินซ์

แป้งพรีเจลาตินซ์	ค่าความสว่าง (L^*)	ค่าความเป็นสีแดง (a^*)	ค่าความเป็นสีเหลือง (b^*)
M1-75	61.02±0.53 ^a	4.21±0.15 ^c	7.84±0.34 ^a
M2-75	44.86±2.33 ^c	4.40±0.15 ^c	3.33±0.28 ^b
M3-75	61.22±0.50 ^a	7.40±0.86 ^a	3.41±0.36 ^b
M1-85	56.28±4.13 ^b	5.32±0.36 ^b	7.91±0.18 ^a
M2-85	41.95±0.93 ^c	4.61±0.38 ^{b,c}	1.83±0.22 ^c
M3-85	53.07±2.60 ^b	7.92±0.24 ^a	1.66±0.46 ^c

หมายเหตุ: ^{a, b, c} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ($\bar{X} \pm SD$, $n = 3$)

3. ลักษณะทางด้านกายภาพของแป้งพรีเจลาตินไนซ์ของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง

3.1 ความหนืดของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงดัดแปรด้วยวิธีพรีเจลาตินไนซ์

การศึกษาพฤติกรรมความหนืดของแป้งหรือการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้ง จากตารางที่ 5 พบว่า แป้งดัดแปรทั้ง 2 อุณหภูมิ ความหนืดทั้งหมดมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แป้งที่ผ่านการพรีเจลาตินไนซ์แบบไม่เปียกที่อุณหภูมิ 75 และ 85 องศาเซลเซียส (M1-75, M1-85) มีความหนืดสูงสุด คือ 554.13 ± 11.38 cP และ 648.00 ± 12.85 cP ตามลำดับ ความหนืดลดลง และความหนืดสุดท้ายของแป้งพรีเจลาตินไนซ์แบบไม่เปียกที่อุณหภูมิ 75 และ 85 องศาเซลเซียส (M1-75, M1-85) ค่าสูงที่สุดอยู่ในช่วง 613.80 ± 94.36 cP และ 811.80 ± 11.98 cP ตามลำดับ จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าแป้งพรีเจลาตินไนซ์ไม่แห้งที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (M2-75) มีค่าการคืนตัวของแป้งต่ำที่สุด 23.40 ± 8.25 cP ($p < 0.05$) คือมีการคืนตัวของแป้งต่ำที่สุดทำให้เกิดการรีโทรเกรเดชัน หรือการไหลเยิ้มของน้ำต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่ แป้งพรีเจลาตินไนซ์ไม่แห้งอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส (M2-85) 37.80 ± 9.35 cP ในขณะที่แป้งพรีเจลาตินไนซ์ไม่เปียกที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (M1-75) มีค่าการคืนตัวของแป้งสูงที่สุด อยู่ในช่วง 219.60 ± 8.25 cP ส่วนอุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดของแป้งพรีเจลาตินไนซ์ไม่ผสมอุณหภูมิ 75 และ 85 องศาเซลเซียส (M3-75, M3-85) ใช้เวลานานที่สุด คือ 94.87 ± 0.06 cP และ 95.57 ± 0.20 cP ตามลำดับ แป้งมันเทศที่พรีเจลาตินไนซ์ที่อุณหภูมิ 75 และ 85 องศาเซลเซียส ค่าความหนืดของแป้งพรีเจลาตินไนซ์ทั้ง 2 อุณหภูมิ แป้งพรีเจลาตินไนซ์แบบไม่เปียกมี ค่าความหนืดสูงสุด ความหนืดลดลง และความหนืดสุดท้ายสูงที่สุด ($p < 0.05$)

ตารางที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงดัดแปรด้วยวิธีพรีเจลาตินไนซ์

แป้งพรีเจลาตินไนซ์	ความหนืดสูงสุด (cP)	ความหนืดลดลง (cP)	ความหนืดสุดท้าย (cP)	การคืนตัวของแป้ง Setback (cP)	อุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืด (°C)
M1-75	554.13 ± 11.38^a	464.40 ± 16.20^b	694.80 ± 3.12^b	219.60 ± 8.25^a	83.00 ± 0.46^b
M2-75	18.00 ± 8.25^c	16.20 ± 9.35^d	41.40 ± 15.59^d	23.40 ± 8.25^e	50.87 ± 0.21^c
M3-75	84.60 ± 8.25^{bc}	84.60 ± 8.25^{cd}	136.80 ± 11.24^{cd}	52.20 ± 3.12^d	94.87 ± 0.06^a
M1-85	648.00 ± 12.85^a	613.80 ± 94.36^a	811.80 ± 11.98^a	201.80 ± 17.36^b	83.83 ± 5.33^b
M2-85	28.80 ± 15.60^c	28.80 ± 15.60^d	72.00 ± 24.94^{de}	37.80 ± 9.35^{de}	50.77 ± 0.40^c
M3-85	136.80 ± 11.24^b	135.00 ± 14.30^c	203.40 ± 17.36^c	72.00 ± 3.12^c	95.57 ± 0.20^a

หมายเหตุ: ^{a, b, c} หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ($\bar{X} \pm SD$, $n=3$)

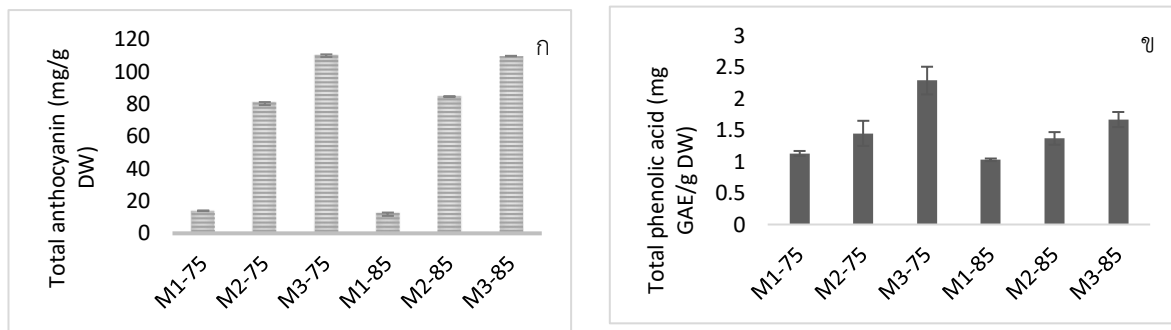
4. องค์ประกอบทางเคมีของของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงที่ดัดแปรด้วยวิธีพรีเจลาตินไนซ์

4.1 ปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด

จากรูปที่ 3ก ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานินของแป้งพรีเจลาตินไนซ์เปรียบเทียบ 2 อุณหภูมิคือ 75 และ 85 องศาเซลเซียส พบว่า แป้งทั้ง 2 อุณหภูมิมีปริมาณสารแอนโทไซยานินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยแป้งพรีเจลาตินไนซ์แบบไม่ผสมอุณหภูมิ 75 และ 85 องศาเซลเซียส (M3-75, M3-85) มีปริมาณสารแอนโทไซยานินมากที่สุดคือ 110.60 ± 1.52 mg/g DW และ 109.70 ± 0.14 mg/g DW รองลงมาคือแป้งดัดแปรไม่แห้งอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส (M2-85) 84.75 ± 0.42 mg/g DW และแป้งพรีเจลาตินไนซ์แบบไม่แห้งอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (M2-75) 81.08 ± 1.73 mg/g DW ส่วนแป้งที่พบปริมาณสารแอนโทไซยานินน้อยที่สุด คือ แป้งพรีเจลาตินไนซ์แบบไม่เปียกอุณหภูมิ 75 และ 85 องศาเซลเซียส (M1-75, M1-85) 14.03 ± 0.30 mg/g DW และ 12.73 ± 1.92 mg/g DW ตามลำดับ

4.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

จากรูปที่ 3 ข จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงเปรียบเทียบ 2 อุณหภูมิ คือ 75 และ 85 องศาเซลเซียส พบว่า แป้งทั้ง 2 อุณหภูมิมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยแป้งพรีเจลาคติไนซ์แบบไม่ผสมอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (M3-75) มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุด 2.29 ± 0.22 mg GAE/g DW รองลงมาคือแป้ง พรีเจลาคติไนซ์แบบไม่ผสมอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส (M3-85) มีปริมาณฟีนอลิก 1.67 ± 0.12 mg GAE/g DW แป้งพรีเจลาคติไนซ์ไม่แห้งอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (M2-75) 1.45 ± 0.20 mg GAE/g DW และแป้งพรีเจลาคติไนซ์แบบไม่แห้งอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส (M2-85) 1.37 ± 0.10 mg GAE/g DW ส่วนแป้งที่มีปริมาณฟีนอลิกน้อยที่สุด คือ แป้งพรีเจลาคติไนซ์แบบไม่เปียกอุณหภูมิ 75 และ 85 องศาเซลเซียส (M1-75, M1-85) มีปริมาณฟีนอลิกต่ำที่สุดคือ 1.13 ± 0.04 mg GAE/g DW และ 1.03 ± 0.02 GAE/g DW ตามลำดับ การทดลองแบบใช้อุณหภูมิ 75 และ 85 องศาเซลเซียส เนื่องจากการไม่ผสมทำให้เกิดการเสถียรของสารแอนโทไซยานินสูงกว่าการไม่วิธีอื่น ๆ นอกจากนั้นการทดลองของ Li et al. (2011) พบว่าในมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงมีสารฟีนอลิกบางชนิด ได้แก่ กรดคลอโรเจนิก, รุทีน และเคอซีทิน เป็นต้น

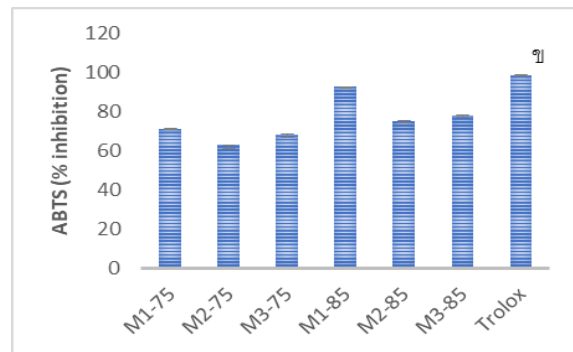
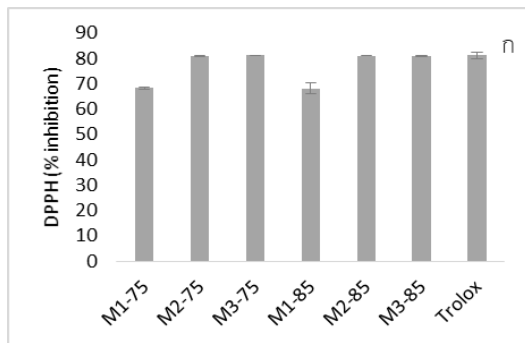


รูปที่ 2 (ก) ปริมาณสารแอนโทไซยานิน และ (ข) สารฟีนอลิกในแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงที่ทำการดัดแปรด้วยวิธีพรีเจลาคติไนซ์ ($\bar{X} \pm SD$, $n=3$)

5. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงที่ดัดแปรด้วยการพรีเจลาคติไนซ์

5.1 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity

รูปที่ 3 ก จากผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง เปรียบเทียบ 2 อุณหภูมิคือ 75 และ 85 องศาเซลเซียส พบว่า สาร Trolox มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH สูงที่สุด $81.21 \pm 1.41\%$ แป้งพรีเจลาคติไนซ์แบบไม่ผสมอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (M3-75, M2-75) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ $81.21 \pm 0.08\%$ และ $81.00 \pm 0.28\%$ แป้งพรีเจลาคติไนซ์แบบไม่แห้งอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส (M2-85) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ $81.14 \pm 0.02\%$ แป้งพรีเจลาคติไนซ์แบบไม่ผสมอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส (M3-85) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ $81.07 \pm 0.18\%$ แป้งพรีเจลาคติไนซ์แบบไม่แห้งอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (M2-75) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ $81.00 \pm 0.28\%$ และแป้งที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด คือ แป้งพรีเจลาคติไนซ์แบบไม่เปียก อุณหภูมิ 75 และ 85 องศาเซลเซียส (M1-75, M1-85) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ $68.26 \pm 0.60\%$ และ $68.22 \pm 2.07\%$ ตามลำดับ



รูปที่ 3ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงที่ทำการตัดแปรด้วยวิธีพรีเจลาตินไนซ์ (ก) DPPH radical scavenging activity และ (ข) ABTS radical scavenging activity ($\bar{X} \pm SD$, n=3)

5.2 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS radical scavenging activity

รูปที่ 3ข จากผลการวิเคราะห์หาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง พบว่าสาร Trolox มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS สูงที่สุด $98.60 \pm 0.20\%$ แป้งพรีเจลาตินไนซ์ไม่เปียกอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส (M1-85) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด $92.72 \pm 0.41\%$ รองลงมา คือ แป้งพรีเจลาตินไนซ์ไม่ผสมอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส (M3-85) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ $78.28 \pm 0.20\%$ แป้งพรีเจลาตินไนซ์ไม่แห้งอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส (M2-85) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ $75.05 \pm 0.70\%$ แป้งพรีเจลาตินไนซ์ไม่เปียกอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (M1-75) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ $71.26 \pm 0.27\%$ แป้งพรีเจลาตินไนซ์ไม่ผสมอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (M3-75) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ $68.56 \pm 1.51\%$ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่พบน้อยที่สุด คือ แป้งพรีเจลาตินไนซ์ไม่แห้งอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส (M2-75) มีค่าการยับยั้ง $62.90 \pm 1.75\%$ ตามลำดับ

การอภิปรายผล

คุณสมบัติด้านความหนืดของแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงที่ผ่านกระบวนการไม่แบบเปียก การไม่แห้ง และการไม่ผสม ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเม็ดแป้ง ส่งผลต่อความหนืดของแป้งในแต่ละการไม่แบบต่าง ๆ แตกต่างกันไป เช่น การไม่แห้งจะมีค่าความหนืดสูงสุด และความหนืดสุดท้ายสูงกว่าการไม่แบบอื่น ๆ เนื่องจากว่าเม็ดแป้งมีการดูดน้ำไว้ในโมเลกุลแป้งบางส่วน ทำให้เกิดการพองตัวและการละลายได้ดีขึ้น สอดคล้องกับผลการทดลองของ ศันสนีย์ และพัชร (2561) ผลของวิธีการไม่ (ไม่เปียก ไม่ผสม และไม่แห้ง) ต่อองค์ประกอบทางเคมีและสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 และนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์แพนเค้กปลอดกลูเตน พบว่า ดัชนีการดูดซับน้ำ และดัชนีการละลายน้ำสูงที่สุด โดยแป้งข้าวไม่แห้งและไม่ผสมมีค่าอะไมโลส โปรตีน และสตาร์ช เสียหายไม่มีความแตกต่างกัน แป้งข้าวไม่แห้งมีขนาดอนุภาคใหญ่ที่สุดและมีสีเหลืองมากกว่าแป้งไม่เปียกและไม่ผสม ด้านสมบัติของความหนืด แป้งข้าวไม่แห้งมีค่าความหนืดสูงสุดความหนืดลดลง ค่าการคืนตัวของแป้ง และความหนืดสุดท้ายสูงที่สุด ในขณะที่แป้งข้าวไม่เปียกมีค่าความหนืดดังกล่าวต่ำที่สุด เนื่องจากแป้งที่ผ่านการไม่ทั้งสามวิธีมีปริมาณโครงสร้างผลึกไม่แตกต่างกัน และงานวิจัยของ วิจิตร และวชิรญา (2563) พบว่า การไม่เปียก ไม่แห้ง และไม่ผสม ต่อคุณสมบัติทางเคมี คุณสมบัติด้านกายภาพ ความหนืด และการแยกตัวของน้ำของแป้งกระเจียบ ขณะที่วิธีการไม่แห้งไม่ส่งผลต่อการละลายน้ำ และกำลังการพองตัว แต่มีผลต่อสมบัติความหนืดของแป้งกระเจียบ โดยแป้งกระเจียบไม่ผสมมีความหนืดสูงสุด ความหนืดสุดท้าย ค่าความหนืดลดลง และค่าการคืนตัวสูงกว่าแป้งกระเจียบไม่เปียก และไม่แห้ง ตามลำดับ

โครงสร้างระดับจุลภาคของเม็ดแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงที่ผ่านการโม่ทั้งสามวิธี โดยโมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน จะจัดเรียงตัวกันทั้งในส่วนผลึก และส่วนอสัณฐาน ซึ่งลักษณะอสัณฐานของแป้งประกอบไปด้วยโมเลกุลของอะไมโลส และสายโซ่ยาวของอะไมโลเพคติน ซึ่งเม็ดแป้งไม่เปียก แป้งไม่แห้ง และแป้งไม่ผสม มีลักษณะโครงสร้างผลึกแบบกลมเรียงตัว กันแบบหลวม ๆ เม็ดแป้งมีลักษณะเป็นวงกลม มีกากบาทอยู่ศูนย์กลาง หรือลักษณะของ Birefringence ของเม็ดแป้ง ในการโม่แป้งสามแบบ มีลักษณะที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากการโม่ด้วยวิธีต่าง ๆ ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของเม็ด แป้งแต่อย่างใด ทำให้ทั้งในส่วนโครงสร้างแบบผลึกและในส่วนอสัณฐานมีโมเลกุลแป้งที่สมบูรณ์ไม่แตกต่างกันในขณะที่น่าไป ทำการพรีเจลาติไนซ์กลับ พบว่า ส่วนเม็ดแป้งเกิดการแตกออก ทำให้สูญเสียลักษณะ Birefringence ของเม็ดแป้งไป

อัตราการพองตัวและการละลายแป้งดิบจะมีการละลายในน้ำเพียงเล็กน้อย ที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิเจลาติไนซ์เนื่องจากมี พันธะไฮโดรเจนซึ่งเกิดจากหมู่ไฮดรอกซิลของโมเลกุลแป้งที่อยู่ใกล้ ๆ กัน หรือ Water bridges แต่เมื่ออุณหภูมิของสารผสม น้ำแป้งเพิ่มสูงกว่าช่วงอุณหภูมิในการเกิดเจลาติไนซ์ พันธะไฮโดรเจนถูกทำลายโมเลกุลของน้ำจะเข้ามาจับกับหมู่ไฮดรอกซิลที่ เป็นอิสระ เม็ดแป้งเกิดการพองตัว ทำให้การละลายเพิ่มขึ้น โดยกำลังการพองตัวของแป้งจะแสดงเป็นปริมาตรหรือน้ำหนักของ เม็ดแป้งที่เพิ่มขึ้นมามากที่สุดเมื่อเม็ดแป้งพองตัวได้อย่างอิสระ ทำให้แป้งสามารถละลายน้ำได้ (กล้านรงค์ และเกื้อกูล, 2550) สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิจิตร และวชิรญา (2563) พบว่า การละลายน้ำและกำลังการพองตัวของแป้งกระเจี๊ยบที่ผ่านการโม่ ทั้ง 3 วิธี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจากแป้งเมื่อละลายในน้ำเย็นจะดูดซึมน้ำไว้ ภายในโมเลกุลแป้ง ทำให้เม็ดแป้งพองตัวเนื่องจากน้ำถูกดูดซึมไว้ในส่วนของโมเลกุลไฮดรอกซิลของโมเลกุลอะไมโลส และอะไมโลเพคติน เมื่อแป้งได้รับความร้อนสูงขึ้น แป้งจะจับกับน้ำได้มากขึ้นทำให้เกิดการพองตัว และสามารถละลายได้ มาก เมื่อทำการพรีเจลาติไนซ์ทำให้โมเลกุลแป้ง เมื่อพองตัวจึงมีความสามารถในการต้านทานการไหลมาก ทำให้มีค่าความหนืดสูง ส่วนค่าการคินตัว หรือค่าการคินตัวของเจลแป้งของแป้งพรีเจลาติไนซ์ไม่แห้งที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส มีค่าต่ำที่สุด เนื่องจากแป้งพรีเจลาติไนซ์ไม่แห้งที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส จึงเกิดรีโทรเกรเดชัน หรือการคินตัวได้น้อยกว่า เนื่องจาก โมเลกุลอะไมโลสจะสามารถบีบน้ำออกจากโมเลกุลแป้งเมื่ออุณหภูมิแป้งลดลงต่ำ หรือทำให้มีการไหลเอี่ยมของน้ำออกจาก โมเลกุลแป้ง (การเกิด Syneresis) น้อยลง ดังนั้นแป้งดัดแปรด้วยการ พรีเจลาติไนซ์แบบไม่แห้งที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส สามารถใช้เป็นสารให้ความคงตัวในอาหารแช่เย็น หรืออาหารแช่แข็งในอุตสาหกรรมอาหารได้ต่อไป (กล้านรงค์ และเกื้อกูล, 2550; วรรณุช, 2555) และการให้ความร้อนขึ้น

มีผลต่อสมบัติด้านความหนืดเนื่องจากกระบวนการการทำพรีเจลาติไนซ์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความหนืดลดลงของ แป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วง เช่น ความหนืดที่ลดลง สอดคล้องกับผลการทดลองของ Crysztin et al. (2016) ได้ทำการดัดแปร แป้งสาลีด้วยความร้อนขึ้น แช่แป้งในน้ำแล้ววัดความหนืดด้วยเครื่อง Barbender ให้ความร้อนตั้งแต่ 74-94 องศาเซลเซียส และทำการกวนตลอด พบว่าแป้งสาลีที่ดัดแปรด้วยความร้อนขึ้นมีการเกิดรีโทรเกรเดชันหรือการไหลเอี่ยมของน้ำลดน้อยลง การละลายและการพองตัวสูงขึ้นกว่าแป้งที่ไม่ผ่านการดัดแปรสภาพ Wlodarczyk-Stasiak et al. (2019) ได้ทำการศึกษา เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพของแป้งข้าวโพดข้าวเหนียวและแป้งมันสำปะหลังหลังจากการดัดแปรด้วยความ ร้อน พบความหนืดของเจลลดลง เนื่องจากเกิดกระบวนการยับยั้งจะชะลอการการคินตัวของ เจลแป้งเมื่อเทียบกับแป้งที่ยัง ไม่ได้ดัดแปร แป้งที่ถูกยับยั้งมีลักษณะโดยดัชนีการละลายน้ำเพิ่มขึ้นร้อยละ 15 นอกจากนั้นแล้ว Majzoubi et al. (2011) ได้ ทำการทดลองแป้งพรีเจลาติไนซ์แป้งข้าวสาลีด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง พบว่าแป้งที่ผ่านการพรีเจลาติไนซ์สามารถละลาย ได้ดีในน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในขณะที่แป้งไม่ได้ทำการพรีเจลาติไนซ์มีความหนืดสูงมาก เนื่องจากการทำแป้งด้วย วิธีพรีเจลาติไนซ์ส่งผลให้มีความสามารถในการดูดน้ำและทำให้เกิดการพองตัว สามารถละลายได้ในน้ำเย็นได้ดีกว่าแป้งที่ไม่ ผ่านการดัดแปร และได้มีการนำแป้งดัดแปรนี้ไปใช้ในการเป็นสารให้ความข้นหนืดในผลิตภัณฑ์อาหารเนื่องจากการดัดแปร ด้วยวิธีพรีเจลาติไนซ์ทำให้เม็ดแป้งในส่วนผลึกเกิดการแตกออก สูญเสียลักษณะ Birefringence ไปดังแสดงในรูปที่ 2 และ งานวิจัยของ Ulfa et al. (2021) การทำพรีเจลาติไนซ์แป้งที่อุณหภูมิ 59.53 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15.00 นาที ในแป้งมัน

เทศญี่ปุ่นพบว่าทำให้เกิดการละลายได้ดีขึ้น แป้งมีความคงตัวมากขึ้น การพองตัวและความสามารถในการจับกับน้ำสูงขึ้น เพราะการทำปรีเจลาตินซ์มีผลต่อการทำให้เม็ดแป้งแตกออก

นอกจากนั้นแล้วสีของแป้งมันเทศสีม่วงคือสารแอนโทไซยานิน งานวิจัยของ Montilla et al. (2010) พบสารอนุพันธ์ของสารแอนโทไซยานิน เช่นสารไซยานิดินทรีคาเฟอิลพาราไฮดรอกซิลเบนโซอิลโซไฟรไซด์ไฟด์กลูโคไซด์ (Cyanidin 3-caffeoyl-p-hydroxybenzoyl sophoroside-5-glucoside) อนุพันธ์ของสารพีโอนิดินทรีคาเฟอิลโซไฟรไซด์ไฟด์กลูโคไซด์ (Peonidin 3-caffeoyl sophoroside-5-glucoside) และอนุพันธ์ของสารไซยานิดินทรีชิกฮันเดรคาเฟอิลพอสโรไซด์ไฟด์กลูโคไซด์ (Cyanidin-3-(600-caffeoylsophoroside)-5-glucoside) และสารพีโอนิดินทรีชิกฮันเดรคาเฟอิลพอสโรไซด์ไฟด์กลูโคไซด์ Peonidin-3-(600-caffeoylsophoroside)-5-glucoside ตามลำดับ และงานวิจัยของ Li et al. (2011) การให้ความร้อนสูงเป็นการกระตุ้นการสลายตัวของสารอะไมโลสให้กลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเช่นน้ำตาลกลูโคสทำให้เกิดปฏิกิริยามেলลาร์ดระหว่างน้ำตาลและกรดอะมิโน ทำให้เกิดสารสีน้ำตาลแบบไฮดรอกซิลเมทิลเฟอรูราล (Hydroxymethylfurfural, HMF) ในมันเทศสีม่วงไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อสีของผลิตภัณฑ์แต่ยังเป็นสาเหตุสำคัญของ การสูญเสียสารแอนโทไซยานินได้อีกด้วยทำให้เกิดสีซีดจางในการหมักแบบแห้งที่มีการใช้การอบแห้งเข้าร่วมในการผลิต และการหมักแบบเปียกได้มีการละลายของสารสีแอนโทไซยานินไปกับน้ำที่ใช้ไม่เช่นกัน

สารฟีนอลิก และสารฟลาโวนอยด์ในแป้งมันเทศสีม่วงยังมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wicaksono et al. (2016) พบว่ามันเทศสีม่วงญี่ปุ่นมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด 5186.51 ppm และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity มีค่าความเข้มข้นครึ่งหนึ่งที่ยับยั้ง IC_{50} 61.91 ppm ตามลำดับ Curayag et al. (2019) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของแป้งมันเทศสีม่วง พบว่ามีฤทธิ์การยับยั้งด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity ร้อยละ 85.37 ผลของการวิเคราะห์ Antioxidant activity ด้วยสองวิธีในระบบ DPPH ซึ่งใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลาย ในขณะที่ ABTS ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ให้ผลการทดลองที่แตกต่างกันเล็กน้อย เนื่องจากสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญในแป้งมันเทศญี่ปุ่นสีม่วงปรีเจลาตินซ์ดังกล่าวสามารถละลายมากับตัวทำละลายคือเมทานอลหรือน้ำ แตกต่างกันไป เช่น สารฟีนอลิก สารแอนโทไซยานิน และสารฟลาโวนอยด์ ตลอดจนสารฟลูเคมิซินไดอื่น ๆ ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ มีสภาพความเป็นขั้วที่แตกต่างกัน กลไกการต้านอนุมูลอิสระของสารฟีนอลิก สารแอนโทไซยานิน สารฟลาโวนอยด์ในแป้งมันเทศสีม่วงคือสามารถให้ไฮโดรเจนอะตอมต่อสารที่เป็นอนุมูลอิสระ และถ่ายโอนอิเล็กตรอนให้กับสารที่อิเล็กตรอนวงนอกไม่ครบแปดและยังเกิดเรโซแนนซ์ของสารฟีนอกซิลทำให้เกิดการเสถียรของสารอนุมูลอิสระไว้ในโมเลกุลไว้ไม่ให้ทำอันตรายต่อสารอื่นจึงสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ (Shahidi and Ambigaipalan, 2015).

บทสรุป

จากการทดลองชี้ให้เห็นว่า แป้งมันเทศสีม่วงที่ผ่านการดัดแปรแบบปรีเจลาตินซ์ทำให้คุณสมบัติของแป้งดีขึ้นกว่า แป้งมันเทศในสภาพธรรมชาติเหมาะกับการไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแช่เย็น อาหารแช่แข็ง เนื่องจากมีคุณสมบัติ มีค่าเบรกดาวน์ ค่าการคืนตัวต่ำ และเกิดริโทรเกรเดชั่นต่ำ เมื่อถูกทำให้เย็นจะทำให้มีน้ำที่ถูกบีบออกจากโมเลกุลแป้งต่ำ สัมพันธ์กับปริมาณอะไมโลสที่มีปริมาณเพียงเล็กน้อย นอกจากนั้นแล้วแป้งมันเทศสีม่วงยังพบสารต้านอนุมูลอิสระสูง เช่น สารฟีนอลิก สารแอนโทไซยานิน และมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity วิธี ABTS radical scavenging activity สูง จึงเหมาะนำมาใช้เป็นอาหารฟังก์ชันต่อไป หรือใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัวสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาอุตสาหกรรมเกษตร สถานที่ทำการทดลอง คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน รวมถึงคุณนันทิยา สายยศ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ ในการอำนวยความสะดวก มา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กล้านรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. (2550). เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- จิรนาถ บุญคง. (2555). การศึกษาสมบัติทางเคมี-กายภาพของสตรัคซ์ฟอสเฟตจากเม็ดขนุน. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 7(1): 40-50.
- วิจิตรา เหลียวตระกูล และวชิรญา เหลียวตระกูล. (2563). ผลของวิธีการดัดแปรแป้งด้วยกรดและพรีเจลลาตินเซชันต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งกระจุบ. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 15(2): 251-264.
- วรณัฐ ศรีเจษฎารักษ์. (2555). เทคโนโลยีคาร์โบไฮเดรต. รายงานการวิจัย. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น.
- คันสนีย์ อุดมระติ และพัชรีย์ ตั้งตระกูล. (2561). ผลของวิธีการไม่ต่อสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 และการนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ปลอดกลูเตน. วารสารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. 27(2): 312-325.
- AOAC. (2005). Official methods of analysis of association of AOAC. 17th. Association of official analytical chemists. USA.
- Cornick K.M., Panozzo J.F., and Hong S.H. (1991). A swelling power test for selecting potential noodle quality wheats. Journal of Agricultural Research. 42(3): 317-323.
- Curayag Q.A.L., Dizon E.I. and Hurtada W.A. (2019). Antioxidant activity, chemical and nutritional properties of raw and processed purple-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.) cogent. Food and Agriculture. 5: 1662-1670.
- Dasgupta N., and De B. (2007). Antioxidant activity of some leaf vegetable of India: A comparative study. Food Chemistry. 101(2): 471-474.
- Gryszkin A., Zieba T., Kapelko-Zeberska M. and Atraszkiewicz A. (2016). Hydrothermal modification of wheat starch part 1 effect of particle size on the viscosity of formed pastes. Journal of Cereal Science. 68: 46-52.
- Jubril I., Muazu J. and Mohammed G.T. (2012). Effects of phosphate modified and pregelatinized sweet potato starches on disintegrant property of paracetamol tablet formulations. Journal of Applied Pharmaceutical Science. 2(2): 32-36.
- Li C., Chun-Quan L., Da-Jing, L. and Jiang-feng S. (2011). Effect of processing on taste quality and health-relevant functionality of sweet potato tips. Agricultural Sciences in China. 10(3): 456-462.

- Liao L., Liu H., Gan Z. and Wu W. (2019). Structural properties of sweet potato starch and its vermicelli quality as affected by heat-moisture treatment. *International Journal of Food Properties*. 22(1): 1122-1133.
- Majzoobi M., Radi M., Farahnaky A., Jamalain J., Tongdang T., and Mesbahi G.H. (2011). Physicochemical properties of pre-gelatinized wheat starch produced by a twin drum drier. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 13: 193-202.
- Montilla C.V., Hillebrand S., Butschbach D., Baldermann S., Watannbe N. and Winterhalter P. (2010). Prearative isolation of anthocyanins from Japanese purple sweet potato. (*Ipomoea batatas* L.) varieties by high-speed unnter current chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58: 9899-9904.
- Shahidi F. and Ambigaipalan P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects: A review. *Journal of Functional Foods*. 18: 820-897.
- Tang Y. and Xu W.C. (2006). Profiles of phenolics, carotenoids and antioxidative capacities of thermal processed white yellow orange and purple sweet potatoes grown in Guilin China. *Food Science and Human Wellness*. 4(2): 123-132.
- Thaipong K., Boonprakob U., Crosby K., Cisneros-Zevallos L. and Hawkins D. (2006). Comparison of DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19(7): 669-675.
- Ulfa G.M., Putri W.D.R., Fibrianto K. and Widjanarko S.B. (2021). Optimization studies on pre-gelatinized sweet potato starch influenced by temperature and time. *Food Research*. 5(2): 25-30.
- Wicaksono L.A., Yunianta Y. and Widyaningsih T.D. (2016). Anthocyanin extraction from purple sweet potato cultivar antin-3 (*Ipomoea batatas* L.) using maceration, microwave assisted extraction, ultrasonic assisted extraction and their application as anti-hyperglycemic agents in Alloxan-induced Wistar Rat. *International Journal of Pharm Tech Research*. 9(3): 181-192.
- Wiriawattana P., Suwonsichon S., Suwonsichon T. (2018). Effects of drum drying on physical and antioxidant properties of riceberry flour. *Agriculture and Natural Resources*. 52(5): 445-450.
- Włodarczyk-Stasiak M., Mazurek A., Jamroz J., Pikus S., and Kowalski R. (2019). Physicochemical properties and structure of hydrothermally modified Starches. *Food Hydrocolloids*. 95(43): 88-97.
- Włodarczyk S.M., Mazureka A. and Jamroza J. (2019). Physicochemical properties and structure of hydrothermally modified starches. *Food Science and Biotechnology*. 95: 88-97.
- Xu J., Su X., Lim S., Griffin J., Carey E., Katz B., Tomich J., Smith J.S. and Wang W. (2015). Characterisation and stability of anthocyanins in purple-fleshed sweet potato P40. *Food Chemistry*. 186: 90-96.
- Yadav B.S., Guleria P. and Yadav R.B. (2013). Hydrothermal modification of Indian water chestnut starch: Influence of heat-moisture treatment and annealing on the physiochemical, gelatinization and pasting characteristics. *LWT-Food Science and Technology*. 53: 211-217.
- Ye F., Li J. and Zhao G. (2020). Physicochemical properties of different-sized fractions of sweet potato starch and their contributions to the quality of sweet potato starch. *Food Hydrocolloids*. 108: 1060-1069.

- Hormonal sex reversal of cichlid crossbreed flower horn (*Amphilophus citrinellus* X *A. trimaculatus*) using dietary 17 α -methyltestosterone at different concentrations
Thawatchai Ngamsiri and Arunchai Khalong
- Species diversity of freshwater mussels in Nam Oun reservoir, Sakon Nakhon Province
Somsak Rayan, Suganya Kumla, Amornrat Rungsiwiwat and Boonthiwa Chartchumni
- Effect of sunn hemp compost on growth, yield and quality of melon
Winakon Theerak and Wanida Sumranram
- Relationship between chlorophyll content and SCMR of diverse sugarcane genotypes in stalk elongation stage
Wachira Sornpha, Pornthippa Harakotr and Nakorn Jongrunklang
- In vitro carbohydrate digestibility of fermented rice straw in hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* X *C. gariepinus*)
Supalug Kattakdad, Nittaya Phungam, Krittima Kasamawut, Suriya Udduang, Kolawat Hanmanop and Yanisa Satapanont
- Optical lens solar dryer
Arayangkun Surasing and Jutajun Watcharanon
- Diversity of Intermediate plant and Understory plant in community forest with local utilization of Thai-Khmer ethnic community, Surin Province.
Somchaya Sritram, Bunnawich Sirichot and Yasinthorn Jongthep
- Diversity of mayfly larvae at the Nan headwater streams, Nan Province
Nuttakun Khanyom and Boonsatien Boonsoong
- Efficacy of plant extracts for controlling of rice weevil (*Sitophilus oryzae*)
Nopdol Khaodum, Rawit Papakon, Choosaeng Paengwangthong and Kanjana Khaeso
- Effect of pregelatinize on physical and chemical properties of japanese purple sweet potato starch
Nutjaree Praphala, Kanthida Thongnam and Wipavadee Punnongwa