

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2565
Vol.1 No.3 January – April 2022

- ผลของ BA และ NAA ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสในต้นว่านตาลเดี่ยว
ศิริพร ภูริยนต์, อาอัสสะห์ สะอู, ประภาส กาวิชา, มณฑิณี กมลธรรม และธัญญ์นิช ธัญสิริวรรณ
- การเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดสดและแห้งจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่องกลั่น
ขนาด 30 ลิตร
นำพน พัทธน์ไพบุลย์, ทนงศักดิ์ มายอด, ปองพล หุพันธ์, ณรงค์ หุชัยภูมิ, มงคล มีแสง,
และสุรเชษฐ์ สีชำนาญ
- การศึกษาพรรณไม้ดอกหอมเพื่อใช้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม
สมชนา ศิริธรรม, วสา วงศ์สุขแสง และ ปณณธร ศรบุญทอง
- ผลของการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าขน หญ้ากีนีสีม่วง และหญ้าอะตารั้ต่อปริมาณการกินได้
และการย่อยได้ของโคชนะในไค้ตะเภาแก้ว
นพคุณ สุราช, ชยพล มีพร้อม, ทิวักร อำพาพล, สุปรีณา ศรีใสคำ, ปิณฑก หุเสน และนพรัตน์ ผนกาชิด
- ผลของการใช้ใบมันสำปะหลังตากแห้งเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อสมรรถภาพการเจริญ
เติบโตของแกะเนื้อลูกผสม
อัครพล หุพันธ์, ณัฐกานต์ อาชารง และมงคลชัย บุญสวัสดิ์
- การวิจัยและพัฒนาแปลงผักกักพื้นที่เพื่อการผลิตผักคุณภาพ
ชำนาญ ขวัญสกุล
- การพัฒนาอาหารเข้าเพื่อสุขภาพราโนล่าอินทผลัม
บุรณี สอนสะอาด, สารินรัตน์ ไหมทอง, สุวรรณ บุญมี, นฤทธิ์ วาดเขียน, วิภาส ไตรรัตนากุล,
ประชิด อยู่หว่าง และธนันต์ อยู่หว่าง
- สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวขาวดอกมะลิ 105
วิภาวดี พันธหนองหว้า, นฤทธิ์ วาดเขียน, อัฐิฐาน ฉัตรเงิน, วิลาศินัย สีดามา, วุฒิพงษ์ หาดูประโคน
และอัญชลี จันทกวา
- การใช้มันเทศในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ของไก่ไข่
ทรงยศ กิตติชนมรั้ว, พิรุณ อนุชานุรักษ์, สุชาติ พอกสนิก, เดชาธร ยินดี, อัฐิมา นรโกศ, เมธา วรรณพัฒน์
และทิวักร อำพาพล

ISSN 2730 - 163X

คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์



คำนำ

วารสารวิจัยเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นวารสารที่จัดทำขึ้นเพื่อตีพิมพ์บทความที่เป็นประโยชน์ต่อวงการวิชาการและบุคคลทั่วไป โดยมีสาขาย่อย 3 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เกษตรศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ โดยวารสารฉบับนี้ได้เผยแพร่ผลงานที่มีเนื้อหาทางด้านวิชาการ การสร้างองค์ความรู้ การบูรณาการ และข้อมูลอันเป็นประโยชน์จากคณาจารย์ นักศึกษา และผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาต่าง ๆ เพื่อจะนำไปสู่การยกระดับคุณภาพชีวิต รวมทั้งก่อให้เกิดประโยชน์ทางด้านวิชาการแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องต่อไป โดยมีบทความ 9 เรื่อง ที่มีเนื้อหาหลากหลาย ได้แก่ 1) ผลของ BA และ NAA ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสในต้นว่านตาลเดี่ยว 2) การเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดสดและแห้งจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่องกลั่น ขนาด 30 ลิตร 3) การศึกษาพรรณไม้ดอกหอมเพื่อใช้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม 4) ผลของการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าขน หญ้ากีนีสีม่วง และหญ้าอะตราตัมต่อปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของโคชนะในโก๊ะตะเภาแก้ว 5) ผลของการใช้ไขมันสำปะหลังตากแห้งเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแกะเนื้อลูกผสม 6) การวิจัยและพัฒนาแปลงผักก้นพื้นเพื่อการผลิตผักคุณภาพ 7) การพัฒนาอาหารเข้าเพื่อสุขภาพกรานโอล่าอินทผาลัม 8) สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวขาวดอกมะลิ 105 9) การใช้มันเทศในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ของไก่ไข่

โดยบทความได้ผ่านการพิจารณา และการกลั่นกรอง จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย 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	สาส์ทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วข.สุรินทร์
	อาจารย์อภัยวิทย์	ไชยวิชระกัมพล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วข.สุรินทร์

กองบรรณาธิการผู้ทรงคุณวุฒิ

ศ.ดร.สนั่น	จอกลอย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศ.ดร.สุขสันต์	ห่อพิบูลสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ศ.ดร.อนันต์	พลธานี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศ.ดร.ธเนศ	เสถียรนาม	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศ.ดร.ทวนทอง	จุฑาเกตุ	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ศ.ดร.ปิยะดา	ธีระกุลพิศุทธิ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศ.ดร.อุทัยรัตน์	ณ นคร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ศ.ดร.อลงกลด	แทนอมทอง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศ.ดร.สุวัจน์	ธัญรส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ศ.ดร.เมธา	วรรณพัฒน์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศ.ดร.สิงหนาท	พวงจันทร์แดง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กองบรรณาธิการ

ศ.ดร.กุลเชษฐ์ เพียรทอง	เพียรทอง	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
พล.อ.ต.ศ.ดร.สรกฤช ศรีเกษม	ศรีเกษม	โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช
รศ.ดร.พนธ์วัศ	สัมพันธ์พานิช	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.ดร.ปรเมศ	บรรเทิง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ.ดร.ธนัชฐา	ทรรพนันท์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.อรพินท์	จินตสถาพร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.รัชพล	สันติวรกร	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.สุทธิดิล	ปิยะเดชสุนทร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช.สุรินทร์
ผศ.ดร.วิไลพร	อินสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช.สุรินทร์
ผศ.ดร.รัตนจิรา	รัตนประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช.สุรินทร์
ดร.สุทธิขันธ์	นิลฤทธิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช.สุรินทร์
ดร.สุริยา	อดด้าง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช.สุรินทร์
ดร.ศุภลักษณ์	เกตุดากแดด	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช.สุรินทร์
ดร.ทิวากร	อำพาพล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช.สุรินทร์
ดร.วิภาสทธิ์	หิรัญรัตน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วช.สุรินทร์
ดร.เรวัฒน์	เติมกล้า	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 3 ฉบับที่ 1

รองศาสตราจารย์ ดร.อนุสร	เชิดทอง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.วีรเวทย์	อุทโท	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกสิทธิ์	อ่อนสอาด	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา	เลาหศิลป์สมจิตร	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญเดือน	รัตนา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรศิริกุลญา	ธราธิมา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพล	หงษ์ภักดี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณี	พรมคำบุตร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัมปนาท	เกสัชชา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒิชัย	สิทธิวงษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชราภรณ์	สุวอ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์	จิระชีวะนันท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรสิงห์	อารยางกูร	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จตุพร	หงส์ทองคำ	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอื้อมพร	จันทร์สองดวง	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุบรรณ	ฝอยกลาง	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อลงกรณ์	ณนิมกาญจน์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรชาติ	โตแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ ดร.บุรารัตน์	เกสัชชา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา
อาจารย์ ดร.ชนะดล	สุภาพงษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทบรรณาธิการ



คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

วิทยาเขตสุรินทร์

วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี (Agriculture and Technology Journal) เป็นวารสารทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer review) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ความรู้และผลงานวิชาการทางด้านการเกษตรและเทคโนโลยี รวมทั้งเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทางวิชาการเชิงสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมอาจารย์ นักวิชาการ นักวิจัย นักศึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องให้มีส่วนร่วมในการถ่ายทอดองค์ความรู้ เทคโนโลยี หรือนวัตกรรมแก่สังคม ทำการเผยแพร่ในรูปแบบวารสารอิเล็กทรอนิกส์ฐานข้อมูลระบบออนไลน์ และรูปเล่ม จำนวน 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 9 เรื่อง ประกอบด้วยสาขาเกษตรศาสตร์ 4 เรื่อง สาขาวิศวกรรมศาสตร์ 1 เรื่อง สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 4 เรื่อง กองบรรณาธิการมุ่งมั่นที่จะให้วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี (Agriculture and Technology Journal) เป็นวารสารที่มีคุณภาพและมีชื่อในศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai-Journal Citation Index Centre; TCi)

กองบรรณาธิการขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะสำหรับในแต่ละบทความวิจัย ขอขอบคุณผู้เขียนทุกท่านที่ได้ส่งบทความอันเป็นประโยชน์ เผยแพร่สู่สาธารณะเพื่อพัฒนางานวิจัยของชาติต่อไป

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒิชัย ลิทธิวงษ์

บรรณาธิการ

ผลของ BA และ NAA ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสในต้นว่านตาลเดี่ยว	1
Effect of BA and NAA on callus induction of star grass (<i>Hypoxis aurea</i> Lour.)	
ศิริพร ภูเรี่ยนคู่ อาอี่เสาะห์ สะอู ประภาส กาวีชา มณฑินี กมลธรรม และธัญญ์วันิช ธัญสิริวรรณ	
การเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดสดและแห้งจากการกลั่น น้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่องกลั่น ขนาด 30 ลิตร	12
Comparison volume of essential oils of fresh and dried kaffir lime leaves from the distillation of essential oils with a 30 liter distiller	
นำพน พิพัฒน์ไพบูลย์ ทนงค์ศักดิ์ มายอด ปองพล หนูพันธ์ ณรงค์ หุชัยภูมิ, มงคล มีแสง และสุรเชษฐ์ สีชำนาญ	
การศึกษาพรรณไม้ดอกหอมเพื่อใช้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม	23
A study of fragrant plants for landscape architecture	
สมชญา ศิริธรรม วสา วงศ์สุขแสง และปณณธร ศรีบุญทอง	
ผลของการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าขน หญ้ากีนีสีม่วง และหญ้าอะตราตัม ต่อปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของโคชนะโนไก่อ๊ะเกาแก้ว	41
Effects of Napier Pakchong 1 grass, Para grass, Purple guinea grass and Atratum grass on feed intake and nutrient digestibility in Tapao Kaew chicken	
นพคุณ สุราษ ชยพล มีพร้อม ทิวากร อำพาพล สุปรีณา ศรีไสคำ ปิตุนาถ หนูเสน และนพรัตน์ ผกาเชิด	

ผลของการใช้ใบมันสำปะหลังตากแห้งเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแกะเนื้อลูกผสม Effect of using cassava leaves hay a protein source in total mixed ration (TMR) on growth performance of crossbred lambs อัศรพล หนูน้อย ณัฐกานต์ อาษาธง และมงคลชัย บุญสวัสดิ์	52
การวิจัยและพัฒนาแปลงผักยกพื้นเพื่อการผลิตผักคุณภาพ Research and development of Growing bench for quality vegetables production ชำนาญ ชวีญสกุล	60
การพัฒนาอาหารเช้าเพื่อสุขภาพกราโนล่าอินทผลัม The development of healthy breakfast date palm granola นุจรี สอนสะอาด สารินทร์ ไหมทอง สุวรรณีย์ บุญมี นฤทธิ วาดเขียน วิวัฒน์ ไตรรัตน์ภิกุล ประชิต อยู่หว่าง และธนันต์ อยู่หว่าง	75
สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวขาวดอกมะลิ 105 Bioactive compounds and antioxidant activities of Khao Khaow Dawk Mali 105 วิภาวดี พันธุ์หนองหว้า นฤทธิ วาดเขียน อธิษฐาน ฉัตรเงิน วิลาศิณีย์ สีสามา วุฒิพงษ์ หาญประโคน และอัญชลี จันทเวา	89
การใช้มันเทศในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ของไก่ไข่ Utilization of sweet potato in the diet on productive performance and egg quality of laying hens ทรงยศ กิตติชนม์ธวัช พิรกุล อนุชานุรักษ์ สุชาติ พอกสนนิท เดชาธร ยินดี ฐิติมา นรโภค เมธา วรรณพัฒน์ และทิวากร อำพาพล	103

Received: February 6, 2022; Revised: March 6, 2022; Accepted: March 15, 2022

ผลของ BA และ NAA ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสในต้นว่านตาลเดี่ยว

Effect of BA and NAA on callus induction of star grass (*Hypoxis aurea* Lour.)ศิริพร ภูเรียนคู¹ อาอีเสาะห์ สะอุ¹ ประภาส กาวิชา¹ มนทิณี กมลธรรม² และธัญญ์วนิช ธัญสิริวรรณ^{1*}Siriporn Phuriantkoo¹, A-esoh Sa-u¹, Praphat Kawicha¹, Montinee Kamoltham² and
Thanwanit Thanyasiriwat^{1*}¹ คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ สกลนคร² ศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมเกษตรสร้างสรรค์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) กรุงเทพมหานคร

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

บทคัดย่อ

ว่านตาลเดี่ยวเป็นพืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณในการรักษาสิว ฝ้า และจุดต่างดํา จึงได้รับความสนใจในการนำมาสกัดสารสำคัญเพื่อผสมในเครื่องสำอาง การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของ 6-benzyladenine (BA) และ 1-naphthaleneacetic acid (NAA) ที่ความเข้มข้นต่างกันต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสของต้นว่านตาลเดี่ยวสำหรับเป็นวัตถุดิบในการสกัดสารสำคัญ โดยเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนลำต้นใต้ดินบนอาหารแข็งสูตร Murashige and Skoog (MS) ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าชิ้นส่วนต้นว่านตาลเดี่ยวที่เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0 และ 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้มากที่สุด คิดเป็น 93.20% ส่วนสูตรอาหารที่เติมเฉพาะ BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัม/ลิตร ช่วยให้แคลลัสมีขนาดใหญ่ที่สุด (2.38 เซนติเมตร) น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งมากที่สุดเท่ากับ 9.23 กรัม และ 0.8 กรัม ตามลำดับ จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการผลิตแคลลัสระดับห้องปฏิบัติการเพื่อใช้เป็นต้นแบบการสกัดสารสำคัญจากต้นว่านตาลเดี่ยวในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางในอนาคตได้

คำสำคัญ: การชักนำแคลลัส ต้นว่านตาลเดี่ยว สารควบคุมการเจริญเติบโต

Abstract

Star grass (*Hypoxis aurea* Lour.) is a medicinal plant used for treating acne, sores, and dark spots. Its bioactive compounds were extracted for using as an ingredient in cosmetic products. This study aims to compare the effect of different BA and NAA concentrations on callus induction of the star grass. The corm explants were cultured on MS medium supplemented with 3.0 and 5.0 mg/l BA and different NAA concentration of 0, 0.1, 0.3 and 0.5 mg/l, respectively. The results showed that the treatment of 3.0 and 5.0 mg/l BA without NAA or 0.1 mg/l NAA induced the most callus formation (93.20%). Moreover, the concentration of BA of 3.0 mg/l alone can significantly affect the callus size (2.39 cm.), callus fresh weight and dry weight of 9.23 g and 0.8 g, respectively. These findings reveal the possibility of callus production in a laboratory scale. It can be used as a method for extracting the bioactive compounds from callus of the star grass that utilized in the cosmetic industries.

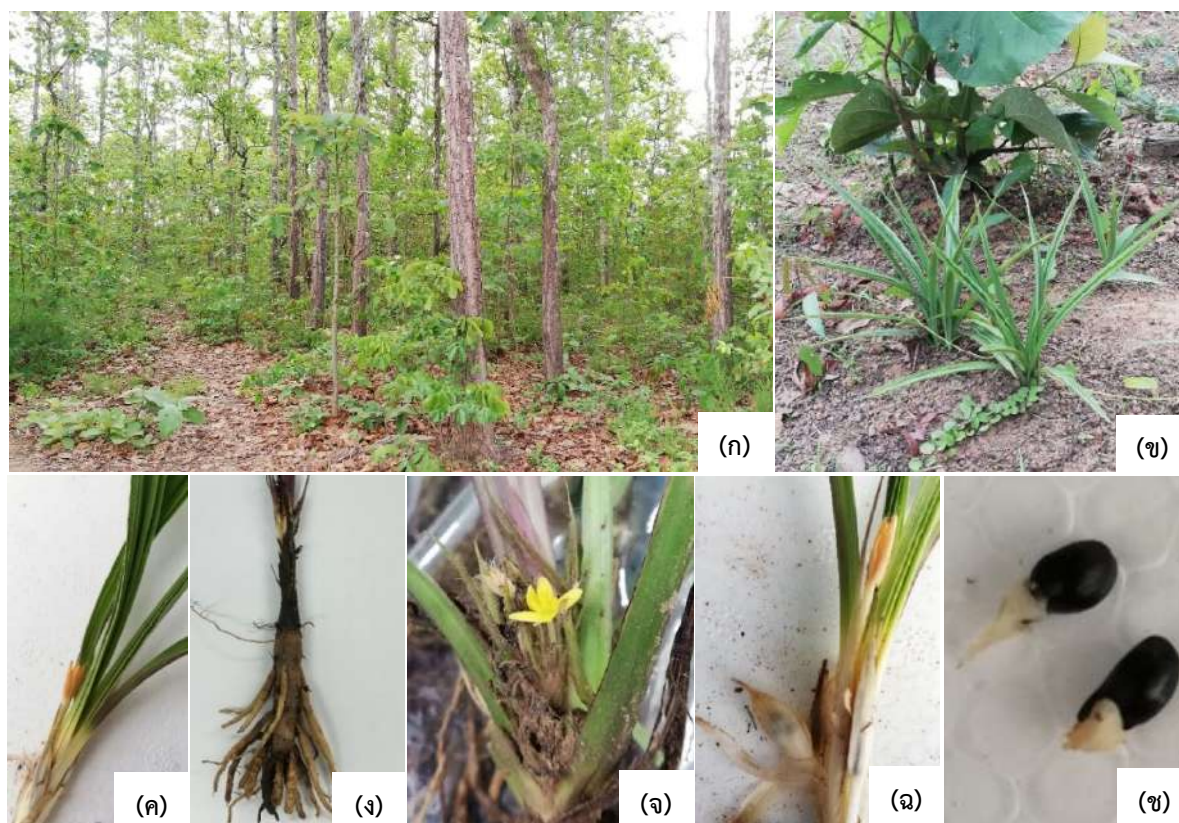
Keywords: Callus induction, *Hypoxis aurea* Lour., Plant growth regulator

บทนำ

ว่านตาลเดี่ยว (*Hypoxis aurea* Lour.) หรือต้นสารดิน (ชื่อเรียกท้องถิ่นอำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร) เป็นพืชสมุนไพรที่อยู่ในวงศ์ Hypoxidaceae พบการกระจายพันธุ์ในประเทศจีน ไต้หวัน ภูฐาน กัมพูชา อินเดีย อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น เกาหลี ลาว พม่า เนปาล ปากีสถาน ปาปัวนิวกินี ฟิลิปปินส์ เวียดนาม และพบในทุกภาคของประเทศไทยบริเวณป่าเต็งรัง และป่าเต็งรังผสมไม้ที่ความสูงได้ถึง 2,600 เมตรจากระดับน้ำทะเล แต่จะพบมากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีลักษณะเป็นไม้ล้มลุก ลำต้นใต้ดินเป็นรูปทรงกลมถึงทรงกระบอกสูงได้ถึง 15 เซนติเมตร ใบเดี่ยวปลายเรียวแหลม รูปแถบ กว้าง 1.5-3 เซนติเมตร ยาว 10-35 เซนติเมตร เรียงสลับกันแน่น ออกติดพื้น มีขนสีขาวปกคลุมทั้ง 2 ด้านของแผ่นใบ ออกดอกเป็นช่อกระจุกสั้น ๆ ที่โคนต้น ออกก่อนใบหรือพร้อมใบ ดอกมีสีเหลืองสด มีกลีบรวม 6 กลีบ เชื่อมติดกันเป็นหลอดแคบยาว ปลายแยกเป็น 6 กลีบ เรียงเป็น 2 ชั้น ชั้นนอกมีขน เกสรเพศผู้ 6 อัน สีเหลือง รังไข่ได้วงกลีบมีสีขาว ผลสดรูปรีถึงทรงกลม ระยะเวลาออกดอกและติดผลอยู่ในช่วงเดือนมีนาคม-สิงหาคม (Geerick, 1993) (รูปที่1) ว่านตาลเดี่ยวมีสรรพคุณต่าง ๆ เช่น รากใช้ต้มน้ำดื่ม บำรุงโลหิต และฝนน้ำทารักษาผิวหนัง จุดต่างดำ นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดจากต้นว่านตาลเดี่ยวประกอบด้วยกลูโคไซด์และแทนนิน มีฤทธิ์ในการยับยั้งการสร้างเม็ดสีเมลานิน (Anti-melanogenesis) และกระตุ้นการสร้างคอลลาเจน (Collagen biosynthesis) ในเซลล์ Murine melanoma (B16F10) และเซลล์ผิวหนังมนุษย์ Fibroblasts ได้ดีเทียบเท่ากับวิตามินซี ที่ความเข้มข้นสาร 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร โดยไม่เป็นพิษต่อผิว เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการยับยั้งเอ็นไซม์ไทโรซิเนส พบว่าสารสกัดจากว่านตาลเดี่ยวมีประสิทธิภาพดีกว่ากรดโกลจิที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ผิวขาว (Boonpisuttinant et al., 2014) จึงทำให้ต้นว่านตาลเดี่ยวเป็นพืชที่ได้รับความสนใจในการนำมาสกัดสารสำคัญในระดับอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง แต่การสกัดสารสำคัญจากพืชธรรมชาติมีข้อจำกัด เนื่องจากปริมาณพืชในธรรมชาติมีน้อย ต้นพืชออกตามฤดูกาล และใช้ระยะเวลาในการเพาะปลูกนาน ดังนั้นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มปริมาณพืชในปริมาณที่มาก และสามารถทำได้ทุกช่วงเวลาโดยไม่เกี่ยวกับฤดูกาล อีกทั้งสามารถผลิตสารสำคัญในระยะเวลาที่สั้น ซึ่งส่วนใหญ่นิยมใช้แคลลัสเป็นแหล่งเนื้อเยื่อในการผลิตสารสำคัญ (Rao and Ravishankar, 2002) เช่น การชักนำให้มะเฟืองเกิดแคลลัสและผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (สนธยา และคณะ, 2560) และการศึกษาผลของออกซินต่อการเพาะเลี้ยงแคลลัส

และการผลิตสารต้านอนุมูลอิสระของพืช *Harpagophytum procumbens* (Burch.) DC ex Meissn (Grabkowska et al., 2016) เป็นต้น

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในอาหารสังเคราะห์ภายใต้สภาวะปลอดเชื้อ สามารถพัฒนาให้เป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ได้ เมื่อให้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชที่เหมาะสม (ภูวดล, 2559) โดยขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของสารควบคุมการเจริญเติบโต การชักนำให้เกิดแคลลัสต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างเพื่อให้ประสบความสำเร็จ เช่น ขนาดชิ้นส่วนของพืช สารควบคุมการเจริญเติบโต สูตรอาหารและชนิดของอาหาร เป็นต้น (กสานต์ และปิยะพร, 2561) สารควบคุมการเจริญเติบโตทั้งออกซินและไซโตไคนินเป็นปัจจัยที่สำคัญในการชักนำให้เกิดแคลลัส (Phillips and Garda, 2019) โดยสารควบคุมการเจริญเติบโตประเภทออกซินที่นิยมนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด คือ IAA IBA และ 2,4-D โดยสารกลุ่มออกซินมีสมบัติส่งเสริมการขยายขนาดของเซลล์ การเกิดราก และยับยั้งการเกิดตาข้าง สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนั้น ออกซินสามารถกระตุ้นให้เกิดแคลลัสได้ (สมฤทธิ์, 2552) ส่วนสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดไซโตไคนินที่นิยมนำมาใช้ประโยชน์มากที่สุด คือ ไคเนติน BAP และ BA สารในกลุ่มนี้มีผลต่อการแบ่งเซลล์ และกระตุ้นการเจริญทางด้านลำต้นและตาข้างของพืช (บุญยืน, 2547) อัตราส่วนระหว่างออกซินและไซโตไคนินมีผลต่อการส่งเสริมให้เกิดลักษณะต่าง ๆ และกำหนดรูปร่างของพืช โดยที่ความเข้มข้นของออกซินและไซโตไคนินมีความแตกต่างกันไปตามสกุลและชนิดของพืช เพื่อชักนำให้เกิดการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อ (Skoog and Miller, 1957) Nsibande (2012) ได้พัฒนาสูตรอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 4 ชนิด ได้แก่ *Hypoxis acuminata* *H. argentea* *H. filiformis* และ *H. hemerocallidea* โดยเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนจากลำต้นใต้ดิน พบว่าชิ้นส่วนดังกล่าวสามารถพัฒนาให้เกิดเป็นแคลลัสและยอดได้เมื่อเลี้ยงในอาหารที่เติม BAP ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร นอกจากนี้ เยาวพา และคณะ (2564) ได้ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) NAA และ BA ที่ความเข้มข้นต่างกัน ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบรางจืดในสภาพปลอดเชื้อและวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของแคลลัสเมื่อเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลาต่างกัน โดยเปรียบเทียบกับยอดที่พัฒนาในสภาพปลอดเชื้อและใบที่เจริญเติบโตเต็มที่ในสภาพธรรมชาติ พบว่าชิ้นส่วนใบของรางจืดพัฒนาเป็นแคลลัสได้ดีที่สุดเมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม NAA ที่ความเข้มข้น 0.5-1.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร และบนอาหารเพาะเลี้ยงที่เติม 2,4-D ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร โดยแคลลัสมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าชิ้นส่วนจากใบของรางจืดที่เจริญเติบโตในธรรมชาติ จากรายงานวิจัยของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) เรื่องการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อว่านตาลเดี่ยว (*Hypoxis aurea* Lour.) เพื่อการขยายพันธุ์ พบว่าอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ NAA 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถเพิ่มจำนวนยอดได้ 3-4 ยอด/ชิ้นส่วนพืช แต่เมื่อเติม BA ความเข้มข้น 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่าสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ดี นอกจากนี้ เมื่อนำยอดไปเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต สามารถชักนำให้ต้นว่านตาลเดี่ยวเกิดรากได้ (ข้อมูลไม่เผยแพร่) จึงมีความเป็นไปได้ว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ BA และ NAA จะส่งผลให้เนื้อเยื่อของว่านตาลเดี่ยวเกิดเป็นแคลลัสได้ดีขึ้น ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต BA และ NAA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนของต้นว่านตาลเดี่ยวในสภาพปลอดเชื้อเพื่อใช้ในการสกัดสารสำคัญในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางต่อไป



รูปที่ 1 พื้นที่ที่พบและลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของว่านตาลเดียว (ก) ป่าเต็งรัง อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดสกลนคร (ข) รูปร่างทรงต้นและใบ (ค) ใบและการเรียงตัวของใบ (ง) ลำต้นใต้ดิน (จ) ดอก (ฉ) ผล และ (ช) เมล็ด

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การเตรียมชิ้นส่วนพืช

นำชิ้นส่วนของลำต้นใต้ดินมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปา แล้วลอกผิวหนังด้านนอกออก (รูปที่ 2) นำมาพอกฆ่าเชื้อที่ผิวด้วยเอทานอลเข้มข้น 70% (v/v) เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นพอกฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนความเข้มข้น 15% และ 10% (v/v) ที่เติมน้ำยาล้างจาน 1-2 หยด เป็นเวลา 15 นาที และ 10 นาที ตามลำดับ แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นนิ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง ตัดแต่งชิ้นส่วนพืชให้มีขนาด 0.5x1.5 เซนติเมตร และเพาะเลี้ยงบนอาหารกึ่งแข็งสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต นำไปเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 ± 2 °C ให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน ความเข้มแสง 1,600 ลักซ์ เพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนเป็นเวลา 1 สัปดาห์



รูปที่ 2 การเตรียมชิ้นส่วนลำต้นใต้ดินของต้นว่านตาลเดี่ยวเพื่อพอกฆ่าเชื้อ (ก) ลำต้นใต้ดินที่ผ่านการล้างด้วยน้ำประปา และ (ข) ลำต้นใต้ดินที่ผ่านการลอกผิวหนังด้านนอกและตัดรากออก

ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต BA และ NAA ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัส

ย้ายชิ้นส่วนสะออดขนาด 0.5x1.5 เซนติเมตร ของว่านตาลเดี่ยวที่ปลอดเชื้อเพาะเลี้ยงบนอาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA และ NAA ที่ความเข้มข้นต่างกัน 8 ระดับ (ตารางที่ 1) เพื่อชักนำให้เกิดการสร้างแคลลัส จากนั้นนำไปเพาะเลี้ยงในห้องควบคุมอุณหภูมิที่ 25 ± 2 °C ให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน ความเข้มแสง 1,600 ลักซ์ เปลี่ยนอาหาร (สูตรเดิม) ทุก ๆ 2 สัปดาห์เพื่อป้องกันไม่ให้ชิ้นส่วนพืชเป็นสีดำ เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ บันทึกข้อมูล ดังนี้ (1) ร้อยละการเกิดแคลลัส ด้วยการนับจำนวนชิ้นส่วนพืชที่เกิดแคลลัสต่อชิ้นส่วนพืชทั้งหมด (2) ขนาดของแคลลัสโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของแคลลัส (3) น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง โดยชั่งน้ำหนักสดของแคลลัสด้วยเครื่องชั่งดิจิทัลทศนิยม 3 ตำแหน่ง จากนั้นนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 75 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และ (4) จำนวนยอด โดยนับจำนวนยอดที่เจริญจากแคลลัส

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ประกอบด้วย 8 ทรีตเมนต์ จำนวน 5 ซ้ำ แต่ละซ้ำมีชิ้นส่วนพืช 1 ชิ้น นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีการ Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรม Statistix 8

ตารางที่ 1 อาหารสูตร MS ที่เติม BA และ NAA ความเข้มข้นต่าง ๆ เพื่อชักนำให้เกิดแคลลัส

ทรีตเมนต์	ความเข้มข้น (มิลลิกรัม/ลิตร) ของสารควบคุมการเจริญเติบโต	
	BA	NAA
T ₁	3.0	0.0
T ₂	3.0	0.1
T ₃	3.0	0.3
T ₄	3.0	0.5
T ₅	5.0	0.0
T ₆	5.0	0.1
T ₇	5.0	0.3
T ₈	5.0	0.5

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต BA และ NAA ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัส

ผลการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนของต้นว่านตาลเดี่ยวบนอาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS ที่เติม BA ที่ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร และอาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS ที่เติม BA ที่ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ชิ้นส่วนของต้นว่านตาลเดี่ยวมีร้อยละการเกิดแคลลัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ที่ความเข้มข้น 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้น 0, 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร มีร้อยละการเกิดแคลลัสสูงที่สุด (93.20%) และมีแนวโน้มลดลงตามความเข้มข้นของ NAA ที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2) Miri (2020) ได้กล่าวว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสมสำหรับชักนำให้เกิดแคลลัสคือ 2,4-D และ BA เพียงอย่างเดียวหรือผสมกันจากการทดลองชักนำให้เกิดแคลลัสในขิง (*Zingiber officinale* Rosc.) พบว่าเมื่อเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนใบขิงในอาหาร MS ที่เติม BA อย่างเดียวที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสสูงที่สุด (100%) และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ BA นอกจากนี้ ชาตรี และคณะ (2562) ได้ศึกษาการชักนำให้เกิดแคลลัสของหยาดน้ำค้างในสภาพปลอดเชื้อที่เติม BA ความเข้มข้น 0-1 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0-1.0 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่าเมื่อเติม NAA เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร มีอัตราการเกิดแคลลัสสูงสุด ส่วน Nsibande (2012) ได้เพาะเลี้ยงเลี้ยงชิ้นส่วนจากลำต้นใต้ดินของพืช 4 ชนิด ได้แก่ *Hypoxis acuminata* H. *argentea* H. *filiformis* และ *H. hemerocallidea* พบว่าชิ้นส่วนดังกล่าวสามารถพัฒนาเป็นแคลลัสและยอดได้เมื่อเลี้ยงในอาหารที่เติม BAP ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร อย่างไรก็ตาม จากรายงานวิจัยของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) เรื่องการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อว่านตาลเดี่ยว (*Hypoxis aurea* Lour.) เพื่อการขยายพันธุ์ พบว่าอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ NAA 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถเพิ่มจำนวนยอดจาก 1 ยอดเป็น 3-4 ยอด แต่เมื่อเติม BA ความเข้มข้น 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่าชักนำให้เกิดแคลลัสและมียอดใหม่ เมื่อนำยอดไปเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต สามารถชักนำให้ต้นว่านตาลเดี่ยวเกิดรากได้ นอกจากนี้เมื่อทดลองเติม 2,4-D หรือผสมร่วมกับ BA ในอาหารเพาะเลี้ยง พบว่าชิ้นส่วนพืชเกิดสีดำและตายในที่สุด (ข้อมูลไม่เผยแพร่) จะเห็นได้ว่างานวิจัยดังกล่าวมีความแตกต่างจากผลการทดลองครั้งนี้ที่พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ BA เป็น 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร เพียงอย่างเดียวหรือ

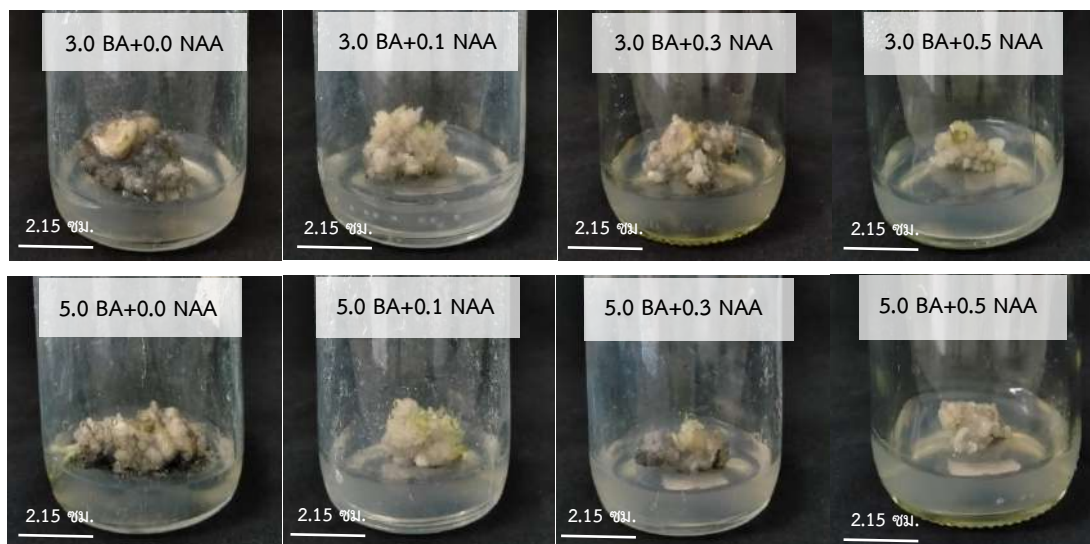
ผสมกับ NAA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดแคลลัสมากที่สุด อย่างไรก็ตาม การชักนำให้เกิดแคลลัสได้มีประสิทธิภาพ นอกจากความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสมแล้ว ยังขึ้นอยู่กับชนิดของพืชด้วย (Miri, 2020)

ความเข้มข้นของ BA และ NAA ส่งผลให้แคลลัสมีขนาดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95% โดยอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่เติม BA เพียงอย่างเดียว หรือเติมร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.1 และ 0.3 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถกระตุ้นให้เกิดแคลลัสขนาดใหญ่ที่สุด (1.72-2.38 เซนติเมตร) โดยเมื่อเติม NAA ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น พบว่าแคลลัสมีแนวโน้มขนาดเล็กลง (ตารางที่ 2 และรูปที่ 3) เมื่อสังเกตสีของแคลลัส พบว่าแคลลัสที่พัฒนามีสีครีม สีเหลือง และสีครีมปนเหลือง โดยแคลลัสที่ได้มีลักษณะเป็นแบบเกาะกันแน่น (Compact callus) และแคลลัสแบบเกาะกันหลวม (Friable callus) รูปทรงของแคลลัสที่เกิดเป็นแบบทรงกลมและรี (ตารางที่ 2 และรูปที่ 3) จากผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีองค์ประกอบของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสมจะสามารถกระตุ้นให้พืชเกิดการเพิ่มจำนวนเซลล์ ตลอดจนการขยายขนาดและความยาวของเซลล์ได้ (ลิลลี่, 2546) และสอดคล้องกับการทดลองของกาพย์แก้ว และคณะ (2562) ได้ชักนำให้เกิดแคลลัสของต้นลินเดอร์เนียในสภาพปลอดเชื้อโดยเติม BA เข้มข้น 0-2.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้น 0.5-2.0 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่าเมื่อเติม BA เพียงชนิดเดียว ส่งผลให้แคลลัสที่เกิดมีขนาดใหญ่ที่สุด อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของออกซินและไซโตไคนินที่เหมาะสมมีความแตกต่างกันไปตามสกุลและชนิดของพืช เพื่อชักนำให้เกิดการเจริญและพัฒนาของเนื้อเยื่อ (Skoog and Miller, 1957) Page and Staden (1986) ชักนำพืชในสกุล *Hypoxis* ชนิด *Hypoxis rooperi* S. Moore ให้เกิดแคลลัสจากส่วนของตาดอกได้สำเร็จโดยใช้อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS ที่เติม NAA และ BA เข้มข้น 1 มิลลิกรัม/ลิตร และ 5 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ Appleton et al. (2012) ได้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชชนิด *Hypoxis colchicifolia* โดยใช้ชิ้นส่วนพืชจากหลายอวัยวะ ได้แก่ ใบอ่อน ใบแก่ ก้านช่อดอก ตาดอก ลำต้นใต้ดิน และเมล็ด พบว่าเมื่อเติม BA:NAA เข้มข้น 1:0.5 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสหรือยอด 6% แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ BA อย่างเดียวเป็น 2 มิลลิกรัม/ลิตร ส่งผลให้แคลลัสเพิ่มขึ้นเป็น 97% เมื่อเพาะเลี้ยงลำต้นใต้ดิน ส่วนพืชสมุนไพรชนิด *Celosia argentea* ที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม BA เข้มข้น 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร และ NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร สามารถพัฒนาเป็นแคลลัสสีเขียวและสีแดงแบบเกาะกันแน่น 98% (Bakar et al., 2014) เกวลิน และคณะ (2564) รายงานว่าลักษณะแคลลัสที่เป็นแบบ Compact callus จะเกิดยอดได้ดีกว่าและเหมาะสมต่อการชักนำให้เจริญเป็นต้นใหม่ ส่วนแคลลัสที่เป็น Friable callus จะเหมาะต่อการเป็นเซลล์เริ่มต้นทำเซลล์แขวนลอยเพื่อผลิตสารทุติยภูมิ

ตารางที่ 2 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต BA และ NAA ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสของต้นว่านตาลเดี่ยว

ทรีตเมนต์	ร้อยละการเกิด แคลลัส	ขนาดแคลลัส (เซนติเมตร)	ลักษณะแคลลัส	สีของแคลลัส	จำนวนยอด
T1	93.20±13.6	2.38±0.29 ^a	Compact	เหลือง	0.90±0.42
T2	93.20±13.6	1.82±0.21 ^{ab}	Friable	เหลืองปนครีม	0.67±0.37
T3	72.80±13.6	1.72±0.27 ^{ab}	Mixed	ครีม	1.33±0.92
T4	59.60±25.8	1.35±0.23 ^b	Compact	ครีม	0.76±0.49
T5	93.20±13.6	1.92±0.44 ^{ab}	Compact	ครีม	0.30±0.16
T6	93.20±13.6	1.61±0.12 ^b	Friable	เหลือง	0.33±0.30
T7	79.80±26.85	1.58±0.07 ^b	Compact	เหลือง	0.86±0.34
T8	93.20±13.6	1.53±0.25 ^b	Compact	เหลืองปนครีม	0.53±0.27

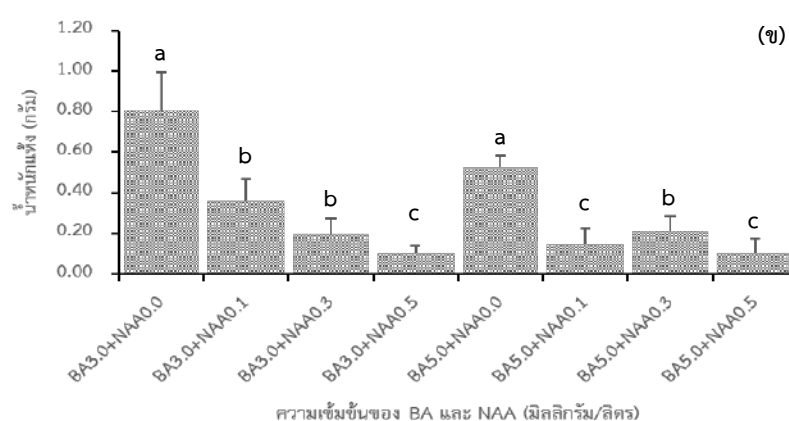
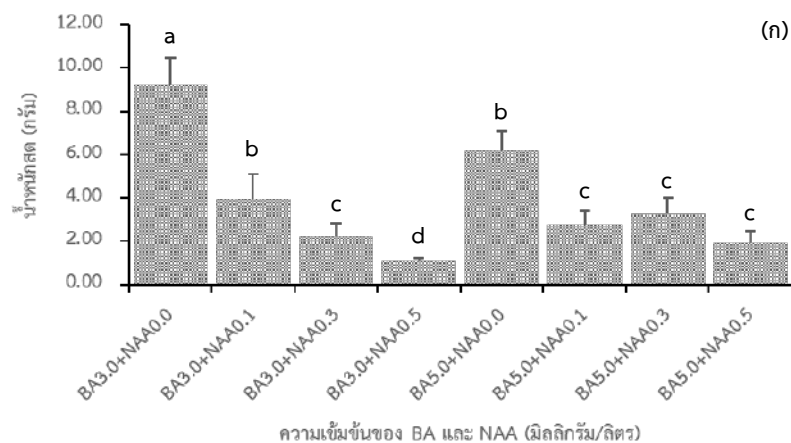
หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT



รูปที่ 3 ขนาด สี และลักษณะการเจริญของแคลลัสที่เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ร่วมกับ NAA ความเข้มข้นที่ต่างกัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ผลความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA ต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของแคลลัส

ความเข้มข้นของ BA และ NAA ที่แตกต่างกันส่งผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของแคลลัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยแคลลัสที่พัฒนามาบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัม/ลิตร เพียงอย่างเดียว มีน้ำหนักสดเฉลี่ยมากที่สุด (9.23 กรัม) รองลงมาคือแคลลัสที่เลี้ยงบนอาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร และ BA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร เพียงอย่างเดียว มีน้ำหนักสด 3.94 กรัม และ 6.20 กรัม ตามลำดับ ส่วนแคลลัสที่เลี้ยงบนอาหารที่เติม NAA 0.3 และ 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร มีน้ำหนักสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่แนวโน้มน้ำหนักสดของแคลลัสที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA เพียงอย่างเดียวมีค่าสูงที่สุดและน้ำหนักเริ่มลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ NAA (รูปที่ 4ก) นอกจากนี้แคลลัสที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร เพียงอย่างเดียว มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1.26 และ 0.88 กรัม ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแคลลัสที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตรที่เติม NAA ความเข้มข้นต่าง ๆ ซึ่งน้ำหนักแห้งของแคลลัสมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ NAA (รูปที่ 4ข) จากข้อมูลทางวิชาการแสดงให้เห็นว่า น้ำหนักของแคลลัสเป็นดัชนีวัดการเจริญเติบโตของแคลลัส โดยอาหารเพาะเลี้ยงที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสม ได้แก่ NAA 2,4-D หรือ BA จะทำให้เซลล์มีการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณ ส่งผลให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้น (Rout et al., 2000; Guo and Jeong, 2021) ผลการทดลองที่ได้จากงานวิจัยนี้มีความแตกต่างจากงานวิจัยที่เคยรายงานไว้ในเรื่องของชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เติมลงในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ อย่างไรก็ตาม ยังคงส่งผลให้แคลลัสของว่านตาลเดี่ยวมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งแตกต่างกัน เช่น งานวิจัยของ Bakar et al. (2014) ได้ชักนำให้พืชสมุนไพรชนิด *Celosia argentea* ที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เติม BA เข้มข้น 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร และ NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของแคลลัสสูงที่สุด (2.03 และ 0.16 กรัม/ลิตร ตามลำดับ) ส่วน Al-Zuhairi and Ghanm (2018) แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของ BA (0.25 มิลลิกรัม/ลิตร) และ NAA (1.0 มิลลิกรัม/ลิตร) ส่งผลให้แคลลัสของแพงพวย (*Catharanthus roseus* L. cv. Heatwave Mix) มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากที่สุด และงานวิจัยของ Guo and Jeong (2021) พบว่าแคลลัสของพืชชนิด *Abies koreana* ที่เลี้ยงบนอาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัม/ลิตร NAA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัม/ลิตร และ Thidiazuron (TDZ) 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร มีน้ำหนักสดมากที่สุด (8.2 กรัม)



รูปที่ 4 จำนวนนodule (ก) และจำนวนนodule (ข) ของแคลลัสที่เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม BA ร่วมกับ NAA ความเข้มข้นต่าง ๆ

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA ต่อการกระตุ้นให้แคลลัสพัฒนาเป็นยอด

การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนของต้นว่านตาลเดี่ยวบนอาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าแคลลัสมีการพัฒนาเป็นยอดได้ในทุกสูตรอาหาร ซึ่งจำนวนยอดที่เกิดขึ้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยจำนวนยอดของต้นว่านตาลเดี่ยวที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัม/ลิตร มีการเกิดยอดที่มากที่สุดเฉลี่ย 1.33 ยอด/แคลลัส และในอาหารสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร เพียงอย่างเดียว มีการจำนวนยอดที่เกิดขึ้นน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.30 ยอด/แคลลัส (ตารางที่ 2) จากงานวิจัยของ ปิยะพร และนุชมะณี (2547) ได้ศึกษาผลของ NAA และ BA ต่อการชักนำแคลลัสและยอดของผักชีฝรั่ง พบว่าสามารถกระตุ้นให้แคลลัสเกิดยอด 100% เมื่อเพาะเลี้ยงบนอาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 1 และ 2 มิลลิกรัม/ลิตร นอกจากนี้ยังพบว่าการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชชนิด *Tectona grandis* (L.) ในอาหารสูตร MS ที่เติม BAP ความเข้มข้น 1.0-3.0 มิลลิกรัม/ลิตร ทำให้เนื้อเยื่อใบและข้อเกิดเป็นแคลลัสผสมกับยอด (Srinivasan et al., 2012) Nsibande (2012) ได้พัฒนาสูตรอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 4 ชนิด ได้แก่ *Hypoxis acuminata* *H. argentea* *H. filiformis* และ *H. hemerocallidea* โดยใช้ชิ้นส่วนจากลำต้นใต้ดิน และสามารถพัฒนาให้เกิดเป็นแคลลัสและยอดได้เมื่อเลี้ยงในอาหารที่เติม BAP ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัม/ลิตร และ NAA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร

บทสรุป

ความเข้มข้นของ BA และ NAA ที่ต่างกันมีผลต่อการชักนำแคลลัสของต้นว่านตาลเดี่ยวที่เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหาร MS ที่เติม BA ที่ความเข้มข้น 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร ร่วมกับ NAA ที่ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่าอาหารสูตร MS ที่เติม BA ที่ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัม/ลิตร โดยที่ไม่เติม NAA มีประสิทธิภาพที่สุดต่อการชักนำแคลลัสของต้นว่านตาลเดี่ยว โดยมีร้อยละการเกิดแคลลัส ขนาดของแคลลัส น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งดีที่สุด อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้เป็นเพียงจุดเริ่มต้นในการผลิตแคลลัสเพื่อใช้สกัดสารสำคัญของต้นว่านตาลเดี่ยวในระดับห้องปฏิบัติการ หากต้องการเพิ่มปริมาณแคลลัสให้มากเพียงพอ ควรเพิ่มการทดลองต่าง ๆ เพื่อเพิ่มปริมาณแคลลัสให้ได้มากขึ้น เช่น การเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวหรือปรับสูตรอาหารโดยใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดอื่น เช่น 2,4-D รวมด้วยที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร

เอกสารอ้างอิง

- กษานต์ ชาญชน และปิยะพร แสนสุข. (2561). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสและโซมาติกเอ็มบริโอจากการเพาะเลี้ยงคัพภะในส้มหอม. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 46(1): 131-141.
- กาญจน์แก้ว แก้วนาบอน, ทศไนย จารุวัฒนพันธ์ และธัญญะ เตชะศิลป์พิทักษ์. (2562). การชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนต่าง ๆ ของต้นลินเดอร์เนียในสภาพปลอดเชื้อ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 8(2): 139-145.
- เกวลิน คุณาศักดากุล, เฉลิมศรี นนทสวัสดิ์ศรี, พนมพร วรรณประเสริฐ, เพชรรัตน์ จันทรทิน, ยี่โก ทักษะทัต, รมณีย์ เจริญทรัพย์ และสุวิษ วรรณไกรโรจน์. (2564). บทฐานงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. ศูนย์การพิมพ์แก่นจันทร์: กรุงเทพฯ.
- ชาติรี ตุ่มคำ และศิริศยาธิกร จันทร์ขศิริพร. (2562). การชักนำให้เกิดแคลลัสและการตรวจสอบหาระดับพลอยดีจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของหยาดน้ำค้าง (*Drosera indica* L.) ในสภาพปลอดเชื้อ. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 24(3): 929-944.
- ปิยะพร แสนสุข และนุชมะณี สุตดี. (2547). อิทธิพลของ NAA และ BA ต่อการชักนำแคลลัสและยอดของผักชีฝรั่ง. วารสารวิจัย มข. 9(2): 31-39.
- บุญยืน กิจวิจารณ์. (2547). เทคโนโลยีเบื้องต้นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น.
- ภูวดล บุตรรัตน์. (2559). พฤกษศาสตร์ทั่วไป ตอนลักษณะภายนอกของพืชดอก ภาควิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี.
- เยาวพา จิระเกียรติกุล, ภาณุมาศ ฤทธิไชย, ขวัญข้าว เมืองเขียว และปิยะมาศ ไพโรจน์. (2564). การชักนำให้เกิดแคลลัสและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของแคลลัสรางจืด. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 29(1): 102-110.
- ลิลลี่ กาวีตะ. (2546). การเปลี่ยนแปลงสัณฐานและพัฒนาการพืช. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- สัมฤทธิ์ เศรษฐวงศ์. (2552). ฮอโมนและการใช้ฮอโมนกับไม้ผล. ธนัชการพิมพ์: กรุงเทพฯ.

- สนธยา เรืองศักดิ์, เกศสุคนธ์ มณีวรรณ, อิศราภรณ์ สมบุญวัฒนกุล และวิจิตรา หลวงอินทร. (2560). การชักนำให้มะเฟืองเกิดแคลลัสและผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ. *แก่นเกษตร*. 45(1): 1186-1190.
- Al-Zuhairi E.M.A. and Ghanm N.S. (2018). Effect of BA, NAA, methyl jasmonate and mannitol on callus induction of Periwinkle Plant (*Catharanthus roseus* L. cv. Heatwave Mix) by *in vitro* culture. *Journal of Tikrit University for Agriculture Sciences*. 18(4): 66-71.
- Appleton M.R., Ascough G.D. and Staden J.V. (2012). *In vitro* regeneration of *Hypoxis colchicifolia* plantlets. *South African Journal of Botany*. 80: 25–35.
- Bakar D.A., Ahmed B.A. and Taha R.M. (2014). *In vitro* callus induction and plant regeneration of *Celosia argentea*-An important medicinal plant. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 57(6): 860-866.
- Boonpisuttinant K., Sodamook U., Ruksiriwanich W. and Winitchai S. (2014). *In vitro* anti-melanogenesis and collagen biosynthesis stimulating activities of star grass (*Hypoxis aurea* Lour) extracts. *Asian Journal of Applied Sciences*. 2(4): 405-413.
- Geerick D.J.L. (1993). Amarillidaceae (including Hypoxidaceae). *Flora Malesiana Series I*. 11(12): 353-73.
- Grabkowska R., Matkowski A., Karolak I.G. and Wysokinska H. (2016). Callus cultures of *Harpagophytum procumbens* (Burch.) DC. ex Meisn.; production of secondary metabolites and antioxidant activity. *South African Journal of Botany*. 103: 41-48.
- Guo G. and Jeong B.R. (2021). Explant, Medium, and Plant Growth Regulator (PGR) Affect Induction and Proliferation of Callus in *Abies koreana*. *Forests*. 12: 1388-1402.
- Miri S.M. (2020). Micropropagation, callus induction and regeneration of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). *Open Agriculture*. 5: 75-84.
- Nsibande B.E. (2012). *In vitro* regeneration of four *Hypoxis* Species and transformation of *Camelina sativa* and *Crambe abyssinica*. M.Sc. Thesis. Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Landscape Planning, Horticulture and Agricultural Science, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Page Y.M. and Staden J.V. (1986). *In vitro* propagation of *Hypoxis rooperi* from flower buds. *South African Journal of Botany*. 52: 261-264.
- Phillips G.C. and Garda M. (2019). Plant tissue culture media and practices: An overview, *In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant*. 55: 242-257.
- Rao R.S. and Ravishankar G.A. (2002). Plant cell cultures: Chemical factories of secondary metabolites. *Biotechnology Advances*. 20: 101-153.
- Rout G.R., Samantaray S. and Das P. (2000). *In vitro* manipulation and propagation of medicinal plants. *Biotechnology Advances*. 18: 91-120.
- Skoog F. and Miller C.O. (1957). Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissue grown *in vitro*. *Symposia of the Society for Experimental Biology*. 11: 118-130.
- Srinivasan R., Selvam G.G., Karthikeyan K., Chandran C., Kulothungan S. and Govindasamy C. (2012). *In vitro* propagation of shoot and callus culture of *Tectona grandis* (L.). *Global Journal of Biotechnology & Biochemistry*. 7(1): 26-29.

Received: March 18, 2022; Revised: March 30, 2022; Accepted: April 8, 2022

การเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดสดและแห้ง จากการกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่องกลั่น ขนาด 30 ลิตร

Comparison volume of essential oils of fresh and dried kaffir lime leaves from the distillation of essential oils with a 30 liter distiller

นำพน พิพัฒน์ไพบูลย์^{1*} ทนงศักดิ์ มายอด¹ ปองพล หนูพันธ์¹ ณรงค์ หุชัยภูมิ¹ มงคล มีแสง¹
และสุรเชษฐ์ สีชำนาญ¹

Namphon Pipatpaiboon^{1*}, Thanongsak Mayod¹, Pongphol Nuphan¹,
Narong Huchaiyaphum¹, Mongkol Meesang¹ and Surachet Srichamnan¹

¹คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร สกลนคร

*Corresponding Author E-mail Address : Namphon.ph@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการทดลองเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากใบมะกรูดสดและแห้ง โดยการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากเครื่องกลั่น 30 ลิตร โดยใช้วัตถุดิบใบมะกรูดจากพื้นที่ปลูก อำเภอฟังโคน จังหวัดสกลนคร ศึกษาศาสตร์โดยการเตรียมวัตถุดิบได้แก่ ใบมะกรูดสดเต็มใบ ใบมะกรูดสดฉีกและใบมะกรูดแห้ง มาทำการกลั่นน้ำมันหอมระเหยเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันหอมระเหย โดยทำการกลั่นใบมะกรูดสดเต็มใบและใบมะกรูดสดฉีกจำนวน 3 กิโลกรัม/รอบ และใบมะกรูดแห้งจำนวน 1 กิโลกรัม/รอบ โดยเครื่องกลั่นเติมน้ำ 10 ลิตร ต้มให้ความร้อนด้วยเตาแก๊ส เคปี่5 ทำการกลั่นต่อเนื่อง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง อุณหภูมิไอน้ำขณะทำการกลั่น 100 องศาเซลเซียส อุณหภูมิไอน้ำควบแน่น 10-15 องศาเซลเซียส ควบคุมไว้ตลอดระยะเวลาในการกลั่นน้ำมันหอมระเหย ทำการทดลองซ้ำในแต่ละตัวอย่าง 3 การทดลอง รวมทั้งหมด 9 การทดลอง เพื่อเก็บบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการกลั่นจากวัตถุดิบที่แตกต่างกัน และนำเสนอข้อมูลการทดลองในรูปแบบร้อยละของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากวัตถุดิบที่แตกต่างกัน จากผลการทดลองพบว่าปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากใบมะกรูดสดเต็มใบจะได้ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำมันอยู่ที่ 28.16 มิลลิลิตร รองลงมาคือใบมะกรูดสดฉีกจะได้ปริมาณน้ำมันที่ใกล้เคียงกับใบมะกรูดสดเต็มใบ ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยอยู่ที่ 23.83 มิลลิลิตร และใบมะกรูดแห้งจะได้ปริมาณน้ำมันที่น้อยที่สุดมีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำมันอยู่ที่ 5.46 มิลลิลิตร เมื่อพิจารณาร้อยละของน้ำมันหอมระเหยเพื่อเปรียบเทียบแล้วพบว่า ใบมะกรูดสดเต็มใบมีน้ำมันหอมระเหยคิดเป็น 2.56 % v_{oil}/w_{dry} และ 2.18 % w_{oil}/w_{dry} รองลงมาคือใบมะกรูดสดฉีก มีร้อยละของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้คิดเป็น 2.20 % v_{oil}/w_{dry} และ 1.94 % w_{oil}/w_{dry} สุดท้ายใบมะกรูดแห้งได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยน้อยที่สุดคือ 0.49 % v_{oil}/w_{dry} และ 0.41 % w_{oil}/w_{dry} เมื่อพิจารณาแล้วพบว่าเมื่อนำใบมะกรูดสดเต็มใบมาฉีกและนำมา

กลั่นจะทำให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยลดลงถึง 15.28% และเมื่อนำใบมะกรูดสดไปตากแห้งก่อนค่อยนำมาทำการกลั่นแยกน้ำมันหอมระเหยพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดแห้งลดลงสูงถึง 75.98%

คำสำคัญ: การกลั่น น้ำมันหอมระเหย ใบมะกรูด

Abstract

This research presents a comparative experiment on the quantity of essential oil distilled from fresh and dried kaffir lime leaves. The essential oil was distilled from a 30 liter distiller, using raw kaffir lime leaves from the planted area in Phang Khon District, Sakon Nakhon Province. Methods of the study by preparing raw materials are: Fresh kaffir lime leaves, chopped fresh kaffir lime leaves and dried kaffir lime leaves make an essential oil distillation, compare the amount of essential oil. Distilled fresh kaffir lime leaves and chopped fresh kaffir lime leaves 3 kg/Batch and dried kaffir lime leaves 1 kg/Batch, inside the distiller add 10 liters of water, distillation time 2 hours, vapor temperature is 100 °C. Condensing water temperature 10-15 °C controlled throughout the essential oil distillation period. The experiment was repeated in each of the 3 trials for a total of 9 trials. To collect the amount of essential oil extracted from different raw materials and present the experimental data in the form. Percentage of essential oils distilled from different raw materials. From the experimental results, it was found that the amount of essential oil distilled from fresh kaffir lime leaves had an average oil volume of 28.16 ml, followed by chopped fresh kaffir lime leaves had the average oil volume is 23.83 ml. and dried kaffir lime leaves will have the least amount average oil content is 5.46 ml. When considering the percentage of essential oils. From the experimental found that fresh kaffir lime leaves 2.56 % v_{oil}/w_{dry} and 2.18 % w_{oil}/w_{dry} , chopped kaffir lime leaves with percentage of distilled kaffir lime leaves 2.20 % v_{oil}/w_{dry} and 1.94 % w_{oil}/w_{dry} . Finally, dried kaffir lime leaves. The least amount of essential oil was 0.49 % v_{oil}/w_{dry} and 0.41 % w_{oil}/w_{dry} . When considered, it was found that fresh kaffir lime leaves were chopped and distilled, the amount of essential oil was decreased by 15.28%. And when fresh kaffir lime leaves were dried before being used for essential oil distillation, it was found that the essential oil from dried kaffir lime leaves was decreased by 75.98%.

Keywords: Distillation, Essential oil, Kaffir lime leaves

บทนำ

น้ำมันหอมระเหย (Essential oil) เป็นน้ำมันที่สกัดได้จากพืชต่าง ๆ และสามารถสกัดแยกได้หลายวิธี เช่น การกลั่น การบีบ การสกัดด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ เพื่อเอาน้ำมันออกมาใช้ประโยชน์ น้ำมันที่ได้จะมีกลิ่นหอมและมีคุณสมบัติตรงตามพืชที่นำมาสกัดและสามารถนำมาใช้งานในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้มากมายหลากหลายในปัจจุบัน และการกลั่นน้ำมันหอมระเหยเพื่อการต่อยอดสู่สินค้าต่างๆในปัจจุบันก็กำลังได้รับความนิยมจากผู้ประกอบการรุ่นใหม่ ที่ใส่ใจคุณภาพสินค้าที่ต้องอาศัยคุณภาพและความโดดเด่นของสินค้ามากยิ่งขึ้นในการทำการตลาดและชูจุดขาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสินค้าที่มีส่วนผสมของสมุนไพรไทย หรือกลิ่นจาก

สมุนไพรไทย โดยการผลิตสินค้าแบบเดิมที่อาศัยการใช้กลิ่นจากน้ำมันหอมระเหยสังเคราะห์ (Synthetic essential oil) นั้นจะได้เพียงแค่กลิ่นหอมเพียงอย่างเดียวแต่คุณสมบัติทางยาหรือคุณสมบัติในการบำรุงรักษานั้นไม่มี ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยแท้ (Pure essential oil) จึงตอบโจทย์ของผู้ประกอบการทั้งด้านกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์และคุณสมบัติตรงตามสมุนไพรนั้น ๆ ทำให้น้ำมันหอมระเหยแท้เป็นที่นิยมเพิ่มมากขึ้นตลอดเวลา ซึ่งน้ำมันหอมระเหยแท้ก็ถูกเรียกสั้น ๆ ว่า EO100 จัดเป็นน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการสกัดแยกจากสมุนไพรต่าง ๆ โดยตรง ตอบโจทย์ความต้องการได้ในทุกมิติ ไม่ว่าจะเป็นกลิ่นที่ชัดเจนเข้มข้น คุณสมบัติตรงตามต้องการ ความเป็นเอกลักษณ์ของสินค้า มีสตอรี่ของผลิตภัณฑ์ที่โดดเด่น ดังนั้นการนำเสนอข้อมูลวิชาการในด้านการกลั่นแยกน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรไทยจึงมีความสำคัญมากในปัจจุบัน เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจและการต่อยอดขยายผลต่อไปในอนาคต งานวิจัยในอดีตมีการนำเสนอการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรไว้เป็นแนวทางจำนวนมาก เช่น การนำเสนอปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากพืชสมุนไพรไทย 10 ชนิด (พงษ์ศักดิ์, 2555) การนำเสนอรูปแบบการกลั่นแยกน้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกรูดด้วยเทคนิคการกลั่นซ้ำ ซึ่งสามารรถหยุดพักการกลั่นต่อเนื่องแบบเดิมแล้วหยุดทำการกลั่นทั้งข้ามคืนไว้ก่อนจะทำการกลั่นซ้ำในวันต่อมาและสามารถเพิ่มปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้เพิ่มขึ้นถึง 29.13% (นำพน และคณะ, 2563) และยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาต้นทุนการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากวัตถุดิบต่าง ๆ ไว้เพื่ออ้างอิงการซื้อขายไว้อย่างน่าสนใจ เช่น ต้นทุนการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากว่านสาวหลงที่มีต้นทุนสูงถึง 147,92.43 บาท/ลิตร ซึ่งว่านสาวหลงเป็นว่านที่มีกลิ่นหอมและพบในทุกพื้นที่ของประเทศไทยสามารถนำมากลั่นน้ำมันหอมระเหยและมีมูลค่าสูง (นำพน และคณะ, 2564) การศึกษาความเป็นไปได้ทางการตลาดของผลิตภัณฑ์สุขภาพจากน้ำมันหอมระเหยพืชตระกูลส้ม จากกลุ่มตัวอย่าง 1,464 คน พบว่าร้อยละ 54.8 จากกลุ่มตัวอย่างใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำมันหอมระเหยเป็นส่วนประกอบเช่น แชมพู สบู่ ยาสระผม ต่าง ๆ (กัญจนญาดา และพัชรี, 2549) หรืองานวิจัยจากต่างประเทศที่นำเสนอการศึกษาวิจัยเรื่องการใช้พลังงานในการกลั่นน้ำมันหอมระเหย ยกตัวอย่างเช่น การประยุกต์ใช้แผงพลังงานแสงอาทิตย์ในการให้ความร้อนกับการกลั่นน้ำมันหอมระเหยใน (Arslan et al., 2017; Hsing and Ya, 2017) และยังมีการประยุกต์ใช้คลื่นไมโครเวฟในการกระตุ้นการแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากวัตถุดิบโดยทดลองในห้องทดลองและพบว่าคลื่นไมโครเวฟสามารถช่วยในการกลั่นแยกน้ำมันหอมระเหยได้ (Kusuma and Mahfud, 2018) ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกลั่นน้ำมันหอมระเหยใบมะกรูดพบว่ามีการศึกษาและรวบรวมไว้เช่นกัน เช่นระยะเวลาในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่มีผลต่อร้อยละของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ช่วงเวลาในการกลั่น 3 ชั่วโมง จะได้ร้อยละของน้ำมันหอมระเหยสูงที่สุดคือ 1.75% และเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้จะลดลง (Mazlin et al., 2021) ซึ่งจากงานวิจัยต่าง ๆ ที่ยกตัวอย่างได้นำเสนอมุมมองที่แตกต่างกันและเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการอย่างมาก ที่สนใจจะนำน้ำมันหอมระเหยมาใช้งานอย่างจริงจังหรือแม้กระทั่งลงทุนผลิตน้ำมันหอมระเหยเพื่อจำหน่ายใช้เอง ในส่วนงานวิจัยนี้จะนำเสนอการทดลองการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มน้ำมันหอมระเหยที่มีกลิ่น Top note และสามารถใช้ในการผสมน้ำหอม หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้หลากหลาย โดยจะนำวัตถุดิบคือใบมะกรูดสดมาเตรียมเป็นวัตถุดิบในการกลั่น แบ่งเป็นใบมะกรูดสดเต็มใบ ใบมะกรูดสดฉีก และใบมะกรูดตากแห้ง นำมากลั่นแล้วเก็บข้อมูลวิเคราะห์เพื่อนำเสนอ ผลการทดลองเพื่อเป็นแนวทางในการเตรียมวัตถุดิบสำหรับกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดเชิงพาณิชย์หรือในระดับอุตสาหกรรมต่อไปเพื่อให้ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่เหมาะสมต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การเตรียมวัสดุในการทดลอง

การทดลองนี้ใช้วัตถุดิบในการทดลอง ได้แก่ ใบมะกรูด จากพื้นที่ปลูกจังหวัดสกลนคร นำมาเตรียมในสาม 3 รูปแบบ คือ ใบมะกรูดสดเต็มใบ ใบมะกรูดสดฉีก และใบมะกรูดตากแห้ง เป็นวัตถุดิบในการทดลองเปรียบเทียบ โดยจำนวนวัตถุดิบที่ใช้แต่ละ

ชนิด ในแต่ละรอบการทดลองคือ วัตถุดิบสดใช้ จำนวน 3 กิโลกรัม วัตถุดิบแห้งใช้ 1 กิโลกรัม ทำการกลั่นซ้ำการทดลองละ 3 ซ้ำ รวมการทดลองทั้งหมด 9 การทดลอง โดยลักษณะวัตถุดิบที่จัดเตรียมดังแสดงในรูปที่ 1.



ใบมะกรูดสดเต็มใบ



ใบมะกรูดฉีก

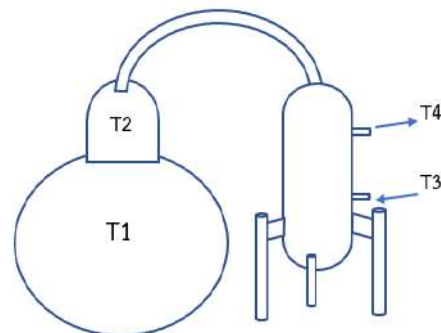


ใบมะกรูดแห้ง

รูปที่ 1 วัตถุดิบในการทดลอง

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สำหรับอุปกรณ์ในการกลั่นแยกน้ำมันหอมระเหยเพื่อทำการทดลองครั้งนี้ ประกอบด้วยเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยขนาด 30 ลิตร แบบกลั่นด้วยน้ำ Water distillation หรือแบบต้ม ขนาดเครื่องกลั่น $\varnothing 390 \times 360 \times 1.5$ มิลลิเมตร ขนาดชุดควบแน่น $\varnothing 155 \times 390 \times 1.5$ มิลลิเมตร วัสดุทำจากสแตนเลส 304 หนา 1.5 มิลลิเมตร. ขนาดโดยในการกลั่นแต่ละครั้งจะเติมน้ำสะอาดสำหรับต้มน้ำสำหรับกลั่นจำนวน 10 ลิตร ทำการกลั่นต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง อุณหภูมิในการกลั่น 100 องศาเซลเซียส อุณหภูมิน้ำสำหรับควบแน่น 10-15 องศาเซลเซียส โดยอาศัยชุดทำความเย็น ขนาด 680 วัตต์ 220 โวลต์ 50 เฮิรท์ ใช้สารทำความเย็น R134a เป็นสารทำงาน ปั๊มน้ำสำหรับหล่อเย็นขนาด 0.375 กิโลวัตต์ 220 โวลต์ 55 เฮิรท์ อัตราการไหลของน้ำหล่อเย็น 40 ลิตร/นาที่ ใช้หัวแก๊ส KB5 ให้ความร้อน และใช้แก๊สแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิงโดยควบคุมแรงดันป้อนแก๊ส 1.5 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ตลอดการทดลอง ใช้ดัดาล็อกเกอร์ รุ่น BTM-4208SD ยี่ห้อ Lutron 12Ch Max.1300 องศาเซลเซียส ช่วงการวัดอุณหภูมิ -100 ถึง 1300 องศาเซลเซียส มีความแม่นยำ $\pm 0.4\% + 0.5$ องศาเซลเซียส เป็นเครื่องมือสำหรับวัดและบันทึกอุณหภูมิขณะทำการทดลอง โดยวัดอุณหภูมิการทดลองด้วยสายเทอร์โมคัปเปิ้ล Type K ทั้งหมด 4 จุด โดยที่ตำแหน่ง T1 วัดอุณหภูมิความร้อนภายในเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย T2 วัดอุณหภูมิไอน้ำ T3 วัดอุณหภูมิไอน้ำเย็นเข้าสู่ชุดควบแน่น T4 วัดอุณหภูมิไอน้ำเย็นออกจากชุดควบแน่น ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 อุปกรณ์การทดลอง และตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ



น้ำมันหอมระเหยใบมะกรูด



ขวดบรรจุน้ำมันหอมระเหยใบมะกรูด

รูปที่ 3 น้ำมันหอมระเหยใบมะกรูด และขวดบรรจุ

โดยน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้จากการทดลองครั้งนี้จะมีลักษณะเป็นน้ำมันสีเหลืองอ่อน ลักษณะใส มีกลิ่นหอมฉุน แสบตา เมื่อสูดดมแล้วจะรู้สึกโล่งจมูก และมีกลิ่นของใบมะกรูดหอมชัดเจน สามารถนำไปใช้ผสมกับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้หลากหลายตามต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 3.

วิธีการคำนวณ

วิธีการคำนวณปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด เพื่อให้ข้อมูลจากการทดลองเป็นไปตามหลักวิชาการและสามารถเทียบเคียงกับงานวิจัยอื่น ๆ ได้เป็นสากล จำเป็นต้องทดลองและคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของใบมะกรูดเพื่อใช้ในการคำนวณหาน้ำหนักแห้งจากใบมะกรูดสดที่ใช้ในการทดลอง โดยการคำนวณหาน้ำหนักแห้งของใบมะกรูดสามารถคำนวณได้ตามสมการที่ (1) และ (2)

$$\%dry = \frac{W_2}{W_1} \times 100 \quad (1)$$

$$W_{dry} = \frac{\%dry \times W_{wet}}{100} \quad (2)$$

เมื่อ	%dry	คือ	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งใบมะกรูด (%)
	W_1	คือ	น้ำหนักตัวอย่างใบมะกรูดสดก่อนอบแห้ง (กรัม)
	W_2	คือ	น้ำหนักตัวอย่างใบมะกรูดหลังอบแห้ง (กรัม)
	W_{dry}	คือ	น้ำหนักแห้งใบมะกรูดที่ทำการกลั่น (กิโลกรัม)
	W_{wet}	คือ	น้ำหนักใบมะกรูดสดที่ทำการกลั่น (กิโลกรัม)

โดยสมการ (1) เป็นสมการที่ใช้ในการคำนวณหา %Dry หรือเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของใบมะกรูด โดยการนำตัวอย่างใบมะกรูดที่จะใช้ในการทดลองไปทำการอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยใช้ตู้อบความร้อน Drying oven sov 140B ในการอบแห้งเพื่อเก็บข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการคำนวณร้อยละน้ำหนักแห้งของใบมะกรูด หลังจากได้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของใบมะกรูดแล้ว จะนำข้อมูลมาเป็นค่ามาตรฐานเพื่อใช้ในการคำนวณหาน้ำหนักแห้งของใบมะกรูดสดที่ใช้ในการทดลอง และใช้ข้อมูลน้ำหนักแห้งจากการคำนวณที่ได้ไปใช้ในการคำนวณร้อยละของน้ำมันหอมระเหยใบมะกรูดต่อ

โดยร้อยละของน้ำมันหอมระเหยสามารถวิเคราะห์ได้ในสองรูปแบบโดยแบบแรกคือ $\%v_{oil}/W_{dry}$ คือร้อยละของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้เมื่อพิจารณาปริมาตรน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ต่อน้ำหนักแห้งของใบมะกรูดทั้งหมดที่ใช้ในการกลั่นแต่ละครั้ง และร้อยละของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้แบบที่สองคือ $\%w_{oil}/W_{dry}$ คือร้อยละน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ เมื่อพิจารณา น้ำหนักน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ต่อน้ำหนักแห้งของวัตถุดิบใบมะกรูดที่ใช้กลั่น (น้ำพูน และคณะ, 2563) ดังแสดงวิธีการคำนวณตามสมการที่ (3) และ (4)

$$\%v_{oil}/W_{dry} = \frac{v_{oil}}{W_{dry}} \times 100 \quad (3)$$

$$\%w_{oil}/W_{dry} = \frac{w_{oil}}{W_{dry}} \times 100 \quad (4)$$

เมื่อ	$\%v_{oil}/W_{dry}$	คือ ร้อยละของน้ำมันหอมระเหยใบมะกรูด (ปริมาตรน้ำมันหอมระเหยต่อน้ำหนักแห้งวัตถุดิบ)
	V_{oil}	คือ ปริมาตรน้ำมันหอมระเหยใบมะกรูด (มิลลิลิตร)
	$\%w_{oil}/W_{dry}$	คือ ร้อยละของน้ำมันหอมระเหยใบมะกรูด (น้ำหนักน้ำมันหอมระเหยต่อน้ำหนักแห้งวัตถุดิบ)
	W_{oil}	คือ น้ำหนักของน้ำมันหอมระเหยใบมะกรูด (กิโลกรัม)

โดยการศึกษาในงานวิจัยนี้ได้ทำการอบแห้งห่าน้ำหนักแห้งใบมะกรูดจำนวน 3 ตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 3. แล้วนำมาคำนวณตามสมการที่ (1) และ (2) เพื่อให้ได้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของใบมะกรูด เพื่อใช้ในการคำนวณ ตามสมการ (3) และ (4)



รูปที่ 3 การอบแห้งตัวอย่างใบมะกรูด และตู้อบลมร้อนที่ใช้ในการทดลอง

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การหาน้ำหนักแห้งใบมะกรูด

การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งใบมะกรูดเพื่อใช้ประกอบการคำนวณน้ำหนักแห้งของใบมะกรูด ได้จากการสุ่มตัวอย่างใบมะกรูดสด ที่เตรียมเข้าสู่การกลั่นน้ำมันหอมระเหยจำนวน 3 ตัวอย่าง ตามรูปที่ 3 แล้วทำการชั่งและบันทึกน้ำหนักก่อนทำการอบแห้ง แล้วทำการอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นนำน้ำหนักใบมะกรูดก่อนทำการอบแห้ง และน้ำหนักหลังการอบแห้งในตารางที่ 1 ใช้ในการคำนวณตามสมการที่ (1) พบว่าใบมะกรูดที่นำมาใช้ในการทดลองการกลั่นน้ำมันหอมระเหยสำหรับงานวิจัยนี้ โดยเฉลี่ยน้ำหนักแห้งใบมะกรูด คือ 41 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะได้นำค่านี้ไปคำนวณหาน้ำหนักแห้งของใบมะกรูดสดที่ใช้ในการทดลอง และใช้ในการคำนวณน้ำหนักแห้งของใบมะกรูดสดที่ใช้ในการทดลองเพื่อใช้วิเคราะห์ร้อยละของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ตามสมการที่ (2) (3) และ (4) ต่อไป

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์น้ำหนักแห้งใบมะกรูด

น้ำหนักใบมะกรูดสด (กรัม)		w_2/w_1	%Dry
ก่อนอบ (w_1)	หลังอบ (w_2)		
10.42	4.42	0.424	42.42
10.85	4.43	0.408	40.83
10.72	4.26	0.397	39.74
เฉลี่ย			41.00

การวิเคราะห์ร้อยละของน้ำมันหอมระเหยใบมะกรูดที่กลั่นได้

จากการทดลองการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดทั้ง 3 แบบได้แก่ ใบมะกรูดสดเต็มใบ ใบมะกรูดสดฉีก และใบมะกรูดแห้ง ทำการทดลองกลั่นตัวอย่างละ 3 การทดลอง รวมทั้งหมด 9 การทดลอง นำข้อมูล น้ำหนัก และ ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้มาคำนวณเปรียบเทียบกับสมการ ที่ (3) และ (4) เพื่อเปรียบเทียบร้อยละของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ในรูปแบบ $\%v_{oil}/w_{dry}$ และ $\%w_{oil}/w_{dry}$ เพื่อเปรียบเทียบน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากวัตถุดิบทั้ง 3 รูปแบบ ว่ามีปริมาณที่ได้มากน้อยแตกต่างกันอย่างไรเพื่อเป็นแนวทางการเตรียมวัตถุดิบประเภทใบมะกรูดสำหรับการกลั่นน้ำมันหอมระเหยในระดับอุตสาหกรรมต่อไป โดยผลการทดลองและวิเคราะห์ผลแสดงในตารางที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ข้อมูลการกลั่นน้ำมันหอมระเหยใบมะกรูดสดเต็มใบ

การทดลอง	ใบมะกรูดสด (กิโลกรัม)		น้ำมันหอมระเหย						ร้อยละ		
	W _{wet}	W _{dry}	W _{oil}	W _{oil}	เฉลี่ย	V _{oil}	เฉลี่ย	%V _{oil} /W _{dry}	เฉลี่ย	%W _{oil} /W _{dry}	เฉลี่ย
			(กรัม)	(กิโลกรัม)	(กิโลกรัม)	(มิลลิลิตร)	(มิลลิลิตร)				
1	3	1.23	20.00	0.020		23.0		1.87		1.626	
2	3	1.23	24.12	0.024	0.025	30.0	28.16	2.44	2.29	1.961	1.92
3	3	1.23	26.80	0.027		31.5		2.56		2.179	

ตารางที่ 3 ข้อมูลการกลั่นน้ำมันหอมระเหยใบมะกรูดสดฉีก

การทดลอง	ใบมะกรูดสดฉีก (กิโลกรัม)		น้ำมันหอมระเหย						ร้อยละ		
	W_{wet}	W_{dry}	W_{oil} (กรัม)	W_{oil} (กิโลกรัม)	เฉลี่ย (กิโลกรัม)	V_{oil} (มิลลิลิตร)	เฉลี่ย (มิลลิลิตร)	$\%V_{oil}/W_{dry}$	เฉลี่ย	$\%W_{oil}/W_{dry}$	เฉลี่ย
1	3	1.23	20.50	0.020		24.5		1.99		1.667	
2	3	1.23	16.40	0.016	0.022	20.0	23.83	1.63	1.94	1.333	1.64
3	3	1.23	23.80	0.024		27.0		2.20		1.935	

จากตารางที่ 2 และ 3 เป็นการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดสด 2 รูปแบบคือแบบเต็มใบ และแบบฉีก โดยแต่ละรอบใช้ใบมะกรูดจำนวน 3 กิโลกรัม ในการทดลองกลั่นแยกน้ำมันหอมระเหย โดยพบว่าใบมะกรูดสดเต็มใบจะสามารถกลั่นแยกน้ำมันหอมระเหยออกมาได้เฉลี่ย 2.29 $\%V_{oil}/W_{dry}$ และ 1.92 $\%W_{oil}/W_{dry}$ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยในอดีตที่รายงานผลการวิจัยการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดสดและเป็นรูปแบบการกลั่นด้วยน้ำพบว่าร้อยละของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้คือ 1.21 W/W (น้ำหนักน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้เทียบกับวัตถุดิบสด) (จักรพันธ์ และคณะ, 2551) และเมื่อพิจารณาการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดแบบฉีก พบว่ามีปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นแยกได้คิดเป็น 1.94 $\%V_{oil}/W_{dry}$ และ 1.64 $\%W_{oil}/W_{dry}$ ตามลำดับ และการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดแห้งแสดงในตารางที่ 4. การคำนวณสามารถนำน้ำหนักวัตถุดิบใบมะกรูดแห้งที่ใช้กลั่นมาคำนวณได้เลยโดยไม่ต้องคำนวณหาน้ำหนักแห้ง และจากการทดลองพบว่าเมื่อใช้ใบมะกรูดแห้งมาใช้ในการกลั่นแยกน้ำมันหอมระเหยพบว่าสามารถกลั่นแยกน้ำมันหอมระเหยได้เช่นกันและมีร้อยละของปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นแยกได้คิดเป็น 0.55 $\%V_{oil}/W_{dry}$ และ 0.46 $\%W_{oil}/W_{dry}$ ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 4. และข้อมูลจากการทดลองนี้ก็สอดคล้องกับผลการทดลองการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดแห้งด้วย Ultrasonic pre-treatment จะได้น้ำมันหอมระเหยอยู่ในช่วง 0.537-0.818 Yield% (Mazlin et al., 2021)

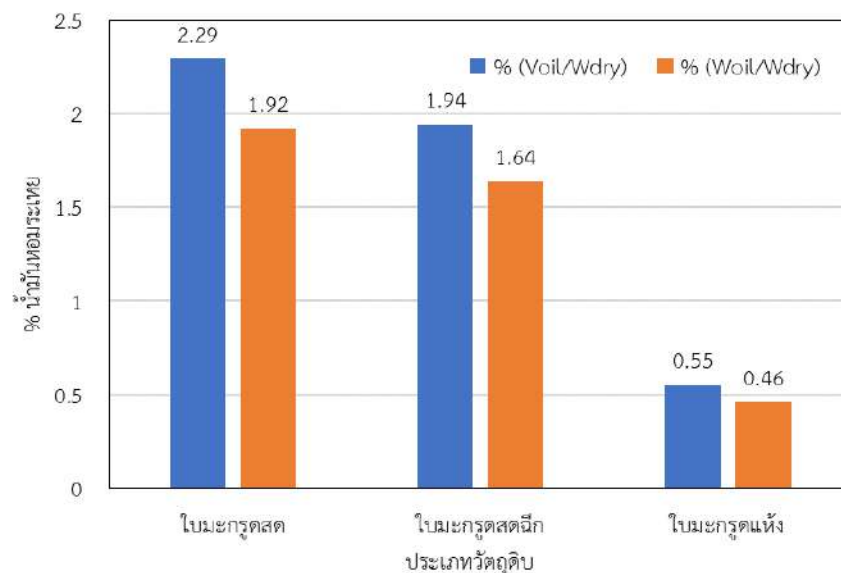
ตารางที่ 4 ข้อมูลการกลั่นน้ำมันหอมระเหยใบมะกรูดแห้ง

การทดลอง	ใบมะกรูดแห้ง (กิโลกรัม)		น้ำมันหอมระเหย						ร้อยละ		
	W_{wet}	W_{dry}	W_{oil} (กรัม)	W_{oil} (กิโลกรัม)	เฉลี่ย (กิโลกรัม)	V_{oil} (มิลลิลิตร)	เฉลี่ย (มิลลิลิตร)	$\%V_{oil}/W_{dry}$	เฉลี่ย	$\%W_{oil}/W_{dry}$	เฉลี่ย
1	0	1	5.4	0.0054	-	6.5		0.65		0.540	
2	0	1	4.2	0.0042	-	5	5.46	0.50	0.55	0.420	0.46
3	0	1	4.1	0.0041	-	4.9		0.49		0.410	

เปรียบเทียบปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด

หลังจากทำการทดลองเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลการทดลองทั้งหมดแล้วได้นำข้อมูลจากการทดลองกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดทั้ง 3 แบบ จากตาราง ที่ 2, 3 และ 4 มาทำการเปรียบเทียบกันในรูปแบบกราฟแท่งเพื่อให้เห็นความแตกต่างของน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้นั้นพบว่าการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดสดแบบที่ยังไม่ได้ฉีกหรือตากแห้งมาก่อนจะ

กลั่นแยกได้น้ำมันหอมระเหยในปริมาณเยอะที่สุดคือ 2.29 %v_{oil}/w_{dry} และ 1.92 %w_{oil}/w_{dry} รองลงมาคือการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดแบบฉีกจะได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหย 1.94 %v_{oil}/w_{dry} และ 1.64 %w_{oil}/w_{dry} และสุดท้าย คือ การกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดที่ผ่านการตากแห้งมาแล้วนำมากลั่นน้ำมันหอมระเหยจะได้น้ำมันหอมระเหยเพียง 0.55 %v_{oil}/w_{dry} และ 0.46 %w_{oil}/w_{dry} ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดสรุปได้ว่า ใบมะกรูดสดที่เก็บมาจากต้นแล้วนำมากลั่นทันทีที่ยังไม่มีการคายความชื้นออกทำให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยยังคงเหลืออยู่จำนวนมากและสามารถกลั่นแยกออกมาได้ทั้งหมด และหากนำมาสีกก่อนทำการกลั่นนั้นอาจจะทำให้เกิดการคายความชื้นบางส่วนและทำให้น้ำมันสูญเสียบ่อยออกไปก่อนที่จะทำการกลั่นน้ำมันหอมระเหยทำให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้นั้นลดลงตาม และสอดคล้องกับเมื่อนำใบมะกรูดไปทำให้แห้งแล้วนำมากลั่นน้ำมันหอมระเหยนั้นได้ปริมาณน้ำมันหอมระเขยน้อยมากนั้นเป็นสาเหตุจากน้ำมันหอมระเหยที่มีในใบมะกรูดบางส่วนนั้นได้ระเหยออกไปจากใบมะกรูดในขั้นตอนการตากแห้งแล้วทำให้เหลือน้ำมันหอมระเหยบางส่วนเท่านั้นในใบมะกรูดแห้ง เมื่อนำมากลั่นจึงทำให้ได้ปริมาณน้ำมันหอมระเขยน้อยตามไปด้วย ดังแสดงตามผลการทดลองในรูปที่ 4.

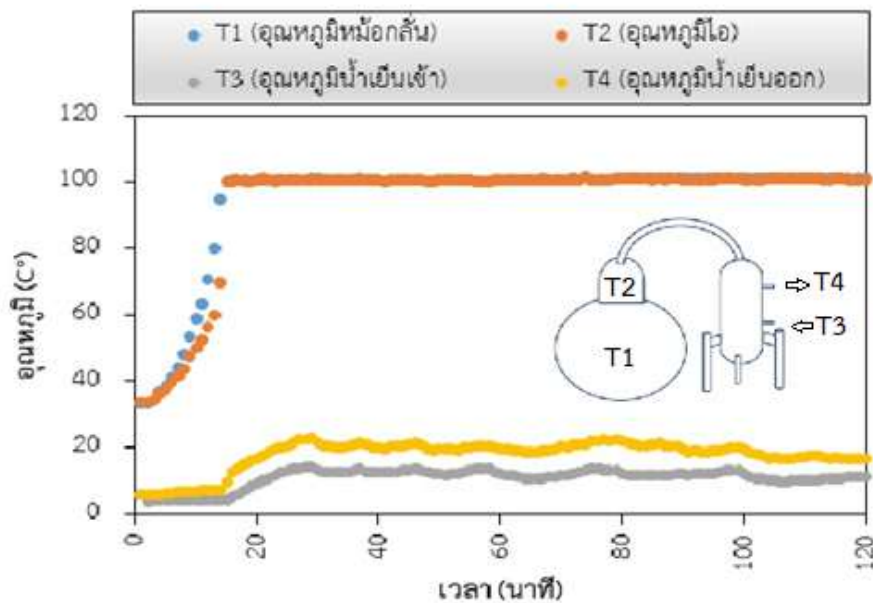


รูปที่ 4 เปรียบเทียบปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูด

ลักษณะทางความร้อนของเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย

การศึกษาลักษณะทางความร้อนของเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหยนั้น ขณะทำการทดลองได้ทำการติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิล Type K จำนวน 4 จุด ดังตำแหน่งติดตั้งดังแสดงในรูปที่ 5 โดยที่ T1 ตำแหน่งวัดอุณหภูมิความร้อนภายในเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย T2 ตำแหน่งวัดอุณหภูมิไอน้ำ T3 ตำแหน่งวัดอุณหภูมิไอน้ำเย็นเข้าสู่ชุดควบแน่น T4 ตำแหน่งวัดอุณหภูมิไอน้ำเย็นออกจากชุดควบแน่น และผลการทดลองการกลั่นน้ำมันหอมระเหยระยะเวลา 2 ชั่วโมง พบว่า T1 และ T2 มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีอุณหภูมิถึง 100 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นจุดเดือดของน้ำภายในระยะเวลา 15-25 นาที นับจากเริ่มจุดเตา T3 คือจุดวัดอุณหภูมิของน้ำเย็นเข้าซึ่งในช่วง 0-25 นาทีแรก อุณหภูมิไอน้ำที่เตรียมไว้สำหรับการควบแน่นด้วยเครื่องทำความเย็นเพื่อเข้าสู่ชุดควบแน่นจะอยู่ที่ 4-10 องศาเซลเซียส และเมื่อเวลา 25 นาที แล้วไอร้อนจากหม้อกลั่นจะไหลผ่านท่อส่งไอร้อนเข้าสู่ชุดควบแน่น อุณหภูมิไอน้ำในระบบควบแน่นจะเพิ่มขึ้นไปที่ 10-15 องศาเซลเซียส และคงนี้อยู่ในระดับอุณหภูมิดังกล่าวตลอดการทดลอง และจุด T4 วัดอุณหภูมิไอน้ำเย็นออกจากชุดควบแน่น อุณหภูมิไอน้ำเย็นออกจะสูงกว่าอุณหภูมิไอน้ำเย็นเข้าประมาณ 2-8 องศาเซลเซียส ตลอดการทดลองเนื่องจากน้ำเย็นเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนกับไอน้ำที่ได้จากหม้อกลั่นมาควบแน่นกลับ

เป็นของเหลวเพื่อแยกเอาน้ำมันหอมระเหยไอบะกุรุดทำให้อุณหภูมิน้ำเย็นขาออก T4 สูงกว่าอุณหภูมิน้ำเย็นขาเข้า T3 ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ลักษณะทางความร้อนของเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย

บทสรุป

การกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากไอบะกุรุด เพื่อให้ได้ปริมาณที่เหมาะสมหรือมากที่สุด มีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงอยู่หลายปัจจัย และปัจจัยที่สำคัญและต้องคำนึงถึง คือ ความสดของวัตถุดิบไอบะกุรุดและการเตรียมวัตถุดิบที่ถูกต้องจะทำให้ได้น้ำมันหอมระเหยในปริมาณที่เหมาะสมเช่นกัน งานวิจัยจึงได้ทำการทดลองโดยกำหนดตัวแปรเป็นวัตถุดิบไอบะกุรุดที่แตกต่างกันมาใช้ในการทดลองกลั่นน้ำมันหอมระเหย จากการทดลองสรุปได้ว่าวัตถุดิบไอบะกุรุดสดนั้นเมื่อนำมากลั่นแยกน้ำมันหอมระเหยจะได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุดคิดเป็น $2.29\% \text{v}_{\text{oil}}/\text{w}_{\text{dry}}$ และ $1.92\% \text{w}_{\text{oil}}/\text{w}_{\text{dry}}$ รองลงมาคือการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากไอบะกุรุดแบบฉีกจะได้ปริมาณน้ำมันหอมระเหย $1.94\% \text{v}_{\text{oil}}/\text{w}_{\text{dry}}$ และ $1.64\% \text{w}_{\text{oil}}/\text{w}_{\text{dry}}$ และสุดท้ายคือการกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากไอบะกุรุดที่ผ่านการตากแห้งมาแล้วเมื่อนำมากลั่นน้ำมันหอมระเหยจะได้น้ำมันหอมระเหยเพียง $0.55\% \text{v}_{\text{oil}}/\text{w}_{\text{dry}}$ และ $0.46\% \text{w}_{\text{oil}}/\text{w}_{\text{dry}}$ เมื่อพิจารณาแล้วพบว่า เมื่อนำไอบะกุรุดสดเติมไอบะกุรุดและนำมากลั่นจะทำให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยลดลงถึง 15.28% และเมื่อนำไอบะกุรุดสดไปตากแห้งก่อนค่อยนำมาทำการกลั่นแยกน้ำมันหอมระเหยพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากไอบะกุรุดแห้งลดลงถึง 75.98% ซึ่งสาเหตุมาจากการฉีกไอบะกุรุดและการตากแห้งไอบะกุรุด เป็นการทำให้ไอบะกุรุดคายความชื้นออกจากไอบะกุรุดและอาจจะทำให้น้ำมันหอมระเหยบางส่วนหายไปในช่วงเวลานี้จึงเป็นสาเหตุให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้ลดลงตามผลการวิจัยที่นำเสนอ ทั้งนี้ในเชิงคุณภาพในอนาคตควรจะมีการวัดเปรียบเทียบกับองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากการกลั่นทั้ง 3 แบบ เพื่อศึกษาความแตกต่างและจะได้อธิบายผลความแตกต่างจากกลั่นน้ำมันหอมระเหยจากวัตถุดิบไอบะกุรุดทั้ง 3 แบบทั้งในเชิงปริมาณ และคุณภาพได้อย่างครอบคลุมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ หจก.เจ.เอส.ดี. แมชชีนเนอรี สนับสนุนเครื่องกลั่นขนาด 30 ลิตร เพื่อใช้ในการทดลองเก็บข้อมูล และโรงงานกลั่นน้ำมันหอมระเหยเชิงพาณิชย์ต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์การทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- กัญจน์ญาดา นิลวาศ และพัชรี ดวงจันทร์. (2549). การศึกษาความเป็นไปได้ทางการตลาดของผลิตภัณฑ์สุขภาพจากน้ำมันหอมระเหยพืชตระกูลส้ม. รายงานผลการวิจัย. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ นครนายก.
- จักรพันธ์ จุลศรีไกรวัล, สรินยา ชัดชุมแสง, เอื้อพร ไชยวรรณ และสุวรรณา เวชอภิกุล. (2551). ผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยเพื่อสุขภาพจากมะกรูดและส้มโอและการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้. วารสารไทยเกษตรศาสตร์และวิทยาการสุขภาพ. 3(2): 203-213.
- พงษ์ศักดิ์ พลเสนา. (2555). การทดลองกลั่นน้ำมันหอมระเหยพืชสมุนไพร 10 ชนิด ด้วยเครื่องกลั่นแก้วมาตรฐาน และเครื่องกลั่นระดับชุมชน. งานสวนพฤกษศาสตร์ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ฉะเชิงเทรา.
- นำพน พิพัฒน์ไพบูลย์, สุริยา โชคเพิ่มพูน, ศรายุทธ พลสีลา, มงคล มีแสง และสันหวัจน์ ทองแดง. (2563). การศึกษาปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกรูดในระดับอุตสาหกรรมด้วยเทคนิคการกลั่นซ้ำ. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์. 7(1): 113-120.
- นำพน พิพัฒน์ไพบูลย์, สันหวัจน์ ทองแดง, สุรเชษฐ์ สีชำนาญ, มงคล มีแสง และรัชฎาวรรณ อรรถนิมาตร. (2564). การกลั่นน้ำมันหอมระเหยว่านสาวหลงด้วยเครื่องกลั่นขนาด 500 ลิตร. ใน การประชุมเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 35 วันที่ 20-22 กรกฎาคม 2564. นครปฐม. 291-298.
- Arslan A., Anjum M., Abdul G. and Jorge L.A. (2017). Development of hybrid solar distillation system for essential oil extraction. Renewable Energy 113: 22-29.
- Hsing Y.Y. and Ya C.L. (2017). Green extraction of Cymbopogon citrus essential oil by solar energy. Industrial Crops and Products 108: 716-721.
- Kusuma H.S. and Mahfud M. (2018). Kinetic studies on extraction of essential oil from sandalwood (*Santalum album*) by microwave air-hydrodistillation method. Alexandria Engineering Journal 57: 1163-1172.
- Mazlin M., Mohamad I.H.I., Nor S.L.Z.A. and Nur A.K. (2021). Review on extraction methods of essential oil from kaffir lime (*Citrus hystrix*) leaves. Journal of Academia. 9(1): 173-184.

Received: April 9, 2022; Revised: April 20, 2022; Accepted: April 20, 2022

การศึกษาพรรณไม้ดอกหอมเพื่อใช้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม A study of fragrant plants for landscape architecture

สมชญา ศรีธรรม¹ วสา วงศ์สุขแสง^{1*} และปณณธร ศรีบุญทอง¹Somchaya Sritram¹, Vasa Wongsuksaweang^{1*} and Pannaton Sonboontong¹¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ สุรินทร์

*Corresponding Author E-mail Address : saooamp@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดพันธุ์ของพรรณไม้ดอกหอมในพื้นที่สวนไม้หอม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ และศึกษาการนำพรรณไม้ดอกหอมไปใช้ประโยชน์ในงานภูมิสถาปัตยกรรม ผลการศึกษาพบพรรณไม้ดอกหอม 60 ชนิด 51 สกุล 29 วงศ์ แบ่งเป็นไม้ต้น 24 ชนิด (ร้อยละ 40) ไม้พุ่ม 18 ชนิด (ร้อยละ 30) ไม้เลื้อย 11 ชนิด (ร้อยละ 18) และ ไม้เลื้อย 7 ชนิด (ร้อยละ 12) วงศ์ที่พบมากที่สุดคือ Annonaceae และ Apocynaceae พบวงศ์ละ 9 ชนิด พบพรรณไม้ดอกหอมโทนสีขาวมากที่สุด (ร้อยละ 58) ส่วนใหญ่ออกดอกตลอดปี (ร้อยละ 57) และมีกลิ่นหอมอ่อน (ร้อยละ 57) พบดอกบานระยะ 2-3 วัน มากที่สุด (ร้อยละ 32) พรรณไม้ดอกหอมทุกชนิดมีประโยชน์ในงานภูมิสถาปัตยกรรม ดังนี้ ไม้ต้นใช้ประโยชน์เป็นไม้ให้ร่มเงา เช่น กระทิง (*Calophyllum inophyllum*) ก้านเกรา (*Fagraea fragrans*) และพิกุล (*Mimusops elengi*) ไม้พุ่มใช้ประโยชน์เป็นไม้พุ่มประดับ กรอง และลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ เช่น เข็มพวงขาว (*Ixora finlaysonian*) พุดซ้อน (*Gardenia jasminoides*) และยี่โถ (*Nerium oleander*) ไม้เลื้อยใช้ประโยชน์เป็นซุ้มไม้เลื้อยและรั้วไม้เลื้อย เช่น พวงชมพู (*Antigonon leptopus*) ม่วงมณีรัตน์ (*Bignonia magnifica*) และเล็บมือนาง (*Combretum indicum*) การเลือกพรรณไม้ดอกหอมไปใช้ประโยชน์ในงานภูมิสถาปัตยกรรมต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของพันธุ์ไม้ ลักษณะทางกายภาพ สีและความหอมของดอก โดยเลือกระดับของความหอมที่เหมาะสมกับระยะใกล้ไกลและระยะเวลาของการใช้พื้นที่ ช่วงเวลาการบานของดอก จะช่วยสร้างบรรยากาศของสวนให้หอมสดชื่น ดึงดูดผู้คน และนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น เช่น สมุนไพร อาหาร วัฒนธรรม และเศรษฐกิจ

คำสำคัญ: พรรณไม้ดอกหอม ภูมิสถาปัตยกรรม การจัดภูมิทัศน์ ไม้ดอกไม้ประดับ

Abstract

The objectives of this research were to study the species of fragrant plants in Suan Mai Hom, Rajamangala University of Technology Isan, Surin campus, and study the fragrant plants' application for landscape architecture use. Results showed 60 different species, 51 genera, and 29 families which were classified into 24 species of tree (40%), 14 species of shrub (30%), 11 species of scandent (18.%) and 7 species of the climber (12%). The family with the most plant was Annonaceae and Apocynaceae (9 species each). The most white-toned flowers (58%), most of them bloom year-round (57%) most with a light fragrance (57%), and the most common flowers bloom for 2-3 days (32%). All off these fragrant plants were useful in landscape architecture as follows: trees used as shade such as *Calophyllum inophyllum*, *Fagraea fragrans*, and *Mimusops elengi*, shrubs used as screen filters and reduce unpleasant smells such as *Ixora finlaysoniana*, *Gardenia jasminoides* and *Nerium oleander*, climber used as pergola and climber fence such as *Antigonon leptopus*, *Bignonia magnifica* and *Combretum indicum*. The selection of fragrant plants for use in landscape architecture must be suitable for the fragrant plant species, physical appearance, flower color, and fragrance. Choosing the right fragrance level for near and far, duration of space use, blooming period of flowers, create an atmosphere of the garden that smells fresh, attraction and used for other benefits such as herbs, food, culture, and economy.

Keywords: Fragrant plants, Landscape architecture, Landscaping, Ornamental plant

บทนำ

พรรณไม้ดอกหอม (Fragrant plants) เป็นพรรณไม้ที่ดอกมีกลิ่นหอมอันเนื่องมาจากต่อมน้ำหอมที่มีอยู่ภายในดอก ผลิสารหอมระเหย ส่งกลิ่นหอมฟุ้งกระจายได้แตกต่างกันตามแต่ละชนิด มีระดับความหอมที่ต่างกัน นอกจากนี้ยังมีช่วงเวลาในการส่งกลิ่นหอมได้ไม่ตรงกัน บางชนิดหอมตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืน ส่วนใหญ่เป็นไม้ไทยที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศไทยหรือกระจายพันธุ์มาจากประเทศใกล้เคียง ปลูกเพื่อช่วยสร้างบรรยากาศในสวนให้มีความสดชื่น ช่วยดับกลิ่นไม่พึงประสงค์ภายในบ้านหรือนอกบ้าน ส่วนใหญ่เป็นไม้ไทย ๆ และไม้เขตร้อนชื้น (ปิยะ, 2550) คนไทยนิยมพรรณไม้ดอกหอมโดยนำมาปลูกไม้ดอกไม้ประดับหรือปลูกไว้ใช้ประโยชน์ มีทั้งที่เป็นไม้ต้น ไม้พุ่ม ไม้พุ่มรอเลื้อย ไม้เลื้อย หรือไม้ล้มลุก การใช้ประโยชน์ของพรรณไม้ดอกหอมสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ได้แก่ (1) การใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพร รักษาโรค เช่น จำปูน การเวก กระดังงาสงขลา แก้ว จำปี และสายหยุด (2) การใช้ประโยชน์ด้านอาหาร ไม้ดอกหอมที่สามารถนำมาประกอบเป็นอาหารจากส่วนใดส่วนหนึ่งของต้น เช่น มะตาด นมแมว ยอป่า และส้มโอ (3) การใช้ประโยชน์ด้านวัฒนธรรม ใช้ในงานประเพณี งานพิธีการต่าง ๆ ประจุเป็นเครื่องหอม ปลูกเพื่อเป็นไม้มงคลประจำบ้าน เช่น จำปี สิวาดีขาว มะลิ แก้ว และพิกุล และ (4) การใช้ประโยชน์ด้านภูมิทัศน์หรือภูมิสถาปัตยกรรม (นงลักษณ์, 2551; มุกดา และคณะ, 2553; มุฮัมมัดตายุดีน และคณะ, 2561) โดยนำมาปลูกเป็นไม้ดอกและไม้ประดับสวนหรือบริเวณที่อยู่อาศัย ส่วนใหญ่เป็นพรรณไม้ดอกหอมที่มีทรงพุ่มสวยงาม ส่วนไม้ดอกหอมที่เป็นไม้พุ่มรอเลื้อย หรือไม้เลื้อย นิยมมาปลูกประดับซุ้ม ตามประตูรั้ว นอกชาน ลานบ้าน หรือเลื้อยเกาะพันรั้ว เพื่อเพิ่มความสวยงาม ส่วนชนิดที่เป็นไม้ต้นสามารถให้

ร่มเงา ปลุกเป็นต้นไม้ประดับสวน ริมนนและบังลมให้กับอาคารบ้านเรือน เช่น กันเกรา กระติง บุนนาค และลำตวน (ปิยะ, 2550; สมชญา และวสา, 2563)

การนำพรรณไม้หอมมาใช้ในการภูมิสถาปัตยกรรมเพื่อช่วยสร้างบรรยากาศในสวนให้ความสดชื่น ช่วยดับกลิ่นไม่พึงประสงค์ ให้ความรู้สึกถึงความเป็นสวนไทย หรือใช้พรรณไม้ที่บ่งบอกถึงความเป็นสวนเมืองร้อน (Tropical garden) ทั้งยังช่วยพรางส่วนที่ไม่น่ามองและสร้างจุดเด่นในมุมที่ต้องการได้ โดยเลือกให้เหมาะกับสถานที่และการใช้งาน ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงลักษณะรูปทรงต้น ลักษณะดอก ความหอมของดอก และลักษณะนิสัยต้นไม้ นั้น ๆ ว่าเหมาะกับสภาพพื้นที่และการดูแลหรือไม่ หากพรรณไม้ชนิดนั้นมีรูปทรงดอกที่สวยงาม สีสดเด่นสะดุดตา และมีทรงพุ่มสวยงามย่อมจะได้รับความนิยมมากขึ้น ทั้งนี้ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ ได้มีการรวบรวมปลูกพรรณไม้ดอกหอมในพื้นที่ทั้งหมด 8.6 ไร่ ได้ตั้งชื่อว่า “สวนไม้หอม” (พัชรภรณ์ และวสา, 2556) เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ด้านพรรณไม้ดอกหอมแก่นักศึกษาและประชาชนทั่วไป รวมถึงการวางแผนขยายพันธุ์เพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในงานภูมิทัศน์ต่อไป ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาลักษณะของพันธุ์ไม้ และจัดกลุ่มพรรณไม้ดอกหอมในพื้นที่สวนไม้หอม มทร.ธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ และ (2) ศึกษารูปแบบและแนวทางการนำพรรณไม้ดอกหอมไปใช้ประโยชน์ในงานภูมิสถาปัตยกรรม

วัตถุประสงค์ และวิธีการ

1. วิธีการศึกษา

1.1 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์เก็บข้อมูลพรรณไม้ ได้แก่ สมุดจดบันทึก กล้องบันทึกภาพ และหนังสืออ้างอิงด้านพันธุ์ไม้และพรรณไม้ในงานภูมิทัศน์

1.2 การสำรวจพรรณไม้ดอกหอม

1.2.1 กำหนดพื้นที่ศึกษาในพื้นที่สวนไม้หอม มทร.ธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ (รูปที่ 1)

1.2.2 สำรวจพรรณไม้โดยใช้วิธีการเดินสำรวจ (Walk surveyed) ทั่วทั้งพื้นที่สวนไม้หอม 8.6 ไร่ โดยนับและบันทึกจำนวนชนิดของพรรณไม้ดอกหอมที่ปรากฏอยู่ในบริเวณนั้น เก็บข้อมูลชนิดพืชโดยการถ่ายภาพพรรณไม้หอมทุกชนิด (โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ, 2560)

1.2.3 สำรวจ สังเกตลักษณะทางกายภาพและศึกษาความหอมของพรรณไม้ดอกหอมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556-2564 โดยวิธีการสังเกตและจดบันทึกลงแบบบันทึก

1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1.3.1 ตรวจสอบระดับชนิดพืช โดยวิธีเทียบเคียงกับเอกสารอ้างอิงดังนี้ เอื้องพร และทยา (2544); ปิยะ (2550); เศรษฐมนตร์ (2552); ตรวจสอบชื่อไทย ชื่อวิทยาศาสตร์ และชื่อวงศ์กับเอกสารอ้างอิงดังนี้ เต็ม (2557); คณะเภสัชศาสตร์ (ม.ป.ป.); องค์การสวนพฤกษศาสตร์ (2556)

1.3.2 วิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยร้อยละ (%) ชนิดของพรรณไม้หอม ลักษณะนิสัย สีของดอก ช่วงการออกดอก ความหอมของดอก และการบานของดอก

1.3.3 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพรรณไม้ดอกหอมและการใช้ประโยชน์ในงานภูมิสถาปัตยกรรม จากแบบบันทึกการสังเกต เอกสารอ้างอิง และสื่อสารสนเทศ ดังนี้ เอื้องพร และทยา (2544); ปิยะ (2550); พัทธภรณ์ และวสา (2556); พัทธภรณ์ (2560); บ้านและสวน (2563); บ้านและสวน (2565) จำแนกกลุ่ม ดังนี้ ลักษณะนิสัยของพรรณไม้ สีของดอก

ช่วงการออกดอก ความหอมของดอก การบานของดอก และ การนำไปใช้ในลักษณะอื่น ๆ ของงานภูมิสถาปัตยกรรม เช่น จุดเด่น จุดนำสายตา หรือพื้นที่พักผ่อน (สมจิต, 2540; เอื้อมพร และปณิธาน, 2547; เอื้อมพร และคณะ, 2556)

2. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาบริเวณสวนไม้หอม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ พื้นที่ 8.6 ไร่ (รูปที่ 1)

3. ขอบเขตการศึกษา

งานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะพรรณไม้ดอกหอมที่นำมารวบรวมปลูกในพื้นที่สวนไม้หอมเท่านั้น โดยศึกษาชนิดพันธุ์ของพรรณไม้ดอกหอมที่เป็น ไม้ต้น ไม้พุ่ม ไม้พุ่มรอเลื้อย และไม้เลื้อย จัดกลุ่มพรรณไม้ดอกหอมลักษณะวิสัย สีของดอก ช่วงการออกดอก ความหอมของดอก การบานของดอก และจัดกลุ่มการนำพรรณไม้หอมไปใช้ในงานภูมิทัศน์ รวมถึงนำเสนอรูปแบบการจัดพรรณไม้ดอกหอมในงานภูมิทัศน์



รูปที่ 1 แผนผังสวนไม้หอม พื้นที่ 8.6 ไร่ (วสา, 2564)

ผลการวิจัย

1. ชนิดของพรรณไม้ดอกหอม

จากการสำรวจพรรณไม้ดอกหอมในพื้นที่สวนไม้หอม มทร.อีสาน วช.สุรินทร์ พบ 29 วงศ์ 51 สกุล 60 ชนิด ได้แก่ Annonaceae และ Apocynaceae พบมากที่สุด 9 ชนิด รองลงมาคือ Rubiaceae 5 ชนิด Oleaceae 4 ชนิด Magnoliaceae และ Solanaceae 3 ชนิด Calophyllaceae, Gentianaceae, Mulpighiaceae และ Rosaceae พบ 2 ชนิด Asparagaceae, Bignoniaceae, Caprifoliaceae, Clusiaceae, Combretaceae, Dilleniaceae, Dipterocarpaceae, Ebenaceae, Lamiaceae, Lecythidaceae, Malvaceae, Meliaceae, Polygonaceae, Rutaceae, Salicaceae, Sapotaceae, Scrophulariaceae, Verbenaceae, และ Zygophyllaceae พบวงศ์ละ 1 ชนิด ตามลำดับ แบ่งเป็น ไม้ต้น 24 ชนิด ไม้พุ่ม 18 ชนิด ไม้พุ่มรอเลื้อย 11 ชนิด และไม้เลื้อย 7 ชนิด (ตารางที่ 1)

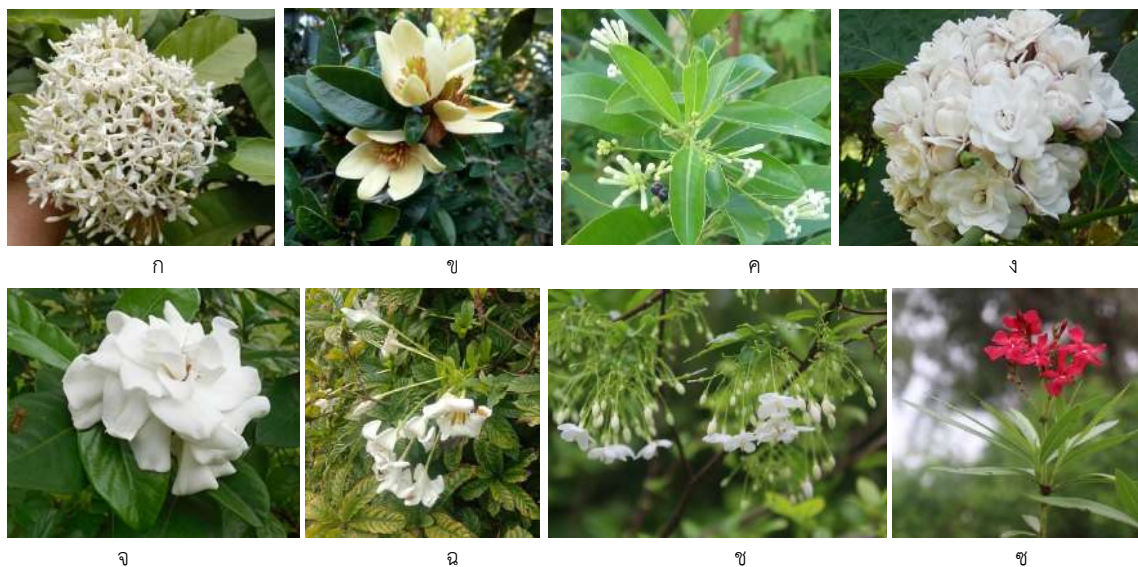
1.1 ไม้ต้น พืชที่มีเนื้อไม้มาก มีลำต้นสูงชะลูดจากพื้นดินขึ้นมาระยะหนึ่ง แล้วจึงแตกกิ่งก้านสาขาอยู่ในระดับสูง พบ 24 ชนิด (ร้อยละ 40) ได้แก่ กระดังงาไทย กระทิง กันกรา เกล็ดกะโห้ต่าง แก้ว แก้วเจ้าจอม ข้าวหลามดง ไข่ดาว คำมอกหลวง จันดง จำปา จำปี ทองประกายแสด บุนนาคสำหรับ บุนนาค ประยงค์ พะยอม พิกุล มหาพรหม รวงผึ้ง ลำดวน ลีลาวดี หอมหมื่นลี้ และสาละลังกา (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 พรรณไม้ดอกหอม (ไม้ต้น)

ก) กันกรา (*Fagraea fragrans* Roxb.) ข) เกล็ดกะโห้ต่าง (*Clusia rosea* Jacq.) ค) แก้ว (*Murraya paniculata* (L.) Jack) ง) แก้วเจ้าจอม (*Guaiacum officinale* L.) จ) ข้าวหลามดง (*Goniolathalamus laoticus* (Finet & Gagnep.) Ban) ฉ) ไข่ดาว (*Oncoba spinosa* Forssk.) ช) ทองประกายแสด (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) ซ) บุนนาค (*Mesua ferrea* L.) ฅ) พิกุล (*Mimusops elengi* L.) ญ) รวงผึ้ง (*Schoutenia glomerata* King subsp. *peregrina* (Craib) Roehm) ณ) ลำดวน (*Melodorum fruticosum* Lour.) น) สาละลังกา (*Couropita guianensis* Aubl.)

12 ไม้พุ่ม พืชที่มีเนื้อไม้ และแตกกิ่งก้านสาขาในระดับใกล้เคียงกับผิวดิน ทำให้ดูเป็นกอ พบ 18 ชนิด (ร้อยละ 30) ได้แก่ กระณิการ์ กุหลาบมอญ กุหลาบหนู แก้วมุกดา เข็มพวงขาว เขี้ยวกระแต จำปีแขก ทิวา นางแย้ม พุดจีบ พุดซ้อน พุดตะแคง พุดสามสี พุดแตงรอง โมกบ้าน ยี่โถ ราชาวดี และวาสนา (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 พรรณไม้ดอกหอม (ไม้พุ่ม)

ก) เข็มพวงขาว (*Ixora finlaysonianae* Wall. ex G. Don.) ข) จำปีแขก (*Magnolia figo* (Lour.) DC.) ค) ทิวา (*Cestrum diurnum* L.) ง) นางแย้ม (*Clerodendrum chinense* (Osbeck) Mabb. var. *chinense*) จ) พุดซ้อน (*Gardenia jasminoides* J. Ellis) ฉ) พุดแตงรอง (*Euclinia longiflora* Salisb.) ช) โมกบ้าน (*Wrightia religiosa* (Teijsm. & Binn.) Benth. ex Kurz) ซ) ยี่โถ (*Nerium oleander* L.)

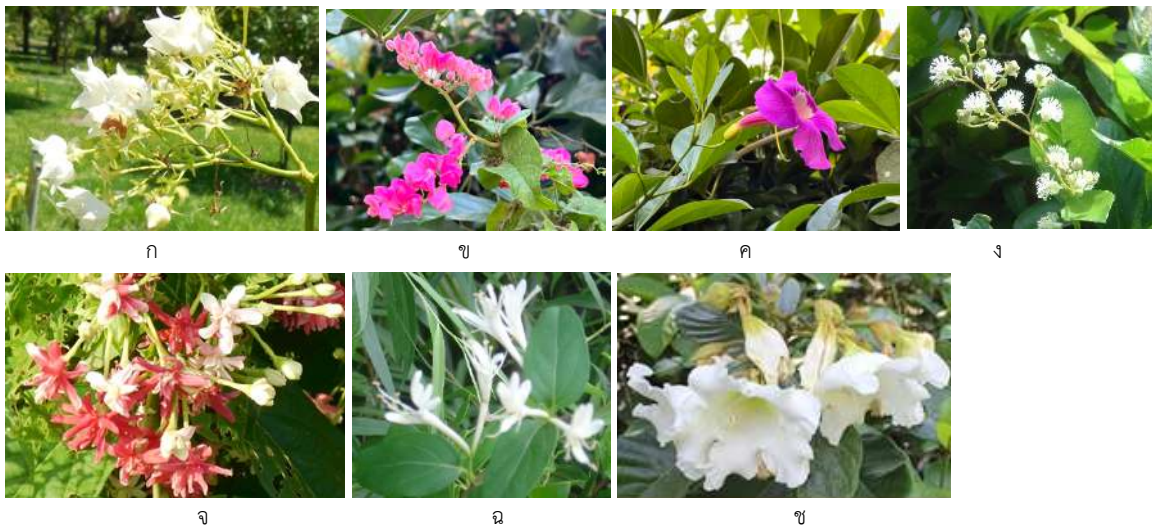
1.3 ไม้พุ่มรอเลื้อย ไม้พุ่มที่เลื้อยทอดลำต้นเกาะเกี่ยวขึ้นไป พบ 11 ชนิด (ร้อยละ 18) ได้แก่ กระดังงาสงขลา การเวก นมแมว โนรา บานบุรีเหลือง บานบุรีม่วง บูหงาแต่งงาน มะลิลา มะลูลี แยมปีนัง และสายหยุด (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 พรรณไม้ดอกหอม (ไม้พุ่มรอเลื้อย)

ก) กระดังงาสงขลา (*Cananga odorata* (Lam.) Hook. f. & Thomson var. *fruticosa* (Craib) J. Sinclair) ข) การเวก (*Artabotrys hexapetalus* (L. f.) Bhandari) ค) นมแมว (*Uvaria siamensis* (Scheff.) L.L.Zhou, Y.C.F.Su & R.M.K.Saunders) ง) บานบุรีเหลือง (*Allamanda cathartica* L.) จ) บานบุรีม่วง (*Allamanda blanchetii* A.DC.) ฉ) บูหงาแต่งงาน (*Friesodielsia desmoides* (Craib) Steenis) ช) มะลูลี (*Jasminum multiflorum* (Burm. f.) Andrews) ซ) แยมปีนัง (*Strophanthus gratus* (Wall. & Hook.) Baill.)

1.4 ไม้เลื้อย พืชที่ต้องอาศัยสิ่งอื่นเป็นหลักในการเลื้อยพันเพราะไม่สามารถทรงตัวอยู่ได้โดยลำพัง พบ 7 ชนิด (ร้อยละ 12) ได้แก่ ขำมะนา ผงชมพู ม่วงมณีรัตน์ รสสุคนธ์ขาว เล็บมือนาง สายน้ำผึ้ง และหิรัญญิก (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 พรรณไม้ดอกหอม (ไม้เลื้อย)

ก) ขำมะนา (*Vollaris glabra* (L.) Kuntze) ข) ผงชมพู (*Antigonon leptopus* Hook. & Arn.) ค) ม่วงมณีรัตน์ (*Bignonia magnifica* W. Bull.) ง) รสสุคนธ์ขาว (*Tetracera loureiri* (Finet & Gagnep.) Pierre ex Craib) จ) เล็บมือนาง (*Combretum indicum* (L.) DeFilipps) ฉ) สายน้ำผึ้ง (*Lonicera japonica* Thunb.) ช) หิรัญญิก (*Beaumontia grandiflora* Wall.)

วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี | ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2565

ตารางที่ 1 ข้อมูลพรรณไม้ดอกหอมในพื้นที่ศึกษา สวนไม้หอม มทร.อีสาน วข.สุรินทร์

ที่	ชื่อพรรณไม้	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์	ลักษณะวิสัย	สีของดอก	ฤดูออกดอก	ความหอมของดอก	การบานของดอก
1	กรรณิการ์	<i>Nyctanthes arbor-tristis</i> L.	Oleaceae	ไม้พุ่ม	ขาว	ส.ค.-ธ.ค.	หอมอ่อนกลางวัน หอมแรงกลางคืน	ดอกบาน 1 วัน
2	กระดังงาไทย	<i>Cananga odorata</i> (Lam.) Hook. f. & Thomson var. <i>odorata</i>	Annonaceae	ไม้ต้น	เขียว-เหลือง	ตลอดปี	หอมกลางตลอดวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 2-3 วัน
3	กระดังงาสงขลา	<i>Cananga odorata</i> (Lam.) Hook. f. & Thomson var. <i>fruticosa</i> (Craib) J. Sinclair	Annonaceae	ไม้พุ่มรอเลื้อย	เขียว-เหลือง	ตลอดปี	หอมกลางตลอดวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 2-3 วัน
4	กระทิง	<i>Calophyllum inophyllum</i> L.	Calophyllaceae	ไม้ต้น	ขาว	ต.ค.-ม.ค.	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 1 วัน
5	กันเกรา	<i>Fagraea fragrans</i> Roxb.	Gentianaceae	ไม้ต้น	ขาวครีม	เม.ย.-พ.ค.	หอมกลางตลอดวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 1-2 วัน
6	การเวก	<i>Artabotrys hexapetalus</i> (L. f.) Bhandari	Annonaceae	ไม้พุ่มรอเลื้อย	เขียว-เหลือง	ตลอดปี	หอมกลางตลอดวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 1 วัน
7	กุหลาบมอญ	<i>Rosa x damascena</i> Herrm.	Rosaceae	ไม้พุ่ม	หลากสี	ตลอดปี	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 2-3 วัน
8	กุหลาบหนู	<i>Rosa chinensis</i> Jacq. var. <i>minima</i> Voss	Rosaceae	ไม้พุ่ม	หลากสี	ตลอดปี	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 6-7 วัน
9	เกล็ดกะโหลกต่าง	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Clusiaceae	ไม้ต้น	ขาวอมชมพู	ตลอดปี	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 2-3 วัน
10	แก้ว	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Rutaceae	ไม้ต้น	ขาว	ตลอดปี	หอมกลางตลอดวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 1 วัน
11	แก้วเจ้าจอม	<i>Guaiacum officinale</i> L.	Zygophyllaceae	ไม้ต้น	ฟ้าอมม่วง	ส.ค.-ต.ค. ธ.ค.-เม.ย.	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 2-3 วัน
12	แก้วมุกดา	<i>Fagraea ceilonica</i> Thunb.	Gentianaceae	ไม้พุ่ม	ขาวอมเหลือง	พ.ค.-ธ.ค.	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 1-2 วัน
13	ข้าวหลามตง	<i>Goniotalamus laoticus</i> (Finet & Gagnep.) Ban	Annonaceae	ไม้ต้น	เหลืองอมส้ม	เม.ย.-ก.ค.	หอมกลางตลอดวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 2-3 วัน
14	เข็มพวงขาว	<i>Ixora finlaysonianae</i> Wall. ex G. Don	Rubiaceae	ไม้พุ่ม	ขาว	ตลอดปี	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 2-3 วัน
15	เขี้ยวกระแต	<i>Coffea benghalensis</i> B. Heyne ex Schult.	Rubiaceae	ไม้พุ่ม	ขาว	ตลอดปี	หอมกลางตลอดวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 1 วัน
16	ไข่ดาว	<i>Oncoba spinosa</i> Forssk.	Salicaceae	ไม้ต้น	ขาว	ตลอดปี	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 2-3 วัน
17	คำมอกหลวง	<i>Gardenia sootepensis</i> Hutch.	Rubiaceae	ไม้ต้น	เหลือง	มี.ค.-เม.ย.	หอมกลางตลอดวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 2-3 วัน
18	จันทง	<i>Diospyros dasyphylla</i> Kurz	Ebenaceae	ไม้ต้น	ครีม	ก.พ.-มี.ค.	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 6-7 วัน
19	จำปา	<i>Magnolia champaca</i> (L.) Baill ex Pierre var. <i>champaca</i>	Magnoliaceae	ไม้ต้น	เหลือง-น้ำตาล	ก.พ.-ส.ค.	หอมกลางตลอดวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 1 วัน
20	จำปี	<i>Magnolia x alba</i> (DC.) Figlar	Magnoliaceae	ไม้ต้น	ขาว	ส.ค.-พ.ย.	หอมกลางตลอดวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 1 วัน
21	จำปีแขก	<i>Magnolia figo</i> (Lour.) DC.	Magnoliaceae	ไม้พุ่ม	ขาวครีม	เม.ย.-ต.ค.	หอมกลางตลอดวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 1 วัน
22	ชำมะนาด	<i>Vollaris glabra</i> (L.) Kuntze	Apocynaceae	ไม้เลื้อย	ขาว	ม.ค.-มี.ค.	หอมแรงตลอดวัน หอมเหมือนข้าวใหม่	ดอกบาน 1 วัน

วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี | ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2565

ที่	ชื่อพรรณไม้	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์	ลักษณะวิสัย	สีของดอก	ฤดูออกดอก	ความหอมของดอก	การบานของดอก
23	ทองประกายแสด	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Mulpighiaceae	ไม้ต้น	เหลืองอมส้ม	เม.ย.-พ.ค.	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 6-7 วัน
24	ทิวา	<i>Cestrum diurnum</i> L.	Solanaceae	ไม้พุ่ม	ขาว	ตลอดปี	หอมกลางตลอดวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 2-3 วัน
25	นมแมว	<i>Uvaria siamensis</i> (Scheff.) L.L.Zhou, Y.C.F.Su & R.M.K.Saunders	Annonaceae	ไม้พุ่มรอเลื้อย	เหลืองนวล	ส.ค.-ต.ค.	หอมกลางตลอดวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 2-3 วัน
26	นางแย้ม	<i>Clerodendrum chinense</i> (Osbeck) Mabb. var. <i>chinense</i>	Lamiaceae	ไม้พุ่ม	ขาวอมชมพู	ตลอดปี	หอมอ่อนกลางวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 3-4 วัน
27	โนรา	<i>Hiptoge benghalensis</i> (L.) Kurz subsp. <i>benghalensis</i>	Mulpighiaceae	ไม้พุ่มรอเลื้อย	ขาวกลางดอก เหลือง	ธ.ค.-ก.พ.	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 3-4 วัน
28	บานบุรีเหลือง	<i>Allamanda cathartica</i> L.	Apocynaceae	ไม้พุ่มรอเลื้อย	เหลือง	ตลอดปี	หอมอ่อนกลางวัน หอมแรงช่วงเช้า	ดอกบาน 1-2 วัน
29	บานบุรีม่วง	<i>Allamanda blanchetii</i> A.DC.	Apocynaceae	ไม้พุ่มรอเลื้อย	ม่วง	ตลอดปี	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 1-2 วัน
30	บุหงาส่าหรี	<i>Citharexylum spinosum</i> L.	Verbenaceae	ไม้ต้น	ขาว	ตลอดปี	หอมแรงตลอดวัน	ดอกบาน 2-3 วัน
31	บุหงาแต่งงาน	<i>Friesodielsia desmoides</i> (Craib) Steenis	Annonaceae	ไม้พุ่มรอเลื้อย	เหลืองนวล	ตลอดปี	หอมกลางตลอดวัน	ดอกบาน 1 วัน
32	บุรณาค	<i>Mesua ferrea</i> L.	Calophyllaceae	ไม้ต้น	ขาว	ม.ค.-มี.ค.	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 1-2 วัน
33	ประยงค์	<i>Aglaia odorata</i> Lour.	Meliaceae	ไม้ต้น	เหลือง	ส.ค.-ธ.ค.	หอมอ่อนกลางวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 1-2 วัน
34	พะยอม	<i>Shorea roxburghii</i> G.Don	Dipterocarpaceae	ไม้ต้น	ขาวครีม	ธ.ค.-ก.พ.	หอมแรงตลอดวัน	ดอกบาน 3-4 วัน
35	พวงชมพู	<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn.	Polygonaceae	ไม้เลื้อย	ชมพู	ตลอดปี	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 3-4 วัน
36	พิกุล	<i>Mimusops elengi</i> L.	Sapotaceae	ไม้ต้น	ขาวครีม	ตลอดปี	หอมอ่อนกลางวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 1-2 วัน
37	พุทจีบ	<i>Tabernaemontana divaricata</i> (L.) R.Br. ex Roem. & Schult.	Apocynaceae	ไม้พุ่ม	ขาว	ตลอดปี	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 2-3 วัน
38	พุทซ้อน	<i>Gardenia jasminoides</i> J. Ellis	Rubiaceae	ไม้พุ่ม	ขาว	ตลอดปี	หอมอ่อนกลางวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 6-7 วัน
39	พุทตะแคง	<i>Brunfelsia americana</i> L.	Solanaceae	ไม้พุ่ม	เหลือง	ตลอดปี	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 2-3 วัน
40	พุทสามสี	<i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl) D. Don	Solanaceae	ไม้พุ่ม	ม่วง ม่วงอ่อน ขาว	ตลอดปี	หอมกลางตลอดวัน หอมแรงช่วงเช้า และช่วงเย็น	ดอกบาน 2-3 วัน
41	พุทแตรงอน	<i>Euclinia longiflora</i> Salisb.	Rubiaceae	ไม้พุ่ม	ขาวครีม	ตลอดปี	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 2-3 วัน
42	ม่วงมณีรัตน์	<i>Bignonia magnifica</i> W. Bull	Bignoniaceae	ไม้เลื้อย	ม่วง	พ.ย.-ก.พ.	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 1-2 วัน
43	มหาพรหม	<i>Mitrephora winitii</i> Craib	Annonaceae	ไม้ต้น	ขาววงในชมพู	เม.ย.-พ.ค.	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 1-2 วัน
44	มะลิลา	<i>Jasminum sambac</i> (L.) Aiton	Oleaceae	ไม้พุ่มรอเลื้อย	ขาว	ตลอดปี	หอมกลางตลอดวัน หอมแรงช่วงเช้าและช่วงเย็น	ดอกบาน 3-4 วัน

วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี | ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2565

ที่	ชื่อพรรณไม้	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อวงศ์	ลักษณะวิสัย	สีของดอก	ฤดูออกดอก	ความหอมของดอก	การบานของดอก
45	มะลิลี	<i>Jasminum multiflorum</i> (Burm. f.) Andrews	Oleaceae	ไม้พุ่มรอเลื้อย	ขาว	ตลอดปี	หอมอ่อนกลางวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 1-2 วัน
46	โมกบ้าน	<i>Wrightia religiosa</i> (Teijsm. & Binn.) Benth. ex Kurz	Apocynaceae	ไม้พุ่ม	ขาว	ตลอดปี	หอมอ่อนกลางวัน หอมแรงกลางคืน	ดอกบาน 1-2 วัน
47	ยี่โถ	<i>Nerium oleander</i> L.	Apocynaceae	ไม้พุ่ม	ชมพูเข้ม/แดง	ตลอดปี	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 2-3 วัน
48	แย้มปิ่น	<i>Strophanthus gratus</i> (Wall. & Hook.) Baill.	Apocynaceae	ไม้พุ่มรอเลื้อย	ชมพูอมม่วง	ตลอดปี	หอมอ่อนกลางวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 6-7 วัน
49	รวงผึ้ง	<i>Schoutenia glomerata</i> King subsp. <i>peregrina</i> (Craib) Roekm	Malvaceae	ไม้ต้น	เหลือง	ก.ค.-ต.ค.	หอมกลางตลอดวัน	ดอกบาน 6-7 วัน
50	รสสุคนธ์ขาว	<i>Tetracera loureiri</i> (Finet & Gagnep.) Pierre ex Craib	Dilleniaceae	ไม้เลื้อย	ขาว	ตลอดปี	หอมกลางตลอดวัน หอมแรงกลางคืน	ดอกบาน 4-5 วัน
51	ราชวटी	<i>Buddleja paniculata</i> Wall.	Scrophulariaceae	ไม้พุ่ม	ขาว	เม.ย.-ก.ค.	หอมกลางตลอดวัน หอมแรงกลางคืน	ดอกบาน 1-2 วัน
52	ลำดวน	<i>Melodorum fruticosum</i> Lour.	Annonaceae	ไม้ต้น	เหลืองนวล	ม.ค.-มี.ค.	หอมอ่อนกลางวัน หอมแรงช่วงเย็น	ดอกบาน 1-2 วัน
53	ลีลาวดี	<i>Plumeria rubra</i> L.	Apocynaceae	ไม้ต้น	ขาวนวล	ตลอดปี	หอมกลางตลอดวัน	ดอกบาน 4-5 วัน
54	เล็บมือนาง	<i>Combretum indicum</i> (L.) DeFilipps	Combretaceae	ไม้เลื้อย	ชมพู-แดง	ตลอดปี	หอมกลางตลอดวัน หอมแรงกลางคืน	ดอกบาน 3-4 วัน
55	วาสนา	<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl.	Asparagaceae	ไม้พุ่ม	ขาว	พ.ย.-ม.ค.	หอมกลางตลอดวัน หอมแรงกลางคืน	ดอกบาน 3-4 วัน
56	สายน้ำผึ้ง	<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	Caprifoliaceae	ไม้เลื้อย	ขาว-เหลือง	ตลอดปี	หอมอ่อนกลางวัน หอมแรงกลางคืน	ดอกบาน 3-4 วัน
57	สายหยุด	<i>Desmos chinensis</i> Lour.	Annonaceae	ไม้พุ่มรอเลื้อย	ขาว-เหลือง	ตลอดปี	หอมอ่อนกลางวัน หอมแรงช่วงเช้า	ดอกบาน 1-2 วัน
58	หอมหมื่นลี้	<i>Osmanthus fragrans</i> Lour.	Oleaceae	ไม้ต้น	ขาว	ต.ค.-ก.พ.	หอมแรงตลอดวัน	ดอกบาน 2-3 วัน
59	หิรัญญิก	<i>Beaumontia grandiflora</i> Wall.	Apocynaceae	ไม้เลื้อย	ขาว	ธ.ค.-เม.ย.	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 2-3 วัน
60	สาละลังกา	<i>Couropita guianensis</i> Aubl.	Lecythidaceae	ไม้ต้น	ชมพูอมแดง	ตลอดปี	หอมอ่อนตลอดวัน	ดอกบาน 1 วัน

2. การจัดกลุ่มพรรณไม้ดอกหอม

2.1 การจัดกลุ่มตามสีของดอก แบ่งได้ 4 กลุ่ม ดังนี้ (1) กลุ่มสีขาว ขาวครีม ขาว-เหลือง ขาวอมชมพู ได้แก่ วรรณิการ์ กระทิง แก้ว เข็มพวงขาว เขี้ยวกระแต ไข่ดาว จำปี ชำมะนาด ทิวา บุนนาค พุดจิบ พุดซ้อน มะลิลา มะลูลี โมก บ้าน รสสุคนธ์ขาว ราชาวดี วาสนา หอมหมื่นลี้ หิรัญญิการ์ พะยอม พิกุล พุดตรงอน จำปีแขก กันเกรา ลีลาวดี แก้วมุกดา จันทง มหาพรหม เกล็ดกะโหลกต่าง นางแย้ม โนรา สายน้ำผึ้ง และสายหยุด (2) กลุ่มสีเหลือง เหลืองนวล เขียว-เหลือง เหลือง-น้ำตาล ได้แก่ กระดังงาไทย กระดังงาสงขลา การเวก คำมอกหลวง บานบุรีเหลือง ประยงค์ พุดตะแคง รวงผึ้ง นมแมว บุนนาค แต่งงาน ลำดวน และจำปา (3) กลุ่มสีชมพู ชมพูอมแดง ชมพูอมม่วง แดง ส้ม ได้แก่ พวงชมพู เล็บมือนาง ยี่โถ สาละลังกา แย้มปิ่น ข้าวหลามดง และทองประกายแสด (4) กลุ่มสีม่วง ฟ้าม่วง ได้แก่ แก้วเจ้าจอม บานบุรีม่วง ม่วงมณีรัตน์ พุดสามสี และ (5) กลุ่มดอกหลากสี ได้แก่ กุหลาบมอญ และกุหลาบหนู

2.2 การจัดกลุ่มตามช่วงการออกดอก แบ่งได้ 4 กลุ่ม ดังนี้ (1) ออกดอกตลอดปี ได้แก่ กระดังงาไทย กระดังงาสงขลา การเวก เกล็ดกะโหลกต่าง แก้ว ไข่ดาว กุหลาบมอญ กุหลาบหนู เข็มพวงขาว เขี้ยวกระแต ทิวา บานบุรีเหลือง บานบุรีม่วง บุนนาค แต่งงาน บุนนาคสำหรับ นางแย้ม พวงชมพู พิกุล พุดจิบ พุดซ้อน พุดตะแคง พุดสามสี พุดตรงอน โมกบ้าน ยี่โถ รสสุคนธ์ขาว ลีลาวดี เล็บมือนาง มะลิลา มะลูลี แย้มปิ่น สายหยุด สายน้ำผึ้ง และสาละลังกา (2) ออกดอกฤดูฝน ฝน-หนาว ได้แก่ รวงผึ้ง แก้วเจ้าจอม นมแมว แก้วมุกดา ประยงค์ วรรณิการ์ และจำปี (3) ออกดอกฤดูหนาว หนาว-ร้อน ได้แก่ หอมหมื่นลี้ กระทิง พะยอม โนรา ม่วงมณีรัตน์ วาสนา หิรัญญิการ์ บุนนาค ลำดวน และชำมะนาด และ (4) ออกดอกฤดูร้อน ร้อน-ฝน ได้แก่ จันทง คำมอกหลวง กันเกรา มหาพรหม ทองประกายแสด จำปา ข้าวหลามดง ราชาวดี และจำปีแขก

2.3 การจัดกลุ่มตามความหอมของดอก แบ่งได้ 3 กลุ่ม ดังนี้ (1) กลุ่มหอมแรงตลอดวัน ได้แก่ ชำมะนาด บุนนาคสำหรับ พะยอม และหอมหมื่นลี้ (2) กลุ่มหอมกลาง ประกอบด้วย หอมกลางตลอดวัน ได้แก่ บุนนาคแต่งงาน ลีลาวดี และรวงผึ้ง หอมกลางช่วงกลางวัน-หอมแรงช่วงเช้า ได้แก่ พุดสามสี และมะลิลา หอมกลางช่วงกลางวัน-หอมแรงช่วงเย็นถึงกลางคืน ได้แก่ พุดสามสี และมะลิลา และ (3) กลุ่มหอมอ่อน ประกอบด้วย หอมอ่อนตลอดวัน ได้แก่ กระทิง กุหลาบมอญ กุหลาบหนู เกล็ดกะโหลกต่าง แก้วเจ้าจอม แก้วมุกดา เข็มพวงขาว ไข่ดาว จันทง ทองประกายแสด บานบุรีม่วง บุนนาค พุดจิบ พวงชมพู พุดตรงอน พุดตะแคง ม่วงมณีรัตน์ มหาพรหม ยี่โถ สายน้ำผึ้ง สาละลังกา และหิรัญญิการ์ หอมอ่อนช่วงกลางวัน-หอมแรงช่วงเช้า ได้แก่ กระดังงาสงขลา นางแย้ม บานบุรีเหลือง ประยงค์ พุดซ้อน มะลูลี พิกุล แย้มปิ่น ลำดวน และสายหยุด หอมอ่อนช่วงกลางวัน-หอมแรงช่วงเย็นถึงกลางคืน ได้แก่ วรรณิการ์ และโมกบ้าน

2.4 การจัดกลุ่มตามการบานของดอก แบ่งได้ 3 กลุ่ม ดังนี้ (1) ดอกบานสั้น ประกอบด้วย บาน 1 วัน ได้แก่ วรรณิการ์ กระทิง การเวก แก้ว เขี้ยวกระแต จำปา จำปี จำปีแขก ชำมะนาด บุนนาคแต่งงาน และสาละลังกา บาน 1-2 วัน ได้แก่ กันเกรา แก้วมุกดา บานบุรีเหลือง บานบุรีม่วง บุนนาค ประยงค์ พิกุล ม่วงมณีรัตน์ มหาพรหม มะลูลี โมกบ้าน ราชาวดี ลำดวน และสายหยุด (2) ดอกบานกลาง ประกอบด้วย บาน 2-3 วัน ได้แก่ กระดังงาไทย กระดังงาสงขลา กุหลาบมอญ เกล็ดกะโหลกต่าง แก้วเจ้าจอม ข้าวหลามดง เข็มพวงขาว ไข่ดาว คำมอกหลวง ทิวา นมแมว บุนนาคสำหรับ พุดจิบ พุดตะแคง พุดสามสี พุดตรงอน ยี่โถ หอมหมื่นลี้ และหิรัญญิการ์ บาน 3-4 วัน ได้แก่ นางแย้ม โนรา พะยอม พวงชมพู มะลิลา เล็บมือนาง วาสนา และสายน้ำผึ้ง และ (3) ดอกบานยาว ประกอบด้วย บาน 4-5 วัน ได้แก่ รสสุคนธ์ขาว และลีลาวดี บาน 5-7 วัน ได้แก่ กุหลาบหนู จันทง ทองประกายแสด พุดซ้อน แย้มปิ่น และรวงผึ้ง

การอภิปรายผล

1. ความหลากหลายชนิดของพรรณไม้ดอกหอม

จากผลการวิจัย พบว่า วงศ์ของพรรณไม้ดอกหอมในพื้นที่สวนไม้หอม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พบมากที่สุดคือ Annonaceae และ Apocynaceae รองลงมาคือ Rubiaceae, Oleaceae และ Magnoliaceae สอดคล้องกับงานวิจัยของนงลักษณ์ (2551) ที่พบวงศ์ของพรรณไม้ดอกหอมโดยการสำรวจและรวบรวมพรรณไม้หอมและไม้หอมหายาก จังหวัดสงขลา คือ Annonaceae, Apocynaceae, Magnoliaceae, Oleaceae และ Rubiaceae ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ มุกดา และคณะ (2553) ที่พบวงศ์ของพรรณไม้ดอกหอมในเขตอำเภอรัตนบุรี จังหวัดสงขลา คือ Annonaceae, Apocynaceae, Oleaceae และ Rubiaceae ตามลำดับ และงานวิจัยของ มุอำหัตตายุติน และคณะ (2561) พบวงศ์ของพรรณไม้ดอกหอมในเขตอำเภอเมือง จังหวัดยะลา คือ Annonaceae, Orchidaceae, Apocynaceae และ Magnoliaceae ตามลำดับ ซึ่งสรุปได้ว่าวงศ์ Annonaceae เป็นวงศ์ที่พบมากที่สุด เนื่องจากมีลักษณะพรรณไม้ในวงศ์นี้ส่วนใหญ่ มีกลิ่นหอมและพบในประเทศไทย ทนต่อสภาพแวดล้อมและดูแลรักษาง่าย ส่วนใหญ่มีกลิ่นหอมตลอดวัน บานตลอดปีและบานทนกว่าวงศ์อื่น ๆ หากมีการนำมาปลูกเลี้ยง ขยายพันธุ์ หรือปรับปรุงพันธุ์ จะทำให้เกิดประโยชน์แก่ชุมชนและประโยชน์ทางเศรษฐกิจได้ในอนาคต (สมขญา และคณะ, 2564) ด้านลักษณะนิสัยของพรรณไม้ดอกหอมในพื้นที่สวนไม้หอม มหาวิทยาลัยธัญบุรี พบลักษณะนิสัย 2 อันดับแรกคือ ไม้ต้นและไม้พุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับ วงจันทร์ (2540) ได้สรุปข้อมูลของพรรณไม้ดอกหอม 98 ชนิด พบไม้ต้นและไม้พุ่มมากที่สุดประเภทละ 26 ชนิด และได้สรุปว่า พรรณไม้ดอกหอมส่วนใหญ่ใช้เป็นไม้ดอกและไม้ประดับ ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ มุกดา และคณะ (2553) ได้สรุปความหลากหลายทางชีวภาพของพรรณไม้ดอกหอมในเขตอำเภอรัตนบุรี จังหวัดสงขลา พบลักษณะนิสัย 2 อันดับแรกคือ ไม้พุ่มและไม้ต้น และงานวิจัยของ มุอำหัตตายุติน และคณะ (2564) ที่พบไม้ต้นมากที่สุด รองลงมาคือ ไม้เถา ใช้ประโยชน์พรรณไม้หอมในด้านภูมิทัศน์ทั้งหมด 38 ชนิด ซึ่งมากกว่าการใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ โดยเลือกพรรณไม้ดอกหอมที่มีทรงพุ่มที่สวยงาม มีกลิ่นหอมของดอกและเป็นต้นไม้ที่ให้ร่มเงาเหมาะที่จะปลูกเป็นต้นไม้ประดับ สวน ถนน และกำแพง ซึ่งทำให้เห็นถึงความสำคัญและความเหมาะสมของพรรณไม้ดอกหอมที่สามารถนำมาใช้ในงานด้านภูมิสถาปัตยกรรมได้อย่างหลากหลาย โดยส่วนใหญ่นำมาปลูกเพื่อสร้างบรรยากาศของสวนให้มีกลิ่นหอมทั้งกลางวันและกลางคืน ทำให้เกิดแรงดึงดูดให้แก่พื้นที่สวน โดยนำไปใช้ในด้านไม้ให้ร่มเงา ปลูกริมถนน บังลม ปลูกเป็นไม้ประดับซุ่ม และเป็นไม้ดอกไม้ประดับสวน ทั้งในพื้นที่บ้านพักอาศัยและพื้นที่สาธารณะต่าง ๆ

2. การนำพรรณไม้ดอกหอมไปใช้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม

จากการวิเคราะห์ลักษณะของพรรณไม้ดอกหอมจากผลการศึกษา และพิจารณาตามหลักการดำเนินงานภูมิสถาปัตยกรรม พบว่า พรรณไม้หอมทุกชนิดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านภูมิสถาปัตยกรรมได้ โดยพิจารณานำเสนอเป็นแนวทางการนำไปใช้งานตามหัวข้อ ดังนี้ ลักษณะนิสัยของพรรณไม้ สีของดอก ช่วงการออกดอก ความหอมของดอก การบานของดอก และการนำไปใช้ในลักษณะอื่น ๆ ของงานภูมิสถาปัตยกรรม

2.1 ลักษณะนิสัยของพรรณไม้หอมกับการใช้งานด้านภูมิสถาปัตยกรรม

2.1.1 ไม้ต้นดอกหอม โดยส่วนใหญ่นำไปใช้เป็นไม้ให้ร่มเงาที่ให้กลิ่นหอม ให้ร่มเงาบ้านพักอาศัย บังแดดหรือบังลม (shade) ได้แก่ กระจังงาไทย กระจัง ก้นเกรา เกล็ดกะโหลก แก้ว แก้วเจ้าจอม ข้าวหลามดง ไข่ดาว คามอกหลวง จันตง จำปี จำปา ทองประกายเสด บุนนาค ประยงค์ พะยอม พิกุล มหาพรหม รวงผึ้ง ลำดวน ลิลาวดี หอมหมื่นลี้ และสาละลังกา ปลูกเป็นลานจอดรถ (Parking) หรือริมถนน โดยไม่เป็นอันตรายต่อรถหรือผู้คนสัญจร ได้แก่ กระจัง ก้นเกรา เกล็ดกะโหลก บุนนาค ประยงค์ พิกุล รวงผึ้ง และลำดวน (สมจิต, 2540; จิรายุพิน และวชิรพงศ์, 2548; เอี่ยมพร และคณะ, 2556)

2.1.2 ไม้พุ่มดอกหอม โดยส่วนใหญ่จะนำไปเป็นไม้ปิดกั้นและกรองที่ให้กลิ่นหอม กันสิ่งไม่พึงประสงค์ (Screen) ใช้ทำเป็นรั้ว (Fence) กันลม (Wind break) และ กรอง (Filter) เช่น กรองแสง กรองเสียง กรองฝุ่น และช่วยลดปัญหากลิ่นไม่พึงประสงค์ ได้แก่ วรรณิการ์ กุหลาบมอญ กุหลาบหนู แก้วมุกดา เข็มพวงขาว เขียวกระแต จำปีแขก ทิวา นางแย้ม พุดจิบ พุดซ้อน พุดตะแบก พุดสามสี พุดแดงอิน โมกบ้าน ยี่โถ ราชวดี และวาสนา นำมาปลูกเป็นพรรณไม้ประดับแปลงหรือปลูกเป็นกลุ่มก้อน เพื่อประดับบ้านเรือนตลอดจนสวนสาธารณะ เป็นพรรณไม้ดอกหอมขนาดเล็กเจริญเติบโตเร็ว ใบและดอกมีสีสวยงาม (สมจิต, 2540) ได้แก่ กุหลาบมอญ กุหลาบหนู เข็มพวงขาว นางแย้ม พุดสามสี โมกบ้าน ยี่โถ และราชวดี

2.1.3 ไม้พุ่มรอเลื้อยดอกหอม สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เหมือนกับไม้พุ่มดอกหอมและไม้เลื้อยดอกหอม โดยนำมาปลูกเป็นพรรณไม้เพื่อปิดกั้นและกรองแสง เสียง ได้แก่ บานบุรีเหลือง บานบุรีม่วง มะลิลา และมะลูลี ในกรณีปลูกเป็นไม้เลื้อยตามซุ้มหลังคา ชานบ้านเพื่อให้มีกลิ่นหอม หรือปลูกเป็นพรรณไม้เลื้อยพันตามโครงสร้างของรั้วเช่นเดียวกับไม้เลื้อย ได้แก่ กระดังงาสงขลา การเวก นมแมว โนรา บานบุรีเหลือง บานบุรีม่วง บุนหาแต่งงาน มะลิลา มะลูลี และแย้มปิ่น

2.1.4 ไม้เลื้อยดอกหอม โดยส่วนใหญ่ปลูกเป็นไม้ที่เลื้อยตามซุ้มหลังคาหรือชานบ้าน ปลูกเป็นลานพักผ่อนเพื่อเป็นร่มเงา สร้างความสวยงามและมีกลิ่นหอม ได้แก่ ชำมะนาด พวงชมพู ม่วงมณีนีลรัตน์ รสสุคนธ์ขาว เล็บมือนาง สายน้ำผึ้ง และหิรัญญิการ์ รวมถึงปลูกเป็นพรรณไม้เลื้อยพันตามโครงสร้างของรั้ว ลักษณะของพรรณไม้ต้องเจริญเติบโตเร็ว ไม่ร่วงหล่นง่าย ได้แก่ ชำมะนาด พวงชมพู ม่วงมณีนีลรัตน์ รสสุคนธ์ขาว และเล็บมือนาง

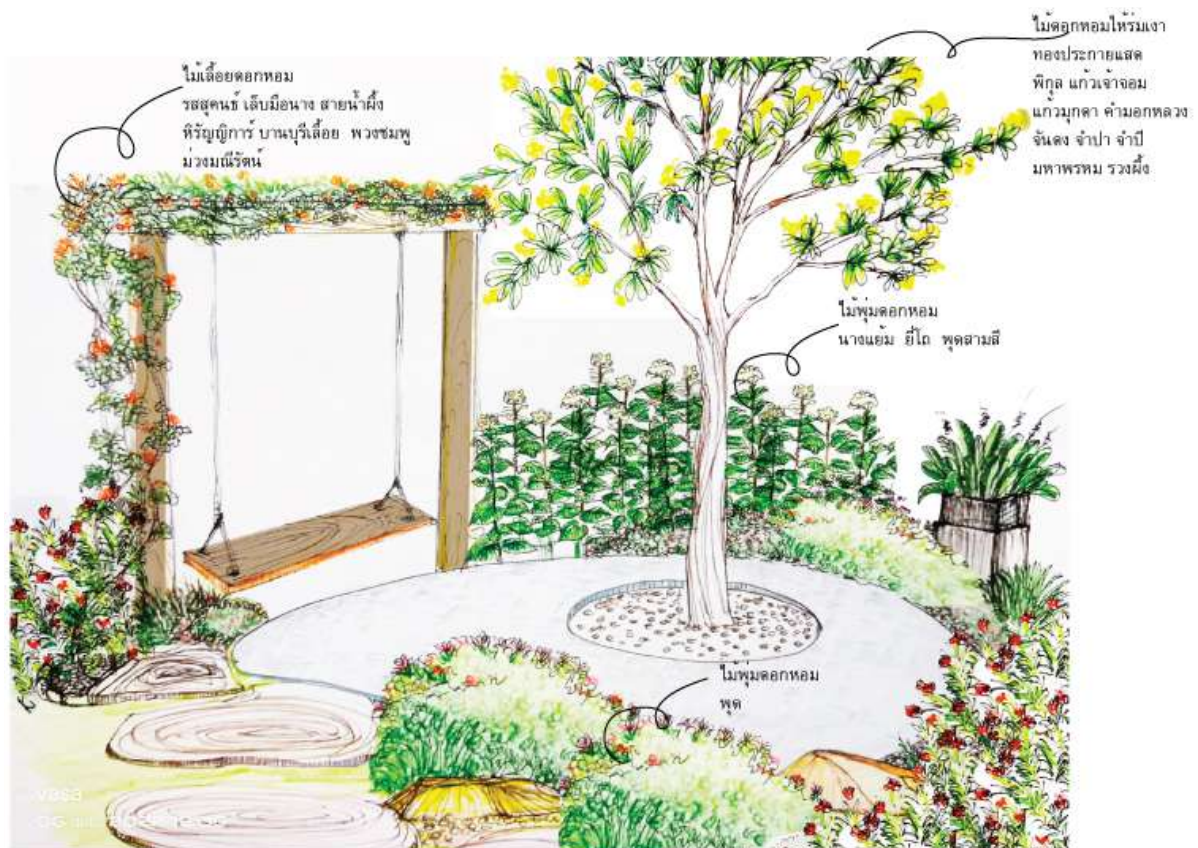
2.2 สีของดอกกับการใช้งานด้านภูมิสถาปัตยกรรม โดยส่วนใหญ่สีของพรรณไม้ดอกหอมจะมีสีขาว-ขาวครีม (ร้อยละ 58) เป็นสีที่ไม่เด่นสะดุดตาเหมือนสีอื่น แต่มีข้อดีคือการปลูกพรรณไม้ดอกหอมโทนสีขาว ช่วยทำให้จิตใจสงบ ปลอดภัย และผ่อนคลายจึงเป็นสีดอกที่ทำให้เกิดบรรยากาศเย็นสบายตา เรียบง่าย เช่น วรรณิการ์ กระติง แก้ว เข็มพวงขาว บุนหาแต่งงาน พุดซ้อน มะลิลา มะลูลี โมกบ้าน รสสุคนธ์ขาว ราชวดี และลีลาวดี เป็นต้น ส่วนพรรณไม้โทนสีเหลือง-น้ำตาล (ร้อยละ 20) เป็นสีที่พบอันดับรองลงมา การนำพรรณไม้ดอกหอมโทนสีเหลืองมาปลูก ทำให้สวนมีความสว่างสดใส สร้างพลังด้านบวก ความมีชีวิตชีวา มีจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ เช่น คำมอกหลวง บานบุรีเหลือง ประยงค์ พุดตะแบก รวงผึ้ง และจำปา เป็นต้น การปลูกพรรณไม้โทนสีชมพู ชมพูอมแดง ชมพูอมม่วง เป็นสีที่ให้ความรู้สึกถึงความรักและสร้างความกระปรี้กระเปร่า ได้แก่ ข้าวหลามแดง พวงชมพู สาละลังกา และแย้มปิ่น ส่วนพรรณไม้หอมดอกสีแดง-ส้ม และกลุ่มดอกหลากสี ช่วยสร้างความกระตือรือร้นสร้างพลัง เป็นสีที่ร้อนแรง เบิกบาน รื่นเริงและทำให้มีชีวิตชีวา ได้แก่ กุหลาบมอญ กุหลาบหนู เล็บมือนาง ยี่โถ และทองประกายแสด ส่วนพรรณไม้ดอกโทนสีม่วง ฟ้าม่วง เป็นสีที่ให้ความรู้สึกสงบเยือกเย็น ปลอดภัยสบาย ช่วยสร้างบรรยากาศและความโรแมนติก ได้แก่ แก้วเจ้าจอม บานบุรีม่วง ม่วงมณีนีลรัตน์ และพุดสามสี การเลือกใช้สีของดอกพรรณไม้ดอกหอมอาจมีการเลือกใช้พรรณไม้โทนเดียวกัน เลือกใช้พรรณไม้โทนสีตัดกันหรือสองสี และสามารถนำสีของดอกมาผสมกันหลายสี แต่ควรเลือกไม่เกิน 4 สี เพื่อไม่ให้เกิดความหลากหลายจนเกินไปซึ่งจะทำให้เกิดการสายตาและขาดจุดเด่น

2.3 ช่วงการออกดอก/ฤดูกาลออกดอกกับการใช้งานด้านภูมิสถาปัตยกรรม ความพิเศษของไม้ดอกหอมคือมีช่วงเวลาให้กลิ่นที่แตกต่างกัน เช่น หอมทั้งวัน ตอนเช้า กลางวัน ช่วงเย็น พลบท่าหรือกลางคืน การนำพรรณไม้ดอกหอมมาใช้ประดับในงานภูมิทัศน์ที่มีช่วงการออกดอกและมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ เหมาะสำหรับชื่นชมดอกสวย ๆ และให้ร่มเงา เช่น การนำพรรณไม้ดอกหอมมาใช้ประดับในงานภูมิทัศน์ที่มีช่วงการออกดอกและมีกลิ่นหอมอ่อน ๆ เย็นสบาย ผ่อนคลายเหมาะสำหรับพักผ่อน ยามค่ำคืนและออกดอกทั้งปี เช่น กระดังงาไทย กระดังงาสงขลา การเวก เกล็ดกะโหลก แก้ว เข็มพวงขาว เขียวกระแต ทิวา บานบุรีเหลือง บุนหาแต่งงาน นางแย้ม พวงชมพู พิกุล พุดจิบ พุดซ้อน พุดตะแบก พุดสามสี พุดแดงอิน โมกบ้าน ยี่โถ ลีลาวดี มะลิลา มะลูลี แย้มปิ่น และสาละลังกา เป็นต้น ช่วงที่ต้องการพรรณไม้ประดับเพื่อให้ออกดอกฤดูฝน ฝน-หนาว ซึ่งเหมาะแก่พื้นที่สาธารณะ และพื้นที่เคหสถานที่ต้องการความสดชื่นและความหอมของดอกช่วงนี้ เช่น รวงผึ้ง แก้วเจ้าจอม นมแมว แก้วมุกดา ประยงค์ วรรณิการ์ และจำปี เป็นต้น ในช่วงฤดูหนาว-ร้อน จะเป็นช่วงที่ดอกไม้หอม ออกดอกบานสะพรั่ง มีกลิ่นหอมเพิ่มความสดชื่นผ่อนคลาย เช่น หอมหมื่นลี้ กระติง พะยอม โนรา ม่วงมณีนีลรัตน์ วาสนา หิรัญญิการ์ บุนนาค ลำดวน และชำมะนาด เป็นต้น และ ไม้ดอกหอมที่ออกดอกฤดูร้อน ร้อน-ฝน เพิ่มสีสันและบรรยากาศภูมิทัศน์ในหน้าร้อนได้เป็นอย่างดี เช่น จันตง คำมอกหลวง กันเกรา มหาพรหม ทองประกายแสด จำปา ข้าวหลามแดง ราชวดี และจำปีแขก

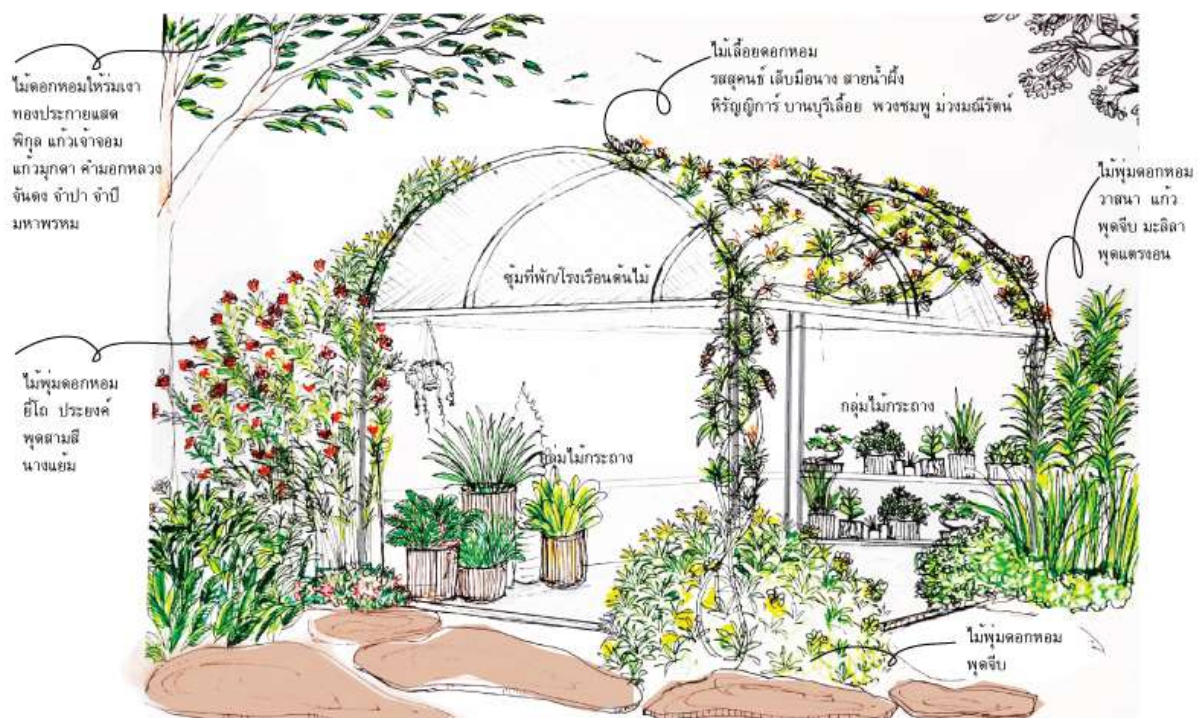
2.4 ความหอมของดอกกับการใช้งานด้านภูมิสถาปัตยกรรม ส่วนใหญ่พรรณไม้ดอกหอมแต่ละชนิดจะมีกลิ่นเฉพาะตัว มีระดับความหอมต่างกัน ทั้งหอมแรง หอมกลาง หอมอ่อน ๆ หรือหอมหวาน และหอมเย็น ขึ้นอยู่กับชนิดและช่วงเวลาดอกบาน ความหอมอ่อนหรือหอมน้อยจะใช้ในกรณีที่อยู่ในระยะใกล้ชิด เช่น สวนหย่อมขนาดเล็กที่มีลานพักผ่อนหรือการสัมผัสสัมผัสกลิ่นในระยะใกล้ สวนในบ้านสวนพักผ่อนขนาดเล็กหรือมุมตามร้านค้าต่าง ๆ ส่วนความหอมกลางใช้กรณีที่พื้นที่กลางแจ้งขนาดใหญ่หรือพื้นที่สวนสาธารณะที่มีการกระจายกลิ่นโดยรอบสามารถรับกลิ่นในระยะที่ใกล้หรือไกล เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีคนอยู่มากและรับกลิ่นพร้อม ๆ กัน เช่น สวนในรีสอร์ท สวนในร้านอาหาร หรือสวนสาธารณะขนาดเล็ก ระดับความหอมแรงนั้นควรใช้พันธุ์ไม้ที่ชนิดเดียวกันในการปลูก เลือกใช้กรณีที่บางพื้นที่มีกลิ่นไม่พึงประสงค์รบกวน เช่น บริเวณห้องน้ำ บริเวณกรองอากาศ คลองน้ำเหม็น หรือคลองระบายน้ำ เพื่อช่วยลดกลิ่นไม่พึงประสงค์และปิดบังทัศนียภาพที่ไม่เหมาะสมได้ โดยใช้พรรณไม้ดอกหอมที่กลิ่นหอมตลอดทั้งวันหรือใช้พรรณไม้หอมแรง เช่น กระดังงาไทย กุหลาบมอญ กุหลาบหนู เกล็ดกะโหล่ง แก้วเจ้าจอม แก้วมุกดา เข็มพวงขาว ไขดาว จันดง บุนนาค พุดจิบ พวงชมพู พุดแตงอ่อน พุดตะแบก ม่วงมณีรัตน์ มหาพรหม ยี่โถ สายน้ำผึ้ง สาละลังกา และหิรัญญิก เป็นต้น

2.5 การบานของดอกกับการใช้งานด้านภูมิสถาปัตยกรรม การบานของพรรณไม้ที่มีดอกกลิ่นหอม จะมีช่วงเวลาการบานระยะสั้น 1 วัน จนถึงระยะยาว 5-7 วัน ดังนั้นการบานของดอกไม้ที่นำมาใช้งานด้านภูมิทัศน์ สามารถกำหนดพรรณไม้ที่มีการบานของดอกตามช่วงระยะเวลาการบาน ช่วงระยะเวลาบานสั้นนำมาใช้ในงานภูมิทัศน์โดยปลูกในสวนหย่อมขนาดเล็กหรือสวนที่โฉบประดับในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ หรือสวนหย่อมที่ปลูกในพื้นที่ที่มีพันธุ์ไม้ดอกหอมหลายช่วงเวลาการบานเพื่อไม่ให้ความหอมของดอกไม้ฟุ้งหลายกลิ่นมากจนเกินไป เหมาะสมกับสวนแบบชั่วคราวหรือสวนที่ได้รับการสัมผัสและชื่นชมในช่วงเวลาเดียว กรณีที่เป็นช่วงบานยาว พรรณไม้ประเภทนี้ส่วนใหญ่จะนิยมปลูกในพื้นที่สาธารณะหรือพื้นที่ส่วนราชการ อาคารสำนักงาน เพื่อที่จะทำให้ผู้คนที่จะมาใช้พื้นที่ได้รับการชื่นชมและช่วยส่งเสริมให้อาคารสถาปัตยกรรมโดดเด่นและสร้างบรรยากาศ รวมถึงนำมาจัดในพื้นที่สวนสาธารณะ ร้านอาหาร ร้านกาแฟ รีสอร์ท ปิมน้ำมันหรือในพื้นที่ที่มีการใช้งานตลอดทั้งวัน ทำให้ภูมิทัศน์ในพื้นที่โดดเด่นสวยงามอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างการใช้พรรณไม้ดอกหอมที่บานระยะเวลานานและบานช่วงกลางวัน ปลูกประดับตกแต่งพื้นที่ให้ร่มเงา และเพิ่มสีสันบรรยากาศให้สวยงาม ทำให้มีชีวิตชีวา เช่น กุหลาบมอญ กุหลาบหนู เล็บมือนาง ยี่โถ และทองประกายแสด ข้าวหลามดง พวงชมพู สาละลังกา และแย้มปิ่น เป็นต้น

2.6 การนำไปใช้ในลักษณะอื่นของงานภูมิสถาปัตยกรรม เช่น การปลูกพรรณไม้ดอกหอมเพื่อสร้างจุดเด่น โดยเลือกพรรณไม้ดอกหอมที่มีรูปทรงสวยงามแปลกตา มีความสวยงาม โดดเด่นด้วยลักษณะใบ ดอก ผล โดดเด่นด้วยสีของส่วนต่าง ๆ ของพรรณไม้ เมื่อจัดปลูกลงไปในงานภูมิสถาปัตยกรรมจะมีความเด่นแตกต่างจากพืชพรรณอื่น (สมจิต, 2540; เอี่ยมพร และคณะ, 2556) ดังนี้ จุดเด่นด้านรูปทรงหรือทรงพุ่มโดยการปลูกเป็นต้นเดี่ยวโดยลำพัง เช่น กระดังงาไทย เกล็ดกะโหล่ง จำปา จำปี บุนนาค พะยอม พิกุล สิวาดี วาสนา และสาละลังกา เป็นต้น จุดเด่นด้วยลักษณะใบ เช่น กระดังงาไทย เกล็ดกะโหล่ง คำมอกหลวง บุนนาค สิวาดี และสาละลังกา เป็นต้น จุดเด่นด้วยลักษณะดอก เช่น กุหลาบมอญ กุหลาบหนู แก้วเจ้าจอม ไขดาว ข้าวหลามดง คำมอกหลวง ทองประกายแสด นางแย้ม บานบุรีม่วง บานบุรีเหลือง พุดสามสี พุดแตงอ่อน พวงชมพู แย้มปิ่น ม่วงมณีรัตน์ รวงผึ้ง เล็บมือนาง ยี่โถ และสาละลังกา เป็นต้น จุดเด่นด้วยลักษณะผล เช่น กระดังงาไทย การเวก พะยอม และสาละลังกา เป็นต้น รวมถึงการใช้พรรณไม้ดอกหอมสำหรับประดับในงานภูมิสถาปัตยกรรม จัดพื้นที่พักผ่อนหรือลานกิจกรรมของครอบครัวภายในบริเวณเคหสถาน สนามเด็กเล่น โดยจัดไม้ดอกหอมเป็นจุดนำสายตา ให้ร่มเงาหรือปิดบังมุมมอง และชุ่มชื้นให้ร่มเงา หรือจัดพื้นที่พักผ่อนส่วนตัว เป็นต้น (รูปที่ 6 และ รูปที่ 7)



รูปที่ 6 การใช้พรรณไม้ดอกหอมประดับพื้นที่พักผ่อนหรือลานกิจกรรมของครอบครัว สนามเด็กเล่น โดยเป็นจุดนำสายตาให้ร่มเงาหรือปิดบังมุมมอง และซุ่มไม้เลื้อยให้ร่มเงา



รูปที่ 7 การใช้พรรณไม้ดอกหอมประดับพื้นที่พักผ่อนส่วนตัวหรือเป็นร่มเงาสำหรับทำกิจกรรมภายในบริเวณเคหสถาน

บทสรุป

การนำพรรณไม้ดอกหอมมาใช้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม พบว่าพันธุ์ไม้ส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์ Annonaceae และ Apocynaceae พรรณไม้ดอกหอมมีความหลากหลายทั้งชนิดพันธุ์และลักษณะวิสัย สามารถนำมาใช้ได้ทั้งไม้ต้น ไม้พุ่ม ไม้พุ่มรอเลื้อย และไม้เลื้อย ลักษณะวิสัยดังกล่าวส่งผลต่อลักษณะการนำใช้ประโยชน์ในงานภูมิสถาปัตยกรรมเป็นอย่างยิ่ง โดยที่ไม้ต้นจะนิยมใช้ประโยชน์เป็นไม้ให้ร่มเงาที่ให้กลิ่นหอม ให้ร่มเงาบ้านพักอาศัย บังแดดหรือบังลม ปลุกเป็นลานจอดรถหรือริมถนน ส่วนไม้พุ่มนำไปใช้ประโยชน์เป็นไม้ปิดกั้นและกรองที่ให้กลิ่นหอม ลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ และทำเป็นรั้ว ไม้เลื้อยนำไปปลุกเป็นไม้เลื้อยตามซุ้มหลังคาหรือชานบ้าน ปลุกเป็นลานพักผ่อนเพื่อเป็นร่มเงา หรือปลุกเป็นพรรณไม้เลื้อยพันตามโครงสร้างของรั้ว ส่วนไม้พุ่มรอเลื้อย สามารถนำไปใช้ประโยชน์แบบไม้พุ่มได้ในกรณีที่ดินที่ตัดแต่งทรงพุ่มสม่ำเสมอ และใช้ในรูปแบบไม้เลื้อยได้เช่นกันในกรณีปล่อยให้เลื้อยพันตามโครงสร้าง พรรณไม้ดอกหอมมีความเฉพาะของกลิ่นของแต่ละชนิด เป็นลักษณะเด่นที่แตกต่างจากพรรณไม้ชนิดอื่น ดังนั้นการเลือกพรรณไม้ดอกหอมไปใช้ประโยชน์ในงานภูมิสถาปัตยกรรมต้องดูความเหมาะสมของชนิดพันธุ์ ลักษณะทางกายภาพและประเภทของความหอม ได้แก่ ด้านสีของดอกที่ต้องดูลักษณะด้านจิตวิทยาของสีรวมถึงการเลือกโทนสีให้เหมาะสมไม่ให้เกิดความหลากหลายจนเกินไป ด้านความหอมของดอก ควรเลือกระดับของความหอมที่เหมาะสมกับระยะใกล้ไกลและระยะเวลาของการใช้พื้นที่นั้น ๆ รวมถึงช่วงเวลาการบานของดอกซึ่งสัมพันธ์กับความหอมของดอกที่มีทั้งระยะบานสั้น ระยะเวลานานกลาง และระยะเวลานานยาว รวมถึงการปลุกพรรณไม้ดอกหอมเพื่อสร้างจุดเด่นด้วยรูปทรงสวยงามแปลกตา เน้นด้วยลักษณะใบ ดอก ผล สีของส่วนต่าง ๆ ของพรรณไม้ดอกหอมที่ทำให้แตกต่างจากพืชพรรณอื่น อย่างไรก็ตามการนำพรรณไม้ดอกหอมมาใช้ประโยชน์ในด้านภูมิสถาปัตยกรรมควรให้ความสำคัญกับความพอดีของกลิ่น โดยคำนึงถึงการปลูกแบบสลับการหอมตามฤดูกาลออกดอก ตามช่วงเวลาการบาน ระดับของความหอม และข้อควรระวังที่สุดคือไม่ควรใช้ชนิดพันธุ์ที่มีกลิ่นแรงมากหลายชนิดในบริเวณเดียวกัน โดยที่ช่วงการออกดอกพร้อมกันกลิ่นเหล่านี้จะส่งผลให้ผู้ในพื้นที่เกิดอาการเมากลิ่นได้ ดังนั้น การปลุกพรรณไม้ดอกหอมที่คำนึงถึงความพอดีของกลิ่น มีความเหมาะสมในพื้นที่นั้น ๆ จะช่วยสร้างบรรยากาศของสวนให้สดชื่น หอมเย็นสบาย มีชีวิตชีวา ช่วยดึงดูดผู้คนเข้ามาในสวน ดึงดูดนก แมลง และสัตว์อื่น ๆ อีกทั้งยังนำไปใช้ประโยชน์ในด้านสมุนไพร อาหาร วัฒนธรรม และประโยชน์ด้านเศรษฐกิจได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ที่ให้การสนับสนุนทุนในการดำเนินการรวบรวมพรรณไม้ดอกหอม ในพื้นที่สวนไม้หอม มทร.อีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

เอกสารอ้างอิง

คณะเภสัชศาสตร์. (ม.ป.ป.). ฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. ค้นเมื่อ 12 กรกฎาคม 2563.

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

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ. (2560). คู่มือการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

พุทธศักราช 2560. โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.): กรุงเทพฯ.

- จิรายุพิน จันประสงค์ และวชิรพงศ์ หวลบุตตา. (2548). ไม้ต้นประดับ. โรงพิมพ์อัมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน): กรุงเทพฯ.
- เต็ม สมิตินันท์. (2557). ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2557. สำนักงานหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช: กรุงเทพฯ.
- นงลักษณ์ คงรักษ์. (2551). การอนุรักษ์พันธุ์กรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี กรณีศึกษา: สำรองและรวบรวมพรรณไม้หอมและไม้หอมหายาก จังหวัดสงขลา. มหาวิทยาลัยราชภัฏ สงขลา: สงขลา.
- บ้านและสวน. (2563). 18 ไม้ดอกหอมที่ควรปลูกในบ้าน. ค้นเมื่อ 18 มีนาคม 2565. <https://www.baania.com/article/ต้นไม้หอม-5f757cb14f6a3aca6d956609>
- บ้านและสวน. (2565). 20 ไม้ดอกหอมที่ควรมีในสวน. ค้นเมื่อ 18 มีนาคม 2565. https://www.baanlaesuan.com/109242/plant-scoop/fragrant_plants
- ปิยะ เฉลิมกลิ่น. (2550). ไม้ดอกหอม. ฉบับปรับปรุงและเพิ่มเติม. บ้านและสวน: กรุงเทพฯ.
- พัชรภรณ์ แสงโยจารย์ และวสา วงศ์สุขแสง. (2556). การจัดสวนและการรวบรวมพันธุ์ไม้หอมหายาก. รายงานผลการดำเนินงาน โครงการอนุรักษ์พันธุ์กรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ (อพ.สธ.). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี: สุรินทร์.
- พัชรภรณ์ แสงโยจารย์. (2560). ลักษณะเด่นประจำวงศ์ไม้ดอกหอม ในสวนไม้หอม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. ใน การประชุมวิชาการและการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ นวัตกรรมและเทคโนโลยีวิชาการ 2017. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี: สุรินทร์. A-451-A459.
- มุกดา สุขสวัสดิ์, ณิชยา ประสงค์จันทร์, สุพัตรา เพ็งเกลี้ยง และพนิดา คชกุล. (2553). ความหลากหลายทางชีวภาพของพรรณไม้ดอกหอมในเขตอำเภอรัตนบุรี จังหวัดสงขลา. วารสารวิจัยพืชเขตร้อน. 3(1): 51-58.
- มูฮำหมัดตาดูดิน บาอะคีรี, พาตีเมาะ อาแยกาจ, ชูไบดี โต๊ะโมะ และนัสรี มะแน. (2561). รายงานวิจัยความหลากหลายของพรรณไม้หอมในพื้นที่หุบเขาลำพญาตำบลลำพะยา อำเภอเมืองยะลา จังหวัดยะลา. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา: ยะลา.
- วงจันทร์ วงศ์แก้ว. (2540). ความหลากหลายทางชีวภาพของพรรณไม้ดอกหอมในวัฒนธรรมไทย. การสัมมนาวิชาการ เรื่องวัฒนธรรมกับความหลากหลายทางชีวภาพ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- วสา วงศ์สุขแสง. (2564). พัฒนาและปรับปรุงภูมิทัศน์ในบริเวณสวนไม้หอมเพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ที่ยั่งยืน. รายงานผลการดำเนินงาน โครงการอนุรักษ์พันธุ์กรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ (อพ.สธ.). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี: สุรินทร์.
- เศรษฐมนันต์ กาญจนกุล. (2552). ร้อยพรรณไม้เลื้อยแสนสวย. สำนักพิมพ์เศรษฐศิลป์: กรุงเทพฯ.
- สมจิต โยธะคง. (2540). วัสดุพืชพรรณในการจัดภูมิทัศน์. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช: นนทบุรี.
- สมขญา ศรีธรรม และวสา วงศ์สุขแสง. (2563). การศึกษาพรรณไม้ท้องถิ่นเพื่อใช้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม กรณีศึกษา: ไม้พุ่มและไม้คลุมดินในป่าจังหวัดสุรินทร์. วารสารวิชาการ ศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์. 11(1): 163-180.
- สมขญา ศรีธรรม, บรรณวิทย์ ศิริโชติ และยสินทร จงเทพ. (2564). ความหลากหลายชนิดของพืชระดับกลางและพืชระดับล่างในป่าชุมชนกับการใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นของชุมชนชาวไทยเขมร จังหวัดสุรินทร์. วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี. 2(2): 61-75.
- องค์การสวนพฤกษศาสตร์. (2556). ฐานข้อมูลพรรณไม้ พฤกษศาสตร์พื้นบ้าน. ค้นเมื่อ 12 มิถุนายน 2564. <http://www.qsbg.org/database/plantdb/mdp/index.asp>
- เอี่ยมพร วิสมหมาย และทยา เจนจิตติกุล. (2544). พฤกษาพัน. โรงพิมพ์ เอ็ม เอ็น กรุ๊ป จำกัด: กรุงเทพฯ.

เอี่ยมพร วิสหมาย และปณิธาน แก้วดวงเทียน. (2547). ไม้ป่ายืนต้นของไทย 1. โรงพิมพ์ เอช เอ็น กรุ๊ป: กรุงเทพฯ.

เอี่ยมพร วิสหมาย, ศศิยา ศิริพานิช, อลิศรา มินะกนิษฐ และ ณัฐฐ พิษกรรม. (2556). พรรณไม้ในงานภูมิสถาปัตยกรรม 1.

พิมพ์ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.

Received: February 20, 2022; Revised: April 11, 2022; Accepted: April 22, 2022

ผลของการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าขน หญ้ากินนีสีม่วง และหญ้าอะตราดัมต่อปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของโภชนะในไก่ตะเภาแก้ว

Effects of Napier Pakchong 1 grass, Para grass, Purple guinea grass and Atratum grass on feed intake and nutrients digestibility in Tapao Kaew chicken

นพคุณ สุราช¹ ชยพล มีพร้อม¹ ทิวักร อำพาพล¹ สุปรีณา ศรีไสคำ² ปิตุนาถ หนูเสน³
และนพรัตน์ ผกาเชิด^{4*}

Noppakun Surach¹, Chayapol Meeprom¹ Thiwakorn Ampapon¹, Supreena Srisaikham²,
Pitunart Noosen³ and Noppharat Phakachod^{4*}

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ สุรินทร์

²คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

³คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา

⁴คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ กาฬสินธุ์

*Corresponding Author E-mail Address : Noppharat.ph@ksu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าขน หญ้ากินนีสีม่วง หญ้าอะตราดัมที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร ต่อปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของโภชนะของไก่ตะเภาแก้ว จำนวน 32 ตัว ที่มีอายุเฉลี่ย 14±0.5 สัปดาห์ น้ำหนักตัวเฉลี่ย 1.4±1 กิโลกรัม ถูกนำมาจัดอยู่ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และจัดกลุ่มทดลองแบบแฟคทอเรียล แบ่งเป็น 2 ปัจจัย ได้แก่ เพศของไก่ตะเภาแก้วและสายพันธุ์หญ้า โดยมีปัจจัย A คือ เพศของไก่ตะเภาแก้ว ได้แก่ เพศผู้และเพศเมีย ปัจจัย B คือ สายพันธุ์หญ้า ได้แก่ 1) หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 2) หญ้ากินนีสีม่วง 3) หญ้าขน และ 4) หญ้าอะตราดัม เพื่อนำมาทดสอบการย่อยได้ของหญ้าทั้ง 4 สายพันธุ์ โดยไก่ทุกตัวถูกขังอยู่ในกรงเมตาบอลิซึมขนาด 60x60x63 เซนติเมตร โดยจะมีน้ำ อาหาร และการอยู่อาศัยที่เป็นอิสระต่อกัน ระยะเวลาทดลองทั้งหมด 21 วัน โดย 7 วันแรกเป็นการปรับ และ 14 วัน เป็นระยะการทดลอง โดย 2 วันสุดท้ายเป็นการเก็บตัวอย่างมูล พบว่าการใช้หญ้าไม่ส่งผลต่อปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในส่วนของการย่อยได้ พบว่ากลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้าอะตราดัม มีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้สูงสุด เมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

คำสำคัญ: ไก่ตะเภาแก้ว การกินได้ การย่อยได้ การเจริญเติบโต

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of using Napier Pakchong 1 grass, Para grass, Purple guinea grass, and Atratum grass at 30 percent in Tapao Kaew chickens on feed intake and nutrients digestibility. The experiment was used 32 Tapao Kaew chickens, 14 ± 0.5 weeks of chicken age and 1.4 ± 1 kg of body weight. There was assigned to 2x4 factorial in Completely Randomized Design (CRD). The treatment as follows; factor A was sex (male and female), and factor B was supplementation of 1) Napier Pakchong 1 grass, 2) Para grass, 3) Purple guinea grass, and 4) Atratum grass. The study was focus on nutrients digestibility of 2 sex and 4 type of grass. The chickens were kept in individual pen with size of 60x60x63 cm. and fed *ad libitum*. The experimental were use 21 days of total and lasted 7 days for adaptation 14 days for running trail and then the last of each day for collected feces to analyzed chemical composition. The result found that feed intake was similar of all treatment ($p > 0.05$). However, the chickens supplemented with Atratum grass was highly significant on nutrients digestibility when compare with other groups ($p < 0.05$).

Keywords: Tapao Kaew Chicken, Feed intake, Digestibility

บทนำ

ปัจจุบันไก่พื้นเมืองได้รับความนิยมกันสูงขึ้น และมีการเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามไก่พื้นเมืองก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ทั้งนี้เพราะผู้ที่เลี้ยงไก่พื้นเมืองในชนบททั่วไป ใช้วิธีการเลี้ยงแบบการเลี้ยงไก่ในระบบปล่อยอิสระ (Free-range system) ซึ่งได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นในหลายประเทศทั่วโลก โดยเฉพาะกลุ่มสหภาพยุโรปและออสเตรเลีย เนื่องจากผู้บริโภคมีความต้องการอาหารที่เป็นธรรมชาติ และความใส่ใจในด้านสวัสดิภาพสัตว์เพิ่มมากขึ้น การเลี้ยงไก่ในระบบปล่อยอิสระเป็นหนทางไปสู่การผลิตในระบบอินทรีย์ ซึ่งเป็นระบบการผลิตที่เป็นมิตรกับสภาพแวดล้อม ส่งเสริมให้สัตว์มีสุขภาพดีอย่างยั่งยืนโดยคำนึงถึงสวัสดิภาพสัตว์และผลผลิตมีคุณภาพสูง ไก่ตะเภากวหรือไก่ขาวพันธุ์ชุม เป็นไก่พันธุ์พื้นเมืองลูกผสม เกิดจากการปรับปรุงพันธุ์ไก่ตะเภาทองเกษตรศาสตร์ โดยมีลักษณะเด่นคือ เจริญเติบโตเร็ว เลี้ยงง่าย กินง่าย อยู่ง่าย ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมทั่วไปได้ดี (กรมปศุสัตว์, 2559)

อาหารมีบทบาทสำคัญต่อการผลิตสัตว์ ซึ่งสัตว์ปีกต้องการโภชนาการในอาหารที่มีคุณภาพ และปัจจัยสำคัญด้านการผลิตอาหารคือเรื่องราคาของวัตถุดิบอาหารที่สูงขึ้น ราคาอาหารสัตว์ปีกเพิ่มสูงขึ้น ทำให้จำเป็นต้องหาแหล่งวัตถุดิบอาหารเสริมการเลี้ยง เพื่อช่วยลดต้นทุนอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้พืชต่าง ๆ ที่มีเยื่อใยและสัตว์ปีกสามารถใช้ประโยชน์ได้สูงสุดจากการทดลองของ (รักชิณา และคณะ, 2557) การใช้หญ้าเสริมในอาหารสามารถ ลดต้นทุนอาหาร ในขณะที่เดียวกันคุณภาพเนื้อไก่มีคุณภาพดีขึ้น ไขมันในเนื้อไก่ลดลง ส่งผลดีต่อผู้บริโภคในปัจจุบัน สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน ที่ต้องการอาหารและผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและดีต่อสุขภาพของผู้บริโภคด้วย

พืชอาหารสัตว์ จำพวกพืชหญ้าที่เกษตรกรนิยมปลูกแพร่หลายในประเทศไทย นั้นมีหลายชนิด ซึ่งเกษตรกรจะนิยมปลูกเพื่อเป็นอาหารสำหรับโค กระบือ เมื่อพิจารณาถึงคุณค่าทางโภชนาการของหญ้า พืชหญ้าสามารถเป็นแหล่งโปรตีนอาหารสัตว์ได้เป็นอย่างดี แต่เนื่องจากความต้องการโภชนาการของสัตว์ปีกแตกต่างจากสัตว์เลี้ยงเคี้ยวเอื้อง สัตว์ปีกมีความละเอียดอ่อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อคุณภาพอาหารเนื่องจากมันเติบโตอย่างรวดเร็วและใช้อาหารที่มีเส้นใยขนาดใหญ่ค่อนข้างน้อย เช่น พุ่มหญ้าหรือหญ้าแห้ง (Vincenzo et al., 2018) ในส่วนของต้นพืชโดยเฉพาะที่ใบและลำต้นจะมีปริมาณเยื่อใยสูง พืชอาหารสัตว์ที่มีเยื่อใยสูง ซึ่งเป็น

การโบไฮเดรตที่สัตว์กระเพาะย่อยง่ายไปใช้ประโยชน์ได้ยาก ในสัตว์กระเพาะเดี่ยวที่โตแล้วสามารถใช้สารเยื่อใยได้บ้างซึ่งอาจจะให้มีเยื่อใยในอาหารสูงขึ้นได้ แม้ว่าเยื่อใยจะมีคุณภาพทางสารอาหารที่ต่ำแต่ก็ช่วยระบบย่อยและระบบขับถ่ายของสัตว์กระเพาะเดี่ยวได้ดีมากขึ้น (ประนิตา และคณะ, 2560) ฉะนั้นหญ้าน่าจะเป็นวัตถุดิบอาหารทางเลือกที่สามารถใช้เสริมในการเลี้ยงไก่พื้นเมืองเพื่อช่วยในการทำงานของระบบย่อยและระบบขับถ่ายของสัตว์ให้ดีขึ้น และช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของไก่

หญ้ากินนีสีม่วง (*Panicum maximum* TD58) มีการให้ผลผลิตที่สูงเจริญเติบโตได้ดีตอบสนองต่อการให้น้ำและปุ๋ยได้ดี ส่วนการจัดการที่ดินนั้นนอกจากมีการให้น้ำให้ปุ๋ยอย่างเพียงพอและมีการตัดพืชอย่างเหมาะสมแล้วนั้นระยะปลูกก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มผลผลิตเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากระยะปลูกที่เหมาะสมทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้นเพราะเมื่อพืชได้รับแสงน้ำและธาตุอาหารอย่างเพียงพอมีสัดส่วนระหว่างพื้นที่ใบที่รับแสงกับพื้นที่ผิวหนาดินที่พืชคลุมอยู่อย่างสมดุลกันซึ่งจะทำให้ได้ผลผลิตของพืชอาหารสัตว์ที่สูงที่สุด ซึ่งการปลูกหญ้ากินนีสีม่วงโดยใช้เหง้าหรือต้นกล้าที่เพาะจากเมล็ด พบว่าการปลูกที่ระยะ 50x50 เซนติเมตรจะทำให้ได้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ระยะปลูกระยะอื่นเมื่อปลูกแบบอาศัยน้ำฝน อย่างไรก็ตามในสภาพที่เกษตรกรมีพื้นที่ค่อนข้างจำกัดการจัดการปลูกหญ้ากินนีสีม่วงในระยะปลูกที่เหมาะสมรวมกับการจัดการที่ดี (วิทยา และคณะ, 2557)

หญ้านเนเปียร์ปากช่อง 1 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum americanum*) มีคุณค่าทางอาหารสูงและสัตว์ชอบกินสามารถให้สัตว์กินทั้งแบบสดและแบบเป็นหญ้าหมักและยังมีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี นอกจากนี้ยังได้จัดให้เป็นหญ้าที่โตไว สามารถขึ้นได้ดีในดินหลายชนิดตั้งแต่ดินทรายจนถึงดินเหนียว สำหรับหญ้านเนเปียร์พันธุ์ปากช่อง 1 มีลักษณะลำต้นและทรงต้นตั้งตรง ลำต้นอ่อนนุ่ม มีใบเกิดสลับข้างกัน เจริญเติบโตเร็ว แตกกอดี ทนแล้ง ตอบสนองต่อน้ำและปุ๋ยดี ให้ผลผลิตตลอดทั้งปี (นพ และคณะ, 2563)

หญ้ามอริซัส หรือ หญ้าขน (*Brachiaria mutica*) ลักษณะลำต้นเป็นแบบกิ่งเลื้อย ต้นสูงประมาณ 1 เมตร ลำต้นทอดขนานกับพื้นดิน มีรากขึ้นตามข้อ มีระบบรากเป็นรากฝอยและตื้น ไม่ติดเมล็ดขยายพันธุ์ด้วยเหง้าและลำต้น สามารถเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูงในที่มีปริมาณน้ำฝนตลอดปีมากกว่า 1,000 มิลลิเมตร ทนต่อสภาพพื้นที่ชื้นแฉะหรือมีน้ำท่วมขังใช้ระยะปลูก 50x50 เซนติเมตร อาจปลูกโดยหว่านท่อนพันธุ์แล้วไถกลบหรือปลูกแบบปักดำข้าว หญ้าขนเป็นหญ้าที่เจริญเติบโตเร็วเหมาะสมสำหรับบริเวณพื้นที่ที่เป็นดินเหนียวโดยไม่ใส่ปุ๋ยจะได้ผลผลิต 3,100 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิตจะเพิ่มขึ้นเป็น 4,370 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อใส่ปุ๋ยยูเรีย 40 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยคอก 1 ตันต่อไร่ แต่ถ้าปลูกในดินทรายและไม่มีการใส่ปุ๋ยจะได้ผลผลิตเพียง 1,500 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อใส่ปุ๋ยยูเรีย 140 กิโลกรัมต่อไร่ จะได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 3,665 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยประมาณ 7.2 เปอร์เซ็นต์ (พืชเกษตร, 2559)

หญ้าอะตราตัม (*Paspalum atratum* Swallen) เป็นหญ้าพื้นเมืองของประเทศบราซิล และนำเข้ามาในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2537 เป็นหญ้าที่มีลำต้นเป็นกอสูงประมาณ 1 เมตร และขณะมีช่อดอกจะสูงมากกว่า 2 เมตร ใบมีขนาดใหญ่แบบใบกว้างประมาณ 3-4 เซนติเมตร ยาวประมาณ 50 เซนติเมตร ขอบใบมีความคม ลักษณะช่อดอกเป็นแบบ raceme เมล็ดมีขนาดเล็กสีน้ำตาลแดงเป็นมัน สามารถเติบโตได้ดีในพื้นที่แฉะ และถ้าปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์จะได้ผลผลิตถึง 3-4 ตันต่อไร่ ซึ่งหญ้าอะตราตัมมีค่าโปรตีนในส่วนของใบเท่ากับ 7.5 เปอร์เซ็นต์ ค่า ADF และ NDF เท่ากับ 37.0 และ 64.8 เปอร์เซ็นต์ (จารุณี และคณะ, 2560)

ดังนั้นการศึกษาถึงแนวทางการนำวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีอยู่ในท้องถิ่น อาทิ เช่น หญ้านเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าขน หญ้ากินนีสีม่วง หญ้าอะตราตัม ทั้ง 4 ชนิดมาใช้ในการประกอบสูตรอาหารเพื่อนำไปเลี้ยงไก่พื้นเมือง จะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนในการผลิตด้านอาหารลงได้

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

สัตว์ทดลองและแผนการทดลอง

ไก่ตะเภาแก้ว จำนวน 32 ตัว แบ่งเป็นเพศผู้ 16 ตัว เพศเมีย 16 ตัว ที่มีอายุเฉลี่ย 14-15 สัปดาห์ น้ำหนักตัวเฉลี่ย 1.4 กิโลกรัม ถูกนำมาจัดอยู่ในแผนการทดลองแบบ 2x4 Factorial in CRD โดยมีปัจจัยทดสอบ 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัย A คือ เพศของไก่ตะเภาแก้ว ได้แก่ เพศผู้และเพศเมีย ปัจจัย B คือ สายพันธุ์หญ้า มีจำนวน 4 ปัจจัย ได้แก่ 1) หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 2) หญ้ากินนีสีม่วง 3) หญ้าขน และ 4) หญ้าอะตราดัม ทรีตเมนต์ในการทดลอง 8 ทรีตเมนต์คอมบินชัน ทรีตเมนต์คอมบินชันละ 4 ซ้ำ รวมทั้งหมด 32 หน่วยทดลอง ตามลำดับ

สัตว์ทุกตัวจะถูกขังอยู่ในกรงเมทาบอลิซึมขนาด 60x60x63 เซนติเมตร จะมีน้ำ อาหาร และการอยู่อาศัยที่เป็นอิสระต่อกัน โดยระยะแรกในการทดลองทั้งหมด 7 วัน โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ช่วงที่ 1 เป็นการทดสอบการย่อยได้ของอาหารพื้นฐาน จะใช้เวลาทั้งสิ้น 7 วัน โดย 5 วัน เป็นการเก็บตัวอย่าง ในขณะที่ช่วงที่ 2 จะใช้เวลาทั้งหมด 14 วัน โดย 12 วันเป็นการให้สัตว์กินเพื่อปรับตัว ตามด้วย 2 วันเป็นการเก็บตัวอย่างรวมระยะเวลาทั้งหมด 21 วัน

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

ไก่กลุ่มที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 บดละเอียด ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 19.24 เปอร์เซ็นต์ พลังงานรวม 4,240.37 กิโลแคลอรี ซึ่งมีโปรตีนและพลังงานที่สูงกว่า ไก่กลุ่มที่ได้รับหญ้าขน ไก่กลุ่มที่ได้รับหญ้าอะตราดัม และไก่กลุ่มที่ได้รับหญ้ากินนีสีม่วงที่มีโปรตีนอยู่ที่ 18.29, 18.03 และ 18.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

รายการ (เปอร์เซ็นต์)	T1	T2	T3	T4
วัตถุดิบ	96.78	96.85	97.11	97.01
โปรตีน	19.24	18.29	18.01	18.03
ไขมัน	1.39	1.42	1.56	1.35
เถ้า	6.59	6.98	6.68	6.67
พลังงานรวม (กิโลแคลอรี)	4,240.37	4,180.36	4,229.58	4,182.59

หมายเหตุ: T1 = อาหารพื้นฐานผสมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 บดละเอียด, T2 = อาหารพื้นฐานผสมกับหญ้าขนบดละเอียด
T3 = อาหารพื้นฐานผสมกับหญ้ากินนีสีม่วงบดละเอียด, T4 = อาหารพื้นฐานผสมกับหญ้าอะตราดัมบดละเอียด

อาหารสัตว์ทดลอง

ใช้อาหารพื้นฐานในการทดลองโดยอาหารพื้นฐาน ประกอบด้วย ข้าวโพดบด รำละเอียด กากถั่วเหลือง ปลาป่น เกลือ ปริมาณ 1 กิโลกรัม โซเดียมฟอสเฟต และเปลือกหอยป่น ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ส่วนผสมของวัตถุดิบในอาหารพื้นฐานที่ใช้ในการทดลอง

รายการ	ปริมาณ (เปอร์เซ็นต์วัตถุดิบ)
เมล็ดข้าวโพดบด	50.02
รำละเอียด	20.00
กากถั่วเหลือง	23.10

ปลาป่น	5.00
เกลือ	0.25
ฟอสฟอรัส	0.25
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	0.43
เปลือกหอยป่น	0.95

การเก็บตัวอย่างและการบันทึกผล

ชั่งน้ำหนักในช่วงเช้า วันที่ 8 และวันที่ 20 ของการทดลอง โดยทำการชั่งไก่ทีละตัว และบันทึกข้อมูลน้ำหนักตัว เพื่อนำมาประเมินการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวตามวิธีการคำนวณ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (Body weight gain; BWG) อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average daily gain; ADG) ปริมาณการกินได้เฉลี่ยต่อวัน (Average daily feed intake; ADFI หรือ Feed intake; FI) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed conversion ratio; FCR)

การเก็บตัวอย่างอาหารและมูล

การเก็บตัวอย่างมูลจะแบ่งเป็น 2 ช่วง ช่วงละ 2 วัน ช่วงแรกจะเป็นการเก็บมูลของอาหารพื้นฐาน วิธีการเก็บคือ เก็บในช่วงเช้าแล้ว นำมูลมาพ่นด้วยกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ช่วงที่ 2 จะเป็นการเก็บตัวอย่างมูลของอาหารพื้นฐานผสมกับหญ้าทั้ง 4 ชนิด และทำการพ่นกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อแห้งแล้วทำการชั่งน้ำหนัก ก่อนสุมตัวอย่างประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งอีกครั้ง จากนั้นนำเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้งที่ได้มาคำนวณกับน้ำหนักมูลหลังการอบเพื่อคำนวณเป็นน้ำหนักแห้งของมูลทั้งหมดและกลุ่มตัวอย่าง นำทั้ง 4 ตัวอย่างและอาหารที่กินมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate analysis) เพื่อหาปริมาณความชื้น วัตถุแห้ง โปรตีนรวม เถ้าทั้งหมด ไขมันรวม และเยื่อใยรวมตามวิธีการของ AOAC (2012)

วิธีการหาการย่อยได้ของโภชนะ

การย่อยได้ปรากฏของโภชนะ (Apparent nutrient digestibility) ตามวิธีการของ Fenton and Fenton (1979) และ Sharifi et al. (2012) ดังนี้

$$\% \text{Apparent nutrient digestibility} = 100 - (\% \text{indicator in feed} / \% \text{indicator in excreta}) * (\% \text{nutrient in extract} / \% \text{nutrient in feed}) * 100 \quad (1)$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางเคมีและการวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลประสิทธิภาพการเจริญเติบโต การย่อยได้ สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) และตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) โดยมีการจัดกลุ่มทดลองแบบแฟกทอเรียล (Factorial) โดยมีปัจจัยได้แก่ เพศ และสายพันธุ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละปัจจัยการทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test โดยโปรแกรม SAS University edition กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และระดับแนวโน้มที่ ($p < 0.05$)

ผลการวิจัย

การได้รับโภชนะ การขับออกของโภชนะ และการย่อยได้ของโภชนะในอาหาร 4 ชนิด

จากการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าขน หญ้ากินนีสีม่วง และหญ้าอะตราตัมในระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร ปริมาณการกินได้วัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน และพลังงานรวม พบว่าไก่เพศผู้มีการกินได้สูงกว่าไก่เพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในส่วนของปัจจัยด้านสายพันธุ์หญ้า ปริมาณการกินได้ วัตถุแห้ง โปรตีนและพลังงาน พบว่าไม่ส่งผลต่อการกินได้ของไก่ตะเภาแก้ว ($p > 0.05$) แต่มีปริมาณการกินได้ของไขมันในกลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้ากินนีสีม่วงสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าปริมาณการกินได้ โปรตีนมีระดับที่เพิ่มขึ้น ($p = 0.07$) (ตารางที่ 3) และปริมาณการขับออกวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน และพลังงานรวม พบว่าไก่เพศผู้สูงกว่าไก่เพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในส่วนของปัจจัยด้านสายพันธุ์หญ้า ปริมาณการขับออกวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน และพลังงาน พบว่าส่งผลต่อการขับออกของโภชนะในไก่ตะเภาแก้วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในกลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และกลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้าขน มีการขับออกวัตถุแห้งสูงกว่ากลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้าอะตราตัม ($p < 0.05$) แต่ไม่ต่างจากไก่ที่ได้รับหญ้ากินนีสีม่วง ($p > 0.05$) ในส่วนของโปรตีน กลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีการขับออกของโปรตีนสูงกว่ากลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้ากินนีสีม่วงและกลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้าอะตราตัม ($p < 0.05$) แต่ไม่ต่างจากกลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้าขน นอกจากนี้การขับออกของไขมันในกลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้าขนสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในส่วนของพลังงานรวม กลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้าขน มีการขับออกของพลังงานรวมสูงกว่ากลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้ากินนีสีม่วงและกลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้าอะตราตัม ($p < 0.05$) แต่ไม่ต่างจากกลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 ปริมาณการกินได้ของโภชนะในไก่ตะเภาแก้วเพศผู้และเพศเมียที่ได้รับอาหารผสมหญ้าแต่ละชนิด

รายการ	การกินได้ (กรัม)			
	วัตถุแห้ง	โปรตีน	ไขมัน	พลังงานรวม (กิโลแคลอรี)
ปัจจัยด้านเพศ				
เพศผู้	70.31 ^ก	12.98 ^ก	1.00 ^ก	2,944.03 ^ก
เพศเมีย	58.82 ^ข	10.85 ^ข	0.84 ^ข	2,475.47 ^ข
ปัจจัยด้านหญ้า				
หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1	66.15	12.77	0.92 ^{กข}	2,750.91
หญ้าขน	64.62	11.86	0.91 ^{กข}	2,705.66
หญ้ากินนีสีม่วง	63.97	11.54	1.00 ^ก	2,701.73
หญ้าอะตราตัม	63.51	11.48	0.86 ^ข	2,656.56
p-value				
เพศ	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
หญ้า	0.799	0.070	0.018	0.901
เพศ*หญ้า	0.740	0.633	0.803	0.694

หมายเหตุ: ^{ก-ข} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4 ปริมาณการขับออกของโภชนะในไก่ตะเภาแก้วเพศผู้และเพศเมียที่ได้รับอาหารผสมหญ้าแต่ละชนิด

รายการ	การขับออกของโภชนะ (กรัม)			
	วัตถุแห้ง	โปรตีน	ไขมัน	พลังงานรวม (กิโลแคลอรี)
ปัจจัยด้านเพศ				
เพศผู้	47.31 ^ก	5.30 ^ก	0.28 ^ก	1,085.28 ^ก
เพศเมีย	39.21 ^ข	4.32 ^ข	0.23 ^ข	884.83 ^ข
ปัจจัยด้านหญ้า				
หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1	44.73 ^ก	5.37 ^ก	0.29 ^ข	1,033.81 ^{กข}
หญ้าขน	44.78 ^ก	5.17 ^ก	0.34 ^ก	1,061.56 ^ก
หญ้างินนิสีม่วง	42.75 ^{กข}	4.69 ^ข	0.23 ^ก	958.89 ^{ขค}
หญ้าอะตราตัม	40.46 ^ข	4.02 ^ก	0.16 ^จ	885.96 ^ก
p-value				
เพศ	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
หญ้า	0.030	<0.001	<0.001	0.004
เพศ*หญ้า	0.394	0.692	0.214	0.807

หมายเหตุ: ^{ก-จ} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ (p<0.05)

เปอร์เซ็นต์การย่อยได้โปรตีน ไขมัน และพลังงานรวม พบว่าปัจจัยด้านเพศไม่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของไก่ตะเภาแก้ว (p>0.05) แต่มีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้วัตถุแห้ง ในไก่เพศผู้สูงกว่าไก่เพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ในส่วนของปัจจัยด้านสายพันธุ์หญ้า พบว่าส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโภชนะในไก่ตะเภาแก้วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยมีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้วัตถุแห้ง โปรตีน และไขมันในกลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้าอะตราตัมสูงสุด (p<0.05) อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโภชนะ พลังงานรวม มีระดับที่เพิ่มขึ้น (p=0.08) ยังพบอีกว่าปัจจัยด้านเพศและสายพันธุ์หญ้าส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การย่อยได้วัตถุแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโภชนะในไก่ตะเภาแก้วเพศผู้และเพศเมียที่ได้รับอาหารผสมหญ้าแต่ละชนิด

รายการ	เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโภชนะ			
	วัตถุแห้ง	โปรตีน	ไขมัน	พลังงานรวม (กิโลแคลอรี)
ปัจจัยด้านเพศ				
เพศผู้	47.54 ^ก	58.87	72.30	63.03
เพศเมีย	33.86 ^ข	60.20	73.16	64.25
ปัจจัยด้านหญ้า				
หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1	36.84 ^ข	57.82 ^ข	68.56 ^ก	63.05
หญ้าขน	40.24 ^ข	56.36 ^ข	63.26 ^จ	60.69
หญ้างินนิสีม่วง	39.90 ^ข	59.07 ^ข	77.23 ^ข	64.27
หญ้าอะตราตัม	45.83 ^ก	64.88 ^ก	81.89 ^ก	66.55
p-value				

เพศ	<0.001	0.444	0.424	0.440
หญ้า	0.018	0.010	<0.001	0.089
เพศ*หญ้า	<0.001	0.964	0.950	0.961

หมายเหตุ: ^{a-c} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$)

สมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่ตะเภาแก้วที่ได้รับอาหาร 4 ชนิด

สมรรถภาพการเจริญเติบโตในไก่ตะเภาแก้วที่ได้รับอาหารผสมหญ้าแต่ละชนิด พบว่าไก่เพศผู้มีค่าเฉลี่ย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) และการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (ADG) สูงกว่าไก่เพศเมียอย่างมีนัยทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่มีปริมาณการกินได้เฉลี่ยต่อวัน (ADFI) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ในส่วนปัจจัยด้านสายพันธุ์หญ้า พบว่าไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของไก่ตะเภาแก้ว ($p > 0.05$) ทั้งนี้ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มของไก่ที่ได้รับหญ้าหญากินนี้สีม่วงสูงสุด รองลงมาคือ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าอะตราตัม และหญ้าขนอย่างไม่มีแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.08, 12.89, 11.89 และ 6.48 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ในส่วนปริมาณการกินได้เฉลี่ยต่อวันในกลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์สูงสุด รองลงมา หญ้าขน หญ้ากินนี้สีม่วง และหญ้าอะตราตัมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 71.93, 65.47, 63.54 และ 62.16 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวในกลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 สูงสุด รองลงมาคือ หญ้าขน หญ้าอะตราตัม และหญากินนี้สีม่วงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.24, 10.01, 11.54 และ 18.52 ตามลำดับ การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวันในกลุ่มไก่ที่ได้รับหญากินนี้สีม่วงสูงสุด รองลงมาคือ หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าอะตราตัม และหญ้าขนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.11, 17.19, 15.83 และ 8.60 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 สมรรถภาพการเจริญเติบโตในไก่ตะเภาแก้วเพศผู้และเพศเมียที่ได้รับอาหารผสมหญ้าแต่ละชนิด

รายการ	สมรรถภาพการเจริญเติบโต				
	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม)	ADG (g)	ADFI (g)	FCR
ปัจจัยด้านเพศ					
เพศผู้	1,330.73	1,610.07	23.34 ^a	66.76	4.63 ^b
เพศเมีย	1,413.75	1,515.00	8.44 ^b	64.80	18.24 ^a
ปัจจัยด้านหญ้า					
หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1	1,463.75	1,670.00	17.19	71.93	6.24
หญ้าขน	1,247.29	1,348.71	8.60	65.47	10.01
หญากินนี้สีม่วง	1,326.25	1,567.50	20.11	63.54	18.52
หญ้าอะตราตัม	1,441.25	1,631.25	15.83	62.16	11.54
p-value					
เพศ	0.415	0.416	0.002	0.588	0.016
หญ้า	0.413	0.249	0.133	0.249	0.423
เพศ*หญ้า	0.347	0.226	0.431	0.979	0.455

หมายเหตุ: ^{a-b} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$), ADG; การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน, ADFI; การกินได้เฉลี่ยต่อวัน, FCR; อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

การอภิปรายผล

จากการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าขน หญ้ากินนีสีม่วง และหญ้าอะตราตัมในระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ในอาหาร พบว่าไม่ส่งผลต่อปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบ และปริมาณการกินได้ของโภชนะทั้งหมด ($p < 0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าปริมาณการกินได้ วัตถุดิบ โปรตีน และพลังงานรวมมีระดับที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ รักธินา และคณะ (2557) ศึกษาการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ต่อสมรรถภาพการผลิตในไก่ไทยละโว้ ปริมาณการกินได้ตลอดระยะเวลาทดลองของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 แบบสด และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 แบบหมักในรูปของน้ำหนัสด และในรูปของวัตถุดิบ ไม่ส่งผลต่อปริมาณการกินได้ อย่างไรก็ตามไม่สอดคล้องกับการทดลองของ วรุฒิ และคณะ (2555) ศึกษาสมรรถภาพการผลิตไก่พื้นเมืองไทยที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมหญ้าสุสีด ไก่มีการกินอาหารเพิ่มขึ้น เนื่องจากหญ้าสุสีดมีการย่อยได้ของโภชนะต่าง ๆ ก่อนข้างต่ำโดยเฉพาะโปรตีนและพลังงานทำให้ในสูตรอาหารนั้นมีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ลดลง ไก่จึงมีการปรับตัวโดยกินอาหารเพิ่มขึ้นตามความต้องการพลังงาน

เปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโภชนะในไก่ตะเภาแก้ว พบว่ากลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้าอะตราตัมมีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้สูงกว่า กลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้าเนเปียร์ กลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้าขน และกลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้ากินนีสีม่วง เนื่องจากหญ้าอะตราตัมมีเยื่อที่ละลายน้ำสูงกว่า หญ้าเนเปียร์ หญ้าขน และหญ้ากินนีสีม่วง (กรมปศุสัตว์, 2547) สอดคล้องกับการทดลองของ วรุฒิ และคณะ (2555) ศึกษาสมรรถภาพการผลิตไก่พื้นเมืองไทยที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมหญ้าสุสีด พบว่าหญ้าสุสีดมีเยื่ออยู่สูง การย่อยได้ของโภชนะต่าง ๆ จึงค่อนข้างต่ำ และสอดคล้องกับการศึกษาของ ลัดดาวัลย์ (2556) พบว่าปริมาณเยื่อที่สูงขึ้นทุก ๆ 1 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้การย่อยได้และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะลดลง 3.5 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณการกินได้วัตถุดิบ โปรตีน ไขมัน และพลังงานรวม พบว่าไก่เพศผู้มีการกินได้สูงกว่าไก่เพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ไม่มีผลต่อเพศของไก่ตะเภาแก้วอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้วัตถุดิบ ในไก่เพศผู้สูงกว่าไก่เพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ไก่เพศผู้มีค่าเฉลี่ย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) และการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (AGD) สูงกว่าไก่เพศเมียอย่างมีนัยทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่มีปริมาณการกินได้เฉลี่ยต่อวัน (ADFI) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ในส่วนของการสมรรถภาพการเจริญเติบโตจากการทดลองการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าขน หญ้ากินนีสีม่วง และหญ้าอะตราตัมในระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่ง สอดคล้องกับ รักธินา และคณะ (2557) รายงานว่า การใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ต่อปริมาณการกินได้ในรูปของน้ำหนัสด อัตราการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ อัตราการเลี้ยงรอด ดัชนีการผลิต และโปรตีนที่ได้รับทั้งหมดของไก่ทดลองทุกชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

บทสรุป

การใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หญ้าขน หญ้ากินนีสีม่วง และหญ้าอะตราตัมที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร ต่อปริมาณการกินได้และการย่อยได้ของโภชนะของไก่ตะเภาแก้ว พบว่าไก่เพศผู้มีการกินได้สูงกว่าไก่เพศเมีย ($p < 0.05$) ในส่วนปัจจัยด้านสายพันธุ์หญ้า พบว่าไม่ส่งผลต่อการกินได้ของไก่ตะเภาแก้ว ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าปริมาณการกินได้

วัตถุดิบ โปรตีน และพลังงานรวมมีระดับที่เพิ่มขึ้น ปัจจัยด้านเพศไม่ส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของโภชนะของไก่ตะเภาแก้ว ($p>0.05$) ในส่วนปัจจัยด้านสายพันธุ์ห่าน พบว่ากลุ่มไก่ที่ได้รับหญ้าอะตราตัม มีเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ที่ดีที่สุดและมีแนวโน้มว่าเปอร์เซ็นต์การย่อยได้ของพลังงานรวมเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ที่ดำเนินการ แผนกโคนม สาขาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ ซึ่งได้อำนวยความสะดวกด้านสถานที่ โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ นอกจากนี้ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของอาหารและมูลสัตว์ที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. (2547). ตารางคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ชุมนุมการเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด กรุงเทพฯ
- กรมปศุสัตว์. (2559). คู่มือการเลี้ยงไก่พื้นเมืองกรมปศุสัตว์ระบบปล่อยอิสระและอินทรีย์. โรงพิมพ์ชุมนุมการเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด กรุงเทพฯ
- จารุณี หนูละออง และอับดุลรอฮิม เปาะอีแต. (2560). คุณภาพและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าอะตราตัมหมักร่วมกับกระถินในอัตราส่วนต่าง ๆ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 48(2): 631-642.
- นพ ตันมูขยกุล, จักรินทร์ ม่วงปิ่น, ทรงยศ โชติชุตติมา, สายัณห์ ทัดศรี และเอ็จ สโรบล. (2563). อิทธิพลของการจัดการท่อนพันธุ์เนเปียร์ต่อการงอกของท่อนพันธุ์และผลผลิตของหญ้าเนเปียร์พันธุ์ปากช่อง 1 เพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์. Thai Journal of Science and Technology. 9(3): 324-332.
- ประนิดา ธรรมชา, วรณนิษา วงศ์ทหาร และทิพเนตร นานทองตุม. (2560). ช่วงห่างเวลาการตัดของหญ้าเนเปียร์ลูกผสมต่อลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบทางเคมีเพื่อเป็นอาหารสัตว์กระเพาะเดียว. รายงานวิชาการปัญหาพิเศษทางสัตวศาสตร์ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พีชเกษตร. (2559). หญ้าขน ประโยชน์ และการปลูกหญ้าขน. ค้นเมื่อ 5 เมษายน 2565. <https://puechkaset.com/หญ้าขน>.
- รักนิมา สัตย์ชาพงษ์, วรินทร์ มณีรัตน์ และมณฑิลา พุทธาคำ. (2557). ผลการใช้หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ต่อสมรรถภาพการผลิตในไก่ไทยละโว้. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ครั้งที่ 5. 27 พฤศจิกายน 2558. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. สุโขทัย. 26-39.
- ลัดดาวัลย์ หอกกิ่ง. (2556). ผลของการใช้กากมันสำปะหลังต่อการย่อยได้ของโภชนะ สมรรถนะการผลิตคุณภาพไข่คอเลสเตอรอลในไข่แดง และการเปลี่ยนแปลง ประชากรจุลินทรีย์ของไก่ไข่. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท. สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางสัตว์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- วรุณี สุมา, ศิริลักษณ์ วงศ์พิเชษฐ และจิตติมา กัลตนามัลลกุล. (2555). สมรรถภาพการผลิตไก่พื้นเมืองไทยที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมหญ้าอู๋สด. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ครั้งที่ 4 26-27 พฤศจิกายน 2555 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. สุโขทัย. 22-37.
- วิทยา สุมามัลย์, และพรชัย ล้อวิลัย. (2557). อิทธิพลของระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาของหญ้างินนิ่มม่วงภายใต้การให้น้ำชลประทาน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 33(1): 35-45.

- AOAC. (2012). Official Methods of Analysis, 19th Ed. Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA.
- Fenton T.W. and Fenton M. (1979). An improved method for chromic oxide determination in feed and feces. Canadian Journal of Animal Science. 59: 631-634.
- Sharifi S.D., Dibamerhr A., Lotfollahian H. and Baurhoo B. (2012). Effects of flavomycin and probiotic supplementation to diets containing different sources of growth performance, intestinal morphology, apparent metabolizable energy, and fat digestibility in broiler chickens. Poultry Science. 91: 918-927.
- Vincenzo T., Ragni M. and Laudadio, V. (2018). Feeding forage in poultry: A promising alternative for the future of production systems. Agriculture. 8(81): 1-10.

Received: April 6, 2022; Revised: April 22, 2022; Accepted: April 23, 2022

ผลของการใช้ใบมันสำปะหลังตากแห้งเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารผสมสำเร็จ ต่อ
สมรรถภาพการเจริญเติบโตของแกะเนื้อลูกผสม

Effect of using cassava leaves hay a protein source in total mixed ration
(TMR) on growth performance of crossbred lambs

อัศรพล หนูน้อย^{1*} ณัฐกานต์ อาษารัง¹ และมงคลชัย บุญสวัสดิ์¹

Ahkarapon Nunoi, Nattakan Arsatong and Mongkhotchai Bunsawat

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ บุรีรัมย์

*Corresponding Author E-mail Address : Ahkarapon.nu@bru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ใบมันสำปะหลังตากแห้งเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแกะเนื้อลูกผสม ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้แกะเนื้อลูกผสม อายุ 3-4 เดือน จำนวน 12 ตัว น้ำหนัก 20 ± 5 กิโลกรัม แบ่งออกเป็น 4 ทรีทเมนต์ ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 1 ตัว โดยมีสูตรอาหาร 4 ทรีทเมนต์ ดังนี้ ทรีทเมนต์ที่ 1 อาหารชั้นสำเร็จรูปร่วมกับข้าวโพดสับหัก (กลุ่มควบคุม) ทรีทเมนต์ที่ 2 อาหารผสมสำเร็จ (TMR) ที่มีใบมันสำปะหลังแห้งที่ 10 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร ทรีทเมนต์ที่ 3 อาหารผสมสำเร็จ (TMR) ที่มีใบมันสำปะหลังแห้งที่ 20 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร และทรีทเมนต์ที่ 4 อาหารผสมสำเร็จ (TMR) ที่มีใบมันสำปะหลังแห้งที่ 30 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร จากการทดลอง พบว่า สมรรถภาพการเจริญเติบโต ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า ต้นทุนการผลิตทั้งหมด และต้นทุนการผลิตต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ในส่วนของการต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด และต้นทุนค่าอาหารที่กินต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) และผลตอบแทนจากการผลิตทั้งหมด (กำไรสุทธิ) แตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่แกะเนื้อลูกผสมที่ได้รับใบมันสำปะหลังตากแห้ง ให้ผลตอบแทนจากการผลิตทั้งหมด (กำไรสุทธิ) สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับใบมันสำปะหลังตากแห้ง (กลุ่มควบคุม) จากการศึกษาวิจัยทำให้ทราบถึงการใช้ใบมันสำปะหลังตากแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จต่อการผลิตแกะขุนได้อย่างชัดเจนและเป็นองค์ความรู้และแนวทางการให้อาหารสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงแกะขุนต่อไป

คำสำคัญ : ใบมันสำปะหลังตากแห้ง อาหารผสมสำเร็จ สมรรถภาพการเจริญเติบโต แกะเนื้อลูกผสม

Abstract

The purpose of this research was to study the use of cassava leaves hay as a protein source in total mixed ration (TMR) on growth performance of crossbred lambs. The experiment design was completely randomized design (CRD). Twelve weaned male Santa Innes lambs, 3-4 months old, Santa Innes lambs with body weight ranged from 20 ± 5 kg, were used in the experiment. The animals were divided into 4 treatments with 3 replications with 1 lamb for replicate. Four dietary treatments consisted of, Treatment 1: corn silage and concentrate (control group), Treatment 2: total mixed ration (TMR) and cassava leaves hay at 10% of feed, Treatment 3: total mixed ration (TMR) and cassava leaves hay at 20% of feed and Treatment 4: total mixed ration (TMR) and cassava leaves hay at 30% of feed. The results showed that the weight gain, feed intake, average daily gain and feed conversion ratio fed with the four treatment diets were not significantly different ($p > 0.05$). Total cost of production and cost of production to live weight gain were similar among treatments. Therefore, total cost of feed, cost of feed to live weight gain and net profit were significantly ($p < 0.05$). It could be concluded that cassava leaves hay in the total mixed ration (TMR) can be used for fattening lamb production and knowledge transfer for holder lamb farmers.

Keywords: Cassava leaves hay, Total mixed ration (TMR), Growth performance, Crossbred lambs

บทนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญในประเทศไทย มีปริมาณการผลิตมากกว่า 20 ล้านตัน ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตมันสำปะหลังมากเป็นอันดับที่ 2 ของโลก รองลงมาจาก ประเทศไนจีเรีย (สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558) ผลผลิตหัวสดเฉลี่ย 5.9 ตันต่อไร่ ปริมาณแป้งในหัวสดเฉลี่ย 24-26 เปอร์เซ็นต์ และยังสามารถใช้ผลิตเป็นได้ทั้งอาหารคน และอาหารสัตว์ได้ โดยใช้ประโยชน์ได้ทั้งจากส่วนของลำต้น ใบและหัว ใช้ผลิตอาหารสัตว์ได้ (ชินจิต และคณะ, 2562) ในปัจจุบันประเทศไทยนำใบมันสำปะหลังมาใช้ประโยชน์ในปริมาณที่น้อยอยู่ คือประมาณไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ปลูก หากมีการเก็บเกี่ยวใบมันสำปะหลังและนำมาแปรรูปเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์เพื่อเป็นแหล่งอาหารหยาบและแหล่งโปรตีน โดยการตากแห้ง เพื่อลดสารพิษในใบมันสำปะหลังที่สำคัญ 2 ชนิด คือสารพิษไซยาไนด์ซึ่งอยู่ในรูปของกรดไฮโดรไซยานิกและสารแทนนิน โดยการตากแห้งจนครบกำหนด 3-4 วัน นั้นแล้วจะมีกรดไฮโดรไซยานิกและสารแทนนินเหลืออยู่ในระดับที่ต่ำมากคือไม่เกิน 30 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ที่ไม่เป็นอันตรายสำหรับสัตว์ (เกรียงไกร, 2562) ใบมันสำปะหลังตากแห้งพบว่ามีคุณค่าทางโภชนาการ โปรตีนรวม 26.3 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 10.8 เปอร์เซ็นต์ และ พลังงาน 20.8 กิโลกรัม และสามารถนำมาเป็นได้ทั้งอาหารแหล่งโปรตีนและอาหารหยาบได้ในอาหารผสมสำเร็จ สุริยะ และคณะ (2553) ได้ศึกษาผลของการใช้ใบมันสำปะหลังแห้งและใบมันสำปะหลังหมัก เปรียบเทียบกับการใช้ใบกระถินในสูตรอาหาร โคขุนต่อสมรรถภาพการผลิต ลักษณะซาก และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่าสมรรถภาพการผลิตของโคแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันในทุกช่วงการ ทดลอง ส่วนลักษณะซาก โคทดลองนั้นไม่พบความแตกต่างกันของโคแต่ละกลุ่ม นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ใบมันสำปะหลังหมักระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ (วัตถุแห้ง) ในสูตรอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุด (ดวงสมร และคณะ, 2550) ใบมันสำปะหลังสามารถหาได้ง่ายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการเพาะปลูกใบมันสำปะหลังค่อนข้างมาก และเป็นเศษเหลือใช้ทาง

การเกษตรมีราคาถูกสามารถช่วยลดต้นทุนค่าอาหารได้ (อานุภาพ และคณะ, 2547) จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า ไขมันสำปะหลังมีค่าโภชนะสูงราคาถูกและยังเป็นเศษเหลือใช้ทางการเกษตรจึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาทำเป็นอาหารสัตว์ ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษาผลการใช้ไขมันสำปะหลังตากแห้งเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ต่อการกินได้และสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแกะเนื้อลูกผสม เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สนใจหรือเกษตรกรสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การเตรียมไขมันสำปะหลังตากแห้ง

ทำการรวบรวมไขมันสำปะหลัง ในเขตพื้นที่ ตำบลพรสำราญ อำเภอคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ จากนั้นนำไขมันสำปะหลัง มาสับ โดยเครื่องสับ 4 ใบมีด มอเตอร์ขนาด 1 แรง ให้ได้ขนาด 2-3 เซนติเมตร หลังจากทีสับแล้วนำไปตากแดด 2-3 แดด แล้วนำไปประกอบในสูตรอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ต่อไป

สัตว์ทดลองและแผนการทดลอง

แกะเนื้อลูกผสมซานตาอินเนสเพศผู้หย่านม อายุ 3-4 เดือน จำนวน 12 ตัว น้ำหนัก 20 ± 5 กิโลกรัม ใช้แผนการทดลอง แบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) แบ่งออกเป็น 4 ทรีทเมนต์ ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 1 ตัว โดยมีสูตรอาหาร 4 ทรีทเมนต์ ดังนี้ ทรีทเมนต์ที่ 1 อาหารสำเร็จรูป+อาหารหยาบ (ข้าวโพดสับ) (กลุ่มควบคุม) ทรีทเมนต์ที่ 2 อาหารผสมสำเร็จ (TMR) ที่มีไขมันสำปะหลังตากแห้งที่ 10 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร ทรีทเมนต์ที่ 3 อาหารผสมสำเร็จ (TMR) ที่มีไขมันสำปะหลังตากแห้งที่ 20 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร ทรีทเมนต์ที่ 4 อาหารผสมสำเร็จ (TMR) ที่มีไขมันสำปะหลังตากแห้งที่ 30 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร แสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งสัตว์ทดลองจะได้รับอาหารอย่างเต็มที่ (*Ad libitum*) ทำการให้อาหารวันละ 2 มื้อ ได้แก่ 07.00 และ 16.00 น. และมีน้ำให้กินตลอดเวลา ใช้เวลาในการทดลองจำนวน 60 วัน

ตารางที่ 1 สูตรอาหารผสมสำเร็จ (TMR)

วัตถุดิบ	T1	T2	T3	T4
ส่วนผสม, กิโลกรัม				
ต้นข้าวโพดสับ		50.0	50.0	50.0
ฟางข้าว		2.0	2.0	2.0
มันเส้น	อาหารสำเร็จรูปและ อาหารหยาบ (ข้าวโพดสับ) อัตราส่วน R : C (40 : 60)	10.0	10.0	10.0
กากปาล์มน้ำมัน		14.0	6.0	0.0
กากถั่วเหลือง		12.0	10.0	6.0
ไขมันสำปะหลังแห้ง		10.0	20.0	30.0
พรีมิกซ์		1.0	1.0	1.0
เกลือ		1.0	1.0	1.0
รวม		100	100	100
ราคา, กิโลกรัม (บาท)	11	6.02	5.10	4.10
คุณค่าทางโภชนะ				
โปรตีน, %	14.51	14.48	14.44	14.42

TDN, %	71.02	70.21	68.90	67.44
DM, %	55.04	53.05	52.35	51.68

การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ผล

ดำเนินการชั่งน้ำหนักตัวแกะในช่วงเริ่มการทดลองและสิ้นสุดการทดลอง ทำการชั่งในช่วงเช้าก่อนทำการให้อาหารโดยการชั่งทุกตัวเพื่อนำข้อมูลมาคำนวณหา น้ำหนักตัว (Body Weight; BW) น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (Body Weight Gain; BWG) ปริมาณการกินอาหาร (Feed Intake; FI) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed Conversion Ratio; FCR) จะทำเก็บข้อมูลทุกวันตลอดช่วงการทดลอง โดยทำการบันทึกปริมาณอาหารที่ให้ในแต่ละมื้อและข้อมูลราคาอาหาร (Feed cost) ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัว ไปคำนวณหาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ เช่น ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อ กิโลกรัม (Feed Cost Gain, FCG) ต้นทุนทั้งหมด (Total cost) และกำไรสุทธิ (Net profit)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลน้ำหนักตัวสัตว์ ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ปริมาณการกินได้ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ต้นทุน และ ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ จะถูกนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนในรูปแบบแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยกำหนดระดับ นัยสำคัญที่ระดับ $p < 0.05$ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองโดยใช้ วิธีการ Duncan Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม SPSS (Statistics Package for Social Sciences)

ผลการวิจัย

การศึกษาผลการใช้ใบมันสำปะหลังตากแห้งเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแกะเนื้อลูกผสม ที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่า น้ำหนักเริ่มต้น และน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวัน เปอร์เซ็นต์ของปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงดังตารางที่ 2

ในต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ของผลการใช้ใบมันสำปะหลังตากแห้งเป็นแหล่งโปรตีนในการผสมอาหารสำเร็จ (TMR) ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแกะเนื้อลูกผสม ที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ต้นทุนการผลิตทั้งหมด และต้นทุนการผลิตต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ในส่วนของ ส่วนต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด และต้นทุนค่าอาหารที่กินต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) แกะเนื้อลูกผสมที่ได้รับใบมันสำปะหลังตากแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับใบมันสำปะหลังตากแห้ง (กลุ่มควบคุม) และ ผลตอบแทนจากการผลิตทั้งหมด (กำไรสุทธิ) มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยที่แกะเนื้อลูกผสมที่ได้รับใบมันสำปะหลังตากแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ให้ผลตอบแทนจากการผลิตทั้งหมด (กำไรสุทธิ) สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับใบมันสำปะหลังตากแห้ง (กลุ่มควบคุม) แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลของการใช้ใบมันสำปะหลังตากแห้งเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแกะเนื้อลูกผสม

Item	Level of cassava leaves hay in TMR (%)				SEM	P-Value
	0	10	20	30		

Initial body weight (kg)	21.0	21.3	21.7	21.0	0.89	0.99
Final body weight (kg)	30.6	32.5	32.8	29.8	1.14	0.81
Body Weight gain (kg)	9.6	11.2	11.2	8.8	0.54	0.38
Dry matter intake (grams/head/day)	1240.7	1045.8	1226.9	1075.6	39.62	0.18
Dry matter intake, (% of body weight)	2.5	3.1	2.5	2.8	0.11	0.28
Averaged daily gain (grams/head/day)	161.1	186.1	186.1	147.2	9.14	0.38
Feed conversion ratio	8.0	6.1	6.7	7.5	0.40	0.36

หมายเหตุ: SEM = Standard error of the mean

ตารางที่ 3 ผลของการใช้ใบมันสำปะหลังตากแห้งเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ต่อต้นทุนและผลตอบแทน

ทางเศรษฐกิจ						
Items	Level of cassava leaves hay in TMR				SEM	P-Value
	(%)					
	0	10	20	30		
Total cost of production (baht/head)	3256.29	2837.29	2873.34	2684.04	122.83	0.45
Total cost of feed (baht/head)	841.29 ^a	383.95 ^b	381.68 ^b	269.04 ^c	67.45	0.01
Cost of production to live weight gain (baht/head)	340.05	266.65	257.78	305.74	17.23	0.34
Cost of feed to live weight gain (baht/kg)	85.68 ^a	35.69 ^b	33.80 ^b	30.39 ^b	7.29	0.01
Net profit (baht/head)	270.36 ^b	900.20 ^a	902.48 ^a	746.79 ^a	95.65	0.02

หมายเหตุ: ^{a,b และ c} ที่กำกับอยู่ในแถวแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

S.E.M = Standard error of the mean

ค่าอาหารต่อกิโลกรัม 11, 6.02, 5.10, และ 4.10 บาทตามลำดับ, แกะเนื้อลูกผสมต่อกิโลกรัม 115 บาท

จำหน่ายแกะเนื้อลูกผสมต่อกิโลกรัม 115 บาท

Total cost of production (baht/head) = ต้นทุนการผลิตทั้งหมด

Total cost of feed (baht/head) = ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด

Cost of production to live weight gain (baht/head) = ต้นทุนการผลิตต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

Cost of feed to live weight gain (baht/kg) = ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

Net profit (baht/head) = ผลตอบแทนจากการผลิตทั้งหมด (กำไรสุทธิ)

การอภิปรายผล

จากการศึกษาผลการใช้ไขมันสำปะหลังตากแห้งเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแกะเนื้อลูกผสม ที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร พบว่า แกะเนื้อลูกผสมที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ที่มีไขมันสำปะหลังตากแห้งเป็นแหล่งโปรตีน พบว่า น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณการกินได้ เปอร์เซ็นต์ปริมาณอาหารที่กินต่อน้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโตและ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ดังนั้นสามารถใช้ไขมันสำปะหลังตากแห้งเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารผสมสำเร็จได้ ในด้านต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ของผลการใช้ไขมันสำปะหลังตากแห้งเป็นแหล่งโปรตีนในการผสมอาหารสำเร็จ (TMR) ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแกะเนื้อลูกผสม ที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ต้นทุนการผลิตทั้งหมด และต้นทุนการผลิตต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ในส่วนของ ส่วนต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด และต้นทุนค่าอาหารที่กินต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) แกะเนื้อลูกผสมที่ได้รับไขมันสำปะหลังตากแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับไขมันสำปะหลังตากแห้ง (กลุ่มควบคุม) และ ผลตอบแทนจากการผลิตทั้งหมด (กำไรสุทธิ) มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่แกะเนื้อลูกผสมที่ได้รับไขมันสำปะหลังตากแห้งในสูตรอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ให้ผลตอบแทนจากการผลิตทั้งหมด (กำไรสุทธิ) สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับไขมันสำปะหลังตากแห้ง (กลุ่มควบคุม) ซึ่งมีความใกล้เคียงกับ อานูภาพ และคณะ, (2547) รายงานว่า การศึกษาการใช้ยอดและไขมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหารผสมเสร็จหรือ Total Mixed Ration (TMR) เลี้ยงโครีดนมดำเนินการโดยใช้โครีดนมพันธุ์ผสม ขาว-ดำ ผลการทดลอง พบว่าสามารถใช้อาหาร TMR ที่มีส่วนผสมของยอดและไขมันสำปะหลังแห้งประกอบสูตรได้โดยไม่มีผลกระทบ ($p>0.05$) ต่อปริมาณอาหารที่กิน ปริมาณผลผลิตน้ำนม ตลอดจนต้นทุน ค่าอาหารในการผลิต เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ให้อาหารหยابและอาหารชั้นแบบแยก และเมื่อหักค่าอาหารแล้วของกลุ่มที่ใช้อาหาร TMR (7.43 บาท/ก.ก.) สูงกว่า กลุ่มที่ได้รับอาหารหยابและอาหารชั้นแบบแยกให้ (6.71 บาท/ก.ก.) มีความคล้ายคลึงกับ สุริยะ และคณะ, (2553) ผลของการใช้ไขมันสำปะหลังแห้งและไขมันสำปะหลังหมัก เปรียบเทียบกับการใช้ใบกระถินในสูตรอาหาร โคขุนต่อสมรรถภาพการผลิต ลักษณะซาก และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่าสมรรถภาพการผลิตของโคแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันในทุกช่วงการ ทดลอง ส่วนลักษณะซากโคทดลองนั้นไม่พบความแตกต่างกันของโคแต่ละกลุ่ม นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ไขมันสำปะหลังหมักระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ (วัตถุดิบ) ในสูตรอาหารผสมเสร็จ (TMR) ให้ ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุด ตามลำดับ ซึ่งสมรรถภาพการเจริญเติบโตของการศึกษามีความแตกต่างกันในระดับที่ 20 เปอร์เซ็นต์ ของผลของอาหารไขมันสำปะหลังตากแห้งต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต โลหิตวิทยา และลักษณะซากของลูกแกะแควแอฟริกาตะวันออก พบว่าอาหารที่มีไขมันสำปะหลังตากแห้งในสูตรอาหารที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ย่อยสลายอาหารได้ดีที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ พบว่ามีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีกว่า ($p<0.05$) ลักษณะซากมีความแตกต่าง ($p<0.05$) สรุปได้ว่ากลุ่มที่ได้รับไขมันสำปะหลังที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ มีผลผลิตดีกว่ากลุ่มอื่น ๆ (Odusanya et al., 2017) ตามลำดับต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ให้ผลดีกว่าส่วนสมรรถภาพการเจริญเติบโตมีความแตกต่างกับ Inngaim et al., (2018) ได้ทำการศึกษาผลของไขมันสำปะหลังแห้งในอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อประสิทธิภาพการผลิตโคเนื้อลูกผสมชาโรเล่ ผลการศึกษาพบว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ของกลุ่มที่ได้รับไขมันสำปะหลังตากแห้งที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ ($p<0.05$) ส่วนต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และผลตอบแทนในการผลิต ไม่มีความแตกต่างกัน ($p<0.05$) และอัตราการเจริญเติบโต (ADG) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) ของกลุ่มที่ได้รับไขมันสำปะหลังตากแห้งที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารผสมสำเร็จ (TMR) สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับไขมันสำปะหลังตากแห้งที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$) ดังนั้น การศึกษาไขมัน

สำปะหลังตากแห้งเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของแกะเนื้อลูกผสม ครั้งนี้มีทั้งข้อแตกต่างและไม่แตกต่างจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทสรุป

จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าแกะเนื้อลูกผสมที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ที่มีไขมันสำปะหลังตากแห้งเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหาร ที่ระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีสมรรถภาพการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันกับกลุ่มควบคุม แต่ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จ (TMR) ที่มีแหล่งโปรตีนเป็นไขมันสำปะหลังตากแห้งทำให้ราคาต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นสูงกว่ากลุ่มควบคุมและทำให้ได้กำไรเพิ่มขึ้น ดังนั้นการใช้ไขมันสำปะหลังตากแห้งเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารผสมสำเร็จ (TMR) สามารถเป็นแนวทางในการนำวัตถุดิบอาหารที่มีในท้องถิ่นมาใช้และเป็นการลดต้นทุนการผลิตค่าอาหารสัตว์ต่อไปได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทดลองในการดำเนินการวิจัยให้ลุล่วงเป็นไปอย่างเรียบร้อย และขอขอบคุณกลุ่มเครือข่ายเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะแกะคูเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ที่ช่วยจัดหาพันธุ์สัตว์

เอกสารอ้างอิง

เกรียงไกร แก้วตระกูล. (2562). ปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกใช้เครื่องเก็บเกี่ยวไขมันสำปะหลัง.

International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET) (ISSN: 09766340), 39-48.

ดวงสมร สีนเจิมสิริ, สุกัญญา จัตตุพรพงษ์ จารุวัธน์ แสนปิง. (2550). ผลของการใช้ไขมันสำปะหลังและกากมันสำปะหลังในอาหารชั้นต่อการเจริญเติบโตและสภาพแวดล้อมในกระเพาะหมักของแกะ. การประชุมทางวิชาการของ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45: สาขาสัตว์ และสัตวแพทยศาสตร์. กรุงเทพฯ, 163-170.

สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2558). สำนักการค้าสินค้า. กรมเจรจาการค้าระหว่างประเทศ. นนทบุรี.

ชื่นจิต แก้วกัญญา อนุสรณ์ กุลวงษ์ และสกล ฉาย ศรี. (2562). การประเมินสายพันธุ์มันสำปะหลัง เพื่อให้ผลผลิตและคุณภาพ

ใบสูง. วารสาร แก่นเกษตร 47 ฉบับพิเศษ 1 : 549-556

สุกัญญา จัตตุพรพงษ์. (2547). การใช้ประโยชน์เศษเหลือจากมันสำปะหลัง. ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์สถาบัน

สุวรรณวาจกกสิกิจมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสนจังหวัดนครปฐม, 6-46.

- สุริยะ สะวานนท์,เลอชาติ บุญเอก,สุกัญญา จัตุพรพงษ์และวราพันธุ์ จินตณวิชัย คามินท์ ไชยมงคล. (2553). ผลของการใช้ใบมันสำปะหลังแห้งและใบมันสำปะหลังหมักในสูตรอาหารโคขุนต่อสมรรถภาพการผลิตลักษณะซากและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสนครั้งที่7. ก้าวอย่างตามพ่อ สานต่อการศึกษา พัฒนาชาติไทย. นครปฐม, 366-373.
- อานุกาพ เสี่ยงสาย,ประเสริฐ โพธิ์จันทร์ สุมน โพธิ์จันทร์. (2547). การใช้ยอดมันสำปะหลังแห้งในอาหารผสมเสร็จสำหรับโครีดนม. รายงานผลงานวิจัยประจำปี กองอาหารกรมปศุสัตว์กระทรวงและสหกรณ์, 300-311.
- Inngarm,E Pilajun,R Thammasang,K Lunpha,A. (2018). Effect of dried cassava leaves in total mixed ration on production performances of growing Charolais crossbred beef cattle. Journal of Agricultural Research and Extension 2018 Vol.35 No.2 Suppl. 2 pp. 109-116.
- Odusanya, L.Q.; Fasae, O.A.; Adewumi, O.O.; James, I.J. (2017). Effect of cassava leaf meal concentrate diets on the performance, haematology and carcass characteristics of West African Dwarf lambs Archivos de Zootecnia, vol. 66, núm. 256, pp. 603-609.

การวิจัยและพัฒนาแปลงผักยกพื้นเพื่อการผลิตผักคุณภาพ

Research and development of growing bench for quality vegetables production

ชำนาญ ขวัญสกุล^{1*}Chamnan Khwunsakun^{1*}^{1*}คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย นครศรีธรรมราช^{*}Corresponding Author E-mail Address : Ckwunsakun@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาแปลงผักยกพื้นเพื่อการผลิตผักคุณภาพ โดยมีการออกแบบแปลงผักยกพื้นให้มีขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 3 เมตร มีความสูงแปลงรวม 90 เซนติเมตร ปลูกด้วยกระเบื้องมุงหลังคา และชิงต่ายไนลอนเพื่อรองรับดินปลูก ทดสอบการใช้งานโดยการปลูกผักกาดขาวตั้งห่อเต้ากันขาว วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) 4 สิ่งทดลอง 3 ซ้ำ คือ 1) แปลงปลูกบนดิน 2) แปลงยกพื้นกลางแจ้ง 3) แปลงยกพื้นในโรงเรือน และ 4) แปลงยกพื้นดัดแปลงจากโต๊ะปลูกไฮโดรโปนิคส์แบบน้ำลึก หลังย้ายปลูกผัก 40 วัน พบว่า ผักกาดห่อเต้ากันขาวที่ปลูกบนแปลงยกพื้น มีน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 5.82 กิโลกรัม/แปลง รองลงมา ผักกาดห่อเต้ากันขาวที่ปลูกบนแปลงยกพื้นในโรงเรือน มีน้ำหนักสด คือ 4.35 กิโลกรัม/แปลง แปลงยกพื้นดัดแปลงจากโต๊ะปลูกไฮโดรโปนิคส์แบบน้ำลึก มีน้ำหนักสด คือ 3.99 กิโลกรัม/แปลง และผักกาดห่อเต้ากันขาวที่ปลูกบนแปลงปลูกบนดิน มีน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.00 กิโลกรัม/แปลง โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จากการเปรียบเทียบด้านจำนวนเงินที่ขายได้ พบว่า แปลงยกพื้นมีจำนวนเงินที่ขายได้มากที่สุด คือ 465.60 บาท/แปลง โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับสิ่งทดลองอื่น และจากการศึกษาความพึงพอใจต่อคุณภาพของผักที่ผลิตได้ พบว่า ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจมากที่สุดด้านความปลอดภัยของผักต่อผู้บริโภค

คำสำคัญ: ผักกาดห่อเต้ากันขาว แปลงยกพื้น การผลิตผักคุณภาพ

Abstract

The experiment of this research was design and develop of vegetable plots for quality vegetable production. The growing bench was designed to be a width of 1 m, length 3 m, with a total height of 90 cm covered with roof tiles and stretch the nylon mesh to support the soil. Canton Pak Choi (*Brassica rapa* L. cv. Canton Pak Choi) was tested. The experiment was arranged in completely randomized design (CRD)

with 3 replications. The treatments were 4 types of growing bench including 1) Vegetable bed (control), 2) Growing benches, 3) Growing benches in a greenhouse, and 4) Modified Deep Flow Technique (DFT) hydroponic growing bench. The results showed that 40 days after transplanting, the white stalks of Canton Pak Choi grown on the growing benches had the highest fresh weight of 5.82 kg/bed. Canton Pak Choi grown on growing benches in a greenhouse had a fresh weight of 4.35 kg/bed. The raised platform converted from a modified DFT hydroponic growing bench had a fresh weight of 3.99 kg/bed and Canton Pak Choi grown in vegetable bed had the lowest fresh weight of 2.00 kg/bed with a statistically significant difference. The comparison of the amount sold, the platform plot had the highest selling amount, which was a 465.60 baht/bed. Significant differences among treatment were observed for the amount sold. The study of satisfaction with the quality of vegetables produced, most of them were most satisfied with the safety of vegetables for consumers.

Keywords: Canton Pak Choi, Growing bench, Quality vegetable production

บทนำ

ประเทศไทยได้เข้าสู่การเป็นสังคมสูงอายุ (Aged society) มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 กล่าวคือ 1 ใน 10 ของประชากรไทยเป็นประชากรที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป และคาดว่าประเทศไทยจะเป็นสังคมสูงวัยระดับสุดยอด (Super aged society) ภายในปี พ.ศ. 2578 โดยประมาณการว่าจะมีประชากรสูงอายุเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 30 ของจำนวนประชากรทั้งหมด ด้านแรงงานภาคการเกษตรซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตทางการเกษตรนั้น โดยในปีเพาะปลูก 2556/2557 ประเทศไทยมีประชากรแรงงานภาคการเกษตรที่มีอายุระหว่าง 15-64 ปี จำนวน 16.10 ล้านคน และจากสถิติ พบว่า ประชากรแรงงานภาคการเกษตรมีแนวโน้มลดลง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557ก) เนื่องจากแรงงานภาคการเกษตรมีการเคลื่อนย้ายสู่ภาคอุตสาหกรรม และแรงงานภาคการเกษตรที่มีอยู่ในปัจจุบันเริ่มเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุมากขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557ข) รวมถึงการขาดสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) มีรายได้ไม่แน่นอน เป็นงานหนัก และลำบาก ทำให้คนรุ่นใหม่ขาดแรงจูงใจในการเข้าสู่ภาคการเกษตร ส่งผลทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนแรงงานภาคการเกษตรเกิดขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557ก) และเพื่อเป็นการเตรียมรับมือกับปัญหาดังกล่าว เราจึงควรเตรียมความพร้อมสำหรับแรงงานสูงวัยในภาคเกษตรของไทย โดยการคิดค้นนวัตกรรมและเทคโนโลยีมาประยุกต์เพื่อปรับปรุงและพัฒนาเทคนิคการเพาะปลูกใหม่ ๆ เพื่อการจูงใจให้คนรุ่นใหม่หันมาให้ความสำคัญกับภาคการเกษตร เนื่องจากคนกลุ่มนี้มีทักษะความสามารถในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและเทคนิคที่ทันสมัยเพื่อนำมาเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ดี (อัญชลี, 2564) แปลงผักยกพื้น หรืออาจเรียกชื่ออย่างอื่นได้อีก เช่น การปลูกผักบนโต๊ะ การปลูกพืชผักในกระบอกสูง การปลูกผักบนแคร่ หรือการปลูกผักด้วยดินบนแคร่ เป็นการปรับเปลี่ยนจากการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินระบบไฮโดรโปนิคส์หรือการปลูกพืชในสารละลายปุ๋ย ซึ่งมีโต๊ะปลูกเป็นอุปกรณ์หลักในการปลูกและยกระดับสูงจากพื้นดินขึ้นมา โดยการดัดแปลงโต๊ะปลูกให้สามารถนำดินปลูกมาใส่แทนสารละลาย และสามารถปลูกพืชได้ (บุญส่ง, 2563) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นการปลูกพืชในภาชนะอีกรูปแบบหนึ่งที่ยกพื้นขึ้นมานั่นเอง การออกแบบแปลงผักยกพื้นมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อความสะดวกใน การปฏิบัติงานของเกษตรกร แต่การยกพื้นสูงมีข้อจำกัดเกี่ยวกับการให้น้ำของพืช จึงมีการจัดการดินโดยใช้วัสดุปลูกที่ออกแบบมาให้เหมาะสม เพื่อควบคุมการกักเก็บความชื้น และใช้วัสดุเพื่อการระบายน้ำ ในปัจจุบันพบว่ามีกรออกแบบและสร้างโต๊ะปลูก

หลายขนาดและรูปทรง ซึ่งต่างก็ให้ผลผลิตพืชที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งในการออกแบบทั่ว ๆ ไป นักออกแบบต้องพิจารณาด้านต่าง ๆ ได้แก่ หน้าที่ใช้สอย ความปลอดภัย ความแข็งแรง ทนทาน ความประหยัด วัสดุ โครงสร้าง ความสะดวกสบายในการใช้ ความสวยงาม มีลักษณะเฉพาะ การซ่อมบำรุงรักษา และรวมถึงการขนส่ง (อุดมศักดิ์, 2549) โต๊ะปลูกหรือชั้นวางต้นไม้ควรได้รับการปรับแต่งให้เหมาะสำหรับการดำเนินงานของคนงานแต่ละคน ขนาดที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับหลาย ๆ ปัจจัย เช่น ความสูงของคนงานและความสะดวกในการเข้าทำงาน ชนิดของพืชที่ปลูก และทางเดินที่สามารถเข้าถึงได้ทุกด้านของโต๊ะปลูกหรือชั้นวางต้นไม้ ในเชิงการค้าหรือสถานที่อื่น ๆ ที่มีคนต้องทำงานกับต้นไม้ พบว่า โต๊ะปลูกหรือชั้นวางต้นไม้มีความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 32-36 นิ้ว (81.28-91.44 เซนติเมตร) สำหรับความกว้างของโต๊ะปลูกหรือชั้นวางต้นไม้โดยทั่วไป หากเข้าทำงานจากทั้งสองด้าน ควรมีความกว้าง 42-48 นิ้ว (106.68-120.92 เซนติเมตร) และหากเข้าทำงานจากด้านเดียว ควรมีความกว้าง 30 ถึง 36 นิ้ว (76.20-91.44 เซนติเมตร) (Walker and Duncan, 2020)

ดังนั้นการวิจัยและพัฒนาแปลงผักยกพื้นเพื่อการผลิตผักคุณภาพ จึงเป็นการพัฒนาและออกแบบแปลงปลูกพืชผัก ซึ่งเป็นเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมการผลิตสมัยใหม่ที่มีความเหมาะสมด้านโครงสร้าง การใช้งานด้านการปลูกผัก และสามารถผลิตผักคุณภาพได้เป็นที่น่าพอใจ เป็นทางเลือกสำหรับผู้มีพื้นที่จำกัด แรงงานสูงวัยในภาคเกษตรของไทย รวมถึงอาจจูงใจให้คนรุ่นใหม่หันมาให้ความสำคัญกับภาคการเกษตรในอนาคตได้

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การออกแบบรายละเอียด และการจัดสร้างแปลงผักยกพื้น

1. ศึกษารูปแบบของการปลูกผักบนโต๊ะหรือแคร่ยกสูง การปลูกผักยกแคร่ การปลูกด้วยดิน-บนแคร่-ในโรงเรือน การปลูกพืชผักในกระบะยกสูง โต๊ะปลูกผักจากกระเบื้องมุงหลังคา และแปลงปลูกแบบยกพื้น โดยสืบค้นข้อมูลทางวิชาการที่เกี่ยวข้องและศึกษาจากสื่อต่าง ๆ ทั้งรูปแบบ ขนาด วิธีการ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ การใช้งาน ข้อดีข้อเสีย และอื่น ๆ โดยมีแนวคิดในการออกแบบ ดังนี้

การออกแบบทั่ว ๆ ไป โดยเฉพาะทางด้านผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นักออกแบบต้องพิจารณาด้านต่าง ๆ ซึ่ง อุดมศักดิ์ (2549) กล่าวไว้ ดังนี้

(1) หน้าที่ใช้สอย (Function) การออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน สามารถทำหน้าที่ได้ตามวัตถุประสงค์ จะต้องเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยและการใช้งาน

(2) ความปลอดภัย (Safety) ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้องด้วย ความปลอดภัยทั้งการใช้งาน และหลักการใช้งาน ไม่สร้างมลพิษให้กับสังคมโลก นักออกแบบต้องคำนึงถึงการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมและไม่ทำให้เกิดความเสียหายโดยรวม

(3) ความแข็งแรง ทนทาน (Durability) ต้องสนองต่อหน้าที่ได้เป็นเวลานานตามที่กำหนดไว้ในคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ คือ สิ่งที่สร้างต้องแข็งแรง ทนทาน ระบบกลไก ระบบไฟฟ้า วัสดุและอุปกรณ์ที่เลือกใช้ที่ดี

(4) ความประหยัด (Economic) สามารถที่จะผลิตได้ในระบบการเศรษฐศาสตร์ หมายความว่า จะต้องใช้วัสดุอย่างประหยัดและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงาน โดยที่ราคาไม่แพง มันจะเป็นการสูญเสียที่จะนำสิ่งของให้มีความทนทานมากกว่าหน้าที่ของมัน ความต้องการของงานทางด้านการประหยัสนั้นต้องการวัสดุที่หาได้ง่าย ผลิตได้ง่าย และสามารถถอดประกอบเข้ากันได้

(5) วัสดุ (Material) ต้องเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับงานมีความทนทานและประหยัด โลหะแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานต่างกัน มีความสวยงามในตัวเอง เช่น ทองแดง ทองเหลือง สแตนเลส และอลูมิเนียม ต่างก็มีพื้นผิวงานตามธรรมชาติ ก่อนนำโลหะมาใช้ท่านต้องแน่ใจว่าวิธีการไม่ยุ่งยาก วิธีการนำไปใช้ เช่น การขึ้นรูป ทำให้โค้ง ทำรูปร่างและเชื่อม

(6) โครงสร้าง (Construction) วิธีการทำโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์แต่ละชนิดควรเหมาะสมกับงาน มีความทนทาน ประหยัดและใช้วัสดุที่เหมาะสม และการออกแบบนี้เป็นอมตะ ที่เรารู้จักเลือกใช้วิธีง่าย ๆ ในการทำ จะทำให้มีความเหมาะสมกว่าวิธีการยุ่งยาก และควรจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมแก่ที่สุดที่ใช้ด้วย

(7) ความสะดวกสบายในการใช้ (Ease of use) หมายถึง ต้องคำนึงถึงสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้งาน ขนาดความสูง และการออกแบบนี้เป็นอมตะ

(8) ความสวยงาม (Aesthetic) เมื่อมันมีรูปร่างและขนาดเหมาะกับการใช้งานขนาดความสูง กว้าง ยาว และขีดจำกัดของประกอบการออกแบบ เช่น การหยิบใช้คล่อง

(9) มีลักษณะเฉพาะ (Personality) อาจจะได้คะแนนสูงในเรื่องของคุณภาพ แต่จริง ๆ แล้วยังขาดในเรื่องลักษณะเฉพาะของมัน การมีลักษณะเฉพาะจะมีความรู้สึกกับนักออกแบบที่เขาได้ทำการออกแบบขึ้นมาด้วยตนเอง มีลักษณะเป็นอิสระเพื่อจะได้แสดงว่านักออกแบบได้วิเคราะห์ปัญหาอย่างจริงจัง ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของงาน

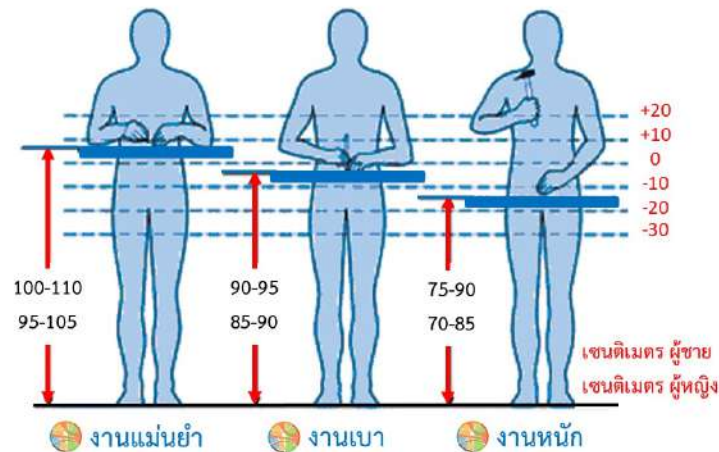
(10) กรรมวิธีการผลิต (Production) เมื่อทำการออกแบบแล้ว สามารถจะทำการผลิตได้ง่าย การผลิตโครงการที่ท่านทำในโรงงานปฏิบัติงานโลหะแต่ละชิ้นส่วนควรรวมเข้าด้วยกันได้เป็นอย่างดี

(11) การซ่อมบำรุงรักษา (Easy of maintenance) เมื่อนำไปใช้งานได้รับความเสียหาย สามารถแก้ไขและซ่อมแซมได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก เมื่อมีการชำรุดเสียหายค่าบำรุงรักษาและการสึกหรอต่ำ

(12) การขนส่ง (Transportation) นักออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ค่าขนส่ง จะต้องส่งสะดวก หรือไม่ใกล้ไม่ไกล

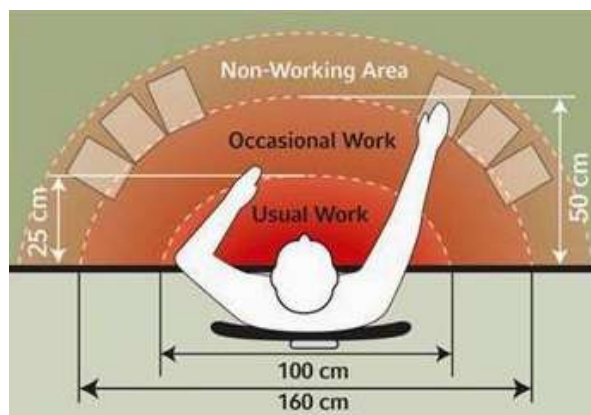
โดยทั่วไปงานออกแบบจะประกอบขึ้นจากปัจจัยต่างๆ มากมาย เช่น รูปทรง ประโยชน์ใช้สอย วัสดุและกรรมวิธีการผลิต เป็นต้น นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยเงื่อนไขอื่น ๆ ที่มีผลกระทบต่องาน มักเกี่ยวกับความต้องการของตลาด ดังนั้นในการกำหนดหลักเกณฑ์ในการทำงานจึงเป็นการกำหนดเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินผล และมักมาจากหัวข้อหลัก โดยมีรายละเอียดที่เน้นเป็นการแตกต่างกันไปตามลักษณะของงานออกแบบแต่ละประเภท และพิจารณาจากสัดส่วนมนุษย์ที่สัมพันธ์ต่อการปฏิบัติงาน กิตติ (2548) รายงานว่า ความหมายของขนาดสัดส่วนมนุษย์ ในการออกแบบโดยทั่วไป คือ การสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ รวมทั้งสภาพแวดล้อมเพื่อสนองความต้องการของมนุษย์ เพิ่มความสะดวกสบายในการทำงาน เป็นการออกแบบตามสัดส่วนร่างกายมนุษย์ (Ergonomic design) ความหมายสั้น ๆ ของ Ergonomic คือ “Fitting the job on the worker” หรือเรียกอีกอย่างว่า Human engineering factors สามารถดัดแปลงนำไปใช้กับอะไรก็ได้ที่มนุษย์เป็นคนใช้สอย เป็นคำมาจากภาษากรีก Ergon การทำงาน (Work) Nomos กฎเกณฑ์ (Law)

การออกแบบตามสัดส่วนร่างกายมนุษย์ (Ergonomic design) การออกแบบที่ดีจะต้องมีข้อมูลที่สัมพันธ์กับมนุษย์และความเป็นอยู่ของมนุษย์โดยเกี่ยวข้องกับพื้นฐานทางร่างกายมนุษย์และสังคมสำหรับนำไปสู่ขั้นตอนของการออกแบบอย่างมีหลักเกณฑ์ และการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกายมนุษย์ สัดส่วนทางด้านกายวิภาค (Anatomy) ของมนุษย์เป็นปัจจัยในการออกแบบ การออกแบบที่ดีจะได้ผลดี จะต้องแน่ใจว่าเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายอย่างแท้จริง การคำนึงถึงสัดส่วนใช้สอยส่วนตัว ได้แก่ เกี่ยวกับมือซึ่งเป็นเครื่องมือชิ้นแรกของมนุษย์ใช้สัมผัสทำ หยิบ อุ้ม บิด และกอบ ทำนองเดียวกันแขนที่ช่วยในการยก อุ้ม ดึง วัตถุต่างๆ หรือแม้กระทั่งขาที่ช่วยในการเคลื่อนไหวร่างกายเคลื่อนที่ไป



รูปที่ 1 แสดงความสูงที่เหมาะสมสำหรับการยืนทำงานตามประเภทของงาน

ที่มา: ดัดแปลงจาก Scribd (2021)



รูปที่ 2 แสดงพื้นที่เอื้อมแขนทำงานที่เหมาะสมที่สุด

ที่มา: PP_Reader (2558)

2. ออกแบบแปลงผักยกพื้นต้นแบบ เพื่อประมาณการวัสดุในการผลิต และสร้างแปลงผักยกพื้นต้นแบบ โดยมีการออกแบบและจัดสร้างแปลงผักยกพื้นต้นแบบ ขนาด 1X3 เมตร สูงจากพื้น 70 เซนติเมตร มีพื้นที่สำหรับใส่วัสดุปลูกสูง 20 เซนติเมตร โดยใช้ท่อเหล็กกลม ขนาด 1 ¼ นิ้ว และ ¾ นิ้ว และปูด้วยกระเบื้องมุงหลังคาด้านล่าง และขึงตาข่ายไนล่อนสีฟ้าเพื่อรองรับดินปลูก

3. ทดสอบการทำงานแปลงผักยกพื้นต้นแบบเบื้องต้น โดยการบรรจุดินปลูกและปลูกผัก โดยใช้ผักกาดฮ่องเต้

การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักกาดฮ่องเต้ก้านขาว

1. วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) จำนวน 4 สิ่งทดลอง 3 ซ้ำ ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 แปลงปลูกในดิน (ควบคุม)

สิ่งทดลองที่ 2 แปลงยกพื้นกลางแจ้ง

สิ่งทดลองที่ 3 แปลงยกพื้นในโรงเรือน

สิ่งทดลองที่ 4 แปลงยกพื้นดัดแปลงจากโต๊ะปลูกไฮโดรโปนิคส์ระบบน้ำลึก (Deep Flow Technique : DFT)

2. เตรียมการทดลอง

(1) เพาะเมล็ดผักกาดฮ่องเต้ก้านขาวในถาดหลุม โดยใช้วัสดุเพาะ คือ ขุยมะพร้าว ถ่านแกลบ และมูลวัว อัตรา 1:1:1

(2) เตรียมสิ่งทดลองและดินปลูก

- สิ่งทดลองที่ 1 แปลงปลูกบนดิน ขุดพรวนดิน ยกแปลงให้มีขนาด 1x3 เมตร จำนวน 3 แปลง ผสมซีไ้แกลบลงไปแปลงๆ ละครึ่งกระสอบ (ดิน : ซีไ้แกลบ อัตราส่วน 5 : 1) คลุกเคล้าให้เข้ากัน และขึ้นรูปแปลงพร้อมปลูกตามลักษณะการปลูกผักทั่วไป

- สิ่งทดลองที่ 2 แปลงยกพื้น ขนาด 1x3 เมตร นำไปวางกลางแจ้ง จำนวน 3 แปลง ใช้ดินปลูก คือ ดินร่วน ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ และซีไ้แกลบ อัตราส่วน 1:1:1:1 ซึ่งเป็นวัสดุสำหรับปลูกผักในภาชนะ

- สิ่งทดลองที่ 3 แปลงยกพื้นในโรงเรือน เป็นการนำแปลงยกพื้น ขนาด 1x3 เมตร ไปวางในโรงเรือน ขนาด 6x12 เมตร ที่มุงด้วยพลาสติก กันด้วยมุ้งไนลอน จำนวน 3 แปลง ใช้ดินปลูก คือ ดินร่วน ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ และซีไ้แกลบ อัตราส่วน 1:1:1:1 ซึ่งเป็นวัสดุสำหรับปลูกผักในภาชนะ

- สิ่งทดลองที่ 4 แปลงยกพื้นดัดแปลงจากโต๊ะปลูกไฮโดรโปนิคส์ระบบน้ำลึก (Deep Flow Technique: DFT) ที่มุงด้วยพลาสติก กันด้วยมุ้งไนลอน จำนวน 3 แปลง ใช้ดินปลูก คือ ดินร่วน ขุยมะพร้าว กาบมะพร้าวสับ และซีไ้แกลบ อัตราส่วน 1:1:1:1 ซึ่งเป็นวัสดุสำหรับปลูกผักในภาชนะ แทนการใช้สารละลายปุ๋ย

(3) การย้ายกล้าปลูก หลังเพาะเมล็ด 14 วัน โดยใช้ระยะปลูก 20x20 เซนติเมตร มีการให้น้ำวันละ 2 ครั้ง มีการให้ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) สัปดาห์ละครั้ง โดยการละลายน้ำรดบนต้นผักหลังให้น้ำ

(4) เก็บเกี่ยวผลผลิตผักกาดฮ่องเต้ก้านขาว หลังย้ายปลูก 40 วัน และชั่งน้ำหนักสดของผัก

การศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อแปลงผักยกพื้น

สร้างเครื่องมือที่จะใช้ในการประเมินแปลงผักยกพื้น เพื่อใช้ในการตรวจสอบและการทำงาน โดยหาค่าความพึงพอใจจากความคิดเห็น และประเมินความพึงพอใจจากผู้เข้าชม จำนวน 100 คน จากเกษตรกร ผู้สนใจทั่วไป และผู้ที่กำลังศึกษาในสาขาวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร ที่จะเข้าสู่อาชีพการผลิตพืช ดังนี้

(1) แบบประเมินแปลงผักยกพื้นต้นแบบ โดยได้แบ่งแบบประเมินออกเป็น 2 ด้าน คือ แบบประเมินด้านโครงสร้าง และแบบประเมินด้านความเหมาะสมกับการใช้งานด้านการปลูกผัก

(2) ประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าชมและแปลงผักยกพื้นต้นแบบและพืชผัก ใช้เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) โดยกำหนดคะแนนของคำตอบ หรือตัวเลือกแต่ละระดับของความพึงพอใจ ดังนี้ ระดับความพึงพอใจ 5 หมายถึง พอใจมากที่สุด ระดับความพึงพอใจ 4 หมายถึง พอใจมาก ระดับความพึงพอใจ 3 หมายถึง พอใจปานกลาง ระดับความพึงพอใจ 2 หมายถึง พอใจน้อย ระดับความพึงพอใจ 1 หมายถึง พอใจน้อยที่สุด

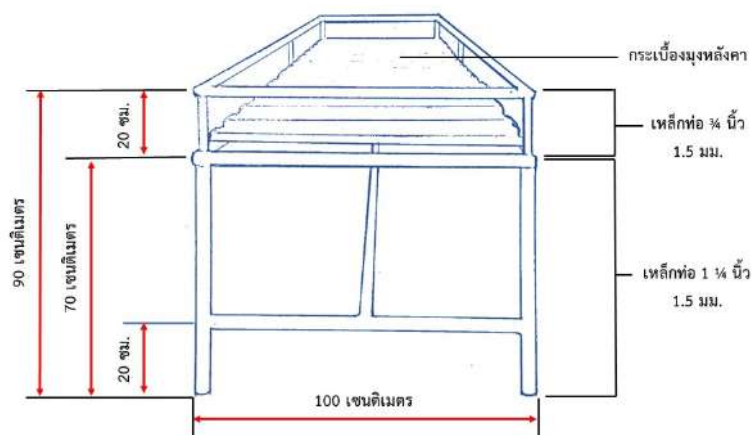
ผลการวิจัย

การออกแบบรายละเอียด และการจัดสร้างแปลงผักยกพื้น

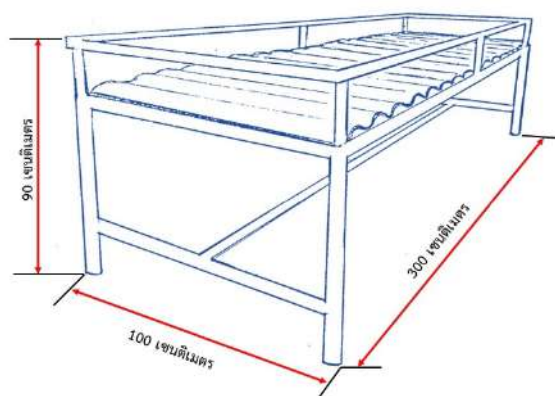
แปลงผักยกพื้นที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้น มีขนาดความกว้าง 1 เมตร ความยาว 3 เมตร สูงจากพื้น 70 เซนติเมตร โดยใช้ท่อเหล็กกลม ขนาด 1 ¼ นิ้ว และต่อให้มีความสูงเพิ่มขึ้นอีก 20 เซนติเมตร ด้วยท่อเหล็กกลม ขนาด ¾ นิ้ว เป็นพื้นที่

สำหรับปุ๋ยกระเบื้องมุงลอนคู่ และชิงต่ายไชน่ลอน เพื่อรองรับดินปลูก โดยมีความสูงของแปลงรวม 90 เซนติเมตร สามารถบรรจุดินปลูกได้ 350-400 ลิตร และรับน้ำหนักได้ 600 กิโลกรัม (ดังรูปที่ 3-7) มีต้นทุนในการสร้าง ดังนี้

- ท่อเหล็กกลม 1 ¼ นิ้ว หนา 2.3 มม. จำนวน 3 เส้น ๆ 340 บาท	รวม 1,020.00 บาท
- ท่อเหล็กกลม ¾ นิ้ว หนา 2.3 มม. จำนวน 2 เส้น ๆ 216 บาท	รวม 432.00 บาท
- กระเบื้องลอนคู่ 4/120 จำนวน 6 แผ่น ๆ ละ 42.80 บาท	รวม 256.80 บาท
- ตาช่ายไชน่ลอน ขนาด 1.5x4 เมตร ราคา 100 บาท	รวม 100.00 บาท
- เคเบิลไทร์ จำนวน 20 เส้น ๆ ละ 1 บาท	รวม 20.00 บาท
- ดินปลูก จำนวน 20 ถุง ๆ ละ 20 บาท	รวม 400.00 บาท
- ค่าแรงในการประกอบ	รวม 500.00 บาท
ต้นทุน	รวม 2,728.80 บาท



รูปที่ 3 ร่างรูปแบบส่วนประกอบของแปลงผักยกพื้นต้นแบบ



รูปที่ 4 ร่างรูปแบบขนาดของแปลงผักยกพื้นต้นแบบ



รูปที่ 5 แสดงโครงสร้างของแปลงผักยกพื้น หลังประกอบด้วยเหล็กท่อ



รูปที่ 6 แสดงแปลงผักยกพื้น หลังปูด้วยกระเบื้องมุงหลังคาด้านล่างเป็นพื้นที่สำหรับใส่วัสดุปลูก



รูปที่ 7 แสดงการซึงตาข่ายไนลอนสีฟ้าเพื่อรองรับวัสดุปลูกของแปลงผักยกพื้น

การศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตของผักกาดฮ่องเต้ก้านขาว

จากการศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตด้านน้ำหนักสดของผักกาดฮ่องเต้ก้านขาว เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตหลังย้ายปลูก 40 วัน จากทั้ง 4 สิ่งทดลอง พบว่า ผักกาดฮ่องเต้ก้านขาวที่ปลูกบนแปลงยกพื้น มีน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 5.82 กิโลกรัม/แปลง รองลงมา ผักกาดฮ่องเต้ก้านขาวที่ปลูกบนแปลงยกพื้นภายใต้โรงเรือน มีน้ำหนักสด คือ 4.35 กิโลกรัม/แปลง แปลงยกพื้น ดัดแปลงจากโต๊ะปลูกไฮโดรโปนิคส์ระบบน้ำลึก มีน้ำหนักสด คือ 3.99 กิโลกรัม/แปลง และผักกาดฮ่องเต้ก้านขาวที่ปลูกบนแปลงปลูกบนดิน มีน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.00 กิโลกรัม/แปลง ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ดังตารางที่ 1

ราคาผักกาดฮ่องเต้ก้านขาว

จากการศึกษาเปรียบเทียบราคาของผักกาดฮ่องเต้ก้านขาว จากทั้ง 4 สิ่งทดลอง พบว่า เมื่อเก็บผลผลิตผักแล้วนำมาตั้งราคาขายผัก โดยพิจารณาจากลักษณะของการผลิตตามท้องตลาด แปลงที่ปลูกลงดิน ตั้งราคาขายที่ 40 บาทต่อกิโลกรัม แปลงยกพื้น แปลงยกพื้นภายใต้โรงเรือน และแปลงยกพื้นดัดแปลงจากโต๊ะปลูกไฮโดรโปนิคส์ระบบน้ำลึก ตั้งราคาขายที่ 80 บาทต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 1

จำนวนเงินที่ขายได้

จากการศึกษาเปรียบเทียบจำนวนเงินที่ขายได้ของผักกาดฮ่องเต้ก้านขาว จากทั้ง 4 สิ่งทดลอง พบว่า ผักกาดฮ่องเต้ก้านขาวที่ปลูกบนแปลงยกพื้นกลางแจ้ง มีจำนวนเงินที่ขายได้มากที่สุด คือ 465.60 บาท/แปลง รองลงมา ผักกาดฮ่องเต้ก้านขาวที่ปลูกบนแปลงยกพื้นภายใต้โรงเรือน มีจำนวนเงินที่ขายได้ คือ 348.00 บาท/แปลง แปลงยกพื้นดัดแปลงจากโต๊ะปลูกไฮโดรโปนิคส์ระบบน้ำลึก มีจำนวนเงินที่ขายได้ คือ 319.20 บาท/แปลง และผักกาดฮ่องเต้ก้านขาวที่ปลูกบนแปลงปลูกบนดิน มีจำนวนเงินที่ขายได้น้อยที่สุด คือ 80.00 บาท/แปลง ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลผลิตด้านน้ำหนักสดของผักกาดฮ่องเต้ (กิโลกรัม) ราคาผักกาดฮ่องเต้ (บาท/กิโลกรัม) และจำนวนเงินที่ขายได้ (บาท/แปลง) ที่ปลูกเปรียบเทียบกัน 4 แหล่ง เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตหลังย้ายปลูก 40 วัน

แหล่งปลูก	น้ำหนักสดผักกาดฮ่องเต้ (กิโลกรัม/แปลง)	ราคาผักกาดฮ่องเต้ (บาท/กิโลกรัม)	จำนวนเงินที่ขายได้ (บาท/แปลง)
แปลงปลูกในดิน	2.00 ^{c 1/}	40	80.00 ^d
แปลงยกพื้นกลางแจ้ง	5.82 ^a	80	465.60 ^a
แปลงยกพื้นภายใต้โรงเรือน	4.35 ^{ab}	80	348.00 ^b
แปลงยกพื้นดัดแปลง	3.99 ^b	80	319.20 ^c
F-Test	**	-	**
CV%	28.87	-	50.07

หมายเหตุ : ** = แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

^{1/} = ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT.

การศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อแปลงผักยกพื้น

ด้านทั่วไปผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ พบว่า ร้อยละ 61.6 เป็นเพศชาย ร้อยละ 38.4 เป็นเพศหญิง

อายุ พบว่า ร้อยละ 44.2 มีอายุระหว่าง 21-30 ปี ร้อยละ 2.3 มีอายุระหว่าง 41-50 ปี ร้อยละ 53.5 มีอายุน้อยกว่า 20 ปี

อาชีพ พบว่า ร้อยละ 97.7 มีอาชีพเป็นนักศึกษา และร้อยละ 1.2 มีอาชีพส่วนตัว พนักงานในหน่วยงานภาครัฐ

การศึกษา พบว่า ร้อยละ 1.2 สูงกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 96.6 ปริญญาตรี และร้อยละ 2.4 มัธยมศึกษา

ด้านความพึงพอใจต่อโครงสร้างของแปลง

ขนาดของแปลงผักยกพื้น พบว่า ร้อยละ 39.4 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 54.7 มีความพึงพอใจมาก และร้อยละ 10.5 มีความพึงพอใจปานกลาง

ความแข็งแรง มั่นคงของแปลง พบว่า ร้อยละ 40.0 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 52.9 มีความพึงพอใจมาก และร้อยละ 7.1 มีความพึงพอใจปานกลาง

ด้านต้นทุนและการหาวัสดุที่ใช้ในสร้างแปลง พบว่า ร้อยละ 38.8 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 43.5 มีความพึงพอใจมาก และร้อยละ 17.6 มีความพึงพอใจปานกลาง

ความสามารถในการเคลื่อนย้ายได้ของแปลง พบว่า ร้อยละ 32.9 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 38.8 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 24.7 มีความพึงพอใจปานกลาง และร้อยละ 3.5 มีความพึงพอใจน้อย

ความยากง่ายในการก่อสร้างแปลง พบว่า ร้อยละ 29.4 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 54.1 มีความพึงพอใจมาก และร้อยละ 16.5 มีความพึงพอใจปานกลาง

ความยากง่ายในการหาวัสดุปลูก พบว่า ร้อยละ 40.7 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 43.0 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 15.1 มีความพึงพอใจปานกลาง และร้อยละ 1.2 มีความพึงพอใจน้อย

ด้านความพึงพอใจในความเหมาะสมกับการใช้งานด้านการปลูกผัก

ความสะดวกในปฏิบัติงาน การปลูก การให้น้ำ ให้อุณหภูมิ และการดูแลรักษา พบว่า ร้อยละ 37.2 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 47.7 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 14.4 มีความพึงพอใจปานกลาง และร้อยละ 1.2 มีความพึงพอใจน้อย

ความสามารถในการลดการใช้ปุ๋ยได้ พบว่า ร้อยละ 25.6 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 51.2 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 20.9 มีความพึงพอใจปานกลาง และร้อยละ 1.2 มีความพึงพอใจน้อย

ความสามารถในการลดการใช้สารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้ พบว่า ร้อยละ 41.9 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 40.7 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 14.0 มีความพึงพอใจปานกลาง และร้อยละ 3.5 มีความพึงพอใจน้อย

ความสามารถในการลดปัญหาการระบาดของศัตรูพืชได้ พบว่า ร้อยละ 31.4 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 52.3 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 14.0 มีความพึงพอใจปานกลาง และร้อยละ 1.2 มีความพึงพอใจน้อย

ความสามารถลดปัญหาวัชพืชได้ พบว่า ร้อยละ 45.3 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 40.7 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 10.5 มีความพึงพอใจปานกลาง ร้อยละ 1.2 มีความพึงพอใจน้อย และร้อยละ 1.2 มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ความสามารถลดเวลาในการดูแลรักษาได้ พบว่า ร้อยละ 34.9 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 52.3 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 10.5 มีความพึงพอใจปานกลาง และร้อยละ 1.2 มีความพึงพอใจน้อย

ความสามารถผลิตผักได้ตลอดปี พบว่า ร้อยละ 37.2 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 50.0 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 11.6 มีความพึงพอใจปานกลาง และร้อยละ 1.2 มีความพึงพอใจน้อย

ต้นทุนในการก่อสร้างต่ำ พบว่า ร้อยละ 19.8 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 38.4 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 34.9 มีความพึงพอใจปานกลาง ร้อยละ 5.8 มีความพึงพอใจน้อย และร้อยละ 1.2 มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ความสามารถคืนทุนได้ในเวลาสั้น พบว่า ร้อยละ 25.6 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 55.8 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 16.3 มีความพึงพอใจปานกลาง และร้อยละ 1.2 มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ด้านความพึงพอใจต่อคุณภาพของผักที่ผลิตได้

สามารถจำหน่ายผักในราคาที่สูง พบว่า ร้อยละ 44.2 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 46.2 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 7.0 มีความพึงพอใจปานกลาง และร้อยละ 1.2 มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

คุณภาพและความสวยงามของผักเป็นที่ต้องการของตลาด พบว่า ร้อยละ 45.3 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 52.3 มีความพึงพอใจมาก และร้อยละ 1.2 มีความพึงพอใจน้อย

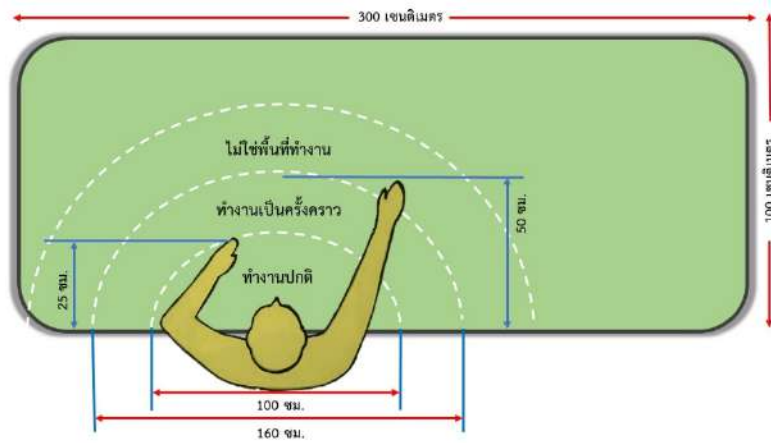
ผลผลิตต่อแปลง พบว่า ร้อยละ 38.4 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 52.3 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 8.1 มีความพึงพอใจปานกลาง และร้อยละ 1.2 มีความพึงพอใจน้อย

รสชาติของผัก พบว่า ร้อยละ 32.6 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 59.3 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 7.0 มีความพึงพอใจปานกลาง และร้อยละ 1.2 มีความพึงพอใจน้อย

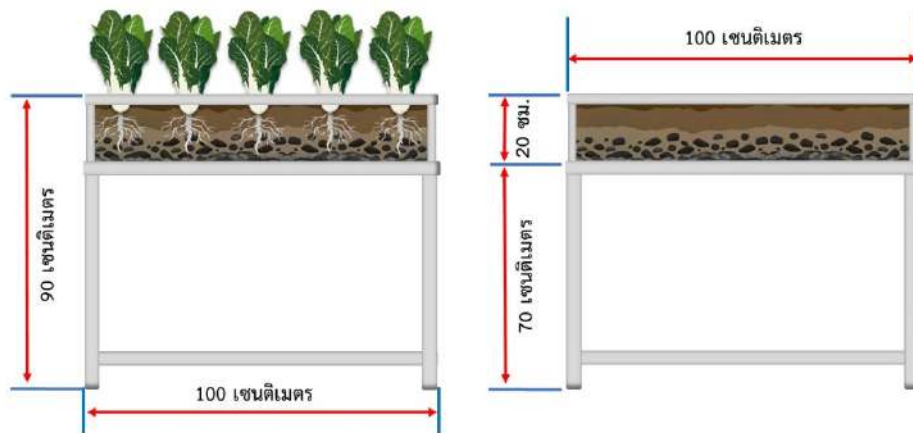
ความปลอดภัยของผักต่อผู้บริโภค พบว่า ร้อยละ 51.2 มีความพึงพอใจมากที่สุด ร้อยละ 40.7 มีความพึงพอใจมาก ร้อยละ 7.0 มีความพึงพอใจปานกลาง และร้อยละ 1.2 มีความพึงพอใจน้อย

การอภิปรายผล

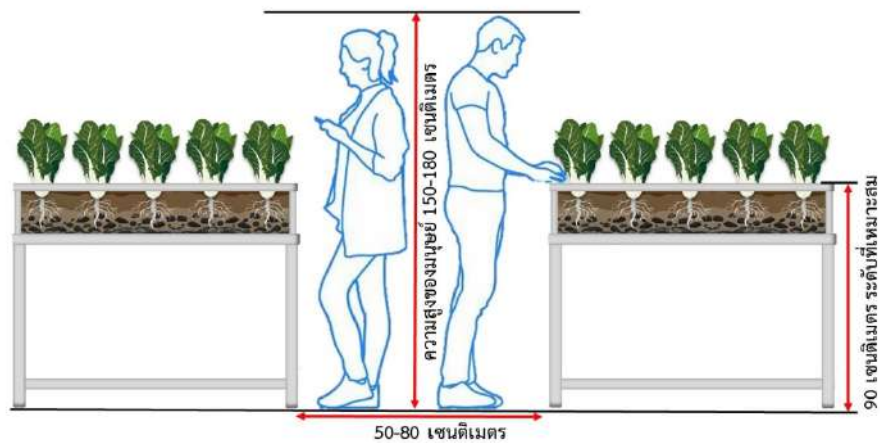
แปลงผักยกพื้นที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นมีความสูงโดยรวม 90 เซนติเมตร หรือมีความสูงระดับเอวของผู้ปลูก สอดคล้องกับ Walker and Duncan (2020) ที่รายงานว่า โต๊ะปลูกหรือชั้นวางต้นไม้ มีความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 81.28-91.44 เซนติเมตร ขนาดของแปลงยกพื้นที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นมีความกว้างแปลง 100 เซนติเมตร หรือ 1 เมตร มีความยาวแปลง 3 เมตร ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมต่อการจัดการแปลง ทั้งขนาดที่สามารถเอื้อมมือถึง หรือการเคลื่อนที่ของร่างกายในการปฏิบัติงานโดยสะดวก ซึ่งสอดคล้องกับ กิตติ (2548) รายงานว่า การออกแบบควรเป็นไปตามการออกแบบตามสัดส่วนร่างกายมนุษย์ การออกแบบที่ดีจะต้องมีข้อมูลที่สัมพันธ์กับมนุษย์และความเป็นอยู่ของมนุษย์ โดยเกี่ยวข้องกับพื้นฐานทางร่างกายมนุษย์และสังคม สำหรับนำไปสู่ขั้นตอนของการออกแบบอย่างมีหลักเกณฑ์ และการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกายมนุษย์ โดยคำนึงถึงสัดส่วนใช้สอยส่วนตัว ได้แก่ เกี่ยวกับมือซึ่งเป็นเครื่องมือชิ้นแรกของมนุษย์ใช้สัมผัส ทำ หยิบ อุ้ม บิด และกอบ ทำนองเดียวกันแขนที่ช่วยในการยก อุ้ม ดึง วัตถุต่าง ๆ หรือแม้กระทั่งขาที่ช่วยในการเคลื่อนไหวร่างกาย หรือเคลื่อนที่ไป ดังรูปที่ 8-10



รูปที่ 8 แสดงพื้นที่เอื่อมแขนทำงานที่เหมาะสมที่สุดของแปลงผักยกพื้น



รูปที่ 9 แสดงขนาดที่เหมาะสมของแปลงผักยกพื้น



รูปที่ 10 แสดงความสูงที่เหมาะสมของแปลงผักยกพื้น



รูปที่ 11 แสดงลักษณะการเจริญเติบโตของผักกาดฮ่องเต้บนแปลงผักยกพื้น

จากการศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตของผักกาดฮ่องเต้ก้านขาวที่ปลูกบนดินและแปลงผักยกพื้น พบว่า ผลผลิตของผักกาดฮ่องเต้ก้านขาวบนแปลงยกพื้นแปลงยกพื้นกลางแจ้ง ให้ผลผลิตเฉลี่ย 5.82 กิโลกรัม แต่ผลผลิตของผักกาดฮ่องเต้ก้านขาวที่ปลูกบนดิน ให้ผลผลิต 2.00 กิโลกรัม และพบการเข้าทำลายของแมลงศัตรู ได้แก่ เพลี้ยอ่อน หนอนใยผัก ตั๊กแตน ทำให้ใบของผักกาดฮ่องเต้ก้านขาวร่องรอยกัดกินของแมลง ส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพของผัก และจากการศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตของผักกาดฮ่องเต้ก้านขาวที่ปลูกบนแปลงผักยกพื้นแปลงยกพื้นกลางแจ้ง แปลงยกพื้นภายใต้โรงเรือน และแปลงยกพื้นดัดแปลงจากโต๊ะปลูกไฮโดรโปนิคส์ระบบน้ำลึก พบว่า มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการสภาพแวดล้อมที่ต่างกัันนั่นเอง และเมื่อเก็บผลผลิตผักแล้วนำมาตั้งราคาขาย โดยพิจารณาจากลักษณะของการผลิตตามท้องตลาด พบว่า แปลงที่ปลูกลงดิน ตั้งราคาขายได้ที่ 40 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนแปลงยกพื้นแปลงยกพื้นกลางแจ้ง แปลงยกพื้นภายใต้โรงเรือน และแปลงยกพื้นดัดแปลงจากโต๊ะปลูกไฮโดรโปนิคส์ระบบน้ำลึก ตั้งราคาขายได้ที่ 80 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อพิจารณาจากจำนวนเงินที่ขายได้ของผักกาดฮ่องเต้ก้านขาวที่ปลูกบนแปลงยกพื้นแปลงยกพื้นกลางแจ้ง มีจำนวนเงินที่ขายได้มากที่สุด คือ 465.60 บาท/แปลง โดยมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และจากการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อแปลงผักยกพื้นด้านต่าง ๆ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ด้านผลผลิตผักมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยมีความพึงพอใจร้อยละ 51.2 ทั้งนี้เป็นเพราะผักที่ปลูกบนแปลงยกพื้นอยู่สูงจากพื้นดิน สภาพแวดล้อมเหมาะสม มีการเข้าทำลายของศัตรูพืชน้อย จึงลดการใช้สารเคมีเพื่อป้องกันกำจัด ส่งผลต่อความมั่นใจของผู้บริโภคว่าผักมีความปลอดภัย และพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจมาก ทั้ง 2 ด้าน คือ ด้านโครงสร้าง และด้านความเหมาะสมกับการใช้งานด้านการปลูกผัก สอดคล้องกับ เติลินวิส (2558) รายงานว่า ที่ศูนย์พัฒนาพันธุ์พืชจักรพันธ์เพ็ญศิริ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย มีการปลูกพืชผักในกระบะยกสูงในพื้นที่ดินเลวหรือน้ำน้อย โดยจัดทำกระบะปลูกหรือแคร่สูงจากระดับพื้นดินประมาณ 80-90 เซนติเมตร เป็นระดับที่สะดวกต่อการยืนทำงานดูแลพืชที่ปลูก เหมาะกับเกษตรกรที่สูงอายุ การปลูกผักด้วยกระบะดังกล่าวนี้มีข้อดีหลายประการ อาทิ สามารถช่วยระบายน้ำ ระบายความร้อน ทั้งยังสามารถลดปัญหาเรื่องโรคแมลงศัตรูพืช และวัชพืชได้ดี ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนด้านสารเคมีกำจัดวัชพืช และแมลงศัตรูพืชได้ และช่วยให้เข้าไปดูแลผักได้สะดวกและง่ายยิ่งขึ้น และผู้สูงอายุสามารถเพาะปลูกได้ และสอดคล้องกับ อลงกรณ์ (2560) รายงานว่า การผลิตผักพรีเมียมหรือผักคุณภาพระดับสูงด้วยการปลูกด้วยดิน-บนแคร่-ในโรงเรือน ผักทั้งหมดมีความปลอดภัยและมีคุณภาพสูง สดสะอาด มีรสชาติดี จากการวิจัยและพัฒนาแปลงผักยกพื้น พบว่า มีความเหมาะสมต่อการผลิตผักมาก สามารถนำไปผลิตผักคุณภาพได้ เป็นทางเลือกให้กับคนที่สนใจทำเกษตร

ซึ่งมีข้อจำกัดเรื่องพื้นที่และการจัดการดูแลแปลง เหมาะสมกับผู้สูงอายุ และดึงดูดเกษตรกรรุ่นใหม่ได้ สอดคล้องกับ บุญส่ง (2563) รายงานว่า การปลูกพืชผักบนโต๊ะนั้นดูแลจัดการแปลงง่าย ท่างไกลแมลงศัตรูพืช มีวัชพืชและโรคระบาดน้อย และที่สำคัญสามารถเก็บผลผลิตได้เร็วขึ้น 5-7 วัน เมื่อเทียบกับการปลูกผักบนดิน เกษตรกรสามารถดูแลจัดการแปลงบนโต๊ะได้ง่าย ทั้งการเตรียมดิน รดน้ำ กำจัดวัชพืช และเก็บเกี่ยว โดยไม่ต้องนั่งหรือก้มตัว ผักที่เหมาะสมสำหรับปลูกบนโต๊ะ คือ ผักใบเขตร้อน เช่น ผักสลัด ผักบุ้ง ผักกวางตุ้ง เป็นต้น

บทสรุป

แปลงผักยกพื้นที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้น มีขนาดความกว้าง 1 เมตร ความยาว 3 เมตร มีความสูงโดยรวมจากพื้น 90 เซนติเมตร เมื่อนำไปปลูกผักกาดฮ่องเต้ก้านขาว มีแนวโน้มให้ผลผลิตใกล้เคียงกันระหว่างแปลงยกพื้นกลางแจ้ง และแปลงยกพื้นภายใต้โรงเรือน และทั้งนี้หากมีการจัดการสภาพแวดล้อมภายใต้โรงเรือนให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น คาดว่าน่าจะเพิ่มคุณภาพและปริมาณของผลผลิตได้มากยิ่งขึ้นตามลำดับ เพราะสามารถผลิตพืชได้ตลอดทั้งปี

เอกสารอ้างอิง

- กิตติ อินทรานนท์. (2548). กายศาสตร์. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- เดลินิวส์. (2558). ปลูกผักด้วยดินบนแคร่ ที่แคบที่น้อยก็ทำได้. ค้นเมื่อ 21 กุมภาพันธ์ 2565.
<https://www.dailynews.co.th/agriculture/320963>.
- บุญส่ง เอกพงษ์. (2563). ยกดินขึ้นโต๊ะ แล้วมาปลูกผักกัน. สถาบันการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตร. ค้นเมื่อ 21 เมษายน 2563. <https://www.nstda.or.th/agritec/vegetable-table/>
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2554). แผนพัฒนาการเกษตรในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559). ค้นเมื่อ 7 พฤษภาคม 2564. https://www.moac.go.th/action_plan-files-391491791793.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2557ก). สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า. โรงพิมพ์ พระพุทธศาสนาแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2557ข). รายงานประจำปี 2557 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ค้นเมื่อ 7 พฤษภาคม 2564. www.oae.go.th/assets/portals/1/files/ebook/annualreport_2557.pdf.
- อลงกรณ์ รัตตะเวทิน. (2560). ผลิตผักคุณภาพสูงสู่ลูกค้าไฮเอนด์ด้วยแนวคิด “ปลูกด้วยดิน-บนแคร่-ในโรงเรือน”. ค้นเมื่อ 21 กุมภาพันธ์ 2565. https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article_34457.
- อุดมศักดิ์ สาริบุตร. (2549). เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
- อัญชลี นวลศรี. (2564). สังคมสูงวัยกับแรงงานภาคการเกษตรไทย. ค้นเมื่อ 7 พฤษภาคม 2564.
https://wiki.ocsc.go.th/_media/อัญชลี_นวลศรี14.pdf.
- PP_Reader. (2558). จัดโต๊ะทำงานอย่างไร? ให้มีประสิทธิภาพ. ค้นเมื่อ 21 กุมภาพันธ์ 2565.
peakeiro.blogspot.com/2015/04/blog-post_30.html.

- Walker J.N. and Duncan G.N. (2020). Greenhouse benches. Department of agricultural engineering
University of Kentucky, college of agriculture. Cooperative extension service agriculture. Home
economics. 4h. development. AEN-13. Accessed 9 May 2020.
<https://www.uky.edu/bae/sites/www.uky.edu.bae/files/AEN-13.pdf>.
- Scribd (2021). Antropometria-arquitectnica. Accessed 9 May 2021. <https://es.slideshare.net/gioveliz/antropometria-arquitectnica>.

Received: January 28, 2022; Revised: April 18, 2022; Accepted: April 24, 2022

การพัฒนาอาหารเช้าเพื่อสุขภาพกราโนล่าอินทผลัม

The development of healthy breakfast date palm granola

นุจรี สอนสะอาด^{1*} สารินรัตน์ ไหมทอง¹ สุวรรณี บุญมี¹ นฤทธิ วาดเขียน¹วิทวัส ไตรรัตนากุล¹ ประชิต อยู่หว่าง² และธนันต์ อยู่หว่าง²Nootjaree Somsaard^{1*}, Sarinrat Maithong¹, Suwannee Boonmee¹, Narit Wardkuan¹,Wittawat Trirattanapikul¹, Prachit Yuwang² and Thananun Yuwang²¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ สุรินทร์²โครงการจัดตั้งคณะนวัตกรรมการเกษตรและเทคโนโลยี สถาบันสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี นครราชสีมา

*Corresponding Author E-mail Address : Nootjaree46@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการอบแห้งอินทผลัมที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 °C ปริมาณน้ำเชื่อม 50, 100, 150 กรัม และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กราโนล่า ผลการศึกษา พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบอินทผลัมมากที่สุด คือ 50 °C โดยอินทผลัมนี้อายุมากที่สุด b* เท่ากับ 7.64 และการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคมากที่สุด การเติมน้ำเชื่อมที่ 50, 100 และ 150 กรัม พบว่าการเติมน้ำเชื่อมอินทผลัมนี้อายุมากที่สุดทำให้มีปริมาณโปรตีน 10.16 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใย 15.07 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้นอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม การประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่า กราโนล่าที่เติมน้ำเชื่อม 100 กรัม ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับด้านรสชาติและการยอมรับโดยรวมมากที่สุด เท่ากับ 6.77 และ 7.00 อายุการเก็บรักษากราโนล่าอินทผลัมนี้อายุมากที่สุด พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของค่ากรด (0.08 มิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมัน 1 กรัม) และค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value, PV) โดยมีค่าเท่ากับ 6.21 มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อน้ำมัน 1 กรัม ดังนั้นจากการทดลองชี้ให้เห็นว่าการพัฒนากราโนล่าที่มีการเติมน้ำเชื่อมอินทผลัมนี้อายุมากที่สุดให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและยังมีคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะโปรตีนและใยอาหารที่เพิ่มมากขึ้นกว่าการใช้น้ำเชื่อมอย่างเห็นได้ชัดเจน

คำสำคัญ: กราโนล่า อินทผลัมนี้อายุมากที่สุด น้ำเชื่อมอินทผลัมนี้อายุมากที่สุด

Abstract

The objectives of this study were to investigate the drying of date palm at 50, 60 and 70°C, 50, 100, 150 g syrup content and shelf life of granola products. The results were found that the optimum temperature for date palms were 50°C, with the most yellow color of dates palm with b^* 7.64 and the highest overall consumer acceptance. The addition of the syrup at 50, 100, 150 g was found that the addition of date syrup resulted in an increase of 10.16% protein and 15.07% fiber and there was a statistically significant difference ($p \leq 0.05$) compared to the control formula. The sensory evaluation found that 100 g of granola added to syrup gave the highest taste and overall acceptance scores of 6.77 and 7.00 respectively. The shelf life of granola products, it was found that there was an increase in acid value (0.08 milligrams of potassium hydroxide required to neutralize the free fatty acids present in one gram of oil) and peroxidase (6.21 milliequivalents of active oxygen per one gram of oil). Therefore, the results indicated that the development of granola with the addition of date palm syrup promoting in the product being more acceptable to consumers and still nutritious, especially the added protein and dietary fiber. It is significantly more than the use of honey.

Keywords: Granola, Date palm, Date palm syrup

บทนำ

กรานอล่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทซีเรียล ที่มักนำมารับประทานเป็นอาหารเช้าซึ่งมีส่วนผสมจากธรรมชาติ เช่น ข้าวโอ๊ต ถั่ว และน้ำผึ้ง เป็นส่วนประกอบ ซึ่งกรานอล่าที่รับประทานมีรสชาติหวานและมีความกรอบสูง การผลิตกรานอล่ามีส่วนผสมของแห้ง และมีการใช้สารในการยัดเกาะ ซึ่งสารที่ช่วยในการยัดเกาะในผลิตภัณฑ์กรานอล่า ได้แก่ น้ำผึ้ง และน้ำตาล (Bas et al., 2011) ปัจจุบันผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจกับผลิตภัณฑ์กรานอล่ามากยิ่งขึ้นเนื่องจากกรานอล่ามีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยมีปริมาณไขมันต่ำ คาร์โบไฮเดรตที่เป็นกลุ่มสารเยื่อใยอาหารที่ละลายน้ำได้ โดยไฟเบอร์กลุ่มนี้จะมีคุณสมบัติในการต้านการย่อยโดยเอนไซม์ในร่างกายมนุษย์ และถูกหมักโดยจุลินทรีย์ในลำไส้แล้วได้กรดไขมันที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย สำหรับทิศทางในการพัฒนากรานอล่า เนื่องจากผู้บริโภคให้ความสนใจเกี่ยวกับการบริโภคอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพมากขึ้น จึงมีการพัฒนากรานอล่าให้มีรูปแบบที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่รักสุขภาพ เช่น การเติมส่วนผสมที่เป็นธัญพืชที่ไม่ขัดสี นอกจากนี้ยังมีการเติมโปรตีนจากสัตว์ เช่น เวย์โปรตีน หรือไข่ขาว เพิ่มเป็นทางเลือกในการเพิ่มปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ให้มากขึ้น และยังมีกรเติมผลไม้ซึ่งเป็นแหล่งของสารประกอบฟีนอลซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพ (McSweeney and Day, 2016) ดังนั้นผลิตภัณฑ์กรานอล่าจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการที่จะนำมาพัฒนา ถึงอย่างไรก็ตามกรานอล่ายังมีข้อจำกัดคือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณน้ำตาลสูงทำให้ผู้บริโภคมีความลังเลในการเลือกซื้อ ซึ่งถ้าสามารถพัฒนาการเลือกใช้สารทดแทนความหวานที่สามารถทดแทนน้ำตาลทรายได้จะเป็นแนวทางที่น่าสนใจมากสำหรับผู้บริโภคเนื่องจากกรานอล่ามีประโยชน์ต่อสุขภาพมากกว่าและเป็นสารจากธรรมชาติ

อินทผลัม (*Phoenix dactylifera* L.) เป็นพืชอเนกประสงค์ที่มีการขยายพันธุ์ และใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางทั่วโลก เนื่องจากการปรับตัวที่ดีเยี่ยมให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย การใช้ประโยชน์ของอินทผลัมมีความโดดเด่นในด้านอาหาร อาหารสัตว์ ยารักษาโรค (Al-Yahya and Manickavasagan, 2012) และยังพบว่า อินทผลัมผลไม้เป็นแหล่ง

สารอาหารที่มีราคาไม่แพง เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน และแร่ธาตุในอาหาร (ซีลีเนียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส เหล็ก โยอาหาร วิตามิน แคโรทีนอยด์ และกรดไขมัน) นอกจากนี้ยังมีโพลีฟีนอล แอนโทไซยานิน แคโรทีนอยด์ แทนนิน โพรไซยานิดิน สเตอรอล ฟลาโวนอยด์ ฟลาโวน แอนโทไซยานิดิน ไอโซฟลาโวน ไฟโตเอสโตรเจน กรดฟีนอล อนุพันธ์ของกรดซินนามิก สารระเหย ซึ่งมีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระที่ดีมาก (Hussain et al., 2020) สารสกัดจากผลอินทผลัม ที่เป็นสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ในปริมาณสูง พบว่ามีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระและป้องกันโรคหัวใจ (Alhaidar et al., 2017) และนอกจากนี้ยังพบว่า อินทผลัมอุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรต 70 - 80 % w/w โยอาหาร 8.7% โปรตีน 1.8% วิตามิน เกลือแร่ และวิตามิน (Ghnnimi et al., 2017)

น้ำเชื่อมจากอินทผลัมมีศักยภาพซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพเนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว และยังประกอบด้วยเกลือแร่ 15 ชนิด ซึ่งช่วยชะลอการเสื่อมตามวัยและกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกาย นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยวิตามินอย่างน้อย 6 ชนิด อันได้แก่ วิตามิน B1 thiamine วิตามิน B2 riboflavin nicotinic acid วิตามิน A และวิตามิน C (Ibrahim et al., 2021) แนวคิดการนำน้ำเชื่อมจากอินทผลัมมาใช้ทดแทนสารยัดเกาะที่เป็นกลุ่มคาร์โบไฮเดรต เช่น น้ำผึ้ง กลูโคสไซรัป อีกทั้งการเติมอินทผลัมอบแห้งจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจเพื่อพัฒนากราโนล่าที่มีคุณประโยชน์ เพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคกลุ่มผู้รักสุขภาพ รวมถึงเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับอินทผลัมให้กับเกษตรกรผู้ปลูกอินทผลัม และงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งอินทผลัมเพื่อใช้เป็นส่วนผสมกรานอล่า ศึกษาปริมาณน้ำเชื่อมอินทผลัมที่เหมาะสมในการผลิตกรานอล่า และศึกษาอายุการเก็บรักษาของกรานอล่าอินทผลัม

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

วิธีการทดลอง

1. ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมของการอบแห้งอินทผลัมเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์กรานอล่า

1.1 การเตรียมอินทผลัมและการอบแห้งอินทผลัม

เตรียมตัวอย่างอินทผลัม (สายพันธุ์โคเนซี จากสวนเกษตรอำเภอบราสาท จังหวัดสุรินทร์) ในการอบแห้ง โดยใช้อินทผลัมนำมาปอกเปลือก คว้านเมล็ด ล้าง และบรรจุใส่ถุง แล้วนำมาแช่ในตู้แช่แข็งไว้ที่อุณหภูมิ -20°C นำอินทผลัมที่ทำการแช่แข็งมาทำการละลายโดยการนำมาทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง จากนั้นชั่งอินทผลัม 300 กรัม นำมาเกลี่ยเป็นแผ่นบาง ๆ บนถาดที่มีแผ่นพลาสติกกรอง แล้วเข้าอบแห้งที่เครื่องอบลมร้อน รุ่น TD-10A ในการอบแห้งอินทผลัม ในอุณหภูมิที่ 50, 60 และ 70°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำตัวอย่างวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพของอินทผลัมอบแห้งดังนี้

1) ความชื้นแบบอินฟราเรด (Infrared moisture analyzer) นำตัวอย่างอินทผลัมอบแห้งมาวัดความชื้นโดยใช้เครื่องวัดความชื้นแบบอินฟราเรด OHAUS รุ่น MB25 ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 3 กรัม ลงในภาชนะใส่ตัวอย่างแล้วนำไปใส่เครื่องอินฟราเรดเพื่อวัดความชื้น ทำการวัดค่า 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

2) ค่าสี นำตัวอย่างอินทผลัมอบแห้ง มาวัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ HunterLab รุ่น UltraScan VIS ด้วยระบบ CIE ที่มีค่า L^* a^* และ b^*

3) การทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัส นำตัวอย่างอินทผลัมอบแห้ง วัดเนื้อสัมผัสโดยวิธี Texture analyzer รุ่น TA-XT Plus กดด้วยหัวตัด HDP/BS ด้วยความเร็ว 1 มิลลิเมตร/วินาที โดยรายงานเป็นค่าความแข็งและค่าความเหนียว โดยแต่ละตัวอย่างทำการวัดซ้ำ 5 ครั้ง

4) ค่า Water activity (a_w) นำตัวอย่างอินทผลัมอบแห้ง วัดปริมาณน้ำอิสระโดยใช้เครื่องวัดค่า a_w ยี่ห้อ AQUALAB รุ่น series 3TE ทำการวัดค่า 3 ซ้ำ

5) ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (9-Point Hedonic Rating Scale) การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่ออินทผลัมอบแห้งทั้ง 3 อุณหภูมิ โดยประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Rating Scale) ใช้ผู้ทดสอบช่วงที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design : RCBD) นำมาค่าเฉลี่ยมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

2. ศึกษาปริมาณน้ำเชื่อมที่เหมาะสมในการเติมน้ำเชื่อมอินทผลัมในผลิตภัณฑ์กราโนล่า

นำอินทผลัมจำนวน 1 กิโลกรัม เติมน้ำ 1.5 ลิตร นำมาปั่น แล้วนำมากรองแยกกากอินทผลัมออก นำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80°C ต้มสกัดจนได้ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สุดท้ายเท่ากับ 50 องศาบริกซ์ โดยน้ำเชื่อมมีความชื้นเท่ากับ ร้อยละ 47.86 และค่าวอเตอร์แอคติวิตี เท่ากับ 0.88 การผลิตกราโนล่าที่มีการเติมน้ำเชื่อมอินทผลัม ส่วนผสมดังตารางที่ 1 ขั้นตอนการผลิตกราโนล่าดังรูปที่ 1 การศึกษาการเติมน้ำเชื่อมอินทผลัมโดยการเติมในปริมาณที่แตกต่างกัน ในปริมาณ 50, 100 และ 150 กรัม โดยคิดเป็นร้อยละ 8.1, 16.2 และ 24.4 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ตามลำดับ และวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพ ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 1 ส่วนผสมกราโนล่าอินทผลัม

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (กรัม)			
	control	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
ข้าวโอ๊ตดิบ	230	230	230	230
อัลมอนต์อบ	80	80	80	80
น้ำผึ้ง	100	-	-	-
น้ำเชื่อมอินทผลัม	-	50	100	150
น้ำมันมะพร้าว	20	20	20	20
เมล็ดฟักทอง	65	65	65	65
อินทผลัมอบแห้ง	100	100	100	100
แป้งสาลี	20	20	20	20

ขั้นตอนการผลิตกราโนล่าอินทผลัม

นำน้ำมัน แป้งสาลี และน้ำเชื่อมผสมกับข้าวโอ๊ต ทำการคลุกเคล้าให้เข้ากัน



เทใส่ถาดอบสแตนเลสที่รองด้วยฟอยด์ นำไปอบในเครื่องอบไฟฟ้า

ที่อุณหภูมิ 160 °C นาน 20 นาที (ส่วนที่1)



นำอัลมอนด์สไลด์ เมล็ดฟักทองและอินทผลัมที่อบแห้งแล้ว

นำมาผสมกับส่วนผสมที่ 1 ผสมให้เข้ากัน



บรรจุใส่กระปุกพลาสติกปิดสนิท

รูปที่ 1 ขั้นตอนการผลิตกราโนล่าอินทผลัม

2.1 การวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพของกราโนล่าอินทผลัม

การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น โดยวิธี AOAC (2000) ค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ HunterLab รุ่น UltraScan VIS ด้วยระบบ CIE ที่มีค่า L*, a* และ b* ค่าเนื้อสัมผัส เครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA-XT Plus วัดค่าปริมาณน้ำอิสระ ด้วยเครื่อง water activity ยี่ห้อ AQUALAB รุ่น series 3TE

2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกราโนล่าอินทผลัม

การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000) ตามวิธีของ Kjeldahl คำนวณปริมาณโปรตีนโดยใช้ factor 6.25 และรายงานในรูปร้อยละโปรตีน การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (AOAC, 2000) การวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย (AOAC, 2000) การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (AOAC, 2000) การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตนำผลการทดสอบจากการหาปริมาณเถ้า ไขมัน โปรตีน ความชื้น มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด พลังงานทั้งหมด

โดยใช้สูตรดังนี้

เปอร์เซ็นต์คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด = $100 - (\%เถ้า + \%ไขมัน + \%โปรตีน + \%ความชื้น)$

พลังงานทั้งหมด (Kcal) = (คาร์โบไฮเดรต (กรัม)×4) + (ปริมาณโปรตีน (กรัม) ×4) + (ปริมาณไขมัน (กรัม) ×9)

2.3 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (9-Point Hedonic Rating Scale)

ประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Rating Scale) ใช้ผู้ทดสอบช่วงที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design : RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน โดย Analysis of Variance, ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

3. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กราโนล่าอินทผลัม

ศึกษาอายุการเก็บรักษา โดยเก็บกราโนล่าอินทผลัมในถุงซิปล็อคชนิดอูมิเนียมฟอยล์ด้วยไนเป็นพลาสติก PE (Polyethylene) food grade เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C และทำการทดสอบในวันที่ 0, 7, 14 และ 21 วัน เก็บตัวอย่างวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

3.1 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี

ค่าความชื้นด้วย เครื่องวัดความชื้นแบบอินฟาเรด OHAUS รุ่น MB25 ปริมาณน้ำอิสระโดยใช้เครื่องวัดค่า a_w ยี่ห้อ AQUALAB รุ่น series 3TE ค่าเนื้อสัมผัส Texture Analyzer รุ่น TA-XT Plus วิเคราะห์ค่า Acid value (A.V.) ซั่งตัวอย่าง

5 กรัม เติมน้ำตาล 70 มิลลิลิตร เติมน้ำฟอสฟอรัส 1 มิลลิลิตร ไตรเตทด้วย KOH ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล คำนวณหาค่า Acid value (A.V.) จำนวนมิลลิกรัมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ต่อน้ำมัน 1 กรัม ค่า Peroxide value (P.V.) ไตรเตทสารละลายตัวอย่าง กับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ เข้มข้น 0.002 นอร์มอล มีสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต 0.01 นอร์มอลเป็นอินดิเคเตอร์ รายงานปริมาณค่า Peroxide value ในหน่วยของมิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อน้ำมัน 1 กรัม

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์

นำตัวอย่างวิเคราะห์ปริมาณยีสต์รา ซึ่งตัวอย่าง 25 กรัม เจือจางโดยใช้ Peptone water เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 225 มิลลิลิตร ทำการเจือจางที่ระดับการเจือจาง 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} และ 10^{-4} โดยใช้เทคนิค Spread plate การวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมดเพาะเลี้ยงบนอาหาร Plate count agar บ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จำนวนยีสต์รา เพาะเลี้ยงบนอาหาร Potato dextrose agar บ่มที่อุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 3 ถึง 5 วัน รายงานจำนวนจุลินทรีย์ CFU/g อาหารตัวอย่าง

4. การวางแผนและการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี วางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (CRD, Completely Randomize Design) และการยอมรับของผู้บริโภควางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ในบล็อก (RCBD, Randomized Complete Block Design) วิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มตัวอย่างด้วย ANOVA (Analysis of Variance) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) วิเคราะห์ค่าความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's new multiple range test รายงานผลในรูปของค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\text{Mean} \pm \text{SD}$) โดยใช้ค่าจากการทดลองอย่างน้อย 3 ซ้ำ ($n=3$)

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งอินทผาลัมที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70°C อบเป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่าระดับของอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลทำให้สีของอินทผาลัมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนโดยพบค่า L^* จะมีแนวโน้มลดลง ส่วนค่า a^* ของอินทผาลัมมีค่าที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะพบว่าอุณหภูมิที่ 50°C สีของอินทผาลัมมีค่าสีเหลืองที่มากที่สุด (b^*) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.64 ซึ่งค่า a^* จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับอุณหภูมิที่ 60 และ 70°C โดยอินทผาลัมจะมีสีเหลืองที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับอุณหภูมิที่ต่ำกว่า ซึ่งการเปลี่ยนสีของอินทผาลัมอบแห้งโดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง ทำให้สีของอินทผาลัมมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเกิดโดยปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกิดจากการใช้ความร้อนจะเป็นปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์ (Non-enzymatic browning reactions) (Benjakul et al., 2005) ผลของการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลนี้จะมีผลต่อคุณภาพอาหารและการยอมรับ ในบรรดาปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่ใช่เอนไซม์ ปฏิกิริยา Maillard เป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับการอบของอินทผาลัมมากที่สุด โดยการเกิดปฏิกิริยา Maillard เกิดจากปฏิกิริยาจากสารกลุ่มคาร์บอนิลที่มีน้ำตาลรีดิวซ์ อัลดีไฮด์หรือคีโตน และหมู่อะมิโนของกรดอะมิโน โปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนใดๆ โดยผลิตภัณฑ์ปฏิกิริยา Maillard (MRPs) ที่ก่อตัวขึ้นจำนวนมากคือ 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) และ 2-furaldehyde (2F) ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายเป็นตัวชี้วัดของปฏิกิริยา Maillard ในอาหารหลายชนิด เช่น น้ำผลไม้ น้ำผึ้ง สุรา ซีเรียลสำหรับทารก และอาหารเข้าซีเรียล แม้ว่า HMF จะเรียกว่าสารประกอบฟอร์ฟูรัลหลักและเกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาลในอาหารบางชนิด 2F นั้นเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงรสชาติในอาหาร (Demirhan et al., 2015) ดังนั้น จะเห็นได้ว่าจากผลของการอบอินทผาลัมโดยใช้ความร้อนนอกจากจะทำให้สีของอินทผาลัมเปลี่ยนแปลงยังส่งผลให้รสชาติ และกลิ่นของอินทผาลัมเปลี่ยนแปลงจากผลสด

ตารางที่ 2 ค่าสีของอินทผาลัมอบแห้ง

ตัวอย่าง	อุณหภูมิ (°C)	ค่าสี		
		L*	a*	b*
อินทผาลัมอบแห้ง	50	46.51±3.81 ^a	3.85±0.01 ^b	7.64±1.46 ^a
	60	23.56±0.01 ^b	3.98±0.07 ^b	4.02±0.03 ^b
	70	23.30±0.04 ^b	6.60±1.13 ^a	3.92±0.03 ^b

หมายเหตุ: L* คือ ค่าความสว่าง, a* คือ ค่าสีแดง, b* คือ ค่าสีเหลือง

อักษร a-b ในแนวดิ่งแสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของอินทผาลัมอบแห้งที่ระดับอุณหภูมิ 50, 60 และ 70°C ดังตารางที่ 3 ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทำให้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของอินทผาลัม โดยการให้อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความชื้นและค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (Water activity, a_w) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 2 ผลจากการอบแห้งที่ระดับที่อุณหภูมิที่ต่างกันจากรายงานของ Hasan et al. (2022) พบว่าการอบแห้งอินทผาลัมสายพันธุ์ Sukkari และ Barakawi ที่อุณหภูมิ 65, 70 และ 75°C เมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้นจะทำให้อัตราการแห้งสูงขึ้น แต่การอบแห้งที่อุณหภูมิ 70°C เมื่อระยะเวลาในการอบแห้งนานขึ้นจะส่งผลทำให้ปริมาณ Total phenolic content (TPC) และ Hydroxymethylfurfural (HMF) เพิ่มขึ้นซึ่งส่งผลทำให้สีของอินทผาลัมคล้ำขึ้น โดยทั่วไปผลของอินทผาลัมหลังการเก็บเกี่ยวจะมีความชื้นสูงกว่า 30% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ เมื่อนำมาอบแห้งจะพบว่าความชื้นจะลดลงจนน้อยกว่า 20% และยังมีผลต่อการความชื้นที่ลดลงจะมีผลต่อค่าเนื้อสัมผัสที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งจะพบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมและมีผลต่อคุณภาพของอินทผาลัมมากที่สุดคือ 50°C เนื่องจากอินทผาลัมที่ได้มีความกรอบมากที่สุดถ้าเปรียบเทียบกับการให้อุณหภูมิสูง เนื่องจากผลของอุณหภูมิสูงมีความเหนียวเพิ่มขึ้นดังตารางที่ 3 ผลเกิดเนื่องจากอินทผาลัมเป็นผลไม้ที่มีปริมาณน้ำตาลในปริมาณสูงเมื่อโดนความร้อนสูงจะมีผลให้น้ำตาลในผลอินทผาลัมเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นคาราเมล หรือที่เรียกว่าปฏิกิริยาการเกิดคาราเมล มีผลทำให้อินทผาลัมมีเนื้อสัมผัสที่เหนียวเพิ่มมากขึ้น (Makhlouf et al., 2016) และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hasan et al. (2022) ที่เมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้นจะทำให้ TPC ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเพ่งขึ้นเช่นเดียวกับ HMF ซึ่งเป็นสารที่มีสีน้ำตาลเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่าอินทผาลัมอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C จะมีค่าความชื้นสูงที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70°C สอดคล้องกับค่าวอเตอร์แอคทิวิตีซึ่งอินทผาลัมอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C จะมีค่าสูงที่สุด คือ 0.46 รองลงมาคืออบแห้งที่ 60°C และอบแห้งที่ 70°C ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมคือ 50°C เนื่องจากมีค่าความสว่างและค่าสีเหลืองมากที่สุด ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าที่อุณหภูมิ 50°C เนื้อสัมผัสของอินทผาลัมที่ได้มีค่าเนื้อสัมผัสต่ำที่สุด

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางกายภาพของอินทผาลัมอบแห้งที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70°C

ตัวอย่าง	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (% Wet basis)	วอเตอร์แอคทิวิตี (Water activity, a_w)	เนื้อสัมผัส (N)
อินทผาลัมอบแห้ง	50	0.57±0.17 ^a	0.46±0.01 ^a	14.51±5.34 ^c
	60	0.28±0.04 ^b	0.44±0.00 ^b	36.25±17.36 ^b
	70	0.22±0.02 ^b	0.34±0.00 ^c	83.50±32.41 ^a

หมายเหตุ: อักษร a-c ในแนวดิ่งแสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการทดสอบคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่ออินทผลัมอบแห้งทั้ง 3 อุณหภูมิ ดังตารางที่ 4 พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนในการยอมรับสูงสุด ทางด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม สูงสุดที่อุณหภูมิที่ 50°C ซึ่งให้ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับอุณหภูมิที่ 60 และ 70°C ดังนั้นจะเห็นได้ว่าที่ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบอินทผลัมอบแห้งเพื่อไปใช้ในส่วนผสมในผลิตภัณฑ์กราโนล่ามากที่สุด คือ อุณหภูมิในการอบอินทผลัมที่อุณหภูมิ 50°C เนื่องจากอินทผลัมอบแห้งมีสี รสชาติ และเนื้อสัมผัสที่ดีที่สุด สอดคล้องกับค่าเนื้อสัมผัส (ตารางที่ 3) ที่การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C ทำให้อินทผลัมมีค่าเนื้อสัมผัสต่ำที่สุด เช่นเดียวกับค่าสีที่มีค่าความสว่างและค่าสีเหลืองมากที่สุด (ตารางที่ 2) จึงนำไปเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์กราโนล่าอินทผลัมในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4 คะแนนทดสอบการยอมรับของอินทผลัมอบแห้งที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70°C

อุณหภูมิการอบ (°C)	คะแนนทดสอบการยอมรับ				
	สี	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
50	6.43±0.90 ^a	6.13±0.86	6.37±0.71 ^a	6.67±0.66 ^a	7.07±0.74 ^a
60	5.63±1.12 ^b	5.77±0.90	5.97±0.85 ^{ab}	6.00±0.70 ^b	6.47±0.57 ^b
70	5.77±1.04 ^b	5.60±0.85	5.83±0.80 ^b	5.93±0.58 ^b	6.53±0.62 ^b

หมายเหตุ: อักษร a-b ในแนวตั้งแสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (mean ±SD, n=30)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ผลการทดลองการเติมน้ำเชื่อมกราโนล่าอินทผลัมที่ระดับ 50, 100 และ 150 กรัม จากการทดลอง พบว่า ค่าสีกราโนล่าอินทผลัมในที่มีการเติมน้ำเชื่อมอินทผลัมที่แตกต่างกัน พบว่า การเติมน้ำเชื่อมอินทผลัมทำให้ค่าสี L* และ b* ของกราโนล่าอินทผลัมมีแนวโน้มลดลงแต่ค่าสี a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งกราโนล่าที่เติมน้ำเชื่อมปริมาณ 150 กรัม จะให้ค่า L* ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับกราโนล่าที่เป็นสูตรควบคุมซึ่งมีค่าเท่ากับ 54.58 และ 60.17 ตามลำดับ การลดลงของค่าสี L* ในกราโนล่าอินทผลัมเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมใช้สารยึดเกาะที่เป็นน้ำผึ้งโดยธรรมชาติของน้ำผึ้งจะมีความใสและสีเหลืองอ่อน แต่น้ำเชื่อมอินทผลัมจะมีสีคล้ำและแดงกว่าน้ำผึ้ง เนื่องจากมีการสกัดด้วยความร้อนสูงจึงทำให้สีคล้ำและแดง (Nasabi et al., 2017) ส่วนค่าสีแดงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อมีการเติมน้ำเชื่อมอินทผลัมเพิ่มขึ้นเนื่องจากน้ำเชื่อมจะมีสีแดงโดยธรรมชาติอยู่แล้วและเมื่อเติมลงไปในส่วนผสมมากจึงส่งผลให้กราโนล่ามีสีแดงที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5 ค่าสีของกราโนล่าอินทผลัม

ปริมาณน้ำเชื่อม (กรัม)	ค่าสี		
	L*	a*	b*
ควบคุม	60.17 ±0.01 ^b	4.17±0.00 ^d	20.18±0.01 ^a
50	62.71±0.00 ^a	4.43±0.00 ^c	18.93±0.00 ^b
100	60.26±0.01 ^b	4.64±0.00 ^b	18.60±0.01 ^b
150	54.58±0.01 ^c	5.33±0.01 ^a	16.10±0.01 ^c

หมายเหตุ: อักษร a-d ในแนวตั้งแสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ พบว่า การเติมน้ำเชื่อมอินทผลัมในปริมาณที่มากขึ้น มีผลทำให้ความชื้นและค่าวอเตอร์แอกติวิตี (a_w) เพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำเชื่อมอินทผลัมที่เติมเข้าไปซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากในน้ำเชื่อมอินทผลัมมีความชื้นเท่ากับร้อยละ 47.86 และค่าวอเตอร์แอกติวิตีเท่ากับ 0.88 นอกจากนี้ยังพบว่า

กราโนล่าอินทผลาล์มที่มีการเติมน้ำเชื่อมที่ 150 กรัม จะมีปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอกติวิตี (a_w) สูงสุดคือมีค่าเท่ากับ 2.53 และ 0.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของค่าความชื้นและค่าวอเตอร์แอกติวิตีในผลิตภัณฑ์ อธิบายได้จากเกิดจากการที่ความชื้นในสารยึดเกาะที่มีความแตกต่างกันโดยน้ำผึ้งจะมีความชื้นเท่ากับร้อยละ 12-23 (Castro-Munoz et al., 2022) ส่วนน้ำเชื่อมอินทผลาล์มมีความชื้นเท่ากับร้อยละ 47.86 และเมื่อเติมลงในผลิตภัณฑ์จึงส่งผลทำให้ความชื้นของกราโนล่าเพิ่มสูงขึ้น การทดสอบวัดค่าเนื้อสัมผัสเพื่อหาค่าความกรอบและค่าความแข็ง พบว่า กราโนล่าเสริมน้ำเชื่อมอินทผลาล์มมีความแข็งและความกรอบลดลงเนื่องจากเติมน้ำเชื่อมอินทผลาล์มในปริมาณที่มากขึ้นมีผลทำให้กราโนล่าอินทผลาล์มมีความชื้นเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ดังตารางที่ 6) พบว่าผลของการเติมน้ำเชื่อมอินทผลาล์มปริมาณ 50 กรัม ส่งผลให้กราโนล่าอินทผลาล์มมีความกรอบมากที่สุด โดยมีค่าความกรอบสูงสุดเท่ากับ 9.80 นิวตัน การลดลงของความกรอบในกราโนล่าเกิดจากสาเหตุส่วนผสมของแห้งในการผลิตกราโนล่าดูดความชื้นจากน้ำเชื่อมอินทผลาล์มซึ่งมีความชื้นสูงและค่าความแข็งก็ลดลงเช่นเดียวกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการเติมน้ำเชื่อมอินทผลาล์มมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นมากขึ้นแต่ความกรอบลดลงและทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำผึ้ง

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางกายภาพของกราโนล่าอินทผลาล์ม

น้ำเชื่อม (กรัม)	ความชื้น (%)	ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	เนื้อสัมผัส (N)	
			ความกรอบ	ความแข็ง
ควบคุม	0.95±0.13 ^d	0.45±0.02 ^a	8.60±0.90 ^c	451.60±56.43 ^a
50	1.50±0.23 ^c	0.34±0.00 ^b	9.80±5.40 ^a	280.90±46.56 ^d
100	2.02±0.16 ^b	0.43±0.01 ^a	8.72±3.03 ^b	322.33±77.31 ^c
150	2.53±0.16 ^a	0.46±0.01 ^a	6.60±3.36 ^d	347.83±149.40 ^b

หมายเหตุ: อักษร a-d ในแนวตั้งแสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์กราโนล่าที่มีการเติมน้ำเชื่อม อินทผลาล์ม พบว่า ผลในการเติมน้ำเชื่อมอินทผลาล์มที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้มีปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ กราโนล่าอินทผลาล์มสูงขึ้น โดยพบว่าการเติมน้ำเชื่อมอินทผลาล์มที่ปริมาณ 150 กรัม มีปริมาณโปรตีนสูงสุด เท่ากับร้อยละ 10.16 ซึ่งมีปริมาณแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกราโนล่าสูตรควบคุมและสูตรการเติมน้ำเชื่อมอินทผลาล์มที่ 50 และ 100 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 7 นอกจากนี้ยังพบว่าการเติมน้ำเชื่อมอินทผลาล์มมีผลทำให้ปริมาณเยื่อใยในผลิตภัณฑ์มีปริมาณที่สูงขึ้น (Ghnimi et al., 2017) ซึ่งปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับสูตรกราโนล่าสูตรควบคุมและสูตรที่เติมน้ำเชื่อมอินทผลาล์มที่ 50 และ 100 กรัม และยังส่งผลต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ลดลงโดยมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่พบน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 79.78 ผลของการใช้น้ำเชื่อมอินทผลาล์มแทนการใช้น้ำผึ้งส่งผลให้กราโนล่ามีคุณค่าทางโภชนาการที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ผลของผลสุกอินทผลาล์มมีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ โยใยอาหาร 8.7% และโปรตีน 13.8% (Ghnimi et al., 2017) ยิ่งไปกว่านั้นรายงานของ Ibrahim et al. (2020) รายงานว่าน้ำเชื่อมที่สกัดได้จากอินทผลาล์มจะอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย โดยเฉพาะแหล่งของวิตามิน เช่น วิตามิน B1 thiamine, วิตามิน B2 riboflavin, nicotinic acid, วิตามิน A และ วิตามิน C ซึ่งไม่พบในน้ำผึ้งจึงแสดงให้เห็นได้ว่าการใช้น้ำเชื่อมอินทผลาล์มแทนการใช้น้ำผึ้งจึงเป็นทางเลือกที่ดีกว่า

ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์กราโนล่า

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณน้ำเชื่อมที่ใสในผลิตภัณฑ์กราโนล่า (กรัม)			
	ควบคุม	50	100	150
โปรตีน	5.86±1.42 ^b	7.90±0.33 ^b	7.43±0.42 ^b	10.16±0.43 ^a
ไขมัน ^{ns}	2.75±1.21	1.76±0.37	2.27±0.15	2.72±1.07
เถ้า ^{ns}	1.90±0.10	1.85±0.22	1.91±0.38	2.06±0.02
เยื่อใย	10.81±1.53 ^b	10.08±0.80 ^b	13.52±0.26 ^a	15.07±0.24 ^a
ความชื้น	3.20±0.62 ^c	2.66±0.13 ^c	4.30±0.23 ^b	5.93±0.28 ^a
คาร์โบไฮเดรต	86.30±1.11 ^a	86.20±0.90 ^a	83.60±0.81 ^b	79.78±0.07 ^c
พลังงานทั้งหมด (kcal/100g)	393.34±11.50 ^b	390.34±4.44 ^{ab}	399.97± 8.93 ^{ab}	406.26±3.02 ^a

หมายเหตุ: อักษร a-c ในแนวนอนแสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อกราโนล่าเสริมอินทผาลัม ทั้ง 4 สูตร ได้แก่ สูตรควบคุม ใช้น้ำผึ้งในปริมาณ 100 กรัม และกราโนล่าเสริมน้ำเชื่อมอินทผาลัมในปริมาณ 50, 100 และ 150 กรัม ดังแสดงในตารางที่ 7 โดยคะแนนในการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทางด้านสี รสชาติ และเนื้อสัมผัส การเติมปริมาณน้ำเชื่อมอินทผาลัมในปริมาณที่มากขึ้นมีผลทำให้สีของกราโนล่ามีสีที่คล้ำและมีสีเข้มขึ้นและทำให้รสชาติมีความหวานมากขึ้นทำให้ผู้บริโภคไม่เป็นที่ยอมรับ นอกจากนั้นตัวผลิตภัณฑ์กราโนล่ามีความเหนียวไม่กรอบ ด้านกลิ่นมีคะแนนความชอบที่เพิ่มมากขึ้นเพราะการเติมน้ำเชื่อมอินทผาลัมลงไปปริมาณที่มากขึ้นทำให้กราโนล่ามีกลิ่นหอมจากอินทผาลัมมากขึ้น ส่วนคะแนนความชอบโดยรวมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์กราโนล่าอินทผาลัม พบว่า กราโนล่าอินทผาลัมที่มีการเติมน้ำเชื่อมที่ปริมาณ 100 กรัม ได้คะแนนการยอมรับรวมสูงสุด เท่ากับ 7.00 คะแนน พบว่า การยอมรับไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับการเติมน้ำเชื่อมอินทผาลัมที่ระดับต่าง ๆ

ตารางที่ 8 คะแนนทดสอบการยอมรับของกราโนล่าอินทผาลัมมีการเติมน้ำเชื่อมอินทผาลัม

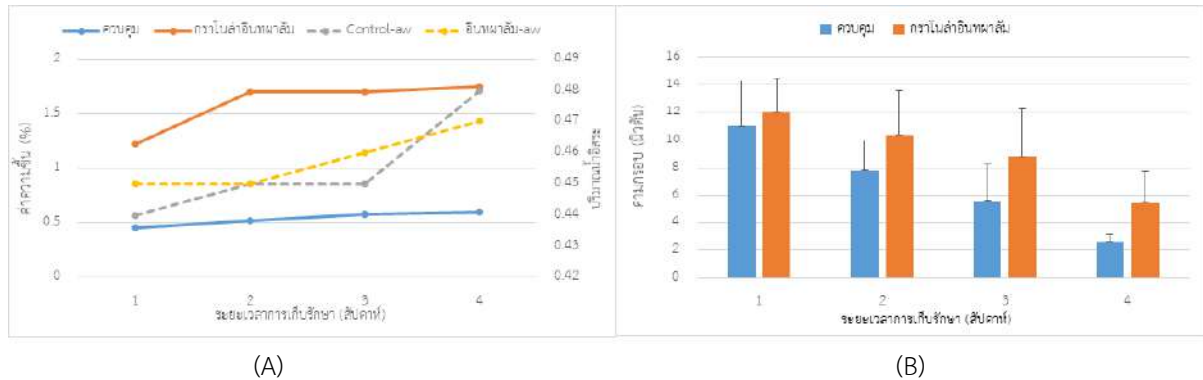
ปริมาณน้ำเชื่อม(กรัม)	คะแนนทดสอบการยอมรับ				
	สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส ^{ns}	ความชอบโดยรวม
สูตรควบคุม	6.30±1.08	6.67±1.21	6.33±0.80	6.50±0.97	6.77±0.93 ^{ab}
50	6.60±1.10	6.37±1.15	6.67±0.97	6.67±1.10	6.93±1.14 ^a
100	6.47±0.93	6.53±0.93	6.77±1.04	6.65±0.92	7.00±1.20 ^a
150	6.43±1.16	6.57±1.00	6.63±1.27	6.10±1.15	6.33±1.15 ^{ab}

หมายเหตุ: อักษร a-b ในแนวนอนแสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (Mean±SD, n=30)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

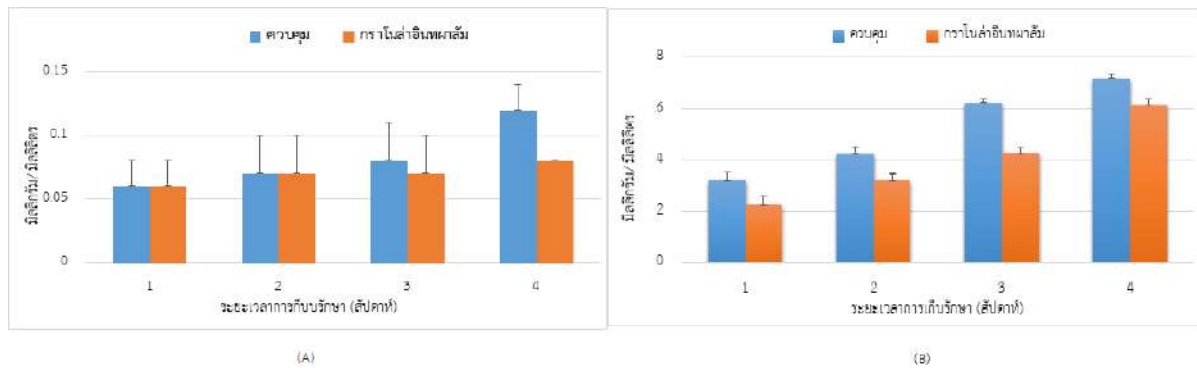
ผลการศึกษาอายุเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กราโนล่าอินทผาลัม ค่าความชื้น, ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์กราโนล่าอินทผาลัมในระหว่างการเก็บรักษา จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์กราโนล่าทั้ง 2 สูตร ได้แก่ สูตรควบคุม และกราโนล่าอินทผาลัม พบว่า เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กราโนล่าเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์กราโนล่าอินทผาลัมมีค่าความชื้น และค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยพบว่า เวลาเก็บ 4 สัปดาห์

ความชื้นในผลิตภัณฑ์กราโนล่าอินทผลาลัมมีค่าสูงกว่ากราโนล่าสูตรควบคุมซึ่งมีค่าความชื้นเท่ากับ 1.75 เปอร์เซ็นต์ แต่พบความชื้นในตัวอย่างกราโนล่าสูตรควบคุมมีค่าเท่ากับ 0.60 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในภาพที่ 2(A) จึงส่งผลให้ค่าความกรอบลดลงเมื่อเก็บในระยะเวลาสั้นขึ้น พบว่าผลิตภัณฑ์กราโนล่าอินทผลาลัมมีค่าความกรอบมากกว่าสูตรควบคุมเมื่อระยะเวลาการเก็บนานถึง 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 5.40 แต่เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม มีค่าความกรอบลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บนานถึง 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 2.60 ดังแสดงในภาพที่ 2(B)



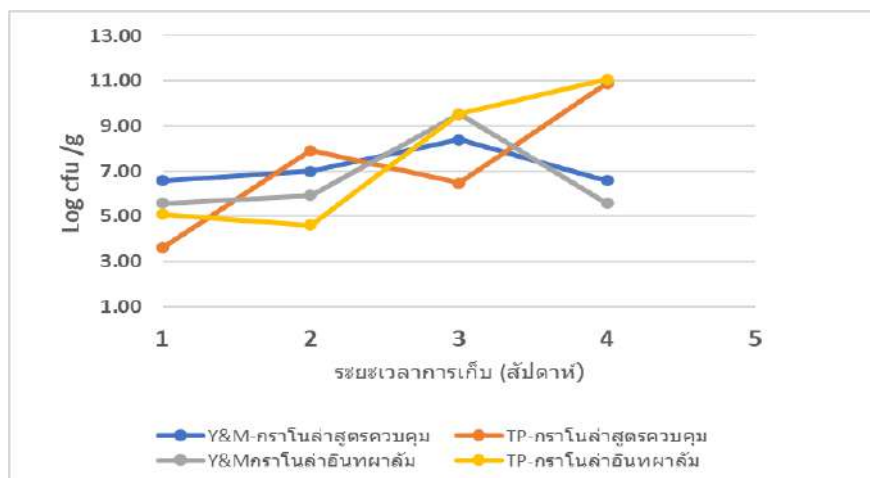
รูปที่ 2 ความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ (A), ค่าความกรอบ (B) ในผลิตภัณฑ์กราโนล่าอินทผลาลัมในระหว่างเก็บรักษา

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์กราโนล่าทั้ง 2 สูตร ได้แก่ สูตรควบคุม และกราโนล่าอินทผลาลัม พบว่าเมื่อเก็บรักษาสัปดาห์แรกเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ เมื่อทำการวิเคราะห์ค่า Peroxide ในผลิตภัณฑ์กราโนล่าทั้ง 2 สูตร พบว่ากราโนล่าสูตรควบคุม มีค่า Peroxide มากกว่าสูตรกราโนล่าอินทผลาลัม แต่เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์กราโนล่าทั้ง 2 สูตรไว้ พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นมีผลทำให้ค่า Peroxide มีค่าเพิ่มขึ้น โดยพบว่ากราโนล่าสูตรควบคุมมีปริมาณการเพิ่มขึ้นของค่า Peroxide ที่มากกว่ากราโนล่าอินทผลาลัม โดยมีปริมาณ Peroxide ที่พบในกราโนล่าสูตรควบคุม มีค่าเท่ากับ 7.18 มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อน้ำมัน 1 กรัม ดังแสดงในภาพที่ 3(A) ส่วนการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด (Acid value, A.V.) ของผลิตภัณฑ์กราโนล่าอินทผลาลัมในระหว่างการเก็บรักษา จากการศึกษายอายุการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์กราโนล่าทั้ง 2 สูตร ได้แก่ สูตรควบคุม และกราโนล่าอินทผลาลัม พบว่า เมื่อเก็บรักษาสัปดาห์แรกเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด Acid value ในผลิตภัณฑ์กราโนล่าทั้ง 2 สูตร พบว่า ในสัปดาห์ที่ 4 กราโนล่าสูตรควบคุมมีค่า Acid value เพิ่มขึ้นมากกว่าสูตรกราโนล่าอินทผลาลัม ซึ่งจากการทดลองจะเห็นได้ว่ากราโนล่าอินทผลาลัม มีการเปลี่ยนแปลงของค่า Acid value ที่ต่ำกว่ากราโนล่าสูตรควบคุม จึงมีผลน่าจะเป็นไปได้ว่ากราโนล่าอินทผลาลัมจะเก็บได้นานมากกว่าสูตรควบคุม ดังแสดงในภาพที่ 3(B) เนื่องจากค่า Peroxide เป็นค่าที่บ่งบอกถึงการเกิดสาร Peroxide ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดกลิ่นหืน ถ้ามีสูงมากแสดงว่าอาหารมีแนวโน้มมีกลิ่นหืนสูง และค่า Acid value เป็นค่าที่บ่งบอกถึงระดับการเกิดกรดไขมันอิสระของผลิตภัณฑ์ ถ้ามีค่ามากแสดงว่าในผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มที่กรดไขมันอิสระจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้เกิดกลิ่นหืนได้มากกว่า ซึ่งจากรูปที่ 3 แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของค่า Peroxide และค่า Acid value ซึ่งแสดงให้เห็นว่ายิ่งเก็บไว้นานกราโนล่ายังมีแนวโน้มเกิดกลิ่นหืนมากขึ้น แต่ในระยะ 4 สัปดาห์ ค่า Peroxide มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (ต้องไม่เกิน 30 มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ต่อกรัม) (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2565)



รูปที่ 3 ปริมาณเปอร์ออกไซด์ (Peroxide, PV) (A) และ ค่าความเป็นกรด (Acid value, AV) (B) ของผลิตภัณฑ์กรานโนล่าอินทผลัมในระหว่างการเก็บรักษา

ผลการศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ของผลิตภัณฑ์กรานโนล่าอินทผลัมในระหว่างการเก็บรักษาจากการศึกษาอายุการเก็บรักษาในผลิตภัณฑ์กรานโนล่าทั้ง 2 สูตร ได้แก่ สูตรควบคุม และกรานโนล่าอินทผลัม เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กรานโนล่าเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา พบว่าที่ระยะเวลาเก็บรักษากรานโนล่าในสัปดาห์ที่ 1 กรานโนล่าสูตรควบคุมมีปริมาณยีสต์และราสูงกว่ากรานโนล่าอินทผลัม โดยนับจำนวนได้เท่ากับ 6.58 log CFU/g และมีปริมาณจุลินทรีย์ที่พบได้น้อยกว่ากรานโนล่าอินทผลัม นับจำนวนได้เท่ากับ 5.58 log CFU/g แต่เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กรานโนล่า ปริมาณยีสต์ราและจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุก ๆ สัปดาห์ทุกสูตร โดยพบว่าปริมาณยีสต์และราที่มีจำนวนสูงสุดในสัปดาห์ที่ 3 ของการเก็บรักษาโดยมีปริมาณที่นับได้สูงสุดในกรานโนล่าสูตรควบคุมและกรานโนล่าอินทผลัมมีจำนวนเท่ากับ 8.40 และ 9.52 log CFU/g และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่นับได้มีแนวโน้มเพิ่มปริมาณสูงขึ้นเช่นเดียวกันกับยีสต์รา เมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้นซึ่งปริมาณสูงสุดที่นับได้เท่ากับ 10.88 และ 11.06 log CFU/g เมื่อระยะเวลา 4 สัปดาห์ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์ราที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ อันเนื่องมาจากปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์กรานโนล่าที่สูง สาเหตุเกิดจากความชื้นในน้ำเชื่อมอินทผลัมเริ่มต้นที่สูงส่งผลให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และมีค่าเกินที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนด (จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^6 ต่อตัวอย่างอาหาร 1 กรัม) ดังนั้นถ้าจะควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ในกรานโนล่าจะต้องมีการลดความชื้นในผลิตภัณฑ์ให้ต่ำกว่านี้เพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และยังทำให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 4 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์ราของผลิตภัณฑ์กรานโนล่าอินทผลัมระหว่างเก็บรักษา

บทสรุป

จากการศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์กรานอลาอินทผาลัมที่มีการใช้ทั้งน้ำเชื่อมอินทผาลัมและผลอินทผาลัมอบแห้งมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะส่วนที่เป็นน้ำเชื่อมทำให้ผลิตภัณฑ์กรานอลามีปริมาณโปรตีนและใยอาหารเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกรานอลาที่ใช้แป้งเป็นสารยึดเกาะ จึงเป็นทางเลือกในการพัฒนากรานอลารูปแบบใหม่ที่ให้ประโยชน์กับผู้บริโภคที่มองหาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากธรรมชาติและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ

เอกสารอ้างอิง

- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2565). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผัก ผลไม้ และธัญชาติอัดแท่ง. ค้นเมื่อ 9 เมษายน 2565.
<https://zhort.link/KwD>
- Alhaider I.A., Mohamed M.E., Ahmed K.K.M. and Kumar A.H.S. (2017). Date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits as a potential cardioprotective agent: The role of circulating progenitor cells. *Frontiers in Pharmacology*. 8: 1-11. <https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00592>
- Al-Yahya R. and Manickavasagan A. (2012). An overview of date palm production. In A. Manickavasagan, M. Mohamed Essa, and E. Sukumar (Eds.), *Dates production, processing, food, and medicinal values* (pp. 3–12). USA: CRC Press, Taylor & Francis Group, Broken Sound Parkway. NW.
- AOAC. 2000. Official Method of Analysis. Arlington, USA: Association of Official Analytical Chemistry.
- Benjakul S., Visessanguan W., Phongkanpa I.V. and Tanaka M. (2005). Antioxidative activity of caramelization products and their preventive effect on lipid oxidation in fish mince. *Food Chemistry*. 90: 231–239.
- Castro-Munoz R., Correa-Delgado M., Cordova-Almeida R., Lara-Nava D., Chavez-Munoz M., Velasquez-Chavez V.F., Hernandez-Torres C.E., Gontarek-Castro E. and Ahmad M.Z. (2022). Natural sweeteners: Sources, extraction and current uses in foods and food industries. *Food Chemistry*. 370: 1-18.
- Demirhan B.E., Demirhan B., Sönmez C., Torul H., Tamer U. and Yentür G. (2015). Short communication: Determination of potential 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde and 2 furaldehyde compounds in follow-on milks and infant formulas using the high-performance liquid chromatography method. *Journal of Dairy Science*. 98: 818–822.
- Ghnimi S., Umer S., Karim A. and Kamal-Eldin A. (2017). Date fruit (*Phoenix dactylifera* L.): An underutilized food seeking industrial valorization. *Nutrition and Food Science Journal*. 6: 1–10.
- Hasan F., Nazir A., Sobti B., Tariq H., Karim R., Al-Marzouqi A.H., Kamal-Eldin A. (2020). Dehydration of date fruit (*Phoenix dactylifera* L.) for the production of natural sweet powder. *NFS Journal*. 27: 13–20.
- Hussaina M.I., Farooq M. and Syede Q.A. (2020). Nutritional and biological characteristics of the date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.) - A review. *Food Bioscience*. 34: 1-12.

- Ibrahim S.A., Ayad A.A., Williams L.L., Ayivi R.D., Gyawali R., Krastanov A. and Aljaloud S.O. (2021). Date fruit: A review of the chemical and nutritional compounds, functional effects and food application in nutrition bars for athletes. *International Journal of Food Science and Technology*. 56(4): 1503–1513.
- Makhlouf I.G., Baklouti S., Mokni A., Danthine S., Attia H., Blecker C. and Masmoudi M. (2016). Effect of ultrafiltration process on physico-chemical, rheological, microstructure and thermal properties of syrups from male and female date palm saps. *Food Chemistry*. 203: 175–182.
- McSweeney P.L.H. and Day L. (2016). Food products and ingredients. In: *Reference Module in Food Science*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.03345-x>
- Nasabi M., Labbafi M. and Khanmohammadi M. (2017). Optimizing nano TiO₂ assisted decoloration process for industrial date syrup utilizing response surface methodology. *Journal of Food Process Engineering*. 40(5): 1–9.

Received: April 3, 2022; Revised: April 20, 2022; Accepted: April 27, 2022

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวขาวดอกมะลิ 105

Bioactive compounds and antioxidant activities of
Khao Khaow Dawk Mali 105วิภาวดี พันธุ์หนองหว้า^{1*}, นฤทธิ วาดเขียน¹, อธิฐาน ฉัตรเงิน¹, วิลาศิณีย์ สีตามา¹วุฒิพงษ์ หาญประโค¹ และอัญชลี จันทะวา¹Wipavadee Punnonngwa^{1*}, Narit Wardkhean¹, Atitan Chatngern¹, Wilasinee Seedama¹,Wutipong Hanprakhon¹ and Anchalee Jantawa¹¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ สุรินทร์

*Corresponding Author E-mail Address : punnonngwa05@gmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ศึกษาสารออกฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและสารฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าวขาวดอกมะลิ 105 และระยะเวลาการเจริญของข้าวได้แก่ น้ำนมข้าว ข้าวเม่า และข้าวกล้องของข้าวขาวดอกมะลิ 105 (KDML 105) จากการทดลองพบว่าปริมาณสารฟีนอลิกในข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีปริมาณ 331.97±8.17 mg GAE/100 g DW ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดในวิธีการทดลองฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Total antioxidant capacity และวิธี Lipid peroxidation assay สูงสุด ในขณะที่ข้าวเหนียวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Activity สูงที่สุด (p<0.05) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าปริมาณสารโหะมัน โนอะซิน และไฟโตรอกซิน พบมากในข้าวกล้อง 39.21±0.07 mg/100 g DW ข้าวขาวดอก (41.93±0.05 mg/100 g DW) และข้าวเหนียว (17.88±0.03mg/100 g DW) ตามลำดับ ทั้งข้าวกล้องและข้าวเหนียว มีปริมาณสารแอลฟาโทโคเฟอรอลสูงสุด 318.48±6.36 mg/100 g DW และ 308.09±5.85 mg/100 g DW ในขณะที่ข้าวขาวมีปริมาณแกมมาโอโรซานอลสูงสุด และตรวจวัดปริมาณสารโหะมัน โนอะซิน ไฟโตรอกซิน แอลฟาโทโคเฟอรอล และแกมมาโอโรซานอล ด้วยวิธี HPLC ใช้เครื่องตรวจวัดสัญญาณแบบ UV-detector พบว่า ปริมาณแกมมาโอโรซานอล และโนอะซินพบมากในข้าวกล้อง โดยสารแกมมาโอโรซานอล 355.00±7.07 mg/100 g DW และโนอะซิน 41.93±0.05 mg/100 g DW ในขณะที่แอลฟาโทโคเฟอรอลพบมากที่สุดที่ข้าวกล้อง 318.48±6.36 mg/100 g DW และข้าวเหนียวพบปริมาณ 308.09±5.85 mg/100 g DW ไฟโตรอกซินพบมากที่สุดที่ข้าวเหนียว 17.88±0.03 mg/100 g DW ในขณะที่โหะมันพบมากที่สุดที่ข้าวกล้อง 39.21±0.07 mg/100 g DW จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตข้าวขาว และระยะเวลาของข้าวเหนียวมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูง เหมาะต่อการเป็นอาหารฟังก์ชันและสามารถเพิ่มมูลค่าสารสำคัญจากข้าว

คำสำคัญ: สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ข้าวขาวดอกมะลิ 105

Abstract

The study investigated the differences in the antioxidant activity and bioactive compounds of germinated rice, milk rice, dough rice, and brown rice of KDML 105. In general, the concentration of total phenolic content of germinated rice was highest ($p \leq 0.05$) (331.97 ± 8.17 mg GAE/100 g DW). Germinated rice was the highest antioxidant activities of total antioxidant capacity and lipid peroxidation assay were found. However, the milk rice stage showed the highest DPPH radical scavenging activity. The results showed that the highest of thiamine, niacin and pyridoxine were found in brown rice (39.21 ± 0.07 mg/100 g DW). germinated rice (41.93 ± 0.05 mg/100g DW) and milk rice (17.88 ± 0.03 mg/100 g DW), respectively. In addition, both brown rice and milk rice demonstrated the highest of α -tocopherol (318.48 ± 6.36 mg/100 g DW and 308.09 ± 5.85 mg/100 g DW) while germinated rice demonstrated the highest of γ -oryzanol was observed in the germinated rice (355.00 ± 7.07 mg/100 g DW). The results confirmed that the germination process and milk rice for antioxidants is a functional food, which can increase the release of value-added compounds from rice.

Keywords: Bioactive compound, Antioxidant activity, Khao khaow dawk Mali 105

บทนำ

ข้าวเป็นพืชส่งออกอันดับที่ 1 ของประเทศไทย สถิติการส่งออกข้าวในปี 2563-2564 มีอันดับการส่งออกข้าวมากที่สุดในโลก มีมูลค่าการซื้อขายมากกว่า 6 ล้านตัน (ประชาชาติธุรกิจ, 2564) ข้าวเป็นอาหารที่นิยมรับประทานเป็นอาหารหลักของคนเอเชีย เช่น ไทย ญี่ปุ่น พม่า ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย อินเดีย และจีน เป็นต้น ข้าวถือเป็นอาหารหลักของคนเอเชีย ได้แก่ ประเทศไทย จีน ญี่ปุ่น อินเดีย เวียดนาม อินโดนีเซีย มีสองประเภทได้แก่ ข้าวเหนียว และข้าวเจ้า ข้าว (Rice) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในตระกูล *Oryza sativa* ในวงศ์ Gramineae ข้าวเอเชียแบ่งเป็น 3 ชนิดย่อย ได้แก่ จากปอนิกา (Japonica) อินเดียกา (Indica) และจาวานิกา (Javanica) โดยข้าวไทยจัดอยู่ในกลุ่มอินดิกา (*Oryza sativa* spp. Indica) มีพันธุ์ข้าวดีเด่นและรู้จักแพร่หลายทั่วโลกคือข้าวหอมมะลิประกอบด้วย 2 พันธุ์ คือ ขาวดอกมะลิ 105 และ กข 15 ซึ่งเป็นข้าวหอมชั้น 1 ที่ได้รับความนิยมเนื่องจากมีคุณภาพการหุงต้มดีมาก กล่าวคือเมื่อสุกจะนุ่มและมีกลิ่นหอมรับประทาน ข้าวขาวดอกมะลิ 105 จัดเป็นข้าวเจ้าที่อยู่ในกลุ่มข้าวอินเดียน่า มีลักษณะเมล็ดยาวเล็ก เรียว มีกลิ่นหอมคล้ายดอกมะลิ เนื่องจากมีสารให้กลิ่นที่มีกลิ่นหอมคล้ายใบเตย (นฤมล, 2555) สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าว เช่น สารแอลฟาโทโคเฟอรอล สารประกอบฟีนอลิก สารแกมมาออไรซานอล (γ -Oryzanol) สารแกมมาอะมิโนบิวทิริก (γ -Aminobutyric acid; GABA) ในข้าวสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระที่เกิดปฏิกิริยาของแอลดีแอลออกซิเดชัน (LDL oxidation) ยับยั้งการเกิดอนุมูลอิสระต่อต้านและยับยั้ง โรคบางชนิด เช่น โรคหลอดเลือดตีตัน โรคหัวใจ โรคความดันโลหิต ต่อต้านการอักเสบ ตลอดจนโรคมะเร็ง (Chen and Bergman, 2005; Komatsuzaki, et al., 2007; Moongngarm, and Saetung, 2010; Jannoey, et al., 2011)

Butsat et al. (2009) ได้แบ่งการเจริญของข้าวเป็น 5 ระยะการเจริญ ได้แก่ ระยะดอก เวลา 0-7 วัน (Flowering) ระยะน้ำนม (Milk grain) ระยะเวลา 8-14 วันหลังออกดอก เมล็ดมีลักษณะเหลวเหมือนน้ำเปลือกมีสีเขียว โดยที่เมล็ดไม่สามารถแกะออกจากเปลือกข้าวได้ ระยะแบ่งหรือระยะที่มีเปลือกสีเหลืองถึงสีเขียวระยะเวลา 15-21 วัน หลังการออกดอก เมล็ดมีสีเขียวมีงอกข้าวและสามารถแกะเปลือกได้หรือข้าวเม่าเมล็ด และคัพพะมีลักษณะแข็งมีสีเขียวปนสีขาวนวล เปลือกมีสีเขียวมีกลิ่นหอม (Dough grain) ระยะเต็มวัยนับระยะ 22-28 วันหลังการออกดอก เป็นระยะที่เมล็ดข้าวมีความสมบูรณ์

มีเอนโดสเปิร์มหรือจมูกข้าวเปลือกมีสีน้ำตาล (Maturity) และระยะสุกนับจากวันออกดอก 29-35 วัน เป็นระยะที่เมล็ดข้าวและเปลือกมีสีน้ำตาลเมื่อเมล็ดข้าวมีความแก่เพิ่มขึ้นปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และความสามารถต้านอนุมูลอิสระก็ลดตามระยะข้าวที่แก่เพิ่มขึ้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญรวมทั้งฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและปริมาณวิตามินบี สาร γ -Oryzanol ปริมาณวิตามินอี α -Tocopherol ในพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในกรรมวิธีการผลิตข้าวออก และระยะการเจริญของข้าวที่ใช้บริโภค เช่น ข้าวระยะนํ้านม ข้าวเฒ่า และข้าวกล้องโดยวิธี HPLC เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. อุปกรณ์และสารเคมี

น้ำจัดไอออน เฮกเซน โพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต เอทานอล โซเดียมคาร์บอเนต จาก BDH สาร 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazil (DPPH) สารมาตรฐานวิตามินบี ได้แก่ วิตามินบี 1 หรือไทอะมีน (Thiamine) วิตามินบีสาม หรือไนอะซิน (Niacin) วิตามินบี 6 หรือไพริดอกซิน (Pyridoxine) วิตามินอีหรือแอลฟาโทโคเฟอรอล (α -Tocopherol) สารแกมมาออไรซานอล (γ -Oryzanol) ยี่ห้อซิกม่า (Sigma Aldrich St, Louis, MO, USA) อะซิโตนไตรโท เมทานอล สำหรับใช้เทคนิคการตรวจสอบสารแบบ HPLC (Orec, New Zealand) Folin-Ciocalteu reagent กรดแกลลิก (Gallic acid) (Merck, Darmstadt, Germany)

2. การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างข้าวในระยะการเจริญของเมล็ดข้าว 4 ชนิด ได้แก่ ข้าวกล้อง ข้าวนํ้านม ข้าวเฒ่า และข้าวกล้อง ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในแปลงทดลอง ที่เพาะปลูกในแปลงเดียวกัน โดยมีกรรมวิธีในการผลิตข้าวแต่ละชนิด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กรรมวิธีการผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ใช้ในการทดลอง

ชนิดของข้าว	ลักษณะของข้าว	กรรมวิธีในการผลิต
ข้าวกล้อง	ใช้ข้าวเปลือก ที่สุกเต็มที่ และมีการเกี่ยวข้าว ตากแดดเพื่อลดความชื้น จากนั้นนำมาผ่าน กระบวนการผลิตข้าวกล้อง ตามวิธีของ Moongngarm and Saetung (2010)	-โดยใช้ข้าวเปลือกมาแช่นํ้าเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการร่อนนํ้าให้ชุ่มทุก 4 ชั่วโมง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง -ทำการอบแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบตู้อบลมร้อน Hot air oven ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 4 ชั่วโมง นำไปสีข้าวเอาเปลือกออก สำหรับข้าว นํ้านมใช้ทั้งรวงข้าวบดเอาแต่นํ้าแล้วนำไปอบแห้ง ที่ อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง บดให้ละเอียด ร่อนด้วยตะแกรงขนาด 80 เมช เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส
ข้าว นํ้านม	นับอายุ 14-15 วันหลังออกดอกเป็นระยะ เอนโดสเปิร์มเริ่มพัฒนามีลักษณะเป็นนํ้านม เมล็ดยังไม่แข็ง ตามวิธีของ Butsat et al. (2009)	ข้าว นํ้านม ได้มามากั้นนํ้า ด้วยเครื่องคั้นนํ้าแบบ Screw press กรองเอาแต่นํ้า 55 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง บดให้ละเอียด ร่อนด้วยตะแกรง ขนาด 80 เมช เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

ข้าวเม่า	นับอายุ 15-21 วันหลังออกดอก เมล็ดแก่ สมบูรณ์เนื้อเมล็ดมีลักษณะสีเขียว เอนโดสเปิร์มมีลักษณะแข็ง เปลือกหุ้มเมล็ดมีสีเขียว ตามวิธีของ Butsat et al. (2009)	ข้าวเม่า จากนั้นนำเมล็ดข้าวไปคั่วให้สุกแล้วนำข้าวไปตำด้วยครกเพื่อแยกเอาเปลือกออก 55 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง บดให้ละเอียด ร่อนด้วยตะแกรงขนาด 80 เมช เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส
ข้าวกล้อง	นับอายุ 30 วันหลังออกดอกเมล็ดจะมีลักษณะสุก เอนโดสเปิร์มมีลักษณะใสหรือขุ่นหากเป็นข้าวเจ้ามีสีใสเหนียวจะมีสีขุ่น เปลือกหุ้มเมล็ดมีสีน้ำตาลตามวิธีของ Butsat et al. (2009)	นำข้าวเปลือกมาสีเป็นข้าวกล้อง อบแห้ง 55 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง บดให้ละเอียด ร่อนด้วยตะแกรงขนาด 80 เมช เก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

3. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

การวิเคราะห์หาสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ดัดแปลงจากวิธีของ Moongngarm and Saetung (2010) ซึ่งตัวอย่าง 10 กรัม สกัดด้วยเมทานอล 50 มิลลิลิตร นำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำมาสกัดด้วยเครื่อง Ultrasonic bath เป็นเวลา 10 นาที แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และเบอร์ 4 ตามลำดับ ปิดเตาสารสกัดหยาบ ปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้วรูปชมพู่ ขนาด 25 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เติมนสารละลาย Folin-ciocalteu reagent (อัตราส่วนของ Folin-ciocalteu ต่อน้ำเท่ากับ 1:1) เพื่อให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อน จากนั้นปิดเตาสารละลาย Folin-ciocalteu 1.25 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 30 นาที เติมนสารละลาย Sodium carbonate ความเข้มข้น ร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ปริมาตร 3.75 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 25 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร ในการเตรียมตัวอย่างควบคุม ให้ใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง ในการเตรียมสารละลายมาตรฐานเตรียมจากสารละลายกรดแกลลิก (Gallic acid) ที่มีความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ทดลองเช่นเดียวกับสารตัวอย่าง นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาทำกราฟมาตรฐานแล้วคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในตัวอย่างโดยใช้สมการจากกราฟมาตรฐาน รายงานผลเป็นมิลลิกรัม GAE/100กรัม DW ต่อจากกราฟมาตรฐาน

4. ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH Radical Scavenging Activity

การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH Radical Scavenging Activity จากวิธีของ วิภาวดี และคณะ (2556) โดยทำการชั่งสาร DPPH 0.01 กรัม แล้วละลายด้วยเมทานอล 250 มิลลิลิตร จะได้ความเข้มข้น ร้อยละ 0.004 อย่ายให้ถูกแสง เนื่องจากเป็นสารที่ไวต่อแสงมาก ปิดเตาสารสกัดหยาบจากข้อ 3 ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร เติมนสารละลาย DPPH ปริมาตร 3 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วไปตั้งไว้ในที่มืดให้เกิดปฏิกิริยา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสง Spectrophotometer คำนวณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากสมการ (1) และนำไปคำนวณความเข้มข้นครึ่งหนึ่งที่สามารถยับยั้งปฏิกิริยาได้ (50 Inhibition concentration; IC50)

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

Ac = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างควบคุม

Ab = ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

5. ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี Total antioxidant capacity

การสกัดฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระดัดแปลงจากวิธีของ Moongngarm and Saetung (2010) เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร/มิลลิลิตร จำนวน 0.5 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นกรดซัลฟูริก (Sulfuric acid) 0.6 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นโซเดียมฟอสเฟต (Sodium phosphate) 28 มิลลิโมล และสารแอมโมเนียมโพลีโมลิบเดต (Ammonium molybdate) 4 มิลลิโมล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาบ่มที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็น วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 659 นาโนเมตร คำนวณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระตามสมการ (1)

6. ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี Lipid peroxidation

การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในระบบน้ำมัน ดัดแปลงจากวิธีของ Dasgupta et al. (2004) เป็นวิธีการวัดค่าการต้านอนุมูลอิสระที่ดัดแปลงมาจากวิธีไทโอบาร์บิทริกแอซิด TBARS (Thiobarbituric acid) เพื่อวัดการเกิดสารมลโบลินัลดีไฮด์ในปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและน้ำมันในอาหาร (Lipid peroxidation) โดยนำไข่แดงมาทำการตีเม็ดไขมันให้แตกโดยเครื่องโฮมจีไนซ์เพื่อตีปั่นไขมันในไข่แดงให้แตกตัว นำตัวอย่างจำนวน 1.0 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร/มิลลิลิตร จำนวน 0.2 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่นอีก 0.8 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นเฟอร์ริกซัลเฟต (FeSO_4) ความเข้มข้น 0.07 โมล จำนวน 0.1 มิลลิลิตร เพื่อเป็นการเหนี่ยวนำปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในไข่ด้วยการนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นเติมกรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 20 (pH 3.5) จำนวน 3 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น ไทโอบาร์บิทริกแอซิด ความเข้มข้น ร้อยละ 0.8 (w/v) ในสารละลายโซเดียมโดเดซิลซัลเฟต (Sodium dodecyl sulphate) ความเข้มข้นร้อยละ 1.1 ปริมาตร 3 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้เย็น แล้วเติมน้ำบิวทานอล (Butanol) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที นำเฉพาะส่วนใสไปวัดโดยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร คำนวณการยับยั้งปฏิกิริยาตามสมการ (1)

7. การวิเคราะห์สารกลุ่มวิตามินบีด้วยเครื่อง HPLC

ทำการวิเคราะห์สารกลุ่มวิตามินบีในข้าวตามวิธีของ Moongngarm and Saetung (2010) ทำการชั่งตัวอย่าง 10 กรัม เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ทำการผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องโฮมจีไนซ์เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำมาเขย่าด้วยเครื่องอัลตราโซนิกเป็นเวลา 20 นาที นำตัวอย่างที่ได้มากรองด้วยกระดาษเบอร์ 1 และเบอร์ 4 นำเฉพาะส่วนใสมา จากนั้นนำไปทำการระเหยให้แห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบสุญญากาศสามารถหมุนได้ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนกว่าจะแห้ง (Rotary evaporator) ละลายกลับด้วยน้ำจืดดีไอออน (Deionize water) ปริมาตร 4 มิลลิลิตร และกรองด้วยที่กรองสารแบบจานชนิดไนลอนเยื่อ Whatman ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.45 ไมโครเมตร นำสารที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณไทอะมิน (Thiamine) ไนอะซิน (Niacin) ไพริดอกซิน (Pyridoxine) ด้วยเครื่องวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC (High Performance Liquid Chromatography, LC-20A pump, SIL-20A autoinjection, Shimadzu, Japan)

ใช้ HPLC guard column inertsil ODS-3 ขนาดรูพรุน 5 ไมโครเมตร คอลัมน์วิเคราะห์เยื่อ Shimadzu ชนิด ODS-inertsil (C18) ขนาดของคอลัมน์ 150×4.5 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางของรูพรุน 4 ไมโครเมตร (Shimadzu, Japan) ใช้เฟสเคลื่อนที่ประกอบด้วยเมทานอลและสารละลายโพแทสเซียมฟอสเฟต (Potassium phosphate) ความเข้มข้น 0.05 โมล (pH 6.5) ให้อัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่ (Mobile phase) ประกอบด้วยเมทานอลและน้ำจืดดีไอออน ทำการเปลี่ยนอัตราส่วนของเมทานอลและน้ำตลอดการวิเคราะห์ โดยที่เวลาเริ่มต้นให้ เมทานอล:น้ำ (90:10) เป็นเวลา 10 นาที อัตราการไหลเป็น 1 มิลลิลิตร/นาที จากนั้นให้ เมทานอลเป็นร้อยละ 100 ที่เวลา 12 นาที อัตราการไหลเป็น 0.9 มิลลิลิตร/นาที จนกระทั่งเวลาที่ 25 นาที ทำการฉีดสารตัวอย่างที่ปริมาตร 20 ไมโครลิตร (เครื่อง HPLC, LC-20A pump, SIL-20A

autoinfection, Shimazu, Japan) วัดค่าการดูดกลืนแสงโดยเครื่องตรวจวัดสัญญาณแบบยูวี (UV detector) ที่ความยาวคลื่น 325 นาโนเมตร (UV detector, HPLC, SPD-20A, Shimazu, Japan)

8. การวิเคราะห์ปริมาณแอลฟาโทโคเฟอรอลและแกมมาโอไรซานอล (α -Tocopherol และ γ -Oryzanol) ด้วยเครื่อง HPLC

ทำการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินอีในข้าวระยะต่าง ๆ ดัดแปลงจากวิธีของ Chen and Bergman (2005) และวิธีของ Janney, et al. (2011) ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม นำไปสกัดด้วยไอโซโพรพานอลและไดคลอโรมีเทน (2-Propanol dichloromethane) ด้วยอัตราส่วน (2:1) ปริมาตร 60 มิลลิลิตร นำมาปั่นผสมด้วยเครื่องปั่นด้วยเครื่องโฮโมจีไนซ์เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำมาเขย่าด้วยเครื่องอัลตราโซนิกเป็นเวลา 20 นาที กรองตัวอย่างด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และ เบอร์ 4 ตามลำดับ จากนั้นนำไปทำการระเหยให้แห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบสุญญากาศสามารถหมุนได้ (Rotary evaporator; Buchi, Switzerland) แล้วทำการละลายกลับด้วยสารละลายผสมของ (2-propanol dichloromethane (2:1) ปริมาตร 4 มิลลิลิตร และกรองด้วยที่กรองสารแบบจานชนิดไนลอนยี่ห้อ Whatman ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.45 ไมโครเมตร นำสารที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณสารแอลฟาโทโคเฟอรอลและแกมมาโอไรซานอลพร้อมกัน ด้วยเครื่องวิเคราะห์ของเหลวสมรรถนะสูงหรือ HPLC โดยใช้คอลัมน์ชนิด intensil- NH_2 ขนาด 4.6×220 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางของรูพรุนขนาด 5 ไมโครเมตร (Zhimadzu, Japan) ส่วนเฟสเคลื่อนที่ (Mobile phase) ประกอบด้วยเมทานอลและน้ำทำการเปลี่ยนอัตราส่วนของเมทานอลและน้ำตลอดการวิเคราะห์ โดยที่เวลาเริ่มต้นให้ เมทานอล:น้ำจัดอ็อกอน (90:10) เป็นเวลา 10 นาที อัตราการไหลเป็น 1 มิลลิลิตร/นาที จากนั้นให้ เมทานอลเป็นร้อยละ 100 ที่เวลา 12 นาที อัตราการไหลเป็น 0.9 มิลลิลิตร/นาที จนกระทั่งเวลาที่ 25 นาที โดยฉีดตัวอย่างปริมาตร 20 ไมโครลิตร (เครื่อง HPLC, LC-20A pump, SIL-20A autoinjection, Zhimadzu, Japan) วัดค่าการดูดกลืนแสงโดย UV detector ที่ความยาวคลื่น 325 นาโนเมตร (เครื่องตรวจวัดสัญญาณแบบ UV detector, HPLC, SPD-20A, Zhimadzu, Japan)

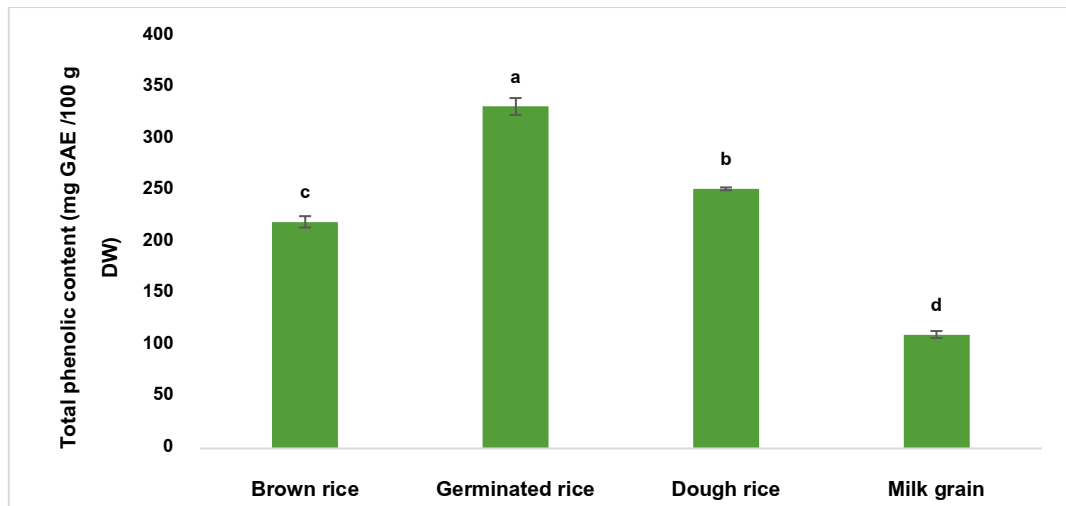
9. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (n=3) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

ผลการทดลองปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทั้ง 4 ระยะ ดังรูปที่ 1 พบว่า ในข้าวงอก (Germinated rice) มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) 331.97 ± 8.17 มิลลิกรัม GAE/100 กรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมาได้แก่ ข้าวเม่า (Dough rice) ข้าวกล้อง (Brown rice) และข้าวน้ำนม (Milk rice) มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 251.99 ± 11.40 , 219.95 ± 5.54 และ 110.61 ± 3.37 มิลลิกรัม GAE/ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ



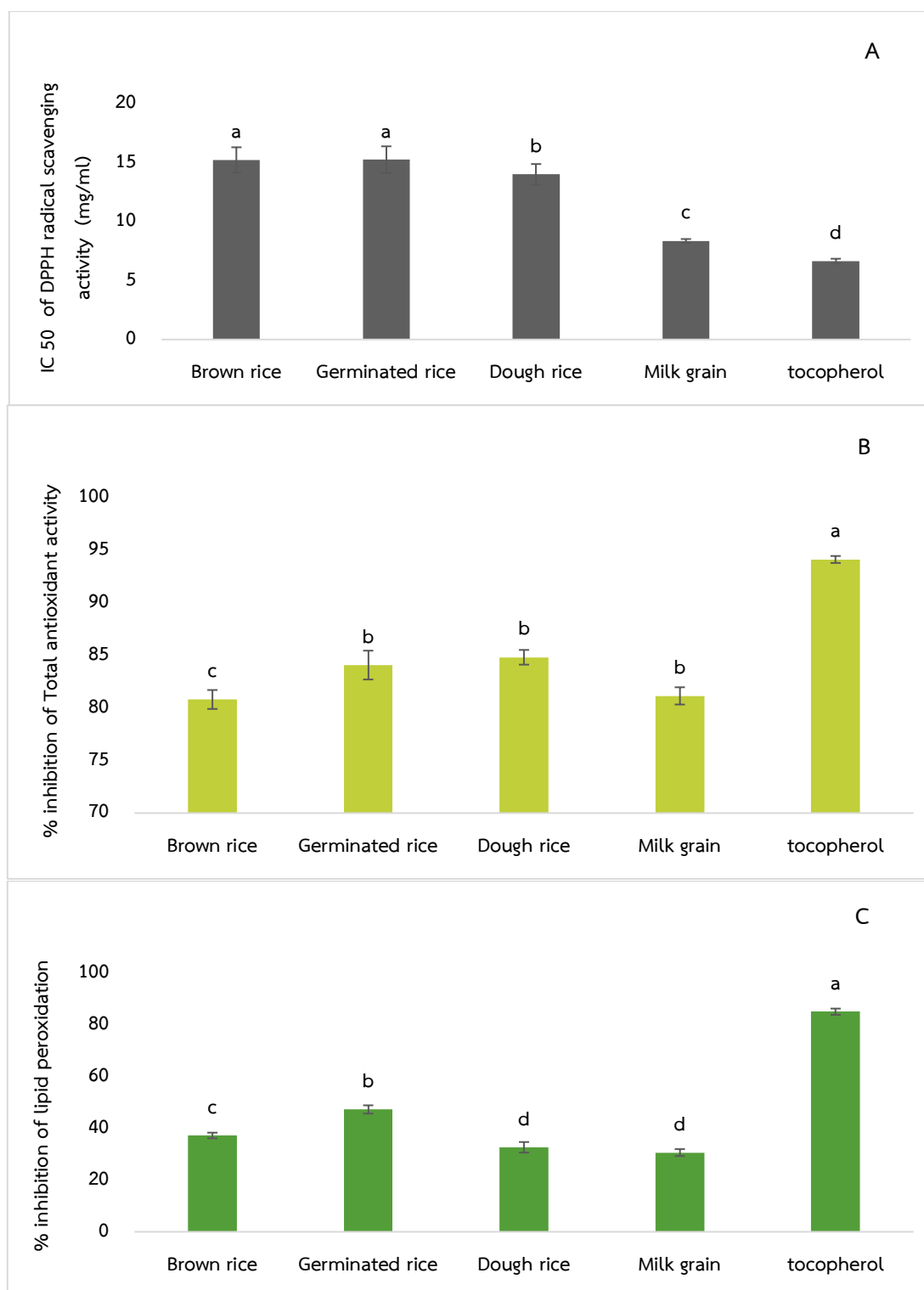
รูปที่ 1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในตัวอย่างข้าวระยะต่าง ๆ ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 (Brown rice): ข้าวกล้อง, (Germinate rice): ข้าวอก (Dough rice) และ น้ำนมข้าว (Milk rice):

2.ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH Radical Scavenging Activity พบว่า สารวิตามินอี หรือ แอลฟาโทโคเฟอรอล (α -Tocopherol) ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงสุด (ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ) มีค่า IC₅₀ (50% Inhibition concentration) ค่าต่ำซึ่งหมายถึงมีการต่อต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ($p < 0.05$) คือ IC₅₀ 6.64 ± 0.20 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร รองลงมาได้แก่ ข้าวน้ำนม ข้าวเฒ่า และข้าวกล้อง ข้าวน้ำนมมีค่า IC₅₀ 8.35 ± 0.15 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ข้าวเฒ่า 13.98 ± 0.88 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ข้าวอก 15.23 ± 3.13 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และข้าวกล้อง 15.20 ± 1.08 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร น้ำหนักแห้งตามลำดับ ดังรูปที่ 2A

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระทั้งหมดด้วยวิธี Total antioxidant capacity ดังแสดงในรูปที่ 2B พบว่า สาร α -Tocopherol มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ($p < 0.05$) ร้อยละ 94.11 ± 0.33 รองลงมาได้แก่ รองลงมาได้แก่ ข้าวเฒ่า ข้าวอก ข้าวน้ำนม และข้าวกล้อง ตามลำดับ มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระข้าวเฒ่า ร้อยละ 84.81 ± 0.70 ข้าวอก ร้อยละ 84.07 ± 1.37 ข้าวน้ำนม ร้อยละ 81.14 ± 0.82 และข้าวกล้องร้อยละ 80.80 ± 0.90 ตามลำดับ

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Lipid peroxidation ในส่วนน้ำมันและไขมัน ดังแสดงในรูปที่ 2C พบว่า สาร α -Tocopherol มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ($p < 0.05$) ร้อยละ 52.17 ± 6.21 รองลงมาได้แก่ข้าวอก ข้าวกล้อง ข้าวเฒ่าและข้าวน้ำนม ตามลำดับ โดยข้าวอกมีฤทธิ์ยับยั้งร้อยละ 47.32 ± 1.60 ข้าวกล้องร้อยละ 37.26 ± 1.09 ข้าวเฒ่าร้อยละ 32.69 ± 2.04 และข้าวน้ำนมน้อยละ 30.64 ± 1.34 ตามลำดับ



รูปที่ 2 ผลการต้านอนุมูลอิสระของข้าวชนิดต่าง ๆ ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 A; IC₅₀ ของวิธี DPPH Radical Scavenging Activity, B; % การยับยั้งของวิธี Total antioxidant capacity, C; % การยับยั้งของวิธี Lipid peroxidation : ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 (Brown rice): ข้าวกล้อง, (Germinate rice): ข้าวอก (Dough rice) และ น้ำมันข้าว (Milk rice)

3. ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของข้าวระยะต่าง ๆ

ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าวทั้ง 4 ชนิด รูปที่ 3 โคโรมาโทแกรมสารกลุ่มวิตามินบี พบว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในระยะข้าวกล้องมีปริมาณโทอะมินหรือวิตามินบี 1 ในข้าวกล้องสูงสุด ($p \leq 0.05$) 39.21 ± 0.07 mg/100 g DW รองลงมาได้แก่ ข้าวน้ำนม 8.93 ± 0.07 mg/100 g DW ข้าววงอก 5.87 ± 0.07 mg/100 g DW และข้าวเม่า 5.26 ± 0.06 mg/100 g DW ตามลำดับ

ปริมาณไนอะซินหรือวิตามินบี 3 พบมากที่สุด ($p \leq 0.05$) ในข้าววงอก 41.93 ± 0.05 mg/100 g DW รองลงมาได้แก่ ข้าวเม่า 19.15 ± 0.01 mg/100 g DW ข้าวน้ำนม 12.16 ± 0.01 mg/100 g DW และข้าวกล้อง 9.88 ± 0.02 mg/100 g DW ตามลำดับ

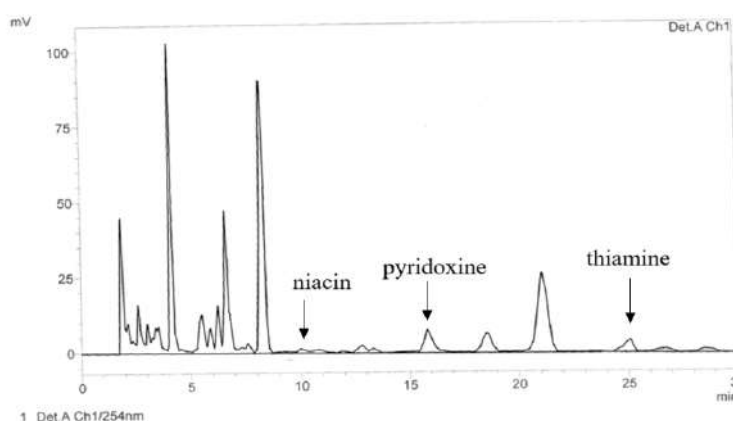
ปริมาณไพริดอกซิน หรือวิตามินบี 6 พบมากที่สุด ($p \leq 0.05$) ในข้าวน้ำนม 17.88 ± 0.03 mg/100 g DW รองลงมาได้แก่ ข้าวเม่า 13.45 ± 0.05 mg/100 g DW ข้าววงอก 11.49 ± 0.04 mg/100 g DW และข้าวกล้อง 9.38 ± 0.04 mg/100 g DW ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณวิตามินบีของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ชนิดต่าง ๆ

ชนิดของข้าว	โทอะมิน (วิตามินบี 1) (mg/100 g DW)	ไนอะซิน (วิตามินบี 3) (mg/100 g DW)	ไพริดอกซิน (วิตามินบี 6) (mg/100 g DW)
ข้าววงอก	5.87 ± 0.07^c	41.93 ± 0.05^a	11.49 ± 0.04^c
ข้าวน้ำนม	8.93 ± 0.07^b	12.16 ± 0.01^c	17.88 ± 0.03^a
ข้าวเม่า	5.26 ± 0.06^c	19.15 ± 0.01^b	13.45 ± 0.05^b
ข้าวกล้อง	39.21 ± 0.07^a	9.88 ± 0.02^d	9.38 ± 0.04^d

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3)

a-d ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 3 โคโรมาโทแกรมสารกลุ่มวิตามินบี ในข้าวน้ำนมของข้าวขาวดอกมะลิ 105

ปริมาณสาร α -Tocopherol ในข้าวกล้องและข้าวน้ำนม มีปริมาณสูงสุด ($p \leq 0.05$) 318.48 ± 6.36 และ 308.09 ± 5.85 mg/100 g DW ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ข้าวเม่า 258.81 ± 5.65 mg/100 g DW และข้าววงอก 249.64 ± 8.06 mg/100 g DW ปริมาณสาร γ -Oryzanol ในข้าววงอกมีปริมาณมากที่สุดได้แก่ 355.00 ± 7.07 mg/100 g DW รองลงมาได้แก่ ข้าวเม่า 258.81 ± 5.65 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักแห้ง และข้าววงอก 249.64 ± 8.06 mg/100 g DW ตามลำดับ ปริมาณสาร

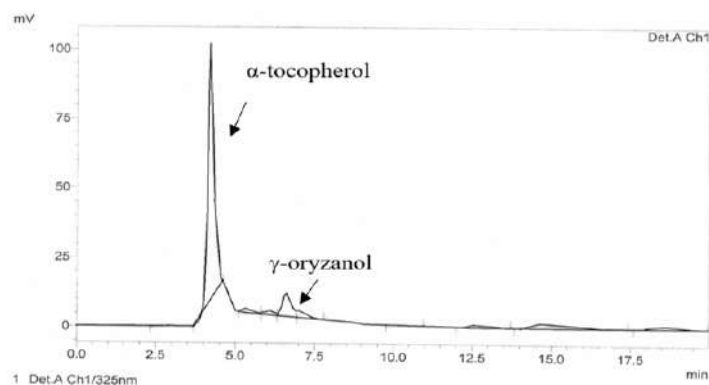
γ -Oryzanol ในข้าวอกมีปริมาณสูงสุด ($p \leq 0.05$) มีปริมาณ 355.00 ± 7.07 mg/100 g DW ข้าวน้ำนม 328.93 ± 8.31 mg/100 g DW ข้าวกล้อง 317.00 ± 0.71 mg/100 g DW และข้าวเม่า 270.87 ± 7.40 mg/100 g DW ตามลำดับ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ชนิดต่างๆ

ชนิดของข้าว	แอลฟาโทโคเฟอรอล (α -Tocopherol) (mg/100 g DW)	แกมมาออไรซานอล (γ -Oryzanol) (mg/100 g DW)
ข้าวอก	249.64 ± 8.06^c	355.00 ± 7.07^a
ข้าวน้ำนม	308.09 ± 5.85^{ab}	328.93 ± 8.31^b
ข้าวเม่า	258.81 ± 5.65^c	270.87 ± 7.40^c
ข้าวกล้อง	318.48 ± 6.36^a	317.00 ± 0.71^b

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3)

a-d ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวดิ่งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4 โครมาโทแกรมสาร α -Tocopherol และสาร γ -Oryzanol ในข้าวน้ำนมของข้าวขาวดอกมะลิ 105

การอภิปรายผล

จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าเมื่อข้าวที่เก็บเกี่ยวในระยะการเจริญของเมล็ดที่แตกต่างกัน ได้แก่ ข้าวน้ำนม ข้าวเม่า และข้าวกล้อง รวมทั้งกระบวนการผลิตเพื่อทำข้าวอก จากการทดลองเห็นได้ว่าข้าวอกมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูง เมื่อทดสอบด้วยวิธี Total antioxidant activity และวิธี Lipid peroxidation เนื่องจากมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในปริมาณที่สูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ผลการศึกษาของ Ti et al. (2014) พบว่า ข้าวกล้องงอก มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงขึ้นกว่า ร้อยละ 63.2 ในขณะที่ข้าวกล้องมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ร้อยละ 23.6 เนื่องจากกระบวนการงอกข้าวช่วยให้สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่อยู่ในรูปของ Bound form (สารประกอบฟีนอลิกที่ติดกับผนังเซลล์) 106.6 mg GAE/100 g DW เปลี่ยนเป็นรูป Free form (สารประกอบฟีนอลิกในรูปอิสระ) 177.2 mg GAE/100 g DW (Moongngarm and Saetung, 2010) นอกจากนี้ Moongngarm and Saetung (2010) ได้ทำการเปรียบเทียบปริมาณองค์ประกอบทางเคมีและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าวเปลือกงอกของข้าวกล้องพันธุ์ กข 6 พบว่า มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงขึ้นจากข้าวกล้อง 70.3 mg GAE/100 g DW ในข้าวเปลือกงอกมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงขึ้น 84.2 mg GAE/100 g DW ซึ่งชนิดของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่สำคัญในข้าว ได้แก่ กรดแกลลิก (Gallic acid) กรดทรานเฟอร์ูลิก (Trans-ferulic acid) กรดซินแนปิก (Sinapic acid) กรดไฮดรอกซิลเบนโซอิก (Hydroxy-benzoic acid) กรดโพรโตแคเทอจิก (Proto-catechuic

acid) กรดวานิลลิก (Vanillic acid) เคอซีทิน (Quercetin) กรดคูมาริก (Coumaric acid) กรดไซริงจิก Syringic acid เป็นต้น (Tian and Nakamura, 2004; Shao et al., 2014; Punnongwa et al., 2022) เนื่องจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของเมล็ดข้าวที่ระยะการเจริญต่าง ๆ มีการสังเคราะห์สารสำคัญที่แตกต่างกันไป เมื่อข้าวมีอายุยังน้อยมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพบางชนิดในปริมาณสูง ได้แก่ ข้าวน้ำนม และข้าวงอก มีสาร α -Tocopherol ในขณะที่ข้าวงอกมีปริมาณสาร γ -Oryzanol ส่งผลต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Lipid peroxidation สูงสุดในข้าวงอก และวิธี Total antioxidant activity สูงสุด ($p \leq 0.05$) เนื่องจากกระบวนการงอกของข้าวกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์สาร α -Tocopherol และสาร γ -Oryzanol สาร GABA สารประกอบฟีนอลิก ให้มีปริมาณสูงขึ้น ดังนั้นจึงส่งผลต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวงอกให้สูงกว่าข้าวในระยะการเจริญอื่น ๆ (Moongngarm and Saetung, 2010; Ti et al., 2014) ข้าวน้ำนมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH สูง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Butsat et al. (2009) พบว่า ข้าวที่มีระยะการเจริญในวัยอ่อนจะมีการสังเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในปริมาณสูงเป็นระยะที่เมล็ดข้าวและเปลือกมีสีน้ำตาล เมื่อเมล็ดข้าวมีความแก่เพิ่มขึ้นปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสามารถต้านอนุมูลอิสระก็ลดตามระยะข้าวที่แก่เพิ่มขึ้น นอกจากนั้นข้าวในระยะดอกและข้าวในระยะน้ำนมให้ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเช่น วิธี DPPH, FRAP และ ABTS รวมถึงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และสารฟลาโวนอยด์มากกว่าข้าวในระยะสุก งานวิจัยของ Teravecharoenchai et al. (2021) ได้ทำการศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของพบว่าข้าวเม่าของชาวดอกมะลิ 105 มีสารประกอบฟีนอลิก 95.87 mg GAE/100 g ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH 35.57 mg Trolox/100 g ตามลำดับ และงานวิจัยของ ฤทัยวรรณ (2564) ได้ทำการศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญของข้าวชาวดอกมะลิ 105 ในข้าวหลังการออกดอกที่เวลา 12-18 วัน หลังข้าวชาวดอกมะลิ 105 ออกดอก พบสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์มากที่สุดเมื่อเวลา 12 วัน (ข้าวน้ำนม) 31.67 mg GAE/g และ 3.39 mg RE/g และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดยับยั้งร้อยละ 90.88 และ 43.53 mmol FeSO₄/g ตามลำดับ เนื่องจากข้าวที่มีอายุยังน้อยพบสารฟีนอลิกบางชนิดในปริมาณสูง เช่น กรดโศไดคัทซุอิก (Photocatechuic acid) กรดพาราไฮดรอกซิลเบนโซอิก (p-Hydroxybenzoic acid) กรดคาเฟอิก (Caffeic acid) ในขณะที่ข้าวหลังการออกดอก 18 วัน (หรือข้าวเม่า) พบสารฟีนอลิกบางชนิดสูง เช่น กรดแกลลิก (Gallic acid) กรดพาราไฮดรอกซิลเบนโซอิก กรดคลอโรเจนิค (Chlorogenic acid) กรดวานิลลิก (Vanillic acid) กรดคลอโรเจนิค (Chlorogenic acid) กรดคาเฟอิก และกรดไซริงจิก (Syringic acid) ตามลำดับ เนื่องจากข้าวในระยะอ่อนมีการสังเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพดังกล่าวมาในปริมาณสูง ดังนั้นจึงส่งผลต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระดังกล่าว เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงด้านเมตาบอลิซึมภายในเมล็ด สารที่ออกฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระนอกเหนือจากสารประกอบฟีนอลิกแล้ว ยังมีสาร α -Tocopherol และสาร γ -Oryzanol ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูงมีกลไกการออกฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของแต่ละระบบการทดสอบมีกลไกในการยับยั้งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่แตกต่างกันออกไป เช่น น้ำนมข้าวมีสาร α -Tocopherol และสาร γ -Oryzanol ในปริมาณใกล้เคียงกับข้าวงอก จากผลการทดสอบด้วยเครื่อง HPLC สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสองชนิดนี้ส่งผลยับยั้งอนุมูลของ DPPH สูงเนื่องจากสามารถให้ไฮโดรเจนอะตอมและอิเล็กตรอนกับอนุมูล DPPH และสามารถละลายในตัวทำละลายอินทรีย์เช่นเดียวกัน เพราะในการทดลองนี้ใช้การสกัดสารต้านอนุมูลอิสระด้วยเมทานอล ซึ่งระบบ DPPH ทำละลายด้วยเมทานอลนั่นเอง (Moongngarm and Saetung, 2010; Ti et al., 2014) สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ Yodpitak et al. (2013) ได้ทำการทดลองปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของข้าวกล้อง และข้าวกล้องงอกในข้าวเหนียว กข 6 พบว่าปริมาณสาร α -Tocopherol สาร Tocotrienols และสาร γ -Oryzanol มีปริมาณสูงขึ้น นอกจากนั้นยังมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH สูงขึ้น มีค่า IC 50 ระหว่าง 0.30-1.06 mg/mL ปริมาณสาร Tocopherol ในช่วงระหว่าง 0.019-0.061 μ g/g สาร γ -Oryzanol ในช่วงระหว่าง 6.50-26.4 μ g/g และงานวิจัยของ Lin and Lai. (2011) พบว่าปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์ ในข้าวสีแดง และข้าวญี่ปุ่น ในระหว่างที่เมล็ดข้าวเจริญจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์สูงกว่าข้าวกล้อง ทั้งยังมีสารกรดเพอรูริก สารแอลฟาโทโคเฟอรอล และสารแกมมาโอโรซานอลในข้าวแดงในระยะหลังออกดอก 19-18 วัน มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูง และรายงาน

การศึกษาของ Ng et al. (2013) ได้ทำการศึกษาเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงสารโทโคเฟอรอล แคมมาอโรซานอล ในข้าวกล้องงอก ระยะเวลาในการงอก 20 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส มีปริมาณโทโคเฟอรอล สูงขึ้นจาก 16.7 mg/kg DW เป็น 17.1 mg/kg DW ตามลำดับ เนื่องจากกระบวนการทำข้าวงอก ปัจจัยที่มีผลสำคัญคืออุณหภูมิ แสง อากาศ ความชื้น ออกซิเจน เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงในเมล็ดข้าวขณะที่ทำการงอก เช่น Amylolytic enzymes เกิดการย่อยสารกลุ่มคาร์โบไฮเดรต กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ แอลฟาอะไมเลส (α -Amylase) ย่อยสลายพันธะ α -1,4 ในสายโมเลกุลแป้ง ทำให้สารสำคัญหลายชนิดมีปริมาณที่มากขึ้น เช่น น้ำตาล นอกจากนั้นยังกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ เบต้าอะไมเลส (β -Amylase) เกิดการย่อยโมเลกุลแป้งในข้าว เนื่องจากกระบวนการงอกของข้าวมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีสูง ทำให้มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงขึ้นเนื่องจากเกิดการปลดปล่อยสารประกอบฟีนอลิกในรูปแบบ Bound form จากผนังเซลล์ของเมล็ดข้าว ทำให้สารประกอบฟีนอลิก และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในข้าวมากขึ้นและมีเอนไซม์อะไมเลสย่อยแป้งเป็นน้ำตาล รวมถึงปริมาณสารอาหาร นอกจากนั้นยังพบว่ามีการทำงานของเอนไซม์โปรตีนเอส ส่งผลทำให้ข้าวงอกมีปริมาณโปรตีนลดลง กรดอะมิโนอิสระ สารวิตามินอี สารแกมมาอโรซานอล ไทอะมิน ไนอะซิน และไฟริดรอกซิน ในข้าวงอกมีปริมาณมากกว่าข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการงอก (Moongngarm and Saetung, 2010; Ti et al., 2014; Cho and Lim, 2016)

บทสรุป

จากการทดลองชี้ให้เห็นว่าเมื่อเมล็ดข้าวที่มีอายุน้อย เช่น ข้าวงอก ข้าวเหนียว เนื่องจากกระบวนการงอกของเมล็ดข้าวมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีหลายประการ การปลดปล่อยฟีนอลิกที่อยู่บริเวณติดกับผนังเซลล์พืชมีมากขึ้น เนื่องจากมีเอนไซม์กลุ่มอะไมเลส ย่อยแป้งเป็นน้ำตาล นอกจากนั้นปริมาณสารอาหารชนิดต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปในข้าวงอก และข้าวเหนียว ซึ่งมีการสังเคราะห์สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสำคัญคือ α -Tocopherol สาร γ -Oryzanol ส่งผลต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระให้สูงขึ้นตามลำดับ นอกจากนั้นแล้วยังพบปริมาณออกฤทธิ์ทางชีวภาพในปริมาณสูงในข้าวที่มีระยะสุกเต็มที่หรือข้าวกล้องพบสารสำคัญบางประการ เช่น สารไทอะมินหรือวิตามินบี 1 สาร α -Tocopherol สาร γ -Oryzanol สูงในข้าวกล้องเช่นกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงถือเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพจากข้าวต่อไป เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์อาหารจากข้าว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขต สุรินทร์ สถานที่ทำการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- ประชาชาติธุรกิจ. (2564). ค้นเมื่อ 2 เมษายน 2565. <https://www.prachachat.net/economy/news-820962>
- นฤมล ธนาคันต์. (2555). การจำแนกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และพันธุ์ปรับปรุงจากพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ด้วยเทคนิคแฮตอาร์เอฟดี. Thai Journal of Science and Technology. 1(3): 169-179.
- ฤทัยวรรณ วงศ์ตลาด. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวยาสูบเพื่อสุขภาพจากข้าวออร์แกนิก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 94 หน้า.

วิภาวดี พันธุ์หนองหว่า, ณัฐรดา จำปามี, กรุณรัตน์ สกลนามรัตน์, ประทีป ตุ่มทอง, เกียรติชัย ดวงศรี และอนุชิตา มั่งงาม.

(2556). การเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญและการต้านอนุมูลอิสระของลูกหม่อน 3 สายพันธุ์. วารสาร มทร.อีสาน. 6(2): 69-81.

Butsat S., Weerapreeyakul N. and Siriamornpun S. (2009). Changes in phenolic acids and antioxidant activity in Thai Rice husk at five growth stages during grain development. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 57(11): 4566–4571.

Chen M.H. and Bergman C.J. (2005). A rapid procedure for analyzing rice bran tocopherol and γ -oryzanol contents. Journal of Food Composition and Analysis. 18(2–3): 139-151.

Cho D.H. and Lim. S.T. (2016). Review Germinated brown rice and its bio-functional compounds. Food Chemistry. 196(1): 259-271.

Chinma C.E., Anuonye J.C., Simon O.C., Ohiare R.O. and Danbaba, N. (2015). Effect of germination on the physicochemical and antioxidant characteristics of rice flour from three rice varieties from Nigeria. Food Chemistry. 185(15): 454-458.

Chungcharoen T., Prachayawarakorn S., Tungtrakul P. and Soponronnarit. (2015). Effects of germination time and drying temperature on drying characteristics and quality of germinated paddy. Food and Bioproduct Processing. 94: 707-716.

Dasgupta N. and B. De B. (2004). Antioxidant activity of *piper betle* L. leaf extract in vitro. Food Chemistry. 88(2): 219-224.

Jannoey P., Niamsup H., Lumyong S., Suzuki T., Katayama T., and Chairote, G. (2011). Comparison of gamma-aminobutyric acid production in thai rice grains. World Journal Microbiology and Biotechnology. 26: 257–263.

Jiamyangyuen S., Nuengchamnong N. and Ngamdee. P. (2017). Bioactivity and chemical components of Thai rice in five stages of grain development. Journal of Cereal Science. 74: 136-144.

Komatsuzaki N., Tsukahara K., Toyoshima H., Suzukic T. Shimizu and Kimura T. (2007). Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice. Journal of Food Engineering. 78(2): 556–560.

Lin P.L. and Lai H.M. (2011). Bioactive compounds in rice during grain development. Food Chemistry. 127: 86-98.

Moongngarm A. and Saetung. N. (2010). Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated rough rice and brown rice. Food Chemistry. 122: 782–788.

Ng L.T., Huang S.H., Chen Y.T., and Su C.H. (2013). Changes of tocopherols, tocotrienols, γ -oryzanol, and γ -aminobutyric acid levels in the germinated brown rice of pigmented and nonpigmented cultivars. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 61: 12604–12611.

Punnongwa W., Sea-Eaw A., Sripui J. and Thawornchinsombut S. (2022). Application of mild-subcritical alkaline water extraction: optimum condition for phenolic antioxidant extracted from cold-pressed defatted KDML 105 rice bran and its phenolic profile. Food Research. 6(1): 120–131.

- Shao Y., Xu F., Sun X., Bao J. and Beta T. (2014). Phenolic acids, anthocyanins, and antioxidant capacity in rice (*Oryza sativa* L.) grains at four stages of development after flowering. Food Chemistry. 145: 90-96.
- Ti H., Zhang R., Zhang M., QingLi Q., Wei Z., Zhang Y., Tang X., Deng Y., Liu L. and Ma Y. (2014). Dynamic changes in the free and bound phenolic compounds and antioxidant activity of brown rice at different germination stages. Food Chemistry. 161(15): 337-344.
- Tian S.U. and Nakamura K. (2004). Analysis of phenolic compound in white rice, brown rice, and germinated brown rice. Journal of Agricultural Food Chemistry. 52(15): 4804-4813.
- Teravecharoenchai J., Chalermchaiwat P. and Thuwapanichayanan R. (2021). Principal component analysis application on nutritional, bioactive compound and antioxidant activities of pigmented dough grain. Changmai University Journal of Natural Science. 20(2): 1-10.
- Youn Y.S., Park J.K., Jang H.D. and Rhee Y.W. (2011). Sequential hydration with anaerobic and heat treatment increases GABA (γ -aminobutyric acid) content in wheat. Food Chemistry. 129: 1631-1635.
- Yodpitak S., Sookwong P., Akkaravessapong P. and Wongpornchai. (2013). Changes in antioxidant activity and antioxidative compounds of brown rice after pre-germination. Journal of Food and Nutrition Research. 1(6): 132-137.

การใช้มันเทศในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ของไก่ไข่

Utilization of sweet potato in the diet on productive performance and egg quality of laying hens

ทรงยศ กิตติชนมธวัช¹ พีรกร อนุชานุรักษ์¹ สุชาติ พอกสนิต² เดชาธร ยินดี² จิตติมา นรโณค³
เมธา วรรณพัฒน์³ และทิวากร อำพาพล^{1*}

Songyot Kittichonthawat¹, Peerakul Anuchanuruk¹, Suchat Phoksanit², Dechatorn Yindee², Thitima Norrapoke³, Metha Wanapat⁴ and Thiwakorn Ampapon¹

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ สุรินทร์

²องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย ขอนแก่น

³คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ กาฬสินธุ์

⁴คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น

*Corresponding Author E-mail Address : thiwakorn.am@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้มันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่ของไก่ไข่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) ประกอบด้วยอาหาร 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มการทดลอง 1 อาหารที่ไม่ใช้มันเทศในสูตรอาหาร กลุ่มการทดลอง 2 อาหารที่ใช้มันเทศในสูตรอาหาร ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มการทดลอง 3 อาหารที่ใช้มันเทศในสูตรอาหาร ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มการทดลอง 4 อาหารที่ใช้มันเทศในสูตรอาหาร ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ แต่ละกลุ่มการทดลอง มี 4 ซ้ำ ซ้ำละ 8 ตัว ใช้ไก่ไข่อายุ 61 สัปดาห์ จำนวน 128 ตัว โดยได้รับอาหารวันละ 130 กรัม/ตัว/วัน และให้น้ำแบบเต็ม ที่ ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 63 วัน ผลการทดลองพบว่า การใช้มันเทศในสูตรอาหาร 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เปอร์เซ็นต์ไข่ลดลง ($p < 0.05$) ในขณะเดียวกันระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตไข่ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม นอกจากนี้การใช้มันเทศในสูตรอาหารทุกระดับไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกิน ในส่วนของน้ำหนักไข่เฉลี่ย น้ำหนักไข่ขาว ไข่แดง น้ำหนักและความหนาเปลือกไข่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าสีเหลืองของไข่แดงลดลงแต่ไม่ส่งผลกระทบต่อกลุ่มควบคุม กลุ่มมันเทศ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ในขณะเดียวกัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (FCR) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของไก่ที่ได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่มทดลอง ค่า Hen-day (HD) มีค่าลดลงในกลุ่มไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรใช้มันเทศที่ระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อกลุ่ม 10 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มควบคุม ดังนั้นการใช้มันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่ในระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินได้ และสามารถปรับปรุงผลผลิตไข่และคุณภาพไข่

คำสำคัญ: มันเทศ สมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ ไก่ไข่

Abstract

The objective of this experiment was to evaluate the effect of sweet potato in the diet on productive performance and egg quality of laying hens. Under a completely randomized design (CRD) hens were arranged into 4 groups. Group 1 was control diet (un-using sweet potato in the diet) (T1) and group 2, 3 and 4 were fed diet supplemented with 10% (T2), 20% (T3) and 30% (T4) of sweet potato in the diet, respectively. One hundred and twenty eighth laying hens, 61 week-old, were divided into 4 groups with 4 replicates, each replicate consisted of 8 hens and animals were fed 130 g/bird/day of concentrate and water was given freely. The each of experiment was used 63 days. The results found that using sweet potato at 20 and 30% in the diet decreased egg percentage ($p < 0.05$), while no affected on 10% group when compared with control group. The average of egg weight, egg white weight, yolk weight, shell weight and thick shell were similar all treatment ($p > 0.05$). Moreover, the yellowness (b^*) of egg was decreased in 30% in the diet and was not affected in the lightness (L^*) and redness (a^*) of all treatments. The feed intake and feed conversion ratio were not different among treatments. Furthermore, hen-day of egg was reduced in 20 and 30% groups ($p < 0.05$). Therefore, the experiment suggested that sweet potato can be used at 10% for mixing in the diet for laying hens without negative affect on feed intake and improved egg production and egg quality.

Keywords: Sweet potato, Productive performance, Egg quality, Laying hens

บทนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคได้ให้ความสนใจด้านคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสัตว์ และยังให้ความสนใจกับความสัมพันธ์ระหว่างอาหารและสุขภาพมากขึ้น รวมทั้งยังมีข้อมูลข่าวสารจำนวนมากเกี่ยวกับองค์ประกอบ โดยเฉพาะแหล่งโปรตีนคุณภาพสูงจากไข่ไก่ ซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพดีราคาถูก มีวิตามิน แร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายอยู่ครบถ้วน จึงทำให้ความต้องการในการบริโภคไข่มากยิ่งขึ้น และอาชีพการเกษตรในทางด้านการผลิตสัตว์การเลี้ยงไก่ไข่จึงเป็นอาชีพที่มีเงินหมุนเวียนตลอดทำให้เกษตรกรหันมาเลี้ยงไก่ไข่เพื่อบริโภคเอง และการทำเชิงธุรกิจมากขึ้น อาหารไก่ไข่เป็นปัจจัยหนึ่งของความสำเร็จในการเลี้ยงไก่ไข่ เนื่องจากการต้นทุนการผลิตประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ มาจากอาหาร ประกอบกับสถานการณ์วัตถุดิบอาหารสัตว์ของโลกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทำให้ผู้เลี้ยงจำเป็นต้องลดต้นทุนการผลิต โดยการหาและเลือกใช้อาหารที่มีคุณภาพ ที่สำคัญยิ่งคือเป็นอาหารที่มีในท้องถิ่น (Jiwuba et al., 2016) แหล่งอาหารทางเลือกที่ใช้ทดแทนอาหารสัตว์ปีกหลายชนิดที่สามารถทดแทนมีธัญพืชและที่มีโภชนาการใกล้เคียงกัน เช่น พืชหัว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มันเทศ (*Ipomoea batatas*) เป็นพืชทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรจังหวัดสุรินทร์ มีพื้นที่การเพาะปลูกมันเทศเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยบางฤดูกาลมีผลผลิตของมันเทศจำนวนมาก ทำให้ผลผลิตล้นตลาด และราคาตกต่ำ นอกจากนี้ยังพบว่า ในกระบวนการผลิตมันเทศ มักจะมีมันเทศบางส่วนที่ถูกทำลายจากโรคและแมลง (ด้วงวงมันเทศ) มันเทศจะถูกคัดทิ้งประมาณ 20-50 เปอร์เซ็นต์ แต่ยังคงนำไปด้วยสารอาหารที่สำคัญอื่น ๆ มันเทศเป็นแหล่งอาหารที่มีคุณค่าของคาร์โบไฮเดรต วิตามิน และสารสีต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารแอนโทไซยานิน เบต้าแคโรทีน โลโคปิน และสารต้านอนุมูลอิสระอื่น ๆ (Beckford et al., 2015) โดยการศึกษาเปรียบเทียบการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และมันเทศ เป็นแหล่งพลังงานในอาหารของไก่ ซึ่งการใช้ข้าวโพด มันเทศที่ระดับ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลน้ำหนักเพิ่มขึ้นน้ำหนัก

สุดท้าย ประสิทธิภาพกินอาหาร และต้นทุนการผลิต อย่างไรก็ตามเมื่อใช้มันเทศที่ระดับ 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ทำให้ขนาดไข่และผลผลิตไข่ลดลง (Afolayan et.al., 2013) นอกจากนี้การใช้มันเทศในสูตรอาหารไก่เนื้อที่ใช้มันเทศ 15 เปอร์เซ็นต์ทำให้อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มสูงขึ้นและเม็ดเลือดแดงสูงขึ้นด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้มันเทศในระดับต่าง ๆ ต่อการกินได้ สมรรถนะการให้ผลผลิตไข่ และคุณภาพไข่ของไก่ไข่

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

อาหาร สัตว์ทดลอง และแผนการทดลอง

การเตรียมอาหารโดยใช้วัตถุดิบที่มีในท้องถิ่น และส่วนการเตรียมมันเทศนำไปตากแดดประมาณ 3 วันจนแห้งสนิทและนำไปคั่วให้ละเอียด แล้วนำมันเทศมาผสมกับวัตถุดิบที่เตรียมไว้ในปริมาณต่าง ๆ แล้วนำมาผสมจนได้เป็นเนื้อเดียวกันแล้วบรรจุใส่กระสอบ (ตารางที่ 1) งานทดลองใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ทางการค้าจำนวน 128 ตัว อายุ 61 สัปดาห์ นำมาจัดแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์และทำการสุ่มออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 8 ตัว ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ใช้อาหารสูตรควบคุม กลุ่มที่ 2 ใช้มันเทศในสูตรอาหารระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 3 ใช้มันเทศในสูตรอาหารระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ 4 ใช้มันเทศในสูตรอาหารที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) ไก่ไข่ได้รับอาหารที่มีโภชนาการตามมาตรฐานใน National Research Council (1994) การให้อาหารวันละ 2 มื้อ ได้แก่เวลา 06.00 น. และ 16.00 น. มีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 9 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการทดลองจะอยู่ในโรงเรือนระบบเปิดอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงการทดลองอยู่ระหว่าง 34-37 องศาเซลเซียส

การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ผล

ดำเนินการชั่งน้ำหนักตัวไก่ในช่วงเริ่มการทดลองและสิ้นสุดการทดลองในแต่ละช่วง 2 สัปดาห์ บันทึกจำนวนผลผลิตการให้ไข่ในแต่ละช่วงของการทดลอง บันทึกการกินได้ คุณภาพไข่ น้ำหนักไข่ น้ำหนักไข่ขาวและไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักเปลือกไข่ ความหนาของเปลือกไข่ ความเข้มสีไข่แดง ประสิทธิภาพการผลิตไข่ (Hen-day; HD) และ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ (FCR) ของไข่ในแต่ละช่วงของการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่มที่ทรีทเมนต์ ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ส่วนค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนปริมาณผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ ความหนาของเปลือกไข่ น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว และสีไข่แดงทำการสุ่มตรวจกลางการทดลองและเมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยใช้โปรแกรม SAS (2013)

ผลการวิจัย

สมรรถนะการเสริมมันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่ต่อคุณภาพของไข่ไก่

จากการทดลองการใช้มันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่ต่อผลผลิตไข่โดยใช้มันเทศในสูตรอาหารที่ ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่า กลุ่มที่ใช้มันเทศระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้มันเทศในสูตรอาหารที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลผลิตไข่ลดลง โดยผลผลิตไข่ในช่วงสัปดาห์ที่ 1 2 และ 3 ในการใช้มันเทศ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ส่งผลต่อผลผลิตไข่ลดลง ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามผลการทดลองผลผลิตไข่ตลอดการทดลองกลุ่มที่ได้รับมันเทศ

ในสูตรอาหารที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์และกลุ่มควบคุม มีผลผลิตไข่ที่สูงกว่ากลุ่มที่ใช้มันเทศ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การให้ไข่ในแต่ละช่วงของการทดลองที่ใช้มันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่

รายการ	ระดับการใช้มันเทศในสูตรอาหาร				SEM	p-value
	0%	10%	20%	30%		
สัปดาห์ที่ 1	80.80 ^{กข}	89.29 ^ก	70.98 ^ข	75.89 ^ข	0.64	0.0130
สัปดาห์ที่ 2	83.93 ^ก	85.27 ^ก	50.45 ^ก	70.09 ^ข	0.60	<.0001
สัปดาห์ที่ 3	75.89 ^ก	80.80 ^ก	40.18 ^ข	74.55 ^ก	0.75	0.0001
สัปดาห์ที่ 4	83.04	80.80	67.86	71.88	0.73	0.0875
สัปดาห์ที่ 5	82.14	77.23	68.75	67.41	0.68	0.0526
สัปดาห์ที่ 6	82.59	79.02	74.11	77.68	0.77	0.6721
สัปดาห์ที่ 7	79.91	75.89	70.09	72.32	0.71	0.3751
สัปดาห์ที่ 8	71.43 ^ก	75.89 ^ก	68.30 ^{กข}	60.71 ^ข	0.59	0.0163
สัปดาห์ที่ 9	75.45	77.23	68.75	63.39	0.57	0.0118
สัปดาห์ที่ 1-9	78.67 ^{กข}	80.16 ^ก	61.31 ^ก	70.73 ^ข	0.60	0.0025

หมายเหตุ: ^{กข} และ ^ก ที่กำกับอยู่แต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

SEM = standard error of means

การกินได้ในแต่ละช่วงการทดลอง

การใช้มันเทศในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลต่อการกินได้ในสัปดาห์ที่ 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และตลอดการทดลอง ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 ปริมาณการกินได้ของไก่กลุ่มที่ได้รับมันเทศ 20 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารมีการกินได้ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ($p < 0.05$)

ตารางที่ 2 การกินได้ในแต่ละช่วงการทดลอง (กรัม/ตัว/วัน)

รายการ	ระดับการใช้มันเทศในสูตรอาหาร				SEM	p-value
	0%	10%	20%	30%		
สัปดาห์ที่ 1	126.03	125.50	122.59	122.23	0.368	0.0605
สัปดาห์ที่ 2	125.82 ^ก	125.40 ^ก	118.41 ^ข	123.72 ^ก	0.417	0.0100
สัปดาห์ที่ 3	122.69 ^ก	125.04 ^ก	110.37 ^ข	122.69 ^ก	0.441	<.0001
สัปดาห์ที่ 4	120.12	123.09	117.37	115.04	0.594	0.2622
สัปดาห์ที่ 5	121.93	121.68	117.30	118.73	0.536	0.4383
สัปดาห์ที่ 6	120.57	122.80	120.41	112.76	0.544	0.0531
สัปดาห์ที่ 7	119.62	118.80	113.80	108.31	0.609	0.0677
สัปดาห์ที่ 8	116.76	118.93	115.36	110.09	0.578	0.1713
สัปดาห์ที่ 9	118.99	120.09	117.31	116.83	0.527	0.7155
สัปดาห์ที่ 1-9	121.39	122.37	116.99	116.71	0.480	0.1069

หมายเหตุ: ^{กข} และ ^ก ที่กำกับอยู่แต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$); SEM = standard error of means

น้ำหนักไข่

การใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การเสริมมันเทศในสูตรอาหาร ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักไข่ ($p>0.05$) อย่างไรก็ตามในสัปดาห์ที่ 3 กลุ่มทดลองที่ได้รับมันเทศที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร ส่งผลกระหน่ำให้น้ำหนักไข่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 น้ำหนักไข่เฉลี่ยในแต่ละช่วงของการทดลองที่ใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่

รายการ	ระดับการใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหาร				SEM	p-value
	0%	10%	20%	30%		
สัปดาห์ที่ 1	60.40	58.44	58.20	59.04	0.043	0.0744
สัปดาห์ที่ 2	60.76	59.02	55.86	59.30	0.064	0.0991
สัปดาห์ที่ 3	60.24 ^ก	59.05 ^ก	52.95 ^ข	59.17 ^ก	0.048	<.0001
สัปดาห์ที่ 4	60.60	59.61	59.17	58.89	0.054	0.5790
สัปดาห์ที่ 5	61.48	59.65	59.72	59.49	0.052	0.3565
สัปดาห์ที่ 6	61.69	60.97	60.32	60.19	0.052	0.5987
สัปดาห์ที่ 7	59.70	59.85	58.71	59.76	0.047	0.6221
สัปดาห์ที่ 8	61.55	59.91	59.14	59.40	0.049	0.1469
สัปดาห์ที่ 9	61.05	59.84	58.93	60.74	0.054	0.3943
สัปดาห์ที่ 1-9	60.83	59.59	58.11	59.55	0.045	0.0643

หมายเหตุ: ^{กข} และ ^ค ที่กำกับอยู่แต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

SEM = standard error of means

น้ำหนักไข่ขาวและไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักไข่แดง น้ำหนักเปลือก และความหนาเปลือกไข่

จากการทดลองการใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่ต่อน้ำหนักไข่ขาวและไข่แดง ที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารไม่ส่งผลกระทบต่อ น้ำหนักไข่ขาวและไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว และน้ำหนักไข่แดง ($p>0.05$) นอกจากนี้ น้ำหนักเปลือกไข่ และความหนาเปลือกไข่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4 น้ำหนักไข่ขาวและไข่แดงในแต่ละช่วงของการทดลองที่ใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่

รายการ	ระดับการใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหาร				SEM	p-value
	0%	10%	20%	30%		
น้ำหนักไข่ขาวและไข่แดง						
ครั้งที่ 1	52.58	52.44	50.68	52.38	0.074	0.8924
ครั้งที่ 2	55.82	53.18	53.96	51.81	0.061	0.1533
เฉลี่ย	54.20	52.81	52.32	52.10	0.058	0.5328
น้ำหนักไข่ขาว						
ครั้งที่ 1	37.40	36.78	36.29	37.58	0.075	0.9516
ครั้งที่ 2	39.69	37.62	38.65	37.06	0.058	0.3532
เฉลี่ย	38.55	37.20	37.47	37.32	0.056	0.7598

รายการ	ระดับการใช้มันเทศในสูตรอาหาร				SEM	p-value
	0%	10%	20%	30%		
น้ำหนักไข่ขาวและไข่แดง						
น้ำหนักไข่แดง						
ครั้งที่ 1	15.04	15.68	14.38	14.81	0.038	0.2988
ครั้งที่ 2	16.13	15.56	15.31	14.75	0.038	0.2536
เฉลี่ย	15.58	15.62	14.85	14.78	0.034	0.2500
น้ำหนักเปลือกไข่						
ครั้งที่ 1	7.58	7.81	7.74	7.53	0.036	0.9570
ครั้งที่ 2	8.16 ^{กข}	8.63 ^ก	7.99 ^{กข}	7.91 ^ข	0.024	0.0278
เฉลี่ย	7.87	8.22	7.87	7.72	0.027	0.3382
ความหนาเปลือกไข่						
ครั้งที่ 1	0.33	0.33	0.35	0.32	0.009	0.8509
ครั้งที่ 2	0.34 ^ก	0.31 ^ก	0.29 ^ข	0.28 ^ข	0.006	0.0175
เฉลี่ย	0.34	0.32	0.32	0.30	0.007	0.3538

หมายเหตุ: ^{กข} และ ^ก ที่กำกับอยู่แต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

SEM = standard error of means

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ของไก่ไข่

การใช้มันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่ต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ (FCR) ของไข่ พบว่า กลุ่มที่ใช้มันเทศในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลต่อปริมาณ FCR ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 5 อัตราการเปลี่ยนอาหารของไก่ไข่ในแต่ละช่วงของการทดลอง (กรัม/ตัว/สัปดาห์)

รายการ	ระดับการใช้มันเทศในสูตรอาหาร				SEM	p-value
	0%	10%	20%	30%		
สัปดาห์ที่ 1	2.09	2.15	2.11	2.07	0.059	0.2944
สัปดาห์ที่ 2	2.07	2.13	2.13	2.09	0.081	0.8499
สัปดาห์ที่ 3	2.04	2.12	2.09	2.07	0.016	0.4077
สัปดาห์ที่ 4	1.98	2.07	1.99	1.96	0.089	0.6663
สัปดาห์ที่ 5	1.98	2.04	1.97	2.00	0.081	0.7844
สัปดาห์ที่ 6	1.95	2.01	2.00	1.88	0.077	0.2137
สัปดาห์ที่ 7	2.00	1.98	1.94	1.81	0.086	0.1696
สัปดาห์ที่ 8	1.90	1.98	1.95	1.85	0.079	0.3098
สัปดาห์ที่ 9	1.95	2.01	2.00	1.92	0.077	0.5625
สัปดาห์ที่ 1-9	2.00	2.05	2.01	1.96	0.069	0.4100

หมายเหตุ: SEM = standard error of means

ค่าความสว่างของไข่แดง (L^* = Lightness) ค่าสีแดงของไข่แดง (a^* = Redness) และ ค่าสีเหลืองของไข่แดง (b^* = Yellowness) ของสีไข่ของไข่แดง

การใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่ต่อผลของสีไข่แดงโดยใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ การทดลองทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า ค่าสีไข่แดง L^* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของไก่ที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตรทดลอง นอกจากนี้ การใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่ต่อผลของสีไข่แดง a^* ค่าของสีไข่แดงที่ระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าสีที่ลดลง กลุ่มที่ใช้น้ำมันเทศที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) ในส่วนของค่า b^* ความเป็นสีเหลืองของสีไข่แดง พบว่าการใช้น้ำมันเทศในสูตรที่ระดับ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารไก่ไข่ไม่มีผลของสีไข่แดง b^* เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าสีไข่แดงในแต่ละช่วงของการทดลอง

รายการ	ระดับการใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหาร				SEM	p-value
	0%	10%	20%	30%		
ครั้งที่ 1						
L*	43.83	46.09	44.35	42.96	0.082	0.7657
a*	6.92 ⁿ	7.31 ⁿ	6.55 ⁿ	4.97 ^u	0.038	0.0215
b*	30.51 ⁿ	32.60 ⁿ	30.11 ⁿ	25.94 ^u	0.063	0.0190
ครั้งที่ 2						
L*	51.54	52.48	52.48	51.96	0.261	0.6836
a*	8.91	8.62	8.43	7.37	0.225	0.0925
b*	33.66 ⁿ	34.41 ⁿ	33.99 ⁿ	31.81 ^u	0.276	0.0149
เฉลี่ย						
L*	47.57	49.17	48.03	47.36	0.378	0.6861
a*	7.91 ⁿ	7.97 ⁿ	7.49 ⁿ	6.17 ^u	0.195	0.0045
b*	32.06 ⁿ	33.52 ⁿ	31.80 ⁿ	28.56 ^u	0.303	0.0033

หมายเหตุ: ⁿ และ ^u ที่กำกับอยู่แต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

SEM = standard error of means

L^* = ค่าความสว่างของไข่แดง (Lightness)

a^* = ค่าสีแดงของไข่แดง (Redness)

b^* = ค่าสีเหลืองของไข่แดง (Yellowness)

ค่า Hen-day (HD) ของไข่ในแต่ละช่วงของการทดลอง

จากการทดลองการใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่ต่อค่า HD ในการเลี้ยงไก่ไข่ พบว่า ค่า HD ของแม่ไก่ที่ได้รับมันเทศระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร ต่อค่า HD ที่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้น้ำมันเทศที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบค่า HD ตลอดการทดลองกลุ่มที่ไม่ใช้น้ำมันเทศและกลุ่มที่ใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลกระทบต่อค่า HD ของการใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหาร โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่า Hen-day (HD) ของไข่ในแต่ละช่วงของการทดลองที่ใช้มันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่

รายการ	ระดับการใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหาร				SEM	p-value
	0%	10%	20%	30%		
สัปดาห์ที่ 1	5.66 ^{กข}	6.25 ^ก	4.97 ^ข	5.31 ^ข	0.027	0.0134
สัปดาห์ที่ 2	5.88 ^ก	5.97 ^ก	3.53 ^ก	4.91 ^ข	0.025	<.0001
สัปดาห์ที่ 3	5.31 ^ก	5.66 ^ก	2.81 ^ข	5.22 ^ก	0.032	0.0001
สัปดาห์ที่ 4	5.81	5.66	4.75	5.03	0.031	0.0885
สัปดาห์ที่ 5	5.75	5.41	4.81	4.72	0.029	0.0529
สัปดาห์ที่ 6	5.78	5.53	5.19	5.44	0.033	0.6715
สัปดาห์ที่ 7	5.92	5.31	4.91	5.06	0.030	0.3729
สัปดาห์ที่ 8	5.00 ^ก	5.31 ^ก	4.78 ^{กข}	4.25 ^ข	0.025	0.0168
สัปดาห์ที่ 9	5.28 ^{กข}	5.41 ^ก	4.81 ^{กข}	4.44 ^ก	0.024	0.0116
สัปดาห์ที่ 1-9	5.57 ^ก	5.61 ^ก	4.51 ^ข	4.93 ^ข	0.025	0.0054

หมายเหตุ: ^ก และ ^ข ที่กำกับอยู่แต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

SEM = standard error of means

การอภิปรายผล

การใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่า กลุ่มที่ใช้น้ำมันเทศระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร มีผลผลิตไข่ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหารที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Afolayan et al. (2013) ศึกษาเปรียบเทียบการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และมันเทศ เป็นแหล่งพลังงาน ในอาหารของไก่พบว่า การใช้ข้าวโพด การใช้น้ำมันเทศที่ระดับ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลน้ำหนักเพิ่มขึ้น น้ำหนักสุดท้าย ประสิทธิภาพกินอาหาร และต้นทุนการผลิต อย่างไรก็ตามเมื่อใช้น้ำมันเทศที่ระดับ 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ทำให้น้ำหนักไข่และผลผลิตไข่ลดลง การกินได้ทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันของไก่ที่ได้รับอาหารทั้ง 4 กลุ่มทดลอง สอดคล้องกับการศึกษาของ Beckford and Bartlett (2015) รายงานว่า การใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 0-30 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลกระทบต่อ การกินได้ทั้งหมด เช่นเดียวกับ การใช้น้ำมันเทศที่ระดับ 0-30 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลกระทบต่อ การกินได้เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใช้ข้าวโพดในสูตรอาหารไก่เนื้อ (Ayuk et al., 2004) ในขณะเดียวกันการใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหารไม่ส่งผลต่อน้ำหนักไข่ อย่างไรก็ตามในสัปดาห์ที่ 3 กลุ่มทดลองที่ได้รับมันเทศที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร ส่งผลกระทบนำให้น้ำหนักไข่ลดลง นอกจากนี้ น้ำหนักไข่ขาวและไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว และน้ำหนักไข่แดง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อไก่ได้รับมันเทศที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร นอกจากนี้ น้ำหนักเปลือกไข่ และความหนาเปลือกไข่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย Besari et al. (2012) ศึกษาการทดลองเปรียบเทียบการผลิไข่และคุณภาพไข่ของไก่ในช่วงอายุ 21-35 สัปดาห์ ด้วยอาหารผสมมันเทศ ไม่ส่งผลต่อการผลิไข่ น้ำหนักไข่ น้ำหนักตัว ความหนาของเปลือก อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ FCR ของไข่ พบว่า FCR ของกลุ่มที่ใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณ FCR โดย Besari et al. (2017) รายงานว่า การใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหารทำให้น้ำหนักไข่สูงกว่าการใช้น้ำมันสำหรับเลี้ยง แต่ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักไข่แดง และความหนาเปลือกไข่ ค่า Hen-day (HD) ในการเลี้ยงไก่โดยใช้มันเทศในสูตรอาหารที่ระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารต่อค่า HD ที่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้น้ำมันเทศที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบค่า HD ตลอดการทดลองกลุ่มที่ไม่ใช้น้ำมันเทศและกลุ่มที่ใช้น้ำมันเทศในสูตรอาหาร

ไก่ไข่ที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ไม่ส่งผลกระทบต่อค่า HD ของการใช้มันเทศในสูตรอาหารโดยไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ Afolayan et al. (2013) รายงานว่าการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และการใช้มันเทศ 20-30 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ Hen-day มีค่าลดลง การใช้มันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่ต่อผลของสีไข่แดง ซึ่งค่าสีไข่แดง L* ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของไก่ที่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตรทดลอง การใช้มันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่ต่อผลของสีไข่แดง a* ค่าของสีไข่แดงที่ระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าสีที่ลดลง กลุ่มที่ใช้มันเทศที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ และการใช้มันเทศในสูตรที่ระดับ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารไก่ไข่ไม่มีผลของสีไข่แดง b* เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม Besari et al. (2017) รายงานว่าการใช้มันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่ทำให้สีไข่แดงที่มีสีเข้มขึ้น เนื่องจากสารสีในไข่แดงทำให้การสังเคราะห์สารสีเพิ่มขึ้น

บทสรุป

การใช้มันเทศในสูตรอาหารระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตไข่ ในขณะที่เดียวกันการใช้มันเทศที่ระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ไข่ลดลง นอกจากนี้ปริมาณการกินได้ น้ำหนักไข่เฉลี่ย น้ำหนักไข่ขาวไข่ ไข่แดง น้ำหนักเปลือกไข่ และ ความหนาเปลือกไข่ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ไม่มีผลกระทบต่อเมื่อไก่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตรทดลอง อย่างไรก็ตามพบว่าการใช้มันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าสีเหลืองของไข่แดงลดลง และไม่ส่งผลต่อกลุ่มที่ใช้มันเทศที่ระดับ 0, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) และค่า Hen-day มีค่าลดลงในกลุ่มไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรใช้มันเทศที่ระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่ส่งผลต่อกลุ่ม 10 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มควบคุม โดยการใช้มันเทศในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ระดับมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลให้ผลผลิตไข่ที่ลดลงและค่าสีไข่แดงที่ลดลงไปด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสุรินทร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ทดลองในการดำเนินการวิจัยให้ลุล่วงเป็นไปอย่างเรียบร้อย

เอกสารอ้างอิง

- Afolayan S.B., Dafwang I.I., Sekoni A., and Jegede J.O. (2013). Effect of dietary maize substitution with sweet potato meal on performance of growers (10-22 weeks) and subsequent egg production (23-35 weeks). *Asian journal of poultry science*. 7(2): 55-64.
- Ayuk E.A. (2004). Effects of sweet potato meal on the growth rate of broilers. *Livestock Research for Rural Development*. 16(9): 1.
- Beckford R.C. and Bartlett J.R. (2015). Inclusion levels of sweet potato root meal in the diet of broilers I. Effect on performance organ weights and carcass quality. *Poultry science*. 94(6): 1316-1322.
- Besari F., Danbaro G., Ayalew W., Pandi J. and Glatz P. (2012). Egg production performance of Hyline Brown hens fed on concentrates blended with sweet potato or cassava in the highlands of Papua New Guinea. *Local feed resources for pig, poultry and fish production in Papua New Guinea* Edition: 1 Chapter: 4 Publisher: Australia Centre for International Agricultural. 182-187.

- Besari F., Danbaro G., Solomon E., Ayalew W., Glatz P., Pandi J. and Kohun P. (2017). Egg production performance of village hens fed on concentrates blended with sweet potato or cassava in Papua New Guinea. Local feed resources for pig, poultry and fish production in Papua New Guinea. Chapter: Local feed resources for egg production Publisher: Australia Centre for International Agricultural. 175-181.
- Jiwuba P.C., Dauda E., Ezenwaka L.C. and Eluagu C.J. (2016). Replacement value of maize with sweet potato (*Ipomoea batata*) root meal on growth performance and haematological characteristics of broiler starter birds. Archives of Current Research International. 5(3): 1-7.
- National Research Council. (1994). Nutrient requirements of poultry. National Academies Press.
- SAS. (2013). Statistical Analysis System, User's Guide: Statistical, Version 9, 4th edn. SAS Institute, Cary, NC.

- Effect of BA and NAA on callus induction of star grass (*Hypoxis aurea* Lour.)
Siriporn Phuriantkoo, A-esoh Sa-u, Praphat Kawicha, Montinee Kamoltham and Thanwanit Thanyasiriwat
- Comparison volume of essential oils of fresh and dried kaffir lime leaves from the distillation of essential oils with a 30 liter distiller
Namphon Pipatpaiboon, Thanongsak Mayod, Pongphol Nuphan, Narong Huchaiyaphum, Mongkol Meesang and Surachet Srichamnan
- A study of fragrant plants for landscape architecture
Somchaya Sritram, Vasa Wongsuksaweang and Pannaton Sonboontong
- Effects of Napier Pakchong 1 grass, Para grass, Purple guinea grass and Atratum grass on feed intake and nutrient digestibility in Tapao Kaew chicken
Noppakun Surach, Chayapol Meeprom, Thiwakorn Ampapon, Supreena Srisaikham, Pitunart Noosen and Noppharat Phakachod
- Effect of using cassava leaves hay a protein source in total mixed ration (TMR) on growth performance of crossbred lambs
Ahkarapon Nunoi, Nattakan Arsatong and Mongkhotchai Bunsawat
- Research and development of Growing bench for quality vegetables production
Chamnan Khwunsakun
- The development of healthy breakfast date palm granola
Nootjaree Sonsaard, Sarinrat Maithong, Suwannee Boonmee, Narit wardkean, Wittawat Trirattanapikul, Prachit Yuwang and Thananun Yuwang
- Bioactive compounds and antioxidant activities of Khao Khaow Dawk Mali 105
Wipavadee Punnongwa, Narit Wardkhean, Atitan Chatngern, Wilasinee Seedama, Wutipong Hanprakhon and Anchalee Jantawa
- Utilization of sweet potato in the diet on productive performance and egg quality of laying hens
Songyot Kittichonthawat, Peerakul Anuchanuruk, Suchat Phoksanit, Dechatorn Yindee, Thitima Norrapok, Metha Wanapat and Thiwakorn Ampapon