





รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10

Proceeding

The 10th Rajamangala University of Technology National Conference

ราชมงคลขับเคลื่อนนวัตกรรมสู่ประเทศไทย 4.0

RMUT Driving Innovation for Thailand 4.0

กลุ่มสาขา : เกษตรศาสตร์



1-3 สิงหาคม 2561

โรงแรมเรือรัษฎา จังหวัดตรัง

ชื่อหนังสือ
รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10 (10th RMUTNC)

กลุ่มสาขา เกษตรศาสตร์

เจ้าของลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บรรณาธิการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์ สงรักษ์

จำนวนหน้า 796 หน้า

เผยแพร่ สิงหาคม 2561

ออกแบบโดย สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
179 หมู่ 3 ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150

คณะอนุกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ

การจัดประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ครั้งที่ 10

ผู้ทรงคุณวุฒิ Session 1 เกษตรศาสตร์

1.ผู้ทรงคุณวุฒิภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

1. รองศาสตราจารย์ดร.สุนีย์รัตน์ ศรีเปารยะ
2. รองศาสตราจารย์ดร.ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ยืนยง วาณิชย์ปกรณ์
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.พัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.นพรัตน์ มะเห
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ชาญยุทธ สุดทองคง
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.น้อมจิตต์ แก้วไทย อันเดร
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ประพจน์ มลิวัลย์
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.วัลลภา พัฒนา
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.พรศิลป์ สีเผือก
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.เสาวนีย์ ชัยเพชร
12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ศิรินาถ ศรีอ่อนนวล
13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.อภิรักษ์ สงรักษ์
14. ดร.สุดนัย เครือหลี
15. ดร.อภิญญา วณิชพันธ์
16. ดร.วิกิจ ผินรับ

2. ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1.	ดร.นัยนา เทศนา	กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
2.	รองศาสตราจารย์ดร.ปภพ สินชยกุล	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.วีรวรรณ อมรศักดิ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ธีระยุทธ จันทะนาม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ศุภกิตต์ สายสุนทร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
7.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.เสกสม อาตมางกูร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
8.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.อรประพันธ์ ส่งเสริม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
9.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ลพ ภวภูตานนท์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
10.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.สมาน แก้วไวยุทธ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
11.	ดร.ประพันธ์ศักดิ์ ศีรษะภูมิ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
12.	ดร.จีรภา หินซุย	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
13.	ดร.รัตนา ตันฑเทอดธรรม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
14.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ธนกร โรจนกร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
15.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
16.	รองศาสตราจารย์ดร.จิราพร กุลสาริน	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
17.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ตวงศิริ สยมภาค	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
18.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.สุภาภรณ์ เอี่ยมเข่ง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
19.	รองศาสตราจารย์ดร.จตุรงค์ ลังกาพินธุ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
20.	รองศาสตราจารย์ดร.กิตติ บุญเลิศนิรันดร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
21.	รองศาสตราจารย์เจษฎา อิสเหาะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
22.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.นัยวิท เฉลิมนนท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
23.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.กฤติมา เสาวกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
24.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.สำเนาว์ เสาวกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
25.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.สุทิศา เข็มผะกา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
26.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.สุภฎา คีรีรัฐนิคม	มหาวิทยาลัยทักษิณ
27.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.เสาวลักษณ์ วรรธนาภา	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
28.	ดร.ประภาพร รัตนชำรง	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
29.	รองศาสตราจารย์ดร.อัศวิน แสงพิกุล	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
30.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.จงกลณี จงอร่ามเรือง	มหาวิทยาลัยบูรพา
31.	ดร.อังคณา จันทรพลพันธ์	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

32.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ขนิษฐา เสถียรพีระกุล	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
33.	ดร.ชินพันธ์ ธนารุจ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
34.	ดร.ศุภัครชา อภิรติกร	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
35.	ดร.มงคล เทพรัตน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
36.	ดร.รัสรินทร์ ฉัตรทองพิศุทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
37.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.พจมาลย์ สุรนิลพงศ์	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
38.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์น.สพ.ดร.พีรศักดิ์ สุทธิโยธิน	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
39.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.วรางคณา กิจพิพิธ	มหาวิทยาลัยศิลปากร
40.	ศาสตราจารย์ ดร.สมปอง เตชะโต	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
41.	รองศาสตราจารย์ดร.วันวิศาข์ งามผ่องใส	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
42.	รองศาสตราจารย์ดร.ปิ่น จันจุฬา	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
43.	รองศาสตราจารย์ดร.วุฒิพร พรหมขุนทอง	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
44.	รองศาสตราจารย์ดร.ปาริชาติ วิสุทธิสมาจาร	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
45.	รองศาสตราจารย์ดร.ธำรงค์ อมรสกุล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
46.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ระพีพร เรืองช่วย	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
47.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.นเรศ ซ่วนยุก	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
48.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ระวี เจียรวิภา	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
49.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.จินดาพร ภูริพัฒนาวงษ์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
50.	ดร.ธัญจิรา เทพรัตน์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
51.	ดร.นฤมล พฤกษา	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
52.	ดร.ธีญาภรณ์ แก้วทวี	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
53.	ดร.วชิราพรรณ บุญญาพุทธิพงศ์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
54.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ณัฐธยาน์ ชูสุข	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำนำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ได้รับมอบหมายให้เป็นเจ้าภาพการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10 (10th RMUTNC) และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9 (9th RMUTIC) ระหว่างวันที่ 1-3 สิงหาคม 2561 ณ โรงแรมเรือรัษฎา อำเภอเมือง จังหวัดตรัง เพื่อเป็นเวทีสำหรับนักวิจัยในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและมุมมองในด้านวิชาการ เทคโนโลยีสร้างสรรค์ รวมถึงการค้นพบนวัตกรรมทางการศึกษาและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ซึ่งเป็นองค์ความรู้ที่มีความสำคัญในการสร้างประโยชน์แก่สังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการพัฒนาเศรษฐกิจทั่วภูมิภาคของประเทศไทย ตามนโยบายรัฐบาล สู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน ทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยรู้สึกเป็นเกียรติอย่างสูงที่ได้เป็นเจ้าภาพจัดการประชุมในปีนี้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมเสียสละทั้งแรงกายและแรงใจและเวลาอันมีค่า เพื่อผลักดันให้เกิดการประชุมวิชาการครั้งนี้ขึ้น และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าพลังความร่วมมืออย่างต่อเนื่องจากการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ทั้ง 9 แห่ง จะพัฒนาเติบโตต่อเนื่องไปทุกปี จนก้าวสู่การเป็นมหาวิทยาลัยชั้นนำของประเทศไทย

ในการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10 (10th RMUTNC) และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9 (9th RMUTIC) ประกอบไปด้วยปาฐกถาพิเศษ การนำเสนอผลงานวิจัยจากนักวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลทั้ง 9 แห่ง และนักวิจัยนักวิชาการสถาบันอุดมศึกษาในประเทศและต่างประเทศ โดยมีการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติจำนวน 482 ผลงาน ผลงานวิจัยระดับนานาชาติ 53 ผลงาน และสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมจำนวน 49 ผลงาน ตลอดจนการแสดงนิทรรศการผลงานวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลทั้ง 9 แห่ง

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ (Proceeding) ฉบับนี้เป็นของกลุ่มสาขาเกษตรศาสตร์ ภาคบรรยายและภาคโปสเตอร์ รวมจำนวน 82 บทความ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจเพื่อการนำไปแลกเปลี่ยนความรู้ทางวิชาการในอนาคต

สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

สารจากอธิการบดี

ตามที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยได้เป็นเจ้าภาพการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10 (10th RMUTNC) และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9 (9th RMUTIC) ระหว่างวันที่ 1-3 สิงหาคม 2561 ณ โรงแรมเรือรัษฎา อำเภอเมือง จังหวัดตรัง นั้น ด้วยการวิจัยเป็นเครื่องมือสำคัญในการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างละเอียดลึกซึ้ง เพื่อให้ได้ข้อมูลองค์ความรู้ เทคโนโลยี นวัตกรรม หรือผลงาน ซึ่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลทั้ง 9 แห่ง ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาการวิจัย และระบบส่งเสริมและสนับสนุนการแสวงหาองค์ความรู้จากการวิจัยในแต่ละศาสตร์เพื่อพัฒนาวิชาการ ให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชน และในฐานะที่เป็นสถาบันอุดมศึกษาที่เน้นทักษะความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสร้างนวัตกรรมเพื่อชุมชนสังคม ได้มุ่งพัฒนางานวิจัยที่ตอบโจทย์ความต้องการในการพัฒนาชุมชนทุกระดับอย่างต่อเนื่อง

ดังนั้นการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10 (10th RMUTNC) และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9 (9th RMUTIC) ประจำปี 2561 ภายใต้หัวข้อ : ราชมงคลขับเคลื่อนนวัตกรรมก้าวไกลสู่ Thailand 4.0 ซึ่งเป็นจุดสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลทั้ง 9 แห่ง และภาคีหน่วยงานที่สนับสนุนการวิจัยระดับประเทศ ประกอบด้วย กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) และสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ที่จะนำเสนอผลงานวิจัยอันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาสังคมไทยให้เกิดความเข้มแข็งและยั่งยืน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ขอขอบคุณหน่วยงานที่ให้เกียรติเป็นเจ้าภาพร่วม และขอขอบคุณท่านวิทยากรปาฐกถาพิเศษ ผู้ทรงคุณวุฒิ นักวิจัย ผู้ร่วมประชุมและนำเสนอผลงานวิจัย คณะกรรมการดำเนินการจัดประชุมวิชาการฯ ทุกท่าน รวมทั้งบุคลากรสังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลทั้ง 9 แห่ง ที่มีส่วนร่วมให้การจัดประชุมวิชาการในครั้งนี้ สัมฤทธิ์ผลตามความมุ่งหมายทุกประการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ยงยุทธ หนูเนียม
รักษาราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

สารบัญ

กลุ่มสาขา: เกษตรศาสตร์ ภาคบรรยาย

รหัส	ชื่อเรื่อง	ผู้นำเสนอ	หน้าที่
NO2-001	นวัตกรรมการสกัดผงบุกเนื้อทรายด้วยวิธีขัดอนุภาคเชิงกล	สุภาวดี แช่ม	2
NO2-002	การผลิตน้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่มโดยเทคนิคการระเหยภายใต้สูญญากาศ	พงษ์เทพ เกิดเนตร	7
NO2-003	การยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์สุราผลไม้เสาวรสกับลิ้นจี่	รัตนพล พนมวัน ณ อยุธยา	17
NO2-004	คุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพการหุงต้มข้าวกล้องในเขตน้ำแร่แจ้ซ้อนลำปาง ประเทศไทย	จิรภา พงษ์จันตา	24
NO2-005	ผลของสารฟอกฆ่าเชื้อหัวย่อย และอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการชักนำยอดของบัวจงกลนี (**Nymphaea siamensis** Puripunyavanich V.) ในสภาพปลอดเชื้อ	ณัฐวุฒิ รอดบุตร	36
N02-006	กระตุ้นการสร้างพฤกเคมีในต้นอ่อนทานตะวันด้วยวิตามินซีและไคโตซานจากกากเห็ดหลินจือ	ชุติมา คงจรูญ	46
NO2-007	ฤทธิ์ชีวภาพของสารสกัดจากใบทุเรียนเทศ ที่มีต่อปลวกใต้ดินสายพันธุ์ **Coptermes curvignathus**	พัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์	56
N02-009	การพัฒนาเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงด้วยวิธีทำแห้งแบบพ่นฝอย	กรรณิการ์ เจริญสุข	68
NO2-010	เครื่องอบส้มแขกด้วยคลื่นไมโครเวฟ	ปิยะ ประสงค์จันทร์	80
NO2-011	ผลของระยะเวลาในการให้แสงจากหลอดไฟ แอลอีดี ต่อการเจริญเติบโตของ สาหร่ายพวงองุ่น (**Caulerpa lentillifera J.Agardh**)	มาโนช ขำเจริญ	92
NO2-012	ผลของระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารต่อประสิทธิภาพการผลิตและการสะสมไขมัน ของสุกรรุ่น ลูกผสมสองสายพันธุ์ (ลาร์จไวท์-แลนด์เรซ) น้ำหนัก 30-65 กิโลกรัม	พรรณนิภา มุทาลัย	103
NO2-013	ผลของระดับพลังงานในอาหารต่อประสิทธิภาพการผลิตและลักษณะซากของสุกรขุนลูกผสมสองสายพันธุ์ (ลาร์จไวท์+แลนด์เรซ) น้ำหนัก 80-105 กิโลกรัม	วิวัธน์ สงกรานต์	117
NO2-015	การสำรวจพรรณปลาในอ่างเก็บน้ำห้วยขอนแก่น 2 จังหวัดน่าน	อมรชัย ล้อทองคำ	130
NO2-017	การทดลองใช้โปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่และแท็บเล็ตวิเคราะห์สีของปลาสวยงาม	โกสินทร์ พัฒนมณี	138
NO2-018	บทบาทของหมากในวิถีชุมชนเกษตร ตำบลน้ำตก อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช	รัตนา อุ่นจันทร์	145
NO2-019	อัตราพันธุกรรมและความก้าวหน้าในการคัดเลือกของสายพันธุ์ถั่วฝักยาวลูกชั่วรุ่นที่ 3	ธันวา เกตุโอน	155

NO2-020	การศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์ของเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี	สุจรรยา แก้วพรายตา	165
NO2-021	ศักยภาพของวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลทรายสำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์และผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1	อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์	176
NO2-022	ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1	อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์	185

กลุ่มสาขา: เกษตรศาสตร์ ภาคโปสเตอร์

รหัส	ชื่อเรื่อง	ผู้นำเสนอ	หน้า
NP2-001	การเปรียบเทียบพันธุ์แตงกวาการค้าในพื้นที่บ้านเจดีย์ จังหวัดน่าน	บรรจง อูปแก้ว	194
NP2-002	ประสิทธิภาพสารสกัดเอ็กเซนจากพืชสมุนไพรต่อการป้องกันจำกัดหนอนชอนใบส้ม	ณัฐชญา สุขประกอบ	204
NP2-003	ความรู้และการปฏิบัติการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมของเกษตรกรในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงป่ากล้วยในตำบลแม่สอย อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่	วราภรณ์ พรหมศร	211
NP2-004	ความรู้และการปฏิบัติของเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรสหวานตามหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมในพื้นที่โครงการหลวงจังหวัดเชียงใหม่	วิจิตรา บุรุษภักดี	219
NP2-006	ประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต่อเพลี้ยไฟข้าว	มนตรี เอี่ยมเจริญ	228
NP2-007	คุณภาพชีวิตของเกษตรกรชาวสวนยางพารา ในตำบลบางขัน อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช	จารีพร เพชรชิต	234
NP2-008	ปัจจัยที่มีผลต่อความคิดเห็นด้านความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของสมาชิกกลุ่มเกษตรทำไร่โป่งน้ำร้อน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่	ศักดา สุภาธาดา	246
NP2-009	การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบมอญแดง	ภัทรพร ภักดีฉนวน	255
NP2-010	ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเจริญของแคลลัสและการผลิตสารฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ในสภาพเพาะเลี้ยงของหนามแดง (**Carissa carandas** Linn.)	พงศ์ยุทธ นวลบุญเรือง	264
NP2-011	อิทธิพลของระดับปุ๋ยฟอสฟอรัสที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักเชียงดา	ปริญญาวดี ศรีตนทิพย์	271
NP-012	ความสัมพันธ์ของความหนาแน่นปากใบกับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและกรดจิมเนมิคของผักเชียงดา	ปริญญาวดี ศรีตนทิพย์	278
NP2-013	เปรียบเทียบผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของผักเชียงดา 9 สายพันธุ์ในพื้นที่จังหวัดลำปาง	นภา ขันสุภา	291
NP2-014	เทคนิคการปลูกเชื้อเพื่อประเมินความต้านทานราน้ำค้างในข้าวโพด	รวีวรรณ เดื่อมขันมณี	299

NP2-015	ผลของสายพันธุ์องุ่นทำไวน์ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและการสังเคราะห์แสง	ชิติ ศรีตนทิพย์	308
NP2-016	ประสิทธิภาพของฮอร์โมนชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข.43	สุจิตรา เรืองเดชาวิวัฒน์	315
NP2-017	ดัชนีเก็บเกี่ยวและผลผลิตเนื้อในเมล็ดปาล์มหางกระรอกเพื่อการบริโภคทดแทนตาว	ศีลศิริ สง่าจิตร	321
NP2-018	การใช้สารละลายธาตุอาหารและน้ำสกัดมูลสุกรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์	ศศิธร ปรือทอง	329
NP2-019	ความหลากหลายทางชีวภาพแมลงในนาข้าวอินทรีย์กับนาข้าวใช้สารเคมี	ยรรยง เฉลิมแสน	337
NP2-020	ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยหอมแคระ	ปิยะวดี เจริญวัฒนะ	344
NP2-021	การคัดเลือกเชื้อรา **Metarhizium** spp. ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยแป้งน้อยหน่า (**Dysmicoccus neobrevipes** Beardsley)	เดือนเพ็ญ วงค์สอน	350
NP2-022	ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราอาบัสคูล่าร์ไมคอร์ไรซาในพืชตระกูลถั่วบริเวณป่าสงวนแห่งชาติหนองเต็ง-จักราช จังหวัดนครราชสีมา	วีรวัตร นามานุศาสตร์	359
NP2-023	ศักยภาพการให้ผลผลิตของถั่วเขียวพันธุ์ใหม่ 7 พันธุ์ ใน 2 ฤดูปลูก	รัชตา ทนวิทูวัตร	370
NP2-024	ประสิทธิภาพสารสกัดจากพืช สารชีวภัณฑ์ สารน้ำมัน และสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดไรศัตรูส้มโอทับทิมสยาม ในอำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช	ทิพาวรรณ ทองเจือ	377
NP2-025	ผลของตำรับการใส่ปุ๋ยที่มีต่อการพัฒนาขนาดผลและผลผลิตของฟักทองญี่ปุ่น	ฉวีวรรณ บุญเรือง	386
NP2-026	พรรณไม้น้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำสนามบินเก่า จังหวัดบุรีรัมย์	กฤติมา เสาวกูล	393
NP2-027	พรรณไม้น้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำห้วยตลาด จังหวัดบุรีรัมย์	กฤติมา เสาวกูล	400
NP2-028	พรรณไม้น้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์	กฤติมา เสาวกูล	409
NP2-035	การใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบมะรุมในอาหารไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบกึ่งปล่อย	ณิฐิมา เฉลิมแสน	416
NP2-036	การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์และภาวะขาดน้ำหลังออกกำลังกายของโคชน	วรรษกร ขอพลอยกลาง	430
NP2-037	ความรู้ ทัศนคติ และการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับโรคแท้งติดต่อของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะในภาคใต้ตอนบนของประเทศไทย	ภรณ์ทิพย์ ทองมณี	446
NP2-038	การสำรวจส่วนแบ่งการตลาดของกลุ่มผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ในตลาดสด อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน	สุธาทิพย์ ไชยวงศ์	454
NP2-039	ผลการเสริมใบเตยหอมในอาหารไก่ไข่และน้ำดื่มต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิต และคุณภาพไข่	อาภรณ์ ส่งแสง	461

NP2-041	การเปรียบเทียบชนิดของไข่แดงที่เป็นส่วนประกอบของสารเจือจางต่อคุณภาพน้ำเชื้อแพะลูกผสมพันธุ์บอร์	โฆษิต อารีกิจ	469
NP2-042	การตรวจสอบการติดเชื้อปรสิตปลิงใส (**Cichlidogyrus** spp.) จากเมือกบริเวณเหงือกของปลานิลด้วยเทคนิคพีซีอาร์	สุไหลหมาน หมาดโหยด	476
NP2-044	ปัจจัยด้านอาหารที่มีผลต่อการลอกคราบของกุ้งเครย์ฟิช	สุไหลหมาน หมาดโหยด	484
NP2-045	การใช้พืชต่างชนิดเป็นอาหารสมทบสำหรับเลี้ยงปลาแรดในกระชัง	ยุพิน พูนดี	492
NP2-046	การเจริญเติบโตและรูปแบบการเจริญเติบโตของปลาการ์ตูนดำ-ขาว (Amphiprion ocellaris Cuvier, 1830) ที่เลี้ยงในความเค็มแตกต่างกัน	วิกิจ ผินรับ	500
NP2-047	ปรสิตโมโนจีเนียนและปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในปลานิลแดงที่เลี้ยงในกระชังบริเวณแม่น้ำน่าน จังหวัดพิษณุโลก	รุ่งระวี ทองดอนเอ	510
NP2-048	การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ : กรณีศึกษาชุมชนชายฝั่งบ้านน้ำราบ ตำบลบางสัก อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง	อภิรักษ์ สงรักษ์	518
NP2-049	ความชุกของโรคและความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคอาการตายด่วนของกุ้งขาววานาไมด์ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี	พิมวรางค์ สุขการัณย์	527
NP2-055	ผลของการเคลือบผิวอิมัลชันน้ำมันปาล์มต่อการเก็บรักษาเงาะและแครอท	รุ่งทิพย์ จูฑะมงคล	535
NP2-056	การศึกษาปริมาณความเข้มข้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จ	ศิรดา พุ่มพยุง	545
NP2-057	สมบัติการเป็นโปรไบโอติกของแบคทีเรียแลกติกที่คัดแยกจากปลาดุกและปลาตะเพียน	สายใจ แก้วอ่อน	555
NP2-058	กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่	พิชชากร พิพัฒน์จามีกร	563
NP2-059	มะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อมสำหรับตกแต่งผลิตภัณฑ์เค้ก	กฤกฤษ ฉายศรี	573
NP2-060	การพัฒนาพาสต้าเส้นสดจากแป้งข้าวกล้องสินเหล็กเสริมก้านเห็ดหอมแห้ง	วรลักษณ์ ป้อมน้อย	585
NP2-061	การใช้ผงลูกเดือยทดแทนแป้งสาลีในขนมคุกกี้	จิราภัทร โอทอง	593
NP2-062	การเปลี่ยนแปลงคุณภาพ องค์ประกอบทางเคมี และจุลินทรีย์ ในระหว่างการแปรรูปและเก็บรักษาน้ำนมถั่วแดงอะซูกิ	พุดกรอง พันธุ์อุโมงค์	600
NP2-063	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมันเทศของตำบลทับน้ำ อำเภอบางปะหัน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา	วรรภา วงศ์แสงธรรม	612
NP2-064	การศึกษาปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร	เปรมระพี อุยมาวีรหิรัญ	622
NP2-065	การศึกษาสภาวะในการให้ความร้อนที่เหมาะสมในการเกิดเจลกุ้งขาว	ธิติมา พานิชย์	632
NP2-066	การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพเคมีและคุณลักษณะการทำงานของเอนไซม์โพลิฟีนอลออกซิเดรสในแห้วตัดแต่งจากสุพรรณบุรี	สุภาพร พาเจริญ	642
NP2-067	การศึกษาสารพฤกษเคมีของเห็ดเสม็ดในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต พังงา และกระบี่	สุวรรณา ผลใหม่	652
NP2-068	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไก่อบสูตรเม็กซิกันโดยใช้เทคนิค Sous Vide	กมลทิพย์ นิคมรัตน์	660

NP2-069	การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำเห็ดตับเต่าผสมสมุนไพรพร้อมดื่ม	วชิรญา เหลียวตระกูล	669
NP2-070	ผลของก้างปลาและสมุนไพรต่อปริมาณแคลเซียมและการประเมินทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา	วชิรญา เหลียวตระกูล	677
NP2-071	อิทธิพลของอีริทรีทอล-ซูคราโลสและสารให้ความคงตัวต่อคุณภาพของน้ำเสาวรสพร้อมดื่ม	ธีรวัฒน์ เทพใจกาศ	685
NP2-075	การพัฒนารูปแบบการเคลือบน้ำตาลกรอบเค็มด้วย Penalty Analysis	ชานนท์ สาระสุข	699
NP2-076	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์	ปิยะนุช รสเครือ	711
NP2-077	ผลของกรรมวิธีการผลิตชาต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ	ธัญลักษณ์ บัวผัน	724
NP2-078	การพัฒนาธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้ง	จินตนา เจริญเนตรกุล	734
NP2-080	ผลของน้ำหมักกล้วยตากต่อคุณภาพโดนัท	พิมพ์ชฎา อิทธิวัฒเพงศ์	747
NP2-087	การพัฒนาและทดสอบเครื่องตัดและคัดแยกกระเทียม	ชัยณรงค์ แสนเปา	756

Session 2 : เกษตรศาสตร์

โปรแกรมการนำเสนอบทความวิชาการ ภาคบรรยาย
การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10
“ราชมงคลขับเคลื่อนนวัตกรรมก้าวไกลสู่ Thailand 4.0”

นวัตกรรมการสกัดผงบุกทรายด้วยวิธีขัดอนุภาคเชิงกล

Innovation of Extraction Method of Konjac Powder from Amorphophallus Konjac **(Amorphophallus oncophyllus.)** by Mechanical Particles Technique

สุภาวดี แช่ม[1*] และ ภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ[2]

Supawadee Cham[1*] and Pattharaporn Srisamatthakarn[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการใหม่ในการสกัดแยกผงบุกด้วยวิธีการขัดอนุภาคเชิงกล เพื่อผลิตผงบุกที่ความบริสุทธิ์ ไม่ใช้สารเคมีในการสกัด ซึ่งเทคนิคการสกัดแยกด้วยวิธีการขัดอนุภาคเชิงกลนี้ใช้ร่วมกับการสกัดแบบแห้ง ผลการศึกษาพบว่าเจลที่ได้จากผงบุกที่ผ่านการขัดอนุภาคเชิงกล มี ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เท่ากับ 46.24 , 1.15 และ 4.03 ตามลำดับ สำหรับคุณลักษณะเนื้อสัมผัส คือ ค่าความหนืด แรงตัด และแรงดึง เท่ากับ 29,336.6 เซนติพอยด์ , 46.06 นิวตัน และ 1.98 นิวตัน ตามลำดับ ดังนั้นจะเห็นว่าวิธีการขัดอนุภาคเชิงกลได้ผงบุกที่มีเจลมีความข้นหนืดที่สูง เจลมีความแข็งแรง และมีความหยืดหยุ่นได้ดีมากเมื่อเทียบกับเจลบุกทางการค้า

คำสำคัญ: บุกผง, กลูโคแมนแนน , การขัดอนุภาคเชิงกล

ABSTRACT

The research proposes a new kind for konjac flour production with purity and chemical free by mechanical particles polish technique. This technique combined the traditional dry and separated particles process. The results showed that the gel formation of Mechanical Particles Technique had L* (lightness) of 46.24, a* (red color) of 1.15 and b* (yellow color) of 4.03, respectively. Moreover, the viscosity, cutting and tensile test were 29,336.6 cp, 46.06 N and 1.98 N, respectively. The konjac Gel obtained by the technique is characterized by a high viscosity and strength and elastic better than gel formation of the commercial konjac flour.

Keywords: konjac power, glucomannan, Mechanical Particle

---

[1]สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตำบลพิชัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000

[1]Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Pichai, Muang, Lampang,Thailand

[2]สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตำบลพิชัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000

[2]Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Pichai, Muang, Lampang,Thailand

*Corresponding author: chamsupawadee@gmail.com, +66899399136

บทนำ

บุกเป็นพืชหัว อยู่ในวงศ์บุกบอน (Araceae) สกุลบุก (Amorphophallus) เป็นพืชพื้นเมืองของไทยที่มีความสำคัญ โดยบุกเนื้อทรายหรือบุกไข่ (**Amorphophallus konjac** K. Koch) เป็นพันธุ์ที่ถูกใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตบุกผง เพื่อสกัดเอาสารสำคัญ คือ กลูโคแมนแนน (เพ็ญนภาและคณะ,2555) และนำมาใช้ประโยชน์เป็นสารให้ความข้นหนืด ทำให้เกิดเจล ปรับปรุงเนื้อสัมผัส และใช้ทดแทนไขมันในอุตสาหกรรมอาหาร อีกทั้งสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ (Functional food) โดยกลูโคแมนแนนมีคุณสมบัติในการควบคุมความดันโลหิตสูง โคเลสเตอรอล และลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง กลูโคแมนแนนมีในส่วนลำต้นใต้ดินของบุกมีสะสมอยู่ในปริมาณมากจึงสามารถแยกสกัดออกได้ง่ายโดยวิธีทางเคมี โดยนำหัวบุกมาบดกับน้ำหรือเอทธานอล สารละลายของกลูโคแมนแนนจะมีลักษณะข้นเหนียวและเมื่อปรับให้มีสภาพเป็นด่าง หรือ ผสมกับ K-carageenan หรือ Xanthan จะเกิดการแข็งตัวเป็นเจลได้ ที่มาของบุกที่นำมาสกัดคอนยัคกุนั้นชนิดที่ปลูกในประเทศญี่ปุ่นเป็นชนิดที่มีหัวใหญ่ค่อนข้างกลมเกลี้ยง ไม่ปูดเป็นตะปุ่มตะป่ำเหมือนชนิดที่พบในประเทศไทย การเพาะปลูกเพื่อการค้าจะเก็บเมื่อบุกมีอายุประมาณ 2 ปี โดยผงบุกจะมีปริมาณกลูโคแมนแนนได้ถึง 79.5 % แม้จะมีโรงงานของไทยผลิตผงบุกเพื่อเป็นวัตถุดิบผลิตอาหารและขนมต่าง ๆอยู่แถบชลบุรี ในปัจจุบันเทคโนโลยีการสกัดมีความซับซ้อนหลายขั้นตอน และไทยส่งออกบุกแห้งไปตลาดต่างประเทศเพื่อสกัดแยกสารกลูโคแมนแนน และนำเข้ามาในรู้บุกผงสกัดเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร แต่ยังขาดการพัฒนาเทคโนโลยีผลิตบุกผงเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารที่สกัดได้ด้วยวิธีที่ไม่ซับซ้อน และให้บุกผงที่มีคุณภาพปรากฏ คุณภาพด้านความหนืด และเนื้อสัมผัสของเจลที่ดี สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้จริงในผลิตภัณฑ์อาหาร ผงบุกเป็นสารที่มีประโยชน์ในการนำมาประยุกต์ใช้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ (Functional food) มีคุณสมบัติในการควบคุมความดันโลหิตสูง โคเลสเตอรอล และลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง เนื่องจาก องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นกลูโคแมนแนน ซึ่งเป็นสารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพในเชิงที่สามารถลดระดับ คลอเรสเตอรอลและความดันโลหิตสูงบำบัดอาการท้องผูก และสามารถใช้เป็นสารควบคุมน้ำหนักได้ เนื่องจากโครงสร้างของกลูโคสและแมนโนสเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเบต้า 1,4 ไกลโคซิดิค ทำให้เอนไซม์ในร่างกายไม่สามารถย่อยสลายได้จึงไม่ให้พลังงานแก่ผู้บริโภค กลูโคแมนแนน เป็นองค์ประกอบหลักที่พบในหัวบุก โดยเฉพาะบุกไข่ (**Amorphophallus muelleri** blume) กลูโคแมนแนนเป็นสารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วยแมนโนสและกลูโคสในอัตราส่วน 1.6 : 1 เชื่อมต่อกันด้วยพันธะบีต้า-1.4-กลูโคสิดิก และมีหมู่แอซีทิลกระจายอยู่ทั่วไปบนสายโมเลกุลของคอนยักลูโคแมนแนนประมาณร้อยละ 5-10 ซึ่งหมู่แอซีทิลจะอยู่ทุกระยะ 9-19 หน่วยของแมนโนสหรือกลูโคส โดยหมู่แอซีทิลจะอยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 6 ของแมนโนสหรือกลูโคส (Jianhua **et al,**2015) Melinda และคณะ (2012) ได้ทำการศึกษาวิธีการสกัดกลูโคแมนแนนจากบุกทราย (**Amorphophallus konjac** K. Koch) โดยนำวิธีการสกัดแบบ dry method ร่วมกับการสกัดด้วยสารละลายแอลกอฮอล์ 50 % ได้ผงกลูโคแมนแนน 92 % วุฒินันท์ และคณะ (2556) ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทำแห้งแป้งบุกด้วยวิธีการออกแบบการทดลองแบบพื้นผิวตอบสนองและการออกแบบส่วนผสมกลาง โดยการทดลองการผลิตด้วยเครื่องอบแห้งฟลูอิไดซ์เบดโดยใช้อุณหภูมิอากาศร้อน ระยะเวลาการทำแห้ง และความเร็วอากาศร้อน พบว่าแป้งบุกมีค่าสีมีคุณภาพดีกว่าเครื่องอบแห้งแบบถาด ขั้นตอนการสกัดผงบุกถือว่ามีความสำคัญต่อคุณภาพของสารกลูโคแมนแนน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการสกัดเพื่อใช้เป็นวิธีการต้นแบบ เพื่อสกัดผงบุกที่มีปริมาณกลูโคแมนแนนสูง โดยใช้วิธีการขัดอนุภาคเชิงกลหรือวิธีทางกายภาพ เปรียบเทียบกับบุกผงทางการค้า โดยมุ่งหวังให้ได้บุกผงที่มีคุณลักษณะทางกายภาพที่ดี

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมวัตถุดิบ

นำหัวบุกสดพันธุ์เนื้อทรายที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 ถึง 30 เซนติเมตร มาล้างทำความสะอาด แล้วนำมาปอกเปลือก และหั่นเป็นชิ้นความหนา 1 ถึง 2 มิลลิเมตร นำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3 ถึง 5 ชั่วโมง จนมีความชื้นสุดท้ายร้อยละ 8 -10 นำมาบรรจุในถุง สำหรับทำการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

2. การศึกษากรรมวิธีการผลิตบุกผงด้วยเทคนิคการขัดอนุภาคเชิงกล

โดยแบ่งปัจจัยในการศึกษาคือการขัดอนุภาคเชิงกลรอบที่ 1 (Konjac Flour1 ; KF1) และการขัดอนุภาคเชิงกลรอบที่ 2 (Konjac Flour2 ; KF2) เปรียบเทียบกับผงบุกทางการค้า (Konjac Flour Commercial : KFc) ทำการวางแผนการทดลองแบบ **แบบ**สุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : **CRD**) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ มีวิธีทำดังนี้

2.1 นำบุกผงจากข้อ 1 มาบดด้วยเครื่องบดละเอียดแบบเข็ม (Pin mill) รุ่น YPS-102 (FIS) 2 Hp : 1.5 Kw: 6000 rpm. และนำมาขัดอนุภาคด้วยตะแกรงร่อน ขนาด 80 mesh. ได้บุกผงจากการขัดอนุภาคเชิงกลรอบที่ 1 (Konjac Flour1 ; KF1) บรรจุในถุง สำหรับทำการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

2.2 นำบุกผงที่ผ่านการขัดอนุภาพรอบที่ 1 มาบดซ้ำด้วยเครื่องบดผงละเอียดแบบ Single disc mill รุ่น N-CNX-A4 ร่อนผ่านตะแกรง 100 mesh. ได้บุกผงจากการขัดอนุภาคเชิงกลรอบที่ 2 (Konjac Flour2 ; KF2) บรรจุในถุง สำหรับทำการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

3. การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของเจลบุก

นำผงบุกที่ผ่านการขัดอนุภาค จากข้อ 2 ได้แก่ ผงบุกสกัดจากการขัดอนุภาคเชิงกลรอบที่ 1 และรอบที่ 2มาเตรียมให้เป็นสารละลายเจลบุกความเข้มข้นร้อยละ 2 และแผ่นเจลบุกความเข้มข้นร้อยละ 7 มาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ดังนี้

3.1 สมบัติการความหนืดของเจลบุกผงโดยใช้เครื่องวัดความหนืด Brookfield viscometer รุ่น DV-II +Pro ใช้หัววัดเบอร์S06 ความเร็วรอบในการหมุน 25 RPM ทำการวัด 3 ซ้ำ โดยควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่างที่ช่วง 25 ± 1 องศาเซลเซียส

3.2. สมบัติด้านเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture Analyzer รุ่น TA-XT plus ใช้หัววัดแรงดึง (Spaghetti tensile grips (A/SPR) และหัววัดการตัดขาด (Knife probe) บันทึกผลเป็น แรงตัด (Cutting) และแรงดึง (Tensile)

3.3. การวัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี colorimeter รุ่น ColorQuest ระบบ Hunter Lab บันทึกค่า สี L* เป็นค่าความสว่าง ค่าสี a* เป็นบวกแสดงสีแดงและเป็นลบแสดงสีเขียว และค่าสี b* เป็นบวกแสดงสีเหลืองและเป็นลบแสดงสีน้ำเงินทำการวัด 3 ซ้ำ

ผลและวิจารณ์ผล

การศึกษาเทคนิคการขัดอนุภาคเชิงกล ของผงบุกจากบุกแห้งจากการเทคนิคการขัดอนุภาครอบที่ 1 (Konjac Flour1 ; KF1) และรอบที่ 2 (Konjac Flour2 ; KF2) เปรียบเทียบกับ ผงบุกทางการค้า (Konjac Flour Commercial : KFc) ในด้านคุณลักษณะทางกายภาพ คือ ค่าสี ความข้นหนืด และเนื้อสัมผัส ได้ผลการวิจัยดังนี้

ค่าสี

ผลของการวัดคุณภาพทางกายภาพของเจลบุกที่สกัดด้วยวิธีเทคนิควิธีการขัดอนุภาคเชิงกลรอบที่ 1 และการขัดอนุภาคเชิงกลรอบที่ 2 ในด้านค่าสี เปรียบเทียบกับบุกผงทางการค้าโดยทำการวิเคราะห์หาค่า L* a* และ b* ทำการวัด 5 จุด 3 ซ้ำ แสดงดังตารางที่ 1

ค่าสีของเจลบุก พบว่า เจลบุกที่ผ่านการสกัดด้วยวิธีเทคนิควิธีการขัดอนุภาคเชิงกลจำนวน 2 รอบมี ค่าสีเหลือง (b*) ค่าความสว่าง (L*) ไม่แตกต่างกับเจลบุกจากผงบุกทางกค้า **(p<0.05)** และ ค่าสีแดง (a*) ซึ่งทำให้เจลที่ได้มีสีเข้มกว่าเจลบุกทางการค้า เนื่องจากวิธีการขัดอนุภาคเชิงกลรอบที่ 1 ด้วยเครื่องเป็นการลดขนาดด้วยเครื่องบดละเอียดแบบเข็ม (Pin mill) โดยอาศัยแรงการบดหรือการตัด (grinding or cutting) ทำให้ส่วนผงบุกลดขนาดลงและแยกเอาส่วนผงบุกกลูโคแมนแนนออกส่วนประกอบรวม และเมื่อนำมาผ่านการขัดอนุภาครอบที่ 2 ด้วยเครื่องบดละเอียดแบบ Single disc mill ทำให้สามารถแยกส่วน ผงบุกกลูโคแมนแนนออกส่วนประกอบรวม ได้มากขึ้น ส่งผลให้ เมื่อนำมาเตรียมเจลบุกจึงมีค่าสีเหลือง (b*) ค่าความสว่าง (L*) ไม่แตกต่างกับเจลบุกจากผงบุกทางกค้า แสดงให้เห็นว่าเจลบุกที่สกัดด้วยวิธีเทคนิควิธีการขัดอนุภาคเชิงกลรอบที่2 ได้เจลบุกมีสีเหลืองอ่อนลักษณะใกล้เคียงกับเจลบุกทางการค้า ซึ่งค่าสีเป็นลักษณะปรากฏที่บ่งบอกคุณภาพของเจลได้

ตารางที่ 1 ค่าสีของเจลบุกที่ได้จากเตรียมด้วยเทคนิคการขัดอนุภาคเชิงกล กับ เจลผงบุกทางการค้า

เจลแป้งบุก	ค่าสี			
	ΔE	L*	a*	b*
KFc	5.07a	46.63a	-2.14a	4.59a
KF1	4.19b	37.31b	4.80b	5.83b
KF2	7.55c	46.24a	1.15c	4.03a

หมายเหตุ : KFc คือ เจลบุกจากผงบุกทางการค้า ; KF1 คือ เจลบุกจากเทคนิคการขัดอนุภาครอบที่ 1 KF2 คือ เจลบุกจากเทคนิคการขัดอนุภาครอบที่ 1 อักษร a,b มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ความหนืด และลักษณะเนื้อสัมผัส

ผลของการวัดคุณภาพทางกายภาพของเจลบุกที่สกัดด้วยวิธีเทคนิควิธีการขัดอนุภาคเชิงกลในด้านคุณด้านความข้นหนืดเจลบุกร้อยละ 5 และการวัดค่าแรงตัด (Cutting) และค่าแรงดึง (Tensile) เปรียบเทียบกับเจลบุกผงทางการค้า ทำการวัดจำนวน 15 ซ้ำ ได้ผลแสดงดังตารางที่ 2 ความข้นหนืด พบว่า เจลบุกที่ผ่านการสกัดด้วยเทคนิควิธีการขัดอนุภาคเชิงกล 2 รอบ มีค่าความหนืดเท่ากับ 29,336.6±3.9 cP มากกว่าเจลบุกทางการค้า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต **(p<0.05)** คุณลักษณะทางเนื้อสัมผัสของเจลบุก โดยการวัดค่าแรงตัด (Cutting) และ แรงดึง (Tensile) พบว่า เจลบุกที่ผ่านการสกัดด้วยเทคนิคการขัดอนุภาค 2 รอบ มีเท่ากับ 46.06±0.12^{a} นิวตัน และ 1.98±0.09^{a} นิวตัน ตามลำดับ มากกว่าเจลบุกทางการค้า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต **(p<0.05)** โดยพบว่า ลักษณะเนื้อสัมผัสทั้งสอง แสดงถึงลักษณะเจลที่แข็งแรง มีความหยืดหยุ่นที่ดีมาก เนื่องจากบุกผงมีคุณสมบัติดูดซึมน้ำและเกาะตัวได้ดี (สอาด, 2551) เจลที่ได้จากผงบุกสกัดด้วยการขัดอนุภาคเชิงกลมีข้นหนืด มากว่าเจลจากผงบุกทางการค้า 5 ถึง 6 เท่า มีความแข็งและหยืดหยุ่นดีกว่าโดยเป็นผลเนื่องจากวิธีการสกัดที่ไม่ทำลายโครงสร้างของ กลูโคแมนแนน เป็นวิธีการทางกายภาพที่ทำให้อนุภาคมีขนาดเล็กลง และสามารถแยกส่วนผงกลูโคแมนแนสได้ดี

ตารางที่ 2 ค่าความข้นหนืด และลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเทคนิคการขัดอนุภาคเชิงกล กับ เจลผงบุกทางการค้า

เจลบุก	ความข้นหนืด (cP)	แรงตัด (N)	แรงดึง (N)
KFc	4646.6±4.49^{b}	30.70±0.79^{c}	0.65±0.05^{c}
KF1	23,730.0±3.01^{b}	38.83±0.04^{b}	1.71±0.15^{b}
KF2	29,336.6±3.9^{a}	46.06±0.12^{a}	1.98±0.09^{a}

หมายเหตุ : KFc เจลบุกจากผงบุกทางการค้า;KF1 เจลบุกจากเทคนิคการขัดอนุภาครอบที่ 1 KF2 คือ เจลบุกเทคนิคการขัดอนุภาครอบที่ 1 อักษร a,b มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิธีการสกัดบุกผงด้วยการขัดอนุภาคเชิงกลจากบุกเนื้อทราย เป็นวิธีการสกัดแห้ง โดยอาศัยการลดขนาดด้วยเครื่องบดละเอียดแบบเข็ม (Pin mill) และ เครื่องบดผงละเอียดแบบจานเดี่ยว (Single disc mill) และคัดแยกขนาดของผงบุก ด้วยตะแกรงร่อนขนาด 80 mesh และ 100 mesh เพื่อแยกส่วนของกลูโคแมนแนนในบุกผง พบว่าเป็นวิธีทางกายภาพที่สามารถผลิตบุกผงที่มีคุณลักษณะของเจลที่มีความข้นหนืดสูง และเจลมีความแข็งแรง และความหยืดหยุ่นได้ดี สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยภายใต้ “โครงการการพัฒนาศูนย์ความเป็นเลิศสู่อุทยานนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา” ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลล้านนา สำหรับสถานที่ และวัสดุ-อุปกรณ์ต่างๆ ในการดำเนินงาน

เอกสารอ้างอิง

เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ, นิจศิริ เรืองรังษี และ กัญจนา ดีวิเศษ. 2555. สมุนไพรในอุทยานแห่งชาติภาคกลาง “บุก”.

วุฒินันท์ โนนลำดวน ณัฐพล ภูมิสะอาด ละมุล วิเศษ และ ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล. 2556. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทำแห้งแป้งบุกด้วยวิธีการออกแบบการทดลองแบบพื้นผิวตอบสนองและการออกแบบส่วนผสมกลาง. วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์, 2 : 55-63.

สอาด บุญเกิด. 2551. ประโยชน์ของบุก. แหล่งที่มา : http://www.thaikasetsart.com/, 2 มิถุนายน 2560.

Jianhua Liu, Qiuhong Xu, Jingjing Zhang, Xuxia Zhou, Fei Yu, Peicheng Zhao, Yuting Ding, 2015. Preparation, composition analysis and antioxidant activities of konjac oligo-glucomannan, Carbohydrate Polymers 130 (1) : 398–404.

Melinda, C., Kelvin, C., Trevor, J.H., Peter, A.W., Christophe,r J.P., and Timothy, C.B. 2012. Methodologies for the extraction and analysis of konjac glucomannan from corms of Amorphophallus konjac K.Koch. Carbohydrate Polymers. 87(2):2202-2210

การผลิตน้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่ม โดยเทคนิคการระเหยภายใต้สุญญากาศ

Production of concentrated mangosteen juice by vacuum evaporation

พงษ์เทพ เกิดเนตร[1*] และ วิชชุลฎา ถาวโรจน์ [1]

Pongthep Kertnat[1*] Wichulada Thavaroj [1]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อหากรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตน้ำมังคุดเข้มข้น จากผลสด และผลมังคุดที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 นาที หาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำเข้มข้นโดยระเหยภายใต้สุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 55, 60 และ 65 องศาเซลเซียส ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ตรวจสอบลักษณะทางเคมีและกายภาพของน้ำมังคุดเข้มข้น พบว่าน้ำมังคุดเข้มข้นที่ไม่ผ่านการลวกทำให้เข้มข้นภายใต้สุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับมากที่สุด ด้านลักษณะทั่วไป สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมที่ระดับคะแนนเฉลี่ย 8.10, 7.67, 7.17, 7.77 และ 7.97 ตามลำดับ มีค่าสี L*, a* และ *b เท่ากับ 39.13, 26.11 และ 29.25 ตามลำดับ ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 25 องศาบริกซ์ ค่าน้ำอิสระ 0.95 ความเป็นกรด-ด่าง 3.34 และวิตามินซี 6.20 มิลลิกรัม/100 กรัม น้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่มมีเนื้อของมังคุดแขวนลอยอยู่เล็กน้อย สีชมพูออกเข้มมีกลิ่นหอมของมังคุด รสชาติหวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย

คำสำคัญ : มังคุด, การทำให้เข้มข้น, การระเหย

ABSTRACT

The objective of this research is to study the suitable methods for concentrated mangosteen juice production by using mangosteen juice from fresh fruit and from blanching fruit at 80 degree celcius for 2 minutes. The optimum temperature for vacuum evaporation methods were studied at 3 levels was 55, 60 and 65 degree celcius. The consumers acceptance, the chemical and physical characteristics of concentrated mangosteen juice were investigated. It was found that the concentrated mangosteen juice from fresh fruit by vacuum evaporated at 60 degree celcius was the highest average acceptance score of color, odor, taste and overall acceptance i.e. 8.10, 7.67, 7.77 and 7.97, respectively. The color L* a* b* parameters were 39.13, 26.11 and 29.25, respectively. The value of total soluble solid was 25°brix, Aw was 0.95, pH was 3.34 and vitamin C content was 6.20 mg/100 g. There were small pieces of flesh mangosteen suspended in mangosteen juice. It was dark pink with good odor of mangosteen and its taste was slightly sour.

Keyword: : mangosteen, concentration, evaporation

[1] สาขาอาหารและโภชนาการ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

[1] Department of food and nutrition, Faculty of liberal art, Rajamangala University of Technology Srivijaya , Songkhla, 90000, Thailand

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : Kertnatthep07@gmail.com

บทนำ

มังคุด (**Garcinia mangostana** Linn.) เป็นพันธุ์ไม้ไม่ผลัดใบเขตร้อนชนิดหนึ่ง เชื่อกันว่ามีถิ่นกำเนิดอยู่ที่หมู่เกาะซุนดาและหมู่เกาะโมลุกกะ เป็นผลไม้จากเอเชียที่ได้รับความนิยมมาก ได้รับขนานนามว่าเป็น "ราชินีของผลไม้" อาจเป็นเพราะลักษณะภายนอกของผลที่มีกลีบเลี้ยงติดอยู่ที่หัวขั้วของผลคล้ายมงกุฎของพระราชินี ส่วนของเนื้อผลที่กินได้ของมังคุดเป็นชั้นเอนโดคาร์ป (endocarp) ซึ่งพัฒนามาจากเปลือกหุ้มเมล็ดเรียกว่า aril มีสีขาว มีกลิ่นหอม ส่วนเนื้อในก็มีสีขาวสะอาด มีรสชาติที่หวานอร่อย มีการนำมังคุดมาประกอบอาหารบ้างทั้งอาหารคาว เช่น แกง ยำ และอาหารหวาน เช่น มังคุดลอยแก้ว แยมมังคุด มังคุดกวน มังคุดแช่อิ่ม ในจังหวัดนครศรีธรรมราชมีการทำมังคุดคัด ด้วยการแกะเนื้อมังคุดห่ามออกมาเสียบไม้รับประทาน (วรรณศิริ, 2541) ส่วนใหญ่จะนิยมรับประทานผลมังคุดสุกเป็นผลไม้ ซึ่งมีประโยชน์ในการช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ ช่วยเสริมสร้างภูมิต้านทานให้กับร่างกาย มีส่วนช่วยในการชะลอวัยและการเกิดริ้วรอย ช่วยบำรุงผิวพรรณให้เปล่งปลั่งสดใส นอกจากนี้ ยังช่วยป้องกันอาการไข้ (ไข้ระดับต่ำ) ช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟันให้แข็งแรง ช่วยเพิ่มพลังงานแก่ร่างกาย เพิ่มความกระปรี้กระเปร่า ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดสิว ออกฤทธิ์ต้านสิวอักเสบได้ดี และมีส่วนช่วยป้องกันการเกิดโรคซึมเศร้า ลดความเครียด เนื้อมังคุด มีเส้นกากใยสูง ช่วยเรื่องการขับถ่ายและมีวิตามินเกลือแร่สูงมาก เช่น กรดอินทรีย์ น้ำตาล แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก น้ำมังคุดช่วยปรับระดับภูมิคุ้มกันให้สมดุล ด้วยการหลั่งสาร Interleukin Iและ Tumor Necrosis Factor ช่วยยับยั้งการหลั่งสารฮีสตามีน ลดอาการแพ้ภูมิตนเอง และลดการอักเสบในผู้ป่วยเบาหวาน ตับเสื่อม ไตวาย ข้อเข่าเสื่อม ความดันโลหิตสูง โรคพาร์กินสัน ไทรอยด์เป็นพิษ ความผิดปกติของสมองอันเนื่องจากการอักเสบ ในมังคุด 100 กรัม จะมีคุณค่าทางโภชนาการ ดังนี้ แคลอรี่ 60-63 กิโลแคลอรี่ น้ำ 80 .20-84.90 กรัม โปรตีน 0.50-0.60 กรัม ไขมัน 0.10-0.60 กรัม แคลเซียม 0.01-8.00 มิลลิกรัม เหล็ก 0.20-0.80 มิลลิกรัม กรดแอสคอร์บิก 1.0-2.00 มิลลิกรัม คาร์โบไฮเดรต 14.30-15.60 กรัม ใยอาหาร 5.00-5.10 กรัม เถ้า 0.20-0.23 กรัม ซูโครส กลูโคส ฟรุกโตส 16.42-16.62 กรัม ฟอสฟอรัส 0.02-12.00 มิลลิกรัม ไทอามีน 0.03 มิลลิกรัม (ปิติพร, 2549)

น้ำผลไม้เข้มข้น (concentrated fruit juice) หมายถึง ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลไม้ ซึ่งได้มาจากการนำน้ำผลไม้โดยการระเหย (evaporation) เพื่อเอาน้ำซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของน้ำผลไม้ออกไปบางส่วน เป็นการถนอมอาหารวิธีหนึ่ง ซึ่งมีวัตถุประสงค์ลดน้ำหนักของน้ำผลไม้ เพื่อสะดวกและประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาน้ำผลไม้ เพราะการทำให้เข้มข้นทำให้ค่า water activity ของน้ำผลไม้ลดลง ป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้น้ำผลไม้เสื่อมเสีย รวมทั้งจุลินทรีย์ก่อโรค (pathogen) และใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆ(รังสาดทอง. 2543.) การนำมังคุดมาแปรรูปเป็นน้ำผลไม้จะทำให้สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตทางการเกษตรให้สูงขึ้น และลดความเสียหายที่เกิดจากข้อจำกัดของอายุการเก็บรักษา แต่ผลของการระเหยต่อคุณภาพอาหารเป็นการระเหยโมเลกุลของของเหลวให้หลุดออกจากผิวหน้าของของเหลว ณ อุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดเดือดของสารนั้น มีผลกระทบทำให้อาหารมีกลิ่นและสีเปลี่ยนไป โดยเฉพาะการระเหยที่อุณหภูมิสูง เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลทั้งแบบ maillard reaction และ caramellization ทำให้อาหารมีสีเข้มขึ้น ทำให้สูญเสียสารให้กลิ่นบางชนิดที่ระเหยได้ง่ายออกไป คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของอาหารจะลดลง (ตรังวัชรกุล. 2541.) ปัญหาอย่างหนึ่งในการทำน้ำผลไม้คือการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล ซึ่งสามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาลโดยการใช้สารเคมี เช่น กรดแอสคอร์บิคและกรดซิตริก พบว่าสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ (Vamos-Vigyazo, 1995)

การนำผลมังคุดสดมาแปรรูปเป็นน้ำผลไม้จะทำให้สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตทางการเกษตรให้สูงขึ้น และลดความเสียหายที่เกิดจากข้อจำกัดของอายุการเก็บรักษาลง โดยเฉพาะในช่วงฤดูกาลมีปริมาณผลผลิตมากจนล้นตลาด ส่งผลให้ราคาตกต่ำมาก ฉะนั้นการทำให้ผลไม้สด มีราคาสูงขึ้น จึงต้องมีการเพิ่มมูลค่าในตัวผลไม้เอง โดยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ (วิริยจารี.2535.) หนึ่งในผลิตภัณฑ์แปรรูปที่น่าจะเป็นที่ต้องการของตลาดภายในประเทศและต่างประเทศก็คือ น้ำมังคุดเข้มข้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้มังคุดตกเกรด (มีขนาดเล็กไม่ได้น้ำหนัก หรือลักษณะ สุกดำ หูฉีก ขั้วหัก) ที่ไม่

สามารถส่งเป็นสินค้าออกยังต่างประเทศได้ เป็นวัตถุดิบในการนำมาแปรรูป ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณคุณภาพได้แก่การลวกเพื่อทำลายเอนไซม์ การใช้อุณหภูมิต่ำภายใต้สุญญากาศเพื่อรักษากลิ่น สี และคุณค่าทางโภชนาการ นับเป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตผลเกษตรของเกษตรกรไทยได้อย่างเป็นรูปธรรม และสร้างทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้บริโภคที่รักสุขภาพ เนื่องจากน้ำมังคุดมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีรสชาติหอมหวานอมเปรี้ยวจากธรรมชาติไม่ต้องปรุงแต่งรสชาติ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสชาติกลมกล่อม ลักษณะของน้ำเป็นสีม่วงใสชวนรับประทาน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวิเคราะห์คุณภาพของวัตถุดิบ

นำผลมังคุดตกเกรดในระยะสุกจัดมาปอกเปลือก แยกเอาเฉพาะเนื้อมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพ เช่นความชื้น ค่าสี วิตามินซี เยื่อใย เถ้า ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ตามมาตรฐานการวิเคราะห์ ของ A.O.A.C. (2000) และเปอร์เซ็นต์ผลผลิต (น้ำหนักเนื้อ, เปลือก)

2. การเตรียมน้ำมังคุด

นำผลมังคุดระยะสุกจัด แบ่งเป็น 2 ชุดการทดลอง ชุดที่ 1 เป็นมังคุดผลสด และชุดที่ 2 เป็นมังคุดที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที ปอกเปลือก แยกเอาเฉพาะเนื้อ ไม่ต้องแยกเมล็ดออก แยกน้ำและเนื้อโดยการบีบคั้นด้วยเครื่องบีบอัดแบบไฮดรอลิก บันทึกผลผลิต และลักษณะทางกายภาพน้ำมังคุด

3. การทำให้น้ำมังคุดใส

นำน้ำมังคุดที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 มาแยกตะกอนออกเพื่อทำให้ใสโดยใช้เครื่องหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็วสูง ยี่ห้อ Heittichรุ่น Micro 22R

4. การทำให้เข้มข้นภายใต้สุญญากาศ

วางแผนการทดลองการทำน้ำมังคุดให้เข้มข้นแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) โดยศึกษา 2 ปัจจัย (2X3) ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 การลวก 2 ระดับ คือ ผลมังคุดลวก กับผลมังคุดที่ไม่ลวก ปัจจัยที่ 2 อุณหภูมิในการระเหย 3 ระดับ คือ 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส (ภายใต้สุญญากาศ) จัดชุดการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Experiment) ได้ชุดการทดลองทั้งหมด 6 ชุดการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 1 จากนั้นนำน้ำมังคุดจากทุกชุดการทดลองมาทำการระเหยโดยเครื่องระเหยแบบสุญญากาศยี่ห้อ Heidolph รุ่น Laborota 4010 digital ตามสภาวะต่างๆของแผนการทดลอง ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ

ตารางที่ 1 ชุดการทดลองหากรรมวิธีที่เหมาะสมใน การทำน้ำมังคุดเข้มข้น

ชุดทดลอง	น้ำมังคุด	อุณหภูมิ (^{0}ซ.) (ภายใต้สุญญากาศ)
1	คั้นสด	55
2	คั้นสด	60
3	คั้นสด	65
4	ผ่านการลวก	55
5	ผ่านการลวก	60
6	ผ่านการลวก	65

5. วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี-กายภาพผลิตภัณฑ์

นำน้ำมังคุดเข้มข้นจากขั้นตอนที่ 4 มาวิเคราะห์และเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ ได้แก่

- ค่าสี โดย Color meter ยี่ห้อ Hunter lab รุ่น Color Flex
- ค่าบริกซ์ (ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด) โดยRefractometer ยี่ห้อ Atago รุ่น PR-101
- ค่า pH (ความเป็นกรด–ด่าง) โดยpH meter ยี่ห้อ Schott Instruments รุ่น Lab 850
- ค่า A_w โดยเครื่องวัดค่า Water Activity ยี่ห้อ Decagon Devices รุ่น Aqua Lab Series 4TE
- ค่าความชื้น โดยใช้เครื่องวัดความชื้นยี่ห้อ Satorius รุ่น M 150
- วิตามินซี โดยวิธีไตเตรชั่น (Titration method) (A.O.A.C, 2000)
- การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของข้อมูลใช้วิธี Duncan's New Multiple Rang Test

6. ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์จากขั้นตอนที่ 5 นำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส แบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-points hedonic scale) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน วิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม SPSS วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ความแปรปรวนของข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของชุดการทดลองโดยวิธี DMRT

ผลและวิจารณ์ผล

1. คุณภาพด้านกายภาพของผลมังคุดสด

ลักษณะผลมังคุดที่นำมาผลิตน้ำมังคุดเข้มข้นพบว่าดัชนีแสดงระดับสีผิวอยู่ที่ระดับสีที่ 6 และ 7 คือมีลักษณะสีม่วงอมแดง สีม่วงเข้ม และสีม่วงดำ ตามลักษณะระดับสีผิวของมังคุด ซึ่งกำหนดโดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ลักษณะดังกล่าวเป็นระยะที่เหมาะสมต่อการรับประทานสดมากที่สุดและจะคงสภาพที่เหมาะสมต่อการรับประทานอยู่ได้ประมาณ 10 วัน นอกจากนี้ยังพบว่าผลมังคุดในระยะดังกล่าวไม่พบยางในส่วนเปลือก สามารถแยกเนื้อกับเปลือกได้ง่ายเมื่อนำมังคุดมาทำการแยกเปลือกและเนื้อ หลังจากนั้นนำมาสกัดน้ำมังคุดและทำให้ใสต่อไป พบว่าเนื้อและน้ำมังคุดมีลักษณะทางกายภาพและผลผลิตต่างๆ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสีของน้ำมังคุดจากผลมังคุดสดที่ลวกและไม่ลวก และผลผลิตของน้ำมังคุด

คุณภาพ		ผลมังคุดสด	
		(ไม่ลวก)	(ลวก)
ค่าสี	L*	59.38	37.53
	a*	10.82	24.56
	b*	14.73	22.62
เนื้อมังคุด (%)		27.00	26.80
เปลือกมังคุด (%)		73.00	73.20
น้ำมังคุดที่คั้น (%)		14.60	14.64
น้ำมังคุดทำให้ใส(%)		13.62	13.55

2. ผลผลิตน้ำมังคุดเข้มข้นที่ผ่านการระเหยภายใต้สุญญากาศที่อุณหภูมิต่างกัน

ตารางที่ 3 ผลผลิตน้ำมังคุดเข้มข้นที่ผ่านการระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

อุณหภูมิ (ภายใต้สุญญากาศ)	ผลผลิตน้ำมังคุดเข้มข้น (%)	
	ผลสด	ผลมังคุดลวก
55^0 ซ.	72.92	70.61
60^0ซ.	74.02	76.33
65^0ซ.	73.94	74.42

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลผลิตน้ำมังคุดเข้มข้นที่ผ่านการระเหยภายใต้สภาวะสุญญากาศที่ได้ผลผลิตมากที่สุด คือน้ำมังคุดที่ผ่านการลวกทั้งผลและใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 60 องศาเซลเซียสได้ ผลผลิต 76.33 % และปริมาณผลผลิตที่ได้น้อยที่สุด คือน้ำมังคุดที่ผ่านการลวกทั้งผลและใช้อุณหภูมิในการระเหยที่ 55 องศาเซลเซียส ได้ผลผลิต 70.61%

3. ลักษณะทางเคมีของเนื้อและน้ำมังคุดจากผลมังคุดสดที่ผ่านการลวกและไม่ลวก

ตารางที่ 4 ลักษณะทางเคมีของน้ำมังคุดจากผลมังคุดสดที่ผ่านการลวกและไม่ลวก

ลักษณะคุณภาพ	ผลสด	ผลมังคุดลวก
ความชื้น (%)	83.35±0.74	80.0± 0.89
วิตามินซี (มก./100ก.เนื้อมังคุด)	1.3±0.04	1.2±0.06
ความเป็นกรด-ด่าง	3.34	3.40
กรดทั้งหมด(ซิตริก,%)	0.57±0.02	0.53±0.07
ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (บริกซ์)	15.80±0.21	15.60±0.17
ปริมาณเถ้า (%)	0.21	0.24

4. ลักษณะทางเคมี-กายภาพน้ำมังคุดเข้มข้นผ่านการระเหยภายใต้สุญญากาศที่อุณหภูมิต่างกัน

ตารางที่ 4 ลักษณะทางเคมี-กายภาพน้ำมังคุดเข้มข้นผ่านการระเหยภายใต้สุญญากาศที่อุณหภูมิต่างกัน

ชุด*	ค่าสี			บริกซ์ **		วิตามิน
ทดลอง	L*	a*	b*	(25^0ซ.)	A_w	ซี ***
1	38.20	23.00	24.37	25.00	0.9533	6.2
2	39.13	26.11	29.25	25.00	0.9537	6.2
3	42.78	22.89	24.95	25.00	0.9512	6.0
4	35.14	30.87	35.13	25.00	0.9510	6.0
5	35.18	29.05	35.72	25.00	0.9428	6.0
6	33.88	30.49	33.29	25.00	0.9500	5.8

* ชุดทดลองที่ 1-6 มีความหมายเช่นเดียวกับตารางที่ 1

* * ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

* ** มก./100ก.เนื้อมังคุด

จากตารางที่ 4 พบว่า อุณหภูมิสูงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L* a* b*) ของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้น โดยค่าความสว่าง (L*) จากชุดการทดลองที่ 1 มีค่า (L*)38.20 ถึงชุดการทดลองที่ 6 มีค่า(L*) 33.88 มีแนวโน้มลดน้อยลงตามลำดับ ส่วนค่าสีแดง (a*) ชุดการทดลองที่ 1 มีค่า (a*) 23.00 ถึงชุดการทดลองที่ 6 มีค่า (a*) 30.49 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับส่วนค่าสีเหลือง (b*) ชุดการทดลองที่ 1 มีค่า (b*) 24.37 ถึงชุดการทดลองที่ 8 มีค่า (b*) 33.29 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ

ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ทุกชุดการทดลองที่ 1 ถึงชุดการทดลองที่ 6 ที่ผ่านกระบวนการระเหยสุญญากาศจะมีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากันอยู่ที่ 25 องศาบริกซ์

ค่าวิตามินซีพบว่าชุดการทดลองที่มีค่าวิตามินซีมากที่สุดคือชุดการทดลองที่ 1และ 2 มีค่าวิตามินซี 6.2 มก./100 กรัมเท่ากัน และชุดการทดลองที่มีค่าวิตามินซีน้อยที่สุดคือชุดการทดลองที่ 6 มีค่าวิตามินซี5.8 มก./100 กรัม ลดน้อยลงอาจเนื่องมาจากการลวกและระเหยภายใต้อุณหภูมิที่สูง อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าทุกชุกการทดลองจะมีปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นสูงใกล้เคียงกัน โดยอยู่ในช่วง 5.8 - 6.2 มก./100 กรัม ส่วนค่าน้ำอิสระ (water activity) ของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นทุกชุดการทดลอง พบว่ามีค่าน้ำอิสระอยู่ระหว่าง 0.95-0.96 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน

5. ผลการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้น

ผลการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำมังคุดเข้มข้น ด้านลักษณะทั่วไป สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมโดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่าน้ำมังคุดเข้มข้นทุกชุดการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านลักษณะทั่วไป สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำมังคุดเข้มข้นที่ผ่านการทำให้เข้มข้นด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน

ชุดทดลอง	ลักษณะคุณภาพ				
	ลักษณะทั่วไป	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบรวม
1	6.76±1.07^{cd}	7.00±0.79^{b}	6.70±0.89^{ab}	6.53±1.17^{bc}	7.13±1.04^{b}
2	8.10±0.96^{a}	7.67±0.61^{a}	7.17±1.02^{a}	7.77±0.68^{a}	7.97±0.49^{a}
3	6.26±1.28^{d}	6.20±1.19^{cd}	5.40±1.28^{d}	6.43±0.94^{bc}	6.53±0.82^{c}
4	7.40±1.30^{b}	6.90±1.16^{b}	6.23±1.33^{bc}	6.60±1.04^{bc}	7.30±0.84^{b}
5	6.76±1.00^{cd}	5.93±1.28^{d}	5.60±1.65^{d}	6.20±1.13^{c}	6.70±1.21^{c}
6	7.26±1.36^{bc}	6.7± 1.18^{bc}	5.87±1.19^{cd}	6.80±1.09^{b}	7.17±1.02^{b}

* ชุดทดลองที่ 1-6 มีความหมายเช่นเดียวกับตารางที่ 1

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 5 พบว่าผลการยอมรับลักษณะทั่วไปน้ำมังคุดเข้มข้นจากชุดทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กับทุกชุดการทดลอง ซึ่งชุดการทดลองที่ได้การยอมรับมากสุดคือชุดทดลองที่ 1 และได้รับการยอมรับต่ำสุดคือชุดทดลองที่ 3 (8.10 และ 6.26)

ด้านสี พบว่าน้ำมังคุดเข้มข้นจากชุดทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กับทุกชุดการทดลอง ซึ่งชุดทดลองที่ได้การยอมรับมากสุดคือชุดทดลองที่ 2 และได้รับการยอมรับน้อยสุดคือชุดทดลองที่ 5 (7.67 และ 5.93)

ด้านกลิ่น พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้น ที่ได้จากชุดทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กับทุกชุดการทดลองซึ่งชุดทดลองที่ได้การยอมรับมากสุดคือชุดทดลองที่ 2 และได้รับการยอมรับน้อยที่สุดคือชุดทดลอง 3 (7.17 และ 5.40)

ด้านรสชาติ พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้น ที่ได้จากชุดการทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กับทุกชุดการทดลองซึ่งชุดทดลองที่ได้การยอมรับมากที่สุดคือชุดทดลองที่ 2 และได้รับการยอมรับน้อยสุดคือชุดทดลองที่ 5 (7.77 และ 6.20)

ด้านความชอบรวม พบว่าน้ำมังคุดเข้มข้นจากชุดทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันในทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กับทุกชุดการทดลอง ซึ่งชุดการทดลองที่ได้การยอมรับมากสุดคือชุดทดลองที่ 2 และได้รับการยอมรับน้อยสุดคือชุดทดลองที่ 3 (7.97 และ 6.53)

6. ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นเข้มข้นพร้อมดื่ม

ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่มจากชุดการทดลองที่ 1-6 มีลักษณะปรากฏมีเนื้อของมังคุดแขวนลอยอยู่เล็กน้อยมีสีชมพูอ่อนๆถึงสีน้ำตาลแดงเข้มมีกลิ่นหอมของมังคุดอ่อนๆและรสชาติหวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย ดังภาพที่ 1 และตารางที่ 6



ภาพที่ 1 น้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่ม

ตารางที่ 6 ลักษณะทางกายภาพน้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่มที่ผ่านการทำให้เข้มข้นด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน

ชุดทดลอง	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ
1	มีเนื้อมังคุดแขวนลอยเล็กน้อย	สีชมพูเข้ม	มีกลิ่น	หอมของมังคุดอ่อนๆ รส หวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย
2	มีเนื้อมังคุดแขวนลอยเล็กน้อย	สีชมพูเข้มเล็กน้อย	มีกลิ่นหอมของมังคุดอ่อนๆ	รสหวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย
3	มีเนื้อมังคุดแขวนลอยเล็กน้อย	สีชมพูเข้มเล็กน้อย	มีกลิ่นหอมของมังคุดอ่อนๆ	รสหวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย
4	เนื้อมังคุดแขวนลอยเล็กน้อย	สีน้ำตาลแดงเข้ม	กลิ่นหอมมังคุดน้อยผสมกลิ่นเปลือกมังคุด	รสหวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย
5	มีเนื้อมังคุดแขวนลอยเล็กน้อย	สีน้ำตาลแดงเข้ม	มีกลิ่นหอมของมังคุดน้อยผสมกลิ่นเปลือกมังคุด	รสหวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย
6	มีเนื้อมังคุดแขวนลอยเล็กน้อย	สีน้ำตาลแดงเข้ม	กลิ่นหอมของมังคุดน้อยผสมกลิ่นเปลือกมังคุด	รสหวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย

* ชุดทดลองที่ 1-6 มีความหมายเช่นเดียวกับตารางที่ 1

7. ผลผลิตของมังคุดแต่ละขั้นตอนการผลิตน้ำเข้มข้น

จากผลการวิจัยพบว่าผลผลิตของมังคุดที่ได้จากขั้นตอนการผลิตแต่ละขั้นตอนทั้งผลที่ผ่านการลวกและไม่ลวกได้ผลผลิตในช่วงที่ใกล้เคียงกันทั้งในส่วนของเปลือก 73-73.20% เมล็ด 12.15-12.40% เนื้อมังคุด 26.8-27% น้ำมังคุดที่คั้นได้ 14.60-14.64% น้ำมังคุดหลังทำให้ใส 13.55-13.62% และน้ำมังคุดหลังจากทำให้เข้มข้น 10.33-10.48% (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ผลผลิตมังคุดจากแต่ละขั้นตอนการผลิต

องค์ประกอบ	ผลผลิต (%)	
	มังคุด(ลวก)	มังคุด(ไม่ลวก)
ผลมังคุด(สด)	100	100
เปลือก	73	73.20
เนื้อ	27	26.80
น้ำที่คั้นได้	14.60	14.64
เมล็ด	12.40	12.15
น้ำมังคุด(ใส)	13.62	13.55
น้ำเข้มข้น	10.48	10.33

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยการผลิตน้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่มโดยใช้ผลมังคุดตกเกรด ลวกและไม่ลวกผลมังคุดสดเพื่อควบคุมคุณภาพคั้นน้ำ และทำให้เข้มข้นโดยการระเหยน้ำออกภายใต้สุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 3ระดับคือ 55, 60 และ 65 องศาเซลเซียส ทั้งหมด 6 ชุดการทดลอง พบว่าน้ำมังคุดเข้มข้นจากชุดการทดลองที่มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับสูงสุดในทุกด้านได้แก่ ลักษณะทั่วไป สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมคือ ชุดการทดลองที่ 2 (น้ำมังคุดที่ไม่ลวก ผ่านการระเหยภายใต้สุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส) โดยมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับ 8.10, 7.67, 7.17, 7.77 และ 7.97 ตามลำดับ และมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ดังนี้ ค่าสี L* เท่ากับ 39.13 ค่า a* เท่ากับ 26.11 และ ค่า b* เท่ากับ 29.25 ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 25 องศาบริกซ์ ค่าน้ำอิสระ 0.95 วิตามินซี 6.2 มก.ต่อ100 กรัม และลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำมังคุดเข้มข้นพร้อมดื่มมีเนื้อของมังคุดแขวนลอยอยู่เล็กน้อย สีชมพูเข้มเล็กน้อยมีกลิ่นหอมของมังคุดอ่อนๆรสหวานนำอมเปรี้ยวเล็กน้อย ในด้านปริมาณผลผลิตพบว่าทั้งการลวกและไม่ลวกมังคุดได้ผลผลิตในช่วงที่ใกล้เคียงกันทั้งในส่วนน้ำมังคุดที่คั้นได้ ช่วง14.60-14.64 % น้ำมังคุดหลังทำให้ใส ช่วง 13.55-13.62 % และน้ำมังคุดหลังจากทำให้เข้มข้นได้ผลผลิต 10.33-10.48%

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2535. เครื่องดื่ม. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ,เชียงใหม่.

วิไล รังสาดทอง. 2543. เทคโนโลยีการแปรรูป อาหาร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ. 401 หน้า.

ศรีศักดิ์ ตรังควัชรกุล. 2541. กระบวนการผลิตน้ำผลไม้ เข้มข้นในเชิงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ :

สมศักดิ์ วรรณศิริ. 2541. มังคุด. พิมพ์ครั้งที่ 4 สำนักพิมพ์ฐานกสิกรรม. 62 หน้า.

สุภาภรณ์ ปิติพร. 2549. มังคุด อาหารของพระเจ้าราชินีแห่งผลไม้ สมุนไพร...แห่งอนาคต.หมอชาวบ้าน เล่มที่ 323 มีนาคม 2549.

AOAC, 2000, Official Method of Analysis. 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Inc.Washington, D.C.

Vamos-Vigyazo, L. 1995. Prevention of enzymatic Browning in fruits and vegetables : A Review of principles and practice. In Lee, C.Y. and J.R. Whitaker (eds) Enzymatic Browning and Its Prevention ACS Symposium Series 600. American Chemical Society. Washington, D.C. pp.313-324.

การยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์สุราผลไม้เสารสกับลิ้นจี่

Sensory Evaruation of Fruit Spirit from Passion Fruit and Lychee

รัตนพล พนมวัน ณ อยุธยา[1*] และ กัญญารัตน์ โพธิตา[2]

Rattanapol Phanomvan Na Ayudhya [1*] and Kunyarat Potita [2]

บทคัดย่อ

สุราผลไม้เป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ได้รับความนิยมและช่วยเพิ่มมูลค่าของผลไม้ให้มีมูลค่าสูงขึ้นได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเสาวรสกับลิ้นจี่ต่อการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสในสุราผลไม้ผสมระหว่างเสาวรสกับลิ้นจี่ โดยศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างเสาวรสกับลิ้นจี่ อัตราส่วนการผสมดังนี้ 1:2, 1:3 และ 1:4 มีการทดสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมี ในไวน์ พบว่า ปริมาณกรดในสิ่งทดลองที่ 1 มีค่าสูงที่สุด คือ ร้อยละ 0.82, ค่าความเป็นกรด-ด่าง ในสิ่งทดลองที่ 2 มีค่าสูงที่สุด คือ 4.21, ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในสิ่งทดลองที่ 3 มีค่าสูงที่สุด คือ 7.04, ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ในสิ่งทดลองที่ 3 มีค่าสูงที่สุดคือร้อยละ 0.70 และปริมาณแอลกอฮอล์ในสิ่งทดลองที่ 2 มีค่าสูงที่สุด คือ ร้อยละ 15.06 ส่วนสุราผลไม้ผสมเสาวรสกับลิ้นจี่วิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีพบว่า ค่าความเป็นกรด–ด่าง ในสิ่งทดลองที่ 3 มีค่าสูงที่สุด คือ 3.713, ปริมาณแอลกอฮอล์ในสิ่งทดลองที่ 1 มีค่าสูงที่สุด คือ ร้อยละ 35.66, ค่าการส่องผ่านของแสงในสิ่งทดลองที่ 3 มีค่าสูงที่สุด คือ ร้อยละ 98.76 และมีการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสในสุราผลไม้ผสมเสาวรสกับลิ้นจี่ พบว่าในสิ่งทดลองที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบจากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส จำนวน 30 คน มากที่สุด คือ 7.58 ดังนั้น สุราผลไม้ผสมเสาวรสกับลิ้นจี่อัตราส่วน 1:4 มีความเหมาะสมที่จะผลิตสุราผลไม้ผสมมากที่สุด

คำสำคัญ : การกลั่น, การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส, สุราผลไม้, เสาวรสกับลิ้นจี่

ABSTRACT

The fruit spirit was a popular alcohol beverage and can increase the value of fruit to higher value. In this research aimed to study the optimize ratio of passion fruit and lychee to the sensory evaluated by consumer test in mix fruit spirit from passion fruit and lychee. The study of optimal ratio between passion fruit and lychee are 1:2, 1:3 and 1:4 on physical and chemical properties. In mix fruit wine found that the highest of total acid in experimental 1:2 was 0.82%, pH in experimental 1:3 was 4.21, total soluble solid in experimental 1:4 was 7.04 and reducing sugar was 0.70% and the alcohol content in experimental 1:3 was 15.06%. In mix fruit spirit on physical and chemical properties to found that the highest of pH in experimental 1:4 was 3.713, highest alcohol in experimental 1:2 was 35.66% and the highest of transmittance in experimental 1:4 was 98.76%. The sensory analysis of mix fruit spirit in experiment 1:4 showed the scores in the 30 peoples was 7.58 in overall acceptability. Thus, the mix fruit spirit from ratio passion fruit and lychee to 1:4 was suitable to produce the fruit spirit.

Keyword: distillation, sensory evaluation, fruit spirit, passion fruit, lychee

---

[1]สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา 202 หมู่17 ต.พิชัย อ.เมือง ลำปาง 52000

[1]Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, 202 Moo. 17 tumbon pichai amper muang province Lampang 52000, Thailand

[2] สาขาวิชาอุตสาหกรรมอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา ลำปาง 200 หมู่17 ต.พิชัย อ.เมือง ลำปาง 52000

[2]Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Science and Technology, 200 Moo. 17 tumbon pichai amper muang province Lampang 52000, Thailand

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : rattanapol_p@yahoo.com

บทนำ

สุราผลไม้ (fruit spirit) เป็นเหล้าที่นิยมกันมากซึ่งเป็นเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ได้จากการหมักผลไม้ให้เป็นไวน์ (Wine) โดยใช้จุลินทรีย์ คือ ยีสต์ **Saccharomyces cerevisiae** ในการหมัก แล้วจึงนำมากลั่นเป็นสุราผลไม้ จากนั้นนำไปเก็บบ่มในถังไม้โอ๊ก เพื่อให้ปริมาณแอลกอฮอล์ลดลง และทำให้มีกลิ่นและรสชาติดีขึ้น โดยกำหนดให้มีแอลกอฮอล์ไม่เกินร้อยละ 40 การกลั่นสุราจากไวน์โดยไวน์ 10 ลิตร จะได้สุรา 1 ลิตร โดยประมาณ ทำให้สุราผลไม้จึงมีราคาค่อนข้างแพง ให้ได้ สี กลิ่น รส ที่ดี สุราผลไม้ที่มีขายตามท้องตลาดทั่วๆ ไปมีการผลิตกันในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา เยอรมนี อิตาลี เปรู และสเปน มีวัตถุดิบหลัก คือ องุ่น หรือผลไม้อื่นๆ การนำเอาเสาวรสและลิ้นจี่มาทำเป็นสุราผลไม้เนื่องมาจาก ในบางปีราคาเสาวรสและลิ้นจี่มีราคาตกต่ำทำให้เกษตรกรขาดทุนในการผลิตพืชจึงต้องมีการนำเอาผลผลิตพืชเหล่านั้นมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า ดังนั้นสุราผลไม้จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจอีกผลิตภัณฑ์หนึ่ง โดยการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตสุราผลไม้ผสมจากเสาวรสผสมลิ้นจี่และประเมินความชอบของผู้บริโภคในการยอมรับต่อสุราผลไม้จากเสาวรสผสมลิ้นจี่ เพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับและสามารถเป็นสินค้าที่ขายในท้องตลาดได้ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาอัตราส่วนและคุณภาพทางเคมีและกายภาพของไวน์เสาวรสผสมลิ้นจี่ ผลิตไวน์สาวรสผสมลิ้นจี่ตามกระบวนการผลิตไวน์กำหนดอัตราส่วน เสาวรส:ลิ้นจี่ 3 ระดับ คือ 1:2 ,1:3 และ 1:4 (รูปที่ 1) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยเติม **Saccharomyces cerevisiae** สายพันธุ์ที่ถูกคัดเลือก (**QA23**) ลงไปในน้ำหมักที่เตรียมไว้นำไปหมักที่อุณหภูมิห้อง หรืออุณหภูมิตามธรรมชาติ ประมาณ 2-3 สัปดาห์ ทำการวัดคุณภาพทางเคมีของไวน์ก่อนนำไปกลั่นเป็นสุราผลไม้ ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (TSS) ปริมาณกรดทั้งหมด (TA) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ค่าความเป็นกรด – ด่าง และปริมาณแอลกอฮอล์ ทำการวางแผนการทดลองทางสถิติแบบ CRD



ภาพที่ 1 การผสมเสาวรสกับลิ้นจี่ก่อนเข้าสู่กระบวนการหมัก

2. ศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพของสุราผลไม้ นำไวน์ผลไม้ผสมจากข้อ 1 มากลั่นให้เป็นสุราผลไม้ (รูปที่ 2) ปรับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์เป็น 35 ดีกรี นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี ได้แก่ปริมาณแอลกอฮอล์ ค่าความเป็นกรด – ด่าง ค่าการส่องผ่านของแสง โดยใช้ Spectrophotometer ที่ 600 นาโนเมตร ทำการวางแผนการทดลองทางสถิติแบบ CRD



ภาพที่ 2 สุราผลไม้ผสมเสาวรสกับลิ้นจี่ที่กลั่นได้

3. การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยทำการทดสอบความชอบของผู้ทดสอบชิม โดยวิธี Hedonic scaling 9 point (รูปที่ 3) เพื่อทำการตรวจสอบคุณภาพในด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ ความชอบรวม ในเขต อ. เมือง จ. ลำปาง ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน โดยกลุ่มเป้าหมายต้องเป็นบุคคลทั่วไปที่ดื่มสุรา โดยใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองโดยใช้วิธี Duncan New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อทำการคัดเลือกสิ่งทดลองที่ดี โดยพิจารณาความเหมาะสมทั้งคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสร่วมกัน



ภาพที่ 3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสสุราผลไม้ผสมเสาวรสกับลิ้นจี่

ผลและวิจารณ์ผล

1. อัตราส่วนและคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไวน์เสาวรสผสมลิ้นจี่

จากวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไวน์เสาวรสผสมลิ้นจี่ (รูปที่ 4) โดยทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 สิ่งทดลอง พบว่า การวิเคราะห์ทางด้านปริมาณความเป็นกรด (TA) อยู่ในช่วงร้อยละ 0.71 - 0.82 โดยสิ่งทดลองที่ 1 (1:2) คือ ให้ค่าปริมาณความเป็นกรดสูงที่สุดเป็น ร้อยละ 0.82 เนื่องจากในสิ่งทดลองที่ 1 มีส่วนผสมของเสาวรสมากว่าสิ่งทดลองอื่น ซึ่งในเสาวรสจะมีปริมาณความเป็นกรดสูง (5.33%), ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugar) สิ่งทดลองที่ 3 (1:4) มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุดคือ ร้อยละ 0.70 เนื่องจากใน สิ่งทดลองที่ 3 มีเนื้อลิ้นจี่ปริมาณมาก ซึ่งในเนื้อลิ้นจี่มีปริมาณความหวานค่อนข้างสูง และมีปริมาณเป็นกรดน้อยจึงทำให้มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มาก ทำให้ได้ไวน์ไม่หวานปานกลางเนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงกว่าร้อยละ 0.40 (วันเพ็ญ, 2556) ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ปริมาณ

ของที่ละลายได้ทั้งหมด (^{O}Birx) และปริมาณแอลกอฮอล์ (%)ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไวน์เสาวรสผสมลิ้นจี่

เสาวรส:ลิ้นจี่	TA (%)	pH	TSS (^{o}Brix)	Reducing sugar (%)	Alcohol (%)
T_1 (1:2)	0.82 ± 0.03^{a}	4.02 ± 0.06^{ns}	6.35 ± 0.44^{ns}	0.43 ± 0.02^{c}	13.50 ± 1.00^{ns}
T_2 (1:3)	0.75 ± 0.04^{b}	4.21 ± 0.23^{ns}	6.54 ± 0.40^{ns}	0.60 ± 0.04^{b}	15.06 ± 0.51^{ns}
T_3 (1:4)	0.71 ± 0.03^{b}	4.03 ± 0.59^{ns}	7.04 ± 0.14^{ns}	0.70 ± 0.04^{a}	14.70 ± 0.17^{ns}

หมายเหตุ : ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 หรือ ($p>0.05$)

$^{a, b, c}$ หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น



ภาพที่ 4 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของไวน์ผลไม้ผสมเสาวรสกับลิ้นจี่

2. คุณภาพทางเคมีและกายภาพของสุราผลไม้

จากวิเคราะห์คุณภาพทางกายและเคมีภาพของสุราผลไม้เสาวรสผสมลิ้นจี่ (รูปที่ 5) โดยทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 สิ่งทดลอง พบว่า ปริมาณความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 3.49 - 3.68 แสดงถึงสุราผลไม้มีค่าความเป็นกรดซึ่งสิ่งทดลองที่ 3 (1:4) มีปริมาณความเป็นกรดสูงที่สุดคือ 3.71 ปริมาณแอลกอฮอล์ (%) มีค่าอยู่ในช่วง 35.00-35.66% ค่าการส่องผ่านของแสง (Transmittance) มีค่าอยู่ในช่วง 91.06-98.76% พบว่า สิ่งทดลองที่ 3 (1:4) มีค่าการส่องผ่านของแสงสูงที่สุดคือ 98.76% แสดงถึงความใสวาวและความขุ่นของสุราผลไม้ทำให้มีลักษณะปรากฏที่น่าดื่ม (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายและเคมีของผลิตภัณฑ์สุราผลไม้ผสมเสาวรสกับลิ้นจี่

เสาวรส:ลิ้นจี่	pH	Alcohol (%)	Transmittance (%)
T_1 (1:2)	3.68 ± 0.01^{b}	35.66 ± 0.05^{ns}	91.06 ± 0.80^{c}
T_2 (1:3)	3.49 ± 0.02^{c}	35.00 ± 0.00^{ns}	94.80 ± 0.85^{b}
T_3 (1:4)	3.71 ± 0.01^{a}	35.00 ± 0.00^{ns}	98.76 ± 0.49^{a}

หมายเหตุ : ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 หรือ ($p>0.05$)

$^{a, b, c}$ หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น



ภาพที่ 5 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของสุราผลไม้ผสมเสาวรสกับลิ้นจี่

3. การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

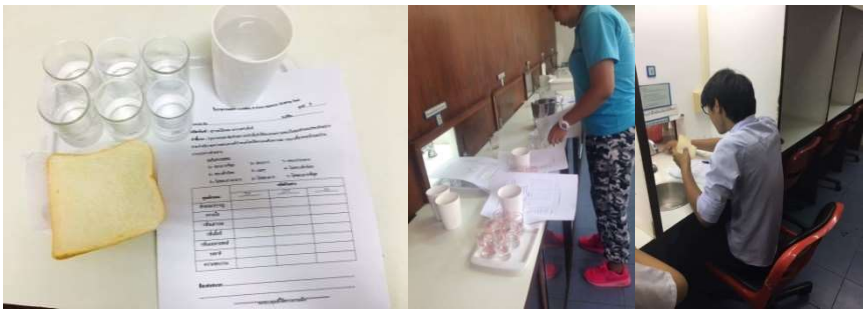
จากวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของสุราผลไม้ผสมเสาวรสกับลิ้นจี่ (รูปที่ 6) โดยทำการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 สิ่งทดลอง โดยใช้แบบทดสอบ 9 Point Hedonic scaling test ซึ่งมีผู้ทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการจำนวน 30 คน ซึ่งจะวิเคราะห์ลักษณะปรากฏ, ด้านความใส ,ด้านกลิ่นเสาวรส, ด้านกลิ่นลิ้นจี่, ด้านกลิ่นแอลกอฮอล์, ด้านรสชาติ, ด้านความชอบรวม และวางแผนการทดลองทางสถิติแบบ RCBD สามารถสรุปได้ว่า สิ่งทดลองที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ได้แก่ ด้านลักษณะปรากฏ พบว่า สิ่งทดลองที่ 3 (1:4) มีลักษณะปรากฏที่ได้คะแนนมากที่สุด (7.76) เนื่องมาจากความข่นของสุราผลไม้ทีเกิดจากการปรับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ให้เป็น 35% พบเห็นได้น้อยกว่า และมีความใสวาวกว่า, ด้านความใส พบว่า สิ่งทดลองที่ 3 (1:4) มีความใสปรากฏที่ได้คะแนนสูงที่สุด (7.91) เนื่องจากการปรับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ทำให้เกิดความข่นในสุราผลไม้ได้ ความใสจึงเกิดจากการมีความข่นน้อยที่สุด และมีความวาวเกิดขึ้นด้วย โดยดูจากค่า transmittance จึงทำให้ลักษณะปรากฏของสุราผลไม้ดูดีขึ้น ด้านกลิ่นลิ้นจี่ พบว่า สิ่งทดลองที่ 3 (1:4) มีคะแนนด้านกลิ่นลิ้นจี่สูงสุด (7.57) เนื่องด้วยมีสัดส่วนของปริมาณเนื้อลิ้นจี่มากที่สุด, ด้านกลิ่นแอลกอฮอล์ พบว่า สิ่งทดลองที่ 3 (1:4) ได้คะแนนของกลิ่นแอลกอฮอล์มากที่สุด (7.50) เนื่องมาจาก การที่มีเนื้อลิ้นจี่ปริมาณมากทำให้ค่า TSS และ ค่า Reducing sugar สูง จึงได้ปริมาณแอลกอฮอล์ที่สูงในน้ำหมัก (ไวน์ผสม) จึงทำให้สุราที่กลั่นได้มีปริมาณแอลกอฮอล์ที่สูงตาม ทำให้ได้กลิ่นของแอลกอฮอล์ชัดเจนขึ้น, ด้านรสชาติ (ความหวาน ความขม และความเผ็ดร้อน) พบว่า สิ่งทดลองที่ 3 (1:4) มีคะแนนความชอบสูงสุด (7.20) เนื่องมาจากปริมาณของลิ้นจี่ที่มีมากในส่วนผสม ทำให้สุราผสมที่ได้มีรสหวานค่อนข้างเด่นกว่ารสขม ทำให้ความชอบด้านรสชาติของสุราผสมเป็นที่ยอมรับ (Roberto **et al.**, 2010) และด้านความชอบรวม พบว่า ในสิ่งทดลองที่ 3 (1:4) มีคะแนนการยอมรับสูงสุด (7.58) ในด้านด้านกลิ่นเสาวรสพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนการใส่เสาวรสไม่มีผลในการลดกลิ่นของเสาวรสในผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Guichard **et al.**, 2003 ที่อธิบายเกี่ยวกับการหมัก "ผลไม้" ที่มีคุณภาพดี แล้วนำมากลั่น ทำให้สุราผลไม้ที่กลั่นได้มีคุณภาพของกลิ่นผลไม้ ทำให้ได้สุรากลั่นที่มีคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสดี

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สุราผลไม้ผสมเสาวรสกับลิ้นจี่

คุณลักษณะ	T_1 (1:2)	T_2 (1:3)	T_3 (1:4)
ลักษณะปรากฏ	7.58±083^{b}	7.66±0.79^{ab}	7.76±0.69^{a}
ความใส	7.75±0.62^{ab}	7.68±0.59^{b}	7.91±0.62^{a}
กลิ่นเสาวรส	6.80±0.83^{ns}	6.78±0.81^{ns}	7.03±0.89^{ns}
กลิ่นลิ้นจี่	7.10±0.84^{b}	7.02±0.72^{b}	7.57±0.87^{a}
กลิ่นแอลกอฮอล์	7.32±0.88^{ab}	7.17±1.11^{b}	7.50±0.92^{a}
รสชาติ	6.90±0.89^{b}	6.95±1.06^{b}	7.20±0.87^{a}
ความชอบรวม	6.85±1.02^{b}	7.00±0.98^{b}	7.58±0.96^{a}

หมายเหตุ : ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 หรือ (p>0.05)

$^{a, b}$ หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น



ภาพที่ 6 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของสุราผลไม้ผสมเสาวรสกับลิ้นจี่

สรุปผลการวิจัย

การทำสุราผลไม้ผสมที่ดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคขึ้นอยู่กับสัดส่วนของผลไม้ที่ผสมจึงจะได้การยอมรับในด้านประสาทสัมผัสที่ดี รวมไปถึงคุณภาพด้านเคมี ซึ่งหมายถึงรสชาติและกลิ่นที่ยอมรับได้ และคุณภาพด้านกายภาพที่แสดงถึงลักษณะปรากฏและความใสของสุราผลไม้ ทำให้เกิดความพึงพอใจของผู้บริโภค ซึ่งในงานนี้สุราผลไม้ผสมสิ่งทดลองที่ 3 (เสาวรส 1 ส่วน ต่อ ลิ้นจี่ 4 ส่วน) เป็นที่ยอมรับและมีคะแนนมากที่สุด ดังคะแนนที่ปรากฏในตารางที่ 3

.

เอกสารอ้างอิง

วันเพ็ญ จิตรเจริญ. 2556. คู่มือไวน์เมกเกอร์. บริษัท เชียงใหม่พริ้นท์ติ้ง จำกัด. พิมพ์ครั้งที่ 1. 287 น.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2546. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสุรากลั่นชุมชน. มผช. 32/2546

Guichard, H., Lemesle, S., Ledauphin, J., Barillier, D. and Picoche, B. 2003. Chemical and sensorial aroma characterization of freshly distilled Calvados. 1. Evaluation of quality and defects on the basis of key odorants by olfactometry and sensory analysis. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 51, 424–432.

Roberto, R.M., Anna, P.L. and Juan, J.M.A. 2010. Effect of cider maturation on the chemical and sensory characteristics of fresh cider spirits. Food Research International. 43 (2010), 70-78.

คุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพการหุงต้มข้าวกล้องใน เขตน้ำแร่แจ้ซ้อนลำปาง ประเทศไทย

Nutritive Value and Cooking Quality of Brown Rice from Lampang Chae Son Mineral Water Area, Thailand

จิรภา พงษ์จันตา[1*] สุเทพ ทองมา[1] ทนงศักดิ์ สัสดีแพง[2] ไกรสีห์ พิสิษฐ์กุล[2] รุ่งทิวา กองเงิน[2] และนันทวัน แก้วโชติ[3]

Jirapa Pongjanta[1]*, Suthep Tongma[1], Tanongsak Sasa-deephang[2], Krisri Phisitkul[2], Rungtiwa Kongngoen[2] and Nantawan Kaewchote[3]

บทคัดย่อ

พื้นที่ปลูกข้าวเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณค่าทางโภชนาการและคุณภาพการหุงต้มข้าวที่ผู้บริโภคสนใจ ดังนั้น งานวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพการหุงต้ม และคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องที่ปลูกในเขตธารน้ำแร่แจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน 3 สายพันธุ์ คือ ข้าวไรซ์เบอรี่ ข้าวเหนียวลืมผัว และ กข 6 ที่เก็บเกี่ยวในนาปรังปีเพาะปลูก 2559/2560 เปรียบเทียบกับข้าวที่ปลูกในเขตอำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง ผลการวิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุพบว่าข้าวกล้องไรซ์เบอรี่ และ กข 6 ที่ปลูกในเขตหมู่บ้านสบลี ตำบลแจ้ซ้อน มีปริมาณแคดเมียม โครเมียม ปรอท และนิกเกิล ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานอาหารปลอดภัยที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก และ European Communities โดยข้าวเหนียวลืมผัว และข้าวไรซ์เบอรรี่ มีปริมาณธาตุ ทองแดง เหล็ก แมงกานีส สังกะสี สูงกว่า ข้าวกข 6 ส่วนคุณภาพการหุงต้มข้าว และส่วนประกอบทางเคมีในตัวอย่างข้าวที่ทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด แอนโทไซยานินรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่าข้าวเหนียวลืมผัว และข้าวไรซ์เบอรรี่ที่ปลูกในเขตน้ำแร่แจ้ซ้อนมีปริมาณสูงกว่าข้าวกล้องที่ปลูกนอกเขตธารน้ำแร่แจ้ซ้อนในเขต อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง

คำสำคัญ : ข้าวกล้อง; โลหะหนัก; แร่ธาตุ; ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ABSTRACT

Rice growing areas are important factors on nutritional values and cooking quality which was interested by consumers. Thus the objective of this research was to investigate the nutritional values and cooking quality of 3 varieties of brown rice namely Rice-berry, Lumphou, and RD 6, which were harvested in the 2016/17 from Chae Son mineral water area in Chae Son sub-district, Muang Pan district and comparative with brown rice from Sob Prap district, Lampang province. Analysis results revealed that both of brown rice samples from Ban Sob Lee Chea Son sub district had cadmium, chromium, mercury and nickel lower than the WHO and European Communities on food safety standard. In addition, Rice berry and Lumphou variety had higher contain of copper, iron, manganese and zinc than RD 6. The cooking quality and chemical composition were significantly different ($p<0.05$) between the rice samples. The statistics show that the phenolic compound, total anthocyanin and anti-oxidant activity of rice berry and Lumphou varieties from Chae- Son mineral river area were significant higher than brown rice from Sob-Prap district, Lampang province.

Keyword: Brown rice; Heavy metals; Minerals; anti-oxidant activity

---

[1] ศูนย์นวัตกรรมอาหาร สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เลขที่ 202 หมู่17 ต. พิชัย อ.เมือง จ.ลำปาง 52000 ประเทศไทย

[1] Food Innovation Center, Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, 202 M. 17 T. Phichai Muang ,Lampang 52000, Thailand

[2] สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง เลขที่ 202 หมู่17 ต. พิชัย อ.เมือง จ.ลำปาง 52000 ประเทศไทย

[2] Department of Agro industry, Faculty of Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang, 200 M17 T. Phichai Muang ,Lampang 52000, Thailand

[3]วิทยาลัยฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏ พระนคร เลขที่ 9 แจ้งวัฒนะ แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 10220

[3]College of Teacher Education Phranakhon Rajabhat University No 9 Chaengwattana Road, Bangkhen, Bangkok, Thailand 10220

[*]ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : jiratawan@gmail.com; pongjanta@rmutk.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันตลาดอาหารสุขภาพเติบโตอย่างมากและเป็นกระแสที่ก่อให้เกิดการผลิต การวิจัย และการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคอย่างกว้างขวาง ประเทศไทยได้ชื่อว่าเป็นแหล่งผลิตข้าวที่สำคัญของโลกและยังเป็นประเทศผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ โดยในปี 2557 มีปริมาณการส่งออก 10.8 ล้านตัน และในปี 2558 คาดว่าแนวโน้มการค้าข้าวทั้งของโลกและของไทยจะขยายตัวมากขึ้นโดยเฉพาะตลาดข้าวเพื่อสุขภาพที่มีสารต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในกลุ่มข้าวที่สีและข้าวขาวที่มีลักษณะพิเศษด้านกลิ่นหอม (Chen et al., 2016; ดวงจันทร์, 2557) ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวจังหวัดลำปาง (2559) รายงานผลปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและแร่ธาตุในข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เกษตรกรปลูกในเขตธารน้ำแร่แจ้ซ้อน จังหวัดลำปาง พบว่ามีปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและแร่ธาตุต่างๆสูงกว่าที่พบในการศึกษาที่ผ่านมาถึงสองเท่า รายงานวิจัย จาก ดวงใจ และคณะ (2556) พบว่าธาตุอาหารพืช เช่น ซัลเฟอร์ แคลเซียม แมงกานีส และแมกนีเซียมมีผลต่อปริมาณสารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline (2-AP) ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 การเติมธาตุแมงกานีสและซัลเฟอร์มีแนวโน้มทำให้สารหอม 2-AP ในเมล็ดข้าวสูงขึ้น ส่วนการทดสอบในดินชุดร้อยเอ็ด พบว่าการใส่ธาตุอาหารต่างๆ ไม่ทำให้ผลผลิตแตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าธาตุอาหารมีความสำคัญกับการเจริญเติบโตของต้นข้าว ปริมาณผลผลิต และคุณภาพของข้าวทั้งในด้านรูปร่างลักษณะเมล็ด สมบัติเชิงหน้าที่ในการใช้ประโยชน์รวมถึงคุณค่าโภชนาการของผลผลิตข้าวที่ได้

พื้นที่ปลูกข้าวของเกษตรกรในเขตอำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง เป็นนาข้าวที่โอบล้อมด้วยภูเขา และธรรมชาติสมบูรณ์ลึกลงไปใต้ผืนดินในบริเวณนี้จะมีความร้อนสะสมภายใต้ชั้นหินแกรนิต มีอุณหภูมิสูงถึง 500 – 1,000 องศาเซลเซียส เคลื่อนตัวผ่านขึ้นมาจนถึงน้ำใต้ดิน กักเก็บพลังงานจนถึงจุดเดือด จนก่อให้เกิดแรงดัน เผยตัวออกมา ตามรอยแตกของเปลือกโลกขึ้นมาที่ผิวดิน ก่อกำเนิดเป็นน้ำพุร้อน โดยน้ำร้อนจะไหลตามความลาดเอียง ของภูมิประเทศไปสู่ธารน้ำตกที่ไหลมาจากน้ำตกแจ้ซ้อน ได้เป็นธารน้ำแร่ที่ไหลตามความลาดเอียงของภูมิประเทศไปสู่แปลงนาของเกษตรกรในเขตอำเภอเมืองปานทั้งในรูปธารน้ำไหลและน้ำผุดขึ้นมาจากผิวดิน มีรายงานการศึกษาในด้านคุณลักษณะและประเภทของน้ำพุร้อนในประเทศไทยจำนวน 114 แห่ง พบว่าสามารถแบ่งออกตามอุณหภูมิความร้อนได้เป็น 2 กลุ่มคือ ที่อุณหภูมิในช่วง 50-99 ^{o}ซ มีประมาณ 62% และ อุณหภูมิในช่วง 30-50^{o}ซ มีประมาณ 38% และได้แบ่งตามค่าความกรดด่าง ได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เป็นด่างที่มี pH ในช่วง 7.5-9 พบที่ระดับ 68% กลุ่มที่มี pH ในช่วง 6.0-7.5 ประมาณ 24% และ pH ในช่วง 9.0 -10.0 พบที่ระดับ 8% และมีส่วนประกอบของแร่ธาตุในกลุ่ม H_2S Ca Cl F Fe K Mg Mn Na NH_3 SiO_2 SO_4 และพบว่าที่ผิวหน้าของน้ำพุร้อน มีอุณหภูมิในช่วง 32-99^{o}ซ โดยน้ำพุร้อนในเขตจังหวัดภาคเหนือมีปริมาณ SiO_2 และ F ค่อนข้างสูงและมีกลิ่นซัลเฟอร์ (Pet-hiang et al.,2005) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบคุณภาพการหุงต้ม สมบัติทางเคมี ปริมาณโลหะหนัก แร่ธาตุสุขภาพ และสารต้านอนุมูลอิสระในข้าวกล้องและข้าวสารที่ปลูกในเขตธารน้ำแร่แจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน เปรียบเทียบกับข้าวที่ปลูกนอกเขตธารน้ำแร่แจ้ซ้อน จังหวัดลำปาง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบ

ทำการสำรวจพื้นที่และสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวเปลือกที่ปลูกในเขตธารน้ำแร่แจ้ซ้อนในหมู่บ้านศรีดอนมูล และบ้านสบลี อำเภอเมืองปาน จำนวน 3 พันธุ์ คือ ข้าวไรซ์เบอรี่ ข้าวเหนียวดำลืมผัว และ ข้าว กข 6 ที่เก็บเกี่ยวในนาปรังปีเพาะปลูก 2559/2560 เปรียบเทียบกับข้าวที่ปลูกในเขตอำเภอแม่ทะ และอำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง

2. อุปกรณ์และวิธีการตรวจสอบคุณภาพข้าวกล้อง

1. การตรวจสอบลักษณะเมล็ดและคุณภาพการหุงต้มตัวอย่างข้าวกล้อง ในด้านอุณหภูมิแป้งสุก ทดสอบโดยวิธีการสลายเมล็ดข้าวในด่าง (alkali test) โดยแช่เมล็ดข้าวสารในสารละลายด่างโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 1.7% นาน 23 ชั่วโมง และใช้ค่าการสลายของเมล็ดข้าวปรากฏมาประเมินระดับอุณหภูมิแป้งสุก โดย ค่าการสลายของเมล็ดข้าวในด่างมากจนเป็นเจลใส กำหนดค่า 6-7 เป็นข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุก ต่ำกว่า 70 องศาเซลเซียสใช้เวลาหุงต้มนาน 12-16 นาที ถ้าค่าการสลายของเมล็ดข้าวในด่างมีลักษณะเป็นเจลใสบางส่วน กำหนดค่า 4-5 เป็นข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกปานกลาง (70-74 องศาเซลเซียส) ใช้เวลาหุงต้มนาน 16-24 นาที และค่าการสลายของเมล็ดข้าวในด่างเฉพาะขอบนอกของเมล็ดข้าว กำหนดค่า 1-3 เป็นข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกสูงมากกว่า 75 องศาเซลเซียส ใช้เวลาหุงต้มนานกว่า 24 นาที อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าว ค่าความคงตัวของแป้งสุก และกลิ่นหอม ตามวิธีการของงามชื่น (2546) และ อรอนงค์ (2547)

2. การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี การเตรียมตัวอย่างแป้งข้าวกล้องโดยวิธีการโม่แห้งโดยใช้เมล็ดข้าวที่มีความชื้นร้อยละ 12 โดยประมาณ นำไปบดด้วยเครื่องโม่แห้ง Cycotex sample mill ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 80 เมช นำมาวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลส ตามวิธีการ Juliano (1975) ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย คาร์โบไฮเดรต และค่าพลังงานทั้งหมดตามวิธีการใน AOAC (2016) ปริมาณโลหะหนักและแร่ธาตุสุขภาพ ในกลุ่ม ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (AOAC; 990.28, 2016) แคดเมียม(AOAC; 990.10,2013.06,2016) ปริมาณโครเมียม นิกเกิล แมงกานีส และปรอทโดยวิธี Inductively Couple Plasma Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES ตาม วิธีการใน AOAC; 999.10, (2016) และปริมาณ ทองแดง เหล็ก และ สังกะสี โดยวิธี ICP-MS Technique ตามวิธีการใน AOAC ; 999.10 (2005)

3. การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในรูปกรดแกลลิก โดย Folin-Ciocalteu colorimetric โดยดัดแปลงตามวิธีการใน Sutharut and Sudarat (2012) ทำการสกัดตัวอย่างแป้งข้าวกล้องที่บดละเอียดผ่านตะแกรงร่อนขนาด 80 เมช จำนวน 1 กรัม ด้วยสารละลาย เมทานอล (60%) จำนวน 10 มิลลิลิตร เขย่านาน 48 ชั่วโมง ดูดตัวอย่างสารละลายส่วนใส ด้านบนจำนวน 25 ไมโครลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ 2 มิลลิลิตร เติม Folin-Ciocalteu phenol reagent (10%) จำนวน 100 ไมโครลิตร พักไว้ 5 นาที และเติม Na_2CO อิ่มตัว จำนวน 300 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน พักไว้ในที่มืด ณ อุณหภูมิห้องนาน 1 ชั่วโมง แล้ววัดค่าดูดกลืนแสงที่ 765 นาโนเมตร อ่านค่าเทียบกับสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้น 0 – 100 ไมโครลิตร แล้วแปลงผลค่าที่วิเคราะห์ได้มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่างแป้งข้าวกล้อง

4. วิเคราะห์ปริมาณ แอนโทไซยานิน โดยวิธี pH differential method ดัดแปลงตามวิธีการของ Sutharut and Sudarat (2012) ทำการสกัดตัวอย่างแป้งข้าวที่บดละเอียดผ่านตะแกรงร่อนขนาด 80 เมช จำนวน 1 กรัม ด้วยสารละลาย เมทานอล (60%) จำนวน 10 มิลลิลิตร เขย่านาน 48 ชั่วโมง แล้วดูดตัวอย่างสารละลายส่วนใส จำนวน 100 ไมโครลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่มี สารละลาย HCL-KCL บัฟเฟอร์ ที่ pH 1.0 จำนวน 900 ไมโครลิตร และดูดใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลาย HCL-KCL บัฟเฟอร์ pH 4.5 จำนวน 900 ไมโครลิตร จากนั้นนำมาบ่มในที่มืดนาน 1 ชั่วโมง นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 และ 700 นาโนเมตร แล้วคำนวณปริมาณแอนโธซัยยานินส์ ในรูปของ cyanidin-glucoside ดังนี้

$$A = (A_{510}-A_{700})_{pH\ 1.0} - (A_{510}-A_{700})_{pH\ 4.5}$$ และ

$$\text{TA content} = (A \times Mw \times \text{dilution factor} \times 100)/(\varepsilon)$$

โดยที่ ; Mw = 449.2 g mol,

ε = 26900 M cm,

Dilution factor = ความยาวคลื่น 510 nm ที่ pH1 และที่ความยาวคลื่น 510nm pH 4.5

การทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี ABTSº+ ดัดแปลงตามวิธีการของ Sutharut and Sudarat (2012) โดยการเตรียม Stock ABTS: $K_2S_2O_8$ solution โดยชั่ง ABTS จำนวน 0.0384 กรัม ใส่ในขวดวัดปริมาตร และคนให้ละลายในน้ำกลั่นและ ปรับปริมาตรให้ได้10 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น แล้วเตรียมชั่ง $K_2S_2O_8$ จำนวน 0.0384 กรัม ใส่ในขวดวัดปริมาตร 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ได้ 25 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น ทำการผสมสารละลาย ABTS: $K_2S_2O_8$ ในอัตราส่วน 8:12.15 มิลลิลิตร เก็บในที่มืด ณ อุณหภูมิห้องนาน 16-24 ชั่วโมง ทำการเจือจางด้วยน้ำกลั่น แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 734 นาโนเมตร ให้ได้ค่าในช่วง 0.7-0.9 นาโนเมตร การเตรียมสารละลายมาตรฐาน Trolox/Quercetin (ที่ความเข้มข้น 1 มิลลิโมล และทำละลายด้วย สารละลายเมทานอล 80%) ที่ความเข้มข้น 0-100 ไมโครลิตร ทำการตรวจสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยการปิเปตสารละลาย ABTS: $K_2S_2O_8$ จำนวน 980 ไมโครลิตร ลงใน cuvette แล้ว ปิเปตสารละลายมาตรฐาน Trolox/Quercetin และสารสกัดข้าวกล้อง (ที่เตรียมเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิก) จำนวน 20 ไมโครลิตร ลงผสมให้เข้ากัน แล้วบ่มไว้ในที่มืด นาน 30 นาที อ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ 734 นาโนเมตร โดยในหลอด blank ใช้น้ำกลั่นปราศจากไอออน จำนวน 1 มิลลิลิตรแทน ABTS solution จากนั้นนำค่าที่อ่านได้มาหา % inhibition แล้วนำไปอ่านน้ำหนักจากกราฟมาตรฐานของ Trolox เพื่อหาค่า Trolox Equivalent antioxidant Capacity (TEAC)

โดย % inhibition = Abs negative control - Abs sample x 100 / Abs negative control

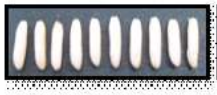
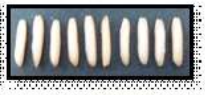
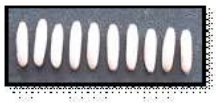
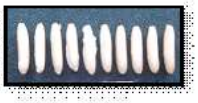
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลผลการตรวจสอบคุณภาพจำนวน 3 ซ้ำ มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 16

ผลและวิจารณ์ผล

1. ผลการตรวจสอบคุณภาพการหุงต้ม

ลักษณะปรากฏและคุณภาพการหุงต้มของข้าวไรซ์เบอร์รี่ (RBR) กข 6 (KD-6) และข้าวลืมผัว (LP) ที่ปลูกในเขตธารน้ำแร่แจ้ซ้อนที่บ้านศรีดอนมูล (SDM) หมู่บ้านสบลี (SL) เปรียบเทียบกับข้าวพันธุ์เดียวกันจากบ้านกล้วย (BK) อำเภอแม่ทะ และบ้านดอนแก้ว (BDK) อำเภอ สบปราบ จังหวัดลำปางแสดงในตารางที่ 1 พบว่าค่าความคงตัวของแป้งสุก ในช่วง 71.50 -100 มิลลิเมตร ค่าอุณหภูมิแป้งสุกมีค่า ในช่วง 70 -79 องศาเซลเซียส (ใช้วิธีการสลายตัวของเมล็ดข้าวในสารละลายด่าง แล้วแปลงค่าอัตราการสลายเมล็ดข้าวเป็นค่าอุณหภูมิแป้งสุกโดยประมาณ) อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวกล้องสุก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่า ตามลำดับ และ 0.93-1.47 เท่า ตามลำดับ ซึ่งมีค่าในช่วงเดียวกับงานวิจัยอื่นๆ ในข้าวพันธุ์เดียวกัน (จิรภา และคณะ 2556; Pongjanta et.al., 2016 และ อรอนงค์, 2547)

ตารางที่ 1 คุณภาพการหุงต้มรับประทาน และลักษณะปรากฏเมล็ดข้าว กล้องที่ปลูกในเขตธารน้ำแร่แจ้ซ้อนและนอกเขตธารน้ำแร่แจ้ซ้อนในปีเพาะปลูก 2559/2560

พันธุ์ข้าว	ความคงตัวแป้งสุก (มม.)	อุณหภูมิแป้งสุก (^{0}ซ)	อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก	กลิ่นหอม	ลักษณะปรากฏเมล็ดข้าว ก่อนต้ม	ลักษณะปรากฏเมล็ดข้าว หลังต้ม
ข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ - บ้านศรีดอนมูล	85.50^{b} ±2.36	74.5 -79.0^{ns}	1.08^{b} ±0.02	2^{b}		
ข้าวกล้องกข 6-บ้านศรีดอนมูล	100.00^{a} ±0.00	74.5 -79.0	1.09^{b} ±0.02	3^{a}		
ข้าวกล้องลืมผัว -บ้านศรีดอนมูล	100.00^{a} ±0.00	74.5 -79.0	1.07^{b} ±0.02	3^{a}		
กล้องไรซ์เบอร์รี่-บ้านสบลี	97.00^{a} ±1.41	74.5 -79.0	1.07^{b} ±0.00	3^{a}		
ข้าวกล้องกข 6 -บ้านสบลี	96.00^{a} ±4.24	74.5 -79.0	1.07^{b} ±0.01	2^{b}		
ข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่บ้านกล้วย	100.00^{a} ±0.00	74.5 -79.0	0.93^{b} ±0.04	3^{a}		
กล้องลืมผัว บ้านดอนแก้ว แม่ทะ	85.50^{b}± 6.36	74.5 -79.0	1.24^{a} ±0.03	3^{a}		

หมายเหตุ : ^{a,b,} อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.05)

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

ผลการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของข้าวกล้อง พบว่า ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยทั้งหมด คาร์โบไฮเดรต มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยข้าวกล้อง กข 6 บ้านศรีดอนมูล มีความชื้นมากที่สุด (13.32 %) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับข้าวพันธุ์ลืมผัวบ้านศรีดอนมูล และข้าวไรซ์เบอร์รี่ อำเภอเมืองปาน ข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ บ้านศรีดอนมูล มีโปรตีนมากที่สุด (11.21%) ส่วนข้าวกล้องลืมผัวบ้านศรีดอนมูล มีไขมันมากที่สุด (3.40 %) ส่วนปริมาณเส้นใยและเถ้า พบว่าข้าวกล้องลืมผัวบ้านศรีดอนมูล มีปริมาณมากที่สุด (0.94 และ 1.54 %) ด้านปริมาณคาร์โบไฮเดรต พบว่าข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ อำเภอเมืองปานมีมากที่สุด (94.77%) ส่วนค่าพลังงาน พบว่า ข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่บ้านศรีดอนมูล มีค่าพลังงานมากที่สุด คือ 359.63 กิโลแคลอรีต่อ100 ตัวอย่าง (ตารางที่ 2) จากผลการวิเคราะห์ที่กล่าวมานี้ชี้ว่า ปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า คาร์โบไฮเดรต ค่าพลังงาน และ แอมิโลส นั้นมีความแตกต่างกันในระหว่างพันธุ์ข้าวมากกว่าแหล่งที่ปลูกข้าว อย่างไรก็ตามพบว่า ข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่ปลูกในเขตธารน้ำแร่แจ้ซ้อนใน เขตอำเภอเมืองปานจะมีปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใย และเถ้าสูงกว่าข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่ปลูกในเขต อำเภอสบปราบจังหวัดลำปาง

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบทางเคมีในข้าวกล้องที่ปลูกในเขตที่ปลูกในเขตและนอกเขตธารน้ำแร่อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง

พันธ์ข้าว และแหล่งปลูก	ส่วนประกอบทางเคมี (%) โดยน้ำหนักเปียก						ค่าพลังงาน (Kcal/100g)	แอมิโลส (%)
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เส้นใย	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต		
ข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ บ้านศรีดอนมูล	12.0±0.15[c]	11.21 ±0.00[a]	3.15± 0.02[b]	0.74± 0.03[b]	1.29 ± 0.03[c]	94.30± 0.03[e]	450.48 ±0.10[a]	12.53 ±0.09[b]
ข้าวกล้องกข-6 บ้านศรีดอนมูล	13.3± 0.11[a]	8.80 ±0.00[d]	2.71± 0.02[d]	0.65± 0.00[bc]	1.16± 0.03[d]	94.67± 0.02[b]	438.33 ±0.22[d]	4.48 ±0.45[cd]
ข้าวกล้องลืมผัว บ้านศรีดอนมูล	13.08± 0.2[a]	8.92 ±0.03[d]	3.40 ± 0.02[a]	0.94± 0.05[a]	1.54± 0.01[d]	94.42± 0.05[d]	443.98 ±0.22[b]	4.22 ±0.09[d]
ข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ บ้านสบลี	12.63± 0.2[b]	9.45 ±0.0[c]	3.06± 0.01[c]	0.68± 0.03[bc]	1.33± 0.02[e]	94.57± 0.04[c]	443.64 ±0.23[b]	14.23 ±0.00[a]
ข้าวกล้องกข6 บ้านสบลี	12.40± 0.5[b]	10.80 ±0.01[b]	2.15± 0.01[e]	0.57 ± 0.04[c]	1.43 ± 0.03[b]	94.52± 0.08 [c]	440.72 ±0.49[c]	5.03 ±0.10[c]
ข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ อ.สบปราบ	13.00± 0.2[a]	8.48 ±0.02[d]	3.02± 0.02[c]	0.62± 0.05[c]	0.99± 0.02[e]	94.77 ± 0.04[a]	440.27 ±0.36[c]	12.43 ±0.50[b]

หมายเหตุ :[a, b,...] อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3. ผลการตรวจสอบปริมาณแร่ธาตุ

ผลการตรวจสอบปริมาณ แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ปรอท (Hg) และนิกเกิล (Ni) ในข้าวกล้อง แสดงในตารางที่ 3 พบว่า ข้าว กข 6 และข้าวเหนียวลืมผัว บ้านศรีดอนมูล มีแคดเมียมมากที่สุด (0.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานสูงสุดของแคดเมียมในข้าวที่กำหนดโดย European Communities ที่กำหนด 0.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสูงกว่ามาตรฐานอาหารของออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ (Food Standard Australia-New Zealand) ที่กำหนดไว้เท่ากับ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนข้าว กข.6 จาก หมู่บ้านสบลี มีปริมาณแคดเมียมต่ำกว่าข้อกำหนด (0.054 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม) ส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่มีแคดเมียม 0.11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมสูงกว่าค่ามาตรฐาน มาตรฐานอาหารของออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ เกณฑ์มาตรฐานปลอดภัยที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก กำหนดไว้ว่าคนปกติไม่ควรได้รับแคดเมียมเกินสัปดาห์ละ 0.40-0.50 มิลลิกรัม ปริมาณแคดเมียมสูงสุดในอาหารชนิดต่างๆ ที่กำหนดโดย EU Srianujata (2002) รายงานว่าปริมาณแคดเมียมในข้าวของไทยอยู่ระดับปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวของประเทศต่างๆ ในแถบเอเชีย และพบว่าทั้งคนที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครและในต่างจังหวัดได้รับแคดเมียมจากการกินอาหารและน้ำดื่มในแต่ละวันใกล้เคียงกัน คือ คนกรุงเทพฯได้รับเฉลี่ย 0.113 มิลลิกรัมต่อสัปดาห์ ในขณะที่คนต่างจังหวัดได้รับเฉลี่ย 0.105 มิลลิกรัมต่อสัปดาห์

ส่วนปริมาณปรอท (Hg) พบว่า ข้าวไรซ์เบอร์รี่ จากบ้านศรีดอนมูล มีมากที่สุด (0.030 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม) โดยเกินปริมาณที่กำหนดจากประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 98 (พ.ศ.2529) ส่วนข้าว กข-6 ข้าวเหนียวลืมผัวจากบ้านศรีดอนมูล ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าว กข.6 จากบ้านสบลี มีปริมาณน้อยกว่า 0.018 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม จากประกาศ

กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ.2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนมีข้อกำหนดเกี่ยวกับการปนเปื้อนของ ปรอท ในอาหารไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับอาหารทะเล และไม่เกิน 0.02 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม สำหรับอาหารทั่วไป

ปริมาณนิกเกิล (Ni) พบว่า ข้าวเหนียวลืมผัวจากหมู่บ้านศรีดอนมูล พบในปริมาณมากที่สุด (1.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และ ข้าวเหนียว กข 6 ที่บ้านสบลี พบในปริมาณน้อยที่สุด (0.35 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม) นิกเกิลพบมากในเลือด ปอด ตับอ่อน สมอง กระดูก ไต หลอดเลือดแดง ผิวหนัง นิกเกิลส่วนมากจะขับออกทางปัสสาวะ และอุจจาระ หน้าที่ของนิกเกิล เป็นตัวกระตุ้นของเอนไซม์บางชนิด และเกี่ยวกับการเผาผลาญน้ำตาลในร่างกาย เป็นปัจจัยของฮอร์โมน ไขมัน และการเผาผลาญเยื่ออ่อน อาจทำให้กรดอาร์ เอ็น เอ (RNA) และ ดี เอ็น เอ (DNA) คงสภาพเพราะพบในปริมาณมาก ถ้าขาดเกลือแร่นิกเกิลทำให้ ตับแข็ง ไตทำงานไม่เต็มที่ และไม่ทำงานในที่สุด เหงื่อออกมาก การดูดซึมของลำไส้บกพร่อง เครียด ขาดเหล็ก อาจจะทำให้เกิดโรคโลหิตจาง นิกเกิลพบในน้ำมันเชื้อเพลิงที่ถูกเผาไหม้ ควันบุหรี่ ควันดำจากรถ จากภาชนะหุงต้ม จากอุปกรณ์ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคของอาหารบางชนิด เช่น การทำเนยเทียม (margarine) เป็นต้น นอกจากนี้พบในอาหารทะเล ธัญพืช ข้าวต่าง ๆ ถั่วเมล็ดพืช ไตเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณของนิกเกิลในร่างกาย ถ้ามีนิกเกิลมากเกินไปจะทำให้กล้ามเนื้อหัวใจตาย เป็นลม การตรวจค่านิกเกิลในเลือดและในปัสสาวะ ค่าปกติของนิเกิลในเลือดคือ 0.2 ไมโครกรัม/ลิตร และในปัสสาวะคือ 1 - 3 ไมโครกรัม/ลิตร (Zeng et al., 2015)

ตารางที่ 3 ปริมาณแร่ธาตุที่ในข้าวกล้องที่ปลูกในเขตธารน้ำแร่แจ้ซ้อนหมู่บ้านศรีดอนมูล และหมู่บ้านสบลี อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปางในปีเพาะปลูก 2559/2560

ชนิดและปริมาณแร่ธาตุ (mg/kg)	พันธุ์ข้าวและแหล่งปลูก				
	ข้าวไรซ์เบอร์รี่	ข้าวกข 6	ข้าวเหนียวลืมผัว	ข้าวไรซ์เบอร์รี	ข้าวกข.6
	หมู่บ้านศรีดอนมูล			หมู่บ้านสบลี	
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
แคดเมียม (Cd)	0.014^{ns}	0.21	0.21	0.11	0.054
โครเมียม (Cr)	0.27^{ns}	0.00	<0.25	0.00	0.00
ปรอท (Hg)	0.030^{ns}	<0.018	<0.018	<0.018	<0.018
นิกเกิล (Ni)	1.04^{ns}	0.56	1.21	0.61	0.35
ทองแดง (Cu)	1.32^{c}	1.80^{d}	4.04^{a}	1.70^{b}	0.71^{d}
เหล็ก (Fe)	39.25^{a}	7.24^{c}	10.33^{b}	4.58^{d}	5.05^{d}
แมงกานีส (Mn)	14.42^{c}	18.31^{b}	20.51^{a}	13.80^{c}	8.52^{d}
สังกะสี (Zn)	18.32^{b}	16.4^{d}	27.80^{a}	19.58^{b}	17.86^{c}

หมายเหตุ : ^{ns} ตามแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

$^{a, b,...}$ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

ส่วนปริมาณธาตุอาหารสุขภาพในกลุ่มทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) พบว่ามีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดย ข้าวเหนียวลืมผัว จากบ้านศรีดอนมูล มี ทองแดงมากที่สุด (4.04 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม) รองลงมาคือ ข้าวกข 62 (1.8 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม) ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวกข 6 จากบ้านสบลี (1.70 และ 0.71มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ปริมาณธาตุเหล็กพบว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่ จากหมู่บ้านศรีดอนมูล มีมากที่สุด (39.25 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม) รองลงมาคือ กข-แม่โจ้ 2 และข้าวเหนียวลืมผัว (7.24 และ 10.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่ และ กข.6 จาก บ้านสบลี มีธาตุเหล็กในปริมาณ 4.58 และ 5.05 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ผาณิต และคณะ (2555) พบว่าข้าวหอมอุบล และ ข้าวเหนียวดำ มีธาตุเหล็ก 19.23 และ 8.24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปริมาณแมงกานีส (Mn) พบว่า ข้าวเหนียวลืมผัว หมู่บ้านศรีดอนมูลมีมากที่สุด (20.51 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม) และข้าวกข.6 จากบ้านสบลี มีปริมาณน้อยที่สุด ส่วนปริมาณสังกะสี พบในช่วง 16.40-27.80 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม โดยข้าวเหนียวลืมผัว บ้านศรีดอนมูลมีมากที่สุด (27.80 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม) และข้าว กข 6 มีน้อยสุดในทุกพื้นที่ปลูก จากรายงานวิจัยของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวลำปาง (2559) พบว่าปริมาณแร่ธาตุในข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวทับทิมชุมแพ และ ข้าวกข 6 ที่ปลูกในน้ำพุร้อนบ้านแจ้ซ้อน ตำบลแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง มีปริมาณ ฟอสฟอรัส โพแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม สังกะสี ทองแดง และแมงกานีส ในช่วง 1,573.9–6,838.3 1,413.50-6,762.90 124.60-581.60 727.60-3412.5 15.30-34.06 2.67-6.36 และ 4.97-8.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดย ข้าวทับทิมชุมแพ มีปริมาณแร่ธาตุ ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม ทองแดง สูงกว่า ข้าวพันธุ์ กข 6 ที่ปลูกในเขตพื้นที่น้ำแร่ ตำบลแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน มีปริมาณสูงกว่า ข้าวที่อำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง

ชลธิราและคณะ(2556) รายงานการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวไร่พื้นเมืองในจังหวัดกาญจนบุรี พบว่าข้าวพันธุ์ KYR5 และพันธุ์ BBJ มีปริมาณสังกะสีสูงสุด (1.29 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วนพันธุ์ HR2 มีปริมาณเหล็ก 3.56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พันธุ์ SKNSP มีปริมาณแคลเซียม 80.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพันธุ์ UPLRNo 3W มีปริมาณโพแทสเซียม 112 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม

M.A Umar และคณะ (2013) ศึกษาคุณค่าสารอาหารของข้าวป่าจากรัฐกาดูนาในภาคกลาง ประเทศไนจีเรีย วิเคราะห์ปริมาณแร่ธาตุแคลเซียม พบว่ามีปริมาณ 183.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สังกะสี 36.70 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม เหล็ก 38.30 0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทองแดง 14.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมซึ่งปริมาณแร่ธาตุในข้าวสารนั้นเป็นผลมาจากพันธุกรรมข้าว หรือคุณภาพดินและปุ๋ยชีวภาพที่ใส่ในช่วงข้าวเจริญ

4. ผลการตรวจสอบปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ

ผลการตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณแอนโทไซยานิน และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ (RBR) กข 6 (KD 6) และข้าวเหนียวกล้องลืมผัว (LP) ที่ปลูกในหมู่บ้านศรีดอนมูล (SDM) หมู่บ้านสบลี (SL) อำเภอเมืองปาน เปรียบเทียบกับข้าวพันธุ์เดียวกันจากบ้านกล้วย (BK) อำเภอ แม่ทะ และบ้านดอนแก้ว (BDK) อำเภอ สบปราบ จังหวัดลำปาง แสดงในตารางที่ 4 พบว่าสายพันธุ์และแหล่งปลูกมีผลต่อปริมาณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด สารประกอบแอนโทไซยานินรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในข้าวกล้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยข้าวเหนียวกล้องพันธุ์ลืมผัวที่ปลูกในเขตธารน้ำแร่แจ้ซ้อน มีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด และแอนโทไซยานินรวม มากที่สุด ส่วนฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ พบว่า ข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด รองลงมาคือ ข้าวกล้องลืมผัว ส่วนข้าวกล้อง กข 6 มีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด แอนโทไซยานินรวมและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวจังหวัดลำปาง (2559) ที่พบว่ามีสารประกอบฟีนอลิค รวมสูงกว่าข้าว กข 6 ที่ปลูกนอกเขตน้ำแร่แจ้ซ้อน

นอกจากนี้พบว่าข้าวเหนียวลืมผัวจากแปลงปลูกเขตน้ำแร่แจ้ซ้อนมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและแอนโทไซยานินรวมสูงกว่าข้าวไรซ์เบอรี่จากแปลงปลูกนอกเขตธารน้ำแร่แจ้ซ้อน แต่ข้าวไรซ์เบอรี่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระผ่านการขจัดอนุมูล ABTS สูงกว่า (3.37 และ 3.41 มิลลิกรัม trolox equivalent ต่อกรัมตัวอย่างข้าวที่ทดสอบ) รองลงมาคือข้าวกล้องลืมผัว มีผลรายงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ปลูกในภาคกลางมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระชนิดละลายในไขมัน

3.34 มิลลิกรัม trolox equivalent ต่อกรัมตัวอย่างข้าว (Sutharut and Sudarat, 2012) ซึ่งมีปริมาณที่ต่ำกว่าข้าวไรซ์เบอรี่ในการศึกษานี้ที่ปลูกในเขตธารน้ำแร่แจ้ซ้อนที่พบ 3.41 มิลลิกรัม trolox equivalent ต่อกรัมตัวอย่างข้าว ซึ่งสารสกัดแอนโธซัยยานินส์จากข้าวสีแดงและข้าวสีดำมีฤทธิ์ยับยังเซลล์มะเร็ง และเพิ่มฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (Chen et al., 2006) นอกจากนี้ข้าวที่มีสีดำยังช่วยลดภาวะเบาหวาน และโรคหลอดเลือดแข็ง ในกระต่ายทดลองได้ (Heangsawath, 2015) และสารสกัดจากข้าวดำสามารถยับยั้งการเกิดอาการหลอดเลือดแข็งตัว เนื่องจากลดการสะสมคอเลสเตอรอล และ ลดการเกิดการออกซิเดชันในหนูทดลองได้ (Xia, 2003)

ตารางที่ 7 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เอนโทไซยานินรวม และการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระผ่านการขจัดอนุมูล ABTS ของข้าวกล้องที่ปลูกในเขตธารน้ำแร่แจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน และนอกเขตธารน้ำแร่แจ้ ซ้อน ในอำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง

สายพันธุ์ข้าวกล้อง	ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ABTS		
	สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มก/กรัม)	แอนโทไซยานิดินรวม (มก/ กรัม)	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (มก. trolox equivalent /กรัม)
ไรซ์เบอร์รี่ บ. ศรีดอนมูล	6.81 ± 0.18^{b}	0.13 ± 0.06^{c}	3.41 ± 0.18^{a}
กข-6 บ.ศรีดอนมูล	3.53 ± 0.05^{d}	0.05 ± 0.02^{j}	0.61 ± 0.04^{gh}
ลืมผัว บ. ศรีดอนมูล	6.37 ± 0.35^{b}	0.15 ± 0.05^{b}	2.57 ± 0.01^{c}
ไรซ์เบอร์รี่ บ.สบลี	3.17 ± 0.14^{d}	0.36 ± 0.05^{fg}	1.06 ± 0.04^{ef}
กข.6 บ. สบลี	1.56 ± 0.02^{e}	0.06 ± 0.02^{j}	0.45 ± 0.03^{hi}
ข้าวกล้องลืมผัว สบลี	7.16 ± 0.17^{a}	1.84 ± 0.04^{a}	3.07 ± 0.05^{b}
กข.6 สบปราบ	1.11 ± 0.11^{e}	0.18 ± 0.01^{i}	0.35 ± 0.04^{hi}
ไรซ์เบอร์รี่ อ. สบปราบ	5.50 ± 0.42^{c}	0.90 ± 0.07^{j}	2.01 ± 0.06^{b}
ลืมผัว อ. สบปราบ	5.60 ± 0.28^{c}	0.52 ± 0.02^{de}	2.91 ± 0.07^{d}

หมายเหตุ $^{a, b,...}$ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษานี้สรุปได้ว่าแหล่งปลูกข้าว มีอิทธิพลต่อ ปริมาณแร่ธาตุ และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ มากกว่าคุณภาพการหุงต้ม และสมบัติทางเคมี ในข้าวกล้อง และข้าวกลุ่มพันธุ์มีสีและกลุ่มที่มีสีขาว ที่ปลูกในเขตธารน้ำแร่แจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปางมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ สูงกว่าข้าวพันธุ์เดียวกันที่ปลูกในแปลงนอกเขตธารน้ำแร่แจ้ซ้อน เช่น ในพื้นที่อำเภอแม่ทะ และอำเภอสบปราบ จังหวัดลำปางทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพพื้นที่นาในเขตธารน้ำแร่มีเนื้อดินตะกอนแม่น้ำที่มีหน้าดินลึก และมี อินทรียวัตถุสูง ส่งผลให้ได้ผลผลิตข้าวต่อพื้นที่สูง และเป็นแหล่งผลิตข้าวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง แต่พบว่าข้าวกล้องเหนียวลืมผัว จากบ้านศรีดอนมูล มีปริมาณ แคดเมียมสูงกว่าค่ามาตรฐานสูงสุด แคดเมียมในข้าวที่กำหนดโดย European Communities (0.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และสูงกว่ามาตรฐานอาหารของออสเตรเลีย และ นิวซีแลนด์

กิตติกรรมประกาศ

คณะนักวิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่สนับสนุนงบประมาณวิจัย ผ่านสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา และขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณ โสตถิกุล ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร และ คุณจารุวรรณ เถินบุรี ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวลำปาง ที่ให้คำปรึกษาแนะนำในระหว่างการสำรวจและเก็บตัวอย่างข้าวที่ใช้ในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

งามชื่น คงเสรี. 2546. ข้าวและผลิตภัณฑ์ข้าว. กรมวิชาการเกษตร. 167 หน้า

จิรภา พงษ์จันตา นิอร โฉมศรี รัตนพล พนมวัน ณ อยุธยา พงศ์ยุทธ นวลบุญเรือง ธัญลักษณ์ บัวผัน อาทิตย์ ยาวุฑฒิ ชัชวาลย์ กันทะลา และ ชุติมา เลิศลักษมี. 2556. การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตวัตถุดิบอาหารเสริมสุขภาพเฉพาะทางจากข้าวพันธุ์พื้นเมือง (Oryza sativa L.) เพื่อนำร่องสู่อุตสาหกรรมอาหารปลอดของเสียรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์กรมหาชน). 127 หน้า

ชลธิรา แสงศิริ และคณะ. 2556. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวไร่ พื้นเมืองในจัลหวัดกาญจนบุรี โดยคุณค่าทางโภชนาการ.วิทยาศาสตร์เกษตร. 44(2) : 285 -288.

ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์. 2557. ข้าวต้านเบาหวาน อาหารที่คุณเลือกได้. วารสารอาหาร. 44(2): 15-18

ดวงใจ สุริยาอรุณโรจน์ พรรณี จิตตา พัชราภรณ์ รักชุม อังคณา กันทาจันทร์ กัลยา บุญสง่า สุวัฒน์ เจียระคงมั่นวราภรณ์ วงศ์บุญ ประเสริฐ ไชยวัฒน์ ธานี ชื่นบาน ธัญวราภรณ์ ปรุงฆ้อง และ อิสระพงศ์ บุตรจันทร์. 2556. อิทธิพลของธาตุอาหารพืช ซัลเฟอร์ แคลเซียม แมงกานีส และแมกนีเซียมต่อปริมาณสารหอม 2-Acetyl-1-Pyrroline ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในรายงานประชุมวิชาการข้าวกลุ่มภาคตะวันออกเฉียงเหนือฯ ประจำปี 2556, 18-21

ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวจังหวัดลำปาง .2559. รายงานผลการดำเนินงานโครงการโรงเรียนข้าวและชาวนาจังหวัดลำปางงบพัฒนาจังหวัดลำปาง ปี พ.ศ. 2559. 66 หน้าอรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ

Association of Official Analytical Chemists. 2005. Official Methods of Analysis. 18th ed. AOAC. Gaithersburg, Maryland.

Association of Official Analytical Chemists. 2016. Official Methods of Analysis. 20th ed. AOAC. Gaithersburg, Maryland.

Chen P., Kuo W., Chiang C.,. Chiou H, Hsieh Y. and Chu S. 2006. Black rice anthocyanins inhibit cancer cells invasion via repressions of MMPs and uPA expression. Chem-Biol Interact. 163: 218-229.

Juliano, B.O. 1975. A simplified assay for milled-rice amylose. Cereal Science. 16: 334-348.

Heangsawath D. 2015. Rice for anti- diabetes mellitus-The food you choose. Food Journal. 44 (2): 15-18.

M.A Umar., et al. 2013. Evaluation of nutritional value of wild rice from Kaduna State, Central Nigeria. International Journal of scientific & Technology research. 2 Nigeria.

Pongjanta J., Chomsri N., Siritunya K. and Lethluckchamee C.2015.Physicochemical charac-teristics of Tunya-Sirini and Hom-Lanna Rice Flour". in Proceedings Starch Update The 7th International Conference on Starch Technology. Miracle hotel, Bangkok, Thailand.

Pet-hiang S., Raksaskulwong M. and Tul J. 2005. The Characteristic and Classification of Hot Springs in Thailand. In Proceedings of World Geothermal Congress 2005 Antalya, Turkey, 2005: 134-138.

SPSS version 13 for window. 2005. SPSS-X USER'S GUIDE. U.S.A. : McGraw-Hill Book Company. 2

Srianujata S., Chunhabundit R., Suphanithasnaporn B. 2002. Dietary Intake of Cadmium in Selected Volunteers Living in Bangkook and Rural Thailand. Presented at IX International Congress of Toxicology (ICT IX), July 9 – 12, 2002, Brisbaine, Australia

Sutharut J. and Sudarat J. 2012. Total anthocyanin content and antioxidant activity of germinated colored rice. International Food Research Journal. 19 (1): 215-221.

Watchararparpaiboon W., Laohakunjit N., and Kerdchocheun O. 2010. An improved process for high quality and nutrition of brown rice production. Food science and Technology International. 16 (147): 147-158.

Xia M., Ling W.H., Ma J. and Kitts D. D.2003. Supplementation of diets with the black rice pigment fraction attenuates atherosclerotic plaque formation in Apo lipoprotein E deficient mice. Journal Nutrition. 133: 744-751.

Zeng F., Wei W., Loi M., Huang R. and Duane Y. 2015. Heavy metal contamination in rice-producing soils of Hunan Province, China and Potential Health Risks. International Journal Environment Research Public Health.12 (12):15584 - 15593.

ผลของสารฟอกฆ่าเชื้อหัวย่อย และอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการชักนำยอดของบัวจงกลนี (**Nymphaea siamensis** Puripunyavanich V.) ในสภาพปลอดเชื้อ

Effect of Surface Sterilizing Agents on Turion and Influences of Plant Growth Regulators on Shoot Induction of Jongkolnee (**Nymphaea siamensis** Puripunyavanich V.) **In Vitro**

ณัฐวุฒิ รอดบุตร[1*] สรรลาภ สงวนดีกุล[1] และ ณ นพชัย ชาญศิลป์[2]

Nattawut Rodboot[1*] Sunlarp Sanguandeekul[1] Nopchai Chansilpa[2]

บทคัดย่อ

บัวจงกลนี (**Nymphaea siamensis** Puripunyavanich V.) เป็นบัวผันพันธุ์ไทยแท้ ที่มีกลีบดอกซ้อนสวยงามปัจจุบันไม่สามารถพบได้ในแหล่งน้ำธรรมชาติ มีสภาพเสี่ยงยิ่งต่อการสูญพันธุ์ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการขยายพันธุ์บัวจงกลนีด้วยระบบไบโอรีแอคเตอร์ การฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนหัวย่อยบัวจงกลนีโดยงดใช้สารเมอคิวริคคลอไรด์ ซึ่งเป็นสารเคมีอันตรายที่นิยมใช้ในการฟอกฆ่าเชื้อไม้น้ำทั่วไป วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 7 วิธีการ 5 ซ้ำ จากการศึกษาพบว่า การนำหัวย่อยของบัวจงกลนีแช่ในเอทิลแอลกอฮอร์ 70 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 นาที ตามด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ความเข้มข้น 18 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที และคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ที่เติม tween 20 จำนวน 2 หยด นาน 20 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ครั้งละ 5 นาที นำลงเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร MS เป็นเวลา 30 วัน มีผลทำให้ชิ้นส่วนหัวย่อยมีอัตราการปลอดเชื้อ 80 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดชีวิต 60 เปอร์เซ็นต์ และสามารถงอกได้ภายใน 5 วัน โดยมีลักษณะการเจริญเติบโตที่เป็นปกติ การศึกษาผลของสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำยอดของบัวจงกลนี ทำการศึกษาโดยนำหัวย่อยบัวจงกลนีที่ปลอดเชื้อลงเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร MS ที่เหมาะสมที่สุดในการชักนำยอดของบัวผัน 2 สูตร ได้แก่ สูตร BA ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และสูตร TDZ ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร เปรียบเทียบกับอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโตวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 วิธีการ 10 ซ้ำ เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 30 วัน พบว่า อาหารเหลวสูตรสังเคราะห์ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนยอดสูงสุด 4.20 ยอด ความสูงยอด 2.53 เซนติเมตร มีจำนวนใบสูงสุด 9.51 ใบ และมีความยาวก้านใบสูงสุด 6.22 เซนติเมตร พร้อมทั้งให้ลักษณะการเจริญเติบโตที่เป็นปกติ มีหน่ออวบสมบูรณ์ มีขนาดใหญ่ และแข็งแรง

คำสำคัญ : การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, บัวจงกลนี, **Nymphaea siamensis** Puripunyavanich V.

ABSTRACT

Jongkolnee (**Nymphaea siamensis** Puripunyavanich V.) is endemic and endanger tropical waterlily specie that had been found only in Thailand. **N. siamensis** had precious flower with softness color and highly double petals. The results of these studies will be used as basic information for Jongkolnee propagation on modified temporary immersion bioreactor system without the hazardous chemical, Mercuric chloride ($HgCl_2$), which routinely used as chemical sterilization for aquatic plants. The experimental design on surface sterilization was Completely Randomized Design (CRD) 7 treatments with 5 replications. The best result for surface sterilization of jongkolnee turion without mercuric chloride was conducted by using 70 percent ethyl alcohol for 1 minute, hydrogen peroxide 18 percent for 5 minutes and followed by sodium hypochlorite 20 percent with a few drops of tween 20 for 20 minutes. The results found sterilized 80 percent with 60 percent survival and the actively apexes on turion germinated in 5 days after sterilizing with normal shoots. The influences of plant growth regulators on shoot induction experimental design was CRD 3 treatments with 10 replications. The media used in this experiment were modified liquid Murashige and Skoog (MS) with 6-benzylaminopurine (BA) 5 mg./L. combined with indole-3-acetic (IAA) 2 mg./L. and N-phenyl-N'-1,2,3-thidiazol-5-yl urea (TDZ) 0.1 mg./L. combined with 1-Naphthaleneacetic acid (NAA) 4 mg./L, whereas the liquid MS medium non plant growth regulator was used as control. After 30 days, the results revealed that shoot number, shoot height, number of leaf and length of leaf stalk were highly significantly different among the treatments. The maximum average shoot number (4.20 shoots/explant), the highest shoot (2.53 cm./shoot), the maximum average leaf number (9.51 leaves per shoot) and the highest length of leaf stalk (6.22 cm./leaf stalk) were obtained from liquid MS media with TDZ 0.1 mg./L. combined with NAA 4 mg./L with healthy shoots.

Keywords : **In vitro,** Jongkolnee, **Nymphaea siamensis** Puripunyavanich.

---

[1]สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยราชมงคลตะวันออก ตำบล บางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20110

[1]Department of Plant production Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Rajamangala University of technology Tawan-ok, Bangpra Sub-district, Sriracha, Chonburi 20110,

[2] สถาบันบัวราชมงคลตะวันออก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20110

[2] Waterlily and Lotus institute. Rajamangala University of technology Tawan-ok, Bangpra Sub-district, Sriracha, Chonburi 20110, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน : Nattawutrodboot.128@gmail.com. Tel. 090 2530681

บทนำ

บัวเป็นพืชน้ำโบราณที่สามารถดำรงค์เผ่าพันธุ์และสืบทอดพันธุกรรมมาได้อย่างยาวนาน ประกอบด้วยกว่า 58 ชนิด จากทั้งหมด 4 สกุล มีความสวยงามโดดเด่นของดอกมากที่สุดในกลุ่มไม้น้ำด้วยกัน บัวจงกลนี หรือ **Nymphaea siamensis** (Puripunyavanich V. **et al.**, 2014) เป็นบัวที่ได้รับการยืนยันแล้วว่าพบปรากฏเฉพาะในประเทศไทยเท่านั้น จัดอยู่ในกลุ่มบัวสายเขตร้อนบานกลางวัน ซึ่งในปัจจุบันไม่สามารถพบได้ตามแหล่งน้ำธรรมชาติ กนกพรและคณะ (2558) กล่าวว่าบัวจงกลนีเป็นบัวที่มีผู้สันนิษฐานว่าเกิดจากการกลายพันธุ์ตามธรรมชาติ (spontaneous mutation) ไม่มีเอกสารบอกเล่าทั้งของไทยและของต่างประเทศ (คุณา, 2546) ทว่ามีการอ้างอิงถึงบัวจงกลนีว่าเป็นบัว 1 ใน 7 สระบัว ที่รายล้อมเขาพระสุเมรุบนหลักศิลาจารึกวรรณกรรมไตรภูมิพระร่วงในสมัยสุโขทัย ทั้งยังเป็นเครื่องยาไทยที่ตกทอดมาจากสมัยโบราณก่อนถึงช่วงรัตนโกสินทร์ นอกจากนี้ยังพบปรากฏหลักฐานทางศิลปะที่มีการสลักเป็นลายไทยตกแต่งรอบโคมฝ้าเพดานในอาคารทางศาสนา เรียกว่า “ดาวจงกล”อีกด้วย แสดงให้เห็นว่าคนไทยรู้จักบัวจงกลนีมามากกว่า 700 ปี (กนกพรและคณะ, 2558) บัวจงกลนีมีลำต้นใต้ดินเป็นเหง้า (rhizome) ดอกมีสีขาวอมชมพูหรืออาจมีสีเขียวแทรก กลีบดอกเรียงตัวซ้อนกันหนาแน่นทรงดอกเมื่อบานเต็มที่คล้ายครึ่งวงกลม มีความสวยงามอย่างยิ่ง ไม่พบทั้งเกสรเพศผู้และเพศเมีย ไม่มีรังไข่และช่องรังไข่ (สลิสา และคณะ, 2550) ดังนั้นจึงไม่สามารถติดเมล็ดเช่นบัวในกลุ่มเดียวกันได้ การขยายพันธุ์สามารถทำได้ด้วยการแยกหัวย่อยไปปลูกเท่านั้น จึงมีความเสี่ยงยิ่งที่บัวพันธุ์แท้ของไทยในประวัติศาสตร์จะสูญพันธุ์ ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบัวจงกลนีพบว่ามีการเพิ่มปริมาณยอดได้ค่อนข้างน้อย มีการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนด้วยสารเคมีอันตราย เช่น เมอร์คิวริคคลอไรด์ มีการเพิ่มปริมาณยอดบัวจงกลนีด้วยการเพาะเลี้ยงในอาหารแข็งเททับด้วยอาหารเหลว (สลิสา และคณะ, 2551) และในอาหารเหลว (กนกพรและคณะ, 2558). ซึ่งเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตในชนิดและปริมาณต่างๆ กันทำให้ได้จำนวนยอดเฉลี่ยสูงสุดเพียง 3.43 ยอดต่อชิ้นส่วน ในระยะเวลา 90 วัน ดังนั้นหากสามารถพัฒนาวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบัวจงกลนีให้เหมาะสมมากขึ้นได้ จะเป็นแนวทางการอนุรักษ์พันธุกรรมบัวชนิดนี้อย่างยั่งยืนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาวิธีการการฟอกฆ่าเชื้อหัวย่อยของบัวจงกลนีที่เหมาะสมล้างทำความสะอาดหัวย่อยบัวจงกลนีทันทีด้วยน้ำประปา ขัดล้างเศษดินและสิ่งสกปรกต่างๆออก ด้วยการใช้แปรงขัดบนพื้นผิวและซอกของหัวบัวจนสะอาด ล้างซ้ำด้วยน้ำยาล้างจานซันไลต์ และปล่อยหัวผ่านน้ำไหลเป็นเวลา 2 วัน คัดเลือกหัวย่อยที่ไม่มีบาดแผล สภาพปกติ ขนาดประมาณ 1.0 × 1.0 เซนติเมตร มาฟอกฆ่าเชื้อด้วยวิธีต่างๆ (ดังตารางที่1) หลังจากฟอกฆ่าเชื้อ ทำการเพาะเลี้ยงหัวย่อยในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร MS วางบนเครื่องเขย่าความเร็ว 75 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ภายใต้อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ได้รับแสงสีขาวเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) แบ่งออกเป็น 7 สิ่งทดลองๆ ละ 5 ซ้ำ ทำการบันทึกภาพการเจริญเติบโตทุกสัปดาห์

บันทึกผลการทดลองหลังการเพาะเลี้ยง 30 วัน โดยบันทึกเปอร์เซ็นต์การปลอดเชื้อ เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตและจำนวนวันที่งอก พร้อมทั้งบันทึกลักษณะทั่วไป คำนวณเปอร์เซ็นต์การปลอดเชื้อและเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตได้จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การปลอดเชื้อ/รอดชีวิต} = \frac{\text{จำนวนชิ้นส่วนที่ใช้ฟอกทั้งหมดของแต่ละหน่วยทดลอง}}{\text{จำนวนชิ้นส่วนที่ปลอดเชื้อหรือรอดชีวิต}} \times 100$$

ตารางที่ 1 วิธีการฟอกฆ่าเชื้อหัวย่อยบัวจงกลนี

วิธีการฟอกฆ่าเชื้อ	สารเคมี			
	เอทิลแอลกอฮอล์	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	เมอร์คิวริกคลอไรด์	คลอรอกซ์
1	50% นาน 1 นาที	18% นาน 5 นาที	0.2% นาน 15 นาที	25% นาน 15 นาที
2	70% นาน 1 นาที	18% นาน 5 นาที	-	20% นาน 20 นาที
3	70% นาน 1 นาที	18% นาน 5 นาที	-	20% นาน 25 นาที
4	70% นาน 1 นาที	18% นาน 5 นาที	-	20% นาน 30 นาที
5	50% นาน 1 นาที	18% นาน 5 นาที	-	25% นาน 15 นาที
6	50% นาน 1 นาที	18% นาน 5 นาที	-	25% นาน 20 นาที
7	50% นาน 1 นาที	18% นาน 5 นาที	-	25% นาน 25 นาที

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำยอดบัวจงกลนี

ฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนหัวย่อยด้วยสูตรที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองที่ 1 และทำการเพาะเลี้ยงหัวย่อยในอาหารเหลวสังเคราะห์ 3 สูตร ได้แก่ อาหารเหลวสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร (รุ่งอรุณ, 2556) และอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร (กนกวรรณ และคณะ, 2558) เปรียบเทียบกับอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโต วางบนเครื่องเขย่าความเร็ว 75 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ภายใต้อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ได้รับแสงสีขาวเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประกอบด้วย 3 สิ่งทดลองๆละ 10 ซ้ำ บันทึกภาพการพัฒนาของยอดบัวจงกลนี ทุกสัปดาห์ และบันทึกค่าเฉลี่ย จำนวนยอด ความสูงยอด จำนวนใบ ความยาวก้านใบ จำนวนวันที่งอก และลักษณะทั่วไปของยอดใหม่ที่เกิดขึ้นหลัง 30 วัน

ผลและวิจารณ์ผล

การทดลองที่ 1 ศึกษาวิธีการการฟอกฆ่าเชื้อหัวย่อยของบัวจงกลนีที่เหมาะสม พบว่าหลังเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนหัวย่อยบัวจงกลนีในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร MS นาน 30 วัน ให้เปอร์เซ็นต์การปลอดเชื้อ และเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ นอกจากนั้นยังมีแนวโน้มของจำนวนวันที่ใช้ในการงอกและลักษณะของยอดใหม่ที่ความแตกต่างกันด้วย (ตารางที่ 2)

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้วิธีฟอกของ กนกพร และคณะ (2558) ซึ่งใช้เป็นวิธีควบคุม ประกอบด้วย เอทิลแอลกอฮอล์ 50% นาน 1 นาที ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 18% นาน 5 นาที เมอร์คิวริกคลอไรด์ 0.2% นาน 15 นาที และคลอรอกซ์ 25% นาน 15 นาที ทำให้ชิ้นส่วนหัวย่อยปลอดเชื้อได้สูงสุดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดชีวิตเท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะยอดมีการเจริญเติบโตค่อนข้างเป็นปกติ มีอาการใบบิดเบี้ยวเล็กน้อย ยอดอวบสมบูรณ์และ ไม่พบการเกิดราก (ภาพที่ 1 ก)

เมื่อเปรียบเทียบวิธีการฟอกที่ 1 กับวิธีการฟอกอื่นๆซึ่งปราศจากเมอร์คิวริกคลอไรด์ ประกอบด้วย เอทิลแอลกอฮอล์ 70% นาน 1 นาที ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 18% นาน 5 นาที คลอรอกซ์ 20% นาน 20 25 และ 30 นาที ให้อัตราการปลอดเชื้อเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าวิธีควบคุม แต่มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตที่ใกล้เคียงกัน คือ 60 60 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ยอดที่เกิดขึ้นมักมีการเจริญเติบโตค่อนข้างเป็นปกติ ใบบิดเบี้ยวเล็กน้อย (ภาพที่1 ข ค และ ง)

การใช้เอทิลแอลกอฮอล์ 50% นาน 1 นาที ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 18% นาน 5 นาที และคลอรอกซ์ 25% นาน 15 20 และ 25 นาที พบว่าให้เปอร์เซ็นต์การปลอดเชื้อเท่ากับ 40 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และให้อัตราการรอดชีวิต เท่ากับ 60 40 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่2) ลักษณะยอดที่ได้มีการเจริญเติบโตผิดปกติ ใบบิดเบี้ยว ยอดอวบและกุดสั้น (ภาพที่1 จ ช และ ญ)

อัตราการปลอดเชื้อที่สูงอาจเป็นผลร่วมกันจากการใช้เมอร์คิวริกคลอไรด์ซึ่งจัดเป็นสารกลุ่มโลหะหนักที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดจุลินทรีย์ ร่วมกับการใช้คลอร็อกซ์ในอัตราความเข้มข้นสูงที่สามารถฆ่าเชื้อรา แบคทีเรีย และสปอร์ของจุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี (วรรณพร, 2558) ทั้งนี้อัตราการปลอดเชื้อที่เพิ่มขึ้นพบว่าแปรผันตามความเข้มข้นและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นในการฟอก ขณะที่ความมีชีวิตของชิ้นส่วนและการเจริญเติบโตที่เป็นปกติแปรผกผันกับความเข้มข้นและระยะเวลาในการฟอก กล่าวคือเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารฟอกสูง และใช้ระยะเวลาในการฟอกนานจะทำให้ชิ้นส่วนหัวย่อยของบัวจงกลนีมีอัตราการปลอดเชื้อที่สูง ในขณะเดียวกันอัตราการรอดชีวิตของชิ้นส่วนจะยิ่งลดลงและยอดใหม่มีความผิดปกติมากขึ้น อีกทั้งยังมีแนวโน้มการใช้ระยะเวลาในการงอกที่นานมากขึ้นด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของ ภพเก้า และคณะ (2554) ทำการฟอกฆ่าเชื้อเนื้อเยื่อส่วนหัวของว่านสี่ทิศ พบว่า ที่ความเข้มข้นของคลอรอกซ์ 10 เปอร์เซ็นต์ ชิ้นส่วนหัวมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากความเข้มข้นไม่เพียงพอต่อการฟอกฆ่าเชื้อ คลอรอกซ์ที่ความเข้มข้น 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการปลอดเชื้อ 14.28 และ 57.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และความเข้มข้นสูงขึ้นที่ 30 เปอร์เซ็นต์ ชิ้นส่วนมีอาการช้ำเป็นสีน้ำตาลและตาย วรรณพร (2558) รายงานว่า การใช้เอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก) จะออกฤทธิ์ได้เร็วที่สุด สามารถฆ่าเชื้อได้ดีที่สุด และมีผลต่อเชื้อทุกชนิด ยกเว้นสปอร์ สามารถออกฤทธิ์ได้ในเวลา 1-2 นาที การใช้เอทิลแอลกอฮอล์ในความเข้มข้นที่ต่ำเพียง 50 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นผลให้มีเปอร์เซ็นต์การปลอดเชื้อที่ต่ำลงได้

โดยทั่วไปการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนบัว และไม้น้ำเศรษฐกิจนิยมใช้เมอร์คิวริกคลอไรด์เป็นส่วนหนึ่งในการฟอกฆ่าเชื้อ และยังนิยมใช้เอทิลแอลกอฮอล์ในระดับความเข้มข้นที่ไม่ต่ำกว่า 50 – 70 เปอร์เซ็นต์ ดังเช่น นภาวรรณ และคณะ (2549) ศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบัวประดับพันธุ์ไดเร็คเตอร์จีทีมัวร์ในสภาพปลอดเชื้อ โดยทำการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนยอดด้วยสารฟอกฆ่าเชื้อชนิดและปริมาณต่างๆ กัน พบว่า การใช้เอทิลแอลกอฮอล์70 เปอร์เซ็นต์ นาน 1 นาที แล้วฟอกตามด้วยคลอร็อกซ์ ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ นาน 15 นาที เมอคิวริกคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 นาที และล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้งๆละ 5 นาที มีผลทำให้ชิ้นส่วนปลอดเชื้อสูงสุด ชิ้นส่วนสามารถเจริญเติบโตได้ 16.67 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การปลอดเชื้อ เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต จำนวนวันที่งอก และลักษณะทั่วไปของยอดใหม่หลังฟอกฆ่าเชื้อด้วยวิธีการต่างๆ และเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร MS นาน 30 วัน

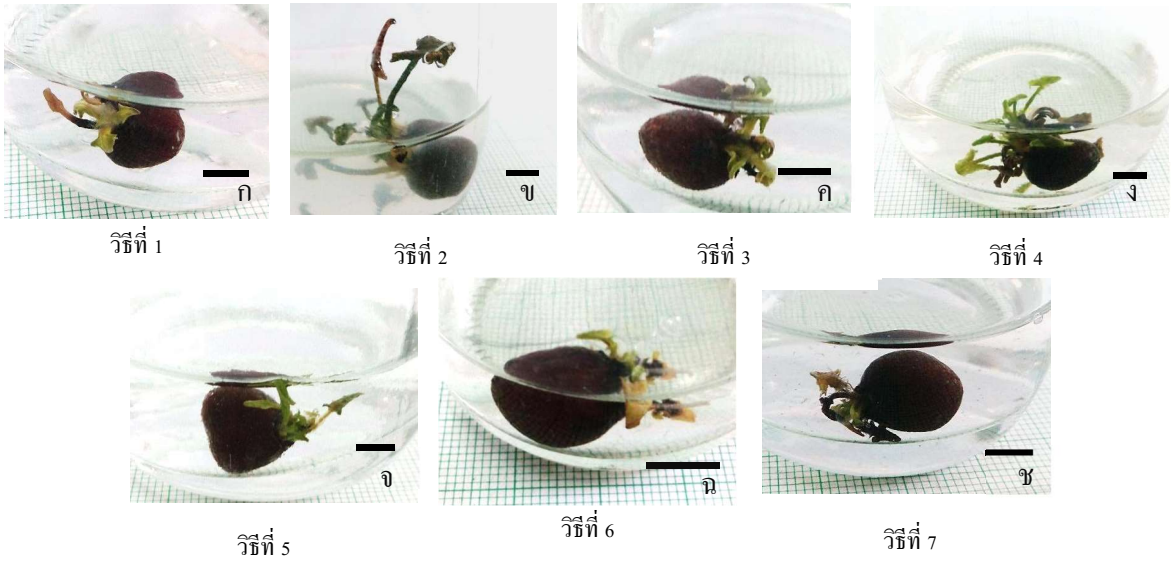
วิธีการฟอกฆ่าเชื้อ	เปอร์เซ็นต์การปลอดเชื้อ	เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต	จำนวนวันที่งอก	ลักษณะทั่วไปของยอดใหม่
วิธีที่ 1	100[a]	60[a]	8	การเจริญเติบโตค่อนข้างปกติ ใบบิดเบี้ยวเล็กน้อย ยอดอวบสมบูรณ์ ไม่พบการเกิดราก
วิธีที่ 2	80[b]	60[a]	5	การเจริญเติบโตเป็นปกติ มีใบ และยอดอวบ สมบูรณ์ ไม่พบการเกิดราก

วิธีที่ 3	80[b]	60[a]	6	การเจริญเติบโตผิดปกติเล็กน้อย ใบบิด เบี้ยว ยอดกุดสั้นและอวบ ไม่พบการเกิดราก
วิธีที่ 4	80[b]	40[b]	6	การเจริญเติบโตผิดปกติเล็กน้อย ใบบิด เบี้ยวเล็กน้อย ยอดอวบสมบูรณ์ ไม่พบการเกิดราก
วิธีที่ 5	40[d]	60[a]	8	การเจริญเติบโตผิดปกติ ใบบิดเบี้ยว ยอดกุดสั้นและอวบ ไม่พบการเกิดราก
วิธีที่ 6	40[d]	40[b]	9	การเจริญเติบโตผิดปกติ ใบบิดเบี้ยว ยอดกุดสั้นและอวบ ไม่พบการเกิดราก
วิธีที่ 7	60[c]	20[c]	9	การเจริญเติบโตผิดปกติ ใบบิดเบี้ยว ยอดกุดสั้นและอวบ ไม่พบการเกิดราก
F - test	**	**	ns	
C.V. (%)	32.52	11.07	25.47	

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



วิธีที่ 1 วิธีที่ 2 วิธีที่ 3 วิธีที่ 4

วิธีที่ 5 วิธีที่ 6 วิธีที่ 7

ภาพที่ 1 ลักษณะหัวย่อยของบัวจงกลนีที่ถูกฟอกฆ่าเชื้อด้วยวิธีการต่างๆ

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำยอดบัวจงกลนี พบว่า การเพาะเลี้ยงหัวย่อยบัวจงกลนีหลังฟอกฆ่าเชื้อในอาหารเหลวสังเคราะห์ สูตรต่างๆ เป็นระยะเวลานาน 30 วัน ทำให้มีจำนวนยอด ความสูงยอด จำนวนใบ และความยาวก้านใบ ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 3)

หัวย่อยที่เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถเกิดยอดได้สูงสุด 4.20 ยอด มีความสูงยอด 2.53 เซนติเมตร มีจำนวนใบต่อยอดสูงสุด

9.51 ใบ และยังมีความยาวก้านใบสูงที่สุด 6.22 เซนติเมตร อีกทั้งยังใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกต่ำที่สุดเพียง 4.50 วัน เท่านั้น การเจริญเติบโตของยอดเป็นปกติ ลักษณะยอด ใบและก้านใบอวบสมบูรณ์มาก ก้านใบยาวและแข็งแรง ใบอ่อนและก้านใบสีเขียวเข้มถึงเขียวปนน้ำตาล แผ่นใบอวบเล็กน้อย มีสีเขียวเข้ม หลังใบมักปรากฏกระสีม่วงหรือสีน้ำตาลเข้มกระจายโดยทั่ว บริเวณโคนหน่ออวบมากมีสีขาว ปรากฏตุ่มรากจำนวนเล็กน้อย สามารถเจริญเติบโตได้รวดเร็ว สภาพยอดแข็งแรงมาก (ภาพที่ 2 ค)

การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนหัวย่อยบัวจงกลนีในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนยอด 1.40 ยอด มีความสูงยอด 0.77 เซนติเมตร มีจำนวนใบ 3.50 ใบ มีความยาวก้านใบ 2.25 เซนติเมตร ใช้ระยะเวลาในการงอกนาน 8 วัน ลักษณะการเจริญเติบโตปกติ ยอด ใบและก้านใบค่อนข้างสั้น อวบเล็กน้อย แผ่นใบเล็กและม้วนงอ ใบอ่อนมีสีเขียวอ่อนอมชมพู ใบแก่สีเขียวจัด บริเวณโคนหน่อค่อนข้างอวบมีสีขาว ไม่ปรากฏตุ่มราก การเจริญเติบโตค่อนข้างช้า สภาพโดยรวมค่อนข้างแข็งแรง (ภาพที่ 2 ข)

ขณะที่การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนหัวย่อยบัวจงกลนีในอาหารเหลวสังเคราะห์สูตร MS ที่ปราศจากสารควบคุมการเจริญเติบโตให้จำนวนยอด 1.20 ยอด ความสูงยอด 0.93 เซนติเมตร จำนวนใบ 5.50 ใบ ความยาวก้านใบ 3.40 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่ใช้ในการงอก 5.50 วัน ลักษณะการเจริญเติบโตเป็นปกติ ยอด ใบและก้านใบ ค่อนข้างยาว อวบเล็กน้อย แผ่นใบใหญ่ ใบอ่อนม้วนงอ สีน้ำตาลระเรื่อชมพู ใบแก่สีเขียวเข้ม บริเวณโคนหน่อค่อนข้างอวบมีสีขาว ปรากฏตุ่มรากจำนวนเล็กน้อย เจริญเติบโตเร็ว (ภาพที่ 2 ก)

ทั้งนี้ TDZ ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่ออกฤทธิ์ใกล้เคียงกับ cytokinin สามารถแสดงผลกระตุ้นให้พืชเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และช่วยให้เกิดการขยายขนาดของเซลล์ได้ดี ชิ้นส่วนพืชจึงมีลักษณะอวบสมบูรณ์ แข็งแรง และทำให้พืชเกิดยอดจำนวนมากได้ (วราภรณ์, 2552). ซึ่งสอดคล้องกับ ปิยะนุช (2556). ศึกษาผลของ TDZ และ BA ต่อการเจริญเติบโต และการเกิดยอดของแคลลัสกวักมรกต พบว่า TDZ ให้ผลดีอย่างชัดเจนทั้งต่อการเจริญเติบโตและการเกิดยอดของแคลลัส โดยสูตรอาหารที่เติม TDZ ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดยอดได้เฉลี่ยสูงสุด 19.6 ยอดต่อชิ้นแคลลัส ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบ TDZ กับ BA เพื่อการกระตุ้นการเกิดยอดของบัวจงกลนีนั้น พบว่าบัวจงกลนีสามารถตอบสนองต่อ BA ได้น้อยกว่า TDZ สอดคล้องกับ วราภรณ์ (2552) รายงานว่า TDZ สามารถชักนำยอดได้ในจำนวนที่มากกว่า BA ที่ความเข้มข้นเท่ากันในพืชหลายชนิด โดยเฉพาะพืชใบเลี้ยงคู่ เช่น **Cyclamen pesicumr** จะเกิดยอดจำนวนมากเมื่อถูกชักนำด้วย TDZ เท่านั้น และจะไม่เกิดยอดเมื่อใช้ cytokinin ตัวอื่นๆ

การเติมไซโทไคนินความเข้มข้นสูง และเติมออกซินความเข้มข้นต่ำ จะสามารถชักนำให้ชิ้นส่วนพืชเกิดยอดได้ดี ไซโทไคนินจะมีผลต่อระดับการเกิดตายอด และช่วยเพิ่มการแบ่งเซลล์ ซึ่งการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนพืชในอาหารที่มีไซโทไคนินความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นมักจะได้จำนวนยอดที่เพิ่มขึ้นด้วย (Pierik **et al.**, 1982) ดังการศึกษาของสุเมและคณะ (2550) ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออุบลชาติพันธุ์ไดเร็คเตอร์จีทีมัวร์ และพันธุ์โจอี้โทโมคิด ในสภาพปลอดเชื้อ โดยนำส่วนหัวที่ปลอดเชื้อแล้วมาแบ่งออกเป็น 4 ส่วน แล้วเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร 1/2 MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 0.5 ไมโครโมลาร์ ร่วมกับ BA ความเข้มข้น 2 ไมโครโมลาร์ สามารถชักนำให้เกิดยอดได้มากที่สุด โดยมีจำนวนยอดเฉลี่ย 2.11 ยอดต่อชิ้นส่วน และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออุบลชาติพันธุ์โจอี้ โทโมคิด โดยเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนยอดบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติม พบว่า NAA ความเข้มข้น 6 ไมโครโมลาร์ และ BA ความเข้มข้น 7.5 ไมโครโมลาร์ เป็นเวลา 16 สัปดาห์ สามารถชักนำให้เกิดยอดมากที่สุด โดยมีจำนวนยอดเฉลี่ย 1.22 ยอดต่อชิ้นส่วน เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ รุ่งอรุณ และคณะ (2560) ซึ่งศึกษาการชักนำยอดบัวยักษ์ออสเตรเลีย พบว่าหลังการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 30 วัน สูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำยอด คือ อาหารเหลวสูตร MS ที่เติม BA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ IAA ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มให้จำนวนยอดมากที่สุดคือ 1.83 ยอดต่อชิ้นส่วน

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยจำนวนยอด ความสูงยอด จำนวนใบ ความยาวก้านใบ จำนวนวันที่งอก และลักษณะทั่วไปของยอดหลังฟอกฆ่าเชื้อด้วยวิธีฟอกที่ 2 และเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสังเคราะห์ 3 สูตร นาน 30 วัน

สูตรอาหาร	จำนวนยอด (ยอด)	ความสูงยอด (ซม.)	จำนวนใบ (ใบ)	ความยาวก้านใบ (ซม.)	จำนวนวันที่งอก (วัน)	ลักษณะทั่วไปของยอดใหม่
MS	1.20[b]	0.93[b]	5.50[b]	3.40[b]	5.50[ab]	ลักษณะยอด ใบและก้านใบปกติ ก้านใบค่อนข้างยาว อวบเล็กน้อย แผ่นใบใหญ่ ใบอ่อนม้วนงอ สีน้ำตาลระเรื่อชมพู ใบแก่สีเขียวเข้ม บริเวณโคนหน่อค่อนข้างอวบมีสีขาว ปรากฏตุ่มรากจำนวนเล็กน้อย เจริญเติบโตเร็ว
BA5 + IAA2 มก./ล.	1.40[b]	0.77[b]	3.50[c]	2.25[c]	8[b]	ลักษณะยอด ใบและก้านใบปกติ ก้านใบค่อนข้างสั้น อวบเล็กน้อย แผ่นใบเล็กและม้วนงอ ใบอ่อนม้วนงอสีเขียวอ่อนอมชมพู ใบแก่สีเขียวเขียวจัด บริเวณโคนหน่อค่อนข้างอวบมีสีขาว ไม่ปรากฏตุ่มราก การเจริญเติบโตค่อนข้างช้า
TDZ0.1+NAA4 มก./ล.	4.20[a]	2.53[a]	9.51[a]	6.22[a]	4.50[a]	ลักษณะยอด ใบและก้านใบปกติ ก้านยาวและอวบ แผ่นใบแผ่กว้าง ใบอ่อนและก้านใบสีเขียวเข้มปนเทา แผ่นใบอวบเล็กน้อย มีสีเขียวเข้มอมน้ำตาล หลังใบมักมีกระสีม่วงหรือสีน้ำตาลเข้ม บริเวณโคนหน่ออวบมากมีสีขาว ปรากฏตุ่มรากจำนวนเล็กน้อย เจริญเติบโตเร็วมาก
F - test	**	**	**	**	*	
C.V. (%)	34.28	30.18	19.06	30.25	20.17	

หมายเหตุ

ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ * แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ



MS BA5+IAA2 มก./ล TDZ0.1+NAA4 มก./ล

ภาพที่ 2 ผลของอาหารสูตรต่างๆที่มีผลต่อการชักนำยอดบัวจงกลนี

สรุปผลการวิจัย

1. วิธีการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนหัวย่อยของบัวจงกลนีโดยไม่ใช้สารเมอร์คิวริกคลอไรด์ที่เหมาะสมที่สุด คือการใช้เอทิลแอลกอฮอล์ 70% นาน 1 นาที ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 18% นาน 5 นาที และคลอรอกซ์ 20% ที่เติม tween 20 จำนวน 2 หยด นาน 20 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 2 ครั้งๆละ 5 นาที เนื่องจากวิธีนี้ให้อัตราการปลอดเชื้อเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต 60 เปอร์เซ็นต์ ยอดที่เกิดขึ้นมีการเจริญเติบโตเป็นปกติ

2. สูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำยอดบัวจงกลนีระยะหลังการฟอกฆ่าเชื้อ คือ TDZ ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งจะให้ได้จำนวนยอดสูงถึง 4.20 ยอด มีความสูงยอด 2.53 เซนติเมตร มีจำนวนใบต่อยอดสูงสุด 9.51 ใบ และยังมีความยาวก้านใบสูงที่สุด 6.22 เซนติเมตร อีกทั้งยังใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการงอกต่ำที่สุดเพียง 4.50 วัน ลักษณะยอด ใบและก้านใบปกติ ก้านใบยาว และอวบ แผ่นใบแผ่กว้าง และมีเจริญเติบโตที่รวดเร็ว

เอกสารอ้างอิง

กนกพร บุญศิริชัย, รุ่งอรุณ ดอนจันทร์ทอง, วรนุช ละอองศรี และวิชัย ภูริปัญญวานิช. 2558. การเพาะเลี้ยง เนื้อเยื่อบัวจงกลนีและการอนุรักษ์พันธุ์เชิงวัฒนธรรม, น. 48 – 77 **ใน** รายงานแผนงานวิจัยนวัตกรรมการผลิตและการสร้างคุณค่าบัวจงกลนีอนาคตบัวประดับไทย. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

คุณา นนทพัฒน์. 2546. การปลูกบัวประดับ. พี พี เวิลด์ มีเดีย จำกัด, กรุงเทพฯ.

พัชนันท์ เย็นใส และพจมาลย์ สุรนิลพงศ์. 2557. ผลของ Benzyladenine และ Thidiazuron ต่อการชักนำยอดรวมของกล้วยช้างในสภาพปลอดเชื้อ. วารสารแก่นเกษตร 42 (3): 157-161.

เพ็ญนภา ศรีหริ่ง, กาญจนา สานุกูล, อวิรุทธ สิงห์กุล, ชุติมา วิจิตรานุวัตร. 2554. การผลิตยาปราศจากเชื้อและน้ำยาฆ่าเชื้อ. ธนาเพลส, กรุงเทพฯ.

ภพเก้า พุทธรักษ์, วารุต อยู่คง และมณฑล สงวนเสริมศรี. 2554. การขยายพันธุ์ว่านสี่ทิศโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ. Naresuan Phayao Journal 19(1): 18-23.

รุ่งอรุณ ดอนจันทร์ทอง. 2556. ผลของไซโตไคนินและออกซิน ที่มีต่อการเพาะเลี้ยงอุบลชาติยืนต้นพันธุ์วันวิสาข์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก.

รุ่งอรุณ ดอนจันทร์ทอง, ณ. นพชัย ชาญศิลป์, สรรลาภ สงวนดีกุล และณัฐวุฒิ รอดบุตร. 2560. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบัวยักษ์ออสเตรเลีย. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก. 10(2) : 1-7.

วราภรณ์ ฉุยฉาย. 2552. บทบาทของ Thidizuron ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 4(2): 123-135.

วรรณพร ศรีสุคนธรัตน. 2558. สารต้านเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในบ้านเรือนหรือทางสาธารณสุข. กระทรวงสาธารณสุข แหล่งที่มา: http://www.fda.moph.go.th/sites/Hazardous/Region_Download, 23 เมษายน 2561.

สุเม อรัญนารถ, นภาวรรณ ผลมณี และกัญจนา แซ่เตียว. 2550. การขยายพันธุ์อุบลชาติ (Nymphaea spp.) โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, น. 1 – 6. **ใน** The Proceeding of IWGS Annual Symposium 2007. การพัฒนาบัวให้เป็นพืชเศรษฐกิจ ครั้งที่ 5. สวนหลวง ร.9, กรุงเทพฯ.

สลิสา อุดร, สุริยา ตันติวิวัฒน์ และมาลี ณ นคร. 2551. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบัวจงกลนี, น. 133 – 138. **ใน** The Proceeding of IWGS Annual Symposium. การพัฒนาบัวให้เป็นพืชเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ.

อุไร เรืองฉรงค์. 2542. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและการชักนำให้เกิดการกลายในต้นอเมซอนโดยใช้รังสีแกมมา.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Pierik, R.L.M., H.H.M. Stergmans, J.A.M. Verhaeghand and A.N. Wouters. 1982. Effect of cytokinin and cultivar on shoot formation of Gerbera jamesonii. **In vitro**. Neth. J. Agric.Sci. 30 : 341-346.

Puripunyavanich, V., La-ongsri, W., Boonsirichai, K., and Chukiatman, P. 2014. **Nymphaea siamensis**, the New Species Waterlily in Thailand. Acta Horticulturae. 36-37.

กระตุ้นการสร้างพฤกษเคมีในต้นอ่อนทานตะวันด้วยวิตามินซีและไคโตซานจากกากเห็ดหลินจือ

Elicitation of Phytochemical Synthesis in Sunflower Sprout by Vitamin C and Lingzhi Waste Chitosan

ชุติมา คงจรูญ[1*]

Chutima Kongjaroon[1*]

บทคัดย่อ

กระตุ้นการสร้างพฤกษเคมีในต้นอ่อนทานตะวันด้วยวิตามินซีและสารละลายไคโตซานจากกากเห็ดหลินจือเพื่อเร่งการเจริญในฤดูหนาวโดยใช้ปริมาณสารฟีนอลิกรวม ความสามารถในการต้านออกซิเดชันโดยวิธี DPPH และปริมาณคลอโรฟิลล์ เป็นตัวบ่งชี้ พบว่า สารละลายวิตามินซีเข้มข้น 25 มก/ลิตร สามารถกระตุ้นให้ต้นอ่อนทานตะวันอายุ 5 วัน สร้างสารฟีนอลิกรวมสูงสุด 12.73 มก/กรัม น้ำหนักสด ความสามารถในการต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH สูงสุดพบในต้นอ่อนทานตะวันอายุ 9 วัน ในชุดควบคุม มีค่าความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงสุดร้อยละ 16.33 ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์สูงสุด 1.37 มก/กรัม น้ำหนักสด พบในต้นอ่อนอายุ 5 วัน ที่ถูกกระตุ้นด้วยสารละลายวิตามินซีเข้มข้น 50 มก/ลิตร ส่วนต้นอ่อนทานตะวันที่ถูกกระตุ้นด้วยไคโตซานจากกากเห็ดหลินจือ พบว่าไคโตซานเข้มข้น 0.2 มก/ลิตร กระตุ้นให้ต้นอ่อนทานตะวันอายุ 7 วัน มีการสร้างสารฟีนอลิกรวมสูงสุด 4.25 มก/กรัม น้ำหนักสด ความสามารถในการต้านออกซิเดชันโดยวิธี DPPH และปริมาณคลอโรฟิลล์ พบในต้นอ่อนอายุ 9 วัน โดยมีความสามารถในการยับยั้งร้อยละ 21.93 ปริมาณคลอโรฟิลล์ 1.15 มก/กรัม น้ำหนักสด ตามลำดับ

คำสำคัญ : วิตามินซี ไคโตซาน กากเห็ดหลินจือ พฤกษเคมี ต้นอ่อนทานตะวัน

ABSTRACT

Preliminary study on elicitation phytochemical synthesis in sunflower sprout by using vitamin C and Lingzhi waste chitosan solutions was conducted in order to promote growth rate in winter. Total phenolic contents, DPPH scavenging and chlorophyll content were used as indicators. The results showed that 25 mg/L vitamin C was given highest phenolic contents of 12.73 mg/g FW in 5 days old sunflower sprout. The highest percentage DPPH scavenging inhibition of 16.33 was found in 9 days old sprout in control treatment. Five days old sprout which activated by 50 mg/L was given the highest chlorophyll of 1.37 mg/gram FW. However, 0.2 mg/L Lingzhi waste chitosan solution found to be the best eliminator for sunflower sprout phytochemical synthesis. The highest phenolic contents found in 7 days old seedling with the concentration of 4.25 mg/gram FW. The highest DPPH free radical scavenging inhibition of 21.93 % and the highest chlorophyll content of 1.15 mg/gram FW were found in 9 days old seedling.

Keyword: vitamin C, chitosan, Lingzhi waste, phytochemical, sunflower sprout

---

[1] หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

[1] Department of Chemistry, Faculty of Science, Maejo University, Nonghan, Sansai, Chiangmai 50290, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : chutima.kongjaroon@gmail.com

บทนำ

สารพฤกษเคมี (phytochemical) จัดเป็นผลผลิตทุติยภูมิจากกระบวนการสร้างพลังงาน (secondary metabolite) ของพืช เป็นสารชีวโมเลกุลที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ สารในกลุ่มนี้อาจเป็นสารที่ทำให้พืชผักมีสี กลิ่น หรือรสชาติ ที่มีลักษณะเฉพาะตัว สารพฤกษเคมีเหล่านี้หลายชนิดมีฤทธิ์ต่อต้านหรือป้องกันโรคบางชนิด กลไกการทำงานของสารพฤกษเคมีเมื่อเข้าสู่ร่างกายอาจช่วยให้เอนไซม์บางกลุ่มทำงานได้ดีขึ้น รวมทั้งเอนไซม์บางชนิดที่ทำหน้าที่ทำลายสารก่อมะเร็งที่เข้าสู่ร่างกาย มีผลทำให้สารก่อมะเร็งหมดฤทธิ์ พฤกษเคมีมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน ทำลายฤทธิ์ของอนุมูลอิสระ ลดความเสียหายที่เกิดขึ้นกับดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้สารพฤกษเคมีมีฤทธิ์ในการลดการเกิดโรคมะเร็งได้ เพิ่มภูมิต้านทานโรค และควบคุมการออกฤทธิ์ของฮอร์โมน (Pisoschi and Pop, 2015)

สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound) เป็นผลผลิตทุติยภูมิจากกระบวนการสร้างพลังงานของพืชที่สร้างขึ้นมาเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้าทั้งชนิดที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต ได้รับความสนใจในการศึกษากันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีคุณสมบัติในการป้องกันและรักษาโรคได้หลายชนิด (Dixon and Paiva, 1995) สารประกอบฟีนอลิกเป็นผลผลิตของวิถี pentose phosphate วิถี shikimate และวิถี phenylpropanoid โดยที่วิถี pentose phosphate จะให้สารตั้งต้น erythrose-4-phosphate แก่วิถี shikimate จากนั้นน้ำตาลฟอสเฟตที่ได้รับมาจะถูกเปลี่ยนต่อไปเป็นกรดอะมิโนชนิดที่มีวงแหวน คือ ไทโรซีน (tyrosine) ฟีนิลอะลานีน (phenylalanine) และทริปโทเฟน (tryptophan) โดยที่กรดอะมิโนเหล่านี้จะถูกใช้เป็นสารตั้งต้นของวิถี phenylpropanoid ซึ่งเป็นวิถีที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ผลผลิตทุติยภูมิ จากกระบวนการสร้างพลังงานของพืชหลายชนิด เช่น ลิกนิน (lignin) ซาลิไซเลท (salicylate) คูมาริน (coumarins) ไฮดรอกซีซินนามิก เอไมด์ (hydroxycinnamic amide) สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavanoid phytoalexins) และเม็ดสี (Dixon and Paiva, 1995) ซึ่งสารเหล่านี้มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำหน้าที่ควบคุมวิถีเมตาบอลิสมของพืช และเกี่ยวข้องกับการสร้างลิกนิน (Cervato et al., 2000) มีรายงานวิจัยระบุถึงสรรพคุณทางการแพทย์ของสารในกลุ่มฟีนอลิกไว้ว่า ใช้ป้องกันโรคมะเร็ง โรคหลอดเลือดสมองตีบตัน โรคเส้นเลือดหัวใจตีบ มะเร็งเต้านม และโรคกระดูกพรุน นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่าสารในกลุ่มฟีนอลิกมีคุณสมบัติในทางเภสัชกรรม เช่น เป็นสารที่ออกฤทธิ์ต่อต้านเนื้องอก สารต้านไวรัส ต้านการอักเสบ ลดความดันโลหิตและเป็นสารต้านออกซิเดชัน (Randhir et al., 2004)

การเพิ่มความแข็งแรงของเมล็ดได้มีการพัฒนาและถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงการงอกของเมล็ดเพื่อให้ต้นอ่อนสามารถเจริญเติบโตได้ดีขึ้นและมีพัฒนาการที่ดี การทำ seed priming เป็นวิธีการหนึ่งทางสรีรวิทยาของเมล็ด ที่สามารถเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดทำให้เมล็ดมีการเจริญเติบโตไปพร้อม ๆ กัน (Andarwulan และ Shetty 1999) ทั้งนี้เนื่องจาก seed priming เป็นการกระตุ้นปฏิกิริยาชีวเคมีเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการงอกก่อนที่จะมีการงอกของราก (radical) เกิดขึ้นซึ่งมีผลต่อการงอกและพัฒนาการของต้นอ่อนมีผลทำให้เมล็ดมีการงอกที่สม่ำเสมอและแข็งแรงมากยิ่งขึ้นซึ่งส่งผลดีต่อพัฒนาการของพืช (Bradford, 1986; Taylor และ Harman, 1990) ซึ่งการทำ priming สามารถทำได้ทั้งในช่วงก่อนการปลูก ก่อนการเก็บและหลังการเก็บผลผลิต (Capanoglu, 2010)

การทำ seed priming สามารถใช้สารเคมีได้หลายชนิดซึ่งมีชื่อเรียกรวม ๆ ว่า elicitor ซึ่งเป็นสารกลุ่มที่สามารถกระตุ้นให้เกิดการสร้างสารในกลุ่มผลผลิตทุติยภูมิจากกระบวนการสร้างพลังงาน เช่น อัลคาลอยด์ เทอพีนอลด์ ฟลาโว-นอยด์และสารประกอบในกลุ่มฟีนอลิก (Brader et al., 2001) ซึ่งสารที่ใช้เป็น elicitor ได้ถูกนำมากระตุ้นให้เกิดความต้านทานต่อเชื้อก่อโรค (pathogen) หลังจากการเก็บเกี่ยวในพืชหลายชนิดและนำมาประยุกต์ใช้กับการเพิ่มสารเมตา-บอไลท์บางชนิดในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (Wang et al., 2009) สารในกลุ่มนี้ได้แก่ benzothiadiazole (BTH) กรดซาลิ-ไซลิก กรดจัสมอนิก อซิเบนโซลาร์ ไคโตซาน ไคโตซานโอลิโกแซกคาร์ไรด์ กรดออกซาลิกและแคลเซี่ยมคลอไรด์ เป็นต้น (Liu et al., 2007) มีการนำประโยชน์จากการทำ priming มาใช้ประโยชน์ในการกระตุ้นให้พืชสร้างสารที่มีคุณสมบัติในการต้านออกซิเดชัน ต้านการเจริญของเนื้อร้าย phytoestrogenic activity (Battino et al., 2009) Iriti et al. (2004) ให้ BTH กับต้นอ่อนในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวพบว่าปริมาณสารในกลุ่มแอนโทไซยานินในผลอ่อนเพิ่มขึ้น 2 เท่าเมื่อเทียบกับอ่อนที่ไม่ได้ทำ priming ก่อนการเก็บผลผลิต ในขณะที่

การให้กรดซาลิไซลิกในต้นส้ม (navel orange) ก่อนเก็บผลผลิตทำให้ปริมาณของแคโรทีนอยด์ กรดแอสคอร์บิก กลูต้าไทโอน สารประกอบในกลุ่มฟีนอลิกและฟลาโว-นอยด์ในผลและเปลือกเพิ่มขึ้นสองถึงสามเท่าในระหว่างการเก็บรักษา (Huang et al., 2008) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของสารทั้งสองกลุ่มนี้ยังพบได้ใน โสม (Ali et al., 2006) แตงกวา (Cao et al., 2009) และพริกไทย (Elwan and El-Hamahmy, 2009) ที่ได้รับกรดซาลิไซลิกก่อนการเก็บเกี่ยว นอกจากนี้ยังพบว่าการให้ BTH แก่สตรอเบอรี (Hokkanen et al., 2007) องุ่น (Fumagalli et al., 2006) และมะเขือเทศ (Iriti et al., 2007) มีผลทำให้สารประกอบในกลุ่มฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์เพิ่มขึ้นร้อยละ 16 จนถึง 6 เท่า ซึ่งจะเห็นได้ว่าการทำ priming ให้กับพืชเศรษฐกิจก่อนการเก็บเกี่ยวกระตุ้นให้มีการสะสมสารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพไม่ว่าจะเป็นสารในกลุ่มแอนโทไซยานิน ฟลาวานอยด์และแคโรทีนอยด์ (Capanoglu, 2010)

ไคโตซานได้ถูกนำมาใช้เป็นสารละลายในการทำ priming เพื่อให้พืชทนต่อการปลูกในสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น การใช้ไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ ทำ seed priming ของ ajowan (**Carum copticum**) ในภาวะเครียดเค็ม พบว่าไคโตซานสามารถกระตุ้นให้เกิดการสร้างสารที่ทำหน้าที่ในการป้องกันตัวเองของพืชทำให้พืชทดลองสามารถทนต่อภาวะเครียดเค็มได้ (Mahdavi and Rahimi, 2013) Burguieres et al. (2007) ศึกษาผลของวิตามินซีและกรดโฟลิก ที่มีต่อความแข็งแรงของเมล็ดถั่วลันเตา พบว่าทั้งวิตามินซีและกรดโฟลิก ในความเข้มข้นที่เหมาะสมสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดความแข็งแรงของเมล็ด โดยพิจารณาจากอัตราการงอก น้ำหนักและความสูงของยอด และความยาวของรากเป็นดัชนีชี้วัด และพบว่าในวันที่ 8 และ 10 ในระยะการงอก ต้นอ่อนมีปริมาณสารฟีนอลิกสูงขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุม

ปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญในการผลิตผลผลิตทางเกษตรเพื่อใช้เป็นอาหารคือความปลอดภัยของผลผลิตที่ได้ซึ่งในปัจจุบันนี้ผลผลิตที่มาจากการทำเกษตรอินทรีย์กำลังเป็นที่ยอมรับทั้งในกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภค นอกจากนี้ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการผลิตพืชอาหารก็มีความสำคัญเช่นกัน ต้นอ่อนเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญที่ให้คุณค่าทางโภชนาการทั้งสารในกลุ่มที่ให้พลังงานและสารที่ไม่ให้พลังงานที่ทำหน้าที่สำคัญในวิถีเมตาบอลิสม ดังนั้นต้นอ่อนจึงเป็นแหล่งอาหารทางเลือกในกลุ่มบุคคลผู้ใส่ใจในสุขภาพ ต้นอ่อนทานตะวันเป็นหนึ่งในกลุ่มของต้นอ่อนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและเป็นที่นิยมของผู้บริโภค แต่ทั้งนี้ในการผลิตต้นอ่อนทานตะวันจะมีปัญหาอยู่บ้างในแหล่งผลิตทางภาคเหนือโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูหนาวซึ่งต้นอ่อนจะมีอัตราการงอกและการเจริญที่ช้ากว่าปกติ วิธีการแก้ปัญหาของเกษตรกรคือการใช้ความร้อนจากหลอดไฟช่วยในการควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมกับการงอกและการเจริญของต้นอ่อน แต่ทั้งนี้จะทำให้ต้นทุนในการผลิตต้นอ่อนสูงขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นงานวิจัยเบื้องต้นเพื่อหาสารที่ใช้กระตุ้นการสร้างพฤกษเคมีในการต้นอ่อนทานตะวันในสภาพอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมสำหรับการงอกและการเจริญก่อนที่จะมีการทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่น ๆ โดยเลือกใช้สารละลายวิตามินซีและสารละลายไคโตซานที่สกัดจากกากเห็ดหลินจือมาใช้เป็น elicitor

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมเมล็ดพันธุ์

เมล็ดพันธุ์ทานตะวันได้รับความอนุเคราะห์จากสาขาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ก่อนที่จะนำมาเพาะต้นอ่อนต้องคัดเมล็ดที่สมบูรณ์ ปราศจากเชื้อโรคต่างๆ ซึ่งต้องนำมาทำความสะอาด โดยแยกเอามาเฉพาะเมล็ดที่สมบูรณ์ และเอาเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งมีน้ำหนักเบากว่าปกติทิ้งไป การคัดเอาเมล็ดที่สมบูรณ์ทำได้โดยเอาเมล็ดพันธุ์ไปใส่ไว้ในน้ำเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์จะลอย ส่วนเมล็ดที่สมบูรณ์นั้นจมลงไปที่ก้นของภาชนะ

2. ขั้นตอนการทำการกระตุ้นการงอกของเมล็ดทานตะวัน

การเตรียมเมล็ดเพื่อใช้ในการทดลองนี้จะใช้วิธีเดียวกับเกษตรกรแต่ต่างกันที่เกษตรกรใช้น้ำในการทำ seed priming ส่วนในงานวิจัยนี้ใช้สารละลายวิตามินซีเข้มข้น 25 50 75 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม และสารละลายไคโตซานสกัดจากกากเห็ดหลินจือเข้มข้น 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ที่ปรับ pH ให้เป็น 5 ด้วย 0.1 โมลาร์ อะซิเตทบัฟเฟอร์ นาน 24 ชั่วโมง โดยใช้ตัวทำละลายเป็นชุด

ควบคุม จากนั้นนำมาผึ่งลมให้แห้งประมาณ 12 ชั่วโมง โดยทำทั้งหมด 3 ซ้ำ ๆ ละ 100 เมล็ด จากนั้นนำไปปลูกในวัสดุปลูกเก็บต้นทานตะวันอายุ 5 7 9 และ 12 วัน เพื่อทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป ความแข็งแรงของเมล็ดสามารถตรวจสอบ ได้โดยการวัดอัตราการงอก ความสูงและน้ำหนักยอดของต้นอ่อน รวมทั้งปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านออกซิเดชันของต้นกล้า งานวิจัยนี้ดำเนินงานในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 ในช่วงที่อุณหภูมิในช่วงกลางวันไม่เกิน 25 องศาเซลเซียส

3. การสกัดหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

ดัดแปลงจากวิธีของ Burguieres et al. (2007) ต้นอ่อนข้าว 50 มิลลิกรัมเติมเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 จำนวน 2.50 มิลลิลิตร โดยแช่เยือกแข็งเป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดโดยใช้เครื่องปั่นด้วยความเร็ว 17,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 30 วินาที แล้วนำไปปั่นเพื่อแยกกากด้วยการตกตะกอนโดยการปั่นเหวี่ยงที่ 10,000 g เป็นเวลา 10 นาที เก็บสารละลายส่วนใสเพื่อใช้ในการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและสารต้านอนุมูลอิสระ

3.1 การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (Total phenolics assay)

ดัดแปลงจากวิธีของ Burguieres et al. (2007) สารสกัดตัวอย่าง 1.00 มิลลิลิตรเติมเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 จำนวน 1.00 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไป 5.00 มิลลิลิตร และสารละลาย Folin-Ciocalteu phenol reagent เข้มข้นร้อยละ 50 (ปริมาตรต่อปริมาตร) จำนวน 0.50 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันแล้วทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้นร้อยละ 5 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ลงไป 1.00 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 725 นาโนเมตร คำนวณค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมทั้งหมดเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก (gallic acid) และคำนวณหาปริมาณสารฟี-นอลิกทั้งหมดจากสมการ

$$C = c * V/m$$

โดย C = ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัด (mg/g ของสารสกัด)

c = ความเข้มข้นของกรดแกลลิกที่ได้จากกราฟของสารสกัด (mg/ml)

V = ปริมาตรของสารสกัด (ml)

m = น้ำหนักของสารสกัด (g)

3.2 การหาสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity

ดัดแปลงจากวิธีของ Randhir et al. (2004) นำสารสกัดตัวอย่างมา 100 ไมโครลิตร เติมสารละลาย DPPH เข้มข้น 60 ไมโครโมลาร์ ลงไป 3.00 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ในที่มืด 10 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ตัวอย่างควบคุมใช้เอทานอล จำนวน 100 ไมโครลิตร แทนตัวอย่างสารสกัด ค่าที่วัดได้นำไปคำนวณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเป็นร้อยละของการยับยั้ง (% inhibition)

$$\% \text{ inhibition} = [(A517 \text{ control} - A517 \text{ sample})/A517 \text{ control}] \times 100$$

4. การหาปริมาณคลอโรฟิลล์

ดัดแปลงจากวิธีของ Horii et al. (2007) นำใบต้นอ่อนทานตะวัน 50 มิลลิกรัม มาบ่มในสารละลายเมทา-นอลเข้มข้นร้อยละ 100 จำนวน 3.00 มิลลิลิตร ในที่มืดนาน 2 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดโดยใช้เครื่องปั่นความเร็ว 17,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 30 วินาที และตกตะกอนโดยเครื่องเซนติฟิวส์ที่ 13,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 650 นาโนเมตรและที่ 665 นาโนเมตร โดยใช้เมทานอลเข้มข้นร้อยละ 100 เป็นตัวเปรียบเทียบ คำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ดังสมการคำนวณ

$$\text{คลอโรฟิลล์เอ } (\mu g/ml) = (16.5 \times A665) - (8.3 \times A650)$$

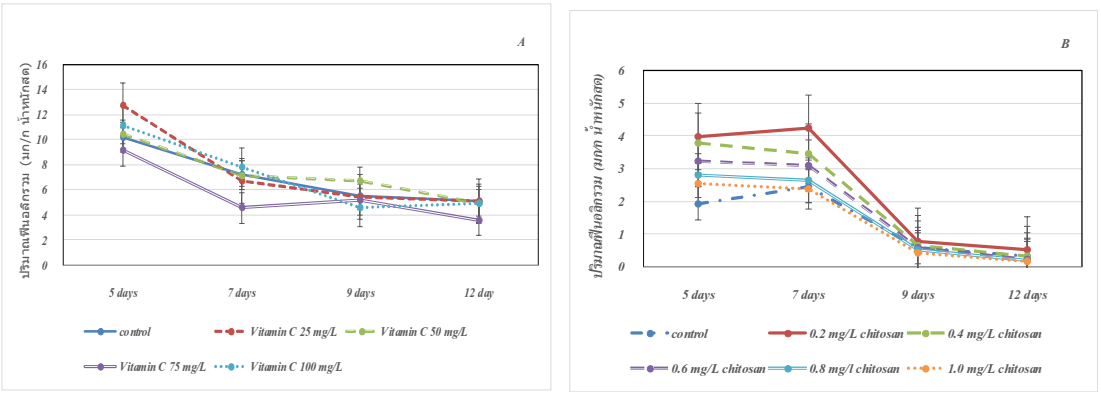
$$\text{คลอโรฟิลล์บี } (\mu g/ml) = (33.8 \times A650) - (12.5 \times A665)$$

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด } (\mu g/ml) = (25.8 \times A650) - (4.0 \times A665)$$

เปลี่ยนปริมาณคลอโรฟิลล์ให้อยู่ในหน่วย ไมโครกรัมต่อน้ำหนักใบ โดยคำนวณจาก (µg chlorophyll/ml methanol) × 3 ml methanol /g (FW tissue)

ผลและวิจารณ์ผล

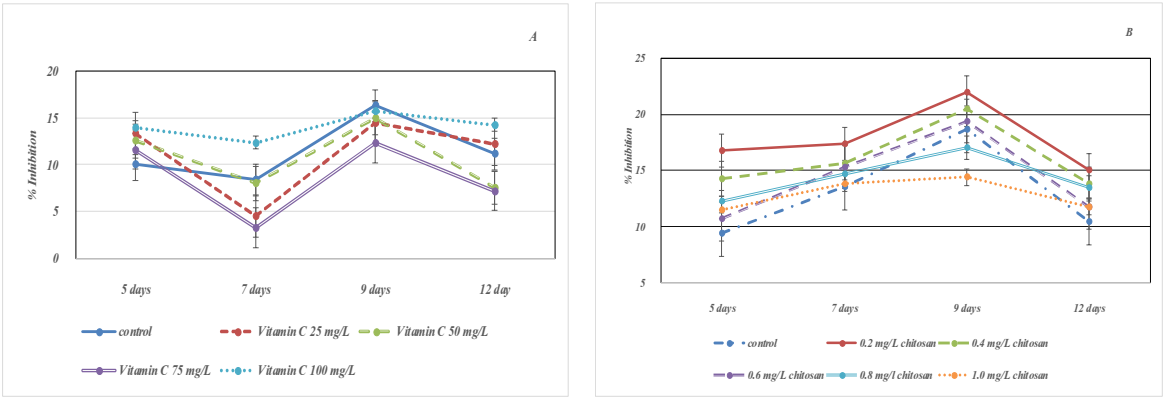
การกระตุ้นการสร้างพฤกษเคมีในต้นอ่อนทานตะวันในช่วงฤดูหนาวในงานวิจัยนี้ได้ใช้สารละลายวิตามินซีและสารละลายไคโตซานที่สกัดจากกากเห็ดหลินจือที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ มากระตุ้นการดำเนินไปข้างหน้าของวิถีเพนโตสฟอสเฟตเพื่อให้ได้ erythrose-4-phosphate ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการนำเข้าสู่วิถี shikimate ซึ่งจะเปลี่ยนน้ำตาลฟอสเฟตให้เป็นกรดอะมิโนชนิดที่มีวงแหวนเพื่อเข้าสู่กระบวนการ phenylpropanoid และกระบวนการสร้างสารกลุ่มฟีนอลิกต่อไป (Burguieres et al., 2007) ภาพที่ 1 แสดงผลของสารละลายวิตามินซีและสารละลายไคโตซานจากกากเห็ดหลินจือที่มีต่อการสร้างสารฟีนอลิกรวมในต้นอ่อนทานตะวัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าวิตามินซีเข้มข้น 25 มก/ลิตร สามารถกระตุ้นให้ต้นอ่อนอายุ 5 วัน สร้างสารฟีนอลิกรวมได้สูงสุดในปริมาณ 12.73 มก/กรัม น้ำหนักสด ส่วนสารละลายไคโตซานจากกากเห็ดหลินจือเข้มข้น 0.2 มก/ลิตร สามารถเหนี่ยวนำให้ต้นอ่อนทานตะวันอายุ 7 วัน มีการสร้างสารฟีนอลิกรวมสูงสุด 4.25 มก/กรัม น้ำหนักสด ซึ่งจะเห็นได้ว่าสารละลายวิตามินซีมีความสามารถในการกระตุ้นให้ต้นอ่อนทานตะวันสร้างสารฟีนอลิกรวมได้ดีกว่าสารละลายไคโตซานจากกากเห็ดหลินจือ ซึ่ง Pérez-Balibrea et al. (2011) รายงานไว้ว่าสารละลายไคโตซานจากเปลือกปูไม่มีผลในการกระตุ้นการสร้างฟีนอลิกในต้นอ่อนทานตะวัน แต่ทั้งนี้ Cho et al. (2008) รายงานว่าไคโตซานสามารถกระตุ้นให้ต้นอ่อนทานตะวันสร้างพฤกษเคมีได้สูงขึ้นมาว่าจะเป็นสารในกลุ่มฟีนอลิก เมลาโทนิน และไอโซฟลาโวน การทดสอบความสามารถในการกระตุ้นการสร้างพฤกษเคมีในงานวิจัยนี้จะเห็นได้ว่าทั้งวิตามินซีและไคโตซานจากกากเห็ดหลินจือสามารถกระตุ้นการสร้างสารประกอบในกลุ่มฟีนอลิกได้ดีกว่าชุดควบคุม แต่ทั้งนี้หลังจากนี้ปริมาณของสารในกลุ่มฟีนอลิกจะลดลงทั้งนี้เนื่องจากสารในกลุ่มฟีนอลิกได้ถูกเปลี่ยนไปเป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Vogt, 2010)



ภาพที่ 1 ปริมาณฟีนอลิกรวมในต้นอ่อนทานตะวัน (A) กระตุ้นด้วยวิตามินซี (B) ไคโตซานจากกากเห็ดหลินจือแถบค่าความคลาดเคลื่อนแสดงความคาดเคลื่อนมาตรฐาน SE (n=3)

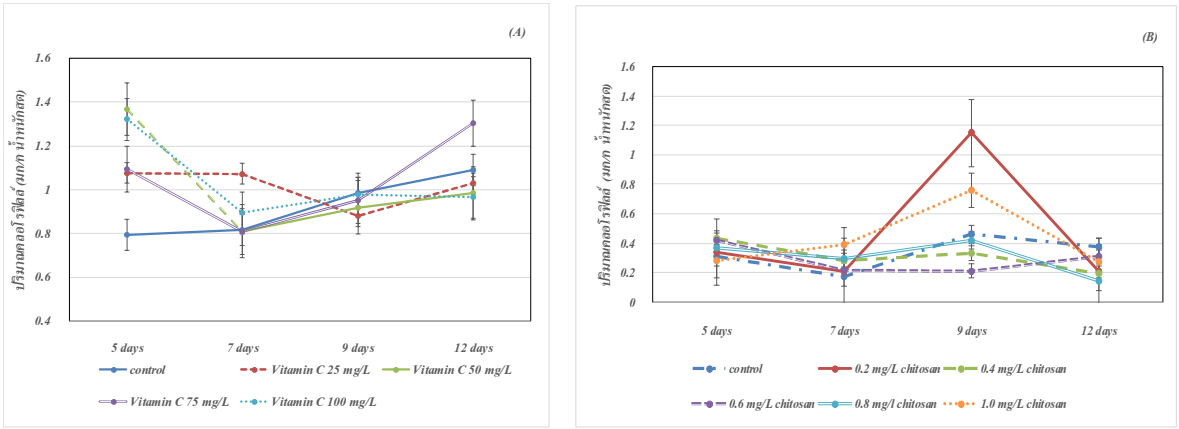
พฤกษเคมีแสดงคุณสมบัติในการต้านออกซิเดชันโดยมีฤทธิ์ในการกำจัดอนุมูลอิสระโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารในกลุ่มฟีนอลิกและพอลิฟีนอลซึ่งคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระส่งผลต่อความสามารถในการป้องกันและรักษาโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคมะเร็งบางชนิด และโรคที่เกิดจากภาวะเครียดออกซิเดชัน (Capanoglu, 2010) การตรวจวัดความสามารถในการต้านออกซิเดชันสามารถทำได้หลายวิธี แต่ในงานวิจัยนี้ซึ่งเป็นการศึกษาผลเบื้องต้นของการกระตุ้นการสร้างพฤกษเคมีในต้นอ่อนทานตะวันในสภาวะปลูกที่ไม่เหมาะสมจึงเลือกใช้ร้อยละความสามารถในการยับยั้ง DPPH เพื่อดูแนวโน้ม

ของฤทธิ์การต้านออกซิเดชันเท่านั้น จากผลการทดลองพบว่าต้นอ่อนทานตะวันอายุ 9 วัน มีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้สูงสุด นอกจากนี้พบว่าต้นอ่อนที่กระตุ้นด้วยน้ำมีค่าความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระร้อยละ 16.33 ซึ่งสูงกว่าต้นอ่อนที่กระตุ้นด้วยวิตามินซี ส่วนต้นอ่อนที่กระตุ้นด้วยไคโตซาน 0.2 มก/ลิตร ให้ค่าความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระร้อยละ 21.93 (ดังแสดงในภาพที่ 2) แต่ทั้งนี้ Cho et al. (2008) ได้ใช้ไคโตซานมาเป็น elicitor ในการกระตุ้นการสร้างพฤกษเคมีในต้นอ่อนทานตะวันในสภาวะที่เหมาะสมพบว่าไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุล 28 กิโลดาลตัน เข้มข้นร้อยละ 1 ให้ผลร้อยละการยับยั้งฤทธิ์อนุมูล DPPH ได้สูงถึง 48.93 ซึ่งยืนยันให้เห็นว่าไคโตซานสามารถใช้เป็น elicitor ได้ แต่ไม่เหมาะที่จะใช้ในสภาวะทนต่ออุณหภูมิต่ำ



ภาพที่ 2 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH (A) กระตุ้นด้วยวิตามินซี (B) ไคโตซานจากกากเห็ดหลินจือ แถบค่าความคาดเคลื่อน แสดงความคาดเคลื่อนมาตรฐาน SE (n=3)

ปริมาณคลอโรฟิลล์เป็นตัวบ่งชี้ความสามารถในการสังเคราะห์แสง ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการเจริญของพืชและใช้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงการทนต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากเมื่อพืชเจริญในสภาพที่ไม่เหมาะสมจะทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ซึ่งส่งให้การเจริญของพืชลดลง (Sudhir and Murthy, 2004) งานวิจัยนี้เก็บตัวอย่างต้นอ่อนมาวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ได้เก็บทั้งส่วนใบและลำต้นรวมกันเพื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักสดของต้นอ่อน จากภาพที่ 3A จะเห็นได้ว่าต้นอ่อนที่ถูกกระตุ้นด้วยวิตามินซีอายุ 5 วัน จะมีปริมาณสูงสุดหลังจากนั้นปริมาณคลอโรฟิลล์จะลดลงเนื่องจากส่วนของลำต้นมีความสูงเพิ่มขึ้นจึงทำให้น้ำหนักรวมของต้นอ่อนเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ที่วิเคราะห์ได้มีค่าต่ำลง แต่เมื่อพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นจึงทำให้ค่าคลอโรฟิลล์มีปริมาณสูงขึ้น ส่วนภาพที่ 3B เป็นค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ที่วิเคราะห์จากต้นอ่อนที่ถูกกระตุ้นด้วยสารละลายไคโตซานจากกากเห็ดหลินจือ ซึ่งมีการเจริญไม่ดีเท่าต้นอ่อนที่ถูกกระตุ้นด้วยวิตามินซีจึงมีปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยกว่า และเมื่อต้นอ่อนสามารถเจริญขึ้นมาได้ใบจะเริ่มมีขนาดใหญ่ขึ้นในวันที่ 9 จึงทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์สูงขึ้น หากคลอโรฟิลล์สามารถเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีของการเจริญของต้นอ่อนทานตะวันในสภาพอุณหภูมิต่ำสารละลายวิตามินซีที่ใช้ในการทดลองนี้สามารถใช้เป็น elicitor เพื่อให้สามารถปลูกในสภาพฤดูหนาวของภาคเหนือในประเทศไทยได้ อายุการเก็บเกี่ยวทานตะวันสำหรับบริโภคนิยมเก็บในช่วงอายุ 7 วัน ดังนั้นสารละลายวิตามินซีเข้มข้น 25 มก/ลิตร จึงน่าจะเป็นตัวเลือกที่ดีที่สุดของเกษตรกร



ภาพที่ 3 ปริมาณคลอโรฟิลล์ในต้นอ่อนทานตะวัน (A) กระตุ้นด้วยวิตามินซี (B) ไคโตซานจากกากเห็ดหลินจือ แถบค่าความคลาดเคลื่อน แสดงความคาดเคลื่อนมาตรฐาน SE (n=3)

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาที่ได้จากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นแนวโน้มในทางที่เป็นไปได้ในการปฏิบัติของเกษตรกรผู้ปลูกต้นอ่อนทานตะวันเพื่อลดต้นทุนในการผลิตต้นอ่อนในช่วงฤดูหนาวของแถบจังหวัดทางภาคเหนือของประเทศไทย การเลือกใช้สารละลายวิตามินซีเป็น elicitor ในการกระตุ้นการสร้างพฤกษเคมีซึ่งทำให้ต้นอ่อนทานตะวันมีการเจริญไม่แตกต่างจากสภาวะปกติมากนักอีกทั้งยังคงมีอายุการเก็บเกี่ยวได้ในช่วงวันที่ 7-9 ได้ต้นอ่อนทานตะวันที่ไม่สูงจนทำให้เกิดอุปสรรคในการบริโภค สำหรับไคโตซานจากกากเห็ดหลินจือนั้นไม่เหมาะที่จะใช้ในสภาพปลูกที่ใช้ในการทดลองนี้ เนื่องจากให้ต้นอ่อนทานตะวันที่การเจริญช้ากว่าต้นอ่อนที่กระตุ้นด้วยวิตามินซี แต่ทั้งนี้ไคโตซานจากกากเห็ดหลินจืออาจจะใช้ได้ดีในการกระตุ้นพฤกษเคมีในต้นอ่อนชนิดอื่น และ/หรือในสภาพปลูกที่ต่างงานวิจัยนี้ แต่ทั้งนี้งานวิจัยนี้ยังคงต้องยืนยันคุณค่าของสารต้านออกซิเดชันที่ได้จากสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพชนิดอื่นเพื่อยืนยันการเป็น super food ของต้นอ่อนทานตะวันต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติปี 2560

เอกสารอ้างอิง

Ali, M.B., Yu, K.W., Hahn, E.J. and Paek, K. Y. 2006. Methyl jasmonate and salicylic acid elicitation induces ginsenosides accumulation, enzymatic and non-enzymatic antioxidant in suspension culture **Panax ginseng** roots in bioreactors. Plant Cell Report 25: 613-620.

Andarwulan, N. and Shetty, K. 1999. Improvement of pea (**Pisum sativum**) seed vigour response by fish protein hydrolysates in combination with acetyl salicylic acid. Process Biochemistry 35: 159–165.

Battino, M., Beekwilder J., Denoyes-Rothan, B., Laimer, M., McDougall G.J. and Mezzetti B. 2009. Bioactivities of berries relevant to human health. Nutrition Reviews 67: 145-150.

Brader, G., Tas, E. and Palva E. T. 2001. Jasmonate-dependent induction of indole glucosinolates in **Arabidopsis** by culture filtrates of the nonspecific pathogen **Erwinia carotovora**. Plant Physiology 126: 849-860.

Bradford, K.J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Horticultural Science 21: 1105–1112.

Burguieres, E., McCue, P., Kwon, Y-I. and Shetty, K. 2007. Effect of vitamin C and folic acid on seed vigour response and phenolic-linked antioxidant activity. Bioresource Technology 98: 1393-1404.

Cao, S.F., Hu, Z.C. and Wang, H.O. (2009) Effect of salicylic acid on the activities of antioxidant enzymes and phenylalanine ammonia-lyase in cucumber fruit in relation to chilling injury. The Journal of Horticultural Science & Biotechnology 84: 125-130.

Capanoglu, E. 2010. The potential of priming in food production. Trends in Food Science & Technology 21: 399-407.

Cervato, G., Carabelli M., Gervasio, S. Cittera, A., Cazzola, R. and Cestaro, B. 2000. Antioxidant properties of Oregano (Origanum vulgare) leaf extracts. Journal of Food Biochemistry 24: 453-465.

Cho, M.H., No, H.K. and Prinyawiwatkul, W. 2008. Chitosan Treatments affect growth and selected quality of sunflower sprouts. Journal of Food Science 73(1): s70-s77

Dixon, R.A. and Paiva, N. L. 1995. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. Plant Cell. 7: 1085-1097.

Elwan, M.W.M., and El-Hamahmy, M.A.M. 2009. Improved productivity and quality associated with salicylic acid application in greenhouse pepper. Scientia Horticulturae 122: 521-526.

Fumagalli, F., Rossoni, M., Iriti, M., Di Gennaro, A., Faoro, F., Borroni, E., Borco, M., Scienza, A., Sala A. and Folco G. 2006. From field to health: a simple way to increase the nutraceutical content of grape as shown by nodependent vascular relaxation. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54: 5344-5349.

Hokkanen, A.T., Kokko, H.I., Buchala, A.J., Mcdougal,l G.J., Stewart, D., Kärenlampi, S.O. and Karjalainen, R.O. 2007. Benzothiadiazole induces the accumulation of phenolics and improves resistance to powdery mildew in strawberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry 55: 1862-1870.

Horii, A., McCue, P. and Shett, K. 2007. Seed vigour studies in corn, soybean and tomato in response to fish protein hydrolysates and consequences on phenolic-linked responses. Bioresource Technology 98: 2170–2177.

Huang, R., Xia R., Lu Y., Hu L., and Xu Y. 2008. Effect of pre-harvest salicylic acid spray treatment on post-harvest antioxidant in the pulp and peel of 'Cara cara' navel orange (**Citrus sinenisis** L. Osbeck). Journal of the Science of Food and Agriculture 88: 229-236.

Iriti, M., Rossoni, M., Borgo, M., and Faoro, F. 2004. Benzothiadiazole enhances resveratrol and anthocyanin biosynthesis in grapevine, meanwhile improving resistance to **Botrytis cinerea**. Journal of Agricultural and Food Chemistry 52(14): 4406-4413.

Mahdavi, B. and Rahimi, A. 2013. Seed priming with chitosan improves the germination and growth performance of ajowan (**Carum copticum**) under salt stress. EurAsian Journal of BioSciences 7: 69-76.

Liu, J., Tiana, S., Menga, X. and Xu, Y. 2007. Effects of chitosan on control of postharvest diseases and physiological responses of tomato fruit. Postharvest Biology and Technology 44(3): 300-306.

Pérez-Balibrea, S., Moreno, D.A. and Garćia-Viguera, C. 2011. Improving the phytochemical composition of broccoli sprouts by elicitation. Food Chemistry 129: 35-44.

Pisoschi, A. M. and Pop, A. 2015. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. European Journal of Medicinal Chemistry 97:55-74.

Randhir, R., Lin, Y-T. and Shetty, K. 2004ใ Stimulation of phenolics, antioxidant and antimicrobial activities in dark germinated mung bean sprouts in response to peptide and phytochemical elicitors. Process Biochemistry 39: 637–646.

Sudhir, P., and Murthy, S. D. 2004. Effects of salt stress on basic processes of photosynthesis. Photosynthetica. 42(4): 481-486.

Vogt, T. 2010. Phenylpropanoid. Molecular Plant 3(1): 2-20.

Wang, F., Feng, G. and Chen, K. 2009. Defense responses of harvested tomato fruit to burdock fructooligosaccharide, a novel potential elicitor. Postharvest Biology and Technology 52: 110-116.

ฤทธิ์ชีวภาพของสารสกัดจากใบทุเรียนเทศที่มีต่อปลวกใต้ดินสายพันธุ์ **Coptotermes curvignathus**

Bioactivity of **Annona muricata** Leaf Extracts against Subterranean Termite, **Coptotermes curvignathus**

พัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์* ยืนยง วาณิชย์ปกรณ์ นพรัตน์ ชำนาญกิจ และ ภูริพัฒน์ แท่นดี

Patcharaporn Vanichpakorn*, Yuenyong Vanichpakorn, Nopparat chamnankit and Puripat Thandee

บทคัดย่อ

ปลวกใต้ดิน **Coptotermes curvignathus** เป็นศัตรูสำคัญของต้นยาง ทำลายโดยกัดกินส่วนรากและโคนต้นที่อยู่ใต้ผิวดิน และกัดกินต่อไปภายในลำต้นจนเป็นโพรง ทำให้ยางยืนต้นตาย การใช้สารสกัดจากพืชเป็นทางเลือกของการควบคุมปลวกที่มีประสิทธิภาพและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สามารถช่วยลดการใช้สารเคมีเกษตร จึงทำการทดสอบพิษทางการกิน พิษทางการรม และฤทธิ์ไล่ของสารสกัด 4 ชนิดจากใบทุเรียนเทศ ได้แก่สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอล ความเข้มข้น 5 % (น้ำหนัก/ปริมาตร) ที่มีต่อปลวกใต้ดิน **C. curvignathus** รวมทั้งตรวจสอบสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดทั้ง 4 ชนิด ผลการทดสอบพบว่า สารสกัดอะซิโตนมีพิษทางการกินและพิษทางการรมสูงสุด ซึ่งพบอัตราการตายสะสมของปลวก 98.75 และ 92.50% ตามลำดับ ที่เวลา 7 วันหลังการทดสอบ ส่วนสารสกัดที่เหลือมีพิษทางการกินสูงเช่นกัน (88.75-97.50%) และมีพิษทางการรมปานกลางถึงสูง (63.33-81.25%) นอกจากนี้สารสกัดทั้ง 4 ชนิดยังมีฤทธิ์ไล่ปลวกปานกลาง (56.61-73.95%) โดยสารสกัดเอทานอลมีฤทธิ์ไล่ปลวกสูงสุด ส่วนสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ ได้แก่ สารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ เทอร์พีนอยด์ และแอลคาลอยด์ ในขณะที่สารสกัดอะซิโตน เอทิลอะซิเตต และเอทานอล พบสารที่เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ สารในกลุ่มแอนทราควิโนน ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน และแอลคาลอยด์ จากผลการทดสอบอาจสรุปได้ว่าทุเรียนเทศเป็นพืชที่มีศักยภาพในการใช้เป็นทางเลือกเพื่อควบคุมปลวกใต้ดินสายพันธุ์ **C. curvignathus**

คำสำคัญ: ฤทธิ์ชีวภาพ, ทุเรียนเทศ, ปลวก **Coptotermes curvignathus**, สารพฤกษเคมี

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตำบลทุ่งใหญ่ อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80240

Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thungyai Sub-district, Thungyai District, Nakhon Si Thammarat Province 80240, Thailand

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): pvanich@gmail.com

การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10 “ราชมงคลขับเคลื่อนนวัตกรรมก้าวไกลสู่ Thailand 4.0”

ABSTRACT

Subterranean termite, **Coptotermes curvignathus** is one of the important pests in rubber trees. It feeds on living root and trunk of trees and makes tunnel inside the trunk. The infestation of **C. curvignathus** often makes the trees dead. Plant extracts have been suggested as an alternative to synthetic insecticides for controlling termite because they are effective to the pests and environmentally safe. The feeding toxicity, fumigant toxicity and repellent effect of petroleum ether, ethyl acetate, acetone and ethanol extracts of **Annona muricata** leaf at 5% (w/v) were evaluated against **C. curvignathus**. The phytochemical screening of all extracts was also investigated. Acetone extract was the most toxic both in feeding and fumigant toxicity test with mortalities of 98.75 and 92.50% at 7 days after treatment, respectively. The other extracts also showed strong feeding toxicity, ranging from 88.75 to 97.50% and moderate to high fumigant toxicity to the pest (63.33-81.25%). All four extracts gave moderate repellent activity (56.61-73.95%). Among them, ethanol extract was the most effective. Furthermore, the phytochemical screening indicated the present of flavonoids, terpenoids and alkaloids in petroleum ether extract. Ethyl acetate, acetone and ethanol extracts contained anthraquinones, flavonoids, saponins and alkaloids. The results revealed that **A. muricata** has potential to act as a biopesticide to control **C. curvignathus**.

Keywords: bioactivity, **Annona muricata**, **Coptotermes curvignathus**, phytochemicals

บทนำ

ปัจจุบันเกษตรกรชาวสวนยาง จังหวัดนครศรีธรรมราช เริ่มประสบปัญหาการเข้าทำลายของปลวกใต้ดิน **Coptotermes curvignathus** (Isoptera: Rhinotermitidae) ซึ่งเป็นปลวกชนิดเดียวที่ทำลายต้นยางที่มีชีวิต ปลวกชนิดนี้กัดกินต้นยางทุกระยะการเจริญเติบโต โดยกัดกินรากและโคนต้นที่อยู่ใต้ผิวดิน และกัดกินต่อไปภายในลำต้นจนเป็นโพรง ทำให้ต้นยางยืนต้นตายในที่สุด ปลวกชนิดนี้เพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็วในสภาพอากาศร้อนและชื้น จึงสร้างความเสียหายต่อต้นยางได้มากและรวดเร็ว การใช้สารเคมีเป็นวิธีที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติในการควบคุมปลวกใต้ดิน เนื่องจากให้ผลในการควบคุมปลวกอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่อง ก่อให้เกิดพิษตกค้างของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม รวมทั้งก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตที่มีประโยชน์อื่นๆ ด้วยความตระหนักถึงพิษภัยจากการใช้สารเคมี จึงมีความจำเป็นเร่งด่วนในการหาทางเลือกเพื่อการควบคุมปลวกที่มีประสิทธิภาพและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

การใช้สารธรรมชาติจากพืชในรูปสารสกัด (crude extract) เป็นทางเลือกของการควบคุมแมลงศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพ มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม เนื่องจากสารสกัดจากพืชมีคุณสมบัติสลายตัวเร็ว จึงมีความเป็นพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นต่ำ สารสกัดจากพืชออกฤทธิ์ต่อแมลงศัตรูพืชในหลายลักษณะ เช่น มีฤทธิ์ฆ่าแมลง ไล่แมลง ยับยั้งการวางไข่หรือยับยั้งการกินอาหารของแมลง (Adeyemi, 2010) จากรายงานวิจัยพบว่าสารสกัดจากพืชหลายชนิดมีประสิทธิภาพในการควบคุมปลวกใต้ดิน เช่น น้อยหน่า ตะไคร้หอม ผกากรอง (Acda, 2014) เป็นต้น เนื่องจากประเทศไทยมีความหลากหลายของพันธุกรรมพืช การค้นหาพืชชนิดใหม่ๆเพื่อเป็นทางเลือกของการควบคุมปลวกใต้ดินที่เหมาะสมกับท้องถิ่นและมีต้นทุนต่ำ จึงเป็นงานวิจัยที่น่าสนใจ

ทุเรียนเทศ (**Annona muricata** L.) เป็นพืชในวงศ์ Annonaceae มีถิ่นกำเนิดอยู่ในอเมริกากลาง สำหรับประเทศไทยมีการปลูกแพร่กระจายในภาคใต้เพื่อรับประทานผลสด ทุเรียนเทศมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาหลากหลาย เช่น สารสกัดจากส่วน

ใบ เมล็ด และ ลำต้น มีฤทธิ์ในการต่อต้านไวรัส และเซลล์มะเร็ง ใบของทุเรียนเทศมีการนำมาใช้เป็นยาระงับประสาท ราก และเปลือก นำมาทำเป็นชาชงดื่มแก้อาการเครียด ช่วยลดอาการเจ็บปวดและลดการเกร็ง ผลสุกช่วยรักษาโรคเลือดออกตามไรฟัน ผลดิบใช้รับประทานเพื่อรักษาโรคบิด เมล็ดนำมาใช้ในการสมานแผลและห้ามเลือด (Omena **et al**., 2007) นอกจากนี้สารสกัดจากใบและเมล็ดทุเรียนเทศยังมีฤทธิ์ควบคุมแมลงศัตรูหลายชนิด เช่น ด้วงถั่วเขียว (Adeoye and Ewete, 2010) ด้วงงวงข้าว (Vanichpakorn **et al**., 2014) เป็นต้น เนื่องจากทุเรียนเทศเป็นพืชที่มีการนำมาใช้ประโยชน์น้อย รวมทั้งยังไม่มีรายงานวิจัยเกี่ยวกับฤทธิ์ชีวภาพของสารสกัดจากใบทุเรียนเทศในการควบคุมปลวกใต้ดิน **C. curvignathus** ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ฆ่าแมลงและฤทธิ์ไล่แมลงของสารสกัดจากใบทุเรียนเทศที่มีต่อปลวก **C. curvignathus** ในสภาพห้องปฏิบัติการ รวมทั้งศึกษาชนิดของสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัด เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการนำสารสกัดจากใบทุเรียนเทศไปประยุกต์ใช้ควบคุมปลวกใต้ดินในสวนยางต่อไป

วิธีการทดลอง

1. การเพาะเลี้ยงปลวกใต้ดิน **C. curvignathus**

เก็บรวบรวมปลวกใต้ดิน **C. curvignathus** โดยใช้กับดักถังน้ำเจาะรูรอบด้านพร้อมทั้งใส่ไม้ยางลงในถังเป็นเหยื่อล่อปลวก ปิดฝาถัง นำกับดักฝังดินในแปลงยางของคณะเกษตรศาสตร์ อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช เป็นเวลา 2 เดือน ขุดกับดักที่มีปลวกมาเลี้ยงในกล่องพลาสติกสีดำขนาด 45 x 65 x 35 เซนติเมตร (กว้าง x ยาว x สูง) ในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90% ในสภาพมืด ให้น้ำเพื่อรักษาสภาพความชื้นให้เหมาะต่อการเจริญเติบโตของปลวก

2. การเตรียมสารสกัดจากใบทุเรียนเทศ

เก็บรวบรวมใบแก่ของทุเรียนเทศ ล้างทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ผึ่งลมจนแห้ง แล้วบดให้เป็นผงละเอียด ทำการสกัดสารออกฤทธิ์ด้วยวิธีแช่ยุ่ย (maceration) โดยชั่งผงใบทุเรียนเทศ 100 กรัม แช่ในตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตน หรือเอทานอล ปริมาตร 500 มิลลิลิตร โดยแช่แยกกันเป็นเวลา 7 วัน เมื่อครบกำหนด กรองสารโดยผ่าน Buchner funnel นำสารละลายที่กรองได้ มาลดปริมาตรจนแห้งด้วยเครื่องระเหยแห้งสุญญากาศ (rotary evaporator) เก็บสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอล ที่ได้ซึ่งมีน้ำหนัก 5.25, 9.54, 10.19 และ 20.78 กรัม ตามลำดับ ไว้ในตู้เย็น เพื่อรอการทดสอบกับปลวก **C. curvignathus** ต่อไป

3. การทดสอบฤทธิ์ฆ่าปลวกของสารสกัดจากใบทุเรียนเทศ

3.1 พิษทางการกิน

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) จำนวน 5 สิ่งทดลองๆละ 4 ซ้ำ ทดสอบโดยวิธีบังคับกิน (force feeding method) ดัดแปลงจากวิธีของ Sharma and Raina (1998) โดยหยดสารละลายของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอล ความเข้มข้น 5% (น้ำหนัก/ปริมาตร) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงบนกระดาษกรองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมงและชั่งน้ำหนัก เมื่อกระดาษกรองแห้ง ใส่กระดาษกรองในจานเพาะเชื้อ แล้วย้ายปลวกงานจำนวน 20 ตัว ที่ผ่านการอดอาหารเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ลงบนกระดาษกรอง กระดาษกรองที่หยดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนเพียงอย่างเดียวคือชุดควบคุม หยดน้ำกลั่นลงในจานเพาะเชื้อที่มีสารสกัดและชุดควบคุม 1-2 หยดทุกวัน เพื่อให้ความชื้นแก่ปลวก นำจานเพาะเชื้อที่มีปลวกทดสอบเก็บในที่มืด บันทึกผลการตายของปลวกทุกวันเป็นเวลา 7 วัน แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์การตายของปลวกตามวิธีของ Niber (1994) เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบนำกระดาษกรองมาอบและชั่งน้ำหนัก แล้วคำนวณการกินกระดาษของปลวก (%) ตามวิธีของ Simmonds **et al**. (1990)

การตายของแมลง (%) = (จำนวนแมลงที่ตาย/จำนวนแมลงทั้งหมด) x 100

การกินกระดาษของปลวก (%) = $(W_1 - W_2) \times 100 / W_2$

W_1 = น้ำหนักกระดาษก่อนการทดสอบ W_2 = น้ำหนักกระดาษหลังการทดสอบ

3.2 พิษทางการรม

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 5 สิ่งทดลองๆละ 4 ซ้ำ ใช้การทดสอบดัดแปลงจากวิธีของ Raina **et al**. (2007) โดยอบกระดาษกรองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.5 เซนติเมตร และชั่งน้ำหนัก นำกระดาษกรองที่อบแล้วใส่ในจานเพาะเชื้อเพื่อเป็นอาหารของปลวก แล้วย้ายปลวกงานจำนวน 20 ตัวลงบนกระดาษกรอง นำจานเพาะเชื้อที่มีปลวกทดสอบใส่ในก้นภาชนะพลาสติกปริมาตร 950 มิลลิลิตร หยดสารละลายของสกัดแต่ละชนิดความเข้มข้น 5% ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงบนกระดาษกรองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร เมื่อกระดาษกรองแห้ง นำมาติดใต้ฝาภาชนะพลาสติกด้วยเยื่อกาว แล้วปิดฝาให้แน่น ใช้กระดาษกาวย่นพันรอบฝาภาชนะอีกครั้ง ชุดควบคุมคือกระดาษกรองที่ผ่านการหยดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนเพียงอย่างเดียว นำภาชนะพลาสติกที่มีปลวกทดสอบเก็บในที่มืด หยดน้ำกลั่น 1-2 หยดในจานเพาะเชื้อที่มีปลวกทุกวัน บันทึกจำนวนปลวกที่ตายหลังการทดสอบทุกวันเป็นเวลา 7 วัน คำนวณเปอร์เซ็นต์การตายของปลวกตามวิธีของ Niber (1994) เมื่อเสร็จสิ้นการทดสอบ นำกระดาษกรองมาอบและชั่งน้ำหนัก แล้วคำนวณการกินกระดาษของปลวก (%) ตามสมการดังกล่าวแล้วข้างต้น

4. การทดสอบฤทธิ์ไล่ปลวกของสารสกัดจากใบทุเรียนเทศ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 สิ่งทดลองๆละ 4 ซ้ำ ใช้การทดสอบแบบมีตัวเลือก (choice trial) ดัดแปลงจากวิธีของ Obeng-Ofori **et al**. (1998) โดยตัดกระดาษกรองเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตรออกเป็นสองส่วนเท่ากัน หยดสารสกัดแต่ละชนิดความเข้มข้น 5% ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรลงบนกระดาษกรองส่วนแรก และหยดตัวทำละลายอะซิโตนบนกระดาษกรองส่วนที่สอง (ชุดควบคุม) เมื่อกระดาษกรองแห้ง ใช้สกอตเทปยึดกระดาษกรองทั้งสองส่วนเป็นวงกลมเหมือนเดิม แล้วใส่กระดาษกรองในจานเพาะเชื้อ ย้ายปลวกงานจำนวน 20 ตัว ลงบนตรงกลางของกระดาษกรอง บันทึกจำนวนปลวกบนกระดาษกรองทั้งสองส่วน ที่เวลา 1, 3, 4, 24 และ 72 หลังการทดสอบ แล้วคำนวณอัตราการไล่แมลงตามวิธีของ Liu **el al.** (2006) ดังสมการ

อัตราการไล่แมลง (%) = (C-E) x 100 /T

C = จำนวนแมลงบนกระดาษกรองด้านที่ไม่ใช้สาร

E = จำนวนแมลงบนกระดาษกรองด้านที่ใช้สาร

T = จำนวนแมลงทั้งหมด

5. การตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้น

ทำการตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบจากใบทุเรียนเทศจำนวน 5 กลุ่มโดยใช้ปฏิกิริยาการเกิดสีหรือตะกอน (รัตนา, 2547; Trease and Evans, 2002) ซึ่งมีวิธีการตรวจสอบดังนี้

5.1 การตรวจสอบเทอร์พีนอยด์ ใช้การทดสอบซาลโควสกี (Salkowski test) โดยชั่งสารสกัดหนัก 0.2 กรัม เติมคลอโรฟอร์มปริมาตร 2 มิลลิลิตร จากนั้นค่อยๆเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาตร 2 มิลลิลิตร หากเกิดสีน้ำตาลแดงขึ้นระหว่างรอยต่อของสารละลายแสดงว่าพบเทอร์พีนอยด์

5.2 การตรวจสอบฟลาโวนอยด์ ชั่งสารสกัดหนัก 0.2 กรัม แล้วเติมสารละลายเอทานอล 50% ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ใส่ลวดแมกนีเซียมชิ้นเล็กๆลงไป 2-3 ชิ้น นำไปต้ม และหยดกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น หากได้สารละลายสีเหลือง ส้ม หรือแดง แสดงว่าพบฟลาโวนอยด์

5.3 การตรวจสอบซาโปนิน ใช้การทดสอบฟอง โดยชั่งสารสกัดหนัก 0.2 กรัม เติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร นำไปต้มให้เดือด แล้วกรอง เติมน้ำกลั่นปริมาตร 2-3 มิลลิลิตรลงในสารละลายที่ได้จากการกรอง เขย่าอย่างแรง หากมีฟองเกิดขึ้นแสดงว่าพบซาโปนิน

5.4 การตรวจสอบแอนทราควิโนน ชั่งสารสกัดหนัก 0.2 กรัม แล้วเติมสารละลายของกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 10% ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ (water bath) 5 นาที แล้วกรอง ปล่อยให้สารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง สกัดด้วยคลอโรฟอร์ม เติมสารละลายแอมโมเนียความเข้มข้น 10 % 2-3 หยด สังเกตสีชมพูแดงที่เกิดขึ้นแสดงว่าพบแอนทราควิโนน

5.5 การตรวจสอบแอลคาลอยด์ ชั่งสารสกัดหนัก 0.2 กรัม เติมสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 2% ปริมาตร 15 มิลลิลิตร นำไปอุ่น 2-3 นาที แล้วกรอง หยดน้ำยาดราเจนดอร์ฟ (Dragendorff's reagent) ลงในของเหลวที่ได้จากการกรอง หากมีตะกอนสีส้มแดงแสดงว่าพบแอลคาลอยด์

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลเปอร์เซ็นต์การตาย เปอร์เซ็นต์การไล่ปลวก และเปอร์เซ็นต์การกินกระดาษของปลวก มาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม SPSS (V. 20)

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

พิษทางการกิน

ในวันแรกของการทดสอบไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง สารสกัดทั้ง 4 ชนิดมีพิษทางการกินต่อปลวก **C. curvignathus** ต่ำ พบการตายของปลวก 6.25–11.25% ผลการทดสอบในวันที่ 3, 5 และ 7 เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างกลุ่มสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดกับชุดควบคุม แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างสารสกัด และพิษทางการกินของสารสกัดยังเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ทดสอบ สารสกัดอะซิโตนและเอทิลอะซิเตต มีพิษทางการกินสูงสุด พบการตายสะสมของปลวกเท่ากับ 98.75% ในวันที่ 7 หลังการทดสอบ รองลงมาได้แก่ สารสกัดเอทานอล (97.50%) และ ปิโตรเลียมอีเทอร์ (88.75%) ตามลำดับ นอกจากนี้ไม่พบการตายของปลวก **C. curvignathus** ในชุดควบคุม (Table 1)

Table 1 Cumulative percentage of mortality of **C. curvignathus** in force feeding method with filter paper treated with 4 extracts of **A. muricata** leaf

Extract	Mortality (mean ± SE, %)[1]			
	1 d	3 d	5 d	7 d
Petroleum ether	8.75±5.43	66.25±6.57[a]	78.75±9.65[a]	88.75±5.54[a]
Ethyl acetate	6.25±2.39	73.75±7.18[a]	95.00±3.53[a]	98.75±1.25[a]
Acetone	10.50±4.56	77.50±11.99[a]	96.25±1.25[a]	98.75±1.25[a]
Ethanol	11.25±4.27	75.00±6.77[a]	96.25±3.75[a]	97.50±2.50[a]
Control	0.00±0.00	0.00±0.00[b]	0.00±0.00[b]	0.00±0.00[b]

[1] Mortality within a column followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.01$ by DMRT

เมื่อพิจารณาการกินกระดาษของปลวกหลังการทดสอบพิษทางการกิน พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างกลุ่มสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดกับชุดควบคุม สิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดอะซิโตน มีการกินกระดาษของปลวกต่ำสุด 1.75% รองลงมาได้แก่ สิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดเอทานอล เอทิลอะซิเตต และปิโตรเลียมอีเทอร์ ตามลำดับ ในขณะที่สิ่งทดลองชุดควบคุม มีการกินกระดาษของปลวกสูงสุด 9.25% (Table 2)

Table 2 Paper consumption of **C. curvignathus** in force feeding method with filter paper treated with 4 extracts of **A. muricata** leaf after 7 days

Extract	Consumption (mean ± SE, %)[1]
Petroleum ether	4.00±1.291[b]
Ethyl acetate	3.75±1.38[b]
Acetone	1.75±0.50[b]
Ethanol	2.00±1.00[b]
Control	9.25±1.03[a]

[1] Mortality within a column followed by the same letter are not significantly different at P < 0.01 by DMRT

พิษทางการรม

สารสกัดทั้ง 4 ชนิดมีพิษทางการรมต่อปลวก **C. curvignathus** ต่ำมาก (2.50-8.75%) ในวันแรกของการทดสอบและไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลอง แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างกลุ่มสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดกับชุดควบคุม ในวันที่ 3, 5 และ 7 หลังการทดสอบ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างสารสกัด และยังพบว่าพิษทางการรมของสารสกัดทั้ง 4ชนิดเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้ทดสอบ โดยสารสกัดอะซิโตนมีพิษทางการรมสูงสุด พบการตายสะสมของปลวกเท่ากับ 32.50, 57.50 และ 92.50% ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ สารสกัดเอทิลอะซิเตต ปิโตรเลียมอีเทอร์ และ เอทานอล ตามลำดับ นอกจากนี้ไม่พบการตายของปลวกในสิ่งทดลองชุดควบคุม (Table 3)

Table 3 Cumulative percentage of mortality of **C. curvignathus** in fumigant toxicity test with 4 extracts of **A. muricata** leaf

Extract	Mortality (mean ± SE, %)[1]			
	1 d	3 d	5 d	7 d
Petroleum ether	5.00±3.54	23.75±8.99[ab]	48.75±20.45[a]	77.50± 6.52[a]
Ethyl acetate	8.75±5.15	22.50±9.24[ab]	51.25±17.12[a]	81.25±9.66[a]
Acetone	2.50±2.50	32.50±3.23[a]	57.50±8.54[a]	92.50±4.79[a]
Ethanol	3.75±2.39	18.75±8.26[ab]	33.75±7.47[ab]	63.33±10.93[a]
Control	0.00±0.00	0.00±0.00[b]	0.00±0.00[b]	0.00±0.00[b]

[1] Mortality within a column followed by the same letter are not significantly different at P <0.01 by DMRT

ผลการกินกระดาษของปลวกหลังเสร็จสิ้นการทดสอบพิษทางการรม พบว่า สิ่งทดลองที่ใช้สารสกัดอะซิโตนพบการกินกระดาษของปลวกต่ำสุดเท่ากับ 10.52 % แตกต่างจากสิ่งทดลองชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ซึ่งพบการกินกระดาษของปลวกสูงสุดเท่ากับ 32.95 % นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างสิ่งทดลองที่ใช้สารสกัด (Table 4)

Table 4 Paper consumption of **C. curvignathus** in fumigant toxicity test with 4 extracts of **A. muricata** leaf after 7 days

Extract	Consumption (mean ± SE, %)[1]
Petroleum ether	21.18±5.52[ab]
Ethyl acetate	14.95±2.94[b]
Acetone	10.52±3.48[b]
Ethanol	17.18±3.93[b]
Control	32.95±1.71[a]

[1] Mortality within a column followed by the same letter are not significantly different at P < 0.01 by DMRT

ฤทธิ์ไล่ปลวก

สารสกัดทั้ง 4 ชนิดจากใบทุเรียนเทศ มีฤทธิ์ไล่ปลวกใต้ดิน **C. curvignathus** ไม่แตกต่างกันทางสถิติทุกช่วงเวลาที่ทดสอบ สารสกัดเอทานอล และ ปิโตรเลียมอีเทอร์ มีฤทธิ์ไล่ปลวกสูงสุดในชั่วโมงที่ 72 ของการทดสอบ โดยมีอัตราการไล่ปลวก 85.25 และ 76.57% ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดเอทิลอะซิเตต และ อะซิโตน มีอัตราไล่ปลวกสูงสุดในชั่วโมงที่ 24 ของการทดสอบเท่ากับ 85.62 และ 83.16% ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยอัตราการไล่ปลวกในห้าช่วงเวลาที่ทดสอบ พบว่าสารสกัดทั้ง 4 ชนิดมีฤทธิ์ไล่ปลวกในระดับปานกลาง 56.61-73.95% โดยสารสกัดเอทานอลมีฤทธิ์ไล่ปลวกสูงสุด รองลงมาได้แก่สารสกัดเอทิลอะซิเตต อะซิโตน และปิโตรเลียมอีเทอร์ ตามลำดับ (Table 5)

Table 5 Repellent activity of 4 extracts of **A. muricata** leaf against **C. curvignathus** in choice bioassay method

Extract	Repellency (mean ± SE, %)					
	1 h	3 h	4 h	24 h	72 h	Mean Repellency (%)
Petroleum ether	53.93±18.35	48.10±13.03	30.37±13.03	74.11±11.11	76.57±10.26	56.61±6.88
Ethyl acetate	50.13±14.76	62.57±3.78	72.67±3.78	85.62±1.89	76.57±10.26	69.51±5.79
Acetone	62.63±14.92	39.96±5.95	79.69±5.95	83.16±6.05	74.56±10.31	68.00±6.01
Ethanol	67.81±12.40	59.83±15.76	78.92±15.76	77.93±14.93	85.25±4.25	73.95±5.87

การตรวจสอบสารพฤกษเคมี

การศึกษาชนิดของสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดทั้ง 4 ชนิดจากใบทุเรียนเทศ พบสารในกลุ่มเทอร์พีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ และ แอลคาลอยด์ เป็นองค์ประกอบของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ ในขณะที่สารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดเอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอล ได้แก่ สารในกลุ่มแอนทราควิโนน ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน และ แอลคาลอยด์ (Table 6)

Table 6 Phytochemical screening of 4 extracts of **A. muricata** leaf

Components	Extract			
	Petroleum ether	Ethyl acetate	Acetone	Ethanol
Anthraquinones	-	+	+	+
Terpenoids	+	-	-	-
Flavonoids	+	+	+	+
Saponins	-	+	+	+
Alkaloids	+	+	+	+

+ indicates the presence of components and - indicates the absence of components

การใช้สารสกัดจากพืชเป็นทางเลือกของการควบคุมแมลงศัตรูพืช ซึ่งทวีความสำคัญมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืช รวมทั้งยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สารสกัดจากพืชประกอบด้วยสารทุติยภูมิหลายชนิดออกฤทธิ์ควบคุมแมลงศัตรูพืช จึงช่วยชะลอการพัฒนาความต้านทานของแมลงที่มีต่อสารสกัดจากพืช (Wang **et al**., 2007) การนำสารสกัดจากพืชมาใช้เป็นทางเลือกควบคุมแมลงศัตรูพืช มักใช้พืชที่หาได้ง่ายและมีปริมาณมากในท้องถิ่น จึงช่วยลดต้นทุนในการผลิตพืชให้กับเกษตรกร ข้อดีอีกประการหนึ่งของการใช้สารสกัดจากพืชคือ เกษตรกรสามารถสกัดสารใช้ได้เองด้วยวิธีง่ายๆ และนำไปประยุกต์ใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชในแปลงปลูกพืชได้ง่ายในลักษณะเดียวกับการใช้สารฆ่าแมลงสังเคราะห์อีกด้วย

การทดสอบพิษทางการกินของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอล จากใบทุเรียนเทศความเข้มข้น 5% ที่มีต่อปลวกใต้ดิน **C. curvignathus** พบว่าสารสกัดทั้ง 4 ชนิดมีพิษทางการกินต่อปลวกสูงมากในระดับ 88.75 – 98.75% โดยสารสกัดอะซิโตน และ เอทิลอะซิเตต มีพิษทางการกินสูงสุด รองลงมาได้แก่ สารสกัดเอทานอล และปิโตรเลียมอีเทอร์ ตามลำดับ สอดคล้องกับ Acda (2014) ได้ทดสอบพิษทางการกินแบบบังคับกินของสารสกัดเอทานอลจากเมล็ดทุเรียนเทศความเข้มข้น 5, 10 และ 20% ที่มีต่อปลวกใต้ดิน **C. gestroi** ผลการทดสอบพบว่าสารสกัดจากเมล็ดทุเรียนเทศมีพิษทางการกินต่อปลวกสายพันธุ์ดังกล่าว โดยพบอัตราการตายของปลวกเท่ากับ 50, 87 และ 100% ตามลำดับที่เวลา 14 วันหลังการทดสอบ Acda (2014) ยังพบว่า สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดทุเรียนเทศความเข้มข้น 20% มีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างท่อทางเดินของปลวกดังกล่าวอีกด้วย

นอกจากนี้สารสกัดจากใบทุเรียนเทศยังมีพิษทางการกินต่อแมลงศัตรูชนิดอื่นๆ เช่น Adeoye and Ewete (2010) พบว่าสารสกัดเอทานอลจากใบทุเรียนเทศความเข้มข้น 1 กรัม/ลิตร มีพิษทางการกินต่อตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียว (**Callosobruchus maculatus**) ซึ่งพบอัตราการตายของแมลง 40, 80 และ 98% ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมงหลังการทดสอบ Vanichpakorn **et al**. (2014) ทดสอบพิษทางการกินและพิษทางสัมผัสของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต และ เอทานอลจากใบทุเรียนเทศความเข้มข้น 5% ที่มีต่อตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าว (**Sitophilus oryzae**) ด้วยวิธี grain treatment test พบว่า สารสกัดเอทานอลมีพิษสูงสุด โดยพบอัตราการตายสะสมของแมลง 100% ที่เวลา 4 วันหลังการทดสอบ รองลงมาได้แก่ สารสกัดเอทิลอะซิเตต (97.50%) และ ปิโตรเลียมอีเทอร์ (87.50%) ตามลำดับ Maciel **et al**. (2015) เปรียบเทียบพิษทางการกินของสารสกัด 3 ชนิดจากเมล็ดทุเรียนเทศที่มีต่อไรสองจุด (**Tetranychus urticae**) ผลการทดสอบพบว่า สารสกัดเอทานอลมีพิษสูงสุด รองลงมาได้แก่ สารสกัดเฮกเซน และ น้ำ โดยมีค่าความเป็นพิษเท่ากับ 1.77, 3.29 และ 151.74 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาพิษทางการรมของสารสกัดทั้ง 4 ชนิดที่มีต่อปลวกใต้ดิน **C. curvignathus** ยังคงพบว่าสารสกัดอะซิโตนมีพิษต่อปลวกสูง โดยพบอัตราการตายสะสมของปลวก 92.50% รองลงมาได้แก่ สารสกัดเอทิลอะซิเตต (81.25%) ในขณะที่สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ และ เอทานอล มีพิษทางการรมปานกลาง 63.33–77.50% โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของพัชราภรณ์ และคณะ (2557) รายงานพิษทางการรมของสารสกัดทั้ง 4 ชนิดจากใบทุเรียนเทศที่มีต่อตัวเต็มวัยของด้วงถั่วเขียว โดยพบว่าสารสกัดเอทานอลมีพิษสูงสุด รองลงมาได้แก่สารสกัดอะซิโตน เอทิลอะซิเตต และปิโตรเลียมอีเทอร์ ซึ่งมีค่าความเป็นพิษเท่ากับ 0.70, 1.00, 1.11 และ 1.12% ตามลำดับ

สำหรับฤทธิ์การไล่ของสารสกัดทั้ง 4 ชนิดจากใบทุเรียนเทศ ผลปรากฏว่า สารสกัดทุกชนิดมีฤทธิ์ไล่ปลวก **C. curvignathus** ปานกลาง 56.61-73.95% โดยสารสกัดเอทานอลมีประสิทธิภาพดีที่สุด ผลการทดสอบที่ได้สอดคล้องกับ Vanichpakorn **et al**. (2014) รายงานไว้ว่า สารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลอะซิเตต และ เอทานอล มีฤทธิ์ไล่ตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวในอัตราเฉลี่ย 87.95, 83.99 และ 82.28% ตามลำดับ รวมทั้งยังสอดคล้องกับ Maciel **et al**. (2015) สรุปได้ว่า สารสกัดเอทานอลจากเมล็ดทุเรียนเทศความเข้มข้น 3.10, 5.1 และ 12.07 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร มีฤทธิ์ไล่ไรสองจุด

จากผลการทดสอบชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่าตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสารออกฤทธิ์จากพืช มีผลต่อประสิทธิภาพของสารสกัดในการควบคุมแมลงศัตรูพืช ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสารจากพืชเรียงตามลำดับความมีขั้วดังนี้คือ ปิโตรเลียมอีเทอร์ เป็นสารที่มีขั้วต่ำ ในขณะที่เอทิลอะซิเตต และ อะซิโตนเป็นตัวทำละลายที่มีขั้วปานกลาง ส่วนเอทานอลเป็นตัวทำละลายที่มีขั้วสูง (Reichardt, 1994) สารสกัดที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลายทั้ง 4 ชนิด มีพิษทางการกิน พิษทางการรม และมีฤทธิ์ไล่ปลวก **C. curvignathus** ใกล้เคียงกัน แสดงว่าสารออกฤทธิ์ควบคุมแมลงที่สกัดได้จากใบทุเรียนเทศประกอบด้วยสารออกฤทธิ์หลายชนิดทั้งชนิดที่มีขั้วต่ำ มีขั้วปานกลาง และมีขั้วสูง

สำหรับผลการตรวจสอบสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดทั้ง 4 ชนิดจากใบทุเรียนเทศ ซึ่งพบสารในกลุ่มเทอร์พีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ และ แอลคาลอยด์ เป็นองค์ประกอบของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ ส่วนสารสกัดที่เหลืออีก 3 ชนิดพบสารที่เป็นองค์ประกอบเหมือนกันได้แก่ สารประกอบแอนทราควิโนน ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน และ แอลคาลอยด์ แตกต่างจากผลการทดสอบของ Samrot **et al**. (2016) ได้ตรวจสอบชนิดสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ อะซิโตน และ เอทานอลจากใบทุเรียนเทศ ซึ่งพบสารในกลุ่มควิโนน และ ลิวโคแอนโทไซยานิน เป็นองค์ประกอบของสารสกัดปิโตรเลียมอีเทอร์ ส่วนสารสกัดอะซิโตนพบสารในกลุ่มแอนโทไซยานิน และคาร์ไดแอคไกลโคไซด์ เป็นองค์ประกอบ ในขณะที่พบสารในกลุ่มแอลคาลอยด์ และ แอนโทไซยานินเป็นองค์ประกอบของสารสกัดเอทานอล นอกจากนี้ยังแตกต่างจากผลการตรวจสอบของ Rarassari and Maftuch (2016) ซึ่งพบสารในกลุ่มซาโปนิน และ ฟลาโวนอยด์ เป็นองค์ประกอบของสารสกัดเอทิลอะซิ-เตตจากใบทุเรียนเทศ ผลการตรวจสอบสารพฤกษเคมีของงานวิจัยในครั้งนี้ แตกต่างจากงานวิจัยที่กล่าวแล้วข้างต้น อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมในการปลูกพืชแตกต่างกัน เช่น สภาพเนื้อดิน ความเป็นกรด-ด่างของดิน ฤดูกาล รวมไปถึงช่วงเวลาการเก็บเกี่ยวใบพืช และวิธีการสกัดสารออกฤทธิ์จากพืช ซึ่งส่งผลต่อองค์ประกอบของสารพฤกษเคมีที่พบในพืชด้วย (Bhuiyan **et al**., 2010)

สาเหตุที่สารสกัดอะซิโตน เอทิลอะซิเตต เอทานอล และปิโตรเลียมอีเทอร์จากใบทุเรียนเทศ มีฤทธิ์ฆ่าและไล่ปลวก **C. curvignathus** อาจเนื่องมาจากสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบในสารสกัดดังกล่าว โดย Boué and Raina (2003) รายงานว่าสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ได้แก่ biochanin A มีฤทธิ์ยับยั้งการกินอาหาร และลดความสามารถในการขยายพันธุ์ของปลวกใต้ดิน **C. formosanus** Mao and Henderson (2007) พบว่า matrine และ oxymatrine ซึ่งเป็นสารในกลุ่มแอลคาลอยด์ที่สกัดได้จากพืชตระกูลถั่ว (**Sophona flavescens**) มีฤทธิ์ยับยั้งการกินอาหารของปลวกใต้ดิน **C. formosanus** โดยมีค่าความเป็นพิษที่เวลา 1 สัปดาห์ของการทดสอบเท่ากับ 10.1 และ 4.8 ไมโครกรัม/แมลง ตามลำดับ Kamal **et al.** (2017) รายงานว่าซาโปนินที่สกัดได้จากต้น **Atriplex laciniata** มีฤทธิ์ฆ่าปลวก **Heterotermes indicola** ตาย 100% ที่เวลา 3 วันหลังการทดสอบ

สรุป

สารสกัดทั้ง 4 ชนิดจากใบทุเรียนเทศ มีฤทธิ์ชีวภาพต่อปลวกใต้ดิน **C. curvignathus** โดยมีพิษทางกินสูงมาก และมีพิษทางการรมสูงมากถึงปานกลาง รวมทั้งมีฤทธิ์ไล่ปลวกปานกลาง ซึ่งสารสกัดอะซิโตนมีพิษทางการกินและพิษทางการรมสูงสุด รองลงมาได้แก่ สารสกัดเอทิลอะซิเตต ปิโตรเลียมอีเทอร์ และ เอทานอล ตามลำดับ ส่วนสารสกัดเอทานอลมีฤทธิ์ไล่ปลวกสูงสุด ดังนั้นสารสกัดจากใบทุเรียนเทศมีศักยภาพในการใช้เป็นทางเลือกควบคุมปลวกใต้ดิน **C. curvignathus** เพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมีเกษตร อย่างไรก็ตามควรศึกษาฤทธิ์ชีวภาพด้านอื่นๆ เช่น ฤทธิ์ยับยั้งการสร้างท่อทางเดินของปลวก การแยกและตรวจสอบเอกลักษณ์ชนิดของสารออกฤทธิ์ฆ่าและไล่ปลวก การปรุงแต่งสารสกัดให้คงประสิทธิภาพได้นาน รวมถึงการประยุกต์ใช้สารสกัดควบคุมปลวกสายพันธุ์ดังกล่าวในสวนยางด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ มหาวิยาลัยเทคโนโลยี-ราชมงคลศรีวิชัย ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

พัชราภรณ์ วาณิชย์ปกรณ์, ยืนยง วาณิชย์ปกรณ์ และ มนทนา รุจิระศักดิ์. 2557. ฤทธิ์ชีวภาพของผงบดละเอียดและสารสกัดจากใบและเมล็ดน้อยหน่า ทุเรียนเทศ และน้อยโหน่ง ในการป้องกันกำจัดด้วงถั่วเขียว. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, นครศรีธรรมราช.

รัตนา อินทรานุปกรณ์. 2547. การตรวจสอบและการสกัดแยกสารสำคัญสมุนไพร. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

Acda, M.N. 2014. Repellent effects of **Annona** crude seed extract on the Asian subterranean termite **Coptotermes gestroi** Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae). Sociobiology 61(3): 332-337.

Adeoye, O.T. and Ewete, F.K. 2010. Potentials of **Annona muricata** Linnaeus (Annonaceae) as a botanical insecticide against **Callosobruchus maculatus** Fabricius (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Agriculture, Forestry and the Social Sciences 8(2): 147-151.

Adeyemi, M.M.H. 2010. The potential of secondary metabolites in plant material as deterents against insect pests: a review. African Journal of Pure and Applied Chemistry 4(11): 243–246.

Bhuiyan, M.N.I., Chowdhury, J.U., Begum, J. and Nandi, N.C. 2010. Essential oils analysis of the rhizomes of **Alpinia conchigera** Griff. and leaves of **Alpinia malaccensis** (Burm.f.) Roscoe from Bangladesh. African Journal of Plant Science 4(6): 197-201.

Boué, S.M. and Raina A.K. 2003. Effects of plant flavonoids on fecundity, survival, and feeding of the Formosan subterranean termite. Journal of Chemical Ecology 29(11): 2575-2584.

Kamal, Z., Ullah, F., Ahmad, S., Ayaz, M., Sadiq, A., Imran, M., Ahmad, S., Rahman, F.U. and Zeb, A. 2017. Saponins and solvent extracts from **Atriplex laciniata** L. exhibited high anthelmintic and insecticidal activities. Journal of Traditional Chinese Medicine 37(5): 599-606.

Liu, C.H., Mishra, A.K., Tan, R.X., Tang, C., Yang, H. and She, Y.H. 2006. Repellent and insecticidal activities of essential oils from **Artemisia princeps** and **Cinnamomum comphora** and their effect on seed germination of wheat and broad bean. Bioresource Technology 97(15): 1969- 1973.

Maciel, A.G.S., Rodsigues, J.S., Trindade, R.C.P., Silva, E.S., Sant'Ana, A.E.G. and Lemos, E.E.P. 2015. Effect of **Annona muricata** L. (1753) (Annonaceae) seeds extracts on **Tetranychus urticae** (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae). African Journal of Agricultural Research 10(48): 4370- 4375.

Mao, L. and Henderson, G. 2007. Antifeedant activity and acute and residual toxicity of alkaloids from **Sophora flavescens** (leguminosae) against Formosan subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology 100(3): 866-870.

Niber, B.T. 1994. The ability of powders and slurries from ten plant species to protect stored grain from attack by **Prostephanus truncatus** horn (Coleoptera: Bostrichidae) and **Sitophilus oryzae** L. (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Stored Products Research 30(4): 297-301.

Obeng-Ofori, D., Reichmuth, C.H., Bekele, A.J. and Hassanali, A. 1998. Toxicity and protectant potential of camphor, a major component of essential oil of **Ocimum kilimandscharicum** against four stored product beetles. International Journal of Pest Management 44(4): 203-209.

Omena, M.C., Navarro, D.M.A.F., Paula, J.E., Luna, J.S., Lima, M.R.F. and Sant'Ana, A.E.G. 2007. Larvicidal activities against **Aedes aegypti** of some Brazilian medicinal plants. Bioresource Technology 98(13): 2549-2556.

Raina, A., Bland, J., Doolittle, M., Lax, A., Boopathy, R. and Folkins, M. 2007. Effect of orange oil extract on the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). Journal of Economic Entomology 100(3): 880-885.

Rarassari, M.A. and Maftuch, H.N. 2016. Phytochemicals and antibacterial activities of soursop leaf (**Annona muricata**) against **Edwardsiella tarda** (In Vitro). Journal of Life Science and Biomedicine 6(1): 6-9.

Reichardt, C. 1994. Solvatochromic dyes as solvent polarity indicators. Chemical Reviews 94(8): 2319-2358.

Samrot, A.V., Sherly, H., Sahiti, K., Bennet Rohan, D. and Raji, P. 2016. Evaluation of bioactivity of **Annona muricata**, **Piper betle** and **Mentha spicata**. International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological Research 6(1): 1-8.

Sharma, R.N. and Raina, R.M. 1998. Evaluating chemicals for eco-friendly pest management-I: terpenoids and fatty acids for building termites. Journal of Scientific and Industrial Research 57(6): 306–309.

Simmonds, M.S.J., Blaney, W.M., DelleMonache, F. and Marini Bettolo, G.B. 1990. Insect antifeedant activity associated with compounds isolated from species of **Lonchocarpus** and **Tephrosia**. Journal of Chemical Ecology 16(2): 365-380.

Trease, G.E. and Evans, W.C. 2002. Pharmacognosy. 15th ed. Saunders Publishers, London.

Vanichpakorn, P., Vanichpakorn, V., Kluvijitra, V. and Ding, W. 2014. Bioactivities of **Annona murigata** L. leaf extracts against **Sitophilus oryzae** L. (Coleoptera: Curculionidae), pp. 1071-1079. **In** F.H. Arthur, R. Kenganpanich, W. Chayaprasert and S. Suthisut, eds. Proceeding of the 11th International Working Conference on Stored Product Protection. Chiang Mai, Thailand.

Wang, Y.N., Shi, G.L., Zhao, L.L., Liu, S.Q., Yu, T.Q., Clarke, S.R. and Sun, J.H. 2007. Acaricidal activity of **Juglans regia** leaf extracts on **Tetranychus viennensis** and **Tetranychus cinnabarinus** (Acari: Tetranychidae). Journal of Economic Entomology 100(5): 1298–1303.

การพัฒนาเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงด้วยวิธีทำแห้งแบบพ่นฝอย

Development of Instant Salak (**Salacca zalacca**) Powder Using Spray Dryer

สุปราณี เลาห์กิติกูล[1] ละอองดาว ว่องเอกลักษณ์[1] นฤมล มงคลธนวัฒน์[1] ศิริพร ทองสุข[1] และ กรรณิการ์ เจริญสุข[1*]

Supranee Lauhkitikul[1] Laongdao Wongekalak[1] Naruemon Mongkontanawat[1]

Siriporn Thongsuk[1] and Kannikar Charoensuk[1*]

บทคัดย่อ

การพัฒนาเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการประโยชน์สละ (**Salacca zalacca**) ซึ่งเป็นผลไม้เมืองร้อนของประเทศไทยให้เป็นที่แพร่หลาย โดยพัฒนาจากเครื่องดื่มน้ำสละสายพันธุ์เนินวงที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 40 ผ่านการพลาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส โดยทำการเปรียบเทียบการยอมรับของผู้บริโภค และวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ กับเครื่องดื่มน้ำสละสายพันธุ์สุมาลีที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน ผลการศึกษาพบว่าเครื่องดื่มน้ำสละพลาสเจอร์ไรส์สายพันธุ์เนินวง มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ความเป็นกรด-ด่าง และและร้อยละกรดซิตริก คือ14 องศาบริกซ์ 2.97±0.06 และ0.47±0.00 ตามลำดับ ให้ค่าการยอมรับของผู้บริโภคโดยรวมที่ระดับชอบค่อนข้างมากคือ 6.58±0.81 ซึ่งสูงกว่าเครื่องดื่มน้ำสละสายพันธุ์สุมาลีพลาสเจอร์ไรส์ พัฒนาเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงโดยสภาวะที่เหมาะสมคือ ผสมมอลโตเดกซ์ตรินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณวิตามินซีของเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงลดลง 5-6 เท่า ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัส และการทดสอบเชิงพรรณนาด้วยวิธี QDA เปรียบเทียบกับเครื่องดื่มน้ำสละพลาสเจอร์ไรส์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันด้านสี กลิ่น รสชาติ ความใส และความชอบรวม ทั้งนี้คุณลักษณะด้านกลิ่นรสสละ รสเปรี้ยว และรสหวานของเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงลดลง เมื่อทำนายอายุการเก็บรักษาเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงบรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยล์ในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส ด้วยวิธี Q_{10} พบว่าสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 และ 4 องศาเซลเซียส นาน 133 วัน และ 369 วันตามลำดับ

คำหลัก: สละ, สละผงพร้อมชง, การทำแห้งแบบพ่นฝอย

---

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการและพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี ตำบลพลวง อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี 22210

[1] Department of Prodectdevelopment and management technology, Faculty of Agro- Industrial Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Pluang, Khao Khitchakut , Chanthaburi Province 22210, Thailand

[*]ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : cckannikarchar@gmail.com

การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10 “ราชมงคลขับเคลื่อนนวัตกรรมก้าวไกลสู่ Thailand 4.0”

ABSTRACT

The purpose of product development of instant Salak (**Salacca zalacca**) powder using spray dryer technique was to introduce the benefits of Thai tropical fruits to be widespread. Therefore, the formula and the consumer acceptance of 2 Salak cultivars; Sumalee and Neonwong cultivars pasteurized juice of 40% w/w at 80 °C was investigated. Physiochemical properties were analyzed. As the result, the suitable formula was 40% w/w of Neonwong cultivar which shown its TSS, pH and citric acid content of 14 °Brix, 2.97and 0.4, respectively, and received higher acceptance scores than Sumalee cultivar. Then, 40% w/w of Neonwong cultivar pasteurized juice was chosen for produce instant Salak powder. From the results, the optimum condition for instant Salak was 30% w/w maltodextrin as the carrier, and inlet temperature of 110°C. This condition affected to decrease the amount of vitamin C in the product. Descriptive tests of dissolved instant Salak powder was investigated by QDA method with compared to pasteurized Salak juice. The odor, taste, sourness and sweetness of products was reduced. Shelf-life of instant Salak powder in aluminum foil bag was studied by accelerated conditions at 40 and 50 °C by using Q_{10} method to predict its shelf-life. The result showed that instant Salak powder could be store at 30 and 4 °C for 133 days and 369 days, respectively.

Keywords: Salak instant, Salak powder, spray dry technique

บทนำ

สละ (ชื่อวิทยาศาสตร์: **Salacca zalacca**) เป็นพืชในวงศ์ปาล์มและอยู่ในสกุลเดียวกับระกำ ลักษณะต้นเป็นทรงพุ่มคล้ายระกำ มีหนามแหลมแข็ง ออกตามก้านใบ ดอกแยกเพศ สีน้ำตาล แต่เกสรตัวผู้ของสละมักไม่แข็งแรง ผสมติดน้อย เกษตรกรจึงนิยมเอาเกสรตัวผู้ของระกำมาผสม สละออกผลเป็นทะลายเรียกว่าคาน ในแต่ละคานมีทะลายย่อยเรียกว่ากระปุก ลักษณะผลของสละเป็นทรงยาวรี ผลอ่อนสีน้ำตาล เปลือกเป็นเกล็ดซ้อนกัน ผลแก่กลายเป็นสีแดงอมน้ำตาล บนผลมีขนแข็ง สั้น คล้ายหนาม ลักษณะของผลสละที่ต่างจากผลระกำ คือ มีเมล็ดเล็กกว่า สีเมล็ดเป็นสีน้ำตาลเข้มกว่า เนื้อสละเป็นสีเหลืองอ่อน ส่วนเนื้อระกำเป็นสีเหลืองอมส้ม สละมีกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์ (นิดดา และทวีทอง, 2550) แหล่งปลูกที่เหมาะสมโดยทั่วไปสามารถปลูกได้ดีเกือบทุกสภาพพื้นที่ แต่พื้นที่ที่เหมาะสมมีความลาดเอียงไม่ควรเกิน 15% ไม่มีน้ำท่วมขัง ลักษณะดินควรเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนปนเหนียว ที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ระบายน้ำดี ชั้นดินลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร ระดับน้ำใต้ดินลึกมากกว่า 50 เซนติเมตร มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 5.0-6.5 อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 20-40 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนไม่น้อยกว่า 1,500 มิลลิเมตรต่อปี พันธุ์ที่นิยมปลูก 1) พันธุ์เนินวง เป็นพันธุ์สละที่นิยมปลูกมากที่สุด เนื้อมีสีเหลืองนวลคล้ายน้ำผึ้ง หนานุ่ม รสชาติหวานหรือหวานอมเปรี้ยว กลิ่นหอม เมล็ดเล็ก 2) พันธุ์สุมาลี เป็นพันธุ์ ผลมีรูปร่างป้อมสั้น สีเนื้อคล้ายสละสายพันธุ์เนินวง 3) พันธุ์หม้อ ผลคล้ายระกำ เปลือกผลสีแดงเข้ม เนื้อสีน้ำตาลมีลาย เนื้อหนาแต่ไม่แน่น รสชาติหวาน มีกลิ่นเฉพาะ เมล็ดเล็ก ทนต่อสภาพแสงแดดจัดได้ดีกว่าพันธุ์เนินวง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2553)

สละเป็นผลไม้ที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน ช่วยแก้อาการกระหายน้ำและเพิ่มความชุ่มชื้นให้กับร่างกาย ช่วยป้องกันอาการหวัด บรรเทาอาการไอ ช่วยบำรุงและรักษาสายตา ป้องกันอาการตาบอดตอนกลางคืน ช่วยบำรุงและลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด สละมีโพแทสเซียมและเพคตินช่วยบำรุงสมองเสริมสร้างความจำ แคลเซียมและฟอสฟอรัส ช่วยบำรุงกระดูกและฟันให้แข็งแรง ในต่างประเทศมีการนำใบของต้นสละมาทำเป็นชาผสมกับน้ำผึ้ง เพื่อใช้รักษาและบรรเทาอาการของโรคริดสีดวง (ผู้จัดการออนไลน์, 2558) โดยคุณค่าทางโภชนาการของสละต่อ 100 กรัม (นิดดาและทวีทอง, 2550)

พลังงาน	368.00	กิโลแคลอรี่
ไขมัน	0.40	กรัม
โปรตีน	0.80	กรัม
วิตามินซี	8.40	มิลลิกรัม
ธาตุแคลเซียม	38.00	มิลลิกรัม
ธาตุเหล็ก	3.90	มิลลิกรัม
ธาตุฟอสฟอรัส	18.00	มิลลิกรัม

เครื่องดื่มน้ำผลไม้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีผู้บริโภคนิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน และมีมูลค่าทางการตลาดสูง เนื่องจากผู้บริโภครู้ถึงประโยชน์และคุณค่าทางโภชนาการค่อนข้างมาก โดยเฉพาะน้ำผลไม้แท้ 100% มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยแล้วสูงประมาณร้อยละ 12.9 ต่อปี (สถาบันอาหาร, 2558) คุณค่าทางโภชนาการที่มีในน้ำผลไม้ส่วนใหญ่ ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินบี วิตามินซี และเกลือแร่ ส่วนในด้านพลังงานจะให้พลังงานจากน้ำตาลที่มีอยู่ร้อยละ 10-14 ซึ่งจะให้พลังงานทั้งหมดประมาณ 90-130 แคลอรี ต่อน้ำผลไม้ 200 มิลลิลิตร ผลไม้ที่นิยมนำมาทำน้ำผลไม้ ได้แก่ ส้ม สับปะรด องุ่น แอปเปิ้ล มะนาว เป็นต้น สามารถแยกเป็นประเภทหลักๆได้ 3 ประเภทดังนี้ 1) เครื่องดื่มน้ำผลไม้แท้พร้อมดื่มและชนิดเข้มข้น เครื่องดื่มน้ำผลไม้แท้พร้อมดื่มเป็นเครื่องดื่มที่ไม่มีการเจือจางน้ำ และไม่มีการปรุงรสของวัตถุดิบ และกรรมวิธีการผลิตเครื่องดื่มชนิดนี้ไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน แม้ว่าจะเก็บไว้ในที่อุณหภูมิต่ำ ผลไม้ที่นิยมทำผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ ได้แก่ สับปะรด มะเขือเทศ เป็นต้น ส่วนเครื่องดื่มน้ำผลไม้ชนิดเข้มข้นเป็นเครื่องดื่มที่มีความเข้มข้นสูงต้องนำมาผสมน้ำก่อนบริโภค

2) เครื่องดื่มน้ำผลไม้ผสมหรือเครื่องดื่มน้ำผลไม้ดัดแปลง เป็นเครื่องดื่มน้ำผลไม้ที่มีการปรุงรส มีการแต่งสี กลิ่น อาจมีการเติมเอนไซม์ลงไป ตัวอย่างน้ำผลไม้ชนิดนี้ ได้แก่ เนกต้า (nectar) เป็นเครื่องดื่มผลไม้ที่มีเนื้อของผลไม้เป็นส่วนประกอบร้อยละ 40 สควอช (squash) มีน้ำผลไม้แบบขุ่นไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 และมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้มากกว่าร้อยละ 40 มีปริมาณกรดร้อยละ 1.2-1.5 คอร์เดียล (Cordial) มีลักษณะคล้ายสควอชแต่ใส มีปริมาณกรดร้อยละ 2.0 - 2.5 และมีรสเปรี้ยว น้ำผลไม้ดัดแปลงเข้มข้น (fruit syrup) มีส่วนผสมของน้ำผลไม้มากกว่าร้อยละ 35 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 จะมีความใสหรือขุ่นขึ้นอยู่กับคนนิยม ซึ่งก่อนดื่มต้องเจือจางด้วยน้ำในอัตราส่วน 1:3 ซึ่งจะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ประมาณร้อยละ 13-15 และปริมาณของกรดร้อยละ 0.4-0.6 และ 3) น้ำผลไม้เทียมชนิดพร้อมดื่มและชนิดเข้มข้น เป็นเครื่องดื่มที่ทำการเลียนแบบน้ำผลไม้แท้โดยนำน้ำผสมกับน้ำตาล กรดอินทรีย์ และสีที่บริโภคได้ และมีการเติมสารให้กลิ่นที่เป็นกลิ่นสังเคราะห์ หรือกลิ่นที่ได้จากการสกัดจากผลไม้โดยตรง น้ำผลไม้เทียมนี้ได้แก่ น้ำเขียว น้ำแดง น้ำส้ม ซึ่งน้ำชนิดนี้อาจมีการเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงไป ไม่จำเป็นต้องเติมกรดอินทรีย์หรือสารกันเสียเพราะความหวานที่เข้มข้นเป็นการรักษามิให้เกิดการเสื่อมเสียได้ (ไพโรจน์, 2535)

การผลิตเครื่องดื่มน้ำผลไม้ แบ่งเป็น 8 ขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้ 1) การเตรียมวัตถุดิบ มีขั้นตอนย่อยตามลำดับดังนี้ การคัดเลือกชนิดของวัตถุดิบ สายพันธุ์ ความสุก ผลไม้ที่สุกพอดี มีกลิ่น สี และรสชาติดีเหมาะแก่การนำมาแปรรูป การคัดตำหนิ/ตัดแต่ง การทำให้มีขนาดเล็กลง เพื่อให้เข้ากับส่วนผสมอื่น ๆ ได้ดี 2) การตีป่นและสกัด เป็นขั้นตอนการทำให้ผลไม้มีขนาดชิ้นเล็กลงเพื่อง่ายต่อการสกัดหรือคั้นน้ำออกมา ในระดับอุตสาหกรรม จะใช้เครื่องบด-แยกกาก (crusher หรือ pulper and refiner) ซึ่งจะสามารถบดและแยกกากออกได้พร้อมๆกัน อาจมีการเติมเอนไซม์ย่อยเพคติน ซึ่งปกติจะแขวนลอยทำให้น้ำผลไม้ขุ่น การเติมเอนไซม์จะทำให้น้ำผลไม้ใส 3) การกรอง 4) การปรุงแต่ง น้ำผลไม้บางชนิดอาจมีรสชาติไม่กลมกล่อม หลังการกรองจึงต้องนำมาปรุงแต่งให้มีรสชาติดีขึ้น โดยอาจเติมน้ำตาล กรดอินทรีย์ หรือเกลือ ขึ้นกับชนิดของน้ำผลไม้ 5) การบรรจุ ภาชนะที่บรรจุต้องสะอาด และไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำผลไม้ ป้องกันอากาศเข้าออกได้ ขนส่งและใช้งานสะดวก 6) การกำจัดจุลินทรีย์ปนเปื้อน ด้วยวิธีพาสเจอร์ไรซ์ (pasteurization) ด้วยอุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15-30 นาที หรือสเตอริไรซ์ (sterillization) โดยใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสหรือสูงกว่า เพื่อทำลายจุลินทรีย์ทุกชนิดรวมทั้งสปอร์ทำให้สามารถเก็บรักษาอาหารไว้ได้นาน และ 7) การเก็บรักษาเพื่อตรวจสอบคุณภาพ (ศรีศักดิ์, มปป)

เครื่องดื่มน้ำผลไม้ชนิดผง ในกระบวนการผลิตน้ำผลไม้ผงแบบพ่นฝอยเป็นกระบวนการทำแห้งโดยอาศัยอากาศร้อนแบบหนึ่ง ซึ่งตัวอย่างอาหารในรูปของเหลวจะถูกทำให้กระจายเป็นหยดขนาดเล็กและสัมผัสกับอากาศร้อนภายในเครื่องทำแห้ง มีมอลโตเด็กซ์ตริน ประมาณร้อยละ 20-50 เป็นสารตัวพาโดยการทำแห้ง ซึ่งใช้อุณหภูมิสูงในระยะเวลาสั้น หลังการทำแห้ง กลิ่นรส และคุณค่าทางอาหารของผลไม้เช่น วิตามินซีจะถูกเก็บรักษาไว้ในเมทริกซ์อสัญฐาน (amorphous matrix) ของมอลโตเด็กซ์ตริน (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2557) พรรณจิรา และคณะ (2545) ศึกษากระบวนการผลิตน้ำผักผลไม้รวมผงที่มีอัตราส่วนโดยปริมาตรระหว่างน้ำส้ม น้ำแครอท และน้ำมะนาว เท่ากับ 49: 34: 17 และที่ระดับปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 16 องศาบริกซ์ ด้วยมอลโตเด็กซ์ตริน โดยการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจาย และไมโครเวฟสุญญากาศ พบว่าเมื่อผู้บริโภคให้การยอมรับน้ำผักผลไม้รวมผงที่มีการเสริมวิตามิน และแร่ธาตุ หรือผสมด้วยส่วนประกอบของสมุนไพรลงไปในน้ำผลไม้เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ

อายุการเก็บรักษาเครื่องดื่มน้ำผลไม้ Labuza (1982) กล่าวว่า อายุการเก็บรักษา หมายถึง ช่วงระยะเวลาของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ตั้งแต่เริ่มผลิตเป็นผลิตภัณฑ์กระทั่งผลิตภัณฑ์อยู่ในสภาพที่ผู้บริโภคไม่สามารถยอมรับ การเก็บรักษาสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแปรรูป การประเมินอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ โดยการตรวจติดตาม 1) การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ 2) การเปลี่ยนแปลงทางเคมี 3) การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากจุลินทรีย์ และสามารถศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โดยการทดสอบในสภาวะเร่ง) ในห้องปฏิบัติการ (accelerated shelf life test: ASLT) วิธีนี้ต้องการหาว่าสิ่งแวดล้อมมีผลต่ออายุการกักเก็บอย่างไร โดยกำหนดอุณหภูมิที่ใช้ในสภาวะเร่งของอาหารชนิดต่างๆ อาทิ อาหารชนิดแห้ง อุณหภูมิที่ใช้ใน

การศึกษาคือ 25-45 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ใช้ในการหาอายุการเก็บต้องมีค่าแตกต่างกันอย่างน้อย 10 องศาเซลเซียส โดยการพล็อตกราฟการเสื่อมคุณภาพ (Quality Attribute , Q) กับเวลา

$$Q10 = \frac{\text{อายุการเก็บที่อุณหภูมิ T องศาเซลเซียส}}{\text{อายุการเก็บที่อุณหภูมิ (T+10 องศาเซลเซียส)}}$$

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบและอุปกรณ์

วัตถุดิบ

- สละสายพันธุ์สมาลี และสายพันธุ์เนินวง
- น้ำตาลทราย (มิตรผล)
- กรดซิตริก (citric acid)
- น้ำดื่ม

อุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์

- เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
- เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Hand refractometer)
- เครื่องวัดความชื้นแบบอินฟาเรด
- หม้อนึ่งความดัน (Autoclave)
- ตู้บ่ม (Incubator)
- เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง
- เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
- เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
- เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray dryer)
- อุปกรณ์ครัวเรือน ได้แก่ หม้อ ทัพพี มีด ถาด เตาแก๊ส เป็นต้น
- อาหารเลี้ยงเชื้อ ได้แก่ PCA (Plate count agar) และ PDA (Potato dextrose agar)

2. วิธีการ

2.1 สูตรและการคัดเลือกเครื่องดื่มน้ำสละพลาสเจอร์ไรส์

ตรวจสอบคุณภาพทางเคมีเนื้อสละสายพันธุ์สุมาลี และสายพันธุ์เนินวง ดังนี้

- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด
- ความเป็นกรด-ด่าง
- ความชื้น

เตรียมเครื่องดื่มน้ำสละพลาสเจอร์ไรส์ นำเนื้อสละมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ บีบคั้นน้ำและกรองเพื่อแยกกากออก ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วยน้ำตาลทรายขาวให้เท่ากับ 13 องศาบริกซ์ และเติมกรดซิตริก ร้อยละ 0.1 ต้มที่อุณหภูมิ 80 องศา-เซลเซียส นาน 20 นาที บรรจุขวดแก้ว จากนั้นนึ่งฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสนาน 30 นาที

สิ่งทดลองที่ T1 สละสายพันธุ์สุมาลี ปริมาณเนื้อสละร้อยละ 40

สิ่งทดลองที่ T2 สละสายพันธุ์เนินวง ปริมาณเนื้อสละร้อยละ 40

ศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพ

- ค่าสี (L, a, b)

ศึกษาคุณภาพทางด้านเคมี

- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด
- ความเป็นกรด-ด่าง

ศึกษาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบ 50 คน ศึกษาการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ ความใส และการยอมรับรวม โดยการให้คะแนนแบบ Hedonic scale (ไพโรจน์, 2535)

2.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งเครื่องดื่มสละผงพร้อมชง

เตรียมเครื่องดื่มน้ำสละจากสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดในข้อ 2.1 หลังจากให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสนาน 20 นาทีแล้วมาเติมมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก และนำไปทำแห้งโดยการใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยการแปรผันอุณหภูมิที่ 110 120 และ 130 องศาเซลเซียส (สิ่งทดลองที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ) (Mukesh, 2014) เก็บตัวอย่างแห้งที่ได้ในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส จากนั้นนำเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงทั้ง 3 สูตร มาคืนรูปโดยเติมน้ำดื่มในอัตราส่วน 1: 1 วิเคราะห์ค่าต่อไปนี้

ศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพ

- ค่าสี (L, a, b)

ศึกษาคุณภาพทางด้านเคมี

- ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด
- ความเป็นกรด-ด่าง
- เปอร์เซ็นต์กรด
- หาปริมาณความชื้นด้วย เครื่องหาความชื้นแบบอินฟาเรด

วางแผนการทดลองแบบ Factorial design ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ศึกษาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบ 50 คน ศึกษาการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ ความใส และการยอมรับรวม หลังการละลายน้ำอีกครั้งโดยวิธี 9-point hedonic scale โดยคะแนนต่ำสุดคือ 1 คะแนน หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด และคะแนนสูงสุดเท่ากับ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด (ไพโรจน์, 2536)

2.3 การทดสอบเชิงพรรณนา

นำตัวอย่างเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 2.2 ที่ผ่านการละลายกลับ มาทดสอบเชิงพรรณนาด้วยวิธี QDA (Quantitative Descriptive Analysis) เพื่อให้คะแนนความเข้มในด้านสี กลิ่นรสของสละ รสเปรี้ยว รสเค็ม รสหวาน และลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน (ไพโรจน์, 2536) เปรียบเทียบกับน้ำสละพลาสเจอร์ไรส์สูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากข้อ 2.1

2.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษา

นำเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงในข้อ 2.2 บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ มาศึกษาอายุการเก็บรักษาในสภาวะเร่ง (ATSMF, 1980) โดยเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 วัน และสุ่มเก็บตัวอย่างทุก 30 วัน มาวัดค่าสี L*, a*, b* ปริมาณวิตามินซี ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและ ยีสต์รา วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

2.5 สถานที่ในการทดลอง

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการและพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี ถนนบำราศนราดูร ตำบลพลวง อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี

ผลและวิจารณ์ผล

ผลการพัฒนาสูตรและคัดเลือกเครื่องดื่มน้ำสละพลาสเจอร์ไรส์

เมื่อนำเนื้อสละสดทั้ง 2 สายพันธุ์มาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ บีบคั้นน้ำและกรองแยกกากออก นำน้ำสละที่ได้วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ พบว่าสมบัติสละสายพันธุ์สุมาลีมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าสละสายพันธุ์เนินวง ส่วนความชื้นของเนื้อสละทั้ง 2 สายพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณภาพทางเคมีกายภาพของสละสายพันธุ์สุมาลี และสละสายพันธุ์เนินวง

สายพันธุ์	TSS (องศาบริกซ์)	pH	ความชื้น (ร้อยละ) ns
สุมาลี	3.69±0.01[a]	3.19±0.08[a]	89.79±3.70
เนินวง	3.35±0.13[b]	2.99±0.01[b]	87.97±4.19

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่กำกับแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อย

TSS: ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

pH: ความเป็นกรด-ด่าง

จากตารางที่ 1 พบว่าคุณสมบัติของเนื้อสละทั้ง 2 สายพันธุ์ที่ต่างกันมีผลต่อรสชาติ กล่าวคือสละสายพันธุ์สุมาลีมีรสชาติหวาน ส่วนสละสายพันธุ์เนินวงมีรสชาติหวานอมเปรี้ยวเนื่องจากมีปริมาณกรดที่สูงกว่าเมื่อนำเนื้อสละทั้ง 2 สายพันธุ์เป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องดื่มน้ำสละพลาสเจอร์ไรส์ร้อยละ 40 โดยน้ำหนักเพื่อนำไปพัฒนาเครื่องดื่มสละผงพร้อมชง พบว่าเครื่องดื่มน้ำสละพลาสเจอร์ไรส์สายพันธุ์เนินวง มีค่าความสว่างมากกว่าสายพันธุ์สุมาลี ทั้ง 2 สิ่งทดลองมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพิ่มมากขึ้นจาก 13 องศาบริกซ์ เป็น 14 องศาบริกซ์ แสดงดังตารางที่ 2 และผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบ 50 คน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละสิ่งทดลอง แสดงผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงคุณภาพทางเคมีกายภาพของเครื่องดื่มน้ำสละพลาสเจอร์ไรส์

สิ่งทดลอง	ค่าสี			TSS	pH	ร้อยละ
	L*	a*	b*	(องศาบริกซ์)ns		กรดซิตริก
T1	7.55±0.02[b]	-0.97±0.02	1.50±0.05	14.00±0.00	3.57±0.01 [a]	0.31±0.01 [b]
T2	7.71±0.01 [a]	-0.98±0.08	1.57±0.22	14.00±0.00	2.97±0.06 [b]	0.47±0.00 [a]

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่กำกับแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อย

TSS: ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

pH: ความเป็นกรด-ด่าง

ตารางที่ 3 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำสละพลาสเจอร์ไรส์

สิ่งทดลอง	ลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความใส^{ns}	ความชอบรวม^{ns}
T1	6.34±1.66^{b}	5.64±1.68^{b}	6.20±1.40^{b}	6.46±1.40	6.08±1.60
T2	6.84±1.16^{a}	6.04±1.42^{a}	6.50±1.36^{a}	6.78±1.36	6.58±0.81

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่กำกับแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อย

จากตารางที่ 3 พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมของทั้ง 2 สิ่งทดลองไม่แตกต่างกัน และอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยคือ 6.08-6.58 ส่วนระดับคุณภาพด้านสีและ รสชาติพบว่าเครื่องดื่มน้ำสละพลาสเจอร์ไรส์สายพันธุ์เนินวง ให้ค่าคะแนนสูงกว่าสายพันธุ์สุมาลี จึงเลือกศึกษาลำดับต่อไป

ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งเครื่องดื่มสละผงพร้อมชง

จากการศึกษาสภาวะในการทำแห้งเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงโดยการนำเครื่องดื่มน้ำสละพลาสเจอร์ไรส์ สายพันธุ์เนินวงร้อยละ 40 มาทำแห้งโดยการใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยแปรผันอุณหภูมิที่ 110 120 และ130 องศาเซลเซียส (สิ่งทดลองที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ) เมื่อนำมาคืนรูป โดยการละลายด้วยน้ำดื่มอัตราส่วน 1:1 พบว่าทั้ง 3 สิ่งทดลองให้ค่าสีและปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมดไม่แตกต่างกัน ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของสิ่งทดลองที่ 1 ต่ำสุด และมีปริมาณร้อยละของกรดซิตริกสูงสุด แสดงผลดังตารางที่ 4 และพบว่าปริมาณวิตามินซีของเครื่องดื่มสละผงคืนรูป และเครื่องดื่มน้ำสละพาสเจอร์ไรส์ก่อนการทำแห้ง มีค่าเท่ากับ 0.98±0.17 และ 6.55±0.99 มิลลิกรัม/200 มิลลิลิตร ตามลำดับ กระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยมีผลทำให้ปริมาณวิตามินซีในเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงลดลง 5-6 เท่า แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 แสดงคุณภาพทางเคมีกายภาพของเครื่องดื่มสละผงชงพร้อมชงคืนรูป

สิ่งทดลอง	ค่าสี			TSS	pH	ร้อยละ
	L*	a*	b*	(องศาบริกซ์)^{ns}		กรดซิตริก
1 (110)	7.12±0.01^{ab}	-1.10±0.14	2.94±0.05^{b}	40.00±0.00	3.25±0.00^{b}	0.36±0.00^{a}
2 (120)	7.18±0.03^{a}	-1.13±0.13	3.19±0.03^{a}	40.00±0.00	3.35±0.02^{a}	0.34±0.00^{b}
3 (130)	7.07±0.01^{b}	-1.08±0.01	3.22±0.03^{a}	40.00±0.00	3.35±0.01^{a}	0.34±0.01^{b}

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่กำกับแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อย

TSS: ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด pH: ความเป็นกรด-ด่าง

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณวิตามินซีในเครื่องดื่มสละผงชงพร้อมชงคืนรูป และเครื่องดื่มน้ำสละพลาสเจอร์ไรส์

สิ่งทดลอง	ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร)
เครื่องดื่มสละผงพร้อมชงคืนรูป	0.98±0.17^{b}
เครื่องดื่มน้ำสละพาสเจอร์ไรส์	6.55±0.99^{a}

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่กำกับแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงคืนรูปทั้ง 3 สิ่งทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial Design ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย

วิธี Duncan's New multiple range test โดยใช้ผู้ทดสอบ 50 คน ศึกษาการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ ความใส และการยอมรับรวม หลังการละลายน้ำอีกครั้งโดยวิธี 9-point hedonic scale แสดงผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงคืนรูป

สิ่งทดลอง	ลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี^{ns}	กลิ่น^{ns}	รสชาติ^{ns}	ความใส^{ns}	ความชอบรวม^{ns}
1 (110)	6.90±1.09	6.60±1.03	7.02±1.35	6.82±1.29	7.00±1.07
2 (120)	6.92±0.75	6.72±0.88	6.88±1.29	6.76±1.17	6.88±0.94
3 (130)	7.06±1.32	6.72±1.16	6.90±1.02	6.88±1.38	7.04±1.11

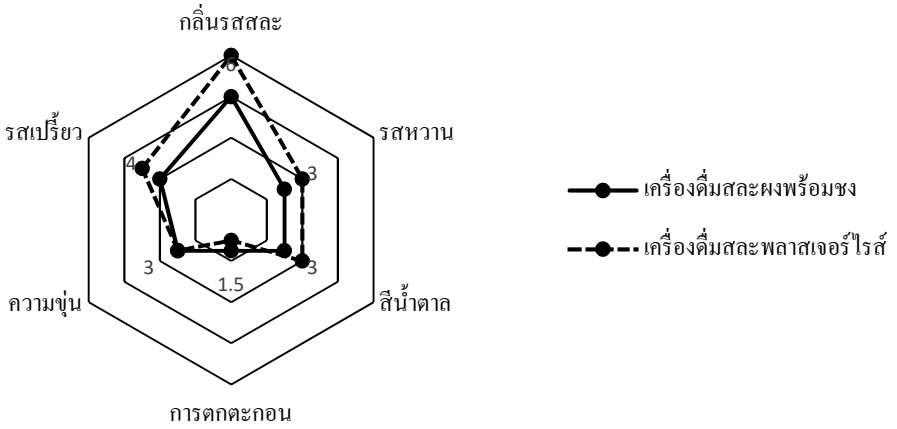
หมายเหตุ: ตัวอักษรที่กำกับแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อย

จากตารางที่ 6 ผลการศึกษาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงคืนรูป พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ ความใส และความชอบโดยรวม ของทุกสิ่งทดลองไม่แตกต่างกัน โดยพบว่าความชอบโดยรวมอยู่ในระดับมากคือ 6.88-7.00 จึงเลือกเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงที่ทำแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ด้วยเหตุผลเรื่องของการประหยัดพลังงาน และค่าความเป็นกรดด่างต่ำสุด มาศึกษาทดสอบเชิงพรรณนา และอายุการเก็บรักษาในสภาวะเร่งต่อไป

ผลการทดสอบเชิงพรรณนา

นำตัวอย่างเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส มาคืนรูปและ มาทดสอบเชิงพรรณนาด้วยวิธี QDA เพื่อให้คะแนนคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่นรสของสละ รสเปรี้ยว รสเค็ม รสหวาน และลักษณะเนื้อสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน เปรียบเทียบกับเครื่องดื่มน้ำสละพลาสเจอร์ไรส์สายพันธุ์เนินวงร้อยละ 40 พบว่าคุณลักษณะด้านกลิ่นรสสละ รสเปรี้ยว และรสหวานเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงคืนรูป ลดลงแต่ระดับความเป็นสีน้ำตาล ความข่น และการมีตะกอน ไม่แตกต่างจากเครื่องดื่มน้ำสละพลาสเจอร์ไรส์ แสดงผลดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงคืนรูป เปรียบเทียบกับเครื่องดื่มน้ำสละพลาสเจอร์ไรส์

ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงในสภาวะเร่ง

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ โดยใช้สภาวะเร่ง ที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 วัน โดยทำการเก็บตัวอย่างทุก 30 วัน เมื่อนำมาคืนรูปด้วยการละลายในน้ำดื่มในอัตราส่วน 1: 1 พบว่าสามารถทำนายอายุการเก็บรักษาจากการคำนวณค่า Q_{10} แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงคืนรูปที่เก็บรักษาในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส

ปัจจัย		ค่าสี			จุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu)	ยีสต์รา (cfu)^{ns}
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (วัน)	L*	a*	b*		
40	0	7.12±0.01 ^{a}	-1.10±0.14 ^{a}	2.94±0.04 ^{a}	<10.00±0.00^{e}	<10.00±0.00
	30	6.57±0.08 ^{b}	-1.59±0.28 ^{b}	2.63±0.08 ^{b}	<10.00±0.00^{c}	<10.00±0.00
	60	6.13±0.09 ^{c}	-1.60±0.08 ^{b}	2.46±0.17 ^{b}	<10.00±0.00^{c}	<10.00±0.00
	90	5.29±0.11^{d}	-1.47±0.14 ^{b}	2.44±0.10 ^{b}	<10.00±0.00^{c}	<10.00±0.00
	120	3.42±0.07^{f}	-1.55±0.11 ^{b}	2.56±0.02 ^{b}	2.40x10^{2}±10.00^{b}	<10.00±0.00
50	0	7.12±0.01 ^{a}	-1.10±0.14 ^{a}	2.94±0.04 ^{a}	<10.00±0.00^{c}	<10.00±0.00
	30	6.43±0.17^{b}	-1.67±0.28 ^{b}	2.44±0.08 ^{b}	<10.00±0.00^{c}	<10.00±0.00
	60	5.42±0.03^{d}	-1.52±0.17 ^{b}	2.56±0.02 ^{b}	<10.00±0.00^{c}	<10.00±0.00
	90	4.11±0.13^{e}	-1.72±0.16 ^{b}	2.65±0.20 ^{b}	<10.00±0.00^{c}	<10.00±0.00
	120	2.99±0.12^{g}	-1.59±0.15 ^{b}	2.48±0.20 ^{b}	3.63x102±15.28^{a}	<10.00±0.00

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่กำกับแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ns แสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อย

จากตารางที่ 7 พบว่า ด้วยวิธี Q_{10} สามารถทำนายอายุการเก็บรักษาเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงที่อุณหภูมิ 30 และ 4 องศาเซลเซียส นาน 133 วัน และ 369 วันตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาคุณภาพทางเคมีของเนื้อสละสายพันธุ์สุมาลี เปรียบเทียบกับสายพันธุ์เนินวงพบว่า สายพันธุ์สุมาลีมีรสหวาน มีค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่าสายพันธุ์เนินวง ทำการคัดเลือกสูตรเครื่องดื่มน้ำสละพลาสเจอร์ไรส์ความเข้มข้นร้อยละ 40 โดยน้ำหนักของสละทั้ง 2 สายพันธุ์ โดยผู้บริโภคให้คะแนนความชอบรสชาติของเครื่องดื่มน้ำสละพลาสเจอร์ไรส์สายพันธุ์เนินวงสูงกว่า และพัฒนาเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงโดยทำแห้งจากเครื่องดื่มน้ำสละ-

พลาสเจอร์ไรส์สายพันธุ์เนินวงร้อยละ 40 โดยน้ำหนักโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิ 110 120 และ 130 องศาเซลเซียส พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงคืนรูปด้วยน้ำดื่ม 1: 1 ผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิต่างกัน 3 ระดับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทั้งด้านสี กลิ่น

รสชาติ ความใส และความชอบรวม และพบว่ากระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยทำให้วิตามินซีในเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงลดเหลือ 0.98±0.17 มิลลิกรัม/ 200 มิลลิลิตร ขณะที่เครื่องดื่มน้ำสละพลาสเจอร์ไรส์ก่อนการทำแห้งมีปริมาณ 6.55±0.99 มิลลิกรัม/ 200 มิลลิลิตร โดยลดลง 5-6 เท่า ทั้งนี้ปริมาณวิตามินซี ที่กระทรวงสาธารณสุขแนะนำให้บริโภคประจำวันคือ 60 มิลลิกรัมต่อวัน (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, 2541) เนื่องด้วยเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่มีจำหน่ายทางการค้า จึงได้ทำการทดสอบเชิงพรรณนา เครื่องดื่มน้ำสละผงพร้อมชงคืนรูปเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มน้ำสละพาสเจอร์ไรส์ ด้วยวิธี QDA พบว่าคุณลักษณะด้านกลิ่นรสสละ รสเปรี้ยว และรสหวานลดลง แต่ยังมีระดับความเป็นสีน้ำตาล ความข่น และการมีตะกอน ใกล้เคียงกับเครื่องดื่มน้ำสละพาสเจอร์ไรส์ แสดงว่ากระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยที่ใช้ความร้อนสูงเป็นระยะเวลาสั้นๆ ไม่กระทบกับคุณลักษณะดังกล่าวและเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มสละผงพร้อมชง โดยอายุการเก็บรักษาเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ในสภาวะเร่งที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 วัน พบว่าค่าความสว่างลดลง และไม่พบจุลินทรีย์ทุกชนิดภายในเวลา 90 วันในสภาวะทดลอง และเมื่อนำมาคำนวณหาค่า Q10 แล้วทำนายได้ว่าเครื่องดื่มสละผงพร้อมชงสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 และ 4 องศาเซลเซียสได้นาน 133 วัน และ 369 วัน ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาเครื่องดื่มสละผงพร้อมชง เพื่อส่งเสริมการประโยชน์สละ ซึ่งเป็นผลไม้เมืองร้อนของประเทศไทยให้เป็นที่แพร่หลาย ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกที่ได้สนับสนุนทุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2553. วิธีการปลูกสละ. แหล่งที่มา: http://www.thaigoodview.com/node/73610, 10 เมษายน 2558.

นิดดา หงส์วิวัฒน์ และทวีทอง หงส์วิวัฒน์. 2550. สละในผลไม้ 111 ชนิด: คุณค่าอาหารและการกิน. กทม. แสงแดด. หน้า 235 – 237 FoodTravel.tv. แหล่งที่มา: www.zimbio.com, www.healthbenefitstimes.com/, 10 เมษายน 2558.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข. 2541. สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป. แหล่งที่มา: http://www.inmu.mahidol.ac.th/inmucal/app/5_Thai%20RDI.pdf, 10 เมษายน 2561.

พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์ มณฑิรา นพรัตน์ ดวงพร ตั้งบำรุงพงษ์ และสุเทพ อภินันท์จารุพงษ์. 2545. กระบวนการผลิตน้ำผักผลไม้รวมผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจายและไมโครเวฟสุญญากาศ. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.ปีที่ 25. แหล่งที่มา: http://digital.lib.kmutt.ac.th/journal/kmuttv25n3_5.pdf, 10 เมษายน 2558.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมวงศ์และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2557. เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย. แหล่งที่มา: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0971/spray-drier, 10 เมษายน 2558.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2535. วิธีทางอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 197 หน้า.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2536. การวางแผนและการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส. เชียงใหม่:ภาควิชาเทคโนโลยีพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม. 2558. ตลาดน้ำผลไม้พร้อมดื่มในประเทศไทย. แหล่งที่มา:

http://fic.nfi.or.th/MarketOverviewDomesticDetail.php?id=81, 10 เมษายน 2559.

ศรีศักดิ์ ตรังวัชรกุล. มปป. กระบวนการผลิตน้ำผักและน้ำผลไม้บรรจุในภาชนะปิดสนิท. ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

ATSMF. 1980. Standard Test Method F Shelf-life Testing, Standard Guide for Accelerated Aging of Sterile Barrier Systems for Medical Device, ASTM International, West Conshohocken, PA. ASTM

Labuza, T.P. 1982. Shelf-life dating of food. Westport, Connecticut: Food and Nutrition Press, Inc.

Mukesh Gohel. 2014. Spray drying: a review. Available Source:

http://www.pharmainfo.net/reviews/spray-drying-review, October 11, 2014.

เครื่องอบส้มแขกด้วยคลื่นไมโครเวฟ

Microwave Heating for Garcinia Vulcanization

ปิยะ ประสงค์จันทร์[1] ไชยยะ ธนพัฒน์ศิริ[1] และ กระวี อนนตรี[1]

Piya Prasongch[1] Chaiya Tanaphatsiri[1] amd Kravee Anontree[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยเครื่องอบส้มแขกด้วยคลื่นไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียงอย่างต่อเนื่องและภายในประกอบด้วย หลอดแมกนีตรอนกำเนิดคลื่น คลื่นความถี่ 2,450 MHz จำนวน 3 หลอด ส้มแขกที่นำมาทดลองจะต้องทำการหั่นเป็นแผ่นบางๆ ขนาด 2-3 มิลลิเมตร. โดยการเทียบจากส้มแขกในจุดต่างๆหาประสิทธิภาพการทำงานในด้านต่างๆดังนี้ ขนาดกำลังวัตต์ ระยะเวลาในการอบส้มแขก ในขณะที่สายพานลำเลียงเคลื่อนที่ ความชื้นของส้มแขก และสีของส้มแขกเมื่อผ่านขบวนการอบ ทั้งนี้เปรียบเทียบกับวิธีการตากแดดแบบตามธรรมชาติ

จากการศึกษาพบว่าขนาดกำลังวัตต์ 800 วัตต์ และระยะเวลา 180 วินาที จะมีประสิทธิภาพดีที่สุดทั้งนี้เปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลงถึง 56 เปอร์เซ็นต์ และลักษณะรูปร่างของส้มแขกไม่ผิดรูป

คำสำคัญ : ส้มแขก, ไมโคเวฟ, แม็กนิตรอน

ABSTRACT

This research a microwave oven garcinia species and contains a continuous conveyor belt. Magnetron tube wave generator frequency to 2,450 MH_Z at 3 tube Magnetron the garcinia will have to be cut into thin strips 2-3 mm in size. By the garcinia in points compared to its performance in the following. Watts of power. A period of garcinia. The conveyor belt moves. Humidity of gracinia. And the garcinia through a process. As compared to natural sunlight.

The study found that size is 180 second, 800 watts, is a time to have the best performance, the percentage dropped to 56 percent moisture content and shape of the garcinia is not distorted.

Keyword: Garcinia, Microwave, Magnetron

---

[1]คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชมงคลศรีวิชัย ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

[1]Faculty of Industrial Education and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Boryang, Muang, Songkhla 90000, Thailand

บทนำ

การรู้จักถนอมอาหารเป็นเครื่องแสดงถึงความเจริญขั้นหนึ่งของมนุษย์ เพราะก่อให้เกิดการสรรหาวิธีการจัดการรู้จักการสะสมแทนการหามื้อกินมื้อ รู้จักหวงถิ่นที่อยู่และสิ่งที่ได้มารู้จักถ่ายทอดความรู้สู่กันและกันเป็นต้นเหตุให้เกิดการแลกเปลี่ยนซื้อขายและให้เกิดวัฒนธรรมด้านอื่นๆตามมาวิธีการถนอมอาหาร ช่วยให้สามารถเก็บอาหารไว้บริโภคได้นานโดยที่อาหารนั้นไม่สูญเสียคุณภาพ สามารถหาอาหารบางประเภทบริโภคได้นอกฤดูกาลและเป็นการช่วยอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติได้ทางหนึ่ง การถนอมอาหารด้วยวิธีตากแห้งเป็นกรรมวิธีที่ทำให้อาหารหมดความชื้นหรือมีความชื้นอยู่เพียงเล็กน้อย เพื่อไม่ให้จุลินทรีย์สามารถเกาะอาศัยและเจริญเติบโตได้ ทำให้อาหารไม่เกิดการบูดเน่า เป็นกรรมวิธีที่ประหยัดที่สุด อาหารที่ชาวภาคใต้นิยมถนอมโดยการตากแห้ง มักเป็นประเภทผัก ผลไม้ และเนื้อ เช่น ดีปลี พริก (พริกไทย) เห็ดบางชนิด (เช่น เห็ดแครงที่ขึ้นตามต้นไม้มะขามที่ล้มตาย เป็นต้น) หมากแห้ง กล้วยตาก (กล้วยสุกปอกเปลือกแล้วตากแห้ง) ลูกหยี (ปอกเปลือกแล้วตากแห้ง) ส้มแขก (ผลไม้ชนิดหนึ่ง ผลกลม หั่นเป็นชิ้นบางๆแล้วตากแห้ง ใช้ในการปรุงอาหาร) เนื้อเค็ม ปลาเค็ม เป็นต้น

ในปัจจุบันประเทศไทยมีสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปจากเมื่อก่อน ทำให้ผู้ที่ผลิตสินค้าทางการเกษตรบางชนิดที่ต้องใช้กรรมวิธีการผลิตโดยการนำผลผลิตมาตากแห้งก็เกิดปัญหาตามไปด้วยเช่นการทำปลาแห้ง ปลาแดดเดียว การทำส้มแขก เป็นต้น

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาและเล็งเห็นประโยชน์จากการอบแห้งโดยการนำคลื่นไมโครเวฟมาให้ความร้อนแทนการตากเพื่อเป็นแนวทางใหม่ในการให้ความร้อนกับส้มแขกเพื่อให้ส้มแขกมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากภายในเนื้อของส้มแขกด้วยเวลาอันรวดเร็วซึ่งคลื่นไมโครเวฟมีลักษณะในการทำให้เกิดความร้อนเป็นแบบเชิงปริมาตร(Volumetric Heating) และมีความ สามารถในการทะลุทะลวงจึงจะทำให้เกิดความร้อนภายในเนื้อของส้มแขกได้ดีแล้ว ยังจะทำให้ส้มแขกมีความร้อนอย่างรวดเร็วและอุณหภูมิภายในเนื้อส้มกระจายตัวอย่างทั่วถึงภายในเวลาอันรวดเร็ว ซึ่งจะเป็นการลดเวลาในการให้ความร้อนแก่ส้มแขกได้ดีและจะส่งผลต่อการลดเวลาและต้นทุนในกระบวนการผลิตอีกด้วย

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1 เครื่องอบแห้งที่นอนยางพารา (latex foam dryer) ด้วยไมโครเวฟควบคุมโดยคอมพิวเตอร์

ปัจจุบันเครื่องนอนยางพาราธรรมชาติ (Natural Latex Products) เช่น หมอน (Latex pillow) ที่นอน (Latex Mattress) เป็นที่นิยมใช้ของประชาชนทั่วไป เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ เช่น ทำมาจากยางพารา 100% ไม่ผสมสารเคมีและสารสังเคราะห์จากยาง ยืดหยุ่นและทนทาน ไม่เกิดการทรุดตัว ไม่ก่อให้เกิดไฟฟ้าสถิต ดังนั้นในอนาคตอันใกล้นี้เครื่องนอนยางพาราจะถูกนำมาใช้ในทุกหลังคาเรือนอย่างแน่นอนบริษัทด๊อกเตร์เอ็นเนอร์ยี่ ได้ออกแบบและพัฒนาระบบอบแห้งเครื่องนอนยางพาราธรรมชาติด้วยไมโครเวฟควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ จากประสบการณ์อันยาวนานกว่า 25 ปี มี 3 รุ่น คือ 1 Model MWLP-45 ขนาด 45 กิโลวัตต์ กำลังการผลิตที่นอนประมาณ 5 ใบ ต่อชั่วโมง หรือ หมอนประมาณ 30 ใบ ต่อชั่วโมง 2 Model MWLP-90 ขนาด 90 กิโลวัตต์ กำลังการผลิตที่นอนประมาณ 10 ใบ ต่อชั่วโมง หรือ หมอนประมาณ 80 ใบ ต่อชั่วโมง 3 Model MWLP-120 ขนาด 120 กิโลวัตต์ กำลังการผลิตที่นอนประมาณ 20 ใบ ต่อชั่วโมง หรือ หมอนประมาณ 150 ใบ ต่อชั่วโมงเครื่องจักรของเราอบแห้งด้วยไมโครเวฟ ซึ่งเร็วกว่าอบด้วยวิธีธรรมดากว่า 20 เท่า ควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์โดยควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสม และสามารถตรวจสอบการทำงานของ Magnetron ซึ่งเป็นอุปกรณ์กำนิดคลื่นไมโครเวฟ ได้ตลอดเวลา ทำให้เครื่องนอนยางพาราธรรมชาติที่นำมาอบได้คุณภาพ ประหยัดพลังงานและมีประสิทธิภาพสูงสุด



ภาพที่ 1 เครื่องอบแห้งที่นอนยางพารา (Latex Foam Dryer) ด้วยไมโครเวฟควบคุมโดยคอมพิวเตอร์

1.2 เครื่องอบยางพาราแผ่นด้วยคลื่นไมโครเวฟ

ปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ผลิตยางดิบรายใหญ่ของโลก ซึ่งส่วนมากจะผลิตเพื่อจำหน่ายให้กับต่างประเทศ เนื่องจากความต้องการใช้ยางในประเทศยังไม่มากนักเมื่อเทียบกับปริมาณยางดิบที่ผลิตได้ทำให้รัฐบาลมีนโยบายที่จะพัฒนาอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางมากขึ้น สำหรับขบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ยางในปัจจุบันพบปัญหาหลักๆ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้หลายประเด็น อาทิ ส่วนผสมของยางกับสารเคมี กระบวนการขึ้นรูปยางก่อนอบ ลักษณะกระบวนการอุ่นและอบยาง เป็นต้น โดยแต่ละประเด็นต้องการวิธีแก้ไขที่แตกต่างกันออกไปอย่างไรก็ตามกระบวนการอุ่นและอบยางเป็นกระบวนการหนึ่งที่ประสบปัญหาอย่างมาก

ดังนั้นการอบด้วยความร้อนจากไฟ ซึ่งถือเป็นวิธีการให้ความร้อนแบบธรรมชาติ (Conventional Heating) โดยเป็นการให้ความร้อนจากผิวยางด้านนอกเข้าสู่ภายในเนื้อยางโดยที่เรียกว่าการรมควัน และอีกอย่างหนึ่งที่สำคัญคือ สิ้นเปลืองพลังงานทรัพยากรธรรมชาติซึ่งส่งผลให้เกิดมลพิษที่เกิดจากควันที่ออกมาจากการรมควันหรือน้ำเสียจากโรงรมซึ่งจะส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อนอีกด้วย สำหรับการให้ความร้อนแก่ยางด้วยวิธีนี้จะทำให้อุณหภูมิบริเวณเนื้อในของยางเพิ่มขึ้นค่อนข้างช้า ทั้งนี้เนื่องจากสมบัติความเป็นฉนวนของยาง เนื่องจากเมื่อผิวยางด้านนอกมีอุณหภูมิสูงก็จะเปลี่ยนยางให้มีคุณสมบัติความเป็นฉนวนมากขึ้น ซึ่งทำให้การส่งผ่านความร้อนเข้าสู่เนื้อในของยางดำเนินไปอย่างล่าช้า ทำให้เนื้อยางมีอุณหภูมิไม่สม่ำเสมอกัน จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีคุณภาพไม่ดีเนื่องจากการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอของอุณหภูมิ อีกทั้งยังส่งผลให้เนื้อยางภายในไม่สุกหรือสุกแต่ไม่สม่ำเสมออีกด้วย จึงได้ศึกษาถึงวิธีการให้ความร้อนแก่ยาง โดยใช้คลื่นไมโครเวฟ เพื่อเป็นแนวทางใหม่ในการให้ความร้อนยางเพื่อให้ยางมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากภายในเนื้อยางด้วยเวลาอันรวดเร็ว ซึ่งคลื่นไมโครเวฟมีลักษณะในการทำให้เกิดความร้อนเป็นแบบเชิงปริมาตร(Volumetric Heating) และมีความสามารถในการทะลุทะลวงจึงจะทำให้เกิดความร้อนภายในเนื้อยางได้ดีจะทำให้ยางมีความร้อนอย่างรวดเร็ว และอุณหภูมิภายในเนื้อยางกระจายตัวอย่างทั่วถึงภายในเวลาอันรวดเร็วอันเนื่องมาจากความสามารถในการทะลุทะลวงของคลื่นไมโครเวฟ ซึ่งจะเป็นการลดเวลาในการให้ความร้อนแก่ยางได้ดีและจะส่งผลต่อการลดต้นทุนในกระบวนการผลิตด้วยโครงสร้างของเครื่องอบยางพาราแผ่นด้วยไมโครเวฟประกอบด้วยตัวตู้ (Oven) และส่วนของท่อลำเลียงสายพานจะต่อติดอยู่กับตัวตู้ส่วนวัสดุที่ใช้ทำตัวตู้และท่อลำเลียงสายพานประกอบด้วยอลูมิเนียมหนา 3 มิลลิเมตร ซึ่งมีข้อดี คือ สามารถป้องกันความร้อนได้ดีและมีความทนทานต่อการเกิดสนิมได้ดีกว่าเหล็กแผ่น ภายในท่อจะมีส่วนของสายพานลำเลียงซึ่งจะเป็นส่วนที่ใช้ลำเลียงวัสดุเข้าไปในตัวเครื่องดังภาพ



ภาพที่ 2 โครงสร้างของเครื่องอบยางพาราแผ่นด้วยคลื่นไมโครเวฟ

1.3 การอบแห้งไม้ด้วยคลื่นไมโครเวฟโดยใช้เตาไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียงอย่างต่อเนื่อง (Microwave Drying of Wood Using a Continuous Microwave Belt Furnace)

เตาไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียงอย่างต่อเนื่อง กับวิธีอบโดยใช้เตาอบแบบธรรมดาทั่วไป จากการศึกษาพบว่าการใช้คลื่นไมโครเวฟเป็นแหล่งพลังงานนั้นจะสามารถช่วยในการประหยัดพลังงาน ลดระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการได้ถึง 15 เท่า เมื่อเทียบกับการใช้เตาอบแบบธรรมดาทั่วไป ชิ้นงานได้รับความร้อนทั่วทั้งปริมาตร การกระจายความชื้นเป็นไปอย่างสม่ำเสมอและทำให้คุณสมบัติทางกลดีขึ้น ผลประโยชน์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรมภายในประเทศต่อไป

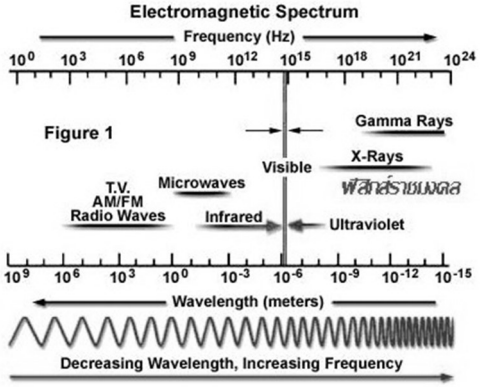
งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาทางด้านการทดลองเกี่ยวกับการอบแห้งไม้โดยใช้ระบบเตาไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียงอย่างต่อเนื่อง ภายในระบบประกอบด้วยแมกนีตรอนที่ใช้กำเนิดคลื่นทั้งหมด จำนวน 14 ตัว ถูกติดตั้งไว้บริเวณรอบๆอุโมงค์เตาไมโครเวฟ มีความถี่ 2.45 GHz (กำลังขนาด 800 วัตต์ต่อแมกนีตรอน 1 ตัว) โดยตัวแปรที่ศึกษาคือ กำลังที่ป้อนเข้าไป ตำแหน่งของการป้อนไมโครเวฟ และระยะเวลาที่ใช้ในการอบ ที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของไม้เช่น ความชื้นสุดท้าย สีของเนื้อไม้รวมถึงคุณสมบัติทางกล จากนั้นทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติของไม้ที่อบด้วยระบบเตาไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียงอย่างต่อเนื่อง กับวิธีอบโดยใช้เตาอบแบบธรรมดาทั่วไป จากการศึกษาพบว่าการใช้คลื่นไมโครเวฟเป็นแหล่งพลังงานนั้นจะสามารถช่วยในการประหยัดพลังงาน ลดระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการได้ถึง 15 เท่า เมื่อเทียบกับการใช้เตาอบแบบธรรมดาทั่วไปชิ้นงานได้รับความร้อนทั่วทั้งปริมาตร การกระจายความชื้นเป็นไปอย่างสม่ำเสมอและทำให้คุณสมบัติทางกลดีขึ้น ผลประโยชน์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรมภายในประเทศต่อไป



ภาพที่ 3 อุปกรณ์การทดลองเตาอบไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียงอย่างต่อเนื่อง

1.4 ไมโครเวฟ (Microwave)

ไมโครเวฟเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic) ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติดวงอาทิตย์ก็เป็นผู้ส่งคลื่นนี้ออกมาคลื่นไมโครเวฟมีความถี่ตั้งแต่ 300-3,000 MHz เพื่อเปรียบเทียบให้เข้าใจง่ายให้พิจารณาตามภาพ



ภาพที่ 4 การแบ่งย่านความถี่

จากภาพที่ 4 จะเห็นว่าคลื่นไมโครเวฟมีความถี่อยู่ระหว่างคลื่นวิทยุและทีวีกับคลื่น อินฟราเรด (Infrared) ความถี่ถัดขึ้นไปคือ แสงที่เรามองเห็นสูงขึ้นไปถึงรังสีเอ็กซ์ (X-Rays) ท้ายที่สุด คือรังสีแกมมา (Gamma-Rays) เนื่องจากว่าคลื่นไมโครเวฟจัดเป็นคลื่นที่ปลอดภัย ไม่มีสารกัมมันตภาพรังสีตกค้างอยู่บนอาหารหรือคน หากเกิดอุบัติเหตุได้รับคลื่นไมโครเวฟ แต่อย่างไรก็ดีแม้ว่าคลื่นไมโครเวฟจะไม่มีสารกัมมันตภาพรังสีตกค้างอยู่ คลื่นไมโครเวฟก็ยังเป็นอันตราย เมื่อโดนไมโครเวฟมากๆ อวัยวะต่างๆอาจจะสุกและใช้การไม่ได้ ถ้าโดนดวงตา ตาจะบอดได้ หากได้รับคลื่นไมโครเวฟที่มากกว่า 5 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร คลื่นความถี่ไมโครเวฟก่อให้เกิดความผิดปกติต่างๆตามร่างกาย เช่น มะเร็งผิวหนัง ต้อกระจก ผู้หญิงมีครรภ์อาจแท้งได้ ในผู้ชายอาจเป็นหมันชั่วคราว ปวดศีรษะ ตาลาย ระบบประสาทส่วนกลางถูกทำลาย ระบบหมุนเวียนของเลือดผิดปกติ

1.5 แมกนีตรอน (Magnetron) [2]

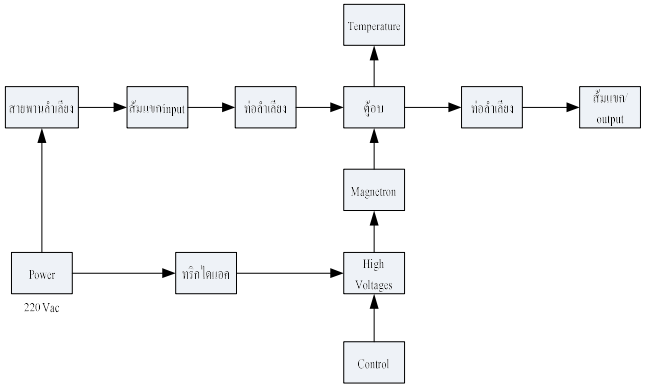
แมกนีตรอนมีโครงสร้างคล้ายหลอดไดโอด ประกอบไปด้วยไส้หลอด (Filament or Heater) ซึ่งทำหน้าที่เป็นแคโทด (Cathode) ด้วยนอกจากนี้ยังมีแอโนด (Anode) ส่วนแพร่กระจายคลื่นเรียกว่า สายอากาศ (Antenna)ในการทำงานของแมกนีตรอนนั้นแมกนีตรอนจะถูกจ่ายด้วยไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำประมาณ 3-4 โวลต์ กระแส 10 แอมแปร์ที่ไส้หลอด ซึ่งจะทำให้ไส้หลอดร้อนและปล่อยอิเลคตรอนออกมา และเมื่อจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงมากกว่า 4,000 โวลต์ไปที่ขั้วใดขั้วหนึ่งของไส้หลอดซึ่งทำหน้าที่เป็นคาโทดเทียบกับขั้วอาโนด ก็จะทำให้อิเลคตรอนถูกบังคับให้เคลื่อนที่ภายใต้อิทธิพลของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กถาวร ซึ่งจะทำให้แมกนีตรอนสามารถปล่อยคลื่นไมโครเวฟออกมาได้ โดยที่ความถี่ของคลื่นไมโครเวฟจะถูกกำหนดด้วยโครงสร้างภายในช่องสุญญากาศระหว่างขั้วคาโทดกับขั้วอาโนดให้เท่ากับ 2.45 GHz เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่ขั้วลบของแมกนีตรอน ก็จะปล่อยอนุภาคไฟฟ้าหรืออิเล็กตรอนออกมา อิเล็กตรอนจะวิ่งเข้าหาทรงกระบอกกลวงซึ่งภายในเซาะเป็นร่องยาวไว้ ทรงกระบอกนี้ล้อมอยู่รอบขั้วลบ และทำหน้าที่เป็นขั้วบวก ขณะเดียวกันสนามแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็ก



ภาพที่ 5 หลอดแมกนีตรอน

วิธีดำเนินการวิจัย

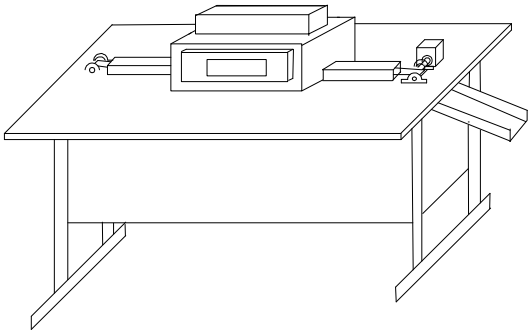
ในการดำเนินงานได้จัดทำรูปแบบในการทำงาน โดยการทำงานในแต่ละบล็อกจะแสดงผลตามขั้นตอนการทำงานดังที่ได้แสดงไว้ในแผนผังการทำงาน



ภาพที่ 5 บล็อกไดอะแกรมเครื่องอบส้มแขกด้วยคลื่นไมโครเวฟ

1. โครงสร้างของเครื่องอบส้มแขกด้วยไมโครเวฟ

โครงสร้างของเครื่องอบส้มแขกด้วยไมโครเวฟประกอบด้วยตัวตู้ (Oven) และส่วนของท่อลำเลียงสายพานจะต่อติดอยู่กับตัวตู้ส่วนวัสดุที่ใช้ทำตัวตู้และท่อลำเลียงสายพานประกอบด้วยอลูมิเนียมหนา 3 มิลลิเมตร ซึ่งมีข้อดี คือ สามารถป้องกันความร้อนได้ดีและมีความทนทานต่อการเกิดสนิมได้ดีกว่าเหล็กแผ่น ภายในท่อจะมีส่วนของสายพานลำเลียงซึ่งจะเป็นส่วนที่ใช้ลำเลียงวัสดุเข้าไปในตัวเครื่อง



ภาพที่ 6 โครงสร้างของเครื่องอบส้มแขกด้วยคลื่นไมโครเวฟ



ภาพที่ 7 เครื่องอบส้มแขกด้วยคลื่นไมโครเวฟ

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

การทดลองอบส้มแขกนั้นจะต้องใช้ผลส้มแขกที่ใกล้สุกหรือที่สุกก็ได้แล้วทำการหั่นส้มแขกออกเป็นแผ่นบางๆ เท่ากับขนาดที่จะนำไปใช้งานหรือให้มีขนาดประมาณ 2-3 มิลลิเมตร

1. การทดลองอบส้มแขกด้วยคลื่นไมโครเวฟ

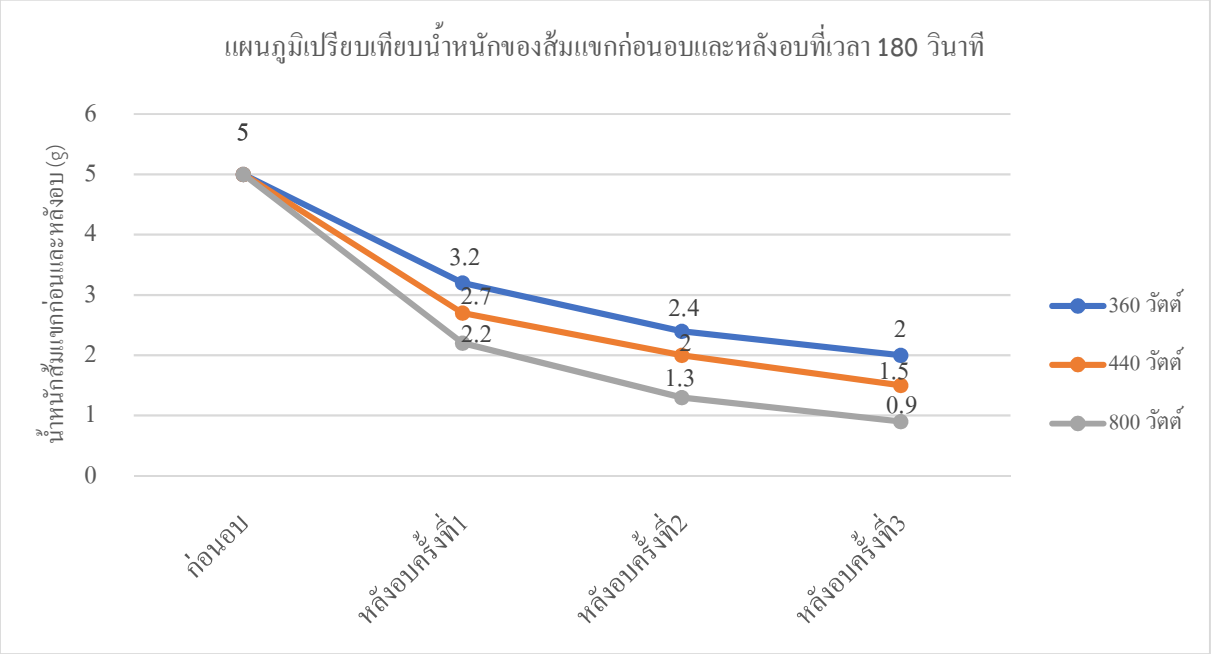
ผลการทดลองอบส้มแขกในตู้อบไมโครเวฟ การทดลองโดยมีการนำส้มแขกวางลงบนสายพานที่ลำเลียงส้มแขกเข้าไปในตู้ตามความเร็วของมอเตอร์ที่มีการปรับความเร็วช้าของมอเตอร์ในระดับต่างๆ ซึ่งมีส้มแขกวางลงบนสายพานลำเลียงเข้าไปในตู้และทำการอบส้มแขกตามเวลาและความเร็วที่ได้กำหนดไว้ในระยะการทำงานของเครื่องอบส้มแขก ที่นำมาอบโดยมี ขนาดความหนา 2-3 มิลลิเมตร ความยาว 75-80 มิลลิเมตร และความกว้าง 40-45 มิลลิเมตร โดยการทดลองจะปรับกำลังวัตต์ที่ 180 วัตต์ 440 วัตต์ และ 800 วัตต์ จะใช้เวลาในการอบเริ่มจาก 30 วินาที 60 วินาที 120 วินาที และ 180 วินาที เพื่อค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นและค่าสีของส้มแขก

2. การทดลองส้มแขกโดยการตากแดด

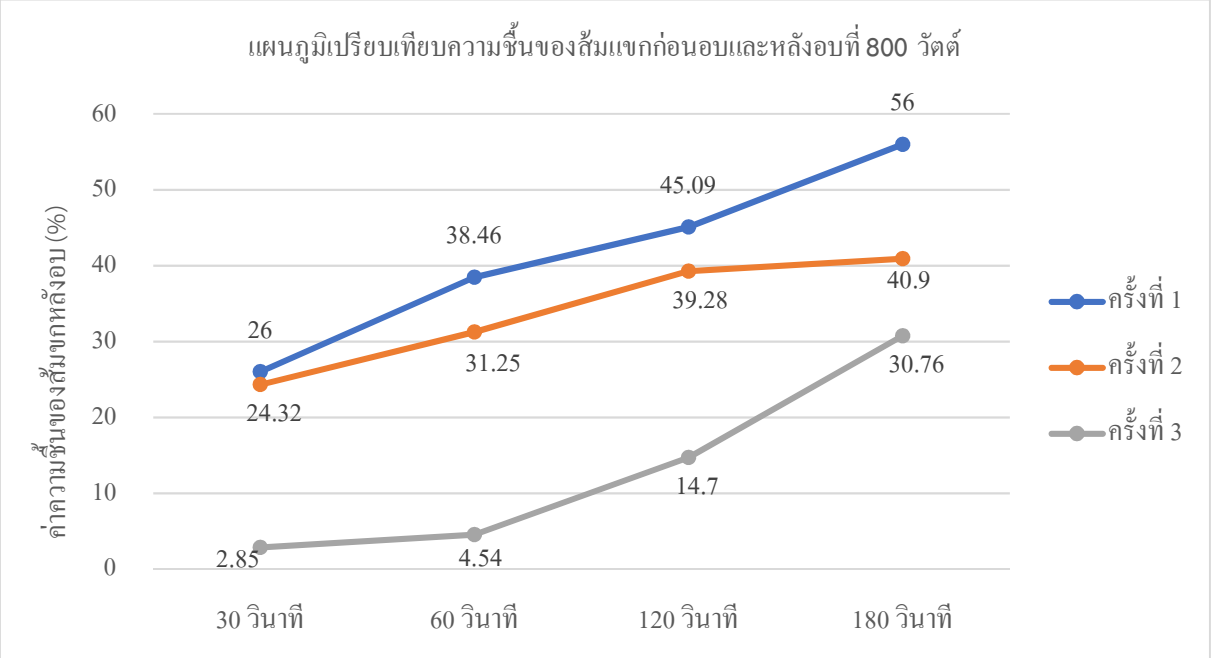
ผลการทดลองนำส้มแขกที่ได้หั่นเป็นแผ่นบางๆที่เตรียมไว้ ทำการทดลองนำส้มแขกไปตากแดดตั้งแต่เวลา 10.00น. – 14.00 น. ของทุกวัน โดยส้มแขกที่ใช้ทดลองตากมี 3 ชิ้นและมีการทดลองตากโดยมีระยะเวลาที่ตากแดดดังนี้ 1 วัน 2 วัน 3 วัน และ 4 วัน จากนั้นสังเกตผลการทดลองส้มแขกแต่ละชิ้นและบันทึกผลการทดลองตากส้มแขกแต่ละชิ้นตามเวลาที่ได้กำหนดไว้

ความชื้น หมายถึง น้ำหรือความชื้นซึ่งอยู่ในส้มแขก โดยคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักก่อน} - \text{น้ำหนักหลัง}) \times 100}{\text{น้ำหนักก่อน}}$$



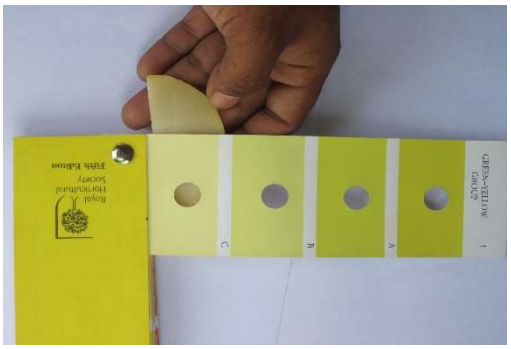
ภาพที่ 8 แผนภูมิเปรียบเทียบน้ำหนักของส้มแขกก่อนอบและหลังอบที่เวลา 180 วินาที



ภาพที่ 9 แผนภูมิเปรียบเทียบความชื้นของส้มแขกก่อนอบและหลังอบที่ 800 วัตต์

น้ำหนักของส้มแขก รอบที่1								
เวลา (ms)	ก่อนอบ				หลังอบ			
	30	60	120	180	30	60	120	180
น้ำหนัก (g)	5	5.1	5.1	5	3.7	3.2	2.8	2.2

ตารางที่ 1 น้ำหนักของส้มแขกที่กำลังไฟฟ้า 800 วัตต์



ภาพที่ 10 การวัดค่าสีของส้มแขกที่กำลังไฟฟ้า 800 วัตต์

จากภาพที่ 10 เป็นการวัดค่าสีของชิ้นส้มแขกโดยจะนำชิ้นส้มแขกมาเปรียบเทียบกับชุดวัดค่าความแตกต่างของสีทางวิทยาศาสตร์ ให้มีลักษณะของสีที่มีค่าความแตกต่างของสีใกล้เคียงที่สุด

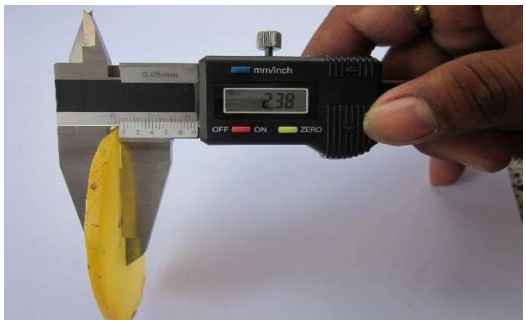
สีของส้มแขก รอบที่1								
เวลา (ms)	ก่อนอบ				หลังอบ			
	30	60	120	180	30	60	120	180
สี	Yellow Group 5 D	Yellow Group 5 D	Yellow Group 5 D	Yellow Group 5 D	Yellow Group 4B	Yellow Group 4C	Yellow orange Group 18D	Yellow orange Group 19D

ตารางที่ 2 สีของส้มแขกที่กำลังไฟฟ้า 800 วัตต์

สรุปผลการทดลอง จากการทดลองอบส้มแขกโดยใช้เวลาในการอบตั้งแต่ 30 วินาที 60 วินาที 120 วินาที และ 180 วินาที กำลังวัตต์ที่ใช้คือ 360 วัตต์ 440 วัตต์ และ 800 วัตต์ จากการทดลองที่เวลา 180 วินาที ต่อกำลัง 800 วัตต์ ครั้งที่ 1 สามารถทำการอบได้ผลการทดลองดีที่สุดคือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลงมากที่สุดคือ 56 % และมีการผิดรูปของส้มแขกน้อยมาก เมื่อเทียบกับเวลาและกำลังวัตต์อื่นๆและค่าสีของส้มแขกก็มีการเปลี่ยนแปลงจากสีเดิมของส้มแขกมากที่สุด เมื่อเทียบกับส้มแขกที่ตากแดดสีของส้มแขกที่ตากแดดจะมีการเปลี่ยนแปลงที่ช้ากว่าและสีของส้มแขกที่ตากแดด จะแตกต่างกันกับส้มแขกที่ผ่านการอบด้วยเครื่องอบส้มแขกด้วยคลื่นไมโครเวฟ



ภาพที่ 11 ขนาดความกว้างของส้มแขก



ภาพที่ 12 ขนาดความหนาของส้มแขก



ก่อนอบ หลังอบ

ภาพที่ 13 ส้มแขกก่อนและหลังอบ

สรุปผลการวิจัย

ในการทดลองเครื่องอบส้มแขกด้วยคลื่นไมโครเวฟ กับส้มแขกได้ทำการทดลองกับส้มแขกที่มีความหนา 2-3 มิลิเมตร และขนาดความกว้าง 28-32 มิลิเมตร โดยนำมาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความชื้น กับระยะเวลาที่ใช้ในการอบโดยใช้ช่วงเวลาในการรับคลื่นต่อการผ่านหลอดแมกนีตรอนภายในตู้อบโดยการทดลองแต่ละช่วงเวลาจะทำการแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ครั้ง

1. การทดลองที่ 800 วัตต์ ระยะเวลาในการอบ 180 วินาที ครั้งที่ 1 เป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุด เพราะการทดลองที่ระยะเวลาในการอบ 180 วินาที ครั้งที่ 1 ซึ่งน้ำหนักของส้มแขกจะลดลงประมาณ 50 % และจะมีค่าความชื้นที่ลดลงจากเนื้อของส้มแขกถึง 56 % ครั้งที่ 2 น้ำหนักของส้มแขกจะลดลงประมาณ 30-40 % จะมีค่าความชื้นลดลง 40.9 % ครั้งที่ 3 น้ำหนักของส้มแขกจะลดลงประมาณ 10-20 % จะมีค่าความชื้นลดลง 30.76 %

2. การทดลองที่ 440 วัตต์ ระยะเวลาในการอบ 180 วินาที ครั้งที่ 1 น้ำหนักของส้มแขกจะลดลงประมาณ 40 % จะมีค่าความชื้นที่ลดลงออกจากเนื้อของส้มแขก 46 % ครั้งที่ 2 น้ำหนักของส้มแขกจะลดลงประมาณ 15-20 % จะมีค่าความชื้นลดลง 25.92 % ครั้งที่ 3 น้ำหนักของส้มแขกจะลดลงประมาณ 10-15 % จะมีค่าความชื้นลดลง 25 %

3. การทดลองที่ 360 วัตต์ ระยะเวลาในการอบ 180 วินาที ครั้งที่ 1 น้ำหนักของส้มแขกจะลดลงประมาณ 30-35 % จะมีค่าความชื้นที่ลดลงออกจากเนื้อของส้มแขก 36 % ครั้งที่ 2 น้ำหนักของส้มแขกจะลดลงประมาณ 20-25 % จะมีค่าความชื้นลดลง 25 % ครั้งที่ 3 น้ำหนักของส้มแขกจะลดลงประมาณ 10-15 % จะมีค่าความชื้นลดลงแค่ 16.66 %

ซึ่งจะพบว่ากำลังของไมโครเวฟที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความชื้นออกจากเนื้อของส้มแขกได้อย่างชัดเจน เนื่องจากปริมาณการเกิดความร้อนแปรผันตรงกับความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีกำลังวัตต์เพิ่มขึ้นและค่าสีของส้มแขกก็มีการเปลี่ยนแปลงจากสีเดิมเมื่อเทียบกับส้มแขกที่ตากแดด โดยสีของส้มแขกที่ตากแดดจะมีการเปลี่ยนแปลงช้ากว่าและสีของส้มแขกจะแตกต่างกัน ส้มแขกที่ผ่านการอบด้วยเครื่องอบจะไม่ขึ้นรา เมื่อเทียบกับการตากแดด เพราะส้มแขกที่ผ่านการอบจะได้รับความร้อนที่ทั่วถึงจึงทำให้ความชื้นที่อยู่ภายในเนื้อของส้มแขกหมดไปและทำให้ส้มแขกแห้งได้อย่างทั่วถึงอีกด้วยทำให้มีโอกาสน้อยมากที่จะทำให้เกิดการขึ้นรา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณรายได้ประจำปี 2561

เอกสารอ้างอิง

ดร.โชคชัย แสงดาว. เครื่องอบแห้งเมล็ดข้าวเปลือกอย่างต่อเนื่องด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน(Fluidized-bed Microwave Heating for Paddy Drying). แหล่งที่มา :http://www.pr.mut.ac.th/files/Fluidized-bedMicrowave.pdf

สมศักดิ์ วงษ์ประดับไชย, ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช, ดวงเดือน อาจองค์, นพวรรณ ดูงาม.การอบแห้งไม้ด้วยคลื่นไมโครเวฟโดยใช้เตา ไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียงอย่างต่อเนื่อง (Microwave Drying of Wood Using a Continuous Microwave Belt Furnace) . แหล่งที่มา : www.pdffactory.com

กริช เจียมจิโรจน์, ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช, วัชระ เกาะแก้ว และโศภิดา สังข์สุนทร. การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งกาแฟและถั่วเหลืองโดยใช้เทคนิคไมโครเวฟ The Optimum Drying Conditions of Coffee Bean and Soy Bean Using Microwave-Spouted Bed Dryer แหล่งที่มา : http://www.me.psu.ac.th/tsme/ ME_NETT20/ article/pdf/ tsf/TSF029.pdf

บริษัท ด๊อกเตอร์เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด. เครื่องอบแห้งที่นอนยางพารา (latex foam dryer) ด้วยไมโครเวฟควบคุมโดยคอมพิวเตอร์. แหล่งที่มา : http://th.88db.com/th/Services/Post_Detail.page/Business_Services/Engineering/?PostID=588123

หมุดตอเล็บ หนิสอ หน่วยวิจัยพลาสมาประยุกต์เพื่อการกสิกรรม สำนักวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. เครื่องอบปลาแห้งด้วยคลื่นไมโครเวฟ. แหล่งที่มา :http://www.vcharkarn.com/varticle/38525

นายรัตน์ เพชรจันทร์.การทำยางแผ่นรมควัน.แหล่งที่มา : http://guru.sanook.com/encyclopedia/การทำยางแผ่นรมควัน/

ฟิสิกส์ราชมงคล. ไมโครเวฟ (Microwave). แหล่งที่มา : http://www.vcharkarn.com/varticle/38525

ประวัติไมโครเวฟ. [ออนไลน์] http://dek-d.com/board/view.php?id=945927

M.Lehne, G.W.Barton and T.A.G.Langrish,1999, “Comparison ofexperimental and modeling studies for the microwave drying of ironbank timber.” Drying technology,2219-2235. (Access date : July 1, 2009).

ธนกฤต คงหัด, ขจรพงค์ เสถียร, คมสันต์ หมัดสะอ, ปิยะ ประสงค์จันทร์ และธนัสถ์ นนทพุทธ. (เครื่องอบยางพาราแผ่นด้วยคลื่นไมโครเวฟ (Microwave Heating for Rubber Vulcanization).

ผลของระยะเวลาในการให้แสงจากหลอดไฟ แอลอีดี ต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายพวงองุ่น (**Caulerpa lentillifera** J.Agardh)

Effect of Photoperiod by Light Emitting Diode on Growth of Sea Grapes (**Caulerpa lentillifera** J.Agardh)

มาโนช ขำเจริญ[1*] ปรีดา เกิดสุข[1] ตรีเนตร ม่วงมนตรี[1] และสุกัญญา ชอบงาม[1]

Manoch Khamcharoen[1*] Preeda kerdsuk[1] Treenet Moungmontree[1] Sukunya Chobngam[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาระยะเวลาการให้แสงจากหลอดไฟ แอลอีดี ต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายพวงองุ่น โดยให้แสงระยะเวลาที่แตกต่างกัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์(Completely Randomized Design) แบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง คือ ได้รับแสงจากในโรงเรือนปกติ (ชุดควบคุม) ให้แสงจากหลอดไฟแอลอีดี 8 16 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ แต่ละชุดการทดลองมี 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่น 4 ตะกร้า โดยใส่สาหร่ายพวงองุ่นตะกร้าละ 50 กรัม เลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นในกะละมังขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร ลึก 28 เซนติเมตร เติมน้ำทะเลความเค็ม 30 ppt. สูง 25 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยน้ำหมักชีวภาพซ้ำละ 5 ppm. หลังจากการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 3 วัน/ครั้ง ทดลองเป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง การเจริญเติบโตของสาหร่ายพวงองุ่น มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักเท่ากับ 57.42±3.24 69.67±3.07 68.33±0.81 และ 81.08 ± 2.40 กรัม ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (**P**< 0.05) โดยชุดการทดลองที่ให้แสงจากหลอดไฟ แอลอีดี เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ให้ผลการเจริญเติบโต ค่าน้ำหนักเฉลี่ยดีที่สุด

คำสำคัญ : สาหร่ายพวงองุ่น, หลอดไฟแอลอีดี, ช่วงเวลาการให้แสง

ABSTRACT

Study on photoperiod by light emitting diode on growth of sea grapes. The experiment was divided 4 treatments were natural light in the building (Control) light by LED 8 , 16 and 24 hours/day respectively each treatment had 4 replications , 4 baskets/ replications , 50 grams sea grapes/basket. The experiment was carried out 7 weeks in plastic bowls that put 30 ppt. and 25 centimeters height of sea water. The end of experiment found that average weight were 57.42±3.24 69.67±3.07 68.33±0.81 and 81.08±2.40 grams respectively. When analysis statistic significant different showed that significant different (**P**< 0.05) by growth of treatment light LED 24 hours/day the result showed that on growth was the best.

Keywords : sea grapes, **Caulerpa lentillifera,** LED, photoperiod

---

[1] สาขาเทคโนโลยีการประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง. 92150

[1] Department of Fisheries Technology, Faculty of Science and Fisheries Technology, University Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang campus, Maifrad Sub-district, Sikao District, Trang Province 92150, Thailand

[*]ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : Auskom@hotmail.co.th

บทนำ

สาหร่ายสีเขียวสกุล **Caulerpa** เป็นสาหร่ายทะเลที่มีลักษณะนิ่มและอวบน้ำ พบแพร่กระจายทั่วไปทั้งในบริเวณอ่าวไทยและชายฝั่งทะเลอันดามัน ในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคใต้ของไทยประชาชนท้องถิ่นรู้จักนำสาหร่าย **Caulerpa** มาใช้ประโยชน์กันเป็นเวลานานมาแล้ว โดยเก็บรวบรวมจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาจำหน่ายในสภาพสดตามท้องถิ่น และนิยมมารับประทานเป็นผักสลัดหรือผักจิ้ม นอกจากนำสาหร่าย **Caulerpa** มาบริโภคเป็นอาหารแล้ว ยังมีการนำสาหร่ายชนิดนี้มาใช้ในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำก่อนการปล่อยออกสู่ทะเล (สันติ, 2546) ซึ่งภายหลังจากการบำบัดน้ำทิ้ง ทำให้สาหร่ายขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว และเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยเฉพาะสาหร่าย **Caulerpa lentillifera** ซึ่งมีลักษณะคล้ายพวงองุ่นจึงเรียกสาหร่ายชนิดนี้ว่า sea grapes หรือ green caviar ทัลลัสประกอบด้วยสโตลอน (stolon) ที่คืบคลานไปตามพื้นและแตกแขนงได้ ส่วนของแขนงที่ตั้งตรงสูง 1-6 เซนติเมตร มักเกิดเดี่ยวๆ ไม่ค่อยแตกแขนง ประกอบด้วย รามูลัส (ramulus) เล็กๆ ลักษณะกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5-2.0 มิลลิเมตร มีก้านสั้นๆ เรียงกันคล้ายช่อพริกไทย แต่ละรามูลัส (ramulus) มีรอยคอดระหว่างก้านและส่วนที่เป็นเม็ดกลมสีเขียวใส (Lewmanomont and Ogawa, 1995) อย่างไรก็ตามลักษณะดังกล่าวจะแปรเปลี่ยนไปตามปัจจัยสภาวะแวดล้อมที่สาหร่ายอาศัยอยู่ ปัจจุบันได้นำมาเลี้ยงเป็นอาชีพหลักและอาชีพเสริม มีการเลี้ยงในบ่อดิน ในบ่อซิเมนต์หรือถังไฟเบอร์ เลี้ยงในทะเล บริเวณกระชังเลี้ยงสัตว์น้ำ สำหรับบ่อดินและบ่อซิเมนต์มีการเพิ่มปุ๋ยลงไปได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยนา เพื่อเร่งการเจริญเติบโตให้เร็วขึ้น สาหร่ายพวงองุ่น (**Caulerpa lentillifera** J. Agardh) เป็นพืชชนิดหนึ่ง ที่เจริญเติบโตโดยการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ซึ่งเป็นกระบวนการสะสมอาหารโดยใช้ธาตุอาหารและน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมี Chlorophyll และแสงเป็นตัวการสำคัญในการแปรเปลี่ยนไปเป็น แป้งน้ำตาล ออกซิเจนและน้ำ โดยเฉพาะแสงหากได้รับความเข้มของแสงมากหรือน้อยเกินไปสาหร่ายจะไม่เจริญเติบโต ดังนั้นในการเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นจึงต้องให้สาหร่ายได้รับแสงที่พอเหมาะ (จูนลิฎา และคณะ, 2553) แสงที่ใช้โดยปกติได้จากแสงจากธรรมชาติจากดวงอาทิตย์ และแสงจากหลอดไฟ ซึ่งการเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นในปัจจุบันใช้แสงจากธรรมชาติซึ่งมีข้อด้อยคือในช่วงฤดูฝน ความเข้มของแสงที่สาหร่ายพวงองุ่นได้รับจะน้อยเกินไป ทำให้สาหร่ายพวงองุ่นเจริญเติบโตได้ช้าหรืออาจทำให้สาหร่ายพวงองุ่นตายได้ นอกจากนี้หากผู้ที่สนใจเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นภายในอาคารไม่สามารถเลี้ยงได้ เนื่องจากความเข้มของแสงไม่เพียงพอ หากมีการนำแสงจากหลอดไฟมาใช้และประสบผลสำเร็จ เป็นการเพิ่มศักยภาพการผลิตสาหร่ายพวงองุ่นได้มากขึ้นโดยไม่ต้องพึ่งพิงแสงจากดวงอาทิตย์

ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงได้ใช้แสงจากหลอดไฟ แอลอีดี ซึ่งมีสีของแสงคล้ายกับแสงจากธรรมชาติ และได้รับการนิยมนำไปใช้ในการเลี้ยงพันธุ์ไม้น้ำมาดัดแปลงเพื่อใช้เลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่น ในระยะเวลาที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโต และศึกษาผลตอบแทนของการเพาะเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นหลังจากที่เลี้ยงจนเสร็จสิ้นการทดลอง หากการทดลองครั้งนี้ประสบผลสำเร็จ จะนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อประดิษฐ์ตู้เลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่น ซึ่งเป็นการต่อยอดสู่นวัตกรรม Thailand 4.0 ต่อไปในอนาคตต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

1.วิธีการทดลอง

1.1 การวางแผนการทดลอง

การทดลองระยะเวลาในการให้แสงจากหลอดไฟ แอลอีดี ต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายพวงองุ่น วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design : CRD) แบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง (Treatment) แต่ละชุดการทดลองมี 4 ซ้ำ (Replication) ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นโดยได้รับแสงภายในโรงเรือน (ชุดควบคุม)
ชุดการทดลองที่ 2 เลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นโดยได้รับแสงภายในโรงเรือน และแสงจากหลอดไฟแอลอีดีเป็นเวลา 8 ชั่วโมง
ชุดการทดลองที่ 3 เลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นโดยได้รับแสงภายในโรงเรือน และแสงจากหลอดไฟแอลอีดีเป็นเวลา 16 ชั่วโมง
ชุดการทดลองที่ 4 เลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นโดยได้รับแสงภายในโรงเรือน และแสงจากหลอดไฟแอลอีดีเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

1.2 การเตรียมภาชนะและน้ำทะเลสำหรับเลี้ยงสาหร่าย

ดำเนินการทดลองเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นในกะละมังพลาสติกกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร จำนวน 16 ใบ โดยล้างทำความสะอาด ทำการฆ่าเชื้อโดยใช้ ฟอร์มาลีน 40 ppm. แช่เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นล้างทำความสะอาดฟอร์มาลีนออกให้หมด เติมน้ำทะเลความเค็ม 30 ppt. ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน 40 ppm.แล้วเติมน้ำผ่านถุงกรอง 30 ไมครอน ให้น้ำมีความสูง 15 เซนติเมตร ทำการสุ่มชุดการทดลองและซ้ำตามแผนการทดลองแล้วติดตั้งหลอดไฟแอลอีดีตามชุดการทดลองที่กำหนดไว้ โดยให้แสงจากหลอดไฟ แอลอีดี เป็นระยะเวลา 8 6 และ 24 ชั่วโมง ความเข้มของแสงที่ระดับผิวน้ำมีค่าเฉลี่ย 870 ลักซ์ โดยควบคุมการปิดเปิดไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์ Timer ส่วนชุดควบคุมได้รับแสงจากภายในโรงเรือน ความเข้มของแสงที่ระดับผิวน้ำเฉลี่ย 210 ลักซ์ ในเวลากลางวันส่วนเวลากลางคืนมืดสนิท

1.3 การเตรียมพันธุ์สาหร่ายในการทดลอง

นำพันธุ์สาหร่ายพวงองุ่นจากฟาร์มเลี้ยงสาหร่ายมาใช้เป็นท่อนพันธุ์ สำหรับการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง โดยใส่สาหร่ายลงในตะกร้าพลาสติกขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว จำนวน 50 กรัม/ตะกร้า รวมทั้งสิ้น 64 ใบ นำตะกร้าที่ใส่สาหร่ายแล้วใส่ในกะละมัง กะละมังละ 3 ตะกร้า

1.4 การจัดการระหว่างการเลี้ยงและการเพิ่มธาตุอาหาร

ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และรักษาความเค็มของน้ำทะเลให้อยู่ในระดับ 30 ppt โดยการเติมน้ำจืดเพื่อลดความเค็ม ทำการกำจัดสาหร่ายชนิดอื่นที่ขึ้นปะปนได้แก่ สาหร่ายขนนก สาหร่ายไส้ไก่ ฯลฯ และตรวจสอบคุณภาพน้ำที่สำคัญได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง และความเค็ม ทุกๆ 7 วัน บันทึกผล

การใส่ปุ๋ยในการเลี้ยงสาหร่าย ปุ๋ยที่ใช้คือ น้ำหมักชีวภาพ ซึ่งได้จากการนำ เศษปลา:กากน้ำตาล:น้ำ ในอัตราส่วน 1:1:1 และเติมจุลินทรีย์ช่วยเร่งการย่อยสลาย ในปริมาณ 25 กรัม/ปริมาตร 50 ลิตร หมักเป็นเวลา 1 เดือนนำมาใช้เป็นปุ๋ยในการทดลอง ใส่ในปริมาณเท่ากันทุกชุดการทดลอง 3 วัน/1 ครั้ง ๆ ละ 5 ppm./กะละมัง

2. วิธีเก็บข้อมูล

ชั่งน้ำหนักสาหร่ายทุกชุดการทดลอง ด้วยตาชั่งขนาดเล็ก โดยก่อนชั่งน้ำหนักต้องให้มีน้ำเหลือน้อยที่สุด แล้วจึงทำการชั่งน้ำหนัก ทำการชั่งทุกๆ 1 สัปดาห์ จดบันทึกน้ำหนักของสาหร่าย คำนวนค่าไฟฟ้าที่ใช้เลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่น ทุกชุดการทดลองเพื่อหาต้นทุนค่าไฟฟ้าในการเลี้ยงสาหร่าย

สูตรที่ใช้ในการคำนวณด้านน้ำหนักและต้นทุน

(1) น้ำหนักเฉลี่ย (Average weight)

$$\text{น้ำหนักเฉลี่ย} = \frac{\text{น้ำหนักรวม}}{\text{จำนวนตะกร้าทั้งหมด}}$$

(2) น้ำหนักเพิ่ม (Weight gain)

น้ำหนักเพิ่ม = น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง – น้ำหนักเริ่มต้น

(3) น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (Average diary growth)

$$ADG = \frac{[(\text{น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น})]}{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง}}$$

(4) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่ม (% Weight gain % WG)

WG (%) = [(น้ำหนักสุดท้าย – น้ำหนักเริ่มต้น)] x 100 / น้ำหนักเริ่มต้น (วิมล, 2536)

(5) ค่ากระแสไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า (วัตต์)×ชั่วโมงการใช้งาน×จำนวนวัน×ค่าไฟฟ้า(ต่อหน่วย) = บาท / 1000

(6) ผลตอบแทน

(น้ำหนักรวมของชุดการทดลอง × 300) - ค่ากระแสไฟฟ้า

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลน้ำหนักของสาหร่ายพวงองุ่นมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design : CRD) ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน แบบทางเดียว (One Way Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละชุดการทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (Snedecor and Cochran, 1967)

5. สถานที่ทำการทดลองและระยะเวลาการทดลอง

ทดลอง ณ สถาบันทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง เริ่มทดลองตั้งแต่ เดือนมกราคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 ระยะเวลาในการดำเนินการการทดลอง 7 สัปดาห์

ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตของสาหร่ายพวงองุ่น

น้ำหนักเฉลี่ย

เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่น เป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่าสาหร่ายที่เลี้ยงโดยไม่ให้แสงแอลอีดี ให้แสงแอลอีดี 8 ชั่วโมง ให้แสงแอลอีดี 16 ชั่วโมง และ ให้แสงแอลอีดี 24 ชั่วโมง มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 57.42±3.24 69.67±3.07 68.33±0.81 และ 81.08±2.40 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (**P**<0.05)

น้ำหนักเพิ่ม

เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่น เป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่าสาหร่ายที่เลี้ยงโดยไม่ให้แสงแอลอีดี ให้แสงแอลอีดี 8 ชั่วโมง ให้แสงแอลอีดี 16 ชั่วโมง และ ให้แสงแอลอีดี 24 ชั่วโมง มีน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยเท่ากับ 7.41±3.24 19.66±0.82 18.33±3.07 และ 31.08 ±2.41 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (**P**<0.05)

น้ำหนักเพิ่มต่อวัน

เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่น เป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่าสาหร่ายที่เลี้ยงโดยไม่ให้แสงแอลอีดี ให้แสงแอลอีดี 8 ชั่วโมง ให้แสงแอลอีดี 16 ชั่วโมง และ ให้แสงแอลอีดี 24 ชั่วโมง มีน้ำหนักเพิ่มต่อวันเฉลี่ยเท่ากับ 0.15±0.06 0.40±0.02 0.38±0.06 และ 0.63±0.05 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (**P**<0.05)

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่ม

เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่น เป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่าสาหร่ายที่เลี้ยงโดยไม่ให้แสงแอลอีดี ให้แสงแอลอีดี 8 ชั่วโมง ให้แสงแอลอีดี 16 ชั่วโมง และ ให้แสงแอลอีดี 24 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มเฉลี่ยเท่ากับ 14.83±6.48 39.33±1.63 36.67±6.15 และ 62.17±4.82 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (**P**<0.05)

ค่ากระแสไฟฟ้า

เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่น เป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่าสาหร่ายที่เลี้ยงโดยไม่ให้แสงแอลอีดี ให้แสงแอลอีดี 8 ชั่วโมง ให้แสงแอลอีดี 16 ชั่วโมง และ ให้แสงแอลอีดี 24 ชั่วโมง มีค่ากระแสไฟฟ้าต่อหลอดเฉลี่ยเท่ากับ 0.00 3.52 7.06 และ 10.58 บาทต่อหลอดตามลำดับ

ผลตอบแทน

เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่น เป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่าสาหร่ายที่เลี้ยงโดยไม่ให้แสงแอลอีดี ให้แสงแอลอีดี 8 ชั่วโมง ให้แสงแอลอีดี 16 ชั่วโมง และ ให้แสงแอลอีดี 24 ชั่วโมง มีค่าผลกำไรเท่ากับ 51.67 64.80 54.44 และ 62.39 บาท ตามลำดับ

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของสาหร่ายพวงองุ่นที่ให้แสงจากหลอดไฟแอลอีดี ในระยะเวลาที่ต่างกัน ของการทดลอง เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์

สัปดาห์	ระยะเวลาในการให้แสงจากหลอดไฟ แอลอีดี			
	แสงภายในโรงเรือน	8 ชั่วโมง	16 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
0	50.00±0.000[a]	50.00±0.000[a]	50.00±0.000[a]	50.00±0.000[a]
1	55.08±1.930[a]	56.50±2.470[a]	54.50±0.957[a]	59.42±1.931[a]
2	54.16±1.324[a]	55.67±2.147[a]	54.58±0.946[a]	57.08±2.088[a]
3	58.17±2.145[a]	61.83±0.569[a]	60.17±0.568[a]	62.75±1.781[a]
4	55.00±3.910[b]	62.92±1.423[a]	63.33±1.178[a]	65.83±1.596[a]
5	46.25±3.359[c]	55.83±1.076[bc]	54.16±3.227[b]	66.50±2.382[a]
6	46.08±3.060[c]	59.50±1.100[bc]	53.83±5.450[b]	70.91±1.663[a]
7	57.41±3.242[c]	69.66±0.817[b]	68.33±3.078[b]	81.08±2.409[a]

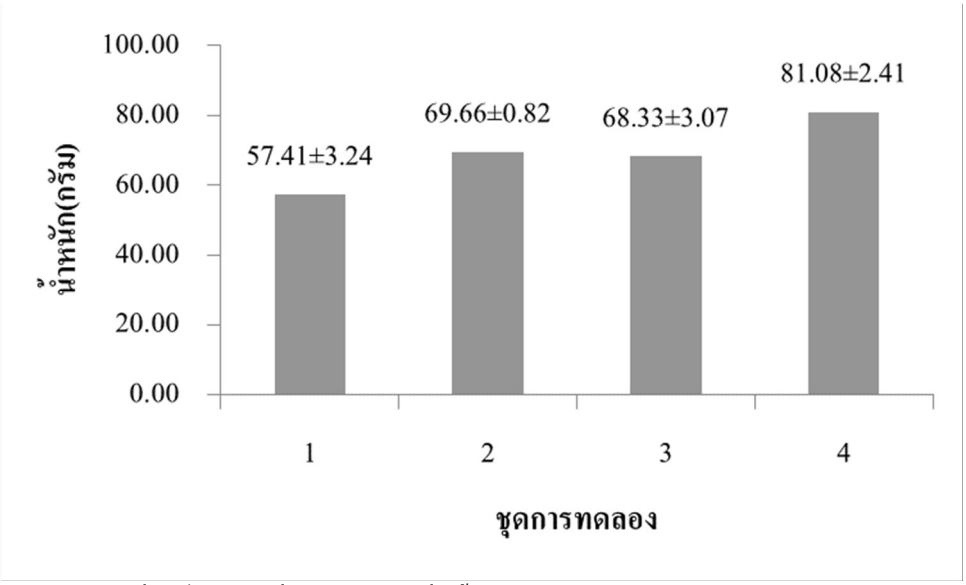
หมายเหตุ : เปรียบเทียบทางสถิติในแนวตั้ง แสดงโดยการใช้อักษรตัวยก ที่แตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ (**P**<0.05)

ตารางที่ 2 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม±SE) น้ำหนักเพิ่ม (กรัม±SE) น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (กรัม/วัน±SE) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่ม ค่ากระแสไฟฟ้า และ ผลตอบแทน ของการทดลอง เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	น้ำหนัก(กรัม) สิ้นสุดการทดลอง	น้ำหนักเพิ่ม (กรัม)	น้ำหนักเพิ่อต่อวัน (กรัม/วัน)	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่ม	ค่าระแสไฟฟ้า (บาท)	ผลตอบแทน (บาท)
ได้รับแสงภายในโรงเรือน	57.41±3.24[c]	7.41±3.24[c]	7.41±3.24[c]	15±0.06[c]	0.00±0.0	51.67

แอลอีดี 8 ชั่วโมง	69.66±0.82[b]	19.66±0.82[b]	19.66±0.82[b]	40±0.02[b]	3.52±0.0	64.80
แอลอีดี 16 ชั่วโมง	68.33±3.07[b]	18.33±3.07[b]	18.33±3.07[b]	38±0.06[b]	7.06±0.0	54.44
แอลอีดี 24 ชั่วโมง	81.08±2.41[a]	31.08±2.41[a]	31.08±2.41[a]	63±0.05[a]	10.58±0.0	62.39

หมายเหตุ : เปรียบเทียบทางสถิติในแนวตั้ง แสดงโดยการใช้อักษรตัวยก ที่แตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ (**P**<0.05)



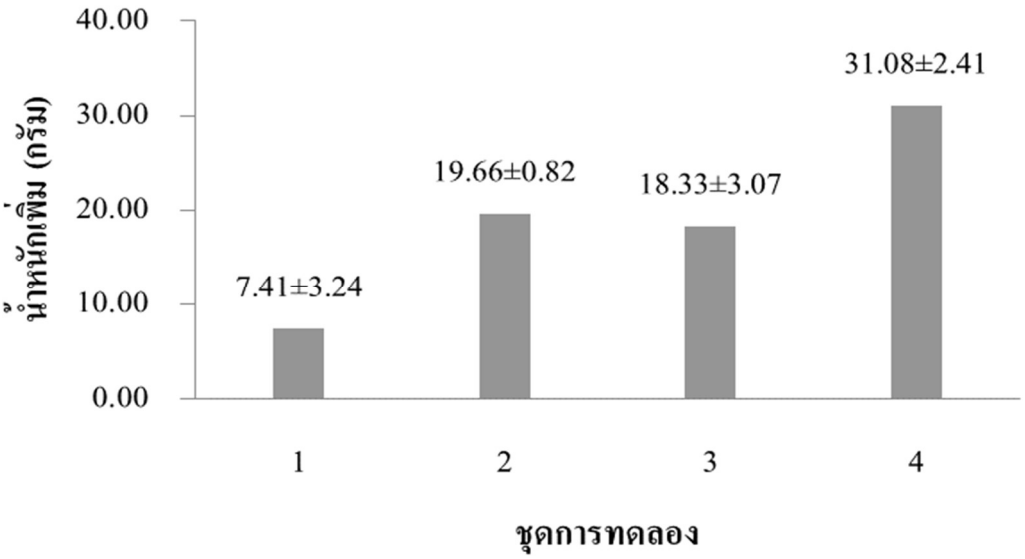
ภาพที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม±SE) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์

หมายเหตุ : T1 คือ ได้รับแสงภายในโรงเรือน

T2 คือ แสงจากหลอดไฟแอลอีดี 8 ชั่วโมง

T3 คือ แสงจากหลอดไฟแอลอีดี 16 ชั่วโมง

T4 คือ แสงจากหลอดไฟแอลอีดี 24 ชั่วโมง



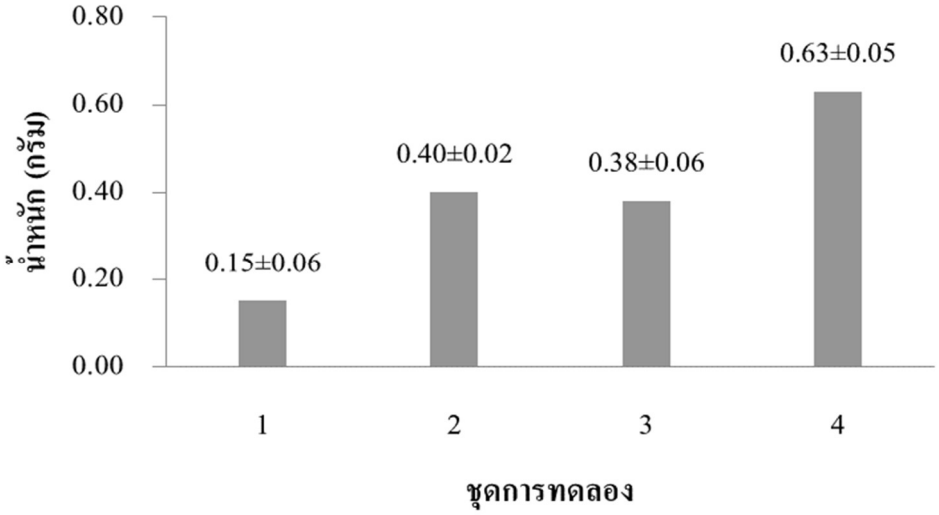
ภาพที่ 2 น้ำหนักเพิ่ม (กรัม±SE) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์

หมายเหตุ : T1 คือ ได้รับแสงภายในโรงเรือน

T2 คือ แสงจากหลอดไฟแอลอีดี 8 ชั่วโมง

T3 คือ แสงจากหลอดไฟแอลอีดี 16 ชั่วโมง

T4 คือ แสงจากหลอดไฟแอลอีดี 24 ชั่วโมง



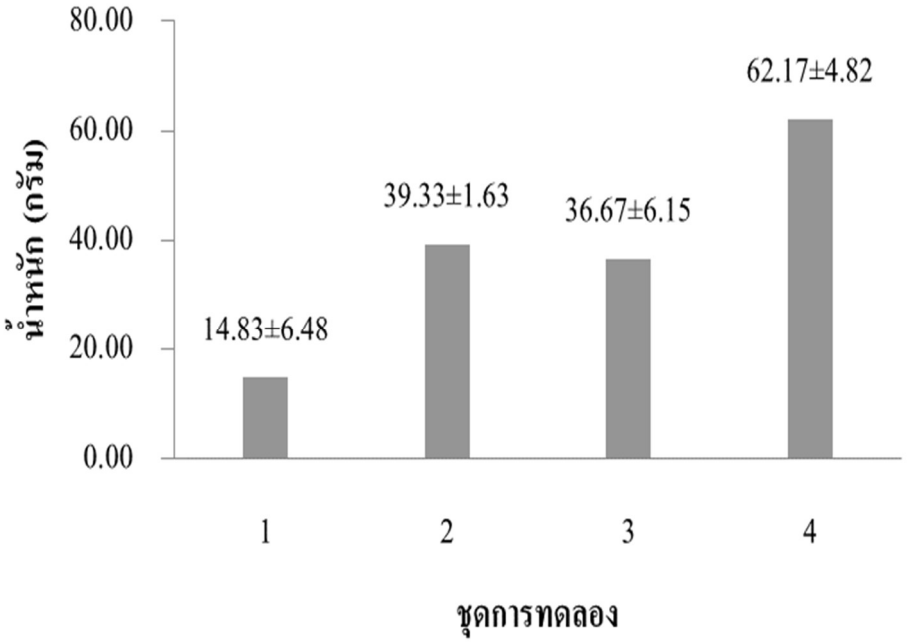
ภาพที่ 3 น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (กรัม/วัน±SE) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์

หมายเหตุ : T1 คือ ได้รับแสงภายในโรงเรือน

T2 คือ แสงจากหลอดไฟแอลอีดี 8 ชั่วโมง

T3 คือ แสงจากหลอดไฟแอลอีดี 16 ชั่วโมง

T4 คือ แสงจากหลอดไฟแอลอีดี 24 ชั่วโมง



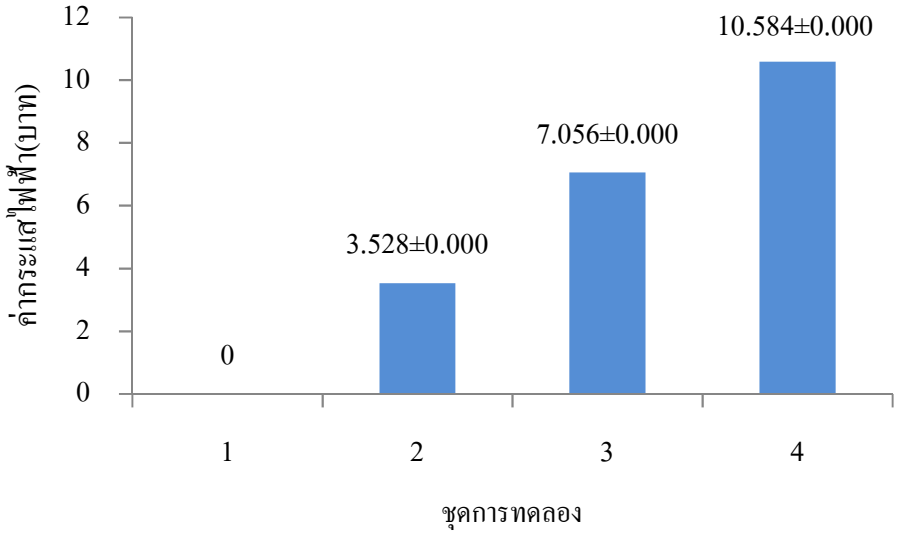
ภาพที่ 4 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่ม (กรัม±SE) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์

หมายเหตุ : T1 คือ ได้รับแสงภายในโรงเรือน

T2 คือ แสงจากหลอดไฟแอลอีดี 8 ชั่วโมง

T3 คือ แสงจากหลอดไฟแอลอีดี 16 ชั่วโมง

T4 คือ แสงจากหลอดไฟแอลอีดี 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 5 ค่ากระแสไฟฟ้า (บาท±SE) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์

หมายเหตุ : T1 คือ ได้รับแสงภายในโรงเรือน

T2 คือ แสงจากหลอดไฟแอลอีดี 8 ชั่วโมง

T3 คือ แสงจากหลอดไฟแอลอีดี 16 ชั่วโมง

T4 คือ แสงจากหลอดไฟแอลอีดี 24 ชั่วโมง

วิจารณ์ผล

1. ผลของการเจริญเติบโต

การศึกษาผลของระยะเวลาในการให้แสง แอลอีดี ต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายพวงองุ่น แบ่งการทดลองเป็น 4 ชุดการทดลอง คือ ให้แสงภายในโรงเรือน (ชุดควบคุม) ให้แสงจากหลอดแอลอีดี 8 16 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ ให้ค่าน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 57.41±3.24 69.66±0.82 68.33±3.07 และ 81.08±2.41 กรัม ตามลำดับ ซึ่งน้ำหนักเฉลี่ยที่ได้มีความแตกต่างทางสถิติ (**P**<0.05) และพบว่าความเข้มแสงของหลอดไฟ แอลอีดี 3 วัตต์ ให้ความเข้มแสงที่ระดับผิวน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 870 ลักซ์ เพียงพอที่จะทำให้สาหร่ายพวงองุ่นเจริญเติบโตได้ โดยแสงภายในโรงเรือนวัดที่ระดับผิวน้ำให้ความเข้มแสงเฉลี่ยเท่ากับ 210 ลักซ์ ในเวลากลางวัน ซึ่งแสงภายในโรงเรือนไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายพวงองุ่น เห็นได้จากการเจริญเติบโตของสาหร่ายพวงองุ่นในชุดการทดลองที่ 1 ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด สำหรับค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายพวงองุ่น จากการตรวจวัดพบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.02 ค่าความเป็นด่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 95.60 อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.56 องศาเซลเซียส ความเค็มมีเฉลี่ยเท่ากับ 30.32 ppt.ออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ppm. ซึ่งคุณภาพน้ำที่วัดได้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับ
การเจริญเติบโตของสาหร่ายพวงองุ่น สอดคล้องกับการรายงานของ (นัยนา, 2529; เปี่ยมศักดิ์, 2525; Horstman 1983)

ระยะเวลาของการให้แสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายพวงองุ่น จากการทดลองให้แสง ปกติจากในอาคาร ให้แสงจากหลอดไฟ 8 ชั่วโมง/วัน ตั้งแต่เวลา 6.00-14.00 น. ให้แสงจากหลอดไฟ 16 ชั่วโมง/วัน ตั้งแต่เวลา 6.00-22.00 น. และให้แสงจากหลอดไฟ 24 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่า สามารถให้แสงได้ตลอดเวลา เนื่องจากโดยธรรมชาติของพืช เวลากลางคืน พืชจะไม่มีการสังเคราะห์แสงหรือมีการสังเคราะห์แสงน้อยมาก เพราะความเข้มของแสงน้อยทำให้มีแต่กระบวนการหายใจ ถ้าให้แสงในปริมาณที่เพียงพอสาหร่ายก็จะสามารถเกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงได้ต่อเนื่อง ทำให้สาหร่ายพวงองุ่นเจริญเติบโตได้ดี จึงทำให้ ชุดการทดลองที่ 4 มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด ให้ค่าน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 81.08±2.41 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Horstmarnn (1983) ถึงกิจกรรมการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย **Caulerpa racemose** โดยวัดการแลกเปลี่ยนออกซิเจน ที่ระดับความลึกของน้ำต่างๆกัน คือ บริเวณผิวน้ำ ลึกจากผิวน้ำ 3 เมตร และลึกจากผิวน้ำ 10 เมตร (การส่องผ่านของแสง 100%, 50% และ 10% ตามลำดับ) จากการทดลองพบว่าสาหร่ายมีอัตราการแลกเปลี่ยนออกซิเจน สูงสุดที่ระดับความลึกจากผิวน้ำ 10 เมตร

2. ผลตอบแทน

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนที่ได้ ชุดการทดลองที่ให้แสงภายในโรงเรือน (ชุดควบคุม) ให้ผลตอบแทนมากที่สุดเท่ากับ 64.80 บาท แต่ในการทดลองครั้งนี้ ปริมาณที่เลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นน้อยเกินไปยังมีที่ว่างเหลือมากทำให้เปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่ให้แสง 24 ชั่วโมง แล้ว ให้ผลตอบแทนไม่ต่างกัน จึงมีแนวโน้มว่าถ้าเลี้ยงให้ปริมาณที่มากกว่าการทดลองจะส่งผลให้ผลตอบแทนของชุดการทดลองที่ให้แสง 24 ชั่วโมง ดีที่สุด

สรุปผลการวิจัย

1.เลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่น โดยให้แสงจากหลอดไฟแอลอีดี 8 ชั่วโมง/วัน 16 ชั่วโมง/วัน และ 24 ชั่วโมง/วัน พบว่าชุดการทดลองที่ให้แสง 24 ชั่วโมง/วัน ทำให้การเจริญเติบโตดีที่สุด

2. ผลตอบแทนในการเลี้ยงสาหร่ายพวงองุ่นโดยให้แสงจากหลอดไฟแอลอีดี ชุดการทดลองที่ให้ผลกำไรสูงที่สุดคือชุดการทดลองที่ให้แสง 8 ชั่วโมง/วัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนสนับสนุนทุนวิจัย งบโครงการวิจัยเพื่อชุมชนและสังคม ปีงบประมาณ 2560 ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการสถาบันทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่กรุณาอนุญาตให้ใช้สถานที่โรงพักฟื้นสัตว์น้ำ ในการดำเนินการวิจัย การศึกษาระยะเวลาการให้แสงจากหลอดไฟ แอลอีดี ต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายพวงองุ่น โดยให้แสงระยะเวลาที่แตกต่างกัน และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สถาบันทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ช่วยเหลือในการติดตั้งอุปกรณ์ทำการวิจัย สุดท้ายขอขอบคุณนักศึกษาสาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีส่วนช่วยในการทำการทดลอง และเก็บข้อมูลการวิจัย ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลองจนเสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

จูนลิฎา โยธาทิพย์, พาสินีสุนากร และ พัชรียา บุญกอแก. 2553. การศึกษาการปลูกพืชภายในอาคารโดยใช้แสงประดิษฐ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

นัยนา เพชรแท้. 2529. อนุกรมวิธานของสาหร่ายทะเลที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2525. แหล่งน้ำกับปัญหามลภาวะ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.

วิมล จันทรโรทัย. 2536. พลังงานอาหารเพื่อการอยู่รอดของปลา วารสารการประมง 46 (5):465-470

สันติ ปริยะวาที. 2546. การใช้สาหร่ายพวงองุ่น (**Caulerpa lentillifera** J. Agardh) ในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (**Penaeus monodon**) แบบพัฒนา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.

Horstmarnn, U. 1983. Cultivation of the green alga, **Caulerpa racemosa**,in tropical water and some aspects of its physiological ecology. Aquaculture. 32 : 361-371.

Snedecor,G.W.and W.G.Cochran.1967. Statistical Methods. 6th ed. The Iowa State University Press Ames, Iowa.

ผลของระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารต่อประสิทธิภาพการผลิต และการสะสมไขมัน ของสุกรรุ่นลูกผสมสองสายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ × แลนด์เรซ)น้ำหนัก 30-65 กิโลกรัม

Effects of Dietary Metabolizable Energy Level on Growth Performance and Fat Deposition of Growing Pigs (Large White × Landrace) between 30-65 kg Body Weight

พรรณนิภา มุทาลัย[1*] ยุวเรศ เรืองพานิช[1] และ เสกสม อาตมางกูร[1]

Pannipa Mutalai[1*] Yuwares Ruangpanit[1] and Seksom Attamangkune[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารต่อประสิทธิภาพการผลิต และการสะสมไขมัน ของสุกรรุ่นลูกผสมสองสายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ × แลนด์เรซ) น้ำหนัก 30-65 กิโลกรัม วางแผนการทดลองแบบ 2 × 3 แฟคทอเรียลใน CRD โดยมีปัจจัยคือเพศ (เพศผู้ตอนและเพศเมีย) และระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร 3 ระดับ (3,150, 3,250 และ 3,350 Kcal/kg) ใช้สุกรจำนวน 120 ตัว เป็นเพศเมีย 60 ตัว และเพศผู้ตอน 60 ตัว แบ่งเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 2 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว มีอาหารและน้ำให้กินเต็มที่ ผลการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับอาหารที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,150 Kcal/kg มีอัตราการกินได้ต่อวันและปริมาณไลซีนที่ได้รับต่อวันสูงกว่ากลุ่ม 3,250 และ 3,350 Kcal/kg ($P < 0.01$) ปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวันของสุกรกลุ่ม 3,150 และ 3,350 Kcal/kg แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ขณะที่กลุ่ม 3,250 Kcal/kg ต่ำกว่ากลุ่ม 3,150 Kcal/kg ($P < 0.01$) สุกรเพศผู้ตอนมีอัตราการกินได้ต่อวัน ปริมาณไลซีนและปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวันสูงกว่าสุกรเพศเมีย ($P < 0.01$) พบปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างเพศกับระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตต่อวันและประสิทธิภาพการใช้อาหาร โดยปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวันสูงขึ้นในสุกรกลุ่ม 3,150 และ 3,350 Kcal/kg ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้นในสุกรเพศผู้ตอนแต่ไม่พบความแตกต่างในสุกรเพศเมีย ส่วนประสิทธิภาพการใช้อาหาร พบว่าระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารที่ 3,350 Kcal/kg ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้นในสุกรเพศผู้ตอน แต่ไม่พบความแตกต่างในสุกรเพศเมีย ที่ตำแหน่งซี่โครงซี่ที่ 10 ความลึกเนื้อสันของสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมียแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ขณะที่สุกรเพศผู้ตอนมีความหนาไขมันสันหลังสูงกว่าสุกรเพศเมีย ($P < 0.01$) และความหนาไขมันสันหลังเพิ่มขึ้นเมื่อระดับพลังงานที่ได้รับต่อวันเพิ่มขึ้นในกลุ่ม 3,150 และ 3,350 Kcal/kg ($P < 0.05$)

คำสำคัญ : พลังงานใช้ประโยชน์ได้, ประสิทธิภาพการผลิต, การสะสมไขมัน, สุกรรุ่น, ลูกผสม

ABSTRACT

The aims of this research were to study the effects of dietary metabolizable energy level on growth performance and fat deposition of growing pigs (Large White × Landrace) between 30-65 kg body weight. The experiment was designed as a 2 × 3 factorial in CRD with the factors being sex (barrow and female) and three dietary metabolizable energy (ME) levels (3,150, 3,250 and 3,350 Kcal/kg). One hundred and twenty pigs (sixty barrows and sixty females) were arranged into 6 treatments combination, each treatment consisted of 2 replications (10 pigs per replicate). Feed and water were provided ad libitum. The result showed that pigs fed 3,150 Kcal ME/kg diet had higher daily feed intake and daily lysine intake than pigs fed 3,250 and 3,350 Kcal ME/kg diets ($P < 0.01$). No significant differences were found in daily ME intake between pigs fed 3,150 and 3,350 Kcal ME/kg diets ($P > 0.05$), however pigs fed 3,250 Kcal ME/kg diet had lower daily ME intake than pigs fed 3,150 Kcal ME/kg diets ($P < 0.01$). Barrows had a significantly higher daily feed intake, daily lysine intake and daily ME intake than females ($P < 0.01$). There was interaction between sex and dietary ME levels for average daily gain ($P < 0.05$) by increasing in daily ME intake in pigs fed 3,150 and 3,350 Kcal ME/kg diets improved average daily gain of barrows but no significant difference was found in females. There was also interaction between sex and dietary ME levels for feed:gain ($P < 0.05$) by increasing in dietary ME to 3,350 Kcal/kg improved feed:gain of barrows but no significant difference was found in females. Carcass trait evaluation showed that no significant difference was found in loin depth at the 10th ribs between barrows and females ($P > 0.05$) but fat depth at the 10th ribs was higher in barrows ($P < 0.01$) and higher in pigs fed 3,150 and 3,350 Kcal ME/kg diets ($P < 0.05$).

Keywords : Metabolizable Energy, Growth Performance, Fat Deposition, Growing Pigs, Crossbreed

---

[1] สาขาโภชนะศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารสัตว์ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

[1] Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Sane, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Kamphaeng Saen, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom 73140, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : pannipam@betagro.com

บทนำ

การปรับปรุงสายพันธุ์สุกรมีการพัฒนาก้าวหน้าไปอย่างมากตลอดช่วงระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมา มีการนำเข้าสายพันธุ์จากต่างประเทศทั้งจากยุโรป อเมริกา และแคนาดา มีการใช้เทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยในการคัดเลือกและปรับปรุงสายพันธุ์สุกรใหม่ๆให้มีจำนวนลูกต่อแม่สูงขึ้น การเจริญเติบโตเร็ว ประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น การสร้างเนื้อแดงในระดับสูง ตลอดจนคุณภาพซากที่ดีขึ้น (สมชัย , 2532) ส่งผลให้ผู้เลี้ยงสุกรต้องพัฒนาและปรับปรุงการประกอบสูตรอาหารให้ก้าวทันกับพันธุกรรมของสุกรที่เปลี่ยนแปลงไป โดยมุ่งหวังให้สุกรได้แสดงศักยภาพทางพันธุกรรมที่มีอยู่ได้อย่างเต็มที่ รูปแบบของฟาร์มสุกรในประเทศไทยแบ่งตามวัตถุประสงค์ของการเลี้ยงออกได้เป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ ฟาร์มผลิตสุกรขุน ฟาร์มผลิตสุกรพันธุ์ และฟาร์มผลิตสุกรครบวงจร ฟาร์มผลิตสุกรพันธุ์เพื่อขยายพันธุ์หรือฟาร์มผลิตสุกรครบวงจรบางฟาร์มจะมีการเลี้ยงสุกรพันธุ์แท้เพื่อผลิตสุกรพันธุ์แท้หรือสุกร 2 สายพันธุ์ ที่จะนำไปใช้เป็นแม่พันธุ์เพื่อผลิตลูกสุกร 3 สายพันธุ์ต่อไปหรือเพื่อทดแทนในฟาร์ม (วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีร้อยเอ็ด, ม.ป.ป.) แม่พันธุ์ที่นิยมนำมาผลิตเป็นลูกผสม 2 สายพันธุ์ ส่วนมากเป็นแม่พันธุ์แลนด์เรซและลาร์จไวท์ เนื่องจากมีลักษณะความเป็นแม่ที่ดี ให้ลูกดก เลี้ยงลูกดี มีน้ำนมมากเป็นต้น (นาม และ สุกัญญา, 2537) ทั้งนี้ผลผลิตลูกในฟาร์มสุกรพ่อแม่พันธุ์ มีความน่าจะเป็นในการเกิดลูกสุกรเพศผู้และเพศเมียต่อครอกตามธรรมชาติอยู่ที่อัตรา 50:50 ลูกสุกรเพศเมียจะถูกนำไปเลี้ยงเพื่อเป็นแม่พันธุ์ ขณะที่ลูกสุกรเพศผู้จะถูกตอนเพื่อเลี้ยงขายเป็นสุกรขุน และด้วยวัตถุประสงค์ในการเลี้ยงที่แตกต่างกันนี้ เป้าหมายด้านการเจริญเติบโตและการสะสมเนื้อแดงหรือการสะสมไขมันจึงไม่เหมือนกัน โดยฟาร์มต้องการให้สุกรเพศเมียมีอัตราการเจริญเติบโต การสะสมเนื้อแดงและไขมันในระดับ ปานกลาง เพื่อลดปัญหาขาจากการเพิ่มน้ำหนักตัวให้มีอายุการใช้งานได้นานหลังจากผสมพันธุ์ ตรงกันข้ามกับสุกรเพศผู้ตอนที่ต้องการให้มีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว มีการสะสมเนื้อแดงมาก และการสะสมไขมันน้อย เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการของตลาดและมีผลกำไรมากที่สุด

การเจริญเติบโตของสุกรหรือน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเมื่อสุกรอายุมากขึ้นเป็นเป็นผลจากการสะสมปริมาณเนื้อเยื่อเนื้อแดง เนื้อเยื่อไขมัน และกระดูกที่แตกต่างกัน (สมชัย, 2532) ในระยะรุ่นสุกรจะมีการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวันสูงที่สุดและเป็นการสร้างกล้ามเนื้อเป็นหลัก โดยอัตราการสะสมโปรตีนที่เพิ่มขึ้นที่เกิดจากการได้รับพลังงานเพิ่มขึ้นในช่วงนี้จะไม่ส่งผลต่อไขมันสะสมที่มากเกินหรือสัดส่วนอาหารที่ใช้ต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมที่เพิ่มขึ้น และเพศมีผลค่อนข้างน้อย (Cole **et al**. 1993) ความสัมพันธ์ระหว่างการสะสมโปรตีนในร่างกายกับโปรตีนและพลังงานที่กินประกอบด้วย 2 ระยะ ระยะแรกเรียกว่า protein-dependent phase เป็นระยะที่การสะสมโปรตีนเพิ่มมากขึ้นเป็นเส้นตรงสัมพันธ์กับโปรตีนที่กินโดยไม่ขึ้นกับระดับพลังงานที่กินหรือปัจจัยอื่นจากตัวสัตว์เช่น เพศหรือพันธุกรรม และระยะที่ 2 เรียกว่า energy-dependent phase ในระยะนี้การสะสมของโปรตีนจะเพิ่มขึ้นเมื่อให้พลังงานเพิ่มขึ้น (Cole **et al.**, 1993) ซึ่งกราฟความสัมพันธ์ระหว่างการสะสมโปรตีนต่อพลังงานที่ได้รับจากอาหาร linear-plateau model ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางมากที่สุดในการอธิบายปฏิสัมพันธ์ระหว่างการสะสมโปรตีนและพลังงาน (Van Milgen and Noblet, 2002) โดยเมื่อแกนตั้งคือการสะสมโปรตีนและแกนนอนคือพลังงานที่ได้รับ การสะสมโปรตีนจะเพิ่มขึ้นอย่างเป็นเส้นตรงกับพลังงานจนถึงจุดสูงสุดของการสะสมโปรตีน (PDmax) ในขณะที่ความชันของเส้นกราฟจะถูกกำหนดโดยการแบ่งส่วนของพลังงานที่ได้รับไประหว่างโปรตีนสะสมและไขมันสะสม ค่า PDmax นี้ถูกกำหนดโดยพันธุกรรม และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามอายุและน้ำหนักตัวจนถึง 60-80 กิโลกรัม อย่างไรก็ตามความไวของการเพิ่มขึ้นของโปรตีนสะสมกับการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานที่ได้รับในสัตว์น้ำหนักน้อยมีมากกว่าน้ำหนักมาก การลดปริมาณการกินอาหารของสัตว์จะส่งผลต่อทั้งการลดโปรตีนสะสมและไขมันสะสมในสัตว์น้ำหนักต่ำขณะที่จะมีผลต่อการเพิ่มไขมันในสัตว์ที่โตกว่า (Halas, 2011) ทั้งนี้ Quiniou **et al**. (1996) รายงานว่าความชันของกราฟระหว่างการสะสมโปรตีนและพลังงานในสุกรเพศผู้สูงกว่าเพศผู้ตอนและสอดคล้องกับรายงานของ

Campbell and Taverner (1988) ที่ว่าความชันของกราฟระหว่างการสะสมโปรตีนและพลังงานในกลุ่มสุกรชนิดให้เนื้อสูงกว่ากลุ่มสุกรให้ไขมัน

อย่างไรก็ตามการศึกษาเกี่ยวกับระดับพลังงานต่อการเจริญเติบโตในสุกรลูกผสมสองสายพันธุ์ (ลาร์จไวท์×แลนด์เรซ) เพศเมียและเพศผู้ตอนต่อการเจริญเติบโตและการสะสมไขมันในระยะรุ่นยังมีน้อย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาระดับพลังงานในอาหารที่เหมาะสม เพื่อให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตเต็มที่ตามศักยภาพของสายพันธุ์และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การใช้งาน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. โรงเรือนทดลอง

โรงเรือนที่ใช้ในการทดลองเป็นโรงเรือนระบบปิด มีการควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนด้วยระบบระเหยไอน้ำ (evaporative cooling system) พื้นคอกเป็นแสลตปูน มีอุปกรณ์ให้อาหารเรียกว่า เครื่องทดสอบประสิทธิภาพของสุกร (Pig Performance Testing System) จำนวน 1 เครื่องต่อคอก และที่ให้น้ำแบบหัวกัดจำนวน 2 หัวต่อคอก

2. สัตว์ทดลอง

ใช้สุกรลูกผสมสองสายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ × แลนด์เรซ) น้ำหนักตัวเฉลี่ยเริ่มต้นประมาณ 30 กิโลกรัม ที่อายุประมาณ 11 สัปดาห์ จำนวน 120 ตัว วางแผนการทดลองแบบ 2 × 3 แฟคทอเรียลใน CRD (2 × 3 factorial experiments in CRD) รวมเป็น 6 ทรีตเมนต์คอมบิเนชั่น ทรีตเมนต์ละ 2 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว และได้รับอาหารที่มีระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในระดับ 3,150 3,250 และ 3,350 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ตามลำดับดังนี้

กลุ่มที่ 1 สุกรเพศผู้ตอน ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,150 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม
กลุ่มที่ 2 สุกรเพศผู้ตอน ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,250 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม
กลุ่มที่ 3 สุกรเพศผู้ตอน ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,350 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม
กลุ่มที่ 4 สุกรเพศเมีย ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,150 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม
กลุ่มที่ 5 สุกรเพศเมีย ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,250 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม
กลุ่มที่ 6 สุกรเพศเมีย ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,350 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม

เลี้ยงสุกรในคอกขนาด 4.5 × 6 เมตร จำนวน 10 ตัวต่อคอก (เพศผู้ตอน 6 คอก และเพศเมีย 6 คอก) สุกรทุกตัวได้รับน้ำและอาหารแบบกินเต็มที่ (**ad libitum**) ตลอดเวลา สามารถเข้ากินอาหารอย่างอิสระครั้งละตัว จากเครื่อง Pig Performance Testing เหมือนกันทุกกลุ่ม โดยก่อนเริ่มต้นงานทดลองทำการเลี้ยงปรับสภาพด้วยอาหารสุกรระยะเล็กสูตรเดียวกันทุกกลุ่มเป็นเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นทำการเลี้ยงสุกรด้วยอาหารทดลองเป็นระยะเวลา 35 วัน

3. อาหารทดลอง

องค์ประกอบและปริมาณโภชนะของอาหารทดลองแสดงในตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของอาหารทดลอง

วัตถุดิบ (กิโลกรัม)	ระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)		
	3,150	3,250	3,350
ข้าวสาลี	15.0	15.0	15.0
ข้าวโพด	39.2	45.0	49.8
กากมันสำปะหลัง	-	-	3.0
รำข้าวสาลี	15.0	11.0	-
น้ำมันปาล์ม	2.3	2.3	2.5
ถั่วเหลืองไขมันเต็ม	11.0	10.0	11.0
กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน 48%	8.2	9.3	11.4
เนื้อและกระดูกไก่ป่น 50%	3.5	3.5	3.5
เกลือ	0.45	0.45	0.45
โมโนแคลเซี่ยมฟอสเฟต	0.92	0.96	1.03
แคลเซี่ยมคาร์บอเนต	0.60	0.59	0.48
ซีโอไลต์	1.96	-	-
อะลิเมท 88%	0.35	0.35	0.35
แอล-ไลซีน 98.5%	0.78	0.78	0.74
แอล-ทริปโตเฟน 98.0%	0.07	0.07	0.07
แอล-ทรีโอนีน 98.5%	0.34	0.33	0.32
โคลีนคลอไรด์ 75%	0.12	0.12	0.12
วิตามินและแร่ธาตุพรีมิกซ์*	0.18	0.18	0.18
รวม	100.00	100.00	100.00

หมายเหตุ: * วิตามินและแร่ธาตุพรีมิกซ์ 1 กิโลกรัม ประกอบด้วย วิตามินเอ 10,000 IU; วิตามิน ดี 3 1,500 IU; วิตามินอี 50 มิลลิกรัม; วิตามินเค 3 2 มิลลิกรัม; วิตามินบี 1 2 มิลลิกรัม; วิตามินบี 2 5 มิลลิกรัม; วิตามินบี 3 25 มิลลิกรัม; วิตามินบี 5 30 มิลลิกรัม; วิตามินบี 6 5 มิลลิกรัม; วิตามินบี 12 0.02 มิลลิกรัม; กรดโฟลิค 1.5 มิลลิกรัม; ไบโอติน 0.15 มิลลิกรัม; แมงกานีส 40 มิลลิกรัม; สังกะสี 125 มิลลิกรัม; เหล็ก 110 มิลลิกรัม; คอปเปอร์ 12 มิลลิกรัม; ไอโอดีน 0.25 มิลลิกรัม; ซีลีเนียม 0.25 มิลลิกรัม

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางโภชนะของอาหารทดลองที่ได้จากการคำนวณ

องค์ประกอบทางโภชนะ โดยการคำนวณ (%)	ระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)		
	3,150	3,250	3,350
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (kcal/kg)	3,156	3,254	3,352
โปรตีน	18.0	18.0	18.0
ไขมัน	6.81	6.71	6.88
เยื่อใย	3.45	3.21	3.00
เถ้า	7.31	5.34	5.23
แคลเซียม	0.85	0.85	0.85
ฟอสฟอรัสรวม	0.76	0.74	0.69
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้	0.45	0.45	0.45
เกลือ	0.80	0.80	0.79
ไลซีน	1.41	1.41	1.41
เมทไธโอนีน+ซีสทีน	0.84	0.84	0.84
เมทไธโอนีน	0.54	0.54	0.55
ทรีโอนีน	0.93	0.92	0.92
ทริปโตเฟน	0.25	0.25	0.25
โคลีน (mg/kg)	1,700	1,700	1,700

4. การบันทึกข้อมูล

ในระหว่างการศึกษาทดลองมีการบันทึกและเก็บข้อมูลของลักษณะต่างๆ ได้แก่ อายุสุกรเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักสุกรทุกตัวเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักสุกรและปริมาณอาหารที่กินเป็นรายวันทุกตัวตลอดระยะเวลาการทดลองด้วยเครื่องทดสอบประสิทธิภาพของสุกร (Pig Performance Testing) ความหนาไขมันสันหลัง (back fat thickness) และความลึกเนื้อสันที่ตำแหน่งซี่โครงคู่ที่ 10 โดยใช้เครื่องอัลตร้าซาวด์แบบรีลไทม์เมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง บันทึกการป่วย ลักษณะอาการ การรักษา และการเสียหายของสุกรตลอดระยะเวลาของการทดลอง บันทึกอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนทุกวันตลอดระยะเวลาของการทดลอง

5. การคำนวณลักษณะที่ทำการศึกษา

นำค่าที่บันทึกไว้มาคำนวณหาค่าต่างๆ ที่แสดงถึงประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้และไลซีนที่ได้รับต่อตัวต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหาร โดยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน) (average daily gain)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น}}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}}$$

$$\text{ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน (กรัม) (average daily feed intake)} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินตลอดช่วงการทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}}$$

ปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวัน = ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน (กรัม) × ระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร

ปริมาณไลซีนที่ได้รับต่อวัน = ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน (กรัม) × ระดับไลซีนในอาหาร

ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed conversion ratio) = $\frac{\text{น้ำหนักอาหารที่กินตลอดช่วงการทดลอง}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นตลอดช่วงการทดลอง}}$

ความหนาไขมันสันหลังที่เพิ่มขึ้น (Δfat depth) = ความหนาไขมันสันหลังเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – ความหนาไขมันสันหลังเมื่อเริ่มต้นการทดลอง

ความลึกเนื้อสันที่เพิ่มขึ้น (Δloin depth) = ความลึกเนื้อสันเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – ความลึกเนื้อสันเมื่อเริ่มต้นการทดลอง

6. การวิเคราะห์ทางเคมีของอาหารทดลอง

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารในระหว่างกระบวนการบรรจุกระสอบ โดยสุ่มจากทุกๆ 5 กระสอบ นำตัวอย่างที่ได้มาคลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วสุ่มโดยวิธีแบ่ง 4 จนกว่าจะได้ตัวอย่างประมาณ 500 กรัม บรรจุในถุงพลาสติกซิป เพื่อวิเคราะห์ปริมาณโภชนะ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้า โดยวิธี Proximate analysis ตามวิธีของ AOAC (1990) และวิเคราะห์พลังงานรวมโดยใช้ Bomb calorimeter ตามวิธีของอังคณา และ ดวงสมร (2532)

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดประกอบด้วย อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวัน ปริมาณไลซีนที่ได้รับต่อวัน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ความหนาไขมันสันหลัง (back fat thickness) และความลึกเนื้อสันที่ตำแหน่งซี่โครงคู่ที่ 10 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of covariance) โดยใช้ General Linear Model (GLM) มีน้ำหนักสุกรเริ่มต้นเป็นตัวแปรร่วมสำหรับอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวัน ปริมาณไลซีนที่ได้รับต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหาร ส่วนความหนาไขมันสันหลัง (back fat thickness) และความลึกเนื้อสันที่ตำแหน่งซี่โครงคู่ที่ 10 มีความลึกเนื้อสันเริ่มต้นเป็นตัวแปรร่วม โดยวิเคราะห์หาปฏิกิริยาร่วม (interaction) ระหว่างเพศและระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร ถ้าไม่พบปฏิกิริยาร่วมดังกล่าวจะนำข้อมูลทั้งหมดมาทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์แยกในแต่ละปัจจัย แต่หากพบปฏิกิริยาร่วมจะนำข้อมูลทั้งหมดมาทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ในรูปทรีตเมนต์คอมบิเนชั่น โดยวิธี Least Significant Difference (LSD) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยมีหุ่นสถิติดังต่อไปนี้

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + b_1 ST + \varepsilon_{ijk}$$

เมื่อ Y_{ijk} = ค่าสังเกตที่ได้จากปัจจัยที่ ij ซ้ำที่ k ที่มีการกระจายแบบปกติเป็นอิสระ มีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น σ^2

μ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมดในลักษณะที่ศึกษา

α_i = อิทธิพลเนื่องจากเพศสุกร มี 2 เพศ คือ เพศผู้ตอน และเพศเมีย

β_j = อิทธิพลเนื่องจากระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร มี 3 ระดับ คือ 3,150 3,250 และ

3,350 Kcal/Kg

$(\alpha\beta)_{ij}$ = ผลจากอิทธิพลร่วมระหว่างเพศและระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารที่ ij

b_1 = ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย ค่าประมาณการเปลี่ยนแปลงของ Y เมื่อ ST เพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 หน่วย

ST = คือน้ำหนักสุกรเริ่มต้นสำหรับค่าสังเกตประกอบด้วยอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวัน ปริมาณไลซีนที่ได้รับต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหาร

= คือความลึกเนื้อสันเริ่มต้น สำหรับค่าสังเกตที่ประกอบด้วยความหนาไขมันสันหลัง และความลึกเนื้อสันที่ตำแหน่งซี่โครงคู่ที่ 10

ε_{ijk} = ค่าความคลาดเคลื่อนของหน่วยทดลองที่ ij ซ้ำที่ k (ที่มีการกระจายแบบปกติเป็นอิสระมีอิสระมีค่าเฉลี่ยเป็น 0 และความแปรปรวนเป็น σ^2)

8. สถานที่ทำการทดลอง

ศึกษาประสิทธิภาพการผลิตและการสะสมไขมัน ณ ฟาร์มบริษัทเบทาโกร ไฮบริดอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด (ฟาร์ม 10) ตำบลศิลาทิพย์ อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี โรงเรือน 13

9. ระยะเวลาทำการวิจัย

เริ่มการทดลอง: เดือนกันยายน พ.ศ. 2560

สิ้นสุดการทดลอง: เดือนธันวาคม พ.ศ. 2560

ผลและวิจารณ์ผล

1. ผลการศึกษาองค์ประกอบทางโภชนะทางเคมีในอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาองค์ประกอบของโภชนะต่างๆ ในอาหารแต่ละกลุ่มทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าอาหารทดลองทุกสูตรมีองค์ประกอบทางโภชนะที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าใกล้เคียงกับระดับของโภชนะที่ได้จากการคำนวณ

ตารางที่ 3 ค่าวิเคราะห์ทางเคมีขององค์ประกอบของโภชนะต่างๆ ในอาหารทดลอง

Item	Metabolizable energy level (Kcal/Kg)		
	3,150	3,250	3,350
Moisture (%)	9.75	9.95	9.95
Protein (%)	17.91	17.70	17.85
Fat (%)	7.23	7.13	7.35
Fiber (%)	3.14	2.90	2.68
Ash (%)	7.02	5.17	4.97
Calcium (%)	0.77	0.76	0.75
Phosphorus (%)	0.78	0.72	0.69
Salt (%)	0.79	0.80	0.79
Gross Energy (kcal/kg)	4,334	4,390	4,285

2. ผลของระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้และเพศต่อประสิทธิภาพการผลิต

ผลของระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารที่ 3,150, 3,250 และ 3,350 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ต่อประสิทธิภาพการผลิตสุกรลูกผสมสองสายพันธุ์เพศผู้ตอนและเพศเมียระยะรุ่น (น้ำหนักระหว่าง 34.20 $\pm$ 3.64 ถึง 65.74 $\pm$ 5.82 กิโลกรัม) แสดงในตารางที่ 4 พบว่า การเพิ่มระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารสูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณการกินอาหารเฉลี่ยต่อวันลดลง (1,896, 1,686 และ 1,720 กรัม ตามลำดับ) โดยสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,150 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม มีปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,250 และ 3,350 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) สอดคล้องกับ Campbell and Taverner (1986), Henman (2002) และ Beaulieu **et al.** (2009) ที่รายงานว่าปริมาณอาหารที่กินของสุกรจะลดลงเมื่อระดับพลังงานในอาหารสูงขึ้น

ปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้รวมที่ได้รับต่อวัน คำนวณจากปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันและปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร พบว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้-ประโยชน์ได้ในอาหารที่ระดับ 3,150, 3,250 และ 3,350 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม มีปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้รวมที่ได้รับต่อวันเท่ากับ 5,973, 5,479 และ 5,763 กิโลแคลอรีต่อวัน ตามลำดับ โดยพบว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ระดับ 3,150 และ 3,350 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แม้ว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ระดับ 3,350 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม จะมีปริมาณการกินอาหารที่ต่ำกว่า ขณะที่สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,250 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม มีปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้รวมที่ได้รับต่อวันต่ำกว่ากลุ่มได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,150 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ซึ่งเป็นผลจากปริมาณการกินที่ลดลง

ปริมาณไลซีนที่ได้รับต่อตัวต่อวัน คำนวณจากปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันและปริมาณไลซีนในอาหาร โดยพบว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,150 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม มีปริมาณไลซีนที่ได้รับต่อตัวต่อวันสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,250 และ 3,350 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน เนื่องจากสูตรอาหารกำหนดให้มีปริมาณไลซีนเท่ากันในทุกกลุ่มทดลอง

ผลของเพศในการทดลองนี้พบว่า สุกรเพศผู้ตอนมีปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้รวมที่ได้รับต่อวัน และปริมาณไลซีนที่ได้รับต่อตัวต่อวัน สูงกว่าสุกรเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สอดคล้องกับรายงานของ Lange **et al.** (1994), Henman (2002) และ Beaulieu **et al.** (2009)

ผลต่อน้ำหนักสุกรเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหาร พบว่าเพศมีปฏิสัมพันธ์ (interaction) กับระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร โดยปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้สุทธิที่ได้รับต่อวันสูงขึ้นของสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,150 และ 3,350 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ส่งผลให้น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองและอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงขึ้นเฉพาะสุกรเพศผู้ตอนเท่านั้น แต่ไม่พบความแตกต่างนี้ในสุกรเพศเมีย ขณะที่ระดับพลังงานใช้ประโยช์ได้ในอาหารที่ 3,350 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้นในสุกรเพศผู้ตอน แต่ไม่พบความแตกต่างในสุกรเพศเมีย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสุกรเพศเมียมีความสามารถในการกินได้ต่ำกว่าสุกรเพศผู้ (Henman, 2002) Lange **et al.** (1994) พบว่า สุกรเพศผู้ตอนมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่าสุกรเพศเมีย 12 เปอร์เซ็นต์

3. ผลของระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารและเพศต่อการสะสมไขมันและความลึกเนื้อสัน

ผลของระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารที่ 3,150, 3,250 และ 3,350 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ต่อความหนาไขมันสันหลัง (back fat thickness) และความลึกเนื้อสันที่ตำแหน่งซี่โครงคู่ที่ 10 ของสุกรลูกผสมสองสายพันธุ์เพศผู้ตอนและเพศเมียระยะรุ่น (น้ำหนักระหว่าง 34.20 $\pm$ 3.64 ถึง 65.74 $\pm$ 5.82 กิโลกรัม) แสดงในตารางที่ 5 โดยพบว่าสุกรเพศผู้ตอน

มีความหนาไขมันสันหลังเมื่อสิ้นสุดงานทดลองและความหนาไขมันสันหลังที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าสุกรเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ขณะที่ความลึกเนื้อสันแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สุกรกลุ่มที่ได้รับปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้รวมต่อวันสูง (กลุ่มที่ได้รับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร 3,150 และ 3,350 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม) มีความหนาของไขมันสันหลังที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับพลังงานใช้ประโยชน์ได้รวมต่อวันต่ำ (กลุ่มที่ได้รับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร 3,250 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม) โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ขณะที่ความลึกเนื้อสันของทั้งสามกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แม้ว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร 3,150 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม จะมีปริมาณไลซีนที่ได้รับต่อวันสูงสุด

ตารางที่ 4 ผลของระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารและเพศต่อประสิทธิภาพการผลิตของสุกรรุ่น ลูกผสมสองสาย-พันธุ์ (ลาร์จไวท์ × แลนด์เรซ) น้ำหนัก 30-65 กิโลกรัม โดยค่าเฉลี่ยที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยที่ปรับ (Adjusted Means) ตามตัวแปรร่วม

Sex	ME (kcal/kg)	Starting weight (kg)	Final[1] weight (kg)	ADG[1] (g/day)	Daily[1] FI (g)	Daily[1] ME Intake (kcal/kg)	Daily[1] Lys Intake (g)	FCR[1]
Barrows	3,150	34.6	68.5^{x}	953^{x}	1,992	6,276	27.9	2.09^{x}
	3,250	34.0	64.6^{y}	844^{y}	1,693	5,501	23.7	2.02^{x}
	3,350	31.6	69.2^{x}	972^{x}	1,773	5,938	24.8	1.81^{y}
Females	3,150	33.7	65.1^{y}	859^{y}	1,800	5,671	25.2	2.10^{x}
	3,250	34.6	63.6^{y}	816^{y}	1,679	5,457	23.5	2.07^{x}
	3,350	36.8	63.8^{y}	822^{y}	1,667	5,589	23.3	2.05^{x}
SEM		3.4	5.7	103	215.0	699	3.0	0.18
Main effects								
Barrows		33.4	67.4^{a}	923^{a}	1,820^{a}	5,905^{a}	25.5^{a}	1.98^{a}
Females		35.0	64.1^{b}	832^{b}	1,716^{b}	5,573^{b}	24.0^{b}	2.08^{b}
3,150 kcal/kg		34.1	66.8^{a}	906^{a}	1,896^{a}	5,973^{a}	26.5^{a}	2.10^{a}
3,250 kcal/kg		34.3	64.1^{b}	830^{b}	1,686^{b}	5,479^{b}	23.6^{b}	2.05^{a}
3,350 kcal/kg		34.2	66.5^{a}	897^{a}	1,720^{b}	5,763^{ab}	24.1^{b}	1.93^{b}
Source of variation, **P**-value								
Sex		0.006	<0.001	<0.001	0.009	0.011	0.010	0.005
ME		0.944	0.002	0.002	<0.001	0.006	<0.001	<0.001
Sex × ME		<0.001	0.033	0.033	0.165	0.186	0.168	0.028

Note: [1]Data are the means. All data were analyzed with starting weight as a covariate. Average starting weight was 34.2 kg.

ADG = average dairy gain, FCR = feed conversion ratio, FI = feed intake, ME = Metabolizable energy, Lys = Lysine

[a,b]Within a column, means with a different superscript letter differ ($P < 0.01$).

[x,y]Within a column, means with a different superscript letter differ ($P < 0.05$).

ตารางที่ 5 ผลของระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารและเพศต่อความหนาไขมันสันหลังและความลึกเนื้อสันที่ตำแหน่งซี่โครงคู่ที่ 10 ของสุกรรุ่นลูกผสมสองสายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ × แลนด์เรซ) น้ำหนัก 30-65 กิโลกรัม โดยค่าเฉลี่ยที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยที่ปรับ (Adjusted Means) ตามตัวแปรร่วม

Sex	ME (kcal/kg)	Starting FD[1] (cm)	Final FD[1] (cm)	Δ FD[1] (cm)	Starting LD (cm)	Final LD[1] (cm)	Δ LD[1] (cm)
Barrows	3,150	0.59	0.92	0.33	2.95	4.13	1.25
	3,250	0.64	0.89	0.24	2.82	3.96	1.08
	3,350	0.67	1.08	0.42	2.59	4.05	1.17
Females	3,150	0.62	0.85	0.23	2.90	3.98	1.09
	3,250	0.63	0.82	0.19	3.05	4.10	1.22
	3,350	0.61	0.85	0.23	3.00	4.10	1.21
SEM		0.12	0.22	0.17	0.31	0.43	0.40
Main effects							
Barrows		0.63	0.96[a]	0.33[a]	2.79	4.05	1.17
Females		0.62	0.84[b]	0.22[b]	2.98	4.06	1.17
3,150 kcal/kg		0.61	0.88	0.28[xy]	2.92	4.05	1.17
3,250 kcal/kg		0.64	0.85	0.22[y]	2.93	4.03	1.15
3,350 kcal/kg		0.64	0.96	0.33[x]	2.80	4.07	1.19
Source of variation, **P**-value							
Sex		0.518	0.004	0.001	0.001	0.921	0.921
ME		0.360	0.076	0.028	0.094	0.888	0.888
Sex × ME		0.375	0.168	0.233	0.006	0.277	0.277

Note: [1]Data are the means. All data were analyzed with starting loin depth (Starting LD) as a covariate. Average starting loin depth (Starting LD) was 2.88 cm.

FD = fat depth, Δ FD = final fat depth - starting fat depth

LD = loin depth, Δ LD = final loin depth - starting loin depth

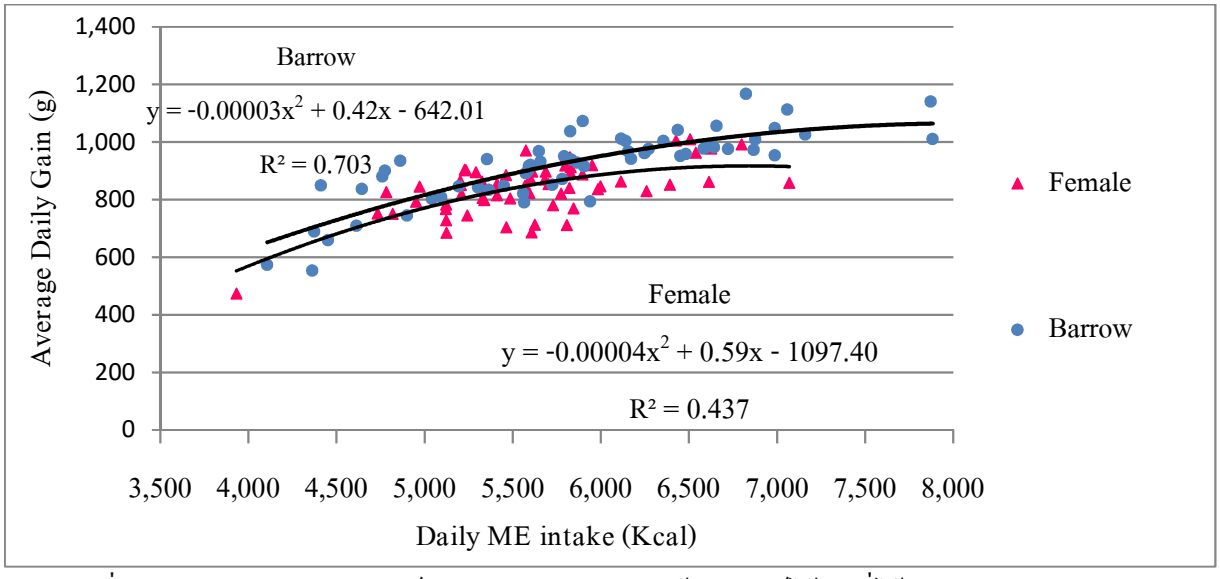
[a,b]Within a column, means with a different superscript letter differ ($P < 0.01$).

[x,y]Within a column, means with a different superscript letter differ ($P < 0.05$).

4. ผลของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้รวมที่ได้รับต่อวันกับอัตราการเจริญเติบโตในสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมีย

การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้สุทธิที่ได้รับต่อวันกับอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน แบ่งตามเพศ (เพศผู้ตอน เพศเมีย) ดังแสดงในภาพที่ 1

ปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้รวมที่ได้รับต่อวันกับอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกรเพศผู้ตอนมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง และมีค่า R-Squared เท่ากับ 0.703 ตัวแบบสมการเชิงเส้นของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้สุทธิที่ได้รับต่อวันสำหรับสุกรเพศผู้ตอน คือ $y = -0.00003x^2 + 0.42x - 642.01$ ส่วนในเพศเมียปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้รวมที่ได้รับต่อวันกับอัตราการเจริญเติบโตต่อวันมีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง และมีค่า R-Squared เท่ากับ 0.437 โดยตัวแบบสมการเชิงเส้นของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้รวมที่ได้รับต่อวันสำหรับสุกรเพศเมีย คือ $y = -0.00004x^2 + 0.59x - 1097.40$ เมื่อ y คือ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และ x คือ ปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้สุทธิที่ได้รับต่อวัน สอดคล้องกับรายงานของ Henman (2002) ซึ่งรายงานความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพลังงานย่อยได้รวมที่ได้รับต่อวันกับอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกรน้ำหนัก 65-100 กิโลกรัม โดยพบว่าสุกรทั้งเพศผู้และเพศเมียมีการตอบสนองในทิศทางเดียวกันคือ อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณพลังงานย่อยได้รวมที่ได้รับต่อวันเพิ่มขึ้น ขณะที่เพศผู้มีอัตราการเจริญเติบโตที่ตอบสนองต่อระดับพลังงานและมีค่า R-Squared สูงกว่าสุกรเพศเมีย Bikker **et al**. (1995) รายงานความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพลังงานย่อยได้รวมที่ได้รับต่อวันกับอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกรสาวทดแทนน้ำหนัก 20-45 และ 45-85 กิโลกรัม พบว่ามีการตอบสนองในทิศทางเดียวกันคืออัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณพลังงานย่อยได้รวมที่ได้รับต่อวันเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้รวมที่ได้รับต่อวันกับอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมีย

สรุปผลการวิจัย

1. การเพิ่มระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารสูงขึ้น 3,150, 3,250 และ 3,350 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ส่งผลให้ปริมาณการกินอาหารเฉลี่ยต่อวันลดลง (1,896, 1,686 และ 1,720 กรัม ตามลำดับ) โดยสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ระดับต่ำสุด (3,150 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม) มีปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันสูงสุด และสุกรเพศผู้ตอนมีปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันสูงกว่าสุกรเพศเมีย

2. ปริมาณอาหารที่กินต่อวันส่งผลต่อปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้รวมที่ได้รับต่อวันไม่แตกต่างกันในสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ระดับต่ำสุด (3,150 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม) และที่ระดับสูงสุด (3,350 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม) และปริมาณไลซีนที่ได้รับต่อวันของสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ระดับต่ำสุด (3,150 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม) มีปริมาณไลซีนที่ได้รับต่อวันสูงสุด สุกรเพศผู้ตอนมีปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้รวมที่ได้รับต่อวันและปริมาณไลซีนที่ได้รับต่อตัวต่อวัน สูงกว่าสุกรเพศเมีย

3. มีปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างเพศกับระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตต่อวันและประสิทธิภาพการใช้อาหาร โดยระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวันที่สูงขึ้นของสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,150 และ 3,350 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงขึ้นเฉพาะสุกรเพศผู้ตอนเท่านั้น แต่ไม่พบความแตกต่างในสุกรเพศเมีย ขณะที่ผลต่อประสิทธิภาพการใช้อาหาร พบว่าระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารที่ระดับสูงสุด (3,350 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม) ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้นในสุกรเพศผู้ตอน แต่ไม่พบความแตกต่างในสุกรเพศเมีย

4. สุกรเพศผู้ตอนมีความหนาไขมันสันหลังสูงกว่าสุกรเพศเมีย และเพิ่มขึ้นเมื่อระดับพลังงานที่ได้รับต่อวันเพิ่มขึ้น ขณะที่ความลึกเนื้อสันไม่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพลังงานที่ได้รับนั้นถูกนำไปใช้ในสัดส่วนการสะสมไขมันที่เพิ่มขึ้นมากกว่าการสะสมเนื้อแดง

5. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้รวมที่ได้รับต่อวันกับอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกรเพศผู้ตอนมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง ขณะที่สุกรเพศเมียอยู่ในระดับปานกลาง และสุกรเพศผู้ตอนมีอัตราการเจริญเติบโตที่ตอบสนองต่อระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้รวมที่ได้รับต่อวันสูงกว่าสุกรเพศเมีย อย่างไรก็ตามทั้งสุกรเพศผู้ตอนและเพศเมียมีการตอบสนองไปในทิศทางเดียวกันคืออัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้รวมที่ได้รับต่อวันเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณ ผศ. ดร.เสกสม อาตมางกูร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ผศ. ดร.ยุวเรศ เรืองพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาช่วยเหลือในการวางแผนงาน การให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนตรวจทานแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆให้งานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบพระคุณบริษัทเบทาโกร จำกัด (มหาชน) ที่ให้การสนับสนุนการศึกษา แหล่งเงินทุนวิจัย ตลอดจนสถานที่ทำการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณการช่วยเหลือและกำลังใจจากทุกท่านที่ได้มีส่วนร่วมในความสำเร็จของงานวิจัยมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

นาม ศิริเสถียร และ สุกัญญา จัตตุพรพงษ์. 2537. การผลิตสุกรเชิงอุตสาหกรรม เล่ม 1. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

สมชัย จันทร์สว่าง. 2532. ลักษณะไขมันในสุกร. สุกรสาส์น 15 (60): 45-58.

วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีร้อยเอ็ด. ม.ป.ป. เอกสารประกอบการสอนวิชาการผลิตสุกร (2501-2202) วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีร้อยเอ็ด. แหล่งที่มา: www.rcat.ac.th/2556/data/research_ 1360730591_เอกสารประกอบการสอน 154.pdf, 5 กรกฎาคม 2560.

อังคณา หาญบรรจง และ ดวงสมร สินเจิมศิริ. 2532. การวิเคราะห์และประเมินคุณภาพอาหารสัตว์. ภาควิชาสัตวบาลคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

A. O. A. C. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc.,Virginia.

Beaulieu, A. D., N. H. Williams and J. F. Patience. 2009. Response to dietary digestible energy concentration in growing pigs fed cereal grain-based diet. J. Anim. Sci. 87: 965-976.

Bikker, V. K., M. W. Verstegen and R. G. Campbell. 1995. Protein and lipid accretion in body components of growing gilts (20 to 45 kilograms) as affected by energy intake. J. Anim. Sci. 73 (8): 2355-2363.

Campbell, R. G. and M. R. Taverner. 1986. The effect of dietary source of fat and dietary energy content on the voluntary energy intake and performance of growing pigs. Anim. Prod. 42: 327.

Campbell, R. G. and M. R. Taverner. 1988. Genotype and sex effects on the relationship between energy intake and protein deposition in growing pigs. J. Anim. Sci. 66: 676–686.

Cole, D. J., A. W. Haresign and P. C. Garnsworthy. 1993. Recent Development in Pig Nutrition 2. No. 1. Nottingham University Press, Loughborough, Leicestershire.

Halas, V. 2011. Principles for Feed Evaluation. แหล่งที่มา: http://www.tankonyvtar.hu/hu/ tartalom/ tamop 425/0059_swine_nutrition/ch01s03.html, 6, July 2017.

Henman, D. J. 2002. Dietary Energy Density and the Performance Characteristics of Growing Pigs. M. S. Thesis, The University of Sydney.

Lange, C.F.M., B. Piwarski and D. Gillis. 1994. Phase and split-sex feeding of growing-finishing. Prairie Swine Centre Annual Research Report.

Quiniou, N., J. Y. Dourmad and J. Noblet. 1996. Effect of energy intake on the performance of different type of pig from 45 to 100 kg body weight. 1. Protein and lipid deposition. Anim. Sci. 63: 277-288.

Van, M. J. and J. Noblet. 2002. Partitioning of energy intake to heat protein and fat in growing pigs. J. Anim. Sci. 81(E. Suppl. 2): E86-E93.

ผลของระดับพลังงานในอาหารต่อประสิทธิภาพการผลิตและลักษณะซาก ของสุกรขุนลูกผสมสองสายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ × แลนด์เรซ) น้ำหนัก 80-105 กิโลกรัม

Effects of Dietary Energy Concentration on Growth Performance and Carcass Traits in Fattening Pigs (Large White × Landrace) between 80-105 kg Body Weight.

วิวัธน์ สงกรานต์[1*] ยุวเรศ เรืองพานิช[1] และ เสกสม อาตมางกูร[1]

Wiwat Songkran[1*] Yuwares Ruangpanit[1] and Seksom Attamangkune[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับพลังงานในอาหารต่อประสิทธิภาพการผลิตและลักษณะซากของสุกรขุนลูกผสม (ลาร์จไวท์× แลนด์เรซ) จำนวน 144 ตัว (เพศผู้ตอน 72 ตัวและเพศเมีย 72 ตัว) แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม ตามระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ (ME) ในอาหาร ที่3,000, 3,100, 3,200 และ 3,300 Kcal/kg แต่ละกลุ่มมี 3 ซ้ำ เลี้ยงคละเพศในคอกเดียวกัน ระยะเวลาทดลอง 35 วัน ผลการทดลองพบว่า ME ในอาหารมีผลต่อปริมาณการกินได้ต่อวัน ระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่สุกรได้รับต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกร โดยพบว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มี ME เท่ากับ3,200 และ 3,300 Kcal/kg จะมีปริมาณการกินได้ต่อวันต่ำกว่ากลุ่มที่มี ME 3,000 และ 3,100 Kcal/kg อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และยังพบว่าสุกรกลุ่ม ME เท่ากับ 3,300 Kcal/kg จะมีระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่สุกรได้รับต่อวันและมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่ากลุ่ม ME เท่ากับ 3,000, 3,100 และ 3,200 Kcal/kg อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า ระดับของ ME ยังส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) โดยกลุ่มที่มี ME เท่ากับ 3,000 Kcal/kg จะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำที่สุด ส่วนกลุ่ม ME เท่ากับ 3,200 และ 3,300 Kcal/kg มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีที่สุด นอกจากนี้ระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารที่แตกต่างกันยังส่งผลต่อคุณลักษณะซากสุกร กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มี ME ที่ 3,000 Kcal/kg มีความหนาไขมันสันหลังต่ำกว่าอีก 3 กลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มี ME ที่ระดับต่างๆนั้นไม่ส่งผลต่อความลึกเนื้อสัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

คำสำคัญ : พลังงานใช้ประโยชน์ได้, ประสิทธิภาพการผลิต, ลักษณะซาก, สุกรขุน

ABSTRACT

This study aimed to investigate the effects of feed energy level on production performance and carcass traits of new line cross bred pigs (Large weight × Landrace). A total of 144 pigs (72 males and 72 females) at the average initial weight of 82.6 ± 5.9 kg were randomly arranged to four dietary treatments. The treatments were the four levels of metabolizable energy (3,000, 3,100, 3,200 and 3,300 Kcal/kg).Each treatment consisted of 3 replications with 12 pigs each (6 males and 6 females). After the 35 days trial period, significant differences among treatments on daily feed intake, daily metabolizable energy intake, average daily gain, and feed conversion ratio were observed. Pigs fed 3,200 and 3,300 Kcal/ME diets had less ($p<0.05$) daily feed intake compared to those fed 3,000 and 3,100 Kcal/ME diets. The 3,300 Kcal/ME pigs were found to have higher ($p<0.05$ daily daily metabolizable energy intake and average daily gain than the 3,000, 3,100 and 3,200 Kcal/ME pigs. Feed conversion ratio was poorer ($p<0.05$) in pigs fed 3,000 Kcal/ME diet were as pigs received 3,200 and 3,300 Kcal/ME diets showed the best feed conversion ratio. For the carcass traits, 3,000 Kcal/ME diet pigs had less ($p<0.05$) back fat thickness compared to the other groups. No significant differences among treatments were found in loin depth.

Keywords : Metabolizable Energy, Growth Performance, Carcass Traits, Fattenings Pigs.

---

[1] สาขาโภชนะศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารสัตว์ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

[1] Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Sane, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Kamphaeng Saen, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom 73140, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : wiwatso@betagro.com

บทนำ

การผลิตสุกรมีการพัฒนาก้าวหน้าไปอย่างมาก จากสัตว์ที่มีแนวโน้มของการสะสมไขมันที่สูงมาเป็นสัตว์ที่มีการสะสมเนื้อแดงที่สูงและมีการสะสมไขมันในปริมาณที่ต่ำแทน ผู้เลี้ยงต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงทั้งในด้านการจัดการและทางด้านโภชนาการให้ก้าวทันกับพันธุกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปทั้งนี้สุกรต้องได้รับสารอาหารเพียงพอในปริมาณที่ร่างกายต้องการเพื่อการเจริญเติบโตให้ได้ตามเกณฑ์ที่พันธุกรรมของสัตว์ตัวนั้นๆได้กำหนดไว้

ในการผลิตสุกรพันธุ์เพื่อเป็นการค้านั้นสายพันธุ์ลาร์จไวท์และแลนด์เรซนิยมเลี้ยงเป็นสายแม่พันธุ์ โดยผสมข้ามพันธุ์เป็นลูกสุกรสองสายพันธุ์ สุกรสองสายเพันธุ์เพศเมียนำมาเลี้ยงเพื่อผลิตเป็นแม่พันธุ์ ส่วนสุกรสองสายพันธุ์เพศผู้จะทำการตอนเพื่อผลิตเป็นสุกรขุน สำหรับสุกรสองสายพันธุ์เพศเมียต้องการให้มีการเจริญเติบโตและสะสมไขมันในระดับปานกลางเพื่อการเป็นสัดที่ดีและไม่มีปัญหาเรื่องสุขภาพกีบและขา ตรงกันข้ามกับสุกรสองสายพันธุ์เพศผู้ตอนที่ต้องการให้มีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว มีการสะสมเนื้อแดงมากและการสะสมไขมันน้อยเพื่อให้เป็นไปตามความต้องการของตลาด

สุกรมีแนวโน้มที่จะกินอาหารเพื่อให้ได้รับพลังงานครบความต้องการของร่างกาย ดังนั้นปริมาณอาหารที่สุกรกินจะมีการปรับเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามความเข้มข้นของระดับพลังงานใน สุกรสามารถปรับปริมาณการกินอาหารต่อวันเมื่ออาหารมีระดับพลังงานที่แตกต่างกัน เพื่อที่จะรักษาปริมาณพลังงานที่ได้รับต่อวันให้เกือบคงที่ (Quiniou and Noblet, 2015) ปัจจัยที่เข้ามามีผลต่อปริมาณการกินอาหารต่อวันของสุกรมีหลายอย่าง เช่น ปัจจัยเกี่ยวกับตัวสัตว์ ได้แก่ น้ำหนักตัว เพศ สายพันธุ์ สุขภาพ ปัจจัยเกี่ยวกับอาหาร ได้แก่พลังงานในอาหาร ระดับของสารอาหาร ความน่ากินของอาหาร ชนิดวัตถุดิบที่ใช้ ลักษณะของอาหาร และสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ การขังรวมหรือคอกเดี่ยว ความหนาแน่น เป็นต้น (De Lange and Schreurs, 1995)

การเพิ่มระดับพลังงานในอาหารจะทำให้พลังงานที่สุกรได้รับต่อวันเพิ่มมากขึ้นและทำให้สุกรมีการเจริญเติบโตต่อวันสูงขึ้น (Quiniou **et al**., 1996) Apple **et al**. (2004) ทำการทดลองในสุกรขุนเพศผู้ตอนและเพศเมียที่น้ำหนัก 84.3 - 106.7กิโลกรัม พบว่าการเพิ่มระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารจาก 3,300 เป็น 3,480 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัมส่งผลทำให้ประสิทธภาพการเปลี่ยนอาหารดีขึ้น Apple **et al**. (2004) และ Chu **et al**. (2012) รายงานว่าการเพิ่มระดับพลังงานในอาหารสุกรระยะขุนจะมีผลทำให้ไขมันสันหลังหนาขึ้น แต่ไม่มีผลต่อพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน Beaulieu **et al**. (2009)

การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับระดับพลังงานในอาหารที่เหมาะสมในสุกรลูกผสมสองสายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ × แลนด์เรซ) ต่อประสิทธิภาพการผลิตและการสะสมไขมันยังมีอยู่น้อย จึงได้มีการวางแผนที่จะศึกษาหาระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารสุกรลูกผสมสองสายพันธุ์น้ำหนัก 80-105 กิโลกรัม เพื่อให้ทราบถึงระดับพลังงานที่เหมาะสมต่อประสิทธิภาพการผลิตตามศักยภาพทางสายพันธุ์และตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ในการผลิตทั้งสุกรเพศเมียที่จะถูกนำไปใช้เป็นสุกรแม่พันธุ์และสุกรเพศผู้ตอนที่จะนำไปขุนขาย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. โรงเรือนทดลอง

โรงเรือนที่ใช้ในการทดลองเป็นโรงเรือนระบบปิด มีการควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนด้วยระบบระเหยไอน้ำ (evaporative cooling system) พื้นคอกเป็นแสลตปูน มีอุปกรณ์ให้อาหารเรียกว่า เครื่องทดสอบประสิทธิภาพของสุกร (Pig Performance Testing System) จำนวน 1 เครื่องต่อคอก และที่ให้น้ำแบบหัวกัดจำนวน 2 หัวต่อคอก

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องทดสอบประสิทธิภาพการผลิตของสุกร (Pig Performance Testing System) โดยเครื่องจะทำการจำแนก (Identification) สุกรแต่ละตัวด้วยระบบอิเลคโทรนิค ทำการบันทึกปัจจัยสำคัญต่างๆ เกี่ยวกับสุกร โดยทำการชั่งน้ำหนักตัว

สุกรและบันทึกข้อมูลน้ำหนักตัวสุกรและทำการชั่งและบันทึกน้ำหนักอาหารที่สุกรแต่ละตัวกินทุกครั้งที่มีการเข้ากินอาหาร ซึ่งข้อมูลจะถูกบันทึกไว้ทุกครั้งที่สุกรเข้าไปในซองให้อาหาร

2.เครื่องรีลไทม์อัลตร้าซาวด์ (Real-time Ultrasound) ALOKA ECHO CAMERA Model SSD-500ทำงาน โดยหลักการสะท้อนของคลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasonic) โดยการนำ probe มาทาบลงบนหลังของสุกรบริเวณกระดูกซี่โครงซี่ที่ 10 จนถึงซี่โครงซี่สุดท้าย เมื่อภาพของชั้นไขมันและความลึกเนื้อสันปรากฏ ให้หยุดภาพให้นิ่ง เพื่อวัดความลึกไขมันสันหลัง (fat depth) และความลึกเนื้อสัน (meat depth) ทำการจดบันทึกข้อมูลความลึกไขมันสันหลัง (fat depth) และความลึกเนื้อสัน (meat depth)

3. สัตว์ทดลอง

ใช้สุกรลูกผสมสองสายพันธุ์ (ลาร์จไวท์ × แลนด์เรซ) น้ำหนักตัวเฉลี่ยเริ่มต้นประมาณ 80 กิโลกรัม ที่อายุประมาณ 18 สัปดาห์ จำนวน 144 ตัว วางแผนการทดลองแบบบล๊อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) โดยใช้ปัจจัยเนื่องจากเพศเป็นBlock จำนวน 4 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 12 ตัว และได้รับอาหารทดลองที่มีระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในระดับ 3,000, 3,100, 3,200 และ 3,300 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัมตามลำดับดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,000 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม

กลุ่มที่ 2 กลุ่มได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,100 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม

กลุ่มที่ 3 กลุ่มได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,200 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม

กลุ่มที่ 4 กลุ่มได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,300 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม

เลี้ยงสุกรในคอกขนาด 4.5 × 6 เมตร จำนวน 12 ตัวต่อคอก (เพศผู้ตอน 6 คอก และเพศเมีย 6 คอก) สุกรทุกตัวได้รับน้ำและอาหารแบบกินเต็มที่ (**ad libitum**) ตลอดเวลา สามารถเข้ากินอาหารอย่างอิสระครั้งละตัว จากเครื่อง Pig Performance Testing เหมือนกันทุกกลุ่ม ปริมาณกินอาหารและน้ำหนักตัวบันทึกข้อมูลปีนรายตัว สุกรทุกตัวได้รับอาหารพื้นฐานเป็นเวลา 1 สัปดาห์แล้วจึงให้อาหารทดลอง เป็นระยะเวลา 35 วัน

4. การบันทึกข้อมูล

ในระหว่างการศึกษาทดลองมีการบันทึกและเก็บข้อมูลของลักษณะต่างๆ ได้แก่ อายุสุกรเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักสุกรทุกตัวเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง และปริมาณอาหารที่กินเป็นรายวันทุกตัวตลอดระยะเวลาการทดลองด้วยเครื่องทดสอบประสิทธิภาพของสุกร ความหนาไขมันสันหลัง (back fat thickness) และความลึกเนื้อสันโดยใช้เครื่องอัลตร้าซาวด์แบบรีลไทม์เมื่อสิ้นสุดการทดลอง บันทึกการป่วย การรักษา และการเสียหายของสุกรตลอดระยะเวลาของการทดลอง บันทึกอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนทุกวันตลอดระยะเวลาของการทดลอง ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารทดลองทุกสูตรเพื่อนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางโภชนะต่างๆ

5. อาหารทดลอง

องค์ประกอบและปริมาณโภชนะของอาหารทดลองแสดงในตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ (กิโลกรัม)	สูตรอาหารทดลอง			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
ข้าวสาลี	43.34	40.91	33.69	31.58
ข้าวโพด	5.00	5.00	5.00	5.00
ปลายข้าว	-	5.00	10.00	12.00
กากมันสำปะหลัง	10.00	10.00	10.00	8.50

รำสกัดน้ำมัน	20.00	10.00	5.00	-
รำสด	-	5.00	10.00	15.00
DDGS	10.00	10.00	10.00	10.00
น้ำมันปาล์ม	0.67	1.25	2.42	3.50
กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน	5.42	7.17	8.17	8.67
เนื้อกระดูกไก่ป่น	3.00	3.00	3.00	3.00
เกลือ	0.50	0.50	0.50	0.50
โมโนแคลเซี่ยมฟอสเฟต	0.33	0.45	0.50	0.50
แคลเซี่ยมคาร์บอเนต	0.57	0.57	0.57	0.62
Alimet 88%	0.11	0.11	0.11	0.11
แอล-ไลซีน 98.5%	0.53	0.51	0.50	0.48
แอล-ทริปโตเฟน 98%	0.02	0.02	0.02	0.02
แอล-ทรีโอนีน 98.5%	0.14	0.14	0.14	0.14
โคลีน คลอไรด์ 75 %	0.13	0.13	0.13	0.13
พรีมิกซ์[1/]	0.25	0.25	0.25	0.25
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ (กิโลกรัม)	สูตรอาหารทดลอง			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตร ที่ 4
องค์ประกอบทางโภชนะโดยการคำนวณ (เปอร์เซ็นต์)				
พลังงานใช้ประโยชน์ได้ (กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม)	3,000	3,100	3,200	3,300
โปรตีน	15.50	15.49	15.51	15.49
ไขมัน	2.85	4.21	6.13	8.00
เยื่อใย	5.69	5.22	5.02	4.66
เถ้า	6.45	6.04	5.95	5.82
แคลเซี่ยม	0.85	0.85	0.85	0.85
ฟอสฟอรัสรวม	0.94	0.84	0.81	0.78
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้	0.38	0.38	0.38	0.38
เกลือ	0.79	0.79	0.79	0.79
ไลซีน	1.00	1.00	1.00	1.00
เมทไธโอนีน+ซีสทีน	0.60	0.60	0.60	0.60
เมทไธโอนีน	0.34	0.34	0.34	0.34
ทรีโอนีน	0.66	0.66	0.66	0.66
ทริปโตเฟน	0.18	0.18	0.18	0.18

โคลีน	0.15	0.15	0.15	0.15

6. การคำนวณลักษณะที่ทำการศึกษา

นำค่าที่บันทึกไว้มาคำนวณหาค่าต่างๆ ที่แสดงถึงประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของสุกร ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหาร โดยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน) (average daily gain, ADG)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น}}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}}$$

$$\text{ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน (กรัม) (average daily feed intake, ADFI)} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินตลอดช่วงการทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}}$$

$$\text{ปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวัน (ME intake)} = \text{ปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน (กรัม)} \times \text{ระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร}$$

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed conversion ratio, FCR)} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่กินตลอดช่วงการทดลอง}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นตลอดช่วงการทดลอง}}$$

7. การวิเคราะห์ทางเคมีของอาหารทดลอง

วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางโภชนะต่างๆ ในอาหารทดลองทุกสูตร คือ วัตถุแห้ง ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้า โดย proximate analysis ตามวิธีการของ A.O.A.C (1990) และวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส ตามวิธีของ A.O.A.C (1990) และวิเคราะห์หาค่าพลังงานรวมโดยใช้ bomb calorimeter (Parr 1260, Parr Instrument Company Moline, IL USA)

8. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบบล๊อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยมีหุ่นสถิติ
ดังต่อไปนี้

$$Y_{ij} = \mu + \rho_i + T_j + e_{ij}$$

เมื่อ Y_{ij} = ค่าสังเกตุที่ได้จากทรีทเมนต์ที่ i ซ้ำที่ j

μ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมดในการทดลอง

ρ_i = อิทธิพลเนื่องจากบล็อค (block) ที่ i เมื่อ i = 1,2

T_j = อิทธิพลเนื่องจากทรีทเมนต์ที่ j เมื่อ j = 1, 2, 3, 4

e_{ij} = ค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลอง 1 หน่วย

9. สถานที่ทำการทดลอง

ศึกษาประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพซาก ที่ฟาร์มบริษัท เบทาโกรเกษตรอุตสาหกรจำกัด (ฟาร์ม 10) ตำบล ศิลาทิพย์ อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี โรงเรือน 13 ผลิตอาหารทดลอง ณ โรงงานอาหารสัตว์ปากช่อง บริษัท เบทาโกร จำกัด (มหาชน) เลขที่ 196 หมู่ 4 ถนนธนรัชต์ ตำบลหนองน้ำแดง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

10. ระยะเวลาทำการวิจัย

เริ่มการทดลอง: เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559

สิ้นสุดการทดลอง: เดือนกันยายน พ.ศ. 2559

ผลและวิจารณ์ผล

1. ผลการศึกษาองค์ประกอบทางโภชนะทางเคมีในอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะต่างๆ ได้แก่ พลังงานรวม ความชื้น ไขมัน เถ้า โปรตีน ฟอสฟอรัส แคลเซี่ยม และเยื่อใย ของอาหารทดลองในรูปของอาหารอัดเม็ดที่มีระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน 4 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าอาหารทดลองมีองค์ประกอบทางโภชนะที่ได้จากการวิเคราะห์อาหารทุกสูตรมีค่าใกล้เคียงกับระดับของโภชนะที่ได้จากการคำนวณ

ตารางที่ 3 ค่าวิเคราะห์ทางเคมีขององค์ประกอบของโภชนะต่างๆ ในอาหารทดลอง

Item	Metabolizable energy level (Kcal/kg)			
	3,000	3,100	3,200	3,300
Gross Energy (Kcal/kg)	4,335	4,454	4,569	4,657
Moisture (%)	9.80	9.85	9.73	9.85
Fat (%)	3.13	4.22	6.12	7.75
Ash (%)	6.48	6.05	5.92	5.55
Protein (%)	15.77	16.09	16.04	16.17
Phosphorus (%)	1.00	0.91	0.86	0.84
Calcium (%)	0.93	0.86	0.86	0.92
Fiber (%)	6.18	5.42	5.12	4.39

2. ผลของระดับพลังงาน ใช้ประโยชน์ได้ในอาหารต่อประสิทธิภาพการผลิต

ผลการศึกษาประสิทธิภาพภาพการผลิตของสุกรลูกผสมสองสายพันธุ์เพศผู้ตอนและเพศเมียที่น้ำหนักระหว่าง 80-105 กิโลกรัม เมื่อได้รับอาหารที่มีระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ต่างกันที่ระดับ 3,000, 3,100, 3,200 และ 3,300 Kcal/kg แสดงในตารางที่ 4 โดยพบว่าน้ำหนักตัวเริ่มต้นของสุกรในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,200 Kcal/kg มีน้ำหนักตัวเริ่มต้นต่ำกว่ากลุ่มที่ได้ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ระดับ 3,000, 3,100 และ 3,300 Kcal/kg อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.001$) น้ำหนักตัวสิ้นสุดการทดลองของสุกรในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,000 Kcal/ kg ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ ระดับ 3,100, 3,200 และ 3,300 Kcal/kg อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ผลของระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารที่ระดับ 3,000, 3,100, 3,200 และ 3,300 Kcal/kg ส่งผลต่อปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวัน ระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้

อาหารของสุกร โดยพบว่าสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,200 และ 3,300 Kcal/kg มีปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,000 และ 3,100 Kcal/kg อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวันและอัตราการเจริญเติบโตต่อวันในกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,300 Kcal/kg สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,000, 3,100 และ 3,200 Kcal/kg อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนผลของระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารต่อประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรพบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$) ในกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,000 Kcal/kg มีประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำที่สุดแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,100, 3,200 และ 3,300 Kcal/kg กลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,200 และ 3,300 Kcal/kg มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีที่สุดแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,000 และ 3,100 Kcal/kg อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4 ผลของระดับพลังงานในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของสุกรลูกผสมสองสายพันธุ์ที่น้ำหนักระหว่าง 80-105 กิโลกรัม

Item	Dietary ME concentration (Kcal/kg)				SE	P-value
	3,000	3,100	3,200	3,300		
No	35	36	36	35	-	-
Initial BW (kg)	85.2[a]	83.1[a]	79.2[b]	83.1[a]	0.47	<.0001
Final[1] BW (kg)	115.8[a]	117.2[b]	117.4[b]	117.4[b]	0.56	0.0379
ADFI[1] (g/day)	3,120[a]	3,108[a]	3,021[b]	2,962[b]	20.27	0.0003
ME Intake[1] (Kcal/day)	9,360[b]	9,640[a]	9,660[a]	9,780[a]	60.0	0.0128
Daily Lys intake[1] (g/day)	31.20[a]	31.08[a]	30.21[b]	29.62[b]	0.20	0.0003
ADG[1] (g/day)	960[b]	988[a]	979[a]	997[a]	5.90	0.0234
FCR[1]	3.31[a]	3.15[b]	3.02[c]	2.99[c]	0.02	<.0001
% Mortality	2.27	0	0	2.27	-	-

[a, b,c] Means within the same row with no common superscripts differ significantly ($P<0.05$)

[1]Data are least square mean. All data were analyzed with start weight as a covariate.

จากงานทดลองพบว่าปริมาณการกินอาหารต่อวันจะลดลงเมื่อระดับพลังงานในอาหารสูงขึ้น สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,200 และ 3,300 Kcal/kg มีปริมาณอาหารที่กินต่อตัวต่อวันต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,000 และ 3,100 Kcal/kg อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) สอดคล้องกับงานทดลองที่ผ่านมาของ De La Llata et al. (2001); Beaulieu et al. (2009); Quiniou and Noblet (2015) รายงานว่าปริมาณการกินอาหารเฉลี่ยต่อวันของสุกรลดลงเมื่ออาหารมีความเข้มข้นของพลังงานสูงขึ้นสุกรมีแนวโน้มที่จะกินอาหารเพื่อให้ได้รับพลังงานครบตามความต้องการของร่างกายดังนั้นปริมาณอาหารที่สุกรกินจะมีการปรับเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามความเข้มข้นของระดับพลังงานในอาหาร สุกรจะกินอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการของสารอาหารโดยเฉพาะพลังงาน แต่มีปัจจัยเรื่องตัวสัตว์ สิ่งแวดล้อม และปัจจัยด้านอาหาร เข้ามากระทบทำให้กินอาหารมากขึ้นหรือลดลง De Lange and Schreurs (1995) กล่าวถึงปัจจัยเกี่ยวกับอาหารที่มีผลต่อปริมาณการกินอาหารต่อวันของสุกรหลายอย่าง ได้แก่พลังงานในอาหาร ระดับของสารอาหาร ความน่ากินของอาหาร ชนิดวัตถุดิบที่ใช้ และลักษณะของอาหาร เป็นต้น

ระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวันในกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,300 Kcal/kgสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,000, 3,100 และ 3,200 Kcal/kg อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) สุกรสามารถปรับปริมาณการกินอาหารต่อวันเมื่ออาหารมีระดับพลังงานที่แตกต่างกัน เพื่อที่จะรักษาปริมาณพลังงานที่ได้รับต่อวันให้เกือบคงที่ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อระดับพลังงานลดต่ำลงกว่าความสามารถของสุกรที่จะกินชดเชยได้ ปริมาณพลังงานที่ได้รับต่อวันจะลดลง (Quiniou and Noblet, 2015) รายงานว่าเมื่อระดับพลังงานในอาหารลดต่ำลง สุกรพยายามจะกินอาหารเพิ่มมากขึ้นเพื่อรักษาระดับพลังงานที่ได้รับต่อวันให้คงที่ จนกระทั่งปริมาณการกินถูกจำกัดด้วยข้อจำกัดของความจุกระเพาะหรือมีปัจจัยอื่นด้านสิ่งแวดล้อมเข้ามากระทบ Beaulieu et al. (2009) พบว่าสุกรไม่สามารถกินอาหารให้มากขึ้นเพื่อชดเชยระดับพลังงานในอาหารที่ลดลงได้จนถึงระดับต่ำกว่าที่ควรจะเป็น

จากงานทดลองครั้งนี้พบว่าเมื่อระดับพลังงานในอาหารต่ำ(3,000 Kcal/kg)สุกรพยายามกินอาหารเพิ่มมากขึ้นเพื่อพยายามรักษาระดับพลังงานที่ได้รับต่อวัน (daily energy intake) ให้คงที่ จนกระทั่งปริมาณการกินถูกจำกัดด้วยข้อจำกัดของความจุกระเพาะ(physical feed intake capacity) หรือมีปัจจัยอื่นๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้อง จากการทดลองพบว่าสุกรไม่สามารถกินชดเชยได้เพียงพอเมื่ออาหารมีเข้มข้นของพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,000 Kcal/kg ทำให้ปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวันลดลง

อัตราการเจริญเติบโตต่อวันในกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,300 Kcal/kg สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,000, 3,100 และ 3,200 Kcal/kg อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) การเพิ่มระดับพลังงานในอาหารจะทำให้พลังงานที่สุกรได้รับต่อวันเพิ่มมากขึ้นและทำให้สุกรมีการเจริญเติบโตต่อวันสูงขึ้น โดยสุกรสายพันธุ์ที่มีการพัฒนาให้มีการสร้างเนื้อแดงที่สูงจะมีการเติบโตที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับสายพันธุ์ดั้งเดิม (Quiniou et al., 1996) การได้รับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ต่อวันมากขึ้นจะทำให้สุกรมีอัตราการเจริญเติบโตเร็วขึ้น เนื่องจากพลังงานที่ใช้ในการดำรงชีพคงที่ขึ้นกับน้ำหนักตัวสัตว์ พลังงานที่สุกรได้รับส่วนที่เกินกว่าระดับเพื่อการดำรงชีพจะถูกนำมาใช้ในการเจริญเติบโต (Euken, 2012) ผลของระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้อาหารของสุกรอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.001$) ในกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,000 Kcal/kg มีประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำที่สุด แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,100, 3,200 และ 3,300 Kcal/kg กลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,200และ 3,300 Kcal/kg มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีที่สุด แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,000และ 3,100 Kcal/kg อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) สอดคล้องกับการทดลองของ Smith et al. (1999); De la Llata et al. (2001); Hinson et al. (2011); Kil et al. (2011) และ Quiniu and Noblet (2015) ซึ่งให้ผลการทดลองในทิศทางเดียวกัน คือการเพิ่มระดับพลังงานในอาหารสุกรจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีขึ้น

3.ผลของระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารต่อความหนาไขมันสันหลังและความลึกเนื้อสัน

ผลการศึกษาประสิทธิภาพภาพการผลิตของสุกรลูกผสมสองสายพันธุ์เพศผู้ตอนและเพศเมียที่น้ำหนักระหว่าง 80-105 กิโลกรัม เมื่อได้รับอาหารที่มีระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ต่างกันที่ระดับ 3,000, 3,100, 3,200 และ 3,300 Kcal/kg แสดงในตารางที่ 5 พบว่าระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร ส่งผลต่อความหนาไขมันสันหลังโดยสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,000 Kcal/kg มีความหนาไขมันสันหลังต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,100, 3,200, และ 3,300 Kcal/kg อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนความลึกเนื้อสันแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อได้รับอาหารที่มีระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ต่างกันที่ระดับ 3,000, 3,100, 3,200 และ 3,300 Kcal/kg

ตารางที่ 5 ผลของระดับพลังงานในอาหารต่อความหนาไขมันสันหลังและความลึกเนื้อสันของสุกรลูกผสมสองสายพันธุ์ที่น้ำหนักระหว่าง 80-105 กิโลกรัม

Item	Dietary ME concentration (Kcal/Kg)				SE	P-value
	3,000	3,100	3,200	3,300		
No	35	36	36	35	-	-
Initial weight (kg)	85.2[a]	83.1[a]	79.2[b]	83.1[a]	0.47	<.0001
Final weight[1] (kg)	114.8[a]	117.2[b]	117.4[b]	117.4[b]	0.56	0.0379
Backfat depth[1] (mm)	16.44[b]	19.59[a]	19.33[a]	20.23[a]	0.41	0.0041
Loin depth[1] (mm)	54.46	55.34	56.30	55.27	0.51	0.7087

[a, b,c] Means within the same row with no common superscripts differ significantly (P<0.05)

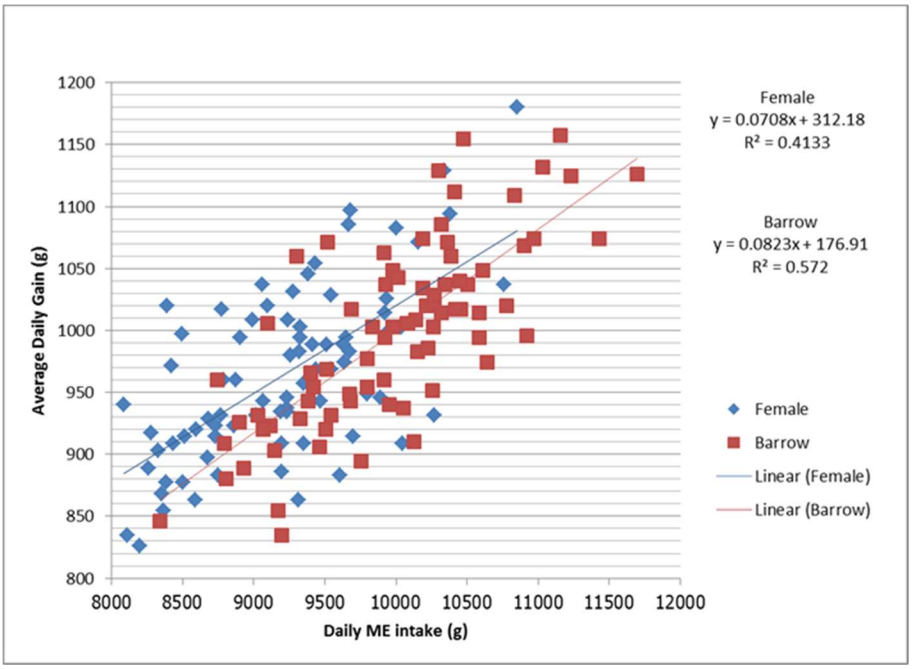
[1]Data are least square mean. All data were analyzed with start weight as a covariate.

ระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารส่งผลต่อความหนาไขมันสันหลัง โดยสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,000 Kcal/kg มีความหนาไขมันสันหลังต่ำกว่ากลุ่มที่ได้ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,100, 3,200, และ 3,300 Kcal/kg อย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) Apple **et al**. (2004) และ Chu **et al**. (2012) พบว่าการเพิ่มระดับพลังงานในอาหารสุกรระยะขุนจะมีผลทำให้ไขมันสันหลังหนาขึ้น พลังงานที่สุกรได้รับต่อวันส่วนเกินถูกนำไปสร้างไขมันเพิ่มขึ้นมีผลทำให้สุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,100, 3,200, และ 3,300 Kcal/kg มีความหนาไขมันสันหลังสูงกว่ากลุ่มที่ได้ได้รับอาหารพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,000 Kcal/kg

ระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ต่างกันที่ระดับ 3,000, 3,100, 3,200 และ 3,300 Kcal/kg มีผลต่อความลึกเนื้อสันอย่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) สอดคล้องกับ Apple **et. al** (2004) และ Chu **et al**. (2012) ที่รายงานว่าการเพิ่มระดับพลังงานในอาหารสุกรระยะขุนไม่มีผลต่อพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน Beaulieu **et al**. (2009) ทำการทดลองเพิ่มระดับพลังงานย่อยได้ในอาหาร 5 ระดับ ตั้งแต่ 3.09 ถึง 3.57 เมกะแคลอรี่ต่อกิโลกรัมอาหารโดยการทดลองในฟาร์มทดลอง พบว่าการเพิ่มระดับพลังงานในอาหารไม่ส่งผลต่อพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเช่นเดียวกัน

4.ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวันกับอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกรระยะ 80-105 กิโลกรัม

เนื่องจากในลักษณะต่างๆที่ศึกษามีปัจจัยทางเพศเข้ามาเป็น Confounding effect จึงใช้ความสัมพันธ์เชิงเส้นเหล่านี้มาใช้เป็นข้อมูลเพื่อตอบโจทย์วิจัย โดยมีการนำข้อมูลมาวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear regression analysis) เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้สุทธิที่ได้รับต่อวันกับอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน แบ่งตามเพศ ได้แก่ เพศผู้ตอนและเพศเมียดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวันกับอัตราการเจริญเติบโตของสุกรเพศผู้ตอนและสุกรเพศเมีย

ทั้งนี้พบว่าปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวันมีความสัมพันธ์กับอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกรเพศผู้ตอน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.756 และสามารถพยากรณ์อัตราการเจริญเติบโตได้ร้อยละ 57.2 และสมการพยากรณ์อัตราการเจริญเติบโตต่อวันเมื่อทราบปริมาณพลังงานที่สุกรเพศผู้ตอนได้รับต่อวันเป็น $y = 176.91 + 0.0823x$ ในส่วนของสุกรเพศเมียมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.643 และสามารถพยากรณ์อัตราการเจริญเติบโตได้ร้อยละ 41.3 และสมการพยากรณ์อัตราการเจริญเติบโตต่อวันเมื่อทราบปริมาณพลังงานที่สุกรเพศเมียได้รับต่อวันเป็น $y = 312.18 + 0.0708x$ สุกรทั้งเพศผู้ตอนและเพศเมียมีการตอบสนองในทิศทางเดียวกันคือ อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นเมื่อพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวันเพิ่มขึ้น ขณะที่สุกรเพศเมียมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่าสุกรเพศผู้ตอนเมื่อได้รับระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวันที่เท่ากัน เป็นผลเนื่องมาจากสุกรเพศผู้ตอนมีการสะสมเนื้อแดงในแต่ละวันน้อยกว่าสุกรเพศเมีย สุกรที่มีการสะสมเนื้อแดงที่สูงจะมีอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่าสุกรที่มีการสะสมเนื้อแดงที่ต่ำ ทั้งนี้เพราะการสะสมเนื้อแดงซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเจริญเติบโตของร่างการเป็นการสะสมน้ำในร่างกายโดยเนื้อแดงมีน้ำเป็นองค์ประกอบ 75-80 เปอร์เซ็นต์

สรุปผลการวิจัย

1. การเพิ่มระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารให้สูงขึ้น 3,000, 3,100, 3,200 และ 3,300 Kcal/kg ส่งผลให้ปริมาณการกินอาหารเฉลี่ยต่อวันของสุกรลดลง พลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่สุกรได้รับต่อวันเพิ่มมากขึ้นทำให้สุกรมีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้นและประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีขึ้น

2. ปริมาณพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวันมีความสัมพันธ์กับอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกร โดยสุกรทั้งเพศผู้ตอนและเพศเมียมีการตอบสนองในทิศทางเดียวกันคืออัตราการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นเมื่อพลังงานใช้ประโยชน์ได้ที่ได้รับต่อวันเพิ่มขึ้น

3. การเพิ่มระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารให้สูงขึ้น 3,000, 3,100, 3,200 และ 3,300 Kcal/kg จะมีผลทำให้สุกรมีไขมันสันหลังหนาขึ้นแต่ไม่มีผลต่อความลึกเนื้อสัน

4. ระดับพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารที่เหมาะสมสำหรับสุกรขุนลูกผสมสองสายพันธุ์ (ลาร์จไวท์×แลนด์เรซ) น้ำหนัก 80-105 กิโลกรัม คืออาหารที่มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3,100 Kcal/kg ซึ่งจะทำให้สุกรมีอัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารได้ดีและมีการสะสมไขมันในระดับที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้เป็นสุกรแม่พันธุ์ สำหรับสุกรเพศผู้ตอนควรมีการจำกัดอาหารเพื่อให้มีความหนาไขมันสันหลังเป็นไปตามความต้องการของตลาด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสกสม อาตมางกูร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุวเรศ เรืองพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำในการวางแผนงานวิจัยวิทยานิพนธ์ สนับสนุนตรวจทานแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณอาจารย์ในภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ทางวิชาการที่เป็นประโยชน์ และขอขอบพระคุณ บริษัท เบทาโกร จำกัด (มหาชน) ที่ให้การสนับสนุนการศึกษา แหล่งเงินทุนวิจัย ตลอดจนสถานที่ทำการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณการช่วยเหลือและกำลังใจจากทุกท่านที่ได้มีส่วนร่วมในความสำเร็จของงานวิจัยมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

A. O. A. C. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc.,Virginia.

Apple, J. K., C. V. Maxwell, D. C. Brown, K. G. Friesen, R. E. Musser, Z. B. Johnson and T. A. Armstrong. 2004. Effect of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine. J. Anim. Sci. 82: 3277-3287.

Beaulieu, A. D., N. H. Williams and J. F. Patience. 2009. Response to dietary digestible energy concentration in growing pigs fed cereal grain-based diet. J. Anim. Sci. 87: 965-976.

Chu, L. C., G. J. Zhang, C. J. Cai, X. B. Mao and S. Y. Qiao. 2012. Effect of dietary density on performance and lean deposition of growing-finishing pigs. J. Anim. Vet. Adv. 11 (5): 665-675.

De Lange, C. F. M. and H. W. E. Schreurs. 1995. Principles of model application, p 187-208. In P. J. Moughan, M. W. A. Verstegen and M. I. Visser-Reyneveld, eds. Modelling Growth in the Pig. Wageningen Press, Wageningen, Netherland.

De la Llata, M., S.S. Dritz, M.D. Tokach, R.D. Goodband, J.L. Nelssen and T.M. Loughin. 2001. Effects of dietary fat on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs reared in a commercial environment. J. Anim. Sci. 79: 2643-2650.

Euken R. M., 2012. Swine Feed Efficiency: Effect of Dietary Energy on Feed Efficiency. Iowa Pork Industry Center Fact Sheet.

Hinson, R. B., B. R. Wiegand, M. J. Ritter, G. L. Allee and S. N. Carr. 2011. Impact of dietary energy level and rectopamine on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. J. Anim. Sci. 89: 3572-3579.

Kil, D. Y., F. Ji, L. L Stewart, R. B. Hinson, A. D. Beaulieu, G. L. Allee, J. F Patience, J. E. Pettigrew and H. H Stein. 2011. Net energy of soybean oil and choice grease in diets fed to growing and finishing pigs. J. Anim. Sci. 89: 448-459.

Quiniou, N., J. Y. Dourmad and J. Noblet. 1996. Effect of energy intake on the performance of different type of pig from 45 to 100 kg body weight. 1. Protein and lipid deposition. J. Anim. Sci. 63: 277-288

Quiniou, N and J. Noblet. 2015. Effect of the dietary net energy concentration on feed intake and performance of growing-finishing pigs housed individually. J. Anim. Sci. 90: 4362-4372.

Smith, J. W., M. D. Tokach, P. R. O'Quinn, J. L. Nelssen and R. D. Goodband. 1999. Effects of dietary energy desity and lysine:calorie ratio on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. J. Anim. Sci. 77: 3007-3015.

การสำรวจพรรณปลาในอ่างเก็บน้ำห้วยขอนแก่น 2 จังหวัดน่าน

Exploration of Fish Fauna in the Huy Khon Kaen 2 Reservoir, Nan Province, Northern Thailand

อมรชัย ล้อทองคำ[1*] จุลทรรศน์ คีรีแลง[1] เชาวลีย์ ใจสุข[1] และ เจนจิรา ลานแก้ว[2]

Amornchai Lothongkham[1*], Jullatat Keereelang[1], Chaowalee Jaisuk[1] and Janejira Lankaew[2]

บทคัดย่อ

การสำรวจพรรณปลาในอ่างเก็บน้ำห้วยขอนแก่น 2 จังหวัดน่าน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดปลาที่มีการกระจายพันธุ์ในอ่างเก็บน้ำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลให้ชุมชนใช้ในการบริหารอ่างเก็บน้ำ โดยทำการสำรวจในเดือนพฤศจิกายน 2559 และ เดือนเมษายน 2560 จากจุดสำรวจ 3 สถานีๆ ละ 2 ครั้ง ซึ่งจากการสำรวจพบว่ามีปลาไม่น้อยกว่า 7 อันดับ 1 ซีรีส์ย่อย 10 วงศ์ 19 สกุล 19 ชนิด โดยปลาในอันดับ Cypriniformes มีจำนวนชนิดมากที่สุด คือ 8 ชนิด รองลงมา ได้แก่ อันดับ Anabantiformes จำนวน 4 ชนิด และ อันดับ Siluriformes จำนวน 2 ชนิด คิดเป็น 42, 21 และ 11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับวงศ์ที่มีชนิดมากที่สุด คือ วงศ์ Cyprinidae มีจำนวน 8 ชนิด รองลงมา คือ วงศ์ Osphronemidae จำนวน 3 ชนิด คิดเป็น 42 และ 16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งปลาบางชนิดเป็นปลาที่นำมาปล่อย ได้แก่ ปลากราย ปลาตะเพียนขาว ปลาดุกเทศ ปลานิล ปลากินยุง และ ปลาแรด ส่วนปลาที่เหลือทั้งหมดเป็นปลาที่มีอยู่ดั้งเดิมที่มีการกระจายพันธุ์อยู่ในห้วยขอนแก่นอยู่แล้ว สำหรับปลาต่างถิ่นที่นำเข้ามาจากต่างประเทศพบว่ามีการกระจายพันธุ์ในอ่างเก็บน้ำห้วยขอนแก่น 2 จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ปลาดุกเทศ ปลานิล และ ปลากินยุง

คำสำคัญ : ความหลากหลาย, ปลา, ลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน, จังหวัดน่าน

ABSTRACT

Exploration of fish fauna in the Huy Khon Kaen 2 Reservoir, Nan Province, Northern Thailand was aimed to studying distribution of fishes in Reservoir to use the information provided to the community to manage the reservoir. This exploration was conducted in November 2016 and April 2017 in 3 sampling stations by collected 2 times. There were no less than seven orders, 1 subseries, 10 families, 19 genera and 19 species identified. The dominant orders were 8 species of Cypriniformes (42%), and 4 species of Anabantiformes (21%) and 2 Species of Siluriformes (11%) respectively. The dominant families were 8 species of Cyprinidae (42%) and 3 species of Osphronemidae (16%) respectively. Some fish were released, **Chitala ornata**, **Barbonymus gonionotus**, **Clarias gariepinus**, **Oreochromis niloticus**, **Poecilia reticulata** and **Osphronemus goramy**. Three alien species, **Clarias gariepinus**, **Oreochromis niloticus** and **Gambusia affinis** were found.

Keywords : diversity, fish, the Upper Nan River Basin, Nan Province.

---

[1] สาขาสัตวศาสตร์และประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน ตำบลฝายแก้ว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน 55000

[1] Department of Animal Science and Fisheries, Faculty of Science and Agricultural Technology , Rajamangala University of Technology Lanna Nan, Phu Phiang District, Nan Province 55000, Thailand

[2] สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน ตำบลฝายแก้ว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน 55000

[2] Department of Science, Faculty of Science and Agricultural Technology , Rajamangala University of Technology Lanna Nan, Phu Phiang District, Nan Province 55000, Thailand

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : amornchai@rmutl.ac.th

บทนำ

อ่างเก็บน้ำห้วยขอนแก่น 2 เป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่เป็นอันดับสองของอำเภอสันติสุข จังหวัดน่าน ซึ่งอ่างเก็บน้ำนี้รองรับน้ำจากห้วยขอนแก่นที่ไหลมาจากเทือกเขาทางตอนเหนือของอำเภอสันติสุข อ่างเก็บน้ำห้วยขอนแก่น 2 เป็นอ่างเก็บน้ำที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อคนในชุมชนตำบลป่าแลวหลวง ทั้งทางด้านการเกษตร แหล่งน้ำเพื่อการอุปโภค แหล่งท่องเที่ยว แหล่งหาอาหารและแหล่งหารายได้ โดยเฉพาะปลาที่อาศัยอยู่ในพื้นที่อ่างเก็บน้ำแห่งนี้ถือว่าเป็นแหล่งอาหารและรายได้ที่สำคัญของชุมชน จึงมีการทำการประมงในหลายรูปแบบมาเป็นระยะเวลานาน ทำให้ส่งผลกระทบต่อชนิดและจำนวนปลาลดลง ซึ่งชุมชนไม่ได้มีแผนการในการฟื้นฟูและเพิ่มจำนวนปลาในอ่างน้ำแต่อย่างใด ประกอบกับชุมชนเองยังไม่มีข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับชนิดปลาในอ่างเก็บน้ำเลย ทำให้ชุมชนขาดข้อมูลที่จำเป็นในการวางแผนจัดการทรัพยากรปลาในอ่างเก็บน้ำได้ ดังนั้นการสำรวจพรรณปลาในอ่างเก็บน้ำห้วยขอนแก่น 2 นี้ จึงเป็นการสร้างฐานข้อมูลด้านการกระจายพันธุ์ของปลา และข้อมูลที่จำเป็นให้กับชุมชน โดยชุมชนสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้วางแผนจัดการและทรัพยากรปลาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรปลาในอ่างเก็บน้ำได้อย่างยั่งยืน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ทำการศึกษาบริบทของอ่างเก็บน้ำ และศึกษาพฤติกรรมต่างๆ ของคนในชุมชนที่ตั้งถิ่นอาศัยรอบอ่างเก็บน้ำที่มีผลต่อปลาด้วยวิธีสอบถาม เพื่อนำไปสู่การกำหนดสถานีสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างปลา จากข้อมูลที่ได้สามารถนำมากำหนดสถานีเพื่อทำการสำรวจได้ทั้งหมด 3 สถานี (ภาพที่ 1)

2. ทำการสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างปลาสถานีละ 2 ครั้ง หลังฤดูน้ำหลาก ซึ่งการรวบรวมตัวอย่างปลาใช้แห ขนาดตา 1 เซนติเมตร สวิง ขนาดตา 0.5 เซนติเมตร ยอ ขนาดตา 0.7 เซนติเมตร และตาข่ายดักปลา ขนาดตา 2 เซนติเมตร โดยทำการสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างปลาเดือนละ 1 ครั้ง ในเดือนพฤศจิกายน 2559 และ เดือนเมษายน 2560 โดยชนิดปลาที่รวบรวมได้ในแต่ละสถานีจะนำมาสลบด้วยน้ำแข็ง แล้วทำการเลือกตัวแทนปลาที่มีลักษณะแตกต่างกันและภายนอกมีความสมบูรณ์มาชนิดละ 1 ตัวอย่าง เพื่อนำมาถ่ายภาพ แล้วนำตัวอย่างปลาทั้งหมดที่ได้ในแต่ละสถานีมาตรึงสภาพด้วยการแช่ในน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ พร้อมเขียนป้ายกำกับตัวอย่างปลาในแต่ละสถานีไว้ เมื่อทำการตรึงสภาพตัวอย่างปลาครบ 14 วัน จึงทำการล้างและแช่ตัวอย่างปลาด้วยน้ำจืดนาน 2 วัน จากนั้นนำตัวอย่างปลาในแต่ละสถานีมาเก็บรักษาสภาพด้วยการแช่ในแอลกอฮอล์เข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์ แล้วทำการแยกชนิดปลาโดยใช้เอกสารวิชาการต่างๆ ทางด้านอนุกรมวิธานของปลาน้ำจืดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จากนั้นจึงจัดทำเป็นบัญชีรายชื่อชนิดปลาที่สำรวจพบทั้งหมดโดยเรียงลำดับทางอนุกรมวิธานตาม Nelson **et al**. (2016) และเก็บรักษาตัวอย่างปลาทั้งหมดไว้ที่ห้องปฏิบัติการมีนวิทยา สาขาวิชาประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน

3. ทำการจดบันทึกข้อมูลทางธรรมชาติและสภาพแวดล้อมของแต่ละสถานีไว้เพื่อนำมาใช้ประกอบในการบรรยายในส่วนที่เกี่ยวข้อง



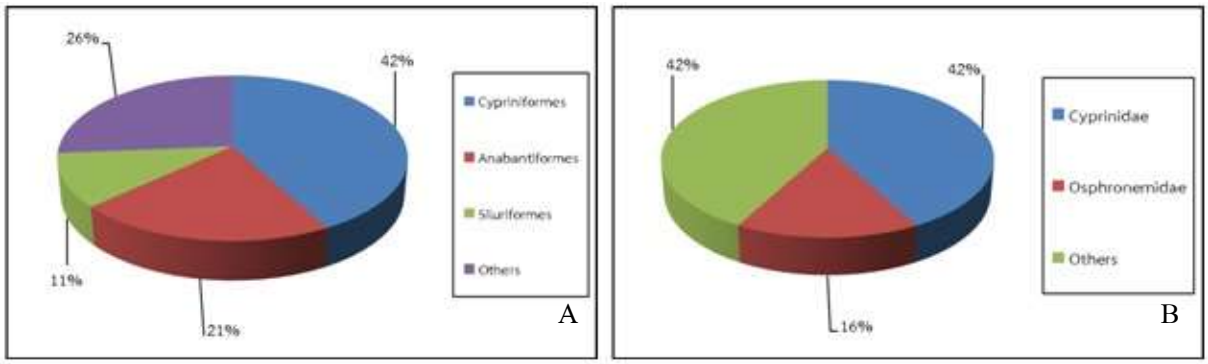
ภาพที่ 1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์และตำแหน่งสถานีเก็บรวบรวมตัวอย่างปลาในอ่างเก็บน้ำห้วยขอนแก่น 2

ผลและวิจารณ์ผล

เมื่อทำการเก็บรวบรวมตัวอย่างปลาจากสถานีที่กำหนดทั้ง 3 สถานี แล้วนำมาตัวอย่างปลาที่ได้ทั้งหมดมาแยกชนิดในห้องปฏิบัติการ พบว่ามีปลาไม่น้อยกว่า 7 อันดับ 1 ซีรีส์ย่อย 10 วงศ์ 19 สกุล 19 ชนิด โดยปลาในอันดับ Cypriniformes มีจำนวนชนิดมากที่สุด คือ 8 ชนิด รองลงมา ได้แก่ อันดับ Anabantiformes จำนวน 4 ชนิด และ อันดับ Siluriformes จำนวน 2 ชนิด คิดเป็น 42, 21 และ 11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 2A) โดยปลาในอันดับ Cypriniformes นั้นมีความหลากหลายมากที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Nelson **et al**. (2016) อันดับที่มีจำนวนชนิดปลารองลงมา คือ Anabantiformes ซึ่งเป็นอันดับแยกออกมาจากปลาอันดับ Percifromes และรวมเอา อันดับย่อย Channoidei ที่แยกไว้ใน Nelson (2006) เข้ามาอยู่ในอันดับนี้ด้วย และปลาในอันดับนี้มีการแพร่กระจายกว้างตั้งแต่อาฟริกาจนถึงเอเชีย (Nelson **et al**., 2016) และอันดับ Siluriformes นั้นจัดเป็นอันดับของปลาที่มีการแพร่กระจายในทุกทวีปและส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่ในน้ำจืด (Talwer & Jhingran, 1991) สำหรับวงศ์ที่มีชนิดมากที่สุด คือ วงศ์ Cyprinidae (วงศ์ปลาตะเพียน) มีจำนวน 8 ชนิด รองลงมา คือ วงศ์ Osphronemidae (วงศ์ปลาแรด) จำนวน 3 ชนิด คิดเป็น 42 และ 16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 2B) โดยปลาในวงศ์ Cyprinidae มีความโดดเด่นและมีชนิดมากที่สุดของปลาที่อาศัยในน้ำจืดและแพร่กระจายอยู่ทั่วโลก (Kottelat, 2001; Helfman **et al**., 2009; Nelson **et al**., 2016) ส่วนปลาในวงศ์ Osphronemidae นั้นมีการแพร่กระจายอยู่ในทวีปเอเชียเท่านั้น (Nelson **et al**., 2016) สำหรับปลาบางชนิดที่สำรวจพบเป็นปลาที่นำมาปล่อย ได้แก่ ปลากราย ปลาตะเพียนขาว ปลาดุกเทศ ปลานิล ปลากินยุง และ ปลาแรด ซึ่งปลาเหล่านี่สามารถพบได้ในอ่างเก็บน้ำและเขื่อนหลายๆ แห่งในประเทศไทย (คฑาวุธ และ สุธิดา, 2554; ชัยณรงณ์ และ วสันต์, 2549; สุภาพร และคณะ, 2554; สุธิดา และ ปาริฉัตร, 2551) ส่วนปลาที่เหลือทั้งหมดน่าจะเป็นปลาที่มีอยู่ดั้งเดิมที่มีการกระจายพันธุ์อยู่ในห้วยขอนแก่นอยู่แล้ว และเป็นปลาที่สามารถพบได้ในแม่น้ำต่างๆ ในจังหวัดน่านที่มีการรายงานการสำรวจปลา (อมรชัย, 2551; อมรชัย และ พรรณพร, 2554; อมรชัย และ คณะ, 2552; อมรชัย และ คณะ, 2556; อมรชัย และ คณะ, 2557; อมรชัย และ คณะ, 2558; อมรชัย และคณะ, 2560) นอกจากนี้แล้วปลาที่อาศัยในอ่างเก็บน้ำก็จัดเป็นแหล่งอาหารและแหล่งรายได้ที่สำคัญของชุมชนด้วยเช่นกัน ซึ่ง

จะเห็นได้จากการทำการประมงในอ่างเก็บน้ำแห่งนี้มีหลายรูปแบบ เช่น การวางยอ การวางตาข่าย การตกเบ็ด และ การใส่จั่นดักปลา

สำหรับปลาต่างถิ่นที่นำเข้ามาจากต่างประเทศพบว่ามีการกระจายพันธุ์ในอ่างเก็บน้ำแห่งนี้จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ปลาดุกเทศ (**Clarias gariepinus**) ปลานิล (**Oreochromis niloticus**) และ ปลากินยุง (**Gambusia affinis**) โดยปลาทั้งสามชนิดนี้ก็สามารถสำรวจพบได้ในแม่น้ำสาขาต่างๆ ของลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน (อมรชัย, 2551; อมรชัย และ พรรณพร, 2554; อมรชัย และ คณะ, 2552; อมรชัย และ คณะ, 2556; อมรชัย และ คณะ, 2557; อมรชัย และ คณะ, 2558; อมรชัย และคณะ, 2560) นอกจากนี้แล้วยังพบว่าปลาทั้ง 3 ชนิดสามารถพบได้ในอ่างเก็บน้ำหลายๆ แห่งทั่วประเทศไทย (คฑาวุธ และ สุธิดา, 2554; ชัยณรงณ์ และ วสันต์, 2549; สุภาพร และคณะ, 2554; สุธิดา และ ปาริฉัตร, 2551) สำหรับบัญชีรายชื่อชนิดปลาที่สำรวจพบในอ่างเก็บน้ำห้วยขอนแก่น 2 แสดงในตารางที่ 1



ภาพที่ 2 เปอร์เซ็นต์ของปลาในแต่ละอันดับ (A) และเปอร์เซ็นต์ของปลาในแต่ละวงศ์ (B) ที่สำรวจพบในอ่างเก็บน้ำห้วยขอนแก่น 2

ตารางที่ 1 รายชื่อปลาที่สำรวจพบในอ่างเก็บน้ำห้วยขอนแก่น 2

อันดับ/วงศ์/ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	ครั้งที่สำรวจ		สถานีที่		
		1	2	1	2	3
Order Osteoglossiformes						
Family Notopteridae						
Chitala ornata (Gray, 1831)	ปลากราย	-	√	-	√	√
Order Cypriniformes						
Family Cyprinidae						
Barbodes rhombeus (Bleeker, 1853)	ปลาตะเพียนทราย	√	√	√	-	-
Barbonymus gonionotus (Bleeker, 1849)	ปลาตะเพียนขาว	√	√	√	√	√
Esomus metallicus Ahl, 1924	ปลาซิวหนวดยาว	√	√	√	-	-
Henicorhynchus siamensis (sauvage, 1881)	ปลาสร้อยขาว	-	√	-	√	-
Pethia stoliczkana (Day, 1870)	ปลามะไฟ	√	√	√	-	-
Puntius sp.	-	√	-	√	-	-
Rasbora paviana Tirant, 1885	ปลาซิวควาย	√	-	√	-	-

Systomus orphoides (Valenciennes, 1842)	ปลาแก้มช้ำ	√	√	√	√	√
Order Siluriformes						
Family Bagridae						
Hemibagrus spilopterus (Ng & Rainboth, 1999)	ปลากดเหลือง	√	-	√	√	-
Family Clariidae						
Clarias gariepinus (Burchell, 1822)	ปลาดุกเทศ	-	√	-	√	√
Order Gobiiformes						
Family Gobiidae						
Rhinogobius sp.	ปลาบู่	-	√	√	-	-
Subseries Ovalentaria						
Family Ambassidae						
Parambassis siamensis (Fowler, 1937)	ปลาแป้นแก้ว	√	√	√	√	√
Order Cichliformes						
Family Cichlidae						
Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758)	ปลานิล	√	√	√	√	√
Order Cyprinodontiformes						
Family Poeciliidae						
Gambusia affinis (Baird & Girard, 1853)	ปลากินยุง	-	√	√	√	√

ตารางที่ 1 รายชื่อปลาที่สำรวจพบในอ่างเก็บน้ำห้วยขอนแก่น 2 (ต่อ)

อันดับ/วงศ์/ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	ครั้งที่สำรวจ		สถานีที่		
		1	2	1	2	3
Order Anabantiformes						
Family Osphronemidae						
Osphronemus goramy Lacepède, 1801	ปลาแรด	-	√	-	√	√
Trichopodus trichopterus (Pallas, 1770)	ปลากระดี่หม้อ	√	√	√	√	√
Trichopsis vittata (Cuvier, 1831)	ปลากริมควาย	-	√	√	√	-
Family Channidae						
Channa striata (Bloch, 1793)	ปลาช่อน	-	√	√	√	√

หมายเหตุ : เครื่องหมาย √ = พบปลา - = ไม่พบปลา

สรุปผลการวิจัย

การสำรวจพรรณปลาในอ่างเก็บน้ำห้วยขอนแก่น 2 จังหวัดน่าน ได้ก่อให้เกิดข้อมูลพื้นฐานทางด้านชนิดปลาที่มีการกระจายพันธุ์ในอ่างเก็บน้ำแห่งนี้ให้กับชุมชนต่างๆ ที่ใช้ประโยชน์จากอ่างเก็บน้ำ โดยพบว่ามีกลุ่มชนิดปลาที่มีการกระจายพันธุ์อยู่ดั้งเดิมในห้วยขอนแก่น และกลุ่มชนิดปลาที่มีการปล่อยภายหลังสร้างอ่างเก็บน้ำเสร็จ ซึ่งจากข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ ชุมชนต่างๆ โดยเฉพาะชุมชนบ้านน่านมั่นคง ซึ่งเป็นชุมชนที่ตั้งอยู่รอบอ่างเก็บน้ำสามารถนำไปใช้ในการ

บริหารจัดการทรัพยากรปลาในอ่างเก็บน้ำได้ ทั้งทางด้านการอนุรักษ์พันธุ์ปลาดั้งเดิม และการพิจารณาปล่อยปลาชนิดต่างๆ เสริมลงไปในอ่างเก็บน้ำเพื่อเป็นการใช้พื้นที่น้ำในอ่างเก็บน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งจะส่งผลให้ชุมชนสามารถนำมาปลาต่างๆ มาเป็นอาหารและสามารถขายเพื่อสร้างรายได้ให้กับครอบครัวได้อย่างยั่งยืน นอกจากนี้ยังพบว่าพื้นที่รอบๆ อ่างเก็บน้ำเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นจำนวนมาก มีการใช้สารเคมีเป็นจำนวนมาก ดังนั้นควรมีการศึกษาวิจัยถึงการปนเปื้อนของสารเคมีในสัตว์น้ำและน้ำในอ่างเก็บน้ำแห่งนี้ เพื่อจะทำให้ชุมชนเห็นถึงผลกระทบของการใช้สารเคมีต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ และนำไปสู่การตัดสินใจในการใช้สารเคมีทางการเกษตรของชุมชนได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่สนับสนุนงบประมาณในปีงบประมาณ 2559 สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณผู้นำและคนในชุมชนบ้านน่านมั่นคงที่กรุณาให้ความสะดวกในการเก็บรวบรวมตัวอย่างปลา ตลอดจนกรุณาให้ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานภาคสนาม จนทำให้การทำงานในภาคสนามเสร็จสมบูรณ์ด้วยดี และขอขอบใจนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาประมง ที่เข้ามามีส่วนร่วมและให้ความช่วยเหลือในการสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างปลา

เอกสารอ้างอิง

คฑาวุธ ปานบุญ และ สุธิดา โส๊ะบีน. 2554. โครงสร้างและการแพร่กระจายของประชาคมปลาในอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

ชัยณรงค์ ชื่นชม และ วสันต์ ตรุวรรณ. 2549. ชลชีววิทยาและทรัพยากรประมงในอ่างเก็บน้ำธวัชชัย หลังการขุดลอก จังหวัดร้อยอ็ด. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

อมรชัย ล้อทองคำ. 2551. ความหลากชนิดของปลาในลุ่มแม่น้ำน่าน (ระบบแม่น้ำเจ้าพระยา) ในเขตจังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อมรชัย ล้อทองคำ และ พรรณพร กุลมา. 2554. ความหลากชนิดของปลาในแม่น้ำยาว (แม่น้ำสาขาของลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน) จังหวัดน่าน. น.454-462. **ใน** รายงานการประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 (สาขาประมง). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อมรชัย ล้อทองคำ เจียมจิตร ช่างสาร และ เอกพงษ์ ไชยช่อฟ้า. 2552. การสำรวจความหลากชนิดของปลาในลุ่มแม่น้ำแหง แม่น้ำสาขาของแม่น้ำน่านตอนบน. น. 517-524. **ใน** รายงานการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 (สาขาประมง). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อมรชัย ล้อทองคำ เชาวลีย์ ใจสุข และ เจนจิรา บุญธิมา. 2556. ความหลากชนิดของปลาในแม่น้ำกอน (แม่น้ำสาขา ของลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน) จังหวัดน่าน. น. 94-101. **ใน** รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ครั้งที่ 6. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, ชลบุรี.

อมรชัย ล้อทองคำ เชาวลีย์ ใจสุข และ ปกรณ์ สุนทรเมธ. 2557. ความหลากชนิดปลาในแม่น้ำสา (แม่น้ำสาขาของลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน) จังหวัดน่าน. น. 384. **ใน** รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, พระนครศรีอยุธยา.

อมรชัย ล้อทองคำ เชาวลีย์ ใจสุข และปกรณ์ สุนทรเมธ. 2558. การสำรวจพรรณปลาในแม่น้ำว้าตอนล่าง จังหวัดน่าน. น. 259-270. **ใน** รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 7. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, นครราชสีมา.

อมรชัย ล้อทองคำ เชาวลีย์ ใจสุข และ ปกรณ์ สันทรเมธ. 2560. การสำรวจชนิดปลาในแม่น้ำป๋ว จังหวัดน่าน. น. 812-821. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55 (สาขาประมง). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุภาพร สุกสีเหลือง, รักชนก โคโต, ชวิศร์ อรรถสาสน์, อภิรดี ช้วนตั้น, สิงหา วงศ์โรจน์ และ อรินทม์ งามนิยม. 2554. การสำรวจพันธ์สัตว์น้ำในอ่างเก็บน้ำและแหล่งน้ำ 4 แห่งในอำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว เพื่อพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเพื่อการศึกษาเชิงนิเวศ. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 27(2): 209-227.

สุธิดา โส๊ะบิน และ ปาริฉัตร มูสิกธรรม. 2551. โครงสร้างและการแพร่กระจายของประชาคมปลาในกว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

Helfman, G. S., Collette, B. B., Facey, D. E. and Bowen, B. W. 2009. The diversity of fishes. 2nd ed. Wiley-Blackwell, Oxford.

Kottelat, M. 2001. Fishes of Laos. Gunaratne Offset Ltd., Colombo.

Nelson, J. S. 2006. Fishes of the World, 4th ed. John Wiley & Sons, New Jersey.

Nelson, J. S., Grande, T. C. and Wilson, M.V.H. 2016. Fishes of the World, 5th ed. John Wiley & Sons, New Jersey.

Talwer, P.k. and Jhingran, A.G. 1991. Inland fishes of India and adjacent countries Vol. 2. Oxford & IBH Publishing Co., New delhi.

การทดลองใช้โปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่และแท็บเล็ต วิเคราะห์สีของปลาสวยงาม

The experimental to ornamental fish color analysis with application on mobile phone and tablet

โกสินทร์ พัฒนมณี[1*]

Kosin Pattanamanee [1*]

บทคัดย่อ

การตรวจสอบสีปลาสวยงามในปัจจุบันมีข้อจำกัดอย่างมาก เพราะเครื่องวิเคราะห์สีมีราคาแพง การใช้กระดาษเทียบสีก็มีความคลาดเคลื่อนมาก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่และแท็บเล็ตวิเคราะห์สีของปลาสวยงาม วิธีการศึกษา 1. หาโปรแกรมประยุกต์ที่สามารถตรวจสอบ ค่า RGB ได้ 2. ใช้โทรศัพท์ Samsung Note 4, iPhone 6s, iPad Air และ iPad Pro ถ่ายรูปแผ่นกระดาษสี และถ่ายภาพปลา ที่ระยะ 15 และ 30 เซนติเมตร ความเข้มแสง 250 และ 500 ลักซ์ ถ่ายภาพปลาด้วยโทรศัพท์ Samsung Note 4 และเก็บค่า RGB ในโทนสีเดียวกันใน 3 ตำแหน่ง คือ ส่วนหัว ส่วนหาง และครีบ เก็บค่า RGB จากพื้นที่ส่วนหัวโดยใช้ขนาดพื้นที่เก็บแตกต่างกัน ผลการทดลองพบว่า 1. โปรแกรม Color Analysis สามารถวิเคราะห์ค่า RGB ได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Android และ iOS 2. ค่า Red index จากการถ่ายภาพด้วยอุปกรณ์ทั้ง 4 ชนิด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 3. ค่า Red index จากภาพที่ถ่ายระยะต่างกันและความเข้มแสงต่างกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ 4. ภาพปลาที่ใช้ขนาดและตำแหน่งพื้นที่วิเคราะห์ต่างกันทำให้ค่า Red index จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุป 1. โปรแกรมประยุกต์ชื่อ Color Analysis ของโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือแท็บเล็ต เหมาะสมสำหรับวิเคราะห์สีของปลาสวยงาม 2. การวิเคราะห์ภาพเพื่อใช้เปรียบเทียบต้องใช้เครื่องมือถ่ายภาพชนิดเดียวกันใน 3. ถึงแม้ระยะห่างและความเข้มแสงไม่มีผลต่อค่า Red index แต่ควรให้จัดระยะห่างและความเข้มแสงในการถ่ายให้ใกล้เคียงกัน เพราะมีผลต่อค่าความสว่าง (Lightness) 4. ตำแหน่งและขนาดพื้นที่ของภาพปลาในการเลือกไปวิเคราะห์สี ต้องให้เหมือนกัน

คำสำคัญ : โปรแกรมประยุกต์, โทรศัพท์เคลื่อนที่, การวิเคราะห์สีภาพถ่ายปลา

ABSTRACT

Ornamental fish color analysis is currently very limited because of the costly analysis tools. Although the use of color matching paper for fish color matching, there are many discrepancies. This research aims to study the use of mobile phones and tablets for color analysis of ornamental fish. Study method 1) Search for apps that can check RGB values. 2) Use mobile phone Samsung Note 4, iPhone 6s, iPad Air and iPad Pro. 3) There are two objects, fish and colored paper, which are photographed with a mobile phone and tablet at 15, 30 centimeters and light intensity of 250, 500 Lux. Shooting fish with a camera of Samsung Note 4 and store RGB values in the same color tone in 3 positions; Head, tail and fins collect RGB values from the head area using different storage sizes. The results showed that 1) Color Analysis applications can analyze RGB values and use both Android and iOS operating systems. 2) The Red index of all four devices was statistically

significant difference. 3) The Red index of the images taken at different shooting intervals and light intensity were not significantly different. 4) An analysis of fish images using different analytical areas position and different storage sizes resulted in a statistically significant difference in the Red index. Conclude that 1) Camera and application named Color Analysis of mobile phones or Tablet were suitable for color analysis of ornamental fish. 2) Image analysis for comparative purposes requires the same imaging device. 3) Even though the distance and intensity of light does not affect the red index, it is advisable to keep the distance and light intensity similar to each other, because it affects the lightness. 4) The position and size of the image in the selection to analyze the color must be the same.

Keyword: Application, Mobile phone, Fish color analysis

---

[1] สาขาเทคโนโลยีการประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150

[1] Department of Fisheries Technology Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Maifad, Sikoa District, Trang Province 92150, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : Kosin Pattanamanee, kosin65@hotmail.com

บทนำ

การพัฒนาด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบัน โดยเฉพาะวงการเพาะเลี้ยงปลาสวยงาม พบว่ามีการทดลองในหลายรูปแบบเพื่อพัฒนาให้ปลามีสีสันสวยงาม ข้อจำกัดอย่างหนึ่งของการทดลองดังกล่าวคือการวัดสีของปลาก่อนและหลังการทดลองนั้น ปัจจุบันมีการใช้กระดาษเทียบสี ซึ่งข้อมูลที่ได้ไม่สามารถนำไปเปรียบเทียบผลเพื่อวิเคราะห์ทางสถิติได้ และการใช้เครื่องมือการวิเคราะห์ภาพดิจิตอลจะมีความน่าเชื่อถือมากกว่าการวิเคราะห์ด้วยคน (Villafuerte & Negro, 1998) หรืออาจใช้เครื่องมืออย่างอื่น เช่น Color Meter หรือ Colorimeter แต่ก็มีราคาแพง ซึ่งบางหน่วยงานยังไม่มีใช้ การทดลองนี้เป็นการประยุกต์ใช้เครื่องมือถ่ายภาพที่มีอยู่แล้วในกล้องดิจิตอล และกล้องถ่ายภาพของแท็บเล็ต มาใช้ในการถ่ายภาพและนำภาพที่ได้ไปตรวจวัดค่าของสีจากค่าพื้นฐาน RGB ตามมาตรฐาน CIE (COMMISSION INTERNATIONAL DE L'ECLAIRAGE) (Svensson **et al**., 2005; Sköld **et al**., 2008; Nilsson Sköld **et al**., 2010) ด้วยโปรแกรมประยุกต์ในโทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ต การทดลองครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ต การวิเคราะห์สีเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการทำวิจัยด้านต่างๆ โดยเฉพาะการวิเคราะห์สีของปลาสวยงามเพื่อประโยชน์ในการวิจัยในอนาคตต่อไป

จุดประสงค์

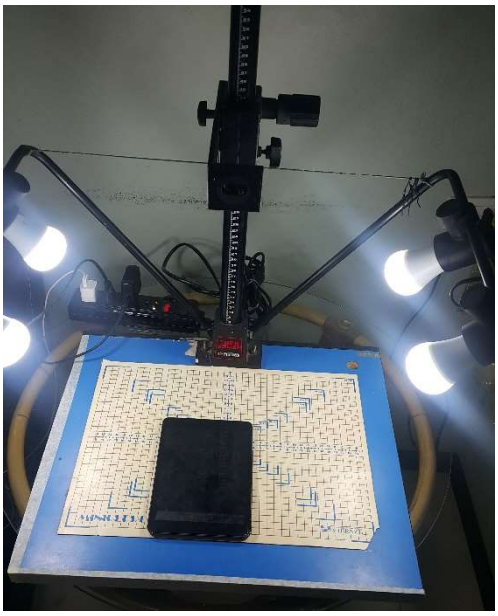
1. หาโปรแกรมประยุกต์ ที่สามารถตรวจสอบ ค่า RGB ตามมาตรฐาน CIE และใช้ได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Android และ iOS
2. เปรียบเทียบค่า Red index ที่ถ่ายจากกล้องโทรศัพท์มือถือและแท็บเล็ต จำนวน 4 อุปกรณ์
3. เปรียบเทียบค่า Red index ที่ถ่ายจากกล้องโทรศัพท์มือถือและแท็บเล็ตที่ถ่ายจากระยะต่างๆกัน
4. เปรียบเทียบค่า Red index ที่ถ่ายจากกล้องโทรศัพท์มือถือและแท็บเล็ตที่ถ่ายด้วยปริมาณแสงต่างๆกัน
5. เปรียบเทียบค่า Red index จากภาพปลาที่เก็บในโทนสีเดียวกันใน 3 ตำแหน่ง คือ ส่วนหัว หาง และครีบ
6. เปรียบเทียบค่า Red index จากภาพปลาที่เก็บในในบริเวณพื้นที่เดียวกันแต่ขนาดพื้นที่จัดเก็บต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

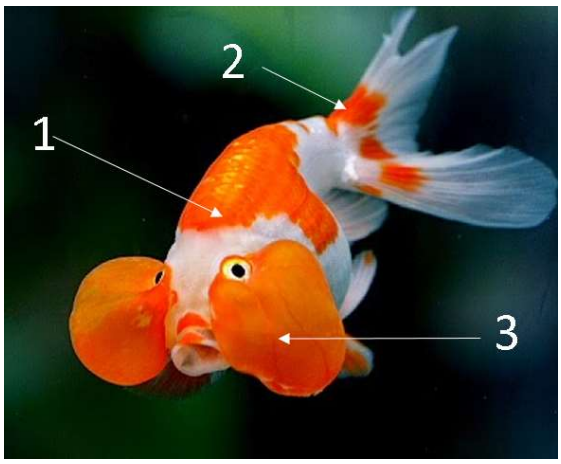
1. หาโปรแกรมประยุกต์ ที่สามารถตรวจสอบ ค่า RGB ตามมาตรฐาน CIE และใช้ได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Android และ iOS บน server ของ Play Store และApp Store ทดลองใช้เพื่อหาโปรแกรมที่เหมาะสม

2. เปรียบเทียบค่า Red index จากอุปกรณ์ถ่ายภาพ 4 ชนิด คือ โทรศัพท์เคลื่อนที่ Samsung Note 4, iPhone 6s, iPad Air และ iPad Pro โดยนำกระดาษสี 1 แผ่น ขนาด 1 x 5 เซนติเมตร วางบนฐานที่ใช้ถ่ายรูป (ภาพที่ 1) ปรับกล้องดิจิตอลในอุปกรณ์ทั้ง 4 ชนิด ให้มีรายละเอียดและขนาดภาพสูงสุด ถ่ายภาพระยะ 15, 30 เซนติเมตร และถ่ายภาพที่ความเข้มแสงที่วัตถุ 250, 500 ลักซ์ ถ่ายภาพชุดละ 3 ภาพ และวิเคราะห์ค่า RGB ด้วยโปรแกรมที่เหมาะสมจากข้อ 1

3. ถ่ายรูปปลาขนาดรูปด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่ Samsung Note 4 และ วิเคราะห์ค่า RGB ในโทนสีเดียวกันใน 3 ตำแหน่ง คือ ส่วนหัว ส่วนหาง ครีบ (ภาพที่ 2) และวิเคราะห์ค่า RGB จากพื้นที่ส่วนหัวโดยใช้ขนาดพื้นที่เก็บแตกต่างกัน 3 ขนาด คือขนาดประมาณ 20 x 13, 30 x 13 และ 40 x 13 pixels



ภาพที่ 1 แสดงอุปกรณ์สำหรับการถ่ายภาพ



ภาพที่ 2 ตำแหน่งที่นำไปวิเคราะห์ RGB

4. นำค่า RGB ไปคำนวณหาค่า Red index ตามสูตร ดังนี้ (Frischknecht, 1993; Barber **et al.**, 2000; Pelabon **et al.**, 2003) Red index = (R/R+G+B)

5. นำค่า Red index ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน(Analysis of Variance: ANOVA)และหากแตกต่างกันทางสถิติให้ตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRT) หรือวิเคราะห์ T test ด้วยโปรแกรม SPSS for Windows version 15.0

ผลและวิจารณ์ผล

1. โปรแกรมประยุกต์ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์หาค่า RGB พบว่า โปรแกรม ชื่อ Color Analysis เป็นโปรแกรมที่เหมาะสม เนื่องจากสามารถใช้ได้ทั้ง ระบบปฏิบัติการ Android และระบบปฏิบัติการ iOS



ก. ข.

ภาพที่ 3 แสดงการวิเคราะห์ RGB ด้วยโปรแกรม Color Analysis บน Android (ก) และ iOS (ข)

2. เปรียบเทียบค่า Red index จากอุปกรณ์ถ่ายภาพ 4 ชนิด คือ โทรศัพท์เคลื่อนที่ Samsung Note 4, iPhone 6s, iPad Air และ iPad Pro พบว่า การถ่ายภาพด้วยอุปกรณ์ต่างชนิดกัน มีผลทำให้ค่า Red index ต่างกันเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน

พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่า Red index ด้วยวิธี DMRT พบว่า อุปกรณ์ทั้งสี่ชนิดถ่ายภาพออกมาแล้ววิเคราะห์ค่า Red index แตกต่างกันทั้งหมด (ตารางที่ 1) ความต่างกันของค่า Red index ดังกล่าวเนื่องจากคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องทั้ง 4 อุปกรณ์แตกต่างกัน สอดคล้องกับข้อมูลของ Chen **et al** (2004) ที่รายงานว่า ค่า RGB จะเปลี่ยนไปตามชนิดของอุปกรณ์การถ่ายภาพและโปรแกรมวิเคราะห์ภาพ ดังนั้นการเลือกชนิดของอุปกรณ์ถ่ายภาพในการถ่ายภาพวัตถุเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของสีนั้น จำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์ชนิดเดียวกันเท่านั้น

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยของ Red index ที่ได้จากภาพที่ถ่ายด้วยอุปกรณ์ถ่ายภาพชนิดต่างๆ

ชนิดอุปกรณ์	Red index (n = 12)
iPad Air	$0.53923744^{a} \pm 0.017$
iPhone 6s	$0.60525017^{b} \pm 0.023$
iPad Pro	$0.58040551^{c} \pm 0.020$
Samsung Note 4	$0.68880303^{d} \pm 0.029$

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแนวสดมภ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

3. เปรียบเทียบค่า Red index ที่ถ่ายจากกล้องโทรศัพท์มือถือและแท็บเล็ตที่ถ่ายจากระยะ15 และ 30 เซนติเมตร พบว่า เมื่อวิเคราะห์ T test ค่า Red index ที่ได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) แต่ระดับของค่า Red index ที่ถ่ายใกล้จะให้ค่าสูงกว่า เมื่อไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นการถ่ายรูปวัตถุในระยะ 15 ถึง 30 เซนติเมตร ก็สามารถถ่ายได้ในช่วงดังกล่าว

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของ Red index ที่ได้จากภาพที่ถ่ายด้วยอุปกรณ์ถ่ายภาพชนิดต่างๆ ที่ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับวัตถุ (เซนติเมตร)

ระยะห่างระหว่างกล้องกับวัตถุ (เซนติเมตร)	Red index (n = 24)
15	0.61906165 ± 0.063
30	0.58778642 ± 0.052

4. เปรียบเทียบค่า Red index ที่ถ่ายจากกล้องโทรศัพท์มือถือและแท็บเล็ตที่ถ่ายที่ความเข้มแสงที่วัตถุ 250, และ 500 lux พบว่า เมื่อวิเคราะห์ T test ค่า Red index ที่ได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3) แต่ระดับของค่า Red index ที่ถ่ายความเข้มแสงที่วัตถุ 250 ลักซ์ มีค่าสูงกว่าเล็กน้อย ดังนั้นการถ่ายรูปวัตถุที่ความเข้มแสงที่วัตถุ 250, และ 500 ลักซ์ ก็สามารถถ่ายได้ในช่วงดังกล่าว ถึงแม้ความเข้มของแสงไม่มีผลต่อสีแต่อาจมีผลต่อความคมชัดของภาพและคุณภาพของสี (Svensson **et al**., 2005; Svensson **et al**., 2006)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของ Red index ที่ได้จากภาพที่ถ่ายด้วยอุปกรณ์ถ่ายภาพชนิดต่างๆ ที่ระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพกับวัตถุ (เซนติเมตร)

ความเข้มแสงที่วัตถุ (ลักซ์)	Red index (n = 24)
250	0.61639966 ± 0.012
500	0.59044841 ± 0.012

5. เปรียบเทียบค่า Red index จากภาพปลาที่เก็บในโทนสีเดียวกันใน 3 ตำแหน่ง คือ ส่วนหัว หาง และครีบ ค่า Red index ต่างกันเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่า Red index ด้วยวิธี DMRT พบว่า ค่า Red index ที่ตำแหน่งหัวและหางแตกต่างกัน ส่วนค่า Red index ที่ตำแหน่งหัวกับครีบและหางกับครีบ ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4) ถึงแม้ว่าค่า Red index วัดจากตำแหน่งที่ใกล้กันจะไม่แตกต่างกัน เช่นส่วนหัวกับครีบ และส่วนหางกับครีบ แต่เมื่อระยะห่างในภาพมากขึ้นเช่นระหว่างส่วนหัวกับส่วนหางจะทำให้ได้ค่า Red index แตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกตำแหน่งของปลาที่จะจัดเก็บสีเพื่อวิเคราะห์ค่าสีนั้นควรเป็นตำแหน่งเดียวกัน

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของ Red index ที่ได้จากภาพปลาที่เก็บในโทนสีเดียวกันใน 3 ตำแหน่ง คือ ส่วนหัว หางและครีบ

ตำแหน่งวิเคราะห์ RGB	Red index (n = 12)
หาง	$0.80811526^{b} \pm 0.036$
หัว	$0.74335999^{ab} \pm 0.032$
ครีบ	$0.70632547^{a} \pm 0.039$

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแนวสดมภ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P<0.05$)

6. เปรียบเทียบค่า Red index จากพื้นที่ส่วนหัวโดยใช้ขนาดพื้นที่เก็บแตกต่างกัน 3 ขนาด คือขนาดประมาณ 20 x 13, 30 x 13 และ 40 x 13 pixels ค่า Red index ต่างกันเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่า Red index ด้วยวิธี DMRT พบว่า ค่า Red index ของพื้นที่ส่วนหัวที่ใช้ขนาดพื้นที่เก็บ 20 x 13 pixels กับ 30 x 13 pixels ไม่แตกต่างกัน แต่จะแตกต่างจากค่า Red index ที่เก็บโดยใช้ขนาดพื้นที่ 40 x 13 pixels (ตารางที่ 5) ดังนั้นการใช้ขนาดพื้นที่ของภาพเพื่อใช้ในการตรวจหาค่า Red index ควรใช้ขนาดพื้นที่ไม่เกิน 30 x 13 pixels

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของ Red index ที่ได้จากภาพที่ถ่ายด้วยอุปกรณ์ถ่ายภาพชนิดต่างๆ

ขนาดพื้นที่ที่ใช้วิเคราะห์ RGB (pixels)	Red index (n = 12)
20 x 13	$0.74070643^{a} \pm 0.001$
30 x 13	$0.75002666^{a} \pm 0.017$
40 x 13	$0.79487929^{b} \pm 0.023$

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแนวสดมภ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ($P<0.05$)

สรุปผลการวิจัย

1. ควรใช้โปรแกรม ชื่อ Color Analysis ในระบบปฏิบัติการ Android ในการวิเคราะห์สีของภาพ
2. ต้องใช้อุปกรณ์ชนิดเดียวกันเท่านั้นในการถ่ายภาพเพื่อเปรียบเทียบวัตถุ
3. สามารถถ่ายภาพวัตถุช่วงระยะ 15 ถึง 30 เซนติเมตร ได้โดยไม่มีผลต่อค่า Red index
4. สามารถถ่ายภาพวัตถุช่วงความเข้มแสงช่วง 250 ถึง 500 ลักซ์ ได้โดยไม่มีผลต่อค่า Red index
5. ต้องเลือกพื้นที่ๆจะนำไปวิเคราะห์สี จากภาพในจุดเดียวกัน และขนาดของพื้นที่ๆจะนำไปวิเคราะห์จะต้องมีขนาดเท่ากัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่อนุเคราะห์อุปกรณ์ และสถานที่สำหรับการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Barber, I., Arnott, S.A., Braithwaite, V.A., Andrew, J., Mullen, W. and Huntingford, F.A. 2000. Carotenoid- based sexual coloration and body condition in nesting male sticklebacks. J. Fish Biol. (57): 777-790.

Chen, Y., Hao, P.W. and Dang, A.R. 2004. Optimal transform in perceptually uniform color space and its Application in image coding. Lect. Notes Comp. Sci. (3211): 269-276.

Frischknecht, M. 1993. The breeding coloration of male 3-spined sticklebacks (**Gasterosteus aculeatus**) as an indicator of energy investment in vigor. Evolutionary Ecology (7): 439-450.

Nilsson Sköld, H., Svensson, P.A. and Zejlon, C. 2010. The capacity for internal colour change is related to body transparency in fishes. Pigment Cell and Melanoma Research (23): 292-295.

Pelabon, C., Borg, A.A., Bjelvenmark, J., Forsgren, E., Barber, I. and Amundsen, T. 2003. Do male two-spotted gobies prefer large fecund females? Behavioral Ecology (14): 787-792.

Sköld, H.N., Amundsen, T., Svensson, P.A., Mayer, I., Bjelvenmark, J. and Forsgren, E. 2008. Hormonal regulation of female nuptial coloration in a fish. Hormones and Behaviour (54): 549-556.

Svensson, P.A., Forsgren, E., Amundsen, T. and Nilsson Sköld, H. 2005. Chromatic interaction between egg pigmentation and skin chromatephores the nuptial coloration of female two-spotted gobies. J. Exp. Biol. (208): 4391-4397.

Svensson, P.A., Pélabon, C., Blount, J D., Surai, P.F. and Amundsen, T. 2006. Does female nuptial coloration reflect egg carotenoids and clutch quality in the two-spotted goby (**Gobiusculus flavescens**, Gobiidae) Functional Ecology (20): 689-698. Villafuerte, R. and Negro, J.J. 1998. Digital imaging for colour measurement in ecological research. Ecology Letters, (1): 151-154.

บทบาทของหมากในวิถีชุมชนเกษตร ตำบลน้ำตก อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

The Role of Betel Nut in Agricultural Community way of Life in Namtok Sub-district, Thung Song District, Nakhon Si Thammarat Province

หทัยชนก ไหมศรี[1] จียานรรณ นวลขลิบ[1] รัตนา อุ่นจันทร์[1*] และ ฤกษ์ชัย ช่วยมั่ง[1]

Hathaichanook Maisee [1] Jeyanan Nuankrib [1] Rattana Unjan [1*]and Rerkchai Chuaymang [1]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรที่ประกอบอาชีพปลูกหมาก 2) ศึกษาระบบการผลิตหมากของเกษตรกร 3) ศึกษาบทบาทของหมากในวิถีชุมชนเกษตร ตามความคิดเห็นของเกษตรกร และ 4) ศึกษาปัญหา อุปสรรคในการประกอบอาชีพปลูกหมากของเกษตรกร รวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เกษตรกร จำนวน 91 ราย วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสังคมศาสตร์ ใช้สถิติค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบแบบที ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 51.85 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 59.39 มีสมาชิกในครัวเรือน เฉลี่ย 3 คน ทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธ ปลูกหมากเพื่อเป็นรายได้เสริม มีพื้นที่ปลูกเฉลี่ย 2.43 ไร่ มีอายุเฉลี่ย 18.70 ปี ปลูกแบบสวนผสม เก็บเกี่ยวผลผลิตในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – พฤษภาคม ส่วนใหญ่เก็บเกี่ยวหมากแก่หรือหมากสง ร้อยละ 92.90 โดยเก็บผลหมากที่ร่วงลงมา ร้อยละ 63.80 จำหน่ายในลักษณะหมากแห้ง ร้อยละ 88.20 ผลผลิตทั้งหมดจำหน่ายแก่พ่อค้าคนกลางในพื้นที่และพื้นที่ใกล้เคียง เกษตรกรมีต้นทุนในการปลูกและจำหน่ายผลผลิตเฉลี่ย 3,807.22 บาท/ไร่/ปี แบ่งเป็นต้นทุนผันแปร เฉลี่ย 3,732.15 บาท/ไร่/ปี ต้นทุนคงที่เฉลี่ย 75.07 บาท/ไร่/ปี รายได้สุทธิจากการผลิตหมากแห้ง เฉลี่ย 10,722.02 บาท/ไร่/ปี กำไรสุทธิ เฉลี่ย 10,646.95 บาท/ไร่/ปี นอกจากนี้หมากยังมีบทบาทในวิถีชุมชนเกษตร ด้านประเพณีและวัฒนธรรม ด้านความเชื่อทางไสยศาสตร์ ด้านเศรษฐกิจ ด้านไม้ใช้สอย ด้านยารักษาโรค และด้านการแสดงเกียรติยศ ปัญหาอุปสรรคในการปลูกและจำหน่ายผลผลิต คือ เกิดเชื้อราที่ผลหมาก ราคาหมากแห้งตกต่ำ พ่อค้าคนกลาง และขโมย

คำสำคัญ : บทบาทของหมาก, วิถีชุมชนเกษตร

ABSTRACT

This study has its objectives to 1) A Study of general information of occupation betel nut farmer 2) A Study of system production farmer 3) A Study of The Role of Betel Nut in Local Community of Agriculture by the comments of farmer and 4) A Study of Problems barrier in Supplementary occupation betel nut farmer. data collection for interview 91 person. Data analysis for Statistical package for the social science (SPSS), Use for Statistics Percentage, Arithmetic standard deviation and T-test. The results of the analyses showed that the sample mostly were female average age 51.85 year gaining elementary education 59.39 percent has household, member average 3 person all religions Buddhism, cultivate for extra income was growing area 2.43 rai. The average age of 18.70 year, Mixed garden. Harvest in February to May. The majority of agriculturists 92.90 percent harvest raw betel nut, 63.80 percent for harvest raw betel nut fall, 88.20 percent for selling feature Dried Betel Nut. all of produce Selling to middle man in the area and nearby, farmer was cost of planting and product distribution average 3,807.22 baht/rai/year compose of Variable cost 3,732.15 baht/rai/year Fixed cost 75.07 baht/rai/year Net income 10,722.02 baht/rai/year Net profit 10,646.95 baht/rai/year. In addition to Betel Nut has the role of in Local Community of Agriculture in Traditional and cultural, Faith and superstition, Economic, Utility wood, Medicine, Show honor. Obstacles in cultivation and Product distribution was Fungi, price of Dried Betel Nut decreased, middle man underpriced and steal.

Keywords : betel nut farmer, Local Community of Agriculture

---

[1] สาขาพัฒนาการเกษตรและธุรกิจเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (ไสใหญ่) ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110

[1] Department of Agricultural Development and Agribusiness, Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Tham Yai Sub-district, Thung Song District, Nakhon Si Thammarat Province 80110, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : unjanr@yahoo.com

บทนำ

หมากเป็นพืชตระกูลปาล์มที่ผูกพันกับคนไทยมาอย่างช้านาน มีการปลูกต้นหมากไว้รอบๆ บ้านบ่งบอกถึงขอบเขตที่ดินของตน รวมทั้งเป็นเครื่องหมายของไมตรีที่แสดงออกทางการต้อนรับ นอกจากนี้หมากยังมีบทบาทอีกมากมาย ทั้งในด้านการใช้สอย ด้านอุตสาหกรรม ด้านยารักษาโรค ด้านการสร้างความสัมพันธ์ ด้านความเชื่อทางไสยศาสตร์ ด้านประเพณีชีวิต และด้านการแสดงเกียรติยศ ปัจจุบันหมากมีบทบาททางด้านสังคม วัฒนธรรมน้อยลง แต่มีบทบาททางด้านเศรษฐกิจซึ่งเป็นสินค้าอุตสาหกรรมที่มีการส่งออกต่างประเทศ จากข้อมูลการส่งออกหมากแห้งของไทยในปี พ.ศ. 2559 มีมูลค่าการส่งออกมากที่สุด เท่ากับ 1,252.39 ล้านบาท โดยตลาดส่งออกที่สำคัญได้แก่ บังคลาเทศ เนปาล อินเดีย พม่า ซาอุดิอาระเบีย ปากีสถาน (กระทรวงพาณิชย์, 2559) สำหรับประเทศไทยมีการปลูกหมากทั้งสิ้น 41,303 ไร่ จำนวนครัวเรือนเกษตรกรที่ปลูกหมาก เท่ากับ 26,298 ครัวเรือน ราคาเฉลี่ยที่เกษตรกรขายได้ 25.12 บาท/กิโลกรัม สำหรับจังหวัดนครศรีธรรมราชมีพื้นที่ปลูกหมากมากอยู่ในอันดับ 8 ของประเทศ ซึ่งมีพื้นที่ เท่ากับ 1,751 ไร่ จำนวนครัวเรือนเกษตรที่ปลูกหมาก เท่ากับ 2,605 ครัวเรือน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559)

จากความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้ศึกษาเล็งเห็นถึงความสำคัญบทบาทของหมากในวิถีชุมชนของเกษตรกร จึงได้ทำการเลือกพื้นตำบลน้ำตก อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นพื้นศึกษา ทั้งนี้พื้นที่ดังกล่าวเกษตรกรยังคงประกอบอาชีพปลูกหมากทั้งเป็นอาชีพหลักและอาชีพเสริม ซึ่งผลจากการศึกษาที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนช่วยเหลือและสนับสนุนเกษตรกรที่ประกอบอาชีพปลูกหมากในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) โดยมีระเบียบวิธีวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ครัวเรือนเกษตรกรที่ประกอบอาชีพปลูกหมากในพื้นที่ตำบลน้ำตก อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดพื้นที่ 6 หมู่บ้านของตำบลน้ำตกเป็นพื้นที่ศึกษา จำนวน 993 ครัวเรือน จากนั้นใช้วิธีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) เฉพาะครัวเรือนเกษตรกรที่ปลูกหมากในแต่ละหมู่บ้าน ได้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทั้งสิ้น 91 ครัวเรือน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์เชิงโครงสร้าง ประกอบด้วยคำถามปลายปิด (Close ended questionnaire) และคำถามปลายเปิด (Open ended questionnaire) ประกอบด้วย 4 ส่วน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้ประกอบอาชีพปลูกหมาก ข้อมูลส่วนนี้มีทั้งคำถามปลายปิด และคำถามปลายเปิด

ส่วนที่ 2 ข้อมูลระบบการผลิตหมากของเกษตรกร ในประเด็นเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการปลูก พื้นที่ปลูก ลักษณะการผลิต การใช้ปัจจัยการผลิต ผลผลิต และรายได้ ข้อมูลส่วนนี้มีทั้งคำถามปลายปิด และคำถามปลายเปิด

ส่วนที่ 3 ข้อมูลบทบาทของหมากในวิถีชุมชนเกษตร ข้อมูลส่วนนี้เป็นคำถามปลายปิด แบบมาตราประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ เพื่อสอบถามถึงบทบาทของหมากในวิถีชุมชนเกษตร ตามความคิดเห็นของเกษตรกร ใน 7 ด้าน คือ 1) ด้านไม้ใช้สอย 2) ด้านเศรษฐกิจ 3) ด้านยารักษาโรค 4) ด้านการสร้างความสัมพันธ์ 5) ด้านความเชื่อทางไสยศาสตร์ 6) ด้านประเพณี วัฒนธรรม และ 7) ด้านการแสดงเกียรติยศ โดยใช้มาตราประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ และให้น้ำหนักคะแนน ดังนี้

ข้อเลือก	คะแนน
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5
เห็นด้วย	4
ไม่แน่ใจ	3
ไม่เห็นด้วย	2
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1

ส่วนที่ 4 ปัญหาอุปสรรคในการประกอบอาชีพการปลูกหมากและความต้องการการช่วยเหลือของเกษตรกร ข้อมูลส่วนนี้เป็นคำถามปลายเปิด

3. การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปทางสังคมศาสตร์ (Statistical package for the social science, SPSS) โดยใช้สถิติดังต่อไปนี้ (1) ค่าร้อยละ (Percentage) เพื่ออธิบายข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นข้อมูลระดับนามบัญญัติ (Nominal scale) และข้อมูลระดับมาตราอันดับ (Ordinal scale) (2) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เพื่ออธิบายข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นข้อมูลระดับช่วง (Interval scale) และข้อมูลระดับอัตราส่วน (Ratio scale) และ(3) การทดสอบแบบทีกรณี 1 กลุ่มตัวอย่าง (One sample t - test) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยบทบาทของหมากในวิถีชุมชนเกษตร กับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ตามสมมติฐาน โดยใช้สูตรดังนี้ (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2545)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad \text{โดยมี } df = n - 1$$

เมื่อ

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรหรือ เกณฑ์ที่ตั้งขึ้น

S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

df แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degree of freedom)

เกณฑ์การแปลผล ใช้เกณฑ์การแปลผลตามหลักเกณฑ์การแบ่งแบบใช้อันตรภาคชั้น โดยใช้คะแนนสูงสุด – คะแนนต่ำสุด ผลลัพธ์ที่ได้หารด้วยจำนวนชั้นที่แบ่ง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้คะแนนสูงสุด คือ 5 และคะแนนต่ำสุด คือ 1 แบ่งระดับชั้นออกเป็น 5 ระดับ ค่าอันตรภาคชั้นที่ได้ คือ 0.80 และนำมากำหนดขอบเขตมัธยฐานในการอ่านช่วงค่าเฉลี่ย ดังนี้

4.21 – 5.00 หมายถึง มีบทบาทในระดับมากที่สุด

3.41 – 4.20 หมายถึง มีบทบาทในระดับมาก

2.61 – 3.40 หมายถึง มีบทบาทในระดับปานกลาง

1.81 – 2.60 หมายถึง มีบทบาทในระดับน้อย

1.00 – 1.80 หมายถึง มีบทบาทในระดับน้อยที่สุด

ผลและวิจารณ์ผล

การศึกษาบทบาทของหมากในวิถีชุมชนเกษตร ตำบลน้ำตก อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช สามารถเสนอผลการศึกษาได้ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรที่ประกอบอาชีพปลูกหมาก

เกษตรกรที่ประกอบอาชีพปลูกหมาก ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 51.85 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา มีสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3 คน ทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธ

2. ระบบการผลิตหมาก

เกษตรกรในพื้นที่มีการปลูกหมากเพื่อเป็นรายได้เสริมให้กับครัวเรือน โดยมีพื้นที่ปลูกหมาก เฉลี่ย 2.43 ไร่/ครัวเรือน ต้นหมากอายุ เฉลี่ย 18.70 ปี มีลักษณะการปลูกหมากแบบสวนผสม โดยผลิตหมากแบบทะวาย โดยเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – พฤษภาคม เกษตรกรส่วนใหญ่เก็บเกี่ยวหมากแก่หรือหมากสงมีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่เก็บเกี่ยวหมากดิบหรือหมากสด โดยเก็บผลหมากร่วงใต้โคนต้นหมาก ใช้ไม้ไผ่ติดตะขอสอยผลหมาก และ ใช้คนปีนขึ้นไปเก็บผลหมากบนต้น ทั้งนี้เกษตรกรจำหน่ายผลผลิตหมากรูปหมากแห้ง จำหน่ายทั้งทะลาย และจำหน่ายหมากสด โดยจำหน่ายให้แก่พ่อค้าคนในตำบล

สำหรับประเด็นของปัจจัยการผลิต ผลผลิต และรายได้ นั้น พบว่า เกษตรกรมีต้นทุนทั้งหมดในการปลูกหมาก เฉลี่ย 3,807.22 บาท/ไร่/ปี โดยแบ่งเป็นต้นทุนผันแปร เฉลี่ย 3,732.15 บาท/ไร่/ปี ซึ่งส่วนใหญ่เป็นค่าจ้างเก็บเกี่ยวผลผลิตหมาก ค่าจ้างผลิตหมากแห้ง ค่าน้ำมันรถ ค่าปุ๋ยเคมี และค่าน้ำมันเครื่องตัดหญ้า และมีต้นทุนคงที่ทั้งหมด เฉลี่ย 75.07 บาท/ไร่/ปี ได้แก่ ค่ามีดพร้า ค่ากระสอบ และค่าเคียว ส่วนผลตอบแทนและกำไรจากการผลิตหมาก พบว่า เกษตรกรมีรายได้สุทธิจากการผลิตหมาก เฉลี่ย 10,722.02 บาท/ไร่/ปี และมีกำไรสุทธิ เฉลี่ย 10,646.95 บาท/ไร่/ปี

3. บทบาทของหมากในวิถีชุมชนเกษตร

3.1 บทบาทด้านไม้ใช้สอย

พบว่า บทบาทของหมากในวิถีชุมชนเกษตร ด้านไม้ใช้สอยอยู่ในระดับน้อยที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 1.30) มีเพียงประเด็นการปลูกหมากเป็นแนวเขตแดนเท่านั้นที่มีบทบาทในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.04) เมื่อพิจารณา เป็นรายข้อจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย พบว่า การปลูกหมากเป็นแนวเขตแดนให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด (ค่าเฉลี่ย = 3.04) รองลงมา คือ การใช้กาบหมากทำรถลากเป็นของเล่นสำหรับเด็กๆ (ค่าเฉลี่ย = 1.55) การใช้ต้นหมากทำตับจากมุงหลังคา (ค่าเฉลี่ย = 1.38) การใช้ต้นหมากก่อสร้างสะพานข้ามลำห้วย ลำคลอง (ค่าเฉลี่ย = 1.30) การใช้ต้นหมากก่อสร้างคอกสัตว์ (ค่าเฉลี่ย = 1.29) การใช้กาบใบหมากทำหมาตักน้ำ (ค่าเฉลี่ย = 1.22) การใช้ต้นหมากทำเฟอร์นิเจอร์ เช่น เตียงนอน แคร่ ฯลฯ ใช้ต้นหมากก่อสร้างรั้วบ้าน ใช้ต้นหมากสำหรับสร้างกระท่อม ใช้ต้นหมากสำหรับสร้างอุปกรณ์ไถ (คลาด แอกเทียมวัว ฯลฯ) ใช้กาบใบหมากทำเชือกมัด (ค่าเฉลี่ย = 1.20) การใช้กาบใบหมากทำปลอกมีด (ค่าเฉลี่ย = 1.19) การใช้ต้นหมากก่อสร้างที่อยู่อาศัย (ค่าเฉลี่ย = 1.16) การใช้ลำต้นหมากทำคานสำหรับแบกของ (ค่าเฉลี่ย = 1.15) การใช้ต้นหมากทำบันไดบ้าน ใช้กาบใบหมากทำพัดคลายร้อน (ค่าเฉลี่ย = 1.13) การใช้ทางหมากแห้งทำเสวียนสำหรับรองกระทะใบบัวขนาดใหญ่ (ค่าเฉลี่ย = 1.08) และการใช้เยื่อของกาบหมากลอกออกทำมวนบุหรี่ให้ค่าเฉลี่ยน้อยสุด (ค่าเฉลี่ย = 1.03) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับจิรวรรณ จั้งจิตเมธี (2539) ที่กล่าวว่า ลำต้นหมากสามารถนำมาทำเป็นเสาบ้าน เสารั้ว ฝา ทำสะพาน ใบใช้มุงหลังคา กาบโคน กาบใบทำปลอกมีด ทำพัด ทำเชือก เยื่อของกาบลอกออกมวนบุหรี่ และยังสอดคล้องกับธีรวัฒน์ ประหยัดทรัพย์ (2533) ที่กล่าวว่า หมากสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการทำเสาทำสะพาน ทำเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ มีการนำเอากาบใบไปทำปลอกมีดทำพัด นำจั่นหรือดอกหมากที่ยังอ่อนอยู่ใช้ทำอาหารเพื่อรับประทานกับน้ำพริกเป็นต้น และยังสอดคล้องกับศูนย์การสื่อสารนานาชาติแห่ง

จุฬาฯ (2554) ที่กล่าวว่า ส่วนต่างๆ ของหมากไม่ว่าจะเป็น ใบหมาก กาบหมาก กาบใบ และลำต้น สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ดังนี้ ใบหมากสามารถนำมาทำเป็นเสวียนขนาดใหญ่สำหรับรองรับกระทะใบบัวขนาดใหญ่ในขณะที่กวนน้ำตาลองุ่น กาบใบสามารถนำมาทำปลอกมีด รถลาก ทำเป็นที่จับกระทะเคี่ยวตาล กาบหมากสามารถนำมาทำพัดคลายร้อน และลำต้นสามารถนำมาทำ สะพาน เฟอร์นิเจอร์ ทำเสาตอม่อ ฟากสับ แม่บันได ลูกบันได ทำเชือก และเยื่อของกาบลอกออกมวนบุหรี่

3.2 บทบาทด้านเศรษฐกิจ

พบว่า บทบาทของหมากในชุมชนเกษตร ด้านเศรษฐกิจอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.10) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย พบว่า การปลูกหมากทำให้พื้นที่ที่มีอยู่เกิดประโยชน์สูงสุด (ค่าเฉลี่ย = 3.36) รองลงมาคือ การปลูกหมากทำให้แรงงานในครัวเรือนเกิดประโยชน์สูงสุด (ค่าเฉลี่ย = 3.29) การปลูกหมากทำให้เวลาว่างจากอาชีพหลักเกิดประโยชน์สูงสุด (ค่าเฉลี่ย = 3.25) การปลูกหมากทำให้ผู้สูงอายุในครัวเรือนมีงานทำ (ค่าเฉลี่ย = 3.16) รายได้จากการปลูกหมากช่วยให้มีการใช้จ่ายในชุมมากขึ้น(ค่าเฉลี่ย = 3.12) การปลูกหมากสามารถใช้วัสดุเศษเหลือ (เปลือกหมาก) ทำปุ๋ยหมักเพื่อลดต้นทุนการผลิตพืชของครัวเรือนได้ (ค่าเฉลี่ย = 2.79) และการปลูกหมากช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซื้อหมากกินของสมาชิกในครัวเรือนให้ค่าเฉลี่ยน้อยสุด (ค่าเฉลี่ย = 2.76) ตามลำดับ

3.3 บทบาทด้านยารักษาโรค

พบว่า บทบาทของหมากในชุมชนเกษตร ด้านยารักษาโรคอยู่ในระดับน้อยที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 1.15) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย พบว่า การใช้หมากรักษาโรคน้ำกัดเท้าให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด (ค่าเฉลี่ย = 1.31) รองลงมาคือ การใช้หมากเป็นยาสมานแผล (ค่าเฉลี่ย = 1.23) การใช้หมากเป็นยาทาแก้ผดผื่นคัน (ค่าเฉลี่ย = 1.21) การใช้หมากเป็นยาขับปัสสาวะ (ค่าเฉลี่ย = 1.20) การใช้หมากเป็นยาขับพิษ (ค่าเฉลี่ย = 1.13) การใช้หมากรักษาโรคหวัด (ค่าเฉลี่ย = 1.12) การใช้หมากรักษาอาการแผลเรื้อรัง (ค่าเฉลี่ย = 1.11) การใช้หมากรักษาโรคพยาธิใบไม้ในสัตว์เลี้ยง (หมู วัว) (ค่าเฉลี่ย = 1.10) การใช้หมากเป็นยาแก้อาการปากเปื่อย (ค่าเฉลี่ย = 1.09) และการใช้หมากเป็นยากำจัดหนอนเมื่อวัวควายมีบาดแผลและมีหนอนให้ค่าเฉลี่ยน้อยสุด (ค่าเฉลี่ย = 1.07) ตามลำดับ

3.4 บทบาทด้านการสร้างความสัมพันธ์

พบว่า บทบาทของหมากในชุมชนเกษตร ด้านการสร้างความสัมพันธ์ อยู่ในระดับน้อย (ค่าเฉลี่ย = 2.56) มีเพียงประเด็นการแบ่งผลหมากให้เพื่อนบ้านเท่านั้นที่มีบทบาทอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยของบทบาทเท่ากับ 3.51 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยบทบาทของหมากเป็นรายข้อจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย พบว่า การแบ่งบันผลหมากให้เพื่อนบ้านให้ค่าเฉลี่ยสูงสุด (ค่าเฉลี่ย = 3.51) รองลงมาคือ การใช้หมากสำหรับรองรับแขกที่ไปมาหาสู่ (ค่าเฉลี่ย = 2.96) การแบ่งบันผลหมากให้ชุมชนเพื่อใช้ในงานส่วนรวม (ค่าเฉลี่ย = 2.64) การแบ่งบันต้นหมากให้เพื่อนบ้านใช้สอย (ค่าเฉลี่ย = 2.14) เด็กๆ ในชุมชนใช้กาบหมากประดิษฐ์เป็นของเล่น เพื่อสร้างความสัมพันธ์กันในชุมชน (ค่าเฉลี่ย = 2.13) และการแบ่งบันต้นหมากให้ชุมชนเพื่อสาธารณะประโยชน์ให้ค่าเฉลี่ยน้อยสุด (ค่าเฉลี่ย = 1.99) ตามลำดับ

3.5 บทบาทด้านหมากกับความเชื่อทางไสยศาสตร์

พบว่า บทบาทของหมากในชุมชนเกษตร กับความเชื่อทางไสยศาสตร์ อยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.91) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเป็นรายข้อจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย พบว่า ใช้หมากในพิธีสะเดาะเคราะห์ (ค่าเฉลี่ย = 4.76) รองลงมาคือ ใช้หมากในพิธีขึ้นบ้านใหม่และใช้หมากในพิธีตั้งศาลพระภูมิ (ค่าเฉลี่ย = 4.32) ใช้หมากในพิธีขึ้นขันตั้ง (พิธีแสดงคาราวะแก่ครูของอาจารย์ผู้ประกอบพิธีการต่างๆ) (ค่าเฉลี่ย = 4.16) ใช้หมากในพิธีขึ้นเสาเอกบ้านเรือน (ค่าเฉลี่ย = 4.12) ใช้หมากในพิธีวางศิลาฤกษ์ (บวงสรวงเจ้าที่เจ้าทางและพระแม่ธรณี) (ค่าเฉลี่ย = 4.11) ใช้หมากในพิธีกรรมเพื่อรักษาโรค (ค่าเฉลี่ย = 3.80) ใช้หมากในพิธีทำขวัญเด็ก (ค่าเฉลี่ย = 3.01) ใช้หมากในพิธีตัดจุกให้ค่าเฉลี่ยน้อยสุด (ค่าเฉลี่ย = 2.59) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับจิรวรรณ ตั้งจิตเมธี (2539) ที่กล่าวว่า นับย้อนขึ้นไปราวห้าร้อยกว่าปี หมากยังใช้ในการทำเสน่ห์ ในลิลิต

พระลอ ซึ่งแต่งขึ้นในสมัยกรุงศรีอยุธยาตอนต้น ราว พ.ศ. 1991 – 2026 กล่าวถึงตอนที่พระปู่ช่วยพระเพื่อน พระแพง ทำเสน่ห์พระลอโดยใช้สลาเห็นว่า "ปู่จึงใช้สลา เดินเวหาไปสู่ แลนา ตกลงแลนา ปากหมากเสวยท่านให้ แลนา ครั้นท่านได้หยิบเสวย แลนา ทำให้หลงใหลทั้งสองนาง และสอดคล้องกับปิยวัฒน์ ธินะ (2549) ที่กล่าวว่า ประเพณีขึ้นขันตั้ง คือ พิธีแสดงคารวะแก่ครูของอาจารย์ผู้ประกอบพิธีการต่าง ๆ เพื่อบอกกล่าวแก่ครูในการที่จะใช้วิชาที่เรียนมา หรืออาจเชิญมาสถิตอยู่ด้วยเพื่อเพิ่มความศักดิ์สิทธิ์แก่การประกอบพิธีนั้น ขันตั้งสำหรับอาจารย์ดังกล่าวนี้จะเป็นอีกส่วนหนึ่งต่างหากมิใช่เครื่องบูชาในพิธีกรรมนั้น ๆ ขันตั้งมีหลายแบบ เครื่องที่ใช้บรรจุในขันตั้งหรือพานครูนั้นมีหลายแบบเช่นกัน ในพิธีบางแห่งอาจทำเครื่องสังเวยขนาดใหญ่หรือขนาดเล็กแล้วแต่ผู้ทำพิธี ซึ่งมักจะเป็นพระสงฆ์หรืออาจารย์ สำหรับเครื่องขึ้นขันตั้งเสวยขนาดเล็กทำกันทั่วไปสำหรับในครอบครัว โดยทั่วไปมีพานหรือกรวยดอกไม้ เทียนกรวยเบี้ย ผ้าขาว ผ้าแดง หมาก ช่อกล้วย อ้อย มะพร้าว ข้าวเปลือก ข้าวสาร เป็นต้น

3.6 บทบาทด้านประเพณี และวัฒนธรรม

พบว่า บทบาทของหมากในชุมชนเกษตร ด้านประเพณี และวัฒนธรรม อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.26) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเป็นรายข้อจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย พบว่า การใช้หมากเพื่อแต่งขันหมากในพิธีแต่งงานให้ค่าเฉลี่ยมากสุด (ค่าเฉลี่ย = 4.44) รองลงมาคือ การจัดหมากไว้เลี้ยงแขกที่มาในงานฌาปนกิจศพ (ค่าเฉลี่ย = 4.33) การใช้หมากเป็นส่วนหนึ่งในการสักการะพระอุปัชฌาย์ในพิธีบรรพชาอุปสมบท (ค่าเฉลี่ย = 4.31) การใช้หมากสำหรับรับรองเลี้ยงแขกในงานพิธีต่างๆ (ค่าเฉลี่ย = 4.30) การใช้มาในพิธีมัดตราสังข์ศพ (ค่าเฉลี่ย = 4.27) การใช้หมากถวายพระสงฆ์ในพิธีสวดพระอภิธรรมศพ (ค่าเฉลี่ย = 4.25) การใช้พนมหมากในพิธีบูชาพระรัตนตรัย (ค่าเฉลี่ย = 4.19) และการใช้หมากในการขอขมาเมื่อกระทำความผิดให้ค่าเฉลี่ยน้อยสุด (ค่าเฉลี่ย = 4.00) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับจิรวรรณ ตั้งจิตเมธี (2539) ที่กล่าวว่า ตามประเพณีของสังคมไทย เมื่อคน ๆ หนึ่งได้ดำเนินชีวิตมาจนกระทั่งถึงเวลาอันเหมาะสมสำหรับการเปลี่ยนแปลงสถานภาพและบทบาทแล้ว ก็จะจัดพิธีขึ้นเพื่อบอกกล่าว ขอความช่วยเหลือ ร่วมมือร่วมใจ และเห็นอกเห็นใจซึ่งกันและกัน พิธีเหล่านี้ ได้แก่ พิธีแต่งงาน อุปสมบท พิธีศพ และยังสอดคล้องกับปิยวัฒน์ ธินะ (2549) ที่กล่าวว่า ในสมัยของพ่อขุนรามคำแหงมหาราช เมื่อมีการออกพรรษา ก็ใช้หมากเข้าร่วมในพิธีด้วยเสมอ และมีหลักฐานที่ได้จารึกในหลักศิลาจารึกหลักที่ 1 ไว้ว่า "เมื่อออกพรรษากรานกฐินเดือนหนึ่งจึงแล้ว เมื่อกรานกฐินมีพนมเบี้ย พนมหมาก มีพนมดอกไม้ มีหมอนนั่งหมอนนอน **บริพารกฐิน โอยทานแล่ปีแล้ญิบล้าน**" หรืออยู่ประเพณีการแต่งงานก็จะต้องมีการแห่ขันหมากและจัดพานหมากไว้ในพิธีด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ยังมีการใช้ประโยชน์จากหมากในหลายลักษณะ เช่น ใช้เป็นของขบเคี้ยว เพื่อให้ฟันแข็งแรง หรือ ป้องกันฟันผุ ทำให้ปากแดงดูสวยงามสำหรับสุภาพสตรีซึ่งเชื่อกันเช่นนั้น

3.7 บทบาทด้านการแสดงเกียรติยศ

พบว่า บทบาทของหมากในชุมชนเกษตร ด้านการแสดงเกียรติยศ อยู่ในระดับน้อยที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 1.33) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเป็นรายข้อจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย พบว่า ใช้เครื่องหมากทำด้วยกระบะไม้ในการบ่งบอกฐานะให้ค่าเฉลี่ยมากสุด (ค่าเฉลี่ย = 1.38) รองลงมาคือ ใช้เครื่องหมากทำด้วยทองในการบ่งบอกถึงฐานะและใช้เครื่องหมากทำด้วยทองเหลืองในการบ่งบอกถึงฐานะ (ค่าเฉลี่ย = 1.32) และใช้เครื่องหมากทำด้วยเงินในการบ่งบอกถึงฐานะให้ค่าเฉลี่ยน้อยสุด (ค่าเฉลี่ย = 1.31) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ พยุง วงษ์น้อย (2530) ที่กล่าวว่าโดยปกติภาชนะใส่หมากพลูที่เป็นเครื่องยศ มักไม่ได้ใส่หมากพลูกินจริง ๆ เพราะเจ้าของถือว่าเป็นของสูง การได้รับพระราชทานถือเป็นเกียรติยศของตนเองและวงษ์ตระกูล มักจะใช้ภาชนะที่มีอยู่แล้วหรือสร้างขึ้นเลียนแบบของที่ใช้พระราชทาน เวลาเข้าเฝ้าหรือเดินทางไปในที่ต่าง ๆ ก็เตรียมเครื่องหมากพลูใส่ภาชนะอย่างอื่นไป และยังสอดคล้องกับจิรวรรณ ตั้งจิตเมธี (2539) ที่กล่าวว่า ในสมัยรัตนโกสินทร์ ช่วงรัชกาลที่ 4 – 5 นอกจากจะมีการพระราชทานเครื่องยศให้ฝ่ายหน้าแล้ว ยังมีการพระราชทานให้ฝ่ายในและสตรีที่ทำประโยชน์ให้ราชวงศ์และประเทศชาติด้วย ซึ่งล้วนเป็นเครื่องใช้ใส่หมากพลูทั้งสิ้น โดยเฉพาะเมื่อหมู่ชนชั้นสูง

ในสมัยรัชกาลที่ 5 เกิดความนิยมทำภาชนะเครื่องใช้ในการกินหมากด้วยวัสดุมีค่าราคาแพง ฝีมือประณีตมาอวดกัน และใช้เพื่อแสดงฐานะ ค่านิยมนี้ทำให้การพระราชทานภาชนะเครื่องใช้ในการกินหมากให้แก่ขุนนางและผู้ใกล้ชิด ทั้งชายและหญิง ฝ่ายหน้าและฝ่ายในตามลำดับยศศักดิ์ ฐานะและความดีความชอบเพื่อเป็นเกียรติยศแก่ผู้รับนั้น ได้กลายมาเป็นเครื่องแสดงยศโดยตรงในภายหลัง

4. บทบาทของหมากที่ส่งผลต่อวิถีชุมชนเกษตร

4.1 บทบาทด้านไม้ใช้สอย

ผลการทดสอบสมมุติฐาน พบว่า ค่าเฉลี่ยบทบาทของหมากในวิถีชุมชนเกษตรด้านไม้ใช้สอยไม่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) จึงยอมรับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าบทบาทของหมากด้านไม้ใช้สอยไม่ส่งผลต่อวิถีชุมชนเกษตรของเกษตรกร

4.2 บทบาทด้านเศรษฐกิจ

ผลการทดสอบสมมุติฐาน พบว่า ค่าเฉลี่ยบทบาทของหมากในวิถีชุมชนเกษตรด้านเศรษฐกิจไม่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) จึงยอมรับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าบทบาทของหมากด้านเศรษฐกิจไม่ส่งผลต่อวิถีชุมชนเกษตรของเกษตรกร

4.3 บทบาทด้านยารักษาโรค

ผลการทดสอบสมมุติฐาน พบว่า ค่าเฉลี่ยบทบาทของหมากในวิถีชุมชนเกษตรด้านยารักษาโรคไม่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) จึงยอมรับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าบทบาทของหมากด้านยารักษาโรคไม่ส่งผลต่อวิถีชุมชนเกษตรของเกษตรกร

4.4 บทบาทด้านการสร้างความสัมพันธ์

ผลการทดสอบสมมุติฐาน พบว่า ค่าเฉลี่ยบทบาทของหมากในวิถีชุมชนเกษตรด้านการสร้างความสัมพันธ์ไม่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) จึงยอมรับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าบทบาทของหมากด้านการสร้างความสัมพันธ์ไม่ส่งผลต่อวิถีชุมชนเกษตรของเกษตรกร

4.5 บทบาทด้านหมากกับความเชื่อทางไสยศาสตร์

ผลการทดสอบสมมุติฐาน พบว่า ค่าเฉลี่ยบทบาทของหมากในวิถีชุมชนเกษตรด้านหมากกับความเชื่อทางไสยศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) จึงปฏิเสธ สมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าบทบาทของหมากด้านหมากกับความเชื่อทางไสยศาสตร์ส่งผลต่อวิถีชุมชนเกษตร

4.6 บทบาทด้านประเพณี และวัฒนธรรม

ผลการทดสอบสมมุติฐาน พบว่า ค่าเฉลี่ยบทบาทของหมากในวิถีชุมชนเกษตรด้านประเพณี และวัฒนธรรมสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) จึงปฏิเสธสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าบทบาทของหมากด้านประเพณี และวัฒนธรรมส่งผลต่อวิถีชุมชนเกษตร

4.7 บทบาทด้านการแสดงเกียรติยศ

ผลการทดสอบสมมุติฐาน พบว่า ค่าเฉลี่ยบทบาทของหมากในวิถีชุมชนเกษตรด้านการแสดงเกียรติยศไม่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \geq 0.01$) จึงยอมรับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าบทบาทของหมากด้านการแสดงเกียรติยศไม่ส่งผลต่อวิถีชุมชนเกษตร

5. ปัญหา อุปสรรคในการประกอบอาชีพปลูกหมากของเกษตรกร
ได้แก่ หน้าหมากขึ้นราในช่วงฝนตก ราคาหมากแห้งตกต่ำและพ่อค้าคนกลางกดราคา พร้าบาดนิ้วขณะทำหมาก น้ำท่วมทำให้สร้างความเสียหายแก่ผลหมาก เช่น ผลหมากลอยน้ำหายไป เป็นต้น ซึ่งจากปัญหาดังกล่าวทำให้พบข้อเสนอแนะจากการวิจัยชิ้นนี้ คือ ควรสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกหมาก เครื่องอบหมากแห้ง เพื่อไม่ให้ผลผลิตหมากขึ้นราหรือเน่าเสียระหว่างช่วงการผลิตหรือในช่วงฤดูฝน

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาบทบาทของหมากในวิถีชุมชนเกษตร ตำบลน้ำตก อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราชนั้น เกษตรกรในพื้นที่มีการปลูกหมากเพื่อเป็นรายได้เสริมให้กับครัวเรือน มีลักษณะการปลูกหมากแบบสวนผสม โดยผลิตหมากแบบทะวาย เก็บเกี่ยวในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – พฤษภาคม เก็บเกี่ยวหมากแก่หรือหมากสง มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่เก็บเกี่ยวหมากดิบหรือหมากสด เกษตรกรจำหน่ายผลผลิตหมากรูปหมากแห้ง โดยจำหน่ายให้แก่พ่อค้าคนในตำบล โดยมีต้นทุนทั้งหมดในการปลูกหมาก เฉลี่ย 3,807.22 บาท/ไร่/ปี เกษตรกรมีรายได้สุทธิจาการผลิตหมาก เฉลี่ย 10,722.02 บาท/ไร่/ปี และมีกำไรสุทธิ เฉลี่ย 10,646.95 บาท/ไร่/ปี สำหรับบทบาทของหมากในวิถีชุมชนเกษตร ประกอบด้วย บทบาทของหมากในวิถีชุมชนเกษตร ด้านไม้ใช้สอย ด้านเศรษฐกิจ ด้านยารักษาโรค ด้านการสร้างความสัมพันธ์ ด้านหมากกับความเชื่อทางไสยศาสตร์ ด้านประเพณี และวัฒนธรรม และด้านการแสดงเกียรติยศ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาพัฒนาการเกษตรและธุรกิจเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (ไสใหญ่) ที่ให้ความอนุเคราะห์และช่วยเหลือในการทำวิจัยตลอดกระบวนการ

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพาณิชย์. 2559. แหล่งตลาดและมูลค่าการส่งออกหมากแห้งของไทย. แหล่งที่มา:http : //WWW .ops3.moc.go.th/infor/menucomth/stru1_export/export_topn _re/default.asp, 10 กุมภาพันธ์ 2560.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2559. ระบบสารสนเทศการผลิตทางการเกษตร. แหล่งที่มา:http://WWW. agriinfo.doae.go.th/ year 59/plant/rortor/ perennial/mak.pdf, 9 เมษายน 2560.

จิรวรรณ ตั้งจิตเมธี. 2539. บทบาทของหมากในสังคมไทย: ศึกษากรณีหมู่บ้านโคก ตำบลอู่ทอง อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี. ปริญญานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาวิทยาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. 2545. การใช้ SPSS เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล. สงขลา: ภาควิชาการประเมินผลและวิจัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ธีรวัฒน์ ประหยัดทรัพย์. 2533. หมากเพื่อการค้า. ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ปิยาวัฒน์ ธินะ. 2549. “การคงอยู่ของอาชีพการทำหมากในอำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่”, ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (สำเนา)

พยุง วงษ์น้อย. 2530. การศึกษาวัฒนธรรมประเพณีการกินหมากในสังคมไทย: ศึกษาเฉพาะกรณีเครื่องใช้ในการกินหมาก. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร. **ใน** จิรวรรณ ตั้งจิตเมธี. 2539. บทบาทของหมากในสังคมไทย :ศึกษากรณีหมู่บ้านโคก ตำบลอู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ศูนย์การสื่อสารนานาชาติแห่งจุฬาฯ. 2554. หมาก. แหล่งที่มา: http://WWW.chulapedia.chula.ac.th/index.php/, 22 เมษายน 2560.

อัตราพันธุกรรมและความก้าวหน้าในการคัดเลือก ของสายพันธุ์ถั่วฝักยาวลูกชั่วรุ่นที่ 3

Heritability and Genetic Advance in F_3- Lines of Yardlong Bean

ธันวา เกตุโอน[1*] ปราโมทย์ พรสุริยา[1] สุภาภรณ์ เอี่ยมเข่ง[1] และรุศมา มฤบดี[1]

Thanwa Keton[1*] Pramote Pornsuriya[1] Supaporn Ieamkheng[1] and Rusama Mareubodi[1]

บทคัดย่อ

ถั่วฝักยาวเป็นพืชผักที่สำคัญและมีการปลูกกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย มีคุณค่าทางโภชนาการโดยเป็นแหล่งของโปรตีน เกลือแร่และวิตามินจากการบริโภคฝักสด การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณค่าอัตราพันธุกรรมและความก้าวหน้าในการคัดเลือกในลักษณะทางพืชสวนและผลผลิตของสายพันธุ์ถั่วฝักยาวลูกชั่วรุ่นที่ 3 จำนวน 10 สายพันธุ์ ที่คัดเลือกจากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ทำ 2 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่ามีความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ ($P < 0.01$) ในทุกลักษณะที่ศึกษา มีผลผลิตต่อต้นตั้งแต่ 0.52 – 3.24 กก./ต้น และมีค่าเฉลี่ย 1.62 กก./ต้น อัตราพันธุกรรมอย่างกว้างในลักษณะความยาวฝัก ความกว้างฝัก น้ำหนักฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก และผลผลิตต่อต้น เท่ากับ 32.61, 43.42, 40.41, 32.95 และ 46.93 % ตามลำดับ โดยมีความก้าวหน้าในการคัดเลือกหากมีการคัดเลือกไว้ 10 % ของลักษณะความยาวฝัก ความกว้างฝัก น้ำหนักฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก และผลผลิตต่อต้น เท่ากับ 6.29, 16.73, 17.46, 6.96 และ 86.93 % ตามลำดับ และยังพบว่าลักษณะต้น (ความยาวต้น จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น และน้ำหนักสดต้น) และลักษณะฝัก (ความยาวฝัก ความกว้างฝัก น้ำหนักฝัก และจำนวนเมล็ดต่อฝัก) มีความสัมพันธ์ในทางบวกสูงต่อผลผลิตต่อต้น ($P < 0.01$) ดังนั้นจากการศึกษาพบว่ามีต้นและสายพันธุ์ที่โดดเด่นที่สามารถนำมาปลูกเพื่อคัดเลือกในรุ่นต่อไปได้

คำสำคัญ : ถั่วฝักยาว, อัตราพันธุกรรม, การคัดเลือก, ความก้าวหน้า

ABSTRACT

Yardlong bean is an important vegetable crop cultivated throughout Thailand, supplying the dietary protein, mineral and vitamin through the edible tender pods. The ten F_3-lines selected from a cross of 2 parental cultivars were laid out in a randomized complete block design with two replications in order to determine heritability and genetic advance for horticultural characters and yield of those lines. The results revealed that there were highly significant different ($P < 0.01$) for all studied characters among the F_3-lines. Yield per plant ranged from 0.52 – 3.24 kg/plant, and mean of 1.62 kg/plant. Broad-sense heritability estimates for pod length, pod width, pod weight, seed number per pod and yield per plant were 32.61, 43.42, 40.41, 32.95 and 46.93 %, respectively. Values for genetic advance as percentage of the mean were estimated at 10% selection intensity. Estimates of genetic advance for pod length, pod width, pod weight, seed number per pod and yield per plant were 6.29, 16.73, 17.46, 6.96 and 86.93 %, respectively. The study on correlations among characters revealed that there were highly significant correlations ($P < 0.01$) of yield/plant with plant characters (plant length, lateral branch/plant and fresh plant weight) and pod characters (pod length, pod width, pod weight and seeds/pod). From the study, there were promising plants and lines that could be selected for improvement in the next generation.

Keywords : yardlong bean, heritability, selection, gains

---

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี 20110

[1] Department of Plant Production Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Bangpra, Sriracha, Chonburi, Thailand, 20110

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): thanwamax@gmail.com

บทนำ

ถั่วฝักยาวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า **Vigna unguiculata** (L.) Walp. subsp. **sesquipedalis** (L.) Verdc. (Stephens, 2013; Porcher, 2007) อยู่ในวงศ์ Fabaceae (United States Department of Agriculture, 2007) เป็นพืชผักวงศ์ถั่ว ลักษณะลำต้นที่เป็นเถาเลื้อยมีมือจับ มีถิ่นกำเนิดในแถบแอฟริกาตะวันตก และมีการปลูกกันมากนานกว่า 4,000 ปี ในแถบนั้น ต่อมาได้กระจายไปยังอียิปต์ อาหรับ อินเดีย และหมู่เกาะอินดีสตะวันออก (Tindall, 1983) ปัจจุบันพบกระจายอยู่ทั่วไปในเขตร้อนและค่อนข้างร้อนและพบในแถบเอเชีย เช่น ประเทศไทย จีน โดยทั่วไปพบว่าถั่วฝักยาวเป็นพืชผักปลูกง่ายโตเร็วในดินแทบทุกชนิด การปลูกถั่วฝักยาวในประเทศไทยสามารถปลูกได้ทุกภาค และทุกฤดูกาลตลอดทั้งปี ถั่วฝักยาวเป็นพืชผักชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีคุณค่าทางอาหารสูง มีการปลูกถั่วฝักยาวเพื่อการจำหน่าย และบริโภคภายในประเทศ และยังส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ ในรูปสด แช่แข็ง และผักบรรจุกระป๋อง ถั่วฝักยาวมีพื้นที่ปลูกทั่วประเทศไทย 115,467 ไร่ ในปีการเพาะปลูก 2559 (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) และนอกจากถั่วฝักยาวเป็นผักที่มีคุณค่าทางอาหารแล้ว ยังพบว่าถั่วฝักยาวสามารถช่วยปรับปรุงดินให้ดีขึ้นด้วยเนื่องจากรากของถั่วฝักยาวสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาสะสมในรูปที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้ เกษตรกรในท้องถิ่นมีการคัดเลือกพันธุ์และเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ปลูกเองในพื้นที่เพื่อลดต้นทุนการผลิต (ร่วมจิตร, 2551) แต่พันธุ์ที่เก็บไว้ปลูกเองอาจมีทั้งลักษณะที่ดีและไม่ดี อีกทั้งการผลิตถั่วฝักยาวประสบปัญหาหลายประการเช่นผลผลิตต่ำเนื่องจากไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ปัญหาการเข้าทำลายของโรคและแมลง (กมล และคณะ, 2554) อีกทั้งในปัจจุบันได้มีการนำพันธุ์ถั่วฝักยาวการค้าอื่นๆ เข้ามาปลูกกันมาก จากการที่ถั่วฝักยาวเป็นพืชผสมตัวเอง ดังนั้นจึงมีความแปรปรวนของพันธุกรรมที่ค่อนข้างจำกัดอยู่ในพันธุ์นั้น ความแปรปรวนของประชากรพืชที่ใช้ในการคัดเลือกมีความสำคัญต่อนักปรับปรุงพันธุ์พืชที่จะสามารถใช้ประโยชน์จากความแปรปรวนเหล่านั้นในการคัดเลือก ความแปรปรวนของลักษณะหรือที่เรียกว่าความแปรปรวนของฟีโนไทป์ (phenotypic variation) ซึ่งจะมีมากหรือน้อยขึ้นกับความแปรปรวนทางพันธุกรรมหรือความแปรปรวนของจีโนไทป์ (genotypic variation) และความแปรปรวนของสภาพแวดล้อม โดยที่ความแปรปรวนของจีโนไทป์เป็นผลมาจากความแตกต่างทางพันธุกรรมของพืชแต่ละต้นในประชากรนั้น (Agrawal, 1998) นอกจากนั้นแล้ว การที่จะประสบความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ไม่ได้ขึ้นกับเพียงแต่ปริมาณของความแปรปรวนที่มีอยู่ในพืช แต่ยังขึ้นกับปริมาณของความแปรปรวนทางพันธุกรรมที่สามารถถ่ายทอดได้จากรุ่นพ่อแม่ไปยังรุ่นลูก (Bello **et al**., 2014) หรืออัตราพันธุกรรม ซึ่งจะมีผลต่อความก้าวหน้าในการคัดเลือก ดังนั้นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาว ก็คือการผสมข้ามกับพันธุ์อื่นๆ และเพื่อสร้างฐานพันธุกรรมให้กว้างเพื่อใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ต่อไป การทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบลักษณะและผลผลิตของสายพันธุ์ และเพื่อประเมินค่าอัตราพันธุกรรมและก้าวหน้าในการคัดเลือกของสายพันธุ์ถั่วฝักยาวในลูกชั่วรุ่นที่ 3 เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ถั่วฝักยาวต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

นำเมล็ดพันธุ์ชั่วรุ่นที่ 3 (10 F_3 families) จำนวน 10 สายพันธุ์ที่ได้จากคัดเลือกจากลูกผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์พ่อแม่ นำมาปลูกในแผนการทดลอง RCBD ทำ 2 ซ้ำ ปลูกแบบในแปลงแบบแถวคู่ ระยะแถว 0.75 เมตร ระยะต้น 1 เมตร จำนวน 1 ต้นต่อหลุม แบบสลับฟันปลาแล้วคลุมแปลงด้วยพลาสติก ขนาดแปลงย่อย 1 x 3 เมตร จำนวน 7 ต้น/แปลงย่อย ใส่ปุ๋ยสูตรสูตร 46-0-0 อัตรา 8 กรัมต่อหลุม (25 กิโลกรัมต่อไร่) เมื่ออายุ 17 วันหลังปลูก และใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 30 กรัมต่อหลุม (96 กิโลกรัมต่อไร่) แบ่งใส่ 2 ครั้ง คือรองก้นหลุมก่อนปลูก และเมื่ออายุ 30 วันหลังปลูก ปักค้างเป็นรูปกระโจม การให้น้ำโดยใช้บัวรดน้ำในระยะแรกที่หยอดเมล็ด หลังจากนั้นมีการให้น้ำแบบร่อง การบันทึกข้อมูลโดยการ

บันทึกเป็นรายต้นได้แก่ อายุดอกแรกบาน (วัน), ความยาวต้น (ซม.) , จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น, น้ำหนักสดต้น (ก.), ความยาวฝัก (ซม.), ความกว้างฝัก (ซม.), น้ำหนักต่อฝัก (ก.) จำนวนเมล็ดต่อฝัก (วัดและเฉลี่ยจาก 5 ฝักแรกของต้น) และผลผลิตต่อต้น (กก./ต้น) การวิเคราะห์ข้อมูลวิเคราะห์ผลทางสถิติ (statistical analysis) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลอง RCBD 10 ทรีตเมนต์ 2 ซ้ำ แบบมีตัวอย่างย่อย (ข้อมูลรายต้น) แบบหุ่นคงที่ (fixed model) (สุรพล, 2526) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) วิเคราะห์ผลทางพันธุกรรมโดยการนำค่า mean squares จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนมาประมาณค่าความแปรปรวนของจีโนไทป์ (σ^2_G) ความแปรปรวนของฟีโนไทป์ (σ^2_P) ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของจีโนไทป์ (genotypic coefficient of variation, GCV) ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของฟีโนไทป์ (phenotypic coefficient of variation, PCV) (Sharma, 2008) ประมาณค่าอัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง (heritability in broad sense, H^2_{bs}) (Falconer and Mackay, 1996) ประมาณค่าความก้าวหน้าในการคัดเลือก (genetic advance, GA) และความก้าวหน้าในการคัดเลือกเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย (genetic advance as percentage of the mean, GAM) (Allard, 1960) ถ้ามีการคัดเลือกไว้ 10 % ทำการทดลอง ณ บริเวณแปลงพืชผัก สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์บางพระ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่ ธันวาคม 2560 – กุมภาพันธ์ 2561

ผลและวิจารณ์ผล

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนและการเปรียบเทียบระหว่างสายพันธุ์

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่าทุกลักษณะที่ศึกษามีความแตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์ ($P < 0.01$) แสดงว่ามีความแปรปรวนของลักษณะที่จะทำให้นักปรับปรุงพันธุ์สามารถนำมาคัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะดังกล่าวในรุ่นต่อไปได้ (Singh and Narayanan, 2013) โดยมีผลการศึกษาในแต่ละลักษณะดังนี้

อายุดอกแรกบาน มีความแตกต่างกัน ($P < 0.01$) โดยที่สายพันธุ์ ป.1 ต.17 มีอายุดอกแรกบานนานที่สุดคือ 46.14 วัน และสายพันธุ์ ป.5 ต.13 มีอายุดอกแรกบานน้อยที่สุด 41.35 วัน (ตารางที่ 1)

ความยาวต้น มีความแตกต่างกัน ($P < 0.01$) โดยที่สายพันธุ์ ป.5 ต.13 มีความยาวต้นมากที่สุดคือ 318.50 ซม. รองลงมาคือพันธุ์ ป.5 ต.14 (302.21 ซม.) และสายพันธุ์ ป.1 ต.17 มีแนวโน้มให้ความยาวต้นน้อยที่สุดที่ 245.92 ซม. (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 อายุดอกแรกบาน ความยาวต้น จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น และน้ำหนักสดต่อต้น ของสายพันธุ์ ถั่วฝักยาวลูกชั่วรุ่นที่ 3 จำนวน 10 สายพันธุ์

สายพันธุ์ F_3	อายุดอกแรกบาน (วัน)	ความยาวต้น (ซม.)	จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น	น้ำหนักต้นสด/ต้น (ก.)
ป. 4 ต.13	42.42 bcd	299.64 ab	7.42 ab	660.00 d
ป. 5 ต. 1	43.35 bc	266.78 c	5.92 d	636.43 d
ป.2 ต.8	43.28 bc	285.64 bc	6.50 bcd	698.57 cd
ป.1 ต.17	46.14 a	245.92 d	4.07 e	482.14 e
ป.1 ต.22	42.78 bc	292.28 b	6.50 bcd	669.29 cd
ป.4 ต.33	43.71 b	280.21 cd	6.07 cd	618.57 d
ป.5 ต.14	42.64 bc	302.21 ab	6.71 bcd	744.29 bc

ป.3 ต.3	43.57 bc	301.85 ab	7.07 abc	792.14 ab
ป.5 ต.13	41.35 d	318.50 a	7.78 a	834.29 a
ป.5 ต.5	42.28 cd	299.64 ab	6.57 bcd	800.00 ab
F-test	**	**	**	**
CV. (%)	3.51	8.85	19.82	13.98

** หมายถึง แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่าเฉลี่ยในแนวสดมภ์ที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันที่ $DMRT_{0.05}$

ตารางที่ 2 ความยาวฝัก ความกว้างฝัก น้ำหนักฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก และผลผลิตต่อต้น ของสายพันธุ์ถั่วฝักยาวลูกชั่วรุ่นที่ 3 จำนวน 10 สายพันธุ์

สายพันธุ์ F_3	ความยาวฝัก (ซม.)	ความกว้างฝัก (ซม.)	น้ำหนักฝัก (ก.)	จำนวนเมล็ด/ฝัก	ผลผลิตต่อต้น (กก./ต้น)
ป.4 ต.13	55.84 a	0.708 a	27.257 a	18.45 a	1.945 ab
ป. 5 ต. 1	51.48 b	0.592 c	23.000 bc	16.58 d	1.295 c
ป.2 ต.8	54.32 ab	0.695 a	25.543 ab	16.83 cd	1.777 abc
ป.1 ต.17	52.05 b	0.611 bc	21.686 c	17.32 bcd	0.525 d
ป.1 ต.22	54.08 ab	0.678 ab	23.457 bc	17.37 bcd	1.469 bc
ป.4 ต.33	52.32 b	0.658 abc	24.943 abc	16.95 bc	1.652 abc
ป.5 ต.14	53.69 ab	0.660 abc	25.200 abc	17.48 bcd	1.756 abc
ป.3 ต.3	53.34 ab	0.640 abc	24.100 abc	17.75 ab	1.683 abc
ป.5 ต.13	55.92 a	0.698 a	25.314 ab	17.70 bac	2.059 a
ป.5 ต.5	54.12 ab	0.680 ab	25.400 ab	17.37 bcd	2.042 a
F-test	**	**	**	**	**
CV. (%)	6.71	12.54	16.94	6.03	38.37

** หมายถึง แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ค่าเฉลี่ยในแนวสดมภ์ที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันที่ $DMRT_{0.05}$

จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น มีความแตกต่างกัน ($P < 0.01$) โดยที่สายพันธุ์ ป.5 ต.13 มีจำนวนกิ่งแขนงต่อต้นมากที่สุด คือ 7.78 แขนงต่อต้น รองลงมาคือพันธุ์ ป.4 ต.13 (7.42 แขนงต่อต้น) และสายพันธุ์ ป.1 ต.17 มีแนวโน้มให้จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น น้อยที่สุดที่ 4.07 แขนงต่อต้น (ตารางที่ 1)

น้ำหนักต้นสดต่อต้น มีความแตกต่างกัน ($P < 0.01$) โดยที่สายพันธุ์ ป.5 ต.13 มีน้ำหนักต้นสดต่อต้นมากที่สุดคือ (800 ก.) รองลงมาคือพันธุ์ ป.5 ต.13 (834 ก.) และสายพันธุ์ ป.1 ต.17 มีแนวโน้มให้น้ำหนักต้นสดต่อต้น น้อยที่สุดที่ 482 ก. (ตารางที่ 1)

ความยาวฝัก มีความแตกต่างกัน ($P < 0.01$) โดยที่สายพันธุ์ ป.5 ต.13 มีความยาวฝักมากที่สุด (55.92 ซม.) รองลงมาคือสายพันธุ์ ป.5 ต.13 (55.84 ซม.) ซึ่งไม่แตกต่างกัน และสายพันธุ์ ป.5 ต.1 มีแนวโน้มให้ความยาวฝักน้อยที่สุดที่ 51.48 ซม. (ตารางที่ 2)

ความกว้างฝัก มีความแตกต่างกัน ($P < 0.01$) โดยที่สายพันธุ์ ป.4 ต.13 มีความกว้างฝักมากที่สุดที่ (0.708 ซม.) รองลงมาคือสายพันธุ์ ป.5 ต.13 (0.698 ซม.) และสายพันธุ์ ป.2 ต.8 (0.695 ซม.) ซึ่งไม่แตกต่างกัน โดยที่สายพันธุ์ ป.5 ต.1 มีแนวโน้มให้ความกว้างฝักน้อยที่สุดที่ 0.592 ซม. (ตารางที่ 2)

น้ำหนักฝัก มีความแตกต่างกัน ($P < 0.01$) โดยที่สายพันธุ์ ป.4 ต.13 มีน้ำหนักฝักมากที่สุด (27.257 ก.) รองลงมาคือสายพันธุ์ ป.2 ต.8 (25.543 ก.) โดยที่สายพันธุ์ ป.1 ต.17 มีแนวโน้มให้น้ำหนักฝักน้อยที่สุดคือ 21.686 ก. (ตารางที่ 2)
จำนวนเมล็ดต่อฝัก มีความแตกต่างกัน ($P < 0.01$) โดยที่สายพันธุ์ ป.4 ต.13 มีจำนวนเมล็ดต่อฝักมากที่สุดที่ 18.45 เมล็ดต่อฝัก รองลงมาคือสายพันธุ์ ป.3 ต.3 (17.75 เมล็ดต่อฝัก) โดยที่สายพันธุ์ ป.5 ต.1 มีแนวโน้มให้จำนวนเมล็ดต่อฝักน้อยที่สุด (16.58 เมล็ดต่อฝัก) (ตารางที่ 2)

ผลผลิตต่อต้น มีความแตกต่างกัน ($P < 0.01$) โดยที่สายพันธุ์ ป.5 ต.13 มีผลผลิตต่อต้นมากที่สุดที่ 2.059 กก. รองลงมาคือสายพันธุ์ ป.5 ต.5 (2.042 กก.) ซึ่งไม่แตกต่างกัน โดยที่สายพันธุ์ ป.1 ต.17 ให้ผลผลิตต่อต้นน้อยที่สุด (0.525 กก.) (ตารางที่ 2)

ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม

ความแปรปรวนทางพันธุกรรม การประเมินค่าความแปรปรวนของจีโนไทป์ (σ^2_G) ความแปรปรวนของฟีโนไทป์ (σ^2_P) ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของจีโนไทป์ (GCV) และค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของฟีโนไทป์ (PCV) ของลักษณะต่างๆ ดังแสดงในที่ 3 และ 4 เมื่อเปรียบเทียบความแปรปรวนระหว่างลักษณะจากค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนซึ่งเป็นค่าที่ปรับให้เป็นหน่วยเดียวกัน (%) พบว่าลักษณะความยาวฝักมีค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของจีโนไทป์และฟีโนไทป์ต่ำสุด (6.29 และ 11.02 % ตามลำดับ) และผลผลิตต่อต้นมีค่าสูงสุด (72.51 และ 105.84 % ตามลำดับ) โดยที่ค่า GCV และ PCV มีค่าสูงกว่า 20 % จัดว่ามีค่าสูง ถ้ามีค่าตั้งแต่ 10 – 20 % จัดว่ามีค่าปานกลาง และถ้ามีค่าต่ำกว่า 10 % จัดว่ามีค่าต่ำ (Deshmukh **et al**., 1986) ดังนั้นลักษณะผลผลิตต่อต้น จึงมีค่า GCV สูง แสดงว่ามีความแปรปรวนทางพันธุกรรมของผลผลิตที่มีประโยชน์ต่อการคัดเลือก ซึ่งอาจจะส่งผลทำให้การคัดเลือกมีความก้าวหน้าสูงได้ ส่วนลักษณะความยาวต้น จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น น้ำหนักสดต่อต้น ความกว้างฝัก น้ำหนักฝัก และผลผลิตต่อต้น มีค่า PCV สูง แสดงว่ามีความแปรปรวนของลักษณะที่สูง สอดคล้องกับการศึกษาในถั่วพุ่ม 22 จีโนไทป์ ซึ่งพบว่ามีค่า GCV และ PCV สูง ในลักษณะความยาวฝัก เส้นรอบวงฝัก น้ำหนักฝัก จำนวนฝักต่อต้น และผลผลิตต่อต้น (Vavilapalli **et al**., 2013) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่า PCV สูงกว่า GCV ในทุกลักษณะ โดยในลักษณะใดที่มีค่า GCV สูง เมื่อเทียบกับค่า PCV แสดงว่าผลทางพันธุกรรมมีอิทธิพลสูงต่อการแสดงออกของฟีโนไทป์ของลักษณะดังกล่าว

อัตราพันธุกรรม การประมาณค่าอัตราพันธุกรรมอย่างกว้างของลักษณะพบว่ามีค่าตั้งแต่ 32.61 % ของลักษณะความยาวฝัก จนถึง 48.21 % ของลักษณะอายุดอกแรกบาน โดยที่ค่าอัตราพันธุกรรม 80 %ขึ้นไป จัดว่ามีค่าสูงมาก ถ้ามีค่าตั้งแต่ 60 – 79 % จัดว่ามีค่าสูงปานกลาง ถ้ามีค่าตั้งแต่ 40 – 59 % จัดว่ามีค่าปานกลาง และถ้ามีค่าต่ำกว่า 40 % จัดว่ามีค่าต่ำ (Singh, 2001) ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะส่วนใหญ่มีค่าปานกลาง (ตารางที่ 3 และ 4) ซึ่งแตกต่างจากการทดลองของ Rambabu **et al**. (2016) ซึ่งพบว่าอัตราพันธุกรรมอย่างกว้างในลักษณะต่างๆ ของถั่วฝักยาวมีค่าสูง ทั้งนี้อัตราพันธุกรรมที่ได้มีค่าแตกต่างกันขึ้นกับประชากรพื้นฐานที่ศึกษาและสภาพแวดล้อมของการทดลอง โดยที่ค่าอัตราพันธุกรรมเป็นค่าที่บ่งบอกถึงอัตราส่วนของความแปรปรวนทางพันธุกรรมต่อความแปรปรวนทั้งหมดของลักษณะนั้นๆ ซึ่งจะมีประโยชน์ในการทำนายความก้าวหน้าที่จะได้รับจากกระบวนการคัดเลือก

ตารางที่ 3 ความแปรปรวนของจีโนไทป์ (σ^2_G) ความแปรปรวนของฟีโนไทป์ (σ^2_P) ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของจีโนไทป์ (GCV) ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของฟีโนไทป์ (PCV) ค่าอัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง (H^2_{bs}) ค่าความก้าวหน้าในการคัดเลือก (GA) และความก้าวหน้าในการคัดเลือกเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย (GAM) ในลักษณะต้นของสายพันธุ์ถั่วฝักยาวลูกชั่วรุ่นที่ 3 จำนวน 10 สายพันธุ์

ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม	อายุดอกแรกบาน (วัน)	ความยาวต้น (ซม.)	จำนวนกิ่งแขนง/ต้น	น้ำหนักต้นสด/ต้น (ก.)
Range*	40 – 48	180 - 350	3 – 11	350 – 920
Mean ± S.E.*	43.16 ± 0.17	289.27 ± 3.10	6.46 ± 0.15	693.57 ± 14.44
σ^2_G	10.92	2,875.12	6.94	73,515.66
σ^2_P	22.65	6,187.21	14.73	156,901.01
GCV (%)	7.66	18.54	40.75	39.09
PCV (%)	11.03	27.19	59.38	57.11
H^2_{bs} (%)	48.21	46.47	47.09	46.85
GA	4.01	63.97	3.16	324.79
GAM (%)	9.30	22.11	48.94	46.83

* จากข้อมูลรายต้น

ความก้าวหน้าในการคัดเลือก เป็นค่าที่ประเมินหรือทำนายผลจากการคัดเลือกที่จะได้รับในรุ่นต่อไป จากการศึกษาพบว่าความก้าวหน้าในการคัดเลือก (GA) ในลักษณะฝัก ได้แก่ ความยาวฝัก ความกว้างฝัก น้ำหนักฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก และผลผลิตต่อต้น คือ 3.38 ซม., 0.11 ซม., 4.29 ก., 1.21 เมล็ดต่อฝัก และ 1.41 กก./ต้น ตามลำดับ นั่นคือถ้ามีการคัดเลือกจากประชากรรุ่นนี้ไว้ 10 % ในรุ่นต่อไปคาดว่าจะมีความยาวฝัก 57.10 ซม. ความกว้างฝัก 0.77 ซม. น้ำหนักฝัก 28.88 ก. จำนวนเมล็ดต่อฝัก 18.59 เมล็ดต่อฝัก และผลผลิตฝักสด 3.03 กก./ต้น โดยความก้าวหน้าในการคัดเลือกเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย (GAM) เท่ากับ 6.29, 16.73, 17.46, 6.96 และ 86.93 % ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ 4) อย่างไรก็ตามการประมาณความก้าวหน้าในการคัดเลือกในการศึกษาครั้งนี้เป็นการประมาณการภายใต้สมมติฐานที่ว่าการแสดงออกของลักษณะมีผลของยีนที่ไม่เป็นแบบบวกน้อย เนื่องจากเป็นการประมาณค่าจากอัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง ซึ่งความแปรปรวนทางพันธุกรรมเป็นผลมาจากทั้งความแปรปรวนเนื่องจากทั้งยีนที่เป็นแบบบวกและไม่เป็นแบบบวก (Singh and Narayanan, 2013) ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์เบื้องต้นในการคัดเลือกลักษณะของโปรแกรมปรับปรุงพันธุ์

ตารางที่ 4 ความแปรปรวนของจีโนไทป์ (σ^2_G) ความแปรปรวนของฟีโนไทป์ (σ^2_P) ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของจีโนไทป์ (GCV) ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของฟีโนไทป์ (PCV) ค่าอัตราพันธุกรรมอย่างกว้าง (H^2_{bs}) ค่าความก้าวหน้าในการคัดเลือก (GA) และความก้าวหน้าในการคัดเลือกเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย (GAM) ในลักษณะฝักและผลผลิตของสายพันธุ์ถั่วฝักยาวลูกชั่วรุ่นที่ 3 จำนวน 10 สายพันธุ์

ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม	ความยาวฝัก (ซม.)	ความกว้างฝัก (ซม.)	น้ำหนักฝัก (ก.)	จำนวนเมล็ด/ฝัก	ผลผลิตต่อต้น (กก./ต้น)
Range*	39.82 – 60.70	0.46 – 0.86	14.00 – 36.00	13.83 – 21.60	0.30 – 3.24
Mean ± S.E.*	53.72 ± 0.36	0.66 ± 0.01	24.59 ± 0.38	17.38 ± 0.12	1.62 ± 0.07

σ^2_G	11.43	0.009	14.90	1.45	1.38
σ^2_P	35.05	0.021	36.87	4.40	2.94
GCV (%)	6.29	14.51	15.70	6.93	72.51
PCV (%)	11.02	22.02	24.69	12.08	105.84
H^2_{bs} (%)	32.61	43.42	40.41	32.95	46.93
GA	3.38	0.11	4.29	1.21	1.41
GAM (%)	6.29	16.73	17.46	6.96	86.93

* จากข้อมูลรายต้น

สหสัมพันธ์ของลักษณะ

ในการคัดเลือกลักษณะผลผลิตโดยทั่วไปแล้วจะมีลักษณะอื่นๆ มาเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับผลผลิต โดยเฉพาะลักษณะองค์ประกอบของผลผลิต จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าลักษณะต้น (ความยาวต้น จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น และน้ำหนักสดต้น) และลักษณะฝัก (ความยาวฝัก ความกว้างฝัก น้ำหนักฝัก และจำนวนเมล็ดต่อฝัก) มีความสัมพันธ์ในทางบวกสูงต่อผลผลิตต่อต้น ($P < 0.01$) (ตารางที่ 5) ทั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ ชัยวัต และคณะ (2554) ที่พบว่าจำนวนกิ่งแขนงต่อต้นมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิตต่อพื้นที่ และ อภิญดา และปราโมทย์ (2557) ซึ่งรายงานว่าความยาวฝักมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลผลิตฝักดีต่อไร่ สหสัมพันธ์ของลักษณะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกโดยทางอ้อมของลักษณะที่ทำการคัดเลือกโดยตรงได้ยากได้

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของลักษณะของสายพันธุ์ถั่วฝักยาวลูกชั่วรุ่นที่ 3 จำนวน 10 สายพันธุ์

ลักษณะ	(1) อายุดอกแรกบาน (วัน)	(2) ความยาวต้น (ซม.)	(3) จำนวนแขนง /ต้น	(4) น้ำหนักสดต้น (ก./ต้น)	(5) ความยาวฝัก (ซม.)	(6) ความกว้างฝัก (ซม.)	(7) น้ำหนักฝัก (ก.)	(8) จำนวนเมล็ด/ฝัก	(9) ผลผลิต (กก./ต้น)
(1)	1	-0.67**	-0.64**	-0.59**	-0.44**	-0.43**	-0.40**	-0.40**	-0.67**
(2)		1	0.83**	0.83**	0.54**	0.44**	0.44**	0.58**	0.81**
(3)			1	0.80**	0.54**	0.43**	0.48**	0.48**	0.81**
(4)				1	0.47**	0.34**	0.40**	0.48**	0.81**
(5)					1	0.80**	0.73**	0.49**	0.68**
(6)						1	0.78**	0.37**	0.64**
(7)							1	0.31**	0.76**
(8)								1	0.50**
(9)									1

**สหสัมพันธ์มีนัยสำคัญที่ระดับ $P < 0.01$

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลการทดลองพบว่าสายพันธุ์ของลูกชั่วรุ่นที่ 3 ของถั่วฝักยาวมีความแตกต่างกัน ($P < 0.01$) ในทุกลักษณะที่ศึกษา โดยสายพันธุ์มีผลผลิตต่อต้นตั้งแต่ 0.52 – 3.24 กก./ต้น และมีค่าเฉลี่ย 1.62 กก./ต้น อัตราพันธุกรรมอย่างกว้างในลักษณะความยาวฝัก ความกว้างฝัก น้ำหนักฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก และผลผลิตต่อต้น เท่ากับ 32.61, 43.42, 40.41, 32.95 และ 46.93 % ตามลำดับ โดยมีความก้าวหน้าในการคัดเลือกหากมีการคัดเลือกไว้ 10 % ของลักษณะความยาวฝัก ความกว้างฝัก น้ำหนักฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก และผลผลิตต่อต้น เท่ากับ 6.29, 16.73, 17.46, 6.96 และ 86.93 % ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ในระดับปริญญาโท ซึ่งการทดลองในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความร่วมมือของบุคคลหลายท่านจึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ ขอขอบคุณ ท่าน อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำปรึกษาแนะนำตั้งแต่กระบวนการวางแผนทดลองและปรับปรุงแก้ไข และ ขอขอบคุณบุคลากรในสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกที่ได้ให้การอนุเคราะห์พื้นที่ทำงานวิจัยวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณครอบครัวที่สนับสนุนการศึกษามาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

กมล เลิศรัตน์, อรสา ดิสถาพร, สุชีลา เตชะวงค์เสถียร และวีระ ภาคอุทัย. 2554. ผักในประเทศไทย: สถานภาพของการผลิต การตลาด และวิจัย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2560. ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านเกษตร online. Available Source: http://production. doae.go.th/report/report_main2 .php?report_type=1. 29 เมษายน 2561.

ชัยวัต อินทรณรงค์, ปราโมทย์ พรสุริยา, พรทิพย์ พรสุริยา และ สรรลาภ สงวนดีกุล. 2554. อิทธิพลของลักษณะทางพืชสวนที่มีต่อผลผลิตถั่วฝักยาว, น. 144-151. **ใน** รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, ชลบุรี.

ร่วมจิตร นกเขา. 2551. การผลิตเมล็ดพันธุ์และฝักสดถั่วฝักยาวภายใต้ระบบเกษตรอินทรีย์. วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

สุรพล อุปดิสกุล. 2526. สถิติการวางแผนการทดลอง เล่ม 1. แอ๊สเสทการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

อภิญดา ก่านหงส์ และ ปราโมทย์ พรสุริยา. การประเมินผลผลิตถั่วฝักยาว 40 สายพันธุ์. แก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 1: 634-640.

Agrawal, R. L. 1998. Fundamentals of Plant Breeding and Hybrid Seed Production. Science Publishers, Inc., New Hampshire.

Allard, R.W. 1960. Principles of Plant Breeding. John Weiley & Sons Inc., New York.

Bello, O.B., S.a. Ige, M.A. Azeez, M.S. Afolabi, S.Y. Abdulmaliq and J. Mahamood. 2012. Heritability and genetic advance for grain yield and its component character in maize (**Zea mays** L.) International Journal of Plant Research 2: 138-145.

Deshmukh, S.N., M.S. Basu and P.S. Reddy. 1986. Genetic variability, character association and path analysis of quantitative traits in Virginia bunch varieties of ground nut. Indian Journal of Agriculture Science 56: 816-821.

Falconer, D.S. and T.F.C. Mackay. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. 4th Edition, Addison Wesley Longman, Harlow.

Porcher, M. H. 2007. Sorting Vigna names. The University of Melbourne. Available Source: http://www.plantnames.unimelb.edu.au/Sorting/Vigna.html. March 10, 2007.

Rambabu, E., K. Ravinder Reddy, V. Kamala, P. Saidaiah and S.R. Pandravada. 2016. Genetic variability and heritability for quality, yield and yield components in yardlong bean (Vigna unguiculata (L.) Walp. ssp. sesquipedalis Verdc.). **Green Farming** 7: 311-315.

Sharma, J.R. 2008. Statistical and Biometrical Techniques in Plant Breeding. New Age International Publishers,New Delhi.

Singh, B. 2001. Plant Breeding: Principles and Methods, 6th ed. Kalyani Publishers, New Delhi.

Singh, P. and S.S. Narayanan. 2013. Biometrical Techniques in Plant Breeding (5th ed.). Kalyani Publishers, New Delhi.

Stephens, J. M. 2013. Bean, Yard-Long – **Vigna unguiculata** subsp. **sesquipedalis** (L.) Verdc. University of Florida IFAS Extension, Publication #HS562. Available Source: http://www.edis.ifas.ufl.edu/MV029. November 21, 2013

Tindall,H. D. 1983. World Vegetable Growing in the Tropics. Macmillan Education Ltd. HongKong.

United States Department of Agriculture. 2007. **Vigna unguiculata** (L.) Walp. subsp. **sesquipedalis** (L.) Verdc. Available Source: http://www.ars-grin.gov/cgi- bin/npgs/html/taxon.pl? 41646. March 10, 2007.

Vavilapalli, S., V.A. Celine, S. Duggi, S. Padakipatil and S. Magadum. 2013. Genetic variability and heritability studies in bush cowpea (**Vigna unguiculata** (L.) Walp.). Legume Genomics and Genetics 4: 27-31.

การศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์ของเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรด ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี

The Study of Logistics Costs for Pineapples Farmers in Phetchaburi Province

สุจรรยา แก้วพรายตา[1*]

Sujanya Kaewprayta[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์ของเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งภายในจังหวัดเพชรบุรีมีพื้นที่ที่ปลูกสับปะรดเป็นจำนวนมากประกอบด้วย 3 อำเภอ คือ อำเภอหนองหญ้าปล้อง อำเภอแก่งกระจาน และอำเภอเขาย้อย โดยงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นไปที่ต้นทุนโลจิสติกส์ ในแต่ละกิจกรรมของการปลูกสับปะรด เพื่อให้ทราบโครงสร้างต้นทุนที่เกิดขึ้น ซึ่งมีผลเกี่ยวเนื่องกับผลตอบแทนที่ได้รับและจะนำไปสู่แนวทางการลดต้นทุนทางโลจิสติกส์ โดยผู้วิจัยจะใช้ข้อมูลในปี 2559 ถึงปัจจุบันในการทำการวิจัย ผลการศึกษาพบว่า ต้นทุนโลจิสติกส์ตั้งแต่การเลือกพื้นที่ปลูกสับปะรดไปจนถึงการจำหน่ายสับปะรดคิดเป็นร้อยละ 18 ของมูลค่าขายสับปะรด โดยสามารถแบ่งต้นทุนทางโลจิสติกส์ได้เป็น 7 ส่วน คือ ต้นทุนในการเลือกพื้นที่ในการปลูกสับปะรด ต้นทุนในการจัดหาและคัดเลือกหน่อพันธุ์สับปะรดสำหรับใช้เพาะปลูก ต้นทุนในการปลูกสับปะรด ต้นทุนในการดูแลและบำรุงสับปะรด ต้นทุนในการเก็บเกี่ยวผลสับปะรด ต้นทุนในการจัดจำหน่ายสับปะรด และต้นทุนในการจัดการพื้นที่ปลูกภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยแนวทางในการลดต้นทุนทางโลจิสติกส์สามารถดำเนินการได้โดยเริ่มตั้งแต่การเลือกพื้นปลูกให้ใกล้พื้นที่เพาะปลูกสับปะรดและใกล้เคียงโรงงานแปรรูปสับปะรด ตลอดจนการจัดตั้งกลุ่มเกษตรกรเพื่อกระจายสินค้าเพื่อลดการกดราคาของพ่อค้าคนกลาง ซึ่งงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการที่เกษตรกรจำหน่ายสับปะรดให้โรงงานแปรรูปสับปะรดโดยตรงมีต้นทุนสูงกว่าการจำหน่ายให้กับแผงรับซื้อสับปะรด 13,500 บาท อันเนื่องมาจากมีต้นทุนในการขนส่งสับปะรดไปยังโรงงานแปรรูปสับปะรดที่สูง แต่ได้รับผลตอบแทนสูงกว่าการจำหน่ายให้กับแผงรับซื้อสับปะรดถึง 60,000 บาท จึงสามารถสรุปได้ว่าเกษตรกรควรจำหน่ายสับปะรดให้กับโรงงานแปรรูปสับปะรดโดยตรงเนื่องจากได้รับผลตอบแทนที่สูงกว่าการจำหน่ายสับปะรดให้กับแผงรับซื้อสับปะรด

คำสำคัญ : ต้นทุนโลจิสติกส์, สับปะรด, ต้นทุนกิจกรรม

ABSTRACT

The objectives of this research were to know the logistics management cost of pineapples farmers in Phetchaburi Province. In Phetchaburi Province is a lot of pineapple plant consists of 3 districts is Nong Ya Plong District, Kaeng Krachan District and Khao Yoi District. This research is focus on the logistic costs of each pineapple plant activity to know the cost structure. This has the effect of an investment on the return and will lead to reduce logistics costs. Researcher use the data in 2016 to present. The study indicate that logistic costs ranging from selection the plant area to pineapple distribution amount 18 percent of pineapple sales. Logistic costs can be divide into 7 parts constitute cost of selecting the area, cost of buying pineapple seedling, cost of pineapple implant, cost of pineapple guarding, cost of pineapple harvest, cost of moving the product to distribution and cost of management pineapple plant area after harvest.. To reduce logistics costs can be begin by selecting the location plant near the pineapple plant area and near pineapple factory. Including a farmers group to distribution center setting.

Keywords: Logistic costs, Pineapple, Activity cost

---

[1] สาขาการจัดการโลจิสติกส์ วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ตำบลคลองโยง อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

[1] Department of Logistics Management, College of Logistics and Supply Chain, Suansunandha Rajabhat University, Khlong Yong Sub-district, Phutthamonthon District, Nakhon Pathom Province 73170, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : sujanya.taii@gmail.com

บทนำ

สับปะรดเป็นไม้ผลที่มีลักษณะเป็นพืชล้มลุกซึ่งมีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกาใต้ ในประเทศไทยสับปะรดมีชื่อพื้นเมืองแตกต่างกันออกไปในแต่ละท้องถิ่น สับปะรดสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนปนลูกรังในบริเวณที่ลาดเชิงเขาที่มีอากาศค่อนข้างร้อน แต่ก็ต้องได้รับน้ำฝนที่มีปริมานเพียงพอและสม่ำเสมอตลอดปี สับปะรดสามารถขยายพันธุ์ได้โดยใช้หน่อพันธุ์และจุกของลูกสับปะรด แต่การขยายพันธุ์โดยใช้หน่อพันธุ์เป็นที่นิยมมากกว่าเนื่องจากสามารถเจริญเติบโตได้เร็ว โดยหน่อพันธุ์สับปะรดมีความสูงประมาน 80-100 เซนติเมตร ซึ่งสับปะรดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้ให้กับประเทศไทยประมาณปีละ 23,000-25,000 ล้านบาท โดยมีผลิตภัณฑ์ส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ สับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรด คิดเป็นร้อยละ 45 ของมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ผลไม้แปรรูป โดยไทยเป็นประเทศผู้ส่งออกสับปะรดกระป๋องเป็นอันดับ 1 ของโลก มีส่วนแบ่งการตลาดประมาณร้อยละ 50 ซึ่งมีตลาดส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และตะวันออกกลาง นอกจากนี้แล้วอุตสาหกรรมสับปะรดยังมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจทั้งในระดับมหภาค และระดับไร่นา นั่นก็คือในระดับมหภาคถือเป็นอุตสาหกรรมเกษตรที่สร้างมูลค่าเพิ่มจากการใช้วัตถุดิบภายในประเทศ รวมทั้งเป็นอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดการจ้างแรงงานเป็นจำนวนมาก เนื่องจากกระบวนการผลิตหลายขั้นตอนไม่สามารถใช้เครื่องจักรแทนแรงงานได้ สำหรับในระดับไร่นานั้นสามารถกล่าวได้ว่าอุตสาหกรรมสับปะรดมีส่วนสำคัญในการเสริมสร้างรายได้ให้ภาคการเกษตร โดยเป็นอุตสาหกรรมที่เชื่อมโยงภาคการผลิตด้านการเกษตร กับภาคอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม เป็นแหล่งรองรับผลผลิตของเกษตรกรปีละ 1.80-2.00 ล้านตัน ของผลผลิตทั้งหมด (ผลผลิตที่เหลือประมาณร้อยละ 20 ใช้ในรูปสับปะรดบริโภคสดภายในประเทศและส่งออก) ดังนั้นการพัฒนาอุตสาหกรรมสับปะรดอย่างครบวงจร จึงทำให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก โดยจำนวนเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดมีการขยายตัวอย่างมากจากประมาณ 12,000 ครัวเรือน ในปี 2510 เป็น 43,420 ครัวเรือน ในปี 2555 และปัจจุบันมีโรงงานแปรรูปสับปะรดจำนวน 32 โรงงาน อีกทั้งพบว่าสับปะรดมีพื้นที่เพาะปลูกจำนวนมากในจังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์และราชบุรี ในปัจจุบันพบว่าจังหวัดเพชรบุรีมีพื้นที่ปลูกสับปะรดเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาข้อมูลจากเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี

ในการจำหน่ายสับปะรดนั้น ราคาในแต่ละปีจะไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับความต้องการซื้อของตลาดและ ความต้องการขายผลผลิตของเกษตรกร อีกทั้งยังรวมถึงสภาพเศรษฐกิจและสภาพคล่องต่าง ๆ ในแต่ละปี แม้ราคาจำหน่ายผลผลิตในแต่ละปีจะไม่เท่ากัน แต่ต้นทุนในการเพาะปลูกสับปะรดนั้นคงที่และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ อันเนื่องมาจากทั้งต้นทุนค่าแรงงานที่เพิ่มขึ้นตามค่าแรงขั้นต่ำ ต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีและอาหารเสริมพืช ต้นทุนค่าเชื้อเพลิงต่าง ๆ ทั้งในการฉีดยาใส่ปุ๋ย และการนำผลผลิตไปจัดจำหน่าย ฯลฯ แต่เกษตรกรจำนวนมากยังขาดการเปรียบเทียบต้นทุนที่เกิดขึ้น ไม่เพียงเท่านั้นเกษตรกรที่ปลูกสับปะรดในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตเพื่อจะนำส่งเข้าไปในโรงงานแปรรูปแล้วกลับพบว่าในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรีไม่มีโรงงานแปรรูปสับปะรด จำเป็นต้องส่งผลผลิตสับปะรดไปยังโรงงานแปรรูปที่ตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดอื่น ๆ เช่น จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดชลบุรี จังหวัดนครปฐม และจังหวัดกาญจนบุรี เป็นต้น โดยในการจำหน่ายสับปะรดนี้เกษตรกรจะมีทางเลือกเกิดขึ้น 2 ทางเลือก คือ ทางเลือกที่ 1 จำหน่ายสับปะรดผ่านแผงรับซื้อสับปะรด (Distribution Center) โดยแผงรับซื้อสับปะรดนี้จะมีทั้งแผงรับซื้อที่โรงงานแปรรูปสับปะรดมาเปิดเองและแผงรับซื้อของพ่อค้าคนกลางเปิดเพื่อรับซื้อสับปะรดจากเกษตรกรเพื่อส่งไปยังโรงงานแปรรูปสับปะรด โดยการจำหน่ายผ่านแผงรับซื้อนี้เกษตรกรจะได้ราคาถูกกว่าราคารับซื้อของโรงงานประมาน 1 บาทต่อกิโลกรัม โดยแผงรับซื้อจะตั้งอยู่ในพื้นที่เพาะปลูกสับปะรดของเกษตรกรเพื่อให้เกษตรกรนำผลผลิตมาจัดจำหน่ายได้ง่าย แล้วแผงรับซื้อสับปะรดก็จะรวบรวมสับปะรดของเกษตรกรหลาย ๆ ส่งไปยังโรงงานแปรรูปสับปะรดต่อไป ทางเลือกที่ 2 เกษตรกรนำสับปะรดไปจำหน่ายยังโรงงานแปรรูปสับปะรดโดยตรง โดยเกษตรกรใช้รถของเกษตรกรขนส่งสับปะรดไปยังโรงงานแปรรูปสับปะรด ซึ่งการขนส่งสับปะรดของเกษตรกรเองนั้น

แม้ว่าเกษตรกรจะต้องแบกรับต้นทุนค่าขนส่งเองแต่ก็สามารถจำหน่ายได้ตามราคารับซื้อของโรงงานซึ่งมีราคาที่สูงกว่าทางเลือกที่ 1 เป็นจำนวนมาก

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการจำหน่ายผลผลิตสับปะรดทั้ง 2 ทางเลือก

รายการ	ทางเลือกที่1	ทางเลือกที่2
ราคารับซื้อ (บาท/กิโลกรัม)	5	6.30
บวกค่าสีสับปะรด(บาท/กิโลกรัม)	-	1
บวกเปอร์เซ็นต์ยอดผลผลิต(บาท/กิโลกรัม)	-	0.80
การคัดแยกลูกสับปะรด (มีผลต่อราคารับซื้อเนื่องจากลูกเล็กและลูกใหญ่ราคาไม่เท่ากัน)	แยกลูกเล็กลูกใหญ่	ส่วนใหญ่คัดเป็นลูกใหญ่ทั้งหมด

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์ของเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี โดยศึกษาตั้งแต่การเลือกพื้นที่เพาะปลูกสับปะรดไปจนถึงการจัดการพื้นที่ปลูกภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต เพื่อช่วยให้เกษตรกรสามารถวางแผนการปลูกสับปะรดให้มีต้นทุนรวมในการปลูกสับปะรดต่ำที่สุด (Minimize total cost) โดยต้นทุนในการดำเนินการ ประกอบด้วย ต้นทุนค่าหน่อสับปะรด ต้นทุนในการเพาะปลูกสับปะรด ต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีและอาหารเสริมพืช ต้นทุนค่าแรงงาน ภายใต้ข้อจำกัดในการปลูก เช่น พื้นที่ในการเพาะปลูก อันหมายถึงความยากง่ายในการเพาะปลูก เช่น พื้นที่ราบ ที่ลาดเชิงเขา ดินลูกรัง เป็นต้น อีกทั้งต้องคำถึงถึงความสามารถในการเพาะปลูก เช่น แหล่งน้ำ สภาพอากาศ สิ่งแวดล้อมภายนอก ศัตรูพืชต่าง ๆ รวมไปถึงความต้องการซื้อของลูกค้าก็ต้องสามารถตอบสนองและรองรับปริมาณผลผลิตได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์ของเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มประชากร

ศึกษาข้อมูลจากเกษตรกรที่เพาะปลูกสับปะรดจำนวน 30 คน โดยมีพื้นที่ในการปลูกสับปะรดจำนวนทั้งหมด 1,500 ไร่

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและผลวิเคราะห์ข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดทั้งหมดจำนวน 30 คน พบว่าเกษตรกรมีสถานะภาพการถือครองพื้นที่ในการปลูกสับปะรดทั้งหมด 1,500 ไร่ ซึ่งเป็นการเช่าที่ดิน

การศึกษาสภาพทั่วไปและปัญหาที่เกิดขึ้นในการปลูกสับปะรดของเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี

1. การเก็บข้อมูลทั่วไป โดยผู้วิจัยมีความสนใจในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการเลือกพื้นที่ในการปลูกสับปะรดของเกษตรกร กระบวนการปลูกสับปะรด ปัญหาที่พบในการปลูกสับปะรด ต้นทุนในการผลิตและต้นทุนโลจิสติกส์ที่เกิดขึ้น โดยผู้วิจัยดำเนินการศึกษาข้อมูลจากเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดในพื้นที่อำเภอหนองหญ้าปล้อง จังหวัดเพชรบุรี โดยกิจกรรมในการปลูกสับปะรดประกอบด้วย

1.1 การเลือกพื้นที่ในการปลูกสับปะรด ในการเลือกพื้นที่สำหรับการปลูกสับปะรดนั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงสภาพพื้นดิน ควรจะเป็นดินร่วนซุยหรือดินร่วนผสมลูกรัง เนื่องจากสับปะรดชอบดินลักษณะนี้ แต่ไม่ควรเป็นดินเหนียวหรือดินที่อมน้ำเพราะเมื่อดินอมน้ำจะส่งผลให้หน่อสับปะรดที่ปลูกเน่าเสียหายได้ ทำให้เกิดความเสียหายแก่หน่อพันธุ์และส่งผลให้เกิดต้นทุนในการเพาะปลูกทั้งต้นทุนในการปลูกหน่อสับปะรดใหม่ ต้นทุนในการซื้อยาป้องกันหน่อสับปะรดเน่ามาฉีด ต้นทุนค่าแรงงานในการปลูกสับปะรดใหม่เพิ่มขึ้น โดยลักษณะพื้นที่ในการปลูกสับปะรดสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ลักษณะพื้นที่ในการปลูกสับปะรด

1.2 การจัดหาและคัดเลือกหน่อพันธุ์สับปะรดสำหรับใช้เพาะปลูก ในการคัดเลือกหน่อพันธุ์ควรคำนึงถึงขนาดของหน่อว่ามีขนาดที่เหมาะสม ไม่เล็กหรือใหญ่เกินไป โดยหากหน่อสับปะรดเล็กเกินไปจะส่งผลให้สับปะรดเจริญเติบโตช้า สับปะรดโตไม่พร้อมกันทั้งแปลงปลูก ซึ่งส่งผลให้เมื่อผลผลิตออกมาจะไม่พร้อมกัน ทำให้ต้องเสียเวลาและค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยวผลผลิตหลายครั้ง อีกทั้งหากต้องเก็บเกี่ยวผลผลิตหลายรอบจะส่งผลถึงเรื่องราคาของสับปะรดด้วย เนื่องจากสับปะรดในแต่ละช่วงเวลา ในแต่ละปี มีราคาที่แตกต่างกัน สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการคัดเลือกหน่อพันธุ์อีกส่วนหนึ่งก็คือลักษณะของหน่อ ว่าหน่อพันธุ์สับปะรดที่จัดหามา ไม่ว่าจะเป็นหน่อพันธุ์จากไร่ของเกษตรกรเองหรือหน่อพันธุ์ที่ซื้อมาจากไร่ของเกษตรกรรายอื่น ๆ จำเป็นต้องพิจารณาว่าหน่อพันธุ์ดังกล่าวไม่เป็นโรคพืชใด ๆ อาทิเช่น ต้องไม่เป็นโรคเหี่ยวเฉาในสับปะรด เนื่องจากในปัจจุบัน โรคเหี่ยวเฉาในสับปะรดกำลังระบาดอย่างหนัก ก่อนที่เกษตรกรจะจัดหาหน่อพันธุ์เข้ามาในแปลงปลูกสับปะรด จำเป็นต้องพิจารณาว่าหน่อพันธุ์ดังกล่าวต้องไม่เป็นโรคพืชใด ๆ และไม่มีพาหะนำโรคพืชใด ๆ ติดมากับหน่อสับปะรด เช่น เพลี้ยแป้ง เป็นต้น เนื่องจากหากหน่อพันธุ์เป็นโรคพืชในสับปะรดหรือมีพาหะนำโรคพืช จะส่งผลให้มีต้นทุนในการปลูกสับปะรดเพิ่มสูงขึ้นมาก เนื่องจากหากสับปะรดเป็นโรคพืช สับปะรดจะไม่เจริญเติบโตหรือเจริญเติบโตช้ามาก ส่งผลให้ต้องฉีดสารเคมีและอาหารเสริมพืชเพื่อเร่งการเจริญเติบโต และอาจรุกรามไปถึงจำเป็นต้องหาแปลงปลูกสับปะรดใหม่เนื่องจากพื้นที่ที่ปลูกสับปะรดที่ปลูกลงไปมีเชื้อโรคที่ไม่เหมาะสมในการเพาะปลูกสับปะรดอีกต่อไป ซึ่งจะเห็นได้ว่าการคัดเลือกหน่อพันธุ์สับปะรดมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากส่งผลต่อต้นทุนในการเพาะปลูกสับปะรด โดยตัวอย่างของหน่อพันธุ์สับปะรดที่ใช้ในการปลูกสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ลักษณะหน่อพันธุ์สับปะรด

1.3 การปลูกสับปะรด ในการปลูกสับปะรดนั้น เกษตรกรในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรีจะนิยมปลูกเป็นลักษณะแถวคู่กันไปทั้งแปลงปลูก โดยพื้นที่ 1 ไร่ สามารถปลูกสับปะรดได้ประมาน 5,000 หน่อ ถ้าปลูกมากกว่านี้จะส่งผลให้สับปะรดไม่สามารถเจริญเติบโตได้เต็มที่ ส่งผลไปถึงขนาดของผลสับปะรดที่ลูกจะมีขนาดเล็กตามไปด้วย โดยลักษณะของการปลูกสับปะรดสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะของการปลูกสับปะรด

1.4 การดูแลและบำรุงสับปะรด ในการปลูกสับปะรดจำเป็นต้องดูแลและบำรุงต้นตั้งแต่เริ่มปลูกสับปะรดไปจนถึงภายหลังการเก็บเกี่ยวแล้ว โดยภายหลังจากการปลูกหน่อสับปะรดแล้ว จำเป็นใส่ปุ๋ยเพื่อช่วยให้หน่อพันธุ์เจริญเติบโต หลังจากนั้นจำเป็นต้องฉีดพ่นยาเพื่อกำจัดวัชพืชป้องกันไม่ให้เจริญโตขึ้นมาปกคลุมต้นสับปะรด จากนั้นฉีดปุ๋ยช่วยต้นแล้วหยอดผงถ่านแก๊สแคลเซียมคาร์ไบด์เพื่อบังคับให้ต้นสับปะรดออกดอกและผล เมื่อผลสับปะรดออกมาได้ประมาน 2 เดือนนับจากวันที่หยอดผงถ่านแก๊สแคลเซียมคาร์ไบด์ เกษตรกรก็จะใส่ปุ๋ยเพื่อช่วยให้ลูกสับปะรดเจริญเติบโต เมื่อลูกสับปะรดมีอายุได้ประมาน 3 เดือนนับจากวันที่หยอดผงถ่านแก๊สแคลเซียมคาร์ไบด์จำเป็นต้องใช้เหล็กทุบปลายให้แบนแล้วแคะที่จุกสับปะรดเพื่อไม่ให้จุกสับปะรดมีขนาดใหญ่ จากนั้นใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ปิดคลุมลูกสับปะรดเพื่อไม่ให้แดด

ส่องลูกสับปะรดเพราะจะทำให้ลูกสับปะรดไหม้ จะเห็นได้ว่ามีต้นทุนและค่าใช้จ่ายเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของการปลูกสับปะรด โดยตัวอย่างการดูแลสับปะรดก่อนการเก็บผลผลิตสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงลักษณะการดูแลสับปะรดก่อนการเก็บเกี่ยว

1.5 การเก็บเกี่ยวผลสับปะรด เมื่อผลสับปะรดมีอายุประมาน 5 เดือนนับจากวันที่หยอดผงถ่านแก๊สแคลเซียมคาร์ไบด์แล้วก็จะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ แต่ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงจำนวนเดือนเสมอไปเนื่องจากการสุกของผลสับปะรดอาจจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมภายนอกด้วย หากผลสับปะรดสุกก่อนจะครบ 5 เดือนก็สามารถเก็บเกี่ยวผลได้เช่นกัน โดยลักษณะของสับปะรดก่อนการเก็บเกี่ยวสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะของสับปะรดก่อนการเก็บเกี่ยว

1.6 การจัดจำหน่ายสับปะรด ในการจำหน่ายผลสับปะรดนั้น เกษตรกรมีทางเลือกในการจำหน่าย 2 ทาง คือ ทางเลือกที่ 1 จำหน่ายให้กับแผงรับซื้อสับปะรดที่ตั้งอยู่ในพื้นที่เพาะปลูกโดยการจำหน่ายให้กับแผงรับซื้อสับปะรดนั้นเกษตรกรจะได้ราคาสับปะรดต่อกิโลกรัมต่ำกว่าราคาที่โรงงานรับซื้อ แต่ก็มีข้อดีคือเกษตรกรไม่ต้องขนส่งสับปะรดไปยัง

โรงงานเอง และทางเลือกที่ 2 เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลสับปะรดแล้วนำไปจำหน่ายยังโรงงานแปรรูปสับปะรดโดยตรง การจำหน่ายแบบนี้เกษตรกรจำเป็นต้องรับผิดชอบค่าขนส่งสับปะรดไปยังโรงงานแปรรูปสับปะรดเอง แต่เกษตรกรก็สามารถจำหน่ายได้ราคาที่สูงกว่าการจำหน่ายให้กับแผงรับซื้อสับปะรด โดยลักษณะของแผงรับซื้อสับปะรดแสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงลักษณะของแผงรับซื้อสับปะรด

1.7 การจัดการพื้นที่ปลูกภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต ในการปลูกสับปะรด 1 ครั้งนั้นต้นสับปะรดจะมีอายุได้ประมาน 3-4 ปี เมื่อเก็บเกี่ยวผลสับปะรดแล้วเกษตรกรจึงต้องตัดต้นสับปะรดเดิมที่ออกผลแล้วออกเพื่อให้สับปะรดสามารถขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อได้

ผลและวิจารณ์ผล

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาประชากรผู้ปลูกสับปะรดจำนวน 30 คน ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด 1,500 ไร่ แต่ในการวิเคราะห์ต้นทุนผู้วิจัยดำเนินการเปรียบเทียบข้อมูลเป็นหน่วย 1 ไร่และ 10 ไร่ ดังแสดงต่อไปนี้

2.1 การเลือกพื้นที่ในการปลูกสับปะรด มีต้นทุนเกิดขึ้นดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ต้นทุนในการเลือกพื้นที่ปลูก

รายการต้นทุนในการเลือกพื้นที่ปลูก	ต้นทุนที่เกิดขึ้น
1.ค่าโทรศัพท์	300 บาท/1 แปลงปลูก
2.ค่าน้ำมันในการเดินทาง	1,000 บาท/1 แปลงปลูก
3.ค่าเช่าที่ดินสำหรับปลูกสับปะรด	500 บาท/ไร่/1ปี 5,000 บาท/10ไร่/1ปี
ต้นทุนรวม	6,300 บาท/10ไร่/1ปี

2.2 การจัดหาและคัดเลือกหน่อพันธุ์สับปะรดสำหรับใช้เพาะปลูกแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ต้นทุนในการจัดหาหน่อพันธุ์สับปะรด

รายการต้นทุนในการจัดหาหน่อพันธุ์สับปะรด	ต้นทุนที่เกิดขึ้น
1.ค่าหน่อพันธุ์สับปะรด	1.50 บาท/หน่อ 7,500 บาท/ไร่ (พื้นที่ 1 ไร่ปลูกได้ 5,000 หน่อ) 75,000 บาท/ 10 ไร่
2.ค่ายาฉีดกันเน่าหน่อพันธุ์	1,300 บาท/ครั้ง
3.ค่าขนส่งหน่อพันธุ์	3,000 บาท/เที่ยว
4.ค่าแรงงาน 300 บาท/คน/วัน จำนวน 5 คน	1,500 บาท
ต้นทุนรวม	80,800 บาท/ 10 ไร่

2.3 การปลูกสับปะรดแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ต้นทุนในการปลูกสับปะรด

รายการต้นทุนในการปลูกสับปะรด	ต้นทุนที่เกิดขึ้น
1.ค่ารถไถปรับหน้าดินครั้งที่ 1 800 บาท/ชั่วโมง จำนวน 20 ชั่วโมง/10ไร่	16,000 บาท
2.ค่ารถไถปรับหน้าดินครั้งที่ 2 800 บาท/ชั่วโมง จำนวน 8 ชั่วโมง/10ไร่	6,400 บาท
3.ค่าแรงงาน 300 บาท/คน/วัน จำนวน 14 คน/10ไร่	4,200 บาท
ต้นทุนรวม	26,600 บาท

2.4 การดูแลและบำรุงสับปะรดแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ต้นทุนในการดูแลและบำรุงสับปะรด

รายการต้นทุนในการดูแลและบำรุงสับปะรด	ต้นทุนที่เกิดขึ้น
1.ค่าปุ๋ยเคมี	36,000 บาท/10ไร่
2.ค่ายาปราบศัตรูพืชและกำจัดวัชพืช	22,000 บาท/10ไร่
3.ค่าแรงงาน 300 บาท/คน/วัน จำนวน 75 คน/10ไร่	22,500 บาท
4.ค่าผงถ่านเร่งการออกผล	5,000 บาท
5.ค่ากระดาษสำหรับคลุมลูกสับปะรด	10,000 บาท
ต้นทุนรวม	95,500 บาท

2.5 การเก็บเกี่ยวผลผลิตสับปะรดแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ต้นทุนในการเก็บเกี่ยวผลผลิตสับปะรด

รายการต้นทุนในการเก็บเกี่ยวผลผลิตสับปะรด	ต้นทุนที่เกิดขึ้น
1.ค่าแรงงาน	3,500 บาท/10ตัน
2.ค่าน้ำมันรับส่งคนงาน	500/ครั้ง
ต้นทุนรวม	4,000 บาท

2.6 การจัดจำหน่ายสับปะรดแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ต้นทุนในการจัดจำหน่ายสับปะรด

รายการต้นทุนในการจำหน่ายสับปะรด	ต้นทุนที่เกิดขึ้นในการจำหน่ายสับปะรดให้แผงรับซื้อสับปะรด	ต้นทุนที่เกิดขึ้นในการจำหน่ายสับปะรดให้โรงงานแปรรูปสับปะรด
1.ค่ารถขนส่ง	-	3,500 บาท/10ตัน
2.ค่าน้ำมัน	500	2,000 บาท/10ตัน

2.7 การจัดการพื้นที่ปลูกภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ต้นทุนในการจัดการพื้นที่ปลูกภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต

รายการต้นทุนในการจัดการพื้นที่ปลูกภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต	ต้นทุนที่เกิดขึ้น
1.ค่าแรงงาน	6,000 บาท/10ไร่
2.ค่าน้ำมันรับส่งคนงาน	500/ครั้ง
ต้นทุนรวม	6,500 บาท/10ไร่

สรุปผลการวิจัย

จะเห็นได้ว่าในการปลูกสับปะรดแต่ละครั้งมีต้นทุนต่าง ๆ เกิดขึ้นมากมาย ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ ต่อไปนี้ผู้วิจัยจะขอสรุปต้นทุนและผลตอนแทนที่เกษตรกรได้รับจากการปลูกสับปะรด 10 ไร่ และเปรียบการจัดจำหน่ายสับปะรดว่าจำหน่ายโดยช่องทางใดจึงจะทำให้เกษตรกรได้รับผลตอบแทนสูงกว่า ผู้วิจัยจะขออธิบายก่อนว่าโดยประมานแล้วการปลูกสับปะรด 10 ไร่จะให้ผลผลิตประมาน 50 ตัน และจะขอสรุปต้นทุนดังนี้ ในการปลูกสับปะรด 10 ไร่ ถ้าเกษตรกรจำหน่ายให้กับแผงรับซื้อสับปะรดจะมีต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 230,200 บาท หากเกษตรกรจำหน่ายให้กับโรงงานแปรรูปสับปะรดโดยตรงจะมีต้นทุนเกิดขึ้นทั้งหมด 243,700 บาท และผลตอบแทนที่เกษตรกรได้รับหากจำหน่ายให้กับแผงรับซื้อสับปะรดซึ่งราคารับซื้อของแผงรับซื้อสับปะรดจะต่ำกว่าราคารับซื้อของโรงงานแปรรูปสับปะรดประมาน 1 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นในการปลูกสับปะรด 10 ไร่ เกษตรกรจะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ประมาน 50 ตัน หรือ 50,000 กิโลกรัม ที่ราคารับซื้อของแผงรับซื้อสับปะรดประมาน 8.50 บาทโดยเฉลี่ย เมื่อเกษตรกรจำหน่ายผลสับปะรดให้แผงรับซื้อสับปะรดจะได้รับผลตอบแทนประมาน 425,000 บาท แต่ถ้าเกษตรกรจำหน่ายให้กับโรงงานแปรรูปสับปะรดโดยตรง เกษตรกรจะได้รับผลตอบแทนประมาน 485,000 บาท จะเห็นได้ว่าการที่เกษตรกรจำหน่ายให้โรงงานแปรรูปสับปะรดโดยตรงมีต้นทุนสูงกว่าการจำหน่ายให้กับแผงรับซื้อสับปะรด 13,500 บาท อันเนื่องมาจากมีต้นทุนในการขนส่งสับปะรดไปยังโรงงานแปรรูปสับปะรดที่สูง แต่ได้รับผลตอบแทนสูงกว่าการจำหน่ายให้กับแผงรับซื้อสับปะรดถึง 60,000 บาท จึงสามารถสรุปได้ว่าเกษตรกรควรจำหน่ายสับปะรดให้กับโรงงานแปรรูปสับปะรดโดยตรงเนื่องจากได้รับผลตอบแทนที่สูงกว่าการจำหน่ายสับปะรดให้กับแผงรับซื้อสับปะรด

เอกสารอ้างอิง

เกษสุดา ศรีวงค์. 2552. การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนจากการปลูกสับปะรดของเกษตรกร: กรณีศึกษาเกษตรกรอำเภอเมืองและอำเภอแจ้ห่ม จังหวัดลำปาง. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. สาขาวิชาบริหารธุรกิจ. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

เบญจมาศ อ่อนเจริญ. 2557. ต้นทุนและผลตอบแทนการปลูกสับปะรดแซมสวนยาง อำเภอป่าบอน จังหวัดพัทลุง. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการจัดการธุรกิจเกษตร. คณะเศรษฐศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ประเสริฐ ทองหนูนุ้ย. 2543. การจำแนกชนิดและการกระจายของปลาวัยอ่อนในป่าชายเลน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มัทนา มากแย้ม, ปทุมพร สุขยิ่ง, นพวรรณ หลากสิน, วิทยา แย้มนุ่น, พรทิพย์ แก่งทุกทาง, ผกามาศ เกศศรี, ภูมิพงษ์ พร้อมพันธ์ และสาวิตรี เรืองเดช. 2541. ผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง. คู่มือส่งเสริมการเกษตรที่ 43. แหล่งที่มา: http:// WWW.ku.ac.th/agri/com/com.htm, 27 มีนาคม 2541.

วรรณวิลัย ไชยสาร. 2550. การเผาซินเตอร์แบบสองระยะของเซรามิกแบเรียมไทเทเนต. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร 3(2): 149–158.

สัมพันธ์ เกตุชู, มณฑา ชะเลิศเพ็ชร, พันธ์ศักดิ์ อินทรวงศ์ และอาพา ขาประเสริฐ. 2551. การพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสับปะรดเพื่อบริโภคผลสดภาคใต้ตอนล่าง. รายงานการสัมมนาระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 5 : พลังงานทดแทนและความมั่นคงทางอาหารเพื่อมนุษยชาติ ระหว่างวันที่ 2-4 กรกฎาคม 2552 (หน้า37-51). อุบลราชธานี: โรงแรมอุบลอินเตอร์เนชั่นแนล.

สุธน ตั้งทวีวิวัฒน์ และบุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2533. การใช้เมล็ดทานตะวันเป็นแหล่งโปรตีนและพลังงานในอาหารสัตว์ปีก. รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 28 (สาขาสัตวแพทย์และประมง). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: 47-59.

Gensemer, R.W. 1991. The effects of pH and aluminum on the growth of the acidoplilic diatom **Asterionella ralfsii** var**. americana**. Limnology and Oceanography 36(1): 123–131.

Henderson, S. 1978. An evaluation of the filter feeding fishes, Silver and bighead Carp, for Water quality improvement, pp. 121-136. **In** R.O. Smitherman, W.L. Shelton and J.H. Grover, eds. Symposium on The Culture of Exotic Fishes. American Fisheries Society, Auburn University, Alabana.

ศักยภาพของวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลทรายสำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์และผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

Potentials of Sugar Industrial By-products as an Organic Fertilizer and Effects of Its use on Growth Performance of Rice (Pathum Thani 1)

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์[1*] ธนวดี พรหมจันทร์[1], ฐิตินันท์ วรรณา[1] และปภัสรา สักการะ[1]

Auraiwan Isuwan[1*], Thanawadee Promchan[1], Thitinan Wanna[1] and Papassara Sakkara[1]

บทคัดย่อ

การทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้วัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงและ (2) เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ข้างต้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ปลูกในชุดดินสรรพยา ผลการศึกษา พบว่า สัดส่วนที่เหมาะสม คือ ส่วนผสมที่มีกากตะกอนอ้อย 100 กิโลกรัม ปุ๋ยนม 10 ลิตร มูลวัวสด 10 กิโลกรัม ขี้เถ้าชานอ้อย 10 กิโลกรัม และปุ๋ยเคมี (18-46-0) 3.2 กิโลกรัม สำหรับการศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สูตรดังกล่าวที่มีต่อลักษณะการเจริญเติบโตของข้าวที่ปลูกในชุดดินสรรพยา วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (completely randomized block design) มี 4 ซ้ำ และ 5 ตำรับการทดลอง ได้แก่ (1) การไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (T_1) (2) การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 200 กก./ไร่ (มีธาตุอาหารหลักเท่ากับ 4.10-7.86-0.60 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ซึ่งเป็นอัตราปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน) (T_2) (3) ใส่ปุ๋ยเคมีให้มีธาตุอาหารหลักเท่ากับ 4.10-7.86-0.60 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (T_3) 4) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 100 กิโลกรัม/ไร่ (มีธาตุอาหารหลักเท่ากับ 2.05-3.93-0.30 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ ไร่) ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 2.05-3.93.0-30 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ ไร่ (T_4) และ 5) การใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แนะนำให้ใส่ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง (มีธาตุอาหารหลักเท่ากับ 8.0-1.7-3.0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ ไร่) (T_5) ผลการทดลองพบว่า การจัดการปุ๋ยตามตำรับการทดลอง T_4 (ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี) ทำให้ข้าวมีความสูงและจำนวนต้นต่อกอไม่แตกต่าง ($p>0.05$) กับตำรับการทดลอง T_5 สรุปได้ว่า วัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลมีศักยภาพสำหรับใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง (ปุ๋ยหมัก) และเมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์ดังกล่าวร่วมกับปุ๋ยเคมียิ่งส่งผลให้ข้าวมีการเจริญเติบโตดีและสามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ถึงร้อยละ 50

คำสำคัญ: ปุ๋ยอินทรีย์ กากตะกอนอ้อย ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

ABSTRACT

An experiment aimed (1) to determine an optimal ratio of using sugar industrial by-products to produce high quality organic fertilizers and (2) to determine effects of its use on growth performance of Pathum Thani 1 rice grown on Sappaya soil series was conducted. Results showed that the optimal ratio was a mixture of 100 kg filter cakes, 10 L milk fertilizer, 10 kg fresh cattle manure, 10 kg bagasse ash and 3.2 kg 18-46-0 chemical fertilizer. For the study on effects of using this organic fertilizer on growth performance of rice, a randomized block design with 4 replications was used. Five fertilizer treatments included: 1) No application of any fertilizers (T_1), 2) application of organic fertilizer at a rate of 200 kg/rai, equivalent to 4.10-7.86-0.60 kg N-P_2O_5-K_2O/rai, a site-specific fertilizer recommendation (T_2), 3) application of chemical fertilizers at a rate of 4.10-7.86-0.60 kg N-P_2O_5-K_2O/rai (T_3), 4) a combination of 100 kg/rai organic fertilizer and chemical fertilizer to get a final rate of 4.10-7.86-0.60 kg N-P_2O_5-K_2O/rai (T_4), and 5) application of chemical fertilizers based on a general fertilizer recommendation for growing non-photoperiod sensitivity rice verities (8.0-1.7-3.0 kg N-P_2O_5-K_2O/rai) (T_5). Results showed that plant heights and tiller numbers of rice from T_4 did not differ ($p>0.05$) from those from T_5. In conclusion, sugar industrial by-products have high potentials for use to produce high-quality organic fertilizers (compost). Moreover, combined use of this organic fertilizer and chemical fertilizers can well support growth of rice and help reducing use of chemical fertilizers by 50%.

Keywords: Organic fertilizer, Sugarcane filter cake, Pathum Thani 1

---

[1] คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี อ. ชะอำ จ. เพชรบุรี 76120

[1]Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University, Petchaburi IT Campus, Cha-Am, Petchaburi, 76120, Thailand

*Corresponding author: Tel. 085-948-2926 E-mail address: isuwan_a@silpakorn.ed

บทนำ

ข้าวนับเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2559 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 64.124 ล้านไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 438 กิโลกรัมต่อไร่ ลดลงจากปี พ.ศ. 2558 ซึ่งมีผลผลิตเฉลี่ย 457 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นที่น่าสังเกตว่าต้นทุนเฉลี่ยในการผลิตข้าวของประเทศไทยเพิ่มสูงขึ้นทุกปี ปัจจุบันต้นทุนการผลิตข้าวอยู่ในช่วง 8,834-10,581 บาทต่อตัน ในขณะที่เกษตรกรสามารถขายข้าวได้ประมาณ 8,000-9,988 บาทต่อตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560)

การทำนาของเกษตรกรในปัจจุบันประสบปัญหาต่าง ๆ มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งส่วนหนึ่งมาจากต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีที่เพิ่มขึ้นมาก ดังนั้น การลดต้นทุนการผลิตโดยการใช้วัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรหรือภาคอุตสาหกรรมเกษตรที่มีคุณค่าทางธาตุอาหารสูงมาทดแทนปุ๋ยเคมีหรือการใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีเป็นแนวทางหนึ่งที่มีผลในเชิงประจักษ์ในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยและลดต้นทุนการผลิตของพืชเศรษฐกิจ (Thongjoo et al., 2005) ปุ๋ยอินทรีย์สามารถช่วยดูดซับธาตุอาหารพืชที่ปลดปล่อยจากปุ๋ยเคมีและค่อย ๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารพืชเหล่านั้นให้กับต้นพืช (ยงยุทธ และคณะ, 2551) ส่งผลให้พืช เช่น ข้าว มีผลผลิตต่อไร่สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (ประเสริฐ และคณะ, 2542; กรรณิกา และคณะ, 2552 และ อุไรวรรณ, 2557ก)

กากตะกอนอ้อย (filter cake) เป็นผลพลอยได้ (by products) จากอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล สมพงษ์ (2530) ระบุว่า การใช้อ้อย 1 ตัน เพื่อผลิตน้ำตาลทรายจะได้กากตะกอนอ้อยประมาณ 60 กิโลกรัม ดังนั้น ในหนึ่งปีจะมีกากตะกอนอ้อยในประเทศไทยประมาณ 3,540 ล้านตัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นปริมาณที่มากและกลายเป็นปัญหาในการจัดการ อย่างไรก็ตามกากตะกอนอ้อยมคุณสมบัติที่เอื้อต่อการปรับปรุงดิน เช่น ช่วยทำให้ดินร่วนซุยซึ่งส่งผลให้รากพืชสามารถแผ่ขยายและชอนไชไปหาแร่ธาตุอาหารได้ง่ายขึ้น (สุธีรา, 2550) มนตรี และคณะ (2550) รายงานว่า การใช้วัสดุอินทรีย์จากโรงงานน้ำตาลร่วมกับปุ๋ยเคมีในระบบการผลิตข้าวสามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ 30-70 เปอร์เซ็นต์

การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้ที่มีต่อการเจริญเติบโตของข้าว

วิธีดำเนินการวิจัย

1.สถานที่ทดลองและสมบัติของวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลทราย

ดำเนินการศึกษาเพื่อหาสูตรปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมัก) ที่เหมาะสม ที่ฟาร์มสาธิตของคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี ผู้วิจัยได้รับการสนับสนุนวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลทราย อ.ปราณบุรี จ.ประจวบคีรีขันธ์ ประกอบด้วย ขี้เถ้าชานอ้อย (ash) และกากตะกอนอ้อย (filter cake) ซึ่งมีสมบัติทางเคมีดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลทราย

รายการวิเคราะห์	กากตะกอนอ้อย	ขี้เถ้าชานอ้อย
ความเป็นกรด-ด่าง (pH 1:2)	8.02	9.01
ค่าการนำไฟฟ้า (EC 1:10; dS/m)	1.23	0.51
ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N; %)	2.22	0.17
ฟอสเฟตทั้งหมด (Total P_2O_5; %)	3.27	0.44
โพแทชทั้งหมด (Total K_2O; %)	0.68	1.00
แคลเซียมทั้งหมด (Total Ca; %)	1.23	0.13
แมกนีเซียมทั้งหมด (Total Mg; %)	0.11	0.08

2.การตั้งกองและการดูแลกองปุ๋ยหมัก

นำวัสดุและปุ๋ยเคมีแต่ละชนิดมาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันตามอัตราส่วนในตารางที่ 2 โดยมีการปรับความชื้นด้วยน้ำให้อยู่ในระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระดับความชื้นที่เหมาะสมสำหรับทำปุ๋ยหมัก (ปรารถนา, 2552) ตั้งกองปุ๋ยหมักให้มีขนาด 1 × 1.5 × 1 เมตร ทำการกลับกองทุก 7 วัน ทุกครั้งที่มีการกลับกองปุ๋ยจะมีการให้น้ำและคลุกเคล้าให้เข้ากันและตั้งกองให้มีขนาดความสูงและความกว้างเท่าเดิม ส่วนความยาวอาจลดลงตามระยะเวลาการย่อยสลาย ใช้เวลาในการหมักนาน 3 เดือน

ตารางที่ 2 รายละเอียดส่วนผสมสำหรับทำปุ๋ยหมัก

ตำหรับทดลอง	ปริมาณที่ใช้ผสม				
	กากตะกอนอ้อย (FC)[1/]	ปุ๋ยนม (DM)[2/]	เถ้า (A)[1/]	มูลโค (CM)[1/]	18-46-0 (DAP)[1/]
$T_1 = FC_{100}+DM_{10}+A_{10}+CM_{10}+DAP_{1.6}$	100	1	10	10	1.6
$T_2 = FC_{100}+DM_{10}+A_{20}+CM_{10}+DAP_{1.6}$	100	1	20	10	1.6
$T_3 = FC_{100}+DM_{10}+A_{10}+CM_{10}+DAP_{3.2}$	100	1	10	10	3.2
$T_4 = FC_{100}+DM_{10}+A_{20}+CM_{10}+DAP_{3.2}$	100	1	20	10	3.2
$T_5 = FC_{100}+DM_{20}+A_{10}+CM_{20}+DAP_{1.6}$	100	2	10	20	1.6
$T_6 = FC_{100}+DM_{20}+A_{20}+CM_{20}+DAP_{1.6}$	100	2	20	20	1.6
$T_7 = FC_{100}+DM_{20}+A_{10}+CM_{20}+DAP_{3.2}$	100	2	10	20	3.2
$T_8 = FC_{100}+DM_{20}+A_{20}+CM_{20}+DAP_{3.2}$	100	2	20	20	3.2

หมายเหตุ: [1/] = หน่วยเป็นกิโลกรัม [2/] = หน่วยเป็นลิตร

3.การเก็บข้อมูล และวิเคราะห์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์

สุ่มเก็บตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์หลังการย่อยสลายสมบูรณ์ในทุกตำรับสำหรับใช้ในวิเคราะห์สมบัติต่าง ๆ ของปุ๋ยประเมินคุณภาพของปุ๋ยหมักโดยใช้มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร (2548)

4. การทดสอบศักยภาพของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของข้าว

4.1 สถานที่ศึกษาทดลอง สมบัติของดินก่อนการทดลอง และสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์

ทดสอบศักยภาพของปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้ในแปลงนาของเกษตรกร ตำบลถ้ำรงค์ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งเป็นชุดดินสรรพยา (Fine-Loamy, mixed, active, nonacid, isohyperthermic Aquic Ustifluvents) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) ก่อนการทดลอง ทำหารสุ่มเก็บตัวอย่างดินสำหรับใช้ในการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน จากนั้นนำข้อมูลมาใช้ในการคำนวณความต้องการธาตุอาหารหลักของข้าวโดยใช้โปรแกรม Sim Rice (http://oss101.ldd.go.th) สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลองและการแปลผลแสดงในตารางที่ 3 โดยดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6.82 มีไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ก่อนการทดลองเท่ากับ 0.04 เปอร์เซ็นต์ 184.55 มก./กก. และ 57.75 มก./กก. ตามลำดับ และอัตราการใส่ปุ๋ยที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 8.0 กิโลกรัม N/ไร่ 1.7 กิโลกรัม P_2O_5/ไร่ และ 4.0 กิโลกรัม K_2O/ไร่

ตารางที่ 3 Chemical properties of soil prior to commencing the experiment.

Soil properties	Methods	Units	Analyzed value	Interpretation
pH	McLean (1982)	-	6.82	low acid
Electrical conductivity	Jackson (1958)	dS m^{-1}	0.80	not salty
Organic matter	Walkley (1947); FAO (1974)	%	0.82	very low
Total nitrogen	Bremner and Mulvaney (1982)	%	0.04	very low
Available phosphorus	Bray and Kurtz (1945)	mg kg^{-1}	184.55	very high
Exchangeable potassium	Peech et al. (1947)	mg kg^{-1}	57.75	very low
Exchangeable calcium	Peech et al. (1947)	mg kg^{-1}	820.43	high
Exchangeable magnesium	Peech et al. (1947)	mg kg^{-1}	145.15	medium

4.2 การวางแผนการทดลอง และตำรับการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล๊อค (completely randomized block design, RCBD) มี 4 ซ้ำ และ 5 ตำรับ ดังนี้

ตำรับที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ (T_1)

ตำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ มีธาตุอาหารหลัก 4.10-7.86-0.60 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (T_2)

ตำรับที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีมีธาตุอาหารหลัก 4.10-7.86-0.60 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (T_3)

ตำรับที่ 4 ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ มีธาตุอาหารหลัก 2.05-3.93-0.30 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีธาตุอาหารหลัก 2.05-3.93-0.30 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (T_4)

ตำรับที่ 5 ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แนะนำให้ใส่ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง มีธาตุอาหารหลัก 8.0-1.7-3.0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (T_5)

โดยปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานและนำมาใช้ในการศึกษานี้ได้เป็นปุ๋ยอินทรีย์สูตรที่มีกากตะกอนอ้อย 100 กิโลกรัม ปุ๋ยนม 10 ลิตร มูลวัว 10 กิโลกรัม ขี้เถ้าชานอ้อย 10 กิโลกรัม และปุ๋ยเคมี (18-46-0) 3.2 กิโลกรัม

4.3 การปลูกและการดูแลข้าว

ปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 เตรียมดินโดยการไถ และทำแปลงย่อย ขนาด 4 X 5 เมตร ย้ายปลูกต้นกล้าข้าวที่อายุ 20 วัน โดยการปักดำกอละ 3 ต้น แต่ละกอห่างกัน 20 เซนติเมตร ในตำรับที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ให้ดำเนินการคลุกเคล้าปุ๋ยอินทรีย์กับดินก่อนการปักดำข้าว 7 วัน ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมี แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่เมื่อข้าวมีอายุ 30 วัน หลังการย้ายปลูก โดยใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0, 46-0-0 และ 0-0-60 เป็นแหล่งธาตุอาหารหลัก ซึ่งในระยะนี้ข้าวจะได้รับธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเท่ากับ 50, 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของธาตุอาหารหลักที่กำหนดในแต่ละตำรับ ตามลำดับ ส่วนการใส่ปุ๋ยในครั้งที่ 2 ใช้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 โดยใส่เมื่อข้าวอยู่ในระยะแตกกอหรือเมื่อต้นข้าวอายุได้ 52 วัน หลังการย้ายปลูก กำจัดวัชพืชโดยการถอนก่อนการใส่ปุ๋ยเคมี 1 วัน

4.4 เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าว

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตด้านความสูง และจำนวนต้นต่อกอเมื่อข้าวอายุ 30, 50 และ 70 วัน บันทึกจำนวนต้นต่อกอ

4.5 วิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ผลและวิจารณ์ผล

สัดส่วนการใช้วัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงที่เหมาะสม คือ กากตะกอนอ้อย 100 กิโลกรัม (0.2 บาทต่อกิโลกรัม) ปุ๋ยนม 10 ลิตร (2 บาทต่อลิตร) มูลวัวสด 10 กิโลกรัม (0.50 บาทต่อกิโลกรัม) ขี้เถ้าชานอ้อย 10 กิโลกรัม (0.2 บาทต่อกิโลกรัม) และปุ๋ยเคมี (18-46-0) 3.2 กิโลกรัม (21.5 บาทต่อกิโลกรัม) ดังนั้น ต้นทุนต่อหน่วยในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เท่ากับ 1.20 บาทต่อกิโลกรัม สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์และค่ามาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดผง

รายการที่วิเคราะห์	ค่าที่วิเคราะห์ได้	มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์	ผลสรุป
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (3:50)	6.93	-	-
ค่าการนำไฟฟ้า (1:10, dS/m)	6.50	ไม่เกิน 10 dS/m	✓
โซเดียม (%)	0.019	ไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก	✓
ปริมาณอินทรียวัตถุ (%)	23.13	ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20 ของน้ำหนัก	✓
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (%)	13.42	-	-
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	6.53	ไม่เกิน 20 : 1	✓
ความชื้นโดยน้ำหนัก (%)	27.47	ไม่เกินร้อยละ 30 ของน้ำหนัก	✓
การย่อยสลายของปุ๋ยอินทรีย์ (%)	89.45	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80	✓
ไนโตรเจนทั้งหมด (%)	2.05	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0 ของน้ำหนัก	✓
ฟอสเฟตทั้งหมด (%)	3.93	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก	✓
โพแทสทั้งหมด (%)	0.3	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก	✓
แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (%)	18.23	-	-
แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (%)	8.95	-	-
ลักษณะปุ๋ยอินทรีย์	ผง	-	-

สีของปุ๋ยอินทรีย์	ดำ	-	-
ขนาดปุ๋ย ไม่เกิน 12.5 x 12.5 มิลลิเมตร (%)	100	ไม่เกิน 12.5 x 12.5 มิลลิเมตร	✓
หินและกรวด ขนาด ตั้งแต่ 5 มิลลิเมตร (%)	ไม่พบ	ไม่เกินร้อยละ 2 ของน้ำหนัก	✓
พลาสติก แก้ว วัสดุมีคม และโลหะอื่นๆ (%)	ไม่พบ	ต้องไม่พบ	✓

หมายเหตุ: ✓ = ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ✗ = ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

ความสูงและจำนวนต้นต่อกอของต้นข้าวที่ได้รับการจัดการปุ๋ยรูปแบบที่แตกต่างกันแสดงในตารางที่ 5 ผลการทดลอง พบว่า ข้าวที่อายุ 30 วัน (ได้รับปุ๋ยครั้งแรก) มีความสูงและจำนวนต้นต่อกอไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 31-34 เซนติเมตร และ 8.4-11.7 ต้นต่อกอ ทั้งนี้เกิดจากการที่ข้าวยังไม่ได้รับปุ๋ย ดังนั้น การเจริญเติบโตของข้าวในช่วงนี้มีผลมาจากการใช้ธาตุอาหารที่มีอยู่เดิมในดินเป็นหลัก

อย่างไรก็ตาม หลังจากที่ข้าวได้รับปุ๋ยครั้งแรกและครั้งที่ 2 ผลการทดลอง พบว่า ข้าวในตำรับที่ 5 มีความสูงและจำนวนต้นต่อกอทั้ง 2 ช่วงอายุ (50 และ 70 วัน) สูงที่สุด ($p<0.05$) โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงสุดท้ายของการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นและใบคือช่วงอายุ 70 วัน (ยงยุทธ และคณะ, 2551) การใส่ปุ๋ยตามตำรับที่ 5 มีค่าความสูงของต้นข้าวสูงกว่า ($p<0.05$) ข้าวในตำรับอื่น ๆ จำนวนต้นต่อกอของข้าวที่ได้รับการใส่ปุ๋ยมีค่าไม่แตกต่างกัน (ตำรับที่ 2-5) แต่มากกว่า ($p<0.05$) ข้าวที่ไม่ได้รับปุ๋ยในตำรับที่ 1 ธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโตทางใบและลำต้น เป็นธาตุที่ส่งเสริมการแตกกอแตกแขนงและเพิ่มความสูงของต้นข้าว (ยงยุทธ และคณะ, 2551) ดังนั้น ข้าวที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนสูงในระยะตั้งตัวจนถึงแตกกอจะมีความสูงและจำนวนต้นต่อกอมากขึ้น (Dobermann and Fairhurst, 1999, 2000; Yoshida, 1981) และสอดคล้องกับนันทนา และคณะ (2553) และ อุไรวรรณ (2557ข) ที่รายงานว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้นจะทำให้การแตกกอและความสูงของข้าวเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5 การเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 เมื่อได้รับปุ๋ยในรูปแบบต่าง ๆ กัน

ตำรับ	ความสูงของต้นข้าว (เซนติเมตร)			จำนวนต้นต่อกอ		
	30 วัน	50 วัน	70 วัน	30 วัน	50วัน	70 วัน
T_1	31	38^{c}	56^{c}	8.4	9.9^{d}	10.5^{c}
T_2	34	40^{abc}	67^{b}	8.8	11.0^{cd}	13.6^{ab}
T_3	30	43^{ab}	67^{b}	10.0	13.8^{ab}	14.9^{ab}
T_4	33	42^{abc}	68^{b}	11.7	13.6^{abc}	14.6^{ab}
T_5	34	44^{a}	75^{a}	10.1	15.2^{a}	16.1^{a}
%CV	9.54	6.8	5.95	19.37	13.23	13.22
F-test	ns	*	**	ns	**	**

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

** มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p<0.01$)

ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาศักยภาพของวัสดุพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลทรายสำหรับผลิตปุ๋ยอินทรีย์และผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีต่อการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 สรุปได้ว่า ส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ คือ กากตะกอนอ้อย 100 กิโลกรัม ปุ๋ยนม 10 ลิตร ขี้เถ้าชานอ้อย 10 กิโลกรัม มูลวัวสด 10 กิโลกรัม และปุ๋ยเคมีสูตร 18-46-0 จำนวน 3.2 กิโลกรัม และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สูตรดังกล่าวในอัตรา 100 กิโลกรัมร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ได้ธาตุอาหารพืชเท่ากับ 2.05-3.93-0.30 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ทำให้ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ปลูกในชุดดินสรรพยา มีการเจริญเติบโตดีและสามารถช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากส่วนผสมดังกล่าวจึงมีความเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของข้าว

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการทุนอุดหนุนการวิจัยจากโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ประจำปีงบประมาณ 2559 ขอขอบคุณโรงงานน้ำตาลทราย อ.ปราณบุรี จ.ประจวบคีรีขันธ์ สำหรับการสนับสนุนกากตะกอนอ้อย และเถ้า ขอขอบคุณ คุณบรรพต มามาก ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่สำหรับปลูกข้าวเพื่อการวิจัย ขอบคุณ คุณธนกฤต เขียวอร่าม ที่ช่วยดูแลความเรียบร้อยในการทำปุ๋ยอินทรีย์ และขอขอบคุณคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี ที่อนุเคราะห์สถานที่สำหรับการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. ชุดดินสรรพยา, น. 37. **ใน** เอกสารวิชาการ ลักษณะและสมบัติของชุดดินในภาคกลางของประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. ปุ๋ยอินทรีย์: การผลิต การใช้ มาตรฐานและคุณภาพ. เอกสารวิชาการ, ลำดับที่ 17/2548 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรรณิกา นากลาง, สิริมา ปั้นศิริ, วราภรณ์ วงศ์บุญ, ประเสริฐ ไชยวัฒน์, สว่าง โรจนกุศล, วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์, องอาจ วีระโสภณ, จินตนา หัสวายุกุล, ชนินทร์ เภสัชชา, และเภสัช ลวดเงิน. 2552. การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์เพื่อลดความเสี่ยงในการผลิตข้าว, น. 99-114. **ใน** รายงานการประชุมวิชาการ: เรื่องข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2552. จังหวัดชลบุรี.

นันทนา ชื่นอิ่ม, วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์, สมชาย กรีฑาภิรมย์, และนุษรา สินบัวทอง. 2553. การใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามค่าการวิเคราะห์ดิน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปรารถนา ปลอดดี. 2552. การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีและกายภาพของกากตะกอนอ้อยในระหว่างการย่อยสลายและผลกระทบที่มีต่อคุณภาพของเม็ดปุ๋ยอินทรีย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประเสริฐ สองเมือง, ทวี ธนาวีร์, ธีรพันธ์ แพทยารักษ์, แพรวพรรณ กุลนทีทิพย์, กรรณิกา นากลาง, และสว่าง โรจนกุศล. 2542. การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวระยะยาวต่อสรีรนิเวศวิทยาของข้าว และสมบัติของดินที่สถานีทดลองข้าวพิมาย สถานีทดลองข้าวสุรินทร์, น. 22-56. **ใน** รายงานผลการค้นคว้าวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2536-2539. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

มนตรี วันตาแสง, จักรกฤษณ์ หอมจันทร์, นิวัติ เหลืองชัยศรี และปรีชา นีระ. 2550. อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์เคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105. วารสารแก่นเกษตร 35 (ฉบับพิเศษ): 47-56.

ยงยุทธ โอสถสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมพงษ์ สัญญาวิรักษ์. 2530. อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุธีรา สุนทรารักษ์. 2550. การใช้ประโยชน์จากปุ๋ยหมักกากตะกอนอ้อยสำหรับการเป็นวัสดุปลูกดาวเรือง. ระบบคลังข้อมูลทางวิชาการ, มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีการเพาะปลูก 2559. กรุงเทพฯ : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์. 2557ก. ผลของการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับการจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวพันธุ์ปทุมธานีในชุดดินสรรพยา. วารสารแก่นเกษตร 42(3): 369-374.

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์. 2557ข. การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวที่ปลูกในชุดดินสรรพยา. วารสารเกษตร 30(2): 133-140.

Bray, R. H. and Kurtz, L. T. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. Soil Science. 59(1): 39-45.

Bremmer, J. M. and Mulvaney, C. S. 1982. Nitrogen Total, pp. 595-624. **In** Page, A. L., eds. Methods of Soil Analysis: Agron. NO. 9, Part 2: Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition, Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.

Dobermann, A. and Fairhurst, T. 1999. Field handbook. Nutritional disorders and nutrient management in rice. IRRI, PPI/PPIC.

Dobermann, A. and Fairhurst, T. 2000. Rice: Nutrient Management. Potash and Phoshphte institute of Canada.

FAO. 1974. The Euphrates Pilot Irrigation Project. Methods of Soil Analysis, Gadeb Soil Laboratory (A Laboratory manual). Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

Jackson, M. L. 1958. Soluble Salt Analysis for Soils and Water. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, Inc. Englewaed Cliffs, N. J.

Mclean, E. O. 1982. Soil pH and Lime Requirement, pp. 199-224. **In** Page, A. L., eds. Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties. Madison: American Society of Agronomy.

Peech, M., Alexander, L. T. Dean, L. A. and Reed, J. F. 1947. Method of Soil Analysis for Soil Fertility Investigation. Washington: U.S. Government Printing Office.

Thongjoo, C., Miyagawa, S. and Kawakubo, N. 2005. Effect of soil moisture and temperature on decomposition rates of some waste materials from agriculture and agro-industry. Plant Prodution Science 8(4): 475-481.

Walkley, A. 1947. A critical examination of a rapid method for determining of organic carbon in soil: Effect of variation in digestion conditions and of inorganic soil constituents. Soil Science. 63(2): 251-263.

Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. IRRI, Los Banos, Philippines.

ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

Effects of organic fertilizer on yield component and economic returns of Pathum Thani 1 rice

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์[1*] ธนวดี พรหมจันทร์[1], ณัฐกมล จีระสุข[1] และธนัญญา สิงห์ชำนาญ[1]

Auraiwan Isuwan[1*], Thanawadee Promchan[1], Nutkamon Jeerasuk[1] and Tananya Singchamna[1]

บทคัดย่อ

การทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ปลูกในดินชุดสรรพยา วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ มี 4 ซ้ำ และ 5 ตำรับการทดลอง ดังนี้ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (T_1) 2) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 200 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งมีธาตุอาหารหลักเท่ากับ 4.10-7.86-0.60 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ หรือเท่ากับอัตราการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (T_2) 3) ใส่ปุ๋ยเคมีให้มีธาตุอาหารหลักเท่ากับ 4.10-7.86-0.60 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (T_3) 4) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีธาตุอาหารหลักเท่ากับ 2.05-3.93-0.30 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 2.05-3.93-0.30 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (T_4) และ 5) ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แนะนำให้ใส่ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงซึ่งมีธาตุอาหารหลักเท่ากับ 8.0-1.7-3.0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ (T_5) ผลการทดลอง พบว่า ข้าวในตำรับการทดลองที่ 4 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี (80.25 เปอร์เซ็นต์) ผลผลิตข้าวเปลือก (816 กิโลกรัมต่อไร่) และผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ย (5,438 บาทต่อไร่) ไม่แตกต่าง ($p>0.05$) กับข้าวในตำรับการทดลองที่ 3 และ 5 แต่ดีกว่า ($p<0.05$) ตำรับการทดลองอื่น ๆ ดังนั้น การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ข้าวมีผลผลิตและผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ : ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1, ปุ๋ยอินทรีย์, องค์ประกอบผลผลิต

ABSTRACT

An experiment aimed to study effects of organic fertilizer on yield component and economic returns of Pathum Thani 1 rice grown on Sappaya soil series. A randomized block design with 4 replications was used. Five treatments included: 1) No application of any fertilizers (T_1), 2) application of organic fertilizer at a rate of 200 kg/rai, equivalent to 4.10-7.86-0.60 kg N-P_2O_5-K_2O/rai, a site-specific fertilizer recommendation (T_2), 3) application of chemical fertilizers at a rate of 4.10-7.86-0.60 kg N-P_2O_5-K_2O/rai (T_3), 4) a combination of 50% organic fertilizer (equivalent to 100 kg/rai) and 50% chemical fertilizer at a rate of 4.10-7.86-0.60 kg N-P_2O_5-K_2O/rai (T_4), and application of chemical fertilizer at a rate of 8.0-1.7-3.0 kg N-P_2O_5-K_2O/rai, based on a general fertilizer recommendation for growing non-photoperiod sensitivity rice verities (T_5). Results showed that filled grain percentage (80.25%), grain yield (816 kg/rai) and returns over fertilizer cost (5,438 Baht/rai) of rice in T_4 were not different ($p>0.05$) from those in T_3 and T_5 but greater ($p<0.05$) than those in T_1 and T_2. In conclusion, a combined use of organic fertilizer and chemical fertilization resulted in an increase in grain yield and economic returns over fertilizer cost of rice farming.

Keyword: Pathum Thani 1 rice, organic fertilizer, yield component

---

[1] คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี อ. ชะอำ จ. เพชรบุรี

[1]Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University, Petchaburi Campus, Cha-Am, Petchaburi, Thailand 76120

*Corresponding author: Tel. 085-948-2926 E-mail address: isuwan_a@silpakorn.edu

บทนำ

ข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทยและสามารถส่งออกไปต่างประเทศสร้างรายได้ให้กับประเทศจำนวนมาก การปลูกข้าวของเกษตรกรไทยมีรายได้ลดลงอย่างต่อเนื่องทั้งนี้ส่วนหนึ่งเกิดจากการเพิ่มขึ้นของต้นทุนการผลิตข้าวซึ่งเพิ่มมากขึ้นทุกปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ปุ๋ยเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการเพาะปลูกข้าวโดยปุ๋ยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ ในทางปฏิบัติ การใช้ปุ๋ยเคมีทำให้ข้าวมีผลผลิตที่สูงกว่าการใช้ปุ๋ยอินทรีย์แต่ก็มีผลทำให้ดินเสื่อมคุณภาพซึ่งจะส่งผลเสียในระยะยาว ในขณะที่การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยบำรุงดินและให้ผลดีในระยะยาว (อภิวัฒน์ และคณะ, 2559) การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยและลดการสูญเสียของธาตุอาหาร เช่น การใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ข้าวมีผลผลิตต่อไร่สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (ประเสริฐ และคณะ, 2542; กรรณิกา และคณะ, 2552) ปุ๋ยอินทรีย์นั้นนอกจากช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินและส่งเสริมการดูดซับธาตุอาหารจากปุ๋ยของข้าวแล้ว ยังช่วยส่งเสริมระบบรากของข้าวซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตของข้าว การลดการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มการพึ่งพาตนเองของเกษตรกรซึ่งนอกจากจะช่วยลดต้นทุนการผลิตแล้วยังช่วยส่งเสริมการอนุรักษ์ดิน (อุไรวรรณ, 2557) การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการจัดการปุ๋ย (การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี) ที่มีต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลตอบแทนจากการปลูกข้าว

วิธีดำเนินการวิจัย

สถานที่ศึกษาทดลอง สมบัติของดินก่อนการทดลอง และสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์

ปลูกข้าวในแปลงนาของเกษตรกร ตำบลถ้ำรงค์ อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งเป็นชุดดินสรรพยา (Fine-Loamy, mixed, active, nonacid, isohyperthermic Aquic Ustifluvents) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) ก่อนการทดลองทำการสุ่มตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินสำหรับใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณความต้องการธาตุอาหารหลักของข้าวโดยใช้โปรแกรม Sim Rice (http://oss101.ldd.go.th) สมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลองและการแปลผลแสดงในตารางที่ 1 โดยดินมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6.82 มีไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ก่อนการทดลองเป็น 0.04 เปอร์เซ็นต์ 184.55 มก./กก. และ 57.75 มก./กก. ตามลำดับ ปริมาณของปุ๋ยที่ใส่ตามค่าวิเคราะห์ดินซึ่งคำนวณได้มีค่าเท่ากับ 8.0 - 1.7 - 4.0 กิโลกรัม N - P_2O_5 - K_2O/ไร่ ตามลำดับ

ตารางที่ 1 Chemical properties of soil prior to commencing the experiment.

Soil properties	Methods	Units	Analyzed value	Interpretation
pH	McLean (1982)	-	6.82	low acid
Electrical conductivity	Jackson (1958)	dS m^{-1}	0.80	not salty
Organic matter	Walkley (1947); FAO (1974)	%	0.82	very low
Total nitrogen	Bremner and Mulvaney (1982)	%	0.04	very low
Available phosphorus	Bray and Kurtz (1945)	mg kg^{-1}	184.55	very high
Exchangeable potassium	Peech et al. (1947)	mg kg^{-1}	57.75	very low
Exchangeable calcium	Peech et al. (1947)	mg kg^{-1}	820.43	high
Exchangeable magnesium	Peech et al. (1947)	mg kg^{-1}	145.15	medium

ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร (2548) โดยมีส่วนประกอบหลัก คือ กากตะกอนอ้อย 100 กิโลกรัม ปุ๋ยนม 10 ลิตร มูลวัวสด 10 กิโลกรัม ขี้เถ้าชานอ้อย 10 กิโลกรัม และปุ๋ยเคมี (18-46-0) 3.2 กิโลกรัม รายละเอียดขั้นตอนและวิธีการทำปุ๋ยหมักมีรายงานในกรมพัฒนาที่ดิน (2550) หมักปุ๋ยนาน 3 เดือน จากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่างปุ๋ยหมักเพื่อตรวจวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมี ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 Property of composts

Items	Analyzed value
1. pH (1: 10)	6.93
2. Moisture Content at 75 °C 20 hrs. (%)	27.47
3. Total N (%)	2.05
4. Total P_2O_5 (%)	3.93
5. Total K_2O (%)	0.30
6. Water Soluble Sodium (%)	0.02
7. EC (1.10) (dSm^{-1})	6.50
8. Organic Carbon (%)	13.42
9. Organic Matter (%)	23.13
10. C: N ratio	6.53
11. Plastic, Glass Etc.	0
12. Gravel (%)	0
13. Sieve size (12.5*12.5 mm.) (%)	100
14. Germination Index (123.18 %)	Fertile
15. Physical property	Powder
16. Color	Brown

การวางแผนการทดลอง และตำรับการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล๊อคสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) ประกอบด้วย 5 ตำรับการทดลองๆ ละ 4 ซ้ำ ดังนี้

ตำรับการทดลองที่ 1 การไม่ใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ (T_1)

ตำรับการทดลองที่ 2 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ให้มีธาตุอาหารหลัก 4.10-7.86-0.60 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ซึ่งเป็นอัตราการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (T_2)

ตำรับการทดลองที่ 3 การใส่ปุ๋ยเคมีให้มีธาตุอาหารหลัก 4.10-7.86-0.60 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (T_3)

ตำรับการทดลองที่ 4 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีธาตุอาหารหลัก 2.05-3.93-0.30 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้มีธาตุอาหารหลัก 2.05-3.93-0.30 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (T_4)

ตำรับการทดลองที่ 5 การใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราที่แนะนำให้ใส่ตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง ให้มีธาตุอาหารหลัก 8.0-1.7-3.0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (T_5)

การปลูกและการดูแลข้าว

ปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2560 เตรียมดินโดยการไถ และทำแปลงย่อยขนาด 4 × 5 เมตร ย้ายปลูกต้นกล้าข้าวที่อายุ 20 วัน โดยการปักดำกอละ 3 ต้น แต่ละกอห่างกัน 20 เซนติเมตร ในตำรับการทดลองที่ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ให้ดำเนินการคลุกเคล้าปุ๋ยอินทรีย์กับดินก่อนการปักดำข้าว 7 วัน สำหรับการใส่ปุ๋ยเคมี แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่เมื่อข้าวมีอายุ 30 วัน หลังการย้ายปลูก โดยใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0, 46-0-0 และ 0-0-60 เป็นแหล่งธาตุอาหารหลัก ระยะนี้ข้าวได้รับธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเท่ากับ 50, 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณธาตุอาหารหลักซึ่งกำหนดในแต่ละตำรับการทดลอง ตามลำดับ ส่วนครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 เมื่อข้าวอยู่ในระยะแตกกอหรือเมื่อต้นข้าวอายุได้ 52 วัน หลังการย้ายปลูกกำจัดวัชพืชโดยการถอนก่อนการใส่ปุ๋ยเคมี 1 วัน

การเก็บข้อมูล และการศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อข้าวอายุ 110 วัน หลังการย้ายปลูก บันทึกองค์ประกอบผลผลิตข้าว ได้แก่ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด ร้อยละของเมล็ดลีบและน้ำหนักผลผลิตข้าวเปลือกที่มีการปรับความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ ศึกษาข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ รายได้หลังหักต้นทุนค่าปุ๋ย

การวิเคราะห์ทางสถิติ

คำนวณผลผลิตข้าวที่ระดับความชื้น 14 เปอร์เซ็นต์ และวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มในบล๊อคสมบูรณ์ (randomized complete block) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ผลและวิจารณ์ผล

1. ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1

รูปแบบการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันไม่มีผล ($p>0.05$) ต่อจำนวนเมล็ดต่อรวง (60.50-72.00 เมล็ดต่อรวง) และน้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด (2.52-2.54 กรัม) (ตารางที่ 3) สอดคล้องกับการศึกษาของนิตยา (2551) ซึ่งพบว่า การใส่ปุ๋ยในอัตราที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อน้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด Rann et al. (2016) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยมูลสุกรร่วมกับปุ๋ยเคมีไม่มีผลต่อน้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ดของข้าวหอมมะลิ 105 สำหรับจำนวนเมล็ดต่อรวง พัฒนพงษ์ และคณะ (2555) รายงานว่า การใส่หรือไม่ใส่ปุ๋ยไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อรวงของข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2

ข้าวในตำรับการทดลองที่ 5 มีจำนวนรวงต่อกอ (16.00 รวงต่อกอ) ไม่แตกต่าง ($p>0.05$) กับข้าวในตำรับการทดลองที่ 3 และ 4 แต่สูงกว่า ($p<0.05$) ข้าวในตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า อัตราและสัดส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ในตำรับการทดลองที่ 3 4 และ 5 อยู่ในระดับที่เหมาะสม ยงยุทธ และคณะ (2551) รายงานว่า พืชสามารถเจริญเติบโตและมีองค์ประกอบผลผลิตที่ดีต้องได้รับธาตุอาหารในปริมาณที่เหมาะสม สอดคล้องกับการศึกษาของอุไรวรรณ (2559) ที่รายงานว่า การใส่ปุ๋ยเคมีในระดับที่ต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินไม่มีผลต่อจำนวนรวงต่อกอของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในชุดดินวัฒนา เนื่องจากธาตุอาหารที่ได้จากปุ๋ยในระดับดังกล่าวยังอยู่ในช่วงปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการแตกกอของข้าว

ผลผลิตข้าวเปลือกต่อไร่ของข้าวในตำรับการทดลองที่ 3 (875 กิโลกรัมต่อไร่) ไม่แตกต่างกับ ($p>0.05$) ข้าวในตำรับการทดลองที่ 4 และ 5 แต่สูงกว่า ($p<0.05$) ข้าวในตำรับควบคุมและตำรับการทดลองที่ 2 สอดคล้องกับนุชจรี และคณะ (2558) ที่พบว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและการใส่ปุ๋ยเคมีครึ่งหนึ่งของค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงในอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ข้าวหอมมะลิ 105 มีผลผลิตข้าวเปลือกไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 3 Grain yield and some agronomic characters of Pathum Thani 1 rice received different fertilizer regimes

Treatments	spike per plant	Grain per spike	100 grain weight (g)	Good grain (%)	grain yield (kg/rai)
T1	12.75[d]	60.50	2.54	72.75[bc]	634[b]
T2	13.50[bcd]	70.00	2.54	76.25[abc]	753[ab]
T3	15.00[ab]	72.00	2.52	78.75[ab]	875[a]
T4	14.50[abc]	68.75	2.53	80.25[a]	816[a]
T5	16.00[a]	67.75	2.54	77.75[abc]	872[a]
%CV	7.45	9.72	1.78	4.91	12.44
p-value	**	ns	ns	*	**

* = significantly different at P<0.05; ** = significantly different at P<0.01; ns = non-significance; the means within a row without a common superscript significantly differed.

1) No application of fertilizers (T_1)

2) application of organic fertilizer at a rate of 200 kg/rai, equivalent to 4.10-7.86-0.60 kg N-P_2O_5-K_2O/rai (T_2)

3) application of chemical fertilizers at a rate of 4.10-7.86-0.60 kg N-P_2O_5-K_2O/rai (T_3)

4) combined application of 50% organic fertilizer (equivalent to 100 kg/rai) and 50% chemical fertilizer at a rate of 4.10-7.86-0.60 kg N-P_2O_5-K_2O/rai (T_4)

5) application of chemical fertilizer at a rate of 8.0-1.7-3.0 kg N-P_2O_5-K_2O/rai or site-specific fertilizer management (T_5)

2. รายได้หลังหักต้นทุนค่าปุ๋ย

การจัดการปุ๋ยรูปแบบที่แตกต่างกันส่งผลให้มีผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยแตกต่างกัน (ตารางที่ 4) โดยพบว่าการจัดการปุ๋ยตามตำรับการทดลองที่ 5 ทำให้มีผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ย (6,072 บาทต่อไร่) ไม่แตกต่าง (p>0.05) กับตำรับการทดลองที่ 3 และ 4 แต่มากกว่า (p<0.01) ข้าวในตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 อุไรวรรณ (2557, 2559) รายงานว่าการจัดการปุ๋ยเคมีที่สอดคล้องให้ข้าวได้รับปุ๋ยในช่วงปริมาณที่เหมาะสมกับความต้องการธาตุอาหารของข้าวและการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินมีผลทำให้ผลตอบแทนหลังจากหักต้นทุนค่าปุ๋ยดีกว่าการจัดการปุ๋ยรูปแบบอื่น ๆ เช่นเดียวกับ กิ่งแก้วและคณะ (2552) ที่พบว่า การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินโดยนำค่าอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินมาใช้ตามโปรแกรมการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลง ให้กำไรสุทธิสูงกว่าการจัดการปุ๋ยรูปแบบอื่น ๆ

ตารางที่ 4 Effects of fertilizer regimes on production cost and economic returns

	treatments					%CV	F-test
	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5		
Income after correcting fertilizer cost (Baht/rai)	4,627[bc]	4,896[b]	5,971[a]	5,438[ab]	6,072[a]	11.08	**

** = significantly different at P<0.01; the means within a row without a common superscript significantly differed.

Provided: Fertilizer 46-0-0 = 12.40 Baht/kg, Fertilizer 18-46-0 = 21.60 Baht/kg, Fertilizer 0-0-60 = 17.80 Baht/ kg, compost = 3.00 Baht/kg and grain price = 7.30 Baht/kg

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ปลูกในชุดดินสรรพยา สรุปได้ว่า การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 100 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีธาตุอาหารหลักเป็น 2.05-3.93-0.30 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่ ทำให้ได้ข้าวที่มีผลผลิตและผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยอยู่ในระดับที่เหมาะสม และไม่แตกต่างกับข้าวที่ได้รับปุ๋ยเคมีในอัตราสูง (8.0-1.7-3.0 กิโลกรัม $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$/ไร่) ดังนั้น การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีเป็นแนวทางในการลดการใช้ปุ๋ยเคมีโดยไม่มีผลกระทบต่อการให้ผลผลิตและผลตอบแทนหลังจากหักค่าปุ๋ยของข้าว

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการทำวิจัยจากสำนักงาน คณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) ปีงบประมาณ 2559 ขอขอบคุณ คุณบรรพต มามาก ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่สำหรับทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. ชุดดินสรรพยา. น. 37. ใน เอกสารวิชาการ ลักษณะและสมบัติของชุดดินในภาคกลางของประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ.

กรรณิกา นากลาง, สิริมา ปั้นศิริ, วราภรณ์ วงศ์บุญ, ประเสริฐ ไชยวัฒน์, สว่าง โรจนกุศล, วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์, องอาจ วีระโสภณ, จินตนา หัสวายุกุล, ชนินทร์ เภสัชชา และเภสัช ลวดเงิน. 2552. การจัดการการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์เพื่อลดการเสี่ยงในการผลิตข้าว. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. กรมการข้าว.

กิ่งแก้ว คุณเขต สำราญ อินแถลง สมโรจน์ ประกอบบุญ นิตยา รื่นสุข อดุลย์ กฤษวะดี ประนอม มงคลบรรจง วาสนา อินแถลง ชิษณุชา บุดดาบุญ อมรรัตน์ อินทร์มั่น เฉลิมชาติ ฤาไชยคาม สุรพล จัตุพร และ โอภาส วรวาท. 2552. การเพิ่มผลผลิตข้าวภาคกลางจากการจัดเขตศักยภาพของพื้นที่. รายงานประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว. ประจำปี 2552 ณ. โรงแรมซีบรีท จอมเทียน พัทยา จ.ชลบุรี. น. 82-98.

นิตยา รื่นสุข ประนอม มงคลบรรจง และวาสนา อินแถลง. 2551. การจัดการเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตข้าวลูกผสมสายพันธุ์ PTT06001H. หน้า174-90. ประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองเหนือ ปี 2551. ณ. โรงแรมชลจันทร์ รีสอร์ท พัทยา จังหวัดชลบุรี.

นุชจรี กองพลพรหม ฤทธิรงค์ จังโกฏิ และธวัดชัย ธานี. 2558. ผลของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง และปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวหอมมะลิ 105. ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์. 15(1): 66-77.

ประเสริฐ สองเมือง, ทวี ธนาวีร์, ธีรพันธ์ แพทยารักษ์, แพรวพรรณ กุลนทีทิพย์, กรรณิกา นากลาง และสว่างโรจนกุศล. 2542. การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวระยะยาวต่อสรีรนิเวศวิทยาของข้าว และสมบัติของดินที่สถานีทดลองข้าวพิมาย สถานีทดลองข้าวสุรินทร์. น. 22-56. ใน: รายงานผลการค้นคว้าวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าว.

พัฒนพษ์ เกิดหล้า, ชุติมา จันทร์เจริญ และทรายแก้ว อนากาศ. 2555. การใช้ผลิตภัณฑ์ พด. 12 ในการปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ในชุดดินอุตรดิตถ์. ส่วนวิชาการเพื่อการพัฒนาที่ดิน สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 8 กรมพัฒนาที่ดิน. มิถุนายน 2555.

ยงยุทธ โอสถสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 519 น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2560. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อภิวัฒน์ อินทร์นก, พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์ และอรประภา เทพศิลปวิสุทธิ์. 2559. การเปรียบเทียบคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในจังหวัดสุรินทร์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 24(5): 766 – 776.

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์. 2557. การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินต่อการเจริญเติบโตผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวที่ปลูกในชุดดินสรรพยา. วารสารเกษตร. 30(2): 133-140.

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์. 2559. ผลของการจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินต่อผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้ธาตุไนโตรเจนจากปุ๋ยของข้าวสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในชุดดินวัฒนา. แก่นเกษตร. 44(3): 383-390.

Bray, R. H. and L. T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. Soil Science. 59(1): 39-45.

Bremmer, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen Total. P. 595-624. In A. L. Page (Edition), Methods of Soil Analysis: Agron. NO. 9, Part 2: Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition, Am. Soc. Agron., Madison, WI, USA.

FAO. 1974. The Euphrates Pilot Irrigation Project. Methods of Soil Analysis, Gadeb Soil Laboratory (A Laboratory manual). Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. 120 p.

Jackson, M. L. 1958. Soluble Salt Analysis for Soils and Water. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, Inc. Englewaed Cliffs, N. J. p. 251.

Mclean, E. O. 1982. Soil pH and Lime Requirement. P. 199-224. In Page, A. L. (ed.). Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties. Madison: American Society of Agronomy.

Peech, M., L. T. Alexander, L. A. Dean and J. F. Reed. 1947. Method of Soil Analysis for Soil Fertility Investigation. Washington: U.S. Government Printing Office. 757 p.

Rann, V. S. Anusontpornperm, S. Thanachit. and T. Sreewongchai. 2016. Response of KDML105 and RD41 rice varieties grown on a Typic Natrustalf to granulated pig manure and chemical fertilizers. Agriculture and Natural Resources. 50(2): 104-113.

Walkley, A. 1947. A critical examination of a rapid method for determining of organic carbon in soil: Effect of variation in digestion conditions and of inorganic soil constituents. Soil Science. 63(2): 251-263.

Session 2 : เกษตรศาสตร์

โปรแกรมการนำเสนอบทความวิชาการ ภาคโปสเตอร์
การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10
“ราชมงคลขับเคลื่อนนวัตกรรมก้าวไกลสู่ Thailand 4.0”

การเปรียบเทียบพันธุ์แตงกวาการค้าในพื้นที่บ้านเจดีย์ จังหวัดน่าน

The Comparison of Commercial Cucumber Varieties at Ban Chedi Area, Nan Province

บรรจง อูปแก้ว[1]* พิชัย สุรพรไพบูลย์[1] พิกุล สุรพรไพบูลย์[1] และ วัชราภรณ์ ชัยวรรณ[2]

Bunjong Oupkaew[1]* Pichai Surapornpiboon[1] Pikul Surapornpiboon[1] and Watcharaporn Chaiwan[2]

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบพันธุ์แตงกวาการค้าในพื้นที่บ้านเจดีย์ ตำบลเชียงกลาง อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนมิถุนายน – สิงหาคม พ.ศ. 2560 เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกใช้พันธุ์แตงกวาของเกษตรกรให้เหมาะสมกับพื้นที่ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) ทำ 4 ซ้ำ ประกอบด้วยพันธุ์แตงกวาการค้าจำนวน 15 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ชินจัง T-2015 พันธุ์เอเธนส์ 4 พันธุ์เอเธนส์ 5 พันธุ์ ไมโครซี พันธุ์ไฮโซ พันธุ์เด่นดี พันธุ์รุ่งชัย พันธุ์ชัยนิยม 112 พันธุ์โมเดิร์น พันธุ์บัดดี้กรีน พันธุ์ก้องฟ้า พันธุ์ภูเขียว พันธุ์เขียวมั่งมี พันธุ์เพาเวอร์กรีน และพันธุ์สนั่นเมือง โดยใช้พันธุ์ไฮโซ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรในพื้นที่จังหวัดน่านนิยมปลูกเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ผลการทดลองพบว่าพันธุ์แตงกวาทั้ง 15 พันธุ์ให้ผลผลิตต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพันธุ์เพาเวอร์กรีน เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด ผลผลิตมีคุณภาพดี และมีความต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง เหมาะสำหรับการปลูกในพื้นที่บ้านเจดีย์ จังหวัดน่าน โดยให้ผลผลิต 3,413 กิโลกรัมต่อไร่

คำสำคัญ : การเปรียบเทียบพันธุ์, แตงกวา, จังหวัดน่าน

ABSTRACT

The Comparison of commercial cucumber varieties was implemented at Ban Chedi Area, Chiang Klang Sub-district, Chiang Klang District, Nan Province from June to August 2017. The aim of this study was to Select the suitable cucumber variety on localtion. The experiment was conducted by Randomized Complete Block Design (RCBD) with 4 replications. There were 15 commercial cucumber varieties in this experiment consisted; Chin Chang T-2015, Athens 4, Athens 5, Micro C, Hiso, Den Dee, Rung Chai, Chai Niyom 112, Modern, Buddy Green, Gong Fah, Phu Khiao, Khiao Mung Mee, Power Green, and Sanun Meuang. Moreover, Hiso popular varieties in Nan province, was used as a check variety. The results of this study found that the 15 commercial cucumber varieties had different yields in statistically highly significance ($P < 0.01$). Power Green variety showed the highest yield, high quality and downy mildew resistance. It gave the yield of 3,413 kilograms per rai and suited to plant in Ban Chedi Area, Nan Province.

Keywords : Comparison of variety, cucumber, Nan Province

---

[1] สาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน ตำบลฝายแก้ว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน 55000

[1] Department of Plant Science, Faculty of Agricultural Science and Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Nan, Fai Kaeo Sub-district, Phu Phiang District, NanProvince 55000, Thailand

[2]สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

[2] Institute of Research and Development, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, vajira hospital Khet Dusit, Bangkok 10300, Thailand

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : bunjong_19@hotmail.com

บทนำ

แตงกวา (Cucumber) เป็นพืชตระกูลแตงที่มีการปลูกกันแพร่หลายทั่วทุกภาคของประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกมากเป็นอันดับ 3 รองจากแตงโม และฟักทอง (ผดุงศักดิ์, 2559 ; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) ซึ่งในปี 2560 ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกแตงกวาผลเล็กประมาณ 67,057 ไร่ ได้ผลผลิตต่อพื้นที่เฉลี่ย 3,399 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับการปลูกแตงกวาในพื้นที่จังหวัดน่านนั้น แม้ว่าจะมีพื้นที่ปลูกไม่มากนัก โดยในปี 2558 พบว่ามีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 176 ไร่ ผลผลิตรวม 92,560 ตัน และผลผลิตเฉลี่ย 2,464 กิโลกรัมต่อไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) แต่จากการสำรวจข้อมูลการนำเข้าผักจากต่างจังหวัดของแผงค้าผักในตลาดสดภายในเมืองน่าน พบว่าแตงกวาเป็นผักที่มีปริมาณการนำเข้าเป็นอันดับที่ 4 รองจากพริก มะเขือเจ้าพระยา และผักบุ้งจีน (สำนักงานสถิติจังหวัดน่าน, 2559) และเนื่องจากแตงกวาเป็นพืชที่มีอายุตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวสั้น ใช้เวลาเพียง 30-45 วันหลังจากปลูก เมื่อเปรียบเทียบรายได้จากการปลูกแตงกวากับพืชอื่น ๆ หลายชนิดแล้ว แตงกวาสามารถทำรายได้ให้แก่เกษตรกร ในช่วงเวลาสั้นได้ดี (เฉลิมเกียรติ และภัสรา, 2539) ดังนั้น แตงกวาจึงเป็นพืชหนึ่งที่ควรส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่จังหวัดน่านปลูกมากขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่บ้านเจดีย์ชัย ตำบลเชียงกลาง อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่านซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมสำหรับการปลูกแตงกวาและเป็นแหล่งผลิตผักที่สำคัญของจังหวัดน่าน (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2559) เพื่อให้มีผลผลิตเพียงพอต่อความต้องการบริโภคภายในจังหวัดน่าน อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันภาคเอกชนได้ผลิตเมล็ดพันธุ์แตงกวาพันธุ์การค้าออกมาจำหน่ายจำนวนมาก แต่ยังไม่มีการศึกษาอย่างเป็นระบบว่า พันธุ์การค้าพันธุ์ใดเหมาะสมกับสภาพพื้นที่บ้านเจดีย์ชัย ดังนั้นจึงได้ทำการเปรียบเทียบพันธุ์แตงกวาการค้าในพื้นที่บ้านเจดีย์ ตำบลเชียงกลาง อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกใช้พันธุ์แตงกวาของเกษตรกรให้เหมาะสมกับพื้นที่ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการทดลองในแปลงเกษตรกรบ้านเจดีย์ ตำบลเชียงกลาง อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนมิถุนายน – สิงหาคม พ.ศ. 2560 โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) ทำ 4 ซ้ำ ประกอบด้วยพันธุ์แตงกวาการค้าจำนวน 15 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ชินจัง T-2015 พันธุ์เอเธนส์ 4 พันธุ์เอเธนส์ 5 พันธุ์ไมโครซี พันธุ์ไฮโซ พันธุ์เด่นดี พันธุ์รุ่งชัย พันธุ์ชัยนิยม 112 พันธุ์โมเดิร์น พันธุ์บัดดี้กรีน พันธุ์ก้องฟ้า พันธุ์ภูเขียว พันธุ์เขียวมั่งมี พันธุ์เพาเวอร์กรีน และพันธุ์สนั่นเมือง โดยใช้พันธุ์ไฮโซ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรในพื้นที่จังหวัดน่านนิยมปลูก เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ โดยเริ่มเพาะกล้าแตงกวาแต่ละพันธุ์ในช่วงต้นเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 และย้ายต้นกล้าปลูกในแปลงปลูกเมื่อต้นกล้ามีอายุ 7 วันหลังจากเพาะเมล็ด สำหรับการปลูก ดำเนินการเตรียมแปลงปลูกโดยไถเตรียมดินและตากดินไว้ 7 วัน จากนั้นจึงไถพรวนเพื่อย่อยดิน แล้วขึ้นแปลงย่อยขนาด 1 X 5 ตารางเมตร และคลุมแปลงด้วยพลาสติกคลุมแปลง ทำการปลูกแตงกวาแต่ละพันธุ์ในแปลงย่อยขนาด 1 X 5 ตารางเมตร โดยใช้ระยะปลูกระหว่างต้น 50 เซนติเมตร และระยะปลูกระหว่างแถว 80 เซนติเมตร ปลูกหลุมละ 1 ต้น หลังจากปลูกให้น้ำแบบให้ตามร่อง (furrow irrigation) สัปดาห์ละครั้ง เมื่อแตงกวามีอายุ 10 วันหลังจากปลูก จึงทำค้างและจัดเถาให้ขึ้นค้าง การใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยรองก้นหลุมก่อนปลูกด้วยปุ๋ยหมักอัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หลังจากย้ายกล้าปลูก 7 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และหลังจากย้ายปลูก 2 และ 3 สัปดาห์ ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ทำการฉีดพ่นสารเคมีป้องกันแมลงด้วยสารอะบาเม็กติน (abamectin) อัตรา 30 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร หลังจากย้ายกล้าปลูก 15 วัน

ข้อมูลที่บันทึก ได้แก่

1) ผลผลิต โดยเก็บเกี่ยวผลผลิตผลสดของแตงกวาแต่ละพันธุ์ทุกวัน และเก็บเกี่ยวผลผลิตจากทุกต้นในแปลงปลูก ยกเว้นต้นที่อยู่หัวแถวและท้ายแถวของแปลง โดยสังเกตจากผลที่มีลักษณะนวลขาวเกาะอยู่และมีหนามอยู่บ้าง แล้วนำผลผลิตมาชั่งน้ำหนักรวม

2) องค์ประกอบของผลผลิต ได้แก่

2.1) จำนวนผลต่อต้น โดยสุ่มนับจำนวนผลของแตงกวาแต่ละพันธุ์ ๆ ละ 5 ต้น

2.2) น้ำหนักผล โดยสุ่มชั่งน้ำหนักตัวอย่างผลแตงกวาแต่ละพันธุ์ ๆ ละ 10 ผล

3) คุณภาพของผลผลิต ได้แก่

3.1) เส้นผ่านศูนย์กลางของผล โดยสุ่มวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของผลแตงกวาแต่ละพันธุ์ ๆ ละ 10 ผล

3.2) ความยาวของผล โดยสุ่มวัดความยาวของผลแตงกวาแต่ละพันธุ์ ๆ ละ 10 ผล

3.3) ขนาดไส้ของผล โดยสุ่มวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของไส้ผลแตงกวาแต่ละพันธุ์ ๆ ละ 10 ผล

3.4) ความหนาของเนื้อ โดยสุ่มวัดความหนาของเนื้อผลของแตงกวาแต่ละพันธุ์ ๆ ละ 10 ผล

4) ระดับการเป็นโรคราน้ำค้างในสภาพธรรมชาติ โดยพิจารณาจากร้อยละของพื้นที่ใบที่เสียหายอันเนื่องจากแผลของโรคราน้ำค้าง (downy mildew) โดยพิจารณารวมทั้งต้นจากต้นแตงกวาทุกต้นในพื้นที่ปลูก เมื่อแตงกวาอายุ 45 วัน หลังย้ายปลูก โดยใช้วิธีการให้คะแนนของ Jenkins and Wehner (2007) ซึ่งแบ่งออกเป็นระดับต่าง ๆ ดังนี้

ระดับ 0 ไม่พบอาการโรคราน้ำค้าง	ระดับ 5 พื้นที่ใบเสียหายร้อยละ 25-50
ระดับ 1 พื้นที่ใบเสียหายร้อยละ 1-3	ระดับ 6 พื้นที่ใบเสียหายร้อยละ 50-75
ระดับ 2 พื้นที่ใบเสียหายร้อยละ 3-6	ระดับ 7 พื้นที่ใบเสียหายร้อยละ 75-87
ระดับ 3 พื้นที่ใบเสียหายร้อยละ 6-12	ระดับ 8 พื้นที่ใบเสียหายร้อยละ 87-99
ระดับ 4 พื้นที่ใบเสียหายร้อยละ 12-25	ระดับ 9 พื้นที่ใบเสียหายร้อยละ 100

5) ลักษณะทางการเกษตรอื่น ๆ ได้แก่

จำนวนวันที่ดอกเพศผู้ดอกแรกบาน โดยนับตั้งแต่วันเพาะเมล็ดถึงวันที่ต้นแตงกวาแต่ละพันธุ์มีดอกเพศผู้ดอกแรกบานร้อยละ 50 ของจำนวนต้นทั้งหมดที่ปลูกในแปลงย่อย

จำนวนวันที่ดอกเพศเมียดอกแรกบาน โดยนับตั้งแต่วันเพาะเมล็ดถึงวันที่ต้นแตงกวาแต่ละพันธุ์มีดอกเพศเมียดอกแรกบานร้อยละ 50 ของจำนวนต้นทั้งหมดที่ปลูกในแปลงย่อย

อายุเก็บเกี่ยว โดยนับตั้งแต่วันเพาะเมล็ดถึงวันที่เก็บเกี่ยวผลผลิตของต้นแตงกวาที่ปลูกในแปลงย่อยครั้งแรก จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น โดยสุ่มนับจำนวนกิ่งแขนงที่มีจำนวนข้อไม่น้อยกว่า 3 ข้อที่เกิดขึ้นทั้งต้น พันธุ์ละ 5 ต้น เมื่อแตงกวาอายุ 50 วัน หลังจากเพาะเมล็ด

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ แล้วหาค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test และวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตตามวิธีของ Gomez and Gomez (1984)

ผลและวิจารณ์ผล

เมื่อพิจารณาผลผลิตของพันธุ์แตงกวาทั้ง 15 พันธุ์ (ตารางที่ 2) พบว่า พันธุ์แตงกวาทั้ง 15 พันธุ์ให้ผลผลิตต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพันธุ์เพาเวอร์กรีนเป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุดและเป็นพันธุ์เดียว ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ไฮโซ ซึ่งเป็นพันธุ์แตงกวาที่เกษตรกรนิยมปลูกในจังหวัดน่านอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยให้ผลผลิต 3,413 กิโลกรัมต่อไร่ และพันธุ์ชินจัง T-2015 พันธุ์เอเธนส์ 4 พันธุ์เด่นดี พันธุ์ชัยนิยม 112 พันธุ์บัดดี้กรีน พันธุ์ก้องฟ้า พันธุ์ภูเขียว และพันธุ์สนั่นเมือง เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์ไฮโซอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยให้ผลผลิต 2,313 2,269 2,694 2,681 2,138 2,006 2,688 และ 2,494 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์ไฮโซให้ผลผลิต 3,019 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนพันธุ์อื่น ๆ นั้นให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์ไฮโซอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P > 0.01$) อย่างไรก็ตาม ในระหว่างพันธุ์ที่ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากพันธุ์ไฮโซอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิตินี้ พันธุ์เอเธนส์ 5 เป็นพันธุ์ที่มีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตสูงรองจากพันธุ์เพาเวอร์กรีน โดยให้ผลผลิต 3,038 กิโลกรัมต่อไร่ และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบของผลผลิตแตงกวา คือ จำนวนผลต่อต้น และน้ำหนักผล ตลอดจนลักษณะทางเกษตรอื่น ๆ (ตารางที่ 1 และ 2) พบว่า พันธุ์แตงกวาทั้ง 15 พันธุ์มีองค์ประกอบของผลผลิตและลักษณะทางเกษตรอื่น ๆ ที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) แสดงให้เห็นว่า พันธุ์แตงกวาทั้ง 15 พันธุ์นี้ มีความสามารถในการปรับตัวและให้ผลผลิตต่างกันเมื่อปลูกในพื้นที่บ้านเจดีย์ จังหวัดน่าน ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า พันธุ์เพาเวอร์กรีนมีระดับการเป็นโรคราน้ำค้างต่ำกว่าพันธุ์อื่น ๆ โดยมีระดับการเป็นโรคราน้ำค้างระดับ 2 และมีองค์ประกอบของผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ โดยมีจำนวนผลต่อต้น 25 ผล และน้ำหนักผล 92 กรัม (ตารางที่ 2) ซึ่งในระบบการวัดระดับการเป็นโรคราน้ำค้างตามวิธีการของ Jenkins and Wehner (1983) นั้น จัดให้แตงกวาที่มีระดับการเป็นโรคราน้ำค้างระดับ 2 เป็นแตงกวาที่อยู่ในกลุ่มที่มีความต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า พันธุ์เพาเวอร์กรีนเป็นพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อโรคราน้ำค้างดีกว่าพันธุ์อื่น ๆ อนึ่ง เมื่อพิจารณาคุณภาพของผลผลิตแตงกวา (ตารางที่ 3) ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางของผล ความยาวของผล ขนาดไส้ของผล และความหนาของเนื้อ พบว่า พันธุ์เพาเวอร์กรีน เป็นพันธุ์ที่มีผลขนาดใหญ่กว่าพันธุ์อื่น ๆ ทั้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของผล และความยาวของผล แต่ผลมีขนาดไส้เล็กและเนื้อหนา โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของผล 3.8 เซนติเมตร ความยาวของผล 11.1 เซนติเมตร ขนาดไส้ 1.7 เซนติเมตร และความหนาของเนื้อ 1.0 เซนติเมตร ในขณะที่พันธุ์อื่น ๆ ส่วนใหญ่นั้นจะมีผลขนาดเล็ก แต่มีขนาดไส้ใหญ่และเนื้อบางกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์เพาเวอร์กรีน จากผลการทดลองจึงชี้ให้เห็นว่า พันธุ์แตงกวาการค้าที่ให้ผลผลิตสูงและผลผลิตมีคุณภาพดีเหมาะสำหรับการปลูกในพื้นที่บ้านเจดีย์ชัย จังหวัดน่าน คือ พันธุ์เพาเวอร์กรีน โดยพันธุ์นี้มีลักษณะทางเกษตรอื่น ๆ คือ เป็นพันธุ์ที่มีจำนวนวันที่ดอกเพศผู้ดอกแรกบาน 29 วัน จำนวนวันที่ดอกเพศเมียดอกแรกบาน 30 วัน มีจำนวน กิ่งแขนงต่อต้น 8 กิ่ง และมีอายุเก็บเกี่ยว 31 วัน (ตารางที่ 1) และจากผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตองค์ประกอบของผลผลิต ระดับการเป็นโรคราน้ำค้าง ลักษณะทางการเกษตร ลักษณะคุณภาพของผลผลิต (ตารางที่ 4 และ 5) พบว่า ผลผลิตมีสหสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนผลต่อต้น น้ำหนักผล จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น เส้นผ่านศูนย์กลางของผล ความยาวของผล และความหนาของเนื้อ โดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.4635, 0.9145, 0.7142, 0.8939, 0.8684 และ 0.7766 ตามลำดับ ($P < 0.01$) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (ดวงดาว, 2555) และผลผลิตมีสหสัมพันธ์ทางลบกับระดับการเป็นโรคราน้ำค้าง จำนวนวันที่ดอกเพศผู้ดอกแรกบาน จำนวนวันที่ดอกเพศเมียดอกแรกบาน อายุเก็บเกี่ยวและขนาดไส้ของผลโดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ -0.8595, -0.7860, -0.7860 ,-0.7786 และ -0.6521 ตามลำดับ ($P < 0.01$) แสดงว่า พันธุ์แตงกวาที่ให้ผลผลิตสูง จะเป็นพันธุ์ที่มีองค์ประกอบของผลผลิตที่ดี คือ มีจำนวนผลต่อต้นและน้ำหนักผลมาก และมีระดับการเป็นโรคราน้ำค้างต่ำ จำนวนวันที่ดอกเพศผู้ดอกแรกบานเร็ว และจำนวนวันที่ดอกเพศเมียดอกแรกบานเร็ว อายุเก็บเกี่ยวเร็ว และขนาดไส้ของผลน้อย ดังนั้น การที่พันธุ์เพาเวอร์กรีนให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ ก็เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีองค์ประกอบของผลผลิตในเกณฑ์ที่ดี นอกจากนี้ยังพบว่า ระดับการเป็นโรคราน้ำค้างของแตงกวามีสหสัมพันธ์ทางลบกับจำนวนผลต่อต้น น้ำหนักผล

จำนวนดอกเพศเมียต่อต้น จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น เส้นผ่านศูนย์กลางของผล ความยาวของผล และ ความหนาของเนื้อโดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ -0.4634 , -0.9312, -0.7279, -0.8955, -0.8718 และ -0.8596 ตามลำดับ ($P < 0.01$) แสดงให้เห็นว่า การเป็นโรคราน้ำค้างจะมีผลทำให้แตงกวามีจำนวนผลต่อต้น น้ำหนักผล จำนวนดอกเพศเมียต่อต้น จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น เส้นผ่านศูนย์กลางของผล ความยาวของผล และ ความหนาของเนื้อน้อย สอดคล้องกับรายงานของ Ferguson **et al**. (2007)

ตารางที่ 1 แสดงผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิต และระดับการเป็นโรคราน้ำค้างของพันธุ์แตงกวาจากการเปรียบเทียบพันธุ์แตงกวาการค้าในพื้นที่บ้านเจดีย์ ตำบลเชียงกลาง อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน

พันธุ์	จำนวนผลต่อต้น (ผล)	น้ำหนักผล (กรัม)	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	ระดับการเป็นโรคราน้ำค้าง
1. ชินจัง T-2015	23^{b}	76^{h}	2,313^{fg}	6^{a}
2. เอเธนส์ 4	20^{d}	75^{h}	2,269^{fg}	6^{a}
3. เอเธนส์ 5	23^{b}	88^{b}	3,038^{b}	3^{d}
4. ไมโครซี	21^{c}	81^{ef}	2,714^{cde}	4^{c}
5. ไฮโซ	20^{d}	86^{c}	3,019^{bc}	3^{d}
6. เด่นดี	21^{c}	80^{f}	2,694^{de}	5^{b}
7. รุ่งชัย	21^{c}	85^{c}	2,981^{bcd}	4^{c}
8. ชัยนิยม 112	21^{c}	80^{f}	2,681^{de}	5^{b}
9. โมเดิร์น	21^{c}	83^{d}	2,788^{b-e}	4^{c}
10. บัดดี้กรีน	20^{d}	73^{i}	2,138^{g}	6^{a}
11. ก้องฟ้า	20^{d}	72^{i}	2,006^{g}	6^{a}
12. ภูเขียว	20^{d}	80^{f}	2,688^{de}	5^{b}
13. เขียวมั่งมี	21^{c}	82de	2,794^{b-e}	4^{c}
14. เพาเวอร์กรีน	25^{a}	92^{a}	3,413^{a}	2^{e}
15. สนั่นเมือง	23^{b}	78^{g}	2,494^{ef}	5^{b}
เฉลี่ย	21	81	2,668	4
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	3.59	1.08	6.03	4.31

** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) และตัวอักษรที่กำกับในสดมภ์เดียวกัน ต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะทางการเกษตรของพันธุ์แตงกวาจากการเปรียบเทียบพันธุ์แตงกวาการค้าในพื้นที่บ้านเจดีย์ ตำบลเชียงกลาง อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน

พันธุ์	จำนวนวันที่ดอก เพศผู้ดอกแรกบาน (วัน)	จำนวนวันที่ดอกเพศเมียดอกแรกบาน (วัน)	อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น (กิ่ง)
1. ชินจัง T-2015	28^{b}	29^{b}	33^{b}	6^{c}
2. เอเธนส์ 4	27^{c}	28^{c}	34^{a}	6^{c}
3. เอเธนส์ 5	27^{c}	28^{c}	31^{d}	8^{a}
4. ไมโครซี	27^{c}	28^{c}	32^{c}	7^{b}
5. ไฮโซ	28^{b}	29^{b}	31^{d}	8^{a}
6. เด่นดี	27^{c}	28^{c}	33^{b}	7^{b}
7. รุ่งชัย	27^{c}	28^{c}	31^{d}	8^{a}
8. ชัยนิยม 112	28^{b}	29^{b}	33^{b}	7^{b}
9. โมเดิร์น	28^{b}	29^{b}	32^{c}	8^{a}
10. บัดดี้กรีน	29^{a}	30^{a}	35^{a}	4^{e}
11. ก้องฟ้า	28^{b}	29^{b}	34^{a}	5^{d}
12. ภูเขียว	29^{a}	30^{a}	34^{a}	5^{d}
13. เขียวมั่งมี	28^{b}	29^{b}	31^{d}	7^{b}
14. เพาเวอร์กรีน	29^{a}	30^{a}	31^{d}	8^{a}
15. สนั่นเมือง	28^{b}	29^{b}	33^{b}	7^{b}
เฉลี่ย	28	29	32	7
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	1.38	1.33	1.17	7.73

** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) และตัวอักษรที่กำกับในสดมภ์เดียวกันต่างกันแสดงถึง ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางที่ 3 แสดงคุณภาพของผลผลิตของพันธุ์แตงกวาจากการเปรียบเทียบพันธุ์แตงกวาการค้าในแปลงเกษตรกรบ้านเจดีย์ ตำบลเชียงกลาง อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน

พันธุ์	คุณภาพของผลผลิต			
	เส้นผ่านศูนย์กลางของผล (เซนติเมตร)	ความยาวของผล (เซนติเมตร)	ขนาดไส้ของผล (เซนติเมตร)	ความหนาของเนื้อ (เซนติเมตร)
1. ชินจัง T-2015	3.3^{f}	10.3^{f}	1.8^{b}	0.9^{b}
2. เอเธนส์ 4	3.2^{f}	10.1^{fg}	1.9^{a}	0.9^{b}
3. เอเธนส์ 5	3.7^{b}	11.0^{ab}	1.7^{c}	1.0^{a}
4. ไมโครซี	3.5^{cd}	10.7^{cd}	1.7^{c}	0.9^{b}
5. ไฮโซ	3.7^{b}	11.0^{ab}	1.7^{c}	1.0^{a}
6. เด่นดี	3.5^{cd}	10.6^{de}	1.7^{c}	0.9^{b}
7. รุ่งชัย	3.7^{b}	10.9^{bc}	1.8^{b}	1.0^{a}
8. ชัยนิยม 112	3.4^{d}	10.5^{de}	1.8^{b}	0.9^{b}
9. โมเดิร์น	3.6^{c}	10.9^{bc}	1.6^{d}	1.0^{a}
10. บัดดี้กรีน	3.2^{g}	10.0^{gh}	1.9^{a}	0.9^{b}
11. ก้องฟ้า	3.2^{g}	9.9^{h}	1.9^{a}	0.9^{b}
12. ภูเขียว	3.5^{cd}	10.6^{de}	1.8^{b}	0.9^{b}
13. เขียวมั่งมี	3.6^{c}	10.9^{bc}	1.7^{c}	1.0^{a}
14. เพาเวอร์กรีน	3.8^{a}	11.1^{a}	1.7^{c}	1.0^{a}
15. สนั่นเมือง	3.3^{e}	10.5^{e}	1.9^{a}	0.9^{b}
เฉลี่ย	3.5	10.6	1.8	0.9
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	1.08	0.96	2.99	2.12

** = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) และตัวอักษรที่กำกับในสดมภ์เดียวกัน ต่างกัน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางที่ 4 แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิต ระดับการเป็นโรคราน้ำค้าง ลักษณะทางการเกษตร และลักษณะคุณภาพของผลผลิต ของพันธุ์แตงกวาจากการเปรียบเทียบพันธุ์แตงกวาการค้า ในพื้นที่บ้านเจดีย์ ตำบลเชียงกลาง อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน

ลักษณะ	จำนวนผลต่อต้น	น้ำหนักผล	ระดับการเป็นโรคราน้ำค้าง	จำนวนวันที่ดอกเพศผู้ดอกแรกบาน	จำนวนวันที่ดอกเพศเมียดอกแรกบาน
น้ำหนักผล	0.5124**				
ระดับการเป็นโรคราน้ำค้าง	-0.4634**	-0.9312**			
จำนวนวันที่ดอกเพศผู้ดอกแรกบาน	-0.3729**	-0.8346**	0.8433**		
จำนวนวันที่ดอกเพศเมียดอกแรกบาน	-0.3729**	-0.8346**	0.8433**	1.0000**	
ผลผลิต	0.4635**	0.9145**	-0.8595**	-0.7860**	-0.7860**

** = มีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ตารางที่ 5 แสดงสหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต องค์ประกอบของผลผลิต ระดับการเป็นโรคราน้ำค้าง ลักษณะทางการเกษตร และลักษณะคุณภาพของผลผลิต ของพันธุ์แตงกวาจากการเปรียบเทียบพันธุ์แตงกวาการค้า ในพื้นที่บ้านเจดีย์ ตำบลเชียงกลาง อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน

ลักษณะ	อายุเก็บเกี่ยว	จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น	เส้นผ่านศูนย์กลางของผล	ความยาวของผล	ขนาดไส้ของผล	ความหนาของเนื้อ
จำนวนกิ่งแขนงต่อต้น	-0.8794**					
เส้นผ่านศูนย์กลางของผล	-0.8564**	0.8152**				
ความยาวของผล	-0.8333**	0.8060**	0.9407**			
ขนาดไส้ของผล	0.6391**	-0.6025**	-0.6764**	-0.7578**		
ความหนาของเนื้อ	-0.7824**	0.7116**	0.8690**	0.8202**	-0.5677**	
ผลผลิต	-0.7786**	0.7142**	0.8939**	0.8684**	-0.6521**	0.7766**

** = มีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

สรุปผลการวิจัย

การเปรียบเทียบพันธุ์แตงกวาการค้าในพื้นที่บ้านเจดีย์ ตำบลเชียงกลาง อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน ระหว่างพันธุ์ชินจัง T-2015 พันธุ์เอเธนส์ 4 พันธุ์เอเธนส์ 5 พันธุ์ไมโครซี พันธุ์ไฮโซ พันธุ์เด่นดี พันธุ์รุ่งชัย พันธุ์ชัยนิยม 112 พันธุ์โมเดิร์น พันธุ์บัดดี้กรีน พันธุ์ก้องฟ้า พันธุ์ภูเขียว พันธุ์เขียวมั่งมี พันธุ์เพาเวอร์กรีน และพันธุ์สนั่นเมือง โดยมีพันธุ์ไฮโซ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรในพื้นที่จังหวัดน่านนิยมปลูกเป็นพันธุ์เปรียบเทียบ ผลการทดลองพบว่า พันธุ์แตงกวาทั้ง 15 พันธุ์ ให้ผลผลิตต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยพันธุ์เพาเวอร์กรีน เป็นพันธุ์แตงกวาการค้าที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด ผลผลิตมี

คุณภาพดี และมีความต้านทานต่อโรคราน้ำค้างเหมาะสำหรับการปลูกในพื้นที่บ้านเจดีย์ ตำบลเชียงกลาง อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน โดยให้ผลผลิต 3,413 กิโลกรัมต่อไร่ และมีอายุเก็บเกี่ยว 31 วัน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกลุ่มเกษตรกรบ้านเจดีย์ ตำบลเชียงกลาง อำเภอเชียงกลาง จังหวัดน่าน ที่เอื้อเฟื้อพื้นที่ทำแปลงทดลอง

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2560). รายงานข้อมูลภาวการณ์ผลิตพืช กลุ่มพืชผัก ประจำปี 2560 (เดือนมกราคม ถึง เดือน ธันวาคม 2560). แหล่งที่มา : http://www.doae.go.th/doae/km detail.php?id=408, 16 ธันวาคม 2560.

เฉลิมเกียรติ โภคาวัฒนา และภัสรา ชวประดิษฐ์. (2539). การปลูกแตงกวา. แหล่งที่มา : www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/herb_gar/cocomber.pdf, 16 ธันวาคม 2560.

ดวงดาว จันทไชย. (2555). ผลของสถานที่และฤดูปลูกที่มีต่อลักษณะทางการเกษตรและผลผลิตแตงกวาพันธุ์การค้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,วิทยาศาตรมหาบัณฑิต มหาเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 107 น.

ผดุงศักดิ์ ศิริกุล. (2559). ยุทธศาสตร์การพัฒนางานวิจัยพืชผัก. แหล่งที่มา : /images/stories/strategyplanthort strategyvegetable.doc, 18 ธันวาคม 2560.

ระบบจัดเก็บและรายงานข้อมูลภาวการณ์ผลิตพืชรายเดือน กันยายน 2560 ระดับตำบล (รต.) กรมส่งเสริมการเกษตร. (2560). แตงกวา. แหล่งที่มา : http://www. http://production.doae.go.th/home /index.php, 18 ธันวาคม 2560.

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร. (2559). ฐานข้อมูลทรัพยากรน้ำและการเกษตร จังหวัดน่าน. กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. น่าน. 246 น.

สำนักงานสถิติจังหวัดน่าน. (2559). ข้อมูลสินค้านำเข้าปีงบประมาณ 2559 ระหว่างเดือน ตุลาคม–สิงหาคม 2559.แหล่งที่มา : http://nan.nso.go.th/nan/index.php?option=com content&view=artic, 16 ธันวาคม 2560.

Ferguson, G., Cerkauskas, R. and Celetti, M., (2007). Downy Mildew in Greenhouse Cucumber, Available Source: http://www.opvg.org/OMAFRA%20FACT%20SHEET%20downy-mildew-gh.pdf. Jan 5. 2018.

Gomez, K.A., and Gomez, A.A., 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. John Wiley and Sons. Inc. New York. 680 p.

Jenkins, S.F.Jr. and Wehner, T.C., (1983). Occurrence of **Fusarium oxysporum** f. sp. cucumerinum on greenhouse-grown **Cucumis sativus** seed stocks in North Carolina. Plant Dis. 67: 1024–1025.

ประสิทธิภาพสารสกัดเฮกเซนจากพืชสมุนไพรต่อการป้องกันกำจัดหนอนชอนใบส้ม (**Phyllocnistis citrella** Stainton)

Effectiveness of Hexane Herbal Plants Extraction for Control of Citrus Leaf Miner (**Phyllocnistis citrella** Stainton)

ณัฐชญา สุขประกอบ[1] และ ปภพ สินชยกุล[1*]

Nutchaya Sukprakob[1] and Pabhop Sinchayakul[1*]

บทคัดย่อ

หนอนชอนใบส้ม (**Phyllocnistis citrella** Stainton) เป็นแมลงศัตรูสำคัญของพืชตระกูลส้มในระยะแตกใบอ่อน โดยหนอนกัดกินชอนไชระหว่างผิวใบทำให้ใบที่ถูกทำลายบิดเบี้ยวและเป็นรอยทางเดินวกวนไปมาสีเทาเงินการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดหนอนชอนใบส้มในส้มโอของสารสกัดเฮกเซนจากพืชสมุนไพร 10 ชนิด ได้แก่ ผกากรอง สาบเสือ มะคำดีควาย ยาสูบ บอระเพ็ด สะเดา ว่านน้ำ หางไหล หนอนตายหยาก และยูคาลิปตัส ที่ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/ปริมาตร) ในพื้นที่ปลูกที่ได้รับแสง 100 เปอร์เซ็นต์ และพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จำนวนห้าซ้ำ ฉีดพ่นสารสกัดสี่ครั้ง ในช่วงเวลา 12 วันและบันทึกความเสียหายที่เกิดจากหนอนชอนใบที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมงหลังการฉีดพ่นสาร ผลการทดสอบพบว่าในสภาพพื้นที่ปลูกที่ได้รับแสง 100% สารสกัดจากใบยาสูบ ผลมะคำดีควาย และ เหง้าว่านน้ำ มีประสิทธิภาพดีที่สุด สามารถป้องกันกำจัดหนอนชอนใบส้มได้นาน 12 วัน ส่วนในสภาพพรางแสง สารสกัดจากใบยาสูบ ใบยูคาลิปตัส และ รากหนอนตายหยาก มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนชอนใบส้มดีที่สุด 12 วัน จากผลการทดลองสรุปได้ว่าสารสกัดใบยาสูบสามารถป้องกันกำจัดหนอนชอนใบส้มได้ดีทั้งในสภาพการปลูกที่ได้รับแสงมากและการพรางแสง

คำสำคัญ : หนอนชอนใบส้ม,สารสกัดสมุนไพร,ส้มโอ

ABSTRACT

Citrus leaf miner (**Phyllocnistis citrella** Stainton), is a serious and primary pest of citrus plants and causes extensive damage to new leaf flush. The leaves are destroyed and twisted the trail winding like a snake trail color seem like silver grey. In this study, effect of different plant extracts was evaluated on the population infestation of citrus leaf miner. In this regard, 10 plants extracts were used viz; Cloth of gold (**Lantana** sp.), Siam weed (**Chromolaena** sp.), Soapberry (**Sapindus** sp.), Soapberry (**Sapindus** sp.), Tobacco (**Nicotiana** sp.), Heart-leaved moonseed (**Tinospora** sp.), Neem (**Azadirachta** sp.), Mytle grass (**Acorus** sp.) Derris (**Derris** sp.), Non-taai-yaak (**Stemona** sp.) and Eucalyptus (**Eucalyptus** sp.) extracts with 20 percent concentrations (w/v) against citrus leaf miner infestation on 100 percent light area and shading 50 percent area. Experiment was laid out in randomized complete block design (RCBD) with five replications. Spray of plant extracts were repeated four times with the interval of 12 days on selected plants. Percent population infestation of citrus leaf miner was recorded before the application and after 24, 48, and 72 hrs of spray. Results revealed that in 100 percent light area, extracted from Tobacco, Soap nut tree and Mytle grass are effective in preventing the highest in 12 days. And in shading area extracted from Tobacco, Eucalyptus and Non-taai-yaak are effective in preventing the highest in 12 days. From the experimental, the results concluded that the extract of tobacco could prevent removal of citrus leaf miner well in both growing conditions.

Keyword: citrus leaf miner, herbal extract, pomelo

---

[1]ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[1]Department of Entomology, Faculty of Agriculture Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : agrsci@ku.ac.th

บทนำ

การปลูกพืชมักพบเจอกับปัญหาในหลายด้านหนึ่งในนั้นคือ ปัญหาแมลงศัตรูของส้มที่มาทำลายสวนส้มให้ได้ปริมาณผลผลิตที่น้อยลง ส้มเป็นพืชที่มีแมลงศัตรูสำคัญหลายชนิด พนมกร (2532) รายงานว่าชนิดของแมลงศัตรูส้มมีประมาณ 23 ชนิด ที่ทำลายส้มโดยการกัดกินและดูดน้ำเลี้ยงจากส่วนต่างๆ ของส้ม ก่อให้เกิดผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นส้ม และ รุจ (2541) รายงานเพิ่มเติมว่าในประเทศไทย หนอนชอนใบส้ม **Phyllocnistis citrella** Stainton เป็นแมลงศัตรูพืชหลัก (key pest) ของพืชตระกูลส้มและเป็นแมลงที่พบการระบาดตลอดปี เนื่องจากต้นส้มที่ปลูกในประเทศไทยจะแตกใบอ่อนได้ตลอดปี การระบาดจึงรุนแรงกว่าประเทศอื่นๆ ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Waterhouse, 1998) จากข้อมูลเตือนภัยการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (2555) เมื่อส้มโอแตกใบอ่อนและออกดอก จะเป็นช่วงที่หนอนชอนใบระบาด โดยพบจากหนอนจะเข้าไปกัดกินในระหว่างชั้นของผิวใบทำให้เกิดเป็นรอยโพรงสีขาว มีผลทำให้การสังเคราะห์แสงลดลงและโรคแคงเกอร์เข้าทำลายซ้ำ ใบที่ถูกทำลายจะมีลักษณะบิดเบี้ยว ม้วนงอ ไม่สามารถให้ผลผลิตได้เท่าปริมาณที่ต้องการ จะพบการระบาดได้ตลอดปี แต่จะพบระบาดรุนแรงในช่วงฤดูฝนประมาณเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม การป้องกันขั้นต้นสามารถทำได้โดยการตัดแต่งใบอ่อนที่ถูกทำลายมาเผาไฟ หรืออาจใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่นิยม โดยศิวพันธุ์ (2558) พบว่า สวนส้มโอมีการใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชมากกว่า สวนชนิดอื่น สารเคมีที่ใช้มีชื่อทางการค้าคือสารแลนเนต หรือสารเมโทมิล (Methomyl) เป็นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงในกลุ่มคาร์บาเมต (Carbamates) ซึ่งใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงหลายประเภท เช่น แมลงปากกัด ปากดูด เพลี้ย และหนอนชนิดต่างๆ อีกทั้งจากการตรวจวิเคราะห์สารเคมีตกค้างในส้มโอพันธุ์ท่าข่อยและขาวแตงกวาที่ได้รับรองมาตรฐาน GAP และไม่ได้รับรองมาตรฐาน GAP จะตรวจพบสารเคมีในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphates) และไพรีทรอยด์สังเคราะห์ (Synthetic-pyrethroids) ในส้มโอพันธุ์ของภาคเหนือ (พีระศักดิ์, 2550) เช่นกัน การใช้สารเคมีสามารถทำได้ง่าย สะดวก กำจัดแมลงได้รวดเร็ว แต่มีข้อเสียหลายประการ เช่น ทำลายแมลงศัตรูธรรมชาติของแมลงศัตรูพืชชนิดนั้นทำให้แมลงเกิดความต้านทานสารเคมี และที่สำคัญคือทำลายสิ่งแวดล้อมปัจจุบันการนำสารสกัดจากพืชสมุนไพรมาใช้เป็นทางเลือกเพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชทวีความสำคัญมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากสมุนไพรบางชนิดมีอยู่ทั่วทุกพื้นที่สามารถหามาใช้ได้ง่าย และยังปลอดภัยต่อเกษตรกรผู้ใช้รวมทั้งเป็นวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงที่ไม่แพ้สารเคมี จะเห็นได้ว่าสมุนไพรของไทยก็มีประโยชน์หลายด้านนอกจากสมุนไพรจะเป็นยารักษาโรคแล้ว ยังเป็นสมุนไพรป้องกันกำจัดแมลงได้อีกด้วยดังนั้น

ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรไทยในการควบคุมหนอนชอนใบส้ม ที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และไม่เป็นอันตรายต่อสุขอนามัยของเกษตรกรที่เป็นผู้ใช้

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมสารสกัดจากพืช

นำพืชทั้ง 10 ชนิด คือ ใบยูคาลิปตัส ใบผกากรอง ใบสาบเสือ ใบยาสูบ ผลมะคำดีควาย เมล็ดสะเดา เถาบอระเพ็ด รากหางไหล รากหนอนตายหยาก และเหง้าว่านน้ำมาอบไล่ความชื้นด้วยตู้อบความร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จนพืชแห้ง หลังจากนั้นนำพืชที่อบแล้วมาปั่นให้ละเอียดชั่งให้ได้น้ำหนัก 200 กรัม ในแต่ละชนิด นำพืชที่ได้ใส่ในบีกเกอร์ของแต่ละชนิด เติมเฮกเซน 1000 มิลลิลิตร ลงไปในบีกเกอร์ นำบีกเกอร์ที่ใส่พืชแต่ละชนิดมาปั่นด้วยเครื่องกวนสารละลาย (Magnetic stirrer) ที่มีความเร็วรอบในการหมุน 800 รอบ/นาที เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ขณะปั่นปิดปากบีกเกอร์ด้วยฟอยล์เพื่อป้องกันสารละลายระเหย ส่วนบีกเกอร์ที่ยังไม่ได้ปั่นให้ปิดฟอยล์แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน เมื่อครบกำหนดกรองสารสกัดสมุนไพรด้วยผ้าขาวบาง นำของเหลวที่ได้จากการกรองมาลดปริมาตรด้วยการ

นำเข้าเครื่องระเหยสารสุญญากาศ (Evaporator) เพื่อระเหยตัวทำละลายเฮกเซน นำสารสกัดสมุนไพรที่ได้ผสมน้ำ 1000 มิลลิลิตร ความเข้มข้นที่ได้คือ 20 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนัก/ปริมาตร) นำไปเก็บไว้ในตู้เก็บความเย็น

การฉีดพ่นสารสกัดบนต้นพืช

ทำการตัดแต่งต้นส้มโอที่มีอายุสองปี วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ทำการทดลองจำนวนห้าซ้ำ ฉีดพ่นสารสกัดสี่ครั้งในช่วงเวลา 12 วัน โดยทำการทดลองในพื้นที่ได้รับแสงโดยตรง 100 เปอร์เซ็นต์ และ พื้นที่พรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ หลังทำการตัดแต่งยอดส้มโอ 15 วัน นำสารสกัดพืชสมุนไพร 10 ชนิด ใส่กระบอกฉีดสารนำน้ำหมัก 10 ชนิด ตวงด้วยบีกเกอร์ อย่างละ 50 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์แต่ละอันตวงน้ำเปล่า 1 บีกเกอร์ 50 มิลลิลิตร เติมสารจับใบ ลงไปในบีกเกอร์น้ำหมัก 10 อัน อย่างละ 0.05 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันด้วยแท่งแก้วคนสารจะได้สารทั้งหมด 11 บีกเกอร์ แก่มาฉีดพ่นบริเวณยอดอ่อนที่เริ่มแตกใบ โดยกำหนด 1 ต้น ฉีด 3 ครั้ง คือ ด้านหน้า ด้านหลัง ด้านบน ให้มีระยะห่างระหว่างยอดส้มโอกับหัวกระบอกฉีดสาร ประมาณ 10 เซนติเมตร ระหว่างฉีดพ่นควรใช้ฉากเป็นที่กำบังละอองสารปลิวไปโดนต้นข้างๆทั้ง 2 ข้าง

การตรวจนับผล

ตรวจเช็คผลหลังทำการฉีดพ่นสารที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ทุกครั้งที่ฉีดพ่น โดยทำการฉีดพ่นสาร 1, 3, 7 และ 9 วัน โดยการนับร่องรอยการทำลายของหนอนชอนใบส้ม ประเมินผลโดยใช้คะแนนค่าพื้นที่ผิวใบที่ถูกทำลายด้วยหนอนชอนใบส้มให้ค่าเป็นเปอร์เซ็นต์การทำลายในแต่ละระดับ นับ 1 ยอด ยอดละ 5 ใบ แล้วบันทึกผล

ผลและวิจารณ์ผล

จากตารางที่ 1 ต้นส้มโอที่ฉีดพ่นด้วยสารสกัดจากใบยาสูบ ผลมะคำดีควาย และ เหง้าว่านน้ำ มีประสิทธิภาพในการป้องกันหนอนชอนใบส้มได้ 12 วัน โดยมีความสมบูรณ์พื้นที่ผิวใบคือ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพพื้นแสงน้อย พบว่าสารสกัดจาก ใบยาสูบ ใบยูคาลิปตัส และ รากหนอนตายหยาก มีประสิทธิภาพในการป้องกันหนอนชอนใบส้มได้ที่ 12 วัน โดยมีความสมบูรณ์พื้นที่ผิวใบคือ 100 เปอร์เซ็นต์ จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าในสภาพพื้นที่แสงน้อยสารสกัดสมุนไพรมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดอยู่มากกว่าคือสารสกัดจากรากหางไหล และ เมล็ดสะเดา มีฤทธิ์ในการป้องกันหนอนชอนใบส้มได้นาน 9 วันในวันที่ 10 พื้นที่ผิวใบถูกทำลายเหลือเพียง 90 และ 86.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเหง้าว่านน้ำ มีฤทธิ์ในการป้องกันหนอนชอนใบส้มได้ 8 วัน โดยในวันที่ 9 พื้นที่ผิวใบถูกทำลายเหลือเพียง 92 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 ร้อยละพื้นที่ผิวใบหลังทำการทดสอบในพื้นที่แสง 100%

treatment	Time after treatment (days)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
หนอนตายหยาก	98.00^{a}	92.00^{a}	88.00^{ab}	91.00^{ab}	89.50^{a}	77.00^{a}	66.50^{ab}	60.83^{bc}	59.50^{bc}	56.10^{bc}	54.83^{bc}	53.83^{bc}
สาบเสือ	100.00^{a}	90.67^{a}	90.67^{ab}	90.67^{ab}	89.33^{a}	88.67^{a}	88.67^{ab}	88.67^{ab}	88.67^{ab}	88.67^{ab}	88.00^{ab}	87.33^{ab}
ยาสูบ	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}
มะคำดีควาย	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{ab}
ยูคาลิปตัส	98.00^{a}	93.00^{a}	89.00^{ab}	89.00ab	89.00^{a}	89.00^{a}	89.00^{ab}	89.00^{ab}	89.00^{ab}	89.00^{ab}	86.00^{ab}	86.00^{ab}
สะเดา	93.33^{a}	91.20^{a}	89.20^{ab}	89.20^{ab}	83.20^{a}	83.20^{a}	83.20^{ab}	83.20^{abc}	83.20^{abc}	83.20^{ab}	81.60^{abc}	81.60^{abc}
บอระเพ็ด	98.00^{a}	94.00^{a}	94.00^{ab}	88.00^{ab}	80.00^{a}	80.00^{a}	80.00^{ab}	80.00^{abc}	80.00^{abc}	80.00^{abc}	80.00^{abc}	80.00^{abc}
ผกากรอง	96.00^{a}	93.00^{a}	93.00^{ab}	93.00^{ab}	92.00^{a}	92.00^{a}	92.00^{ab}	92.00^{ab}	92.00^{ab}	92.00^{ab}	88.00^{ab}	88.00^{ab}
หางไหล	100.00^{a}	88.00^{a}	67.50^{b}	67.50^{b}	67.60^{a}	69.00^{a}	67.20^{ab}	51.20^{c}	51.20^{c}	46.80^{c}	46.80^{c}	46.40^{c}
ว่านน้ำ	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}
ชุดควบคุม	100.00^{a}	90.00^{a}	85.00a^{b}	72.40^{ab}	70.00^{a}	68.00^{a}	64.00^{b}	68.00^{abc}	68.00^{abc}	68.00^{abc}	54.67^{bc}	58.40^{bc}
%cv	5.82	17.11	24.72	26.02	30.02	31.49	33.24	32.89	33.10	34.35	37.56	37.21

means in the followed by the same letter are not significantly different (LSD, P>0.05)

ตารางที่ 2 ร้อยละพื้นที่ผิวใบหลังทำการทดสอบในพื้นที่พรางแสง 50%

treatment	Time after treatment (days)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
หนอนตายหยาก	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}
สาบเสือ	97.00^{ab}	93.00^{a}	77.00^{a}	77.00^{ab}	77.00^{ab}	77.00^{ab}	77.00^{ab}	77.00^{ab}	77.00^{a}	77.00^{a}	77.00^{ab}	77.00^{a}
ยาสูบ	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}
มะคำดีควาย	100.00^{a}	88.00^{a}	83.00^{a}	82.40^{ab}	80.00^{ab}	80.80^{ab}	80.80^{ab}	80.80^{ab}	74.80^{a}	72.80^{a}	58.50^{b}	58.00^{a}
ยูคาลิปตัส	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}
สะเดา	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	86.67^{a}	86.67^{ab}	84.00^{a}
บอระเพ็ด	89.00^{b}	89.00^{a}	89.00^{a}	88.00^{ab}	88.00^{ab}	88.00^{ab}	87.33^{ab}	70.00^{ab}	70.00^{a}	70.00^{a}	70.00^{ab}	66.00^{a}
ผกากรอง	94.00^{ab}	94.50^{a}	92.00^{a}	91.50^{ab}	91.50^{ab}	91.50^{ab}	91.50^{ab}	91.50^{ab}	91.00^{a}	67.00^{a}	65.00^{ab}	59.50^{a}
หางไหล	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	90.00^{a}	90.00^{ab}	86.00^{a}
ว่านน้ำ	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	92.00^{a}	90.67^{a}	88.67^{ab}	87.33^{a}
ชุดควบคุม	100.00^{a}	90.00^{a}	85.00^{a}	72.40^{b}	70.00^{b}	68.00^{b}	68.00^{b}	68.00^{b}	68.00^{a}	68.00^{a}	54.67^{b}	58.40^{a}
%cv	8.56	13.14	20.40	22.43	23.70	24.31	24.46	27.42	28.58	35.61	37.61	42.28

means in the followed by the same letter are not significantly different (LSD, P>0.05)

เมื่อนำผลการทดลองจากโรงเรือนสองสภาพที่ทำการทดลองเปรียบเทียบกันจะเห็นว่าประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรที่ทำการฉีดพ่นภายใต้สภาพโรงเรือนที่ไม่ได้รับแสงแดดโดยตรงให้ประสิทธิภาพที่คงทนและยาวนานกว่าสารสกัดสมุนไพรที่ฉีดพ่นในโรงเรือนสภาพแสงโดยตรง อาจเกี่ยวข้องกับการเสื่อมฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรเมื่อเจอแสงแดด อย่างไรก็ตามจากการทดลองในสองสภาพโรงเรือนพบว่าสารสกัดจากยาสูบเป็นสารสกัดที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดโดยไม่พบร่องรอยการลงทำลายของหนอนชอนใบส้มในขณะทำการดลองทั้งสองสภาพโรงเรือนซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนัทญาภรณ์ (2552) กล่าวไว้ว่าสารสกัดหยาบเมทานอลจากใบยาสูบ ที่ความเข้มข้น 1,000 พีพีเอม ให้เปอร์เซ็นต์การตายของไรสีน้ำตาลเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ และตรงกับจินดาพร (2553) ซึ่งทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์สารสกัดจากใบยาสูบเพื่อใช้กำจัดเพลี้ยอ่อนในแปลงทดลองและผลการทดลองที่ได้ออกมาเป็นที่พึงพอใจ และสารสกัดจาก มะคำดีควาย ว่านน้ำ หนอนตายหยาก และยูคาลิปตัส มีประสิทธิภาพในการป้องกันหนอนชอนใบส้มได้นาน 12 วันในทั้งสองพื้นที่สอดคล้องกับปราสาททอง และ คณะ (2546) ได้ศึกษาโดยการนำสารสกัดจากลูกมะคำดีควาย ความเข้มข้นเพียง 0.05 และ 0.1% สามารถกำจัดหอยเชอรี่ได้มากถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ดวงพร (2547) กล่าวว่าว่านน้ำแห้งบดละเอียดและว่านน้ำสดบดละเอียดเมื่อนำมาผสมกับขมิ้นพบว่าสามารถใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันได้แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นและอัตราส่วนผสมที่ใช้ เช่นเดียวกับสมสุข และ คณะ (2546) พบว่าในรากหนอนตายหยากมีสารสำคัญในราก เรียกว่าสเตโมนิน (Stemonine) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการป้องกันขับไล่แมลงได้ผลดีมากนอกจากนี้ยังใช้กำจัดแมลงวันทอง ตรงกับ กรมส่งเสริมการเกษตร. (มปป.) พบว่าสารสกัดจากรากหนอนตายหยากสามารถป้องกันกำจัดหนอนผีเสื้อ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ และแมลงศัตรูพืชอื่นๆ ได้ดีและ สารสกัดจากใบยูคาลิปตัสสดมีผลทำให้เพลี้ยแป้งตาย (ธีรศักดิ์, 2557) และในสภาพพื้นที่พรางแสงพบว่า สะเดา และ หางไหล มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนชอนใบได้นาน 9 วัน ตรงกับ Muhammad (2016) พบว่าสารสกัดจากสะเดาช่วยลดการทำลายของหนอนชอนใบส้มหลังการใช้งาน 72 ชั่วโมงและยังมีการแนะนำให้ใช้สารสกัดจากสะเดาในการควบคุมการลงทำลายของหนอนชอนใบส้มในโรงเรือนอีกด้วย อีกทั้ง สมบูรณ์ และ คณะ (2548) ได้ทำการศึกษาโดยนำรากหางไหลสดและแห้งมาควบคุมหนอนแมลงวันพบว่าผงรากหางไหลแห้งมีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนแมลงวันโดยทำให้หนอนแมลงวันตายภายใน 24 ชั่วโมง

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองพบว่าในสภาพพื้นที่แสงโดยตรงประสิทธิภาพสารสกัดสมุนไพรมีความเสื่อมฤทธิ์ไวกว่า และสามารถป้องกันการลงทำลายของหนอนชอนใบส้มได้น้อย เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพพื้นที่แสงน้อยซึ่งประสิทธิภาพของสารสกัดสามารถออกฤทธิ์ในการทำงานได้ดีกว่า ดังนั้นการฉีดสารสกัดสมุนไพรให้ได้ผลดี เพื่อควบคุมหนอนชอนใบส้มต้อง

ศึกษาระยะเวลาการฉีด วิธีการฉีด และ สภาพโรงเรือนต้องมีความเหมาะสม ผลการทดลองสรุปได้ว่าสารสกัดจากใบยาสูบสามารถป้องกันกำจัดหนอนชอนใบส้มได้ดีที่สุดทั้งในพื้นที่ได้รับแสงโดยตรงและพื้นที่พรางน้อย

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์. ปุ๋ยหมัก น้ำหมักชีวภาพและสมุนไพรไล่แมลง.

กรมวิชาการเกษตร. 2555. การจัดการส้มโอเพื่อการส่งออก **ใน** เอกสารวิชาการ ประจำปีงบประมาณ 2555 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 132น.

ขวัญชัย สมบัติศิริ และ พรชัย อานันท์นิตย์. 2535. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่มีต่อหนอนชอนใบส้ม (**Phyllocnistis citrella** Stainton). **ใน** รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 30 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 29 มกราคม – 1 กุมภาพันธ์ 2535 หน้า 219-224.

จินดารพร ภูริพัฒนาวงษ์. 2553. การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสารสกัดใบยาสูบเพื่อใช้เป็นยากำจัดศัตรูพืชในรูปแบบอิมัลชันเข้มข้น **ใน** รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับการวิจัยประจำปี 2553

ดวงพร พรกิตติเจริญ 2547. เปรียบเทียบประสิทธิภาพว่านน้ำและขมิ้นชันในการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันทอง. ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ธีรศักดิ์ ชนิดนอก, พีระยศ แข็งขัน และ ฤชุอร วรรณะ 2557 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบยูคาลิปตัส (Eucalyptus camaladulesis Dehnh) ต่อการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง (Phenacoccus manihoti Matile-Ferrero). แก่นเกษตร. 42 ฉบับพิเศษ 1 : 505-511.

นัทญาภรณ์ ยอดสิงห์. 2552. การผลิตสารสกัดหยาบจากสมุนไพรเพื่อฆ่าแมลงศัตรูพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, อุบลราชธานี

พนมกร วีรวุฒิ. 2532. แมลงศัตรูไม้ผล. **ใน** เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรแมลง-สัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 5 วันที่ 5-16 มิถุนายน 2532. หน้า 76-102 กรุงเทพฯ : กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

ปราสาททอง พรหมเกิด, ชมพูนุท จรรยาเพศ และ เรวดี พรหมเกิด 2546 **ใน** การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41 : สาขาวิทยาศาสตร์ สาขาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม วันที่ 3-7 กุมภาพันธ์ 2546. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พีระศักดิ์ ฉายประสาท, ชนิดา หันสวาสดิ์ และ จตุรภัทร รัตนวิสานนท์. 2550. การวิจัยและพัฒนาการผลิตส้มโออย่างยั่งยืนเพื่อการส่งออกของเกษตรกรในเขตภาคเหนือตอนล่าง. โครงการวิจัยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ

รุจ มรกต. 2541 ข. การเลี้ยงขยายพันธุ์แตนเบียนทำลายหนอนชอนใบส้ม. **ใน** เอกสารทางวิชาการประกอบการ การฝึกอบรมเรื่องเทคนิคการเลี้ยงขยายพันธุ์แตนเบียนทำลายหนอนชอนใบส้มเป็นปริมาณมากและการป้องกันกำจัดศัตรูส้มโดยวิธีผสมผสาน รุ่นที่ 1 วันที่ 25-29 พฤษภาคม 2541 หน้า 1-14. กรุงเทพฯ : กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

ศิวพันธุ์ ชูอินทร. 2558. การตกค้างของสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่และบริเวณใกล้เคียงสวนผลไม้ อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม. **ใน** การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 6 กลุ่มวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช. นนทบุรี

สมบูรณ์ แสงมณีเดช, ขวัญเกศ กนิษบานนท์, พิทยา ภาภิรมย์ และ ธานี เทศศิริ 2548 การใช้พืชสมุนไพรไทย (หางไหล) ตวบคุมประชากรหนอนแมลงวันและการประยุกต์ใช้รักษาภาวะไมเอียซิสที่ผิวหนังในสัตว์ วารสารวิจัย มข. 10 (1) : 22-30.

สมสุข ศรีจักรวาล, สมพร สุริยันต์, สุพินญา บุญมานพ และปราโมทย์ เกิดศิริ. 2546. พืชฆ่าแมลงและพืชมีพิษบางชนิดในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Muhammad, F.S., Abu Bakar, M.R., Muhammad Z.M., Kanwer S.A., Waqas, R. and Hafiz F.H. 2016. Effect of botanicals on the infestation of citrus leaf miner, (**Phyllocnistis citrella** stainton). Journal of Entomology and Zoology Studies 4(4): 1335-1340

Waterhouse, D.F. 1998. Biologycal Control of Insect Pests: Southeast Asian Prospects. Canberra : Australian Centre of International Agricultural Research.

ความรู้และการปฏิบัติการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมของเกษตรกร พื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงป่ากล้วย ตำบลแม่สอย อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่

Farmer's Knowledge and Practices of Using Appropriately Pesticides, Pa-Kuoy Highland Development Project Using Royal Project Mae Soi Sub-district, Chom Thong District, Chiang Mai Province

วราภรณ์ พรหมศร[1*] วรทัศน์ อินทรัคคัมพร[1] สุรพล เศรษฐบุตร[1]และ สรัญยา วัลยะเสวี[2]

Waraporn Pormsorn[1*] Wallratat Intaruccomporn[1] Suraphol Sreshthaputra[1] and Sarunya Valyasevi[2]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความรู้และการปฏิบัติการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสม และเพื่อศึกษาปัญหา ความต้องการ และข้อเสนอแนะของเกษตรกรในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงป่ากล้วย ตำบลแม่สอย อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่างคือเกษตรกรในพื้นที่โครงการฯ จำนวน 169 ราย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ข้อมูลส่วนบุคคล ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคม สถิติที่ใช้ ได้แก่ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ทดสอบสถิติโดยการวิเคราะห์ (Stepwise Multiple Regression Analysis) ผลการศึกษาพบว่าเกษตรกรมีระดับความรู้ ด้านวินิจฉัยศัตรูพืช ด้านการเลือกใช้สารกำจัดศัตรูพืช ด้านชนิดของสาร ด้านการสลับสาร ด้านความเป็นพิษต่อเกษตรกรและด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภค อยู่ในระดับสูง และการปฏิบัติของเกษตรกรด้านการใช้สารกำจัดศัตรูพืชก็อยู่ในระดับสูง ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่าเพศมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อระดับความรู้การใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสม ($P<0.05$) นอกจากนั้นยังพบว่า การรับรู้ข่าวสาร เงินทุนในการผลิต และการเข้ารับการฝึกอบรมด้านการเกษตรมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อการปฏิบัติการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมของเกษตรกร ($P<0.05$) ส่วนปัญหาของเกษตรกร คือ การระบาดของศัตรูพืชและความเสื่อมโทรมของดินในแปลงเกษตร เกษตรกรมีความต้องการ คือ ต้องการให้มีการอบรมในด้านการอนุรักษ์ดิน และเสนอแนะ คือต้องการให้เจ้าหน้าที่มีการส่งเสริมด้านเงินทุนและปัจจัยการผลิต

คำสำคัญ : ความรู้, การปฏิบัติ, สารกำจัดศัตรูพืช, โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง

ABSTRACT

The objectives of this study were to study the level of knowledge and appropriate use of pesticides and to study problems, requirements and suggestions of farmers in Pa-Kuoy Highland Development Project using Royal Project in Mae Soi sub-district, Chom Thong district, Chiang Mai province. The sample were169 farmers who stay in the project area. The data were collected using questionnaires statistical techniques used wereandpercentage, mean, standard deviation, maximum value and minimum value From research finding, it was found that the farmerswere knowledgeable about pest diagnostic, pesticides selection,type of pesticides, pesticides alternation, toxicity of pesticides, consumer safety and use of pesticides. The hypothesis test showed that sex was positively correlated with knowledge on the appropriate use of pesticides ($P<0.05$), moreover, the information perception, production cost and agricultural training were positively correlated with the appropriate pesticides use of the farmers ($P<0.05$). In the problems study, the farmers faced outbreak of pests and soil degradation in agricultural plots problems in order that they needed soil conservation training and suggested that the officer should be promote cost and production factors.

Keywords : Knowledge, Practice, Pesticides, Highland Development Projects using Royal Project

---

[1] สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและพัฒนาชนบท คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

[1] Department of Agricultural Extension and Rural Development, Faculty of Agriculture, Chiangmai University, Sub-districtSuthep, DistrictMueang, ProvinceChiangmai50200, Thailand

[2] สาขาวิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

[2] Division of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiangmai University, Sub-districtSuthep, DistrictMueang, ProvinceChiangmai50200, Thailand

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : pormsorn_gib711@hotmail.com

บทนำ

ประชากรในประเทศไทยประกอบอาชีพในภาคการเกษตร 12.41 ล้านคน (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2559) เกษตรกรส่วนใหญ่ยังมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในการเพาะปลูกตั้งแต่เตรียมพื้นที่ปลูก จนถึงเก็บเกี่ยวผลิตผลโดยใช้ความรู้ที่ได้รับถ่ายทอดจากบรรพบุรุษจากรุ่นสู่รุ่น อีกทั้งเกษตรกรต้องการให้ได้ผลผลิตในปริมาณที่สูงเมื่อเกิดการระบาดของศัตรูพืชในแปลงเกษตร จึงมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในการป้องกันและกำจัดเป็นจำนวนมาก จะเห็นได้จากรายงานสรุปผลการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร เมื่อปี พ.ศ. 2558 มีปริมาณการนำเข้า สารกำจัดแมลง สารป้องกันและกำจัดโรคพืช สารกำจัดวัชพืช และสารอันตรายอื่นๆ 149,546 ตัน คิดเป็นเงินมูลค่า 19,326 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) เหตุนี้จึงพบสินค้าทางการเกษตรมีสารพิษตกค้างในแปลงเกษตรกรและผลผลิต ส่งผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและเกิดความเสี่ยงที่จะเจ็บป่วย ทั้งยังก่อให้เกิดผลเสียโดยตรงต่อตัวเกษตรกรผู้ปลูก ที่จะได้รับสารพิษจากการพ่นสารกำจัดศัตรูพืช ทั้งนี้ยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในพื้นที่นั้นๆ อีกด้วยจากผลกระทบดังกล่าวภาครัฐโดยสำนักงานและคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จึงได้มีแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 ได้มุ่งเน้นการพัฒนาคุณภาพชีวิตของเกษตรกร การเพิ่มขีดความสามารถในการผลิต รวมถึงการจัดการสินค้าเกษตรให้มีความมั่นคงทางด้านอาหาร และการใช้ทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพ ควบคู่กับการฟื้นฟูอย่างยั่งยืน

โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงป่ากล้วยเริ่มดำเนินงานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 และมูลนิธิโครงการหลวงเห็นสมควรให้สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) ดำเนินงานพัฒนาการเกษตรเพื่อสนับสนุนให้ราษฎรมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นจากการเรียนรู้งานของโครงการหลวง หมู่บ้านป่ากล้วยพัฒนา ตำบลแม่สอย อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นหมู่บ้านเดียวที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่โครงการฯ ประชากรเป็นชาวเขาเผ่าม้ง ประกอบอาชีพเกษตรกรรรมเป็นหลัก พืชหลักที่ปลูกคือ กะหล่ำปลี และผักกาดขาวปลีการทำเกษตรกรรมของชนเผ่าม้ง จะทำเป็นพื้นที่กว้างเกษตรกรจึงมีการใช้สารเคมีเป็นจำนวนมากพื้นที่ปลูก 1 ไร่ เมื่อเกษตรกรต้องการให้ได้ผลผลิตในปริมาณมากขึ้นจึงมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างมาก จากรายงานของ (สุมาลี และคณะ, 2555) พบการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช 3,000 c.c. และสารป้องกันกำจัดโรคและแมลง 7,500 c.c.ต่อฤดูการปลูก ส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้ผลิตรวมถึงสภาพแวดล้อมในชุมชน แหล่งน้ำเกิดการปนเปื้อนจากผลการวิจัยโครงการต่อยอดความรู้และสร้างมูลค่าเพิ่มจากสมุนไพรและยาพื้นบ้านได้ตรวจเลือดคนในชุมชนบ้านป่ากล้วย พบว่า ร้อยละ 66.85 เกษตรกรมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคจากการปนเปื้อนสารพิษในเลือด (อัปสร และคณะ, 2556) ถึงแม้ว่าทางหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะมีการจัดอบรม ส่งเสริมให้ใช้สารชีวภัณฑ์เพื่อลดการใช้สารเคมี แต่ยังมีเกษตรกรที่ปฏิบัติในเรื่องการใช้สารกำจัดศัตรูพืชไม่ถูกวิธีเป็นจนวนมาก ทั้งยังพบการตกค้างของสารเคมีในผลผลิตทางการเกษตรอยู่ในปริมาณที่สูงมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะศึกษาระดับความรู้และการปฏิบัติเกี่ยวกับสารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมของเกษตรกรในหมู่บ้านป่ากล้วย ตำบลแม่สอย อำเภอจอมทองจังหวัดเชียงใหม่และศึกษาปัญหา ความต้องการข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมพัฒนา เผยแพร่ความรู้ และการปฏิบัติอย่างถูกต้องและเหมาะสม ของชุมชนพื้นที่สูงอื่นๆต่อ

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ประชากรกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรกลุ่มตัวอย่างเป็นเกษตรกรชนเผ่าม้ง หมู่บ้านป่ากล้วยพัฒนาในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงป่ากล้วย ตำบลแม่สอย อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีจำนวนประชากร 973 ราย (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, 2558) ประชากรตัวอย่างได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) การสุ่มตัวอย่างเกษตรกรโดยใช้สูตรการคำนวณหากลุ่มตัวอย่างของ ยามาเน่ (Yamane, 1967) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.07 จึงได้กลุ่มตัวอย่าง 169 ราย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นแบบสัมภาษณ์ ซึ่งมีลักษณะคำถามแบบปลายปิด และปลายเปิด เกี่ยวกับข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยทางเศรษฐกิจ ปัจจัยทางสังคมของเกษตรกรความรู้ในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสม และการปฏิบัติในการใช้สารกำจักศัตรูพืชที่เหมาะสมสำหรับป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้ อธิบายโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าต่ำสุด (Minimum) ค่าสูงสุด (Maximum) และใช้สถิติทดสอบสมมติฐาน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis) ระหว่างตัวแปรอิสระ คืออายุ เพศ ระดับการศึกษา แรงงานในครัวเรือ ชนิดของสารกำจัดศัตรูพืช แหล่งที่มาของสารกำจัดศัตรูพืช เงินทุนการผลิต การรับรู้ข่าวสาร การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร และประสบการณ์การเข้าฝึกอบรม กับตัวแปรตาม คือ ความรู้ในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสม (Y1) และการปฏิบัติในการใช้สารกำจักศัตรูพืชที่เหมาะสม(Y2) สำหรับเกณฑ์การประเมินระดับความรู้ เป็นคำถามแบบเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน (จารุวรรณ และคณะ, 2557) คะแนนเต็ม 20 คะแนน โดยแบ่งระดับความรู้ 0 - 6 คะแนน มีระดับความรู้ต่ำ 7 - 13 คะแนน มีระดับความรู้ปานกลาง 14 - 20 คะแนน มีระดับความรู้สูง ซึ่งแบบสอบถามประกอบด้วย 5 ด้าน ด้านวินิจฉัยศัตรูพืช ด้านการเลือกใช้สารกำจัดศัตรูพืช ด้านชนิดของสาร ด้านการสลับสาร ด้านความเป็นพิษต่อเกษตรกรและด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และการปฏิบัติเป็นคำถามเกี่ยวกับด้านการใช้สารกำจัดศัตรูพืช เป็นคำถามปลายปิด ให้คะแนนปฏิบัติประจำ 2 คะแนน ปฏิบัติบางครั้ง 1 คะแนน ไม่ปฏิบัติเลย 0 คะแนน นำมาแปลความระดับการปฏิบัติในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสม ดังนี้ 0 - 0.66 มีระดับการปฏิบัติต่ำ 0.67 - 1.33 มีระดับการปฏิบัติปานกลาง 1.34 - 2 มีระดับการปฏิบัติสูง

ผลและวิจารณ์ผล

ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคลด้านเศรษฐกิจและด้านสังคมของเกษตรกร

ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรกลุ่มตัวอย่างมีอายุ เฉลี่ย 40 ปี ร้อยละ 88.20 เป็นเพศชายระดับการศึกษาจบชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 56.80 มีแรงงานในครัวเรือนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 คน ร้อยละ 98.80 เกษตรกรใช้สารกำจัดแมลงศัตรูพืชและกำจัดโรคพืช ทั้ง 2 ชนิด ร้อยละ 96.40 ได้รับสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้จากหน่วยงานของรัฐ (สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง, โครงการหลวง) มีเงินทุนในการผลิตกะหล่ำปลี/ผักกาดขาวปลี เฉลี่ย 38,692 บาท/ปีร้อยละ 88.80 เกษตรกรมีการรับรู้ข่าวสารจากโทรทัศน์มากที่สุด การติดต่อหรือรับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรมากสุด 4 ครั้ง/เดือน และเกษตรกรเคยเข้ารับการฝึกอบรมมากสุดคือ การอบรมเรื่องการผลิตผลผลิตให้ได้ตามมาตรฐาน GAP

ความรู้และการปฏิบัติการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมของเกษตรกร

(Y1) พบว่า เกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง169 ราย มีความรู้ด้านวินิจฉัยศัตรูพืช ด้านการเลือกใช้สารกำจัดศัตรูพืชด้านชนิดของสาร ด้านการสลับสาร ด้านความเป็นพิษต่อเกษตรกรและด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภค คิดเป็นร้อยละ 100 เกษตรกรมีระดับความรู้การใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมอยู่ในระดับสูงทั้งหมด เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 23.10 ได้คะแนน 17.65 คะแนน คะแนนต่ำสุดอยู่ที่ 14 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 0.6 และคะแนนสูงสุด 20 คะแนน คิดเป็นร้อยร้อย 12.40 (Table 1)

ผลการศึกษาความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระนั้น จากการวิเคราะห์ถดถอยพหุโดยนำตัวแปรอิสระทั้งหมด ไปใส่ในสมการแล้วคำนวณโดยใช้วิธีหลายขั้นตอน(stepwise)ปรากฏว่าได้ค่าF = 7.009 ; Sig. = .001b หมายความว่ามีตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (multiple coefficient of determination, R2)

ปรากฏว่า R2 มีค่าเท่ากับ 0.067 หมายความว่าตัวแปรอิสระทั้งหมดสามารถอธิบายการผันแปร (การเปลี่ยนแปลง) ของตัวแปรตามได้ร้อยละ 6.70 และในบรรดาตัวแปรอิสระทั้งหมดมีตัวแปรอิสระจำนวน 2 ตัวแปร (Table 2) ที่มีผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่เพศ และแรงงานในครัวเรือน โดยตัวแปร เพศมีความสัมพันธ์เชิงบวกหมายความว่า เพศชาย มีระดับความรู้ในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมในระดับสูง เนื่องจากเพศชายชนเผ่าม้งเป็นผู้นำครอบครัว การเป็นตัวแทนเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ เช่นการเข้าร่วมประชุม การเข้าฝึกอบรมของชุมชนและหน่วยงานที่เข้ามาส่งเสริม ร่วมไปถึงการเป็นผู้นำชุมชน ทำให้เพศชายของชนเผ่าม้งได้รับประสบการณ์ที่กว้างมากกว่าเพศหญิง ส่งผลต่อระดับความรู้ในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมให้อยู่ในระดับสูง ส่วนจำนวนแรงงานในครัวเรือนมีความสัมพันธ์เชิงลบ หมายความว่าจำนวนแรงงานในครัวเรือนหากมีมากเกินไป ครอบครัวไม่สามารถส่งเข้ารับการศึกษาได้ครบทุกคน หรือส่งเรียนในระดับที่สูงขึ้นได้ จึงส่งผลต่อระดับความรู้ในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมของเกษตรกรซึ่งสอดคล้องกับ อนุสรา (2560) ได้ศึกษา ความรู้และการปฏิบัติของเกษตรกรผู้เข้าอบรมการลดการเผาตอซังพืช ในอำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า เพศและจำนวนสมาชิกในครอบครัว มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความรู้ในการลดการเผาตอซังพืชของเกษตรกร

Table 1 Knowledge levels on usingpesticides of farmers

Level of Knowledge	Numbers (n=169)	Percent
High Level (Score 14- 20)	169	100
Moderate Level (Score 7 - 13)	0	0
Low Level (Score 0 - 6)	0	0

*Min=14.00, Max=20.00, Mean=17.656, S.D.=1.4

Table 2 Relation between variable and knowledge levelson using appropriate pesticides of farmers

Variable	Beta	t	Sig.
Sex	.170	2.279	.024**
Household worker	-.217	-2.911	0.004**

R^2= 0.067 SEE = 1.429 F =7.009 Sig of F = 0.001[b]

Note: ** Significant 0.05

(Y2) พบว่า เกษตรกรร้อยละ 61.98 มีระดับการปฏิบัติการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมอยู่ในระดับสูง (ค่าเฉลี่ย 1.50) ด้านวินิจฉัยศัตรูพืช ด้านการเลือกใช้สารกำจัดศัตรูพืช ด้านชนิดของสาร ด้านการสลับสาร ด้านความเป็นพิษต่อเกษตรกรและด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคในประเด็นคำถาม 1) ขณะฉีดพ่นสารควบคุมศัตรูพืช ท่านสวมถุงมือ หน้ากาก เสื้อแขนยาว กางเกงขายาว เพื่อป้องกันอันตรายสารพิษเข้าสู่ร่างกาย 2) เกษตรกรมีการปฏิบัติก่อนนำสารมาฉีดพ่นควบคุมศัตรูพืช ท่านอ่านฉลากคำแนะนำข้างภาชนะก่อนใช้สารควบคุมศัตรูพืช และปฏิบัติตามอย่างเคร่งคัด 3) เมื่อใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชหมดขวดแล้ว จากนั้นนำภาชนะไปเก็บไว้ที่จุดรวมขยะพิษของศูนย์ฯ หรือสถานีฯ ที่เตรียมไว้ 4) ท่านใช้อัตราของสารควบคุมศัตรูพืช ตามอัตราที่ระบุข้างฉลากกำหนด 5) ทางเลือกในการใช้ผลิตภัณฑ์ชีวภัณฑ์เกษตร เพื่อลดการใช้สารเคมีในการทำการเกษตร 6) ท่านใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเฉพาะในกรณีที่จำเป็นคือ เมื่อพบการระบาดของศัตรูพืชหรือสภาวะแวดล้อมเหมาะแก่การระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชจาก 7) ท่านแยกขยะที่เป็นขวดหรือซองที่บรรจุสารเคมีทางเกษตร ออกจากขยะทั่วไป 8) หากต้องการผสมสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ท่านต้องศึกษาข้อมูลตามตารางการผสมสาร จากหนังสือของกรมวิชาการเกษตร, เอกสารวิชาการฯ ของโครงการหลวง หรือเอกสารคำแนะนำการใช้สารป้องกันกำจัด

ศัตรูพืชให้เข้าใจอย่างดีก่อนลงมือผสมสาร และมีเพียง 2 ประเด็นคำถาม คือ 1) ก่อนการฉีดพ่นสารฯ ควรตรวจเครื่องพ่นก่อนนำไปใช้ และควรมีการซ่อมแซมเป็นประจำ 2) ขณะพ่นสารควบคุมศัตรูพืช ควรอยู่เหนือลมทุกครั้งเพื่อป้องกันละอองสารฯ และหยุดพ่นทันทีเมื่อลมแรง เกษตรกรมีระดับการปฏิบัติการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 1.24) (Table 3) ผลการศึกษาความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระนั้นพบว่า จากการวิเคราะห์ถดถอยพหุโดยนำตัวแปรอิสระทั้งหมด ไปใส่ในสมการแล้วคำนวณโดยใช้วิธีหลายขั้นตอน (Stepwise) ปรากฏว่าได้ค่า F = 11.167 ; Sig. = 0.000b หมายความว่ามีตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (Multiple Coefficient of Determination, R2) ปรากฏว่า R2 มีค่าเท่ากับ 0.195 หมายความว่าตัวแปรอิสระทั้งหมดสามารถอธิบายการผันแปร (การเปลี่ยนแปลง)ของตัวแปรตาม ได้ร้อยละ 19.50 มีตัวแปรอิสระจำนวน 4 ตัวแปร (Table 4) ที่มีผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หรือต่ำกว่า ได้แก่ การรับรู้ข่าวสาร เงินทุนในการผลิตกะหล่ำปลี/ผักกาดขาวปลี และการเข้ารับการฝึกอบรมด้านการเกษตร โดยตัวแปรดังกล่าวมีความสัมพันธ์เชิงบวก หมายความว่า เกษตรกรที่ได้รับรู้ข่าวสารจากหลายแหล่ง เช่น โทรทัศน์วิทยุเจ้าหน้าที่ส่งเสริมเกษตร เอกสารสิ่งพิมพ์/ป้ายโฆษณาตามลำดับ ทำให้เกษตรกรได้รับการเรียนรู้และนำมาปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม สอดคล้องกับ การศึกษาของ ยุทธนา (2547) ที่ได้ศึกษาการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้องในการปลูกส้มของเกษตรกรชาวเผ่าม้ง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า การรับรู้ข่าวสารรวมทุกสื่อมีความสัมพันธ์กับการใช้สารเคมีการป้องกันกำจัดศัตรูพืช อย่างถูกต้องในการปลูกส้มของเกษตรกรชาวเผ่าม้งเงินทุนในการผลิตกะหล่ำปลี/ผักกาดขาวปลี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ แก้วตา และสุรพล (2560) ซึ่งได้ศึกษาความรู้ความเข้าใจและการปฏิบัติในการใช้สารเคมีฆ่าแมลงในการปลูกพริกหวานของเกษตรกรในตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่า รายจ่ายจากการใช้สารเคมีฆ่าแมลงของพริกหวาน มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติในการใช้สารเคมีฆ่าแมลงในการปลูกพริกหวานของเกษตรกรและการได้รับการเข้าฝึกอบรมด้านการเกษตรบ่อยครั้งจะส่งผลให้เกษตรกรมีระดับการปฏิบัติการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมอยู่ในระดับสูง ส่วนแหล่งที่มาของสารกำจัดศัตรูพืชมีความสัมพันธ์เชิงลบ หมายความว่า หากแหล่งที่มาของสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้มีแหล่งที่มาไม่ชัดเจน และไม่น่าเชื่อถือ เช่น เกษตรกรซื้อยาจากร้านค้าที่ไม่มีใบอนุญาตจำหน่ายวัตถุอันตรายทางการเกษตร จะทำให้เกษตรกรได้รับสารกำจัดศัตรูพืชที่ไม่มีประสิทธิภาพ และได้รับคำแนะนำแล้วนำมาปฏิบัติไม่ถูกต้อง

Table 3 Using pesticide levels of farmers

Item	Mean	S.D.	Level
1. Weara glove, mask, long sleeve shirt and trouser to prevent harmful toxins from entering the body	1.81	0.431	High
2. Read pesticidelabelsand follow the instruction strictly before using pesticides	1.72	0.472	High
3. Take the empty pesticide containers to a collection point for hazardous wastes	1.66	0.508	High
4. Use rate of pesticidesas the instruction labels	1.59	0.611	High
5. Use bio-products to replace pesticides	1.47	0.627	High
6. Use pesticides when pest outbreaks	1.46	0.577	High
7. Separatehazardous wastes from general wastes	1.42	0.660	High
8. Try to understand mixed methods in pesticide manual before chemicals mixing	1.37	0.653	High

9. Always maintain sprayer	1.20	0.65	Medium
10. Stay upwind when spray pesticides			Medium
Total	1.50	0.37	High

Table 4 Relation between the variable and using appropriate pesticides of farmers

Variable	Beta	t	Sig.
information	.204	2.584	.011**
Cost	.283	3.920	.000**
Source of pesticides	-.244	-3.300	.001**
Agricultural training	.170	2.201	.029**
R2= 0.195SEE = 3.370 F =11.167Sig of F = 0.000d			

Note :** Significant 0.05

ปัญหาในพื้นที่ของเกษตรกร

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรประสบปัญหาด้านโรคและแมลงที่มีการระบาดในแปลงของเกษตรกร ร้อยละ 7.70 รองลงมาเป็นปัญหาดินเสื่อมโทรมที่เกิดจากการทำการเกษตรติดต่อกันเป็นระยะเวลามากกว่า 10 ปีร้อยละ 3.55

ความต้องการ และข้อเสนอแนะของเกษตรกรในการพัฒนาชุมชนโครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงป่ากล้วย

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรต้องการให้มีการฝึกอบรมในเรื่องการลงทุนการผลิต และเกษตรกรมีความต้องการความรู้ในด้านการอนุรักษ์ ร้อยละ 1.18 และต้องการให้เจ้าหน้าที่เข้ามาส่งเสริมและติดตามอย่างสม่ำเสมอ ร้อยละ 0.59

สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมอยู่ในระดับสูงทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 100 เนื่องจากประเด็นคำถามเป็นประเด็นใกล้ตัวที่เกษตรกร ซึ่งผู้วิจัยได้สำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านต่างๆแล้วจึงนำมาตั้งเป็นประเด็คำถาม 6 ด้าน ทำให้เกษตรกรมีความคุ้นเคยเกี่ยวกับความรู้ด้านการเกษตรรอบๆตัว ประกอบด้วยคำถาม 1) ด้านการวินิจฉัยโรคพืชและแมลงศัตรูพืช 2) ด้านการเลือกใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชและแมลงศัตรูพืช 3) ด้านความหมายชนิดของสาร 4) ด้านการสลับสารสำหรับป้องกันกำจัดศัตรูพืชและหลักเกณฑ์ในการผสมสาร 5) ด้านความเป็นพิษของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชต่อเกษตรกร และ 6) ด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและการปฏิบัติในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมของเกษตรกรพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 แสดงว่าเกษตรกรมีระดับการปฏิบัติการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมอยู่ในระดับสูงในด้านการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสม

ข้อเสนอแนะจากการศึกษามี ดังนี้

1. ภาครัฐหรือหน่วยงานบนพื้นที่สูงควรเพิ่มจำนวนครั้งของการฝึกอบรมในเรื่องการปฏิบัติการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมให้แก่เกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรมีความรู้และการปฏิบัติในการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้องและเหมาะสม

2. หน่วยงานควรมีการจัดฝึกอบรมให้กับเกษตรกรผู้ที่ไม่เคยเข้าอบรม หรือขยายการฝึกอบรมให้เข้าถึงเกษตรกรรายอื่นๆ เพิ่มขึ้น จะทำให้เกษตรกรได้รับความรู้อย่างทั่วถึงและเท่าเทียม

3. ภาครัฐโดยเฉพาะเจ้าหน้าที่ส่งเสริมฯควรเข้าไปติดตามผล หลังจากมีการฝึกอบรมด้านการปฏิบัติการใช้สารกำจัดศัตรูพืช เพื่อให้ข้อเสนอแนะในเรื่องที่เกษตรกรยังไม่มีความเข้าใจ อย่างสม่ำเสมอ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณหน่วยงาน สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) และเจ้าหน้าที่ประจำพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวงป่ากล้วย อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการตอบแบบสอบสัมภาษณ์ทำให้การค้นคว้าแบบอิสระฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

แก้วตา อนันต์วิไล และสุรพล เศรษฐบุตร. 2560. ความรู้ความเข้าใจและการปฏิบัติในการใช้สารเคมีฆ่าแมลงในการปลูกพริกหวานของเกษตรกรใน ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่. แก่นเกษตร. 45:573-579

จารุวรรณ ไตรทิพย์สมบัติ เพลินพิศ จับกลาง สุวิมล บุญเกิด และอัญชลี อาบสุวรรณ์. 2557. “การศึกษาความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร บ้านห้วยสามขา ตำบลทัพรั้ง อำเภอพระทองคำ จังหวัดนครราชสีมา. ศรีนครินทร์เวชสาร. 29: 429-434.

ยุทธนา โสภา. 2547. การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้องในการปลูกส้มของเกษตรกรชาวเขาเผ่าม้ง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่. การค้าคว้าอิสระ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). ข้อมูลพื้นฐานโครงการขยายผลโครงการหลวงป่ากล้วย อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่.

สุมาลี เม่นสิน, วรรณิศา เหรียญตระกูลชัย และธีรนาฏ ศักดิ์ปรีชากุล. 2555. การทดสอบการใช้ชีวภัณฑ์เกษตรในการควบคุมศัตรูพืชร่วมกับเกษตรกรบนพื้นที่สูง. สำนักวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืช. แหล่งข้อมูล:http://oae.go.th/ ewt_news.php?nid=146. ค้นเมื่อ 1 กรกฎาคม 2559.

อนุสรา สมสัก. 2560. ความรู้และการปฏิบัติของเกษตรกรผู้เข้าอบรมการลดการเผาตอซังพืช อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่. การค้าคว้าอิสระ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อัปสร วิทยประภารัตน์, ปาหนัน กันหาสินธุ์, จีราจันทร์ จันทร์งาม และอัมพา เปี่ยมทองคำ. 2556. ผลการวิจัยโครงการต่อยอดความรู้และสร้างมูลค่าเพิ่มจากสมุนไพรและยาพื้นบ้านได้ตรวจเลือดคนในชุมชนบ้านป่ากล้วย. สำนักวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน).

Yamane, Taro. 1967. Statistic. An Introductory Analysis.2nd Ed., Harper and row, New York.

ความรู้และการปฏิบัติของเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรสหวานตามหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม ในพื้นที่โครงการหลวง จังหวัดเชียงใหม่

Knowledge and Practices of Sweet Passion Fruit Grower following the Good Agricultural Practices in Royal Project Areas, Chiang Mai Province

วิจิตรา บุรุษภักดี[1*] สุรพล เศรษฐบุตร[2] ภาณุพันธุ์ ประภาติกุล[2] ธนะชัย พันธ์เกษมสุข[3]

Wijitra Burutpukdee[1*] Suraphol Sreshthaputra[2] Panuphan Prapatigul[2] and Tanachai Pankasemsuk[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการปลูกเสาวรสหวานของเกษตรกรตามหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (GAP) วัตถุประสงค์คือ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม กับความรู้และการปฏิบัติของเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรสหวานตามหลัก GAP กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ปลูกเสาวรสหวาน ในพื้นที่โครงการหลวง จ. เชียงใหม่ จำนวน 124 ราย เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ เชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ทดสอบความสัมพันธ์ตัวแปรโดยการวิเคราะห์ถดถอยพหุ (multiple regression analysis) พบว่า เกษตรกร 78.20% เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 46 ปี จบการศึกษาประถมศึกษาปีที่ 6 รายได้เฉลี่ย 12,648 บาท/เดือน รายได้จากผลผลิตเสาวรสเฉลี่ย 4,509 บาท/เดือน รายได้อื่นๆ เฉลี่ย 8,179.84 บาท/เดือน ประสบการณ์ปลูกเสาวรสเฉลี่ย 2.25 ปี ประสบการณ์ทำเกษตรเฉลี่ย 11.86 ปี ต้นทุนผลิตเสาวรสเฉลี่ย 13,175 บาท/ปี พื้นที่ปลูกเสาวรสเฉลี่ย 1.52 ไร่ ไม่มีการจ้างแรงงาน 62.10% การรับข่าวสาร 96.80% มีการติดต่อเจ้าหน้าที่ 56.50% เข้าอบรม GAP 94.40% และ 58.50% ผ่านมาตรฐาน GAP จากการศึกษา พบว่า เกษตรกรมีความรู้ในด้านการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเสาวรสตามหลัก GAP ในระดับสูง มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ทำเกษตร เพศ อายุ และประสบการณ์ทำการเกษตร ($P<0.05$) เกษตรกรมีการปฏิบัติในด้านหยุดการใช้วัตถุอันตรายก่อนการเก็บเกี่ยวเสาวรสตามหลัก GAP เป็นประจำ มีความสัมพันธ์กับขนาดของพื้นที่ทำการเกษตร ประสบการณ์ทำเกษตร และการเข้าอบรม GAP ($P<0.05$) ปัญหาของเกษตรกร คือเจ้าหน้าที่ดูแลไม่ทั่วถึง และต้องการใช้สารชีวภัณฑ์เกษตร ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการจัดอบรม และทำแปลงสาธิตเพื่อลดปัญหาการใช้สารเคมี

คำสำคัญ: เสาวรสหวาน, การปลูกพืช GAP, เสาวรสหวาน GAP, เสาวรส GAP โครงการหลวง

ABSTRACT

This research was study of sweet passion fruit planting of farmer following good agricultural practices (GAP) principle. The objectives were the relational study between basic personal characteristics, economy, society with knowledge and practice of farmers. The sample group consisted of 124 sweet passion fruit farmers at Royal Project areas in Chiang Mai province. The data were collected by questionnaire and it was analyzed by descriptive statistics include percentage, mean, standard deviation, maximum and minimum value. The variable relations test were analyzed by multiple regression analysis. The results showed that the 78.20% of farmers were male and the average age of them was 46 years old. They graduated from primary school grade 6 and their average income was 12,648 baht/month. The average income from passion fruit was 4,509 baht/month, average other income was 8,179.84 baht/month, an average passion growing experience was 2.25 years and an average farm experience was 11.86 years. An average cost of passion fruit production was 13,175 bath/year. The average areas of passion fruit planting were 1.52 rai. They are not employment 62.10%. Most of farmers sold their products to buyer and sold by themselves. They source of information 96.80%, moreover, they has contacted the officers with 56.50%.The farmers attended GAP training with 94.40% and 58.50% of them were certificated. This study indicated that the farmers had high level of harvesting and post harvesting of passion fruit following GAP principle related to sex, agricultural experience and age ($P<0.05$). The farmers always stopped the practice in the use of hazardous materials before passion fruit harvest following GAP principle related to land holdings, agricultural experience, officer contact and GAP training ($P<0.05$). The farmer's problems, inadequate care of agricultural officers advised and agricultural bio-products requirement therefore the related institute should provide training and agricultural plot demonstration to reduce the problems from the chemicals used.

Keywords: Sweet passion fruit, GAP planting, GAP Sweet passion fruit, Royal Project GAP passion fruit

---

[1] บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

[1] Graduate School, Chiang Mai University, Suthep Sub-district, Mueang District, Chiangmai Province 50200, Thailand

[2] สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและพัฒนาชนบท คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

[2] Department of Agricultural Extension and Rural Development, Faculty of Agricultural, Chiang Mai University, Suthep Sub-district, Mueang District, Chiangmai Province 50200, Thailand

[3] สาขาวิชาพืชสวน คณะเกษตรเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

[3] Department of Horticulture, Faculty of Agricultural, Chiang Mai University, Suthep Sub-district, Mueang District, Chiangmai Province 50200, Thailand

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): wijitra0301@gmail.com

บทนำ

เสาวรสหวาน (**Passiflora edulis**) เป็นพืชไม้เถาเลื้อยชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์มีส่วนประกอบของวิตามินและแร่ธาตุรวมอยู่หลายชนิด เช่น วิตามินซี วิตามินเอ วิตามินบี ธาตุเหล็ก และคาร์โบไฮเดรต นอกจากนี้ยังมีใยอาหารอีกด้วย นิยมนำมารับประทานเป็นผลไม้สด และเป็นพืชเศรษฐกิจที่มูลนิธิโครงการหลวงส่งเสริมให้แก่เกษตรกร ในพื้นที่โครงการหลวงปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 จากนั้นได้มีการสนับสนุนให้เกษตรกรมีการปลูกเสาวรสหวานตามหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (Good Agricultural Practice: GAP) ซึ่งเป็นแนวทางการดำเนินงานของกรมวิชาการเกษตรที่มีความสำคัญ และเป็นนโยบายที่กำหนดไว้ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2541 (กรมวิชาการเกษตร, 2545) อาหารต้องมีความปลอดภัยทุกขั้นตอนการผลิต จากแหล่งผลิตจนถึงมือผู้บริโภค รวมทั้งต้องสามารถตรวจสอบย้อนกลับและทราบแหล่งที่มาได้ เกษตรกรภายใต้พื้นที่โครงการหลวงได้เริ่มให้ความสนใจทำอาชีพเพาะปลูกเสาวรสหวานกันมากขึ้น โดยมีจำนวนเกษตรกรประมาณ 425 ราย พื้นที่ปลูก 1,107 ไร่ สำหรับราคาผลผลิตเสาวรสหวานสามารถจำหน่ายได้ราคาดีกว่าเสาวรสพันธุ์เปรี้ยว เกษตรกรจึงนิยมปลูกเสาวรสพันธุ์หวานกันมากกว่าเสาวรสพันธุ์เปรี้ยว โดยในปี พ.ศ. 2556 มีปริมาณผลผลิตเสาวรสหวานทั้งหมด 301,761.65 กิโลกรัม มูลค่า 8.21 ล้านบาท (อัจฉรา และคณะ, 2557) เสาวรสหวานยังเป็นพืชอีกชนิดหนึ่งที่ให้ผลผลิตและรายได้ดี สามารถเก็บได้เรื่อยๆ จึงทำให้มีรายได้ต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าเกษตรกรในพื้นที่โครงการหลวงจะให้ความสนใจและปลูกเสาวรสหวานกันมาก แต่ปริมาณผลผลิตเสาวรสหวาน ที่ผ่านการรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตร (GAP) ยังไม่เพียงพอ ต่อความต้องการของตลาดโครงการหลวง

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) จึงนำเอาองค์ความรู้ในการผลิตเสาวรสหวานของโครงการหลวงไปทดสอบในพื้นที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 เกษตรกรได้ให้ความสนใจมากขึ้นและสามารถปลูกเสาวรสหวานจนเริ่มเก็บผลผลิตได้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 เป็นต้นมา สามารถสร้างรายได้ให้เกษตรกรในพื้นที่ ต่อมาเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรมีการส่งเสริมให้เกษตรกรมีการปลูกเสาวรสหวานตามหลัก GAP เพื่อให้ผ่านการรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตร มีการจัดอบรมให้ความรู้การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืชอาหารให้กับเกษตรกรภายในพื้นที่การดำเนินงาน ผลปรากฏว่ามีทั้งเกษตรกรที่ผ่านการรับรอง GAP และไม่ผ่านการรับรอง GAP ซึ่งจากการสำรวจปัญหาในเบื้องต้นพบว่า เกษตรกรมีปัญหาด้านความรู้ในการจัดการแปลงปลูก เนื่องจากคุณภาพผลผลิตลดลงหลังปลูกเป็นเวลา 2-3 ปี ต่อมาส่งผลให้ผลผลิตมีคุณภาพลดลง เกิดการสะสมโรคและแมลงเพิ่มมากขึ้น (อัจฉรา และคณะ, 2557) ใช้สารเคมีมากขึ้นและทำให้ศัตรูพืชดื้อยา เกิดการระบาดของศัตรูพืชที่ควบคุมได้ยาก (สุภาพร และสังวาล, 2558) เกิดสารพิษตกค้าง มีต้นทุนการผลิตสูงขึ้น (สุมาลี และคณะ, 2557) และผลผลิตไม่ผ่านมาตรฐาน GAP จึงต้องมีการศึกษาปัจจัยและปัญหาด้านความรู้และการปฏิบัติของเกษตรกร ในการปลูกสาวรสหวานตามหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม

อย่างไรก็ตามการศึกษาเกี่ยวกับความรู้และการปฏิบัติของเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรสหวานตามหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเสาวรสหวานสามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตร เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและสาเหตุ หรือปัจจัยใดบ้าง มีความสัมพันธ์กันอย่างไรที่ส่งผลต่อการได้รับความรู้ และการนำความรู้ไปปฏิบัติ เพื่อนำไปสู่การช่วยเหลือเกษตรกร และเป็นแนวทางในการส่งเสริมการปลูกเสาวรสหวานได้อย่างถูกวิธีและเหมาะสมต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ เกษตรกรผู้ปลูกเสาวรสหวานในพื้นที่โครงการหลวง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 126 ราย ผู้วิจัยได้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Taro Yamane (1973) ดังนี้

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2}$$

โดยที่ **n** คือ จำนวนประชากรเป้าหมาย

N คือ จำนวนตัวอย่าง

e คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ผู้วิจัยยอมให้เกิดขึ้นได้ในการศึกษาครั้งนี้

ผู้วิจัยยอมให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่างได้ ร้อยละ 97 ซึ่งจะได้จำนวนตัวอย่างดังนี้

$$n = \frac{126}{1 + 126\,(.03)^2}$$

= 114 ราย

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีจำนวน 114 ราย และผู้วิจัยได้เพิ่มจำนวนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน10 ตัวอย่าง ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้**เก็บ**รวบรวมข้อมูลของเกษตรกร โดยใช้แบบสัมภาษณ์ทั้งหมด จำนวน 124 ราย เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการเก็บรวบรวมข้อมูล เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ (ปลายเปิดและแบบปลายเปิด) ในช่วงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2560 - มกราคม พ.ศ. 2561 ทดสอบความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสัมภาษณ์ จากนั้นนำมาหาค่าความเชื่อถือได้ของแบบสัมภาษณ์ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach (1951) ก่อนนำไปทดสอบกับเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัย และนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา เพื่ออธิบายข้อมูลพื้นฐานบางประการของเกษตรกรใช้ค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าสูงสุด (Maximum) ค่าต่ำสุด (Minimum) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

2. แบ่งระดับความรู้ของเกษตรกรเป็น 3 ระดับ ดังนี้ ระดับความรู้มาก (15-22 คะแนน) ปานกลาง (8-14 คะแนน) และน้อย (0-7 คะแนน) และเกษตรกรที่ตอบแบบสัมภาษณ์ด้านการปฏิบัติ แบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้ ปฏิบัติมาก (ปฏิบัติประจำ 2.1- 3 คะแนน) ปานกลาง (ปฏิบัติบางครั้ง 1.1-2 คะแนน) และน้อย (ไม่เคยปฏิบัติ 0-1 คะแนน)

3. สถิติทดสอบสมมติฐานที่ ใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ คือ ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม และตัวแปรตาม คือ ความรู้และการปฏิบัติของเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรสหวานตามหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมในพื้นที่โครงการหลวงจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ ด้านความรู้ (Y_1) และด้านการปฏิบัติ (Y_2) ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติ ดังนี้

3.1) การวิเคราะห์ถดถอยพหุแบบขั้นตอน (stepwise multiple regression analysis) กับตัวแปรอิสระ ได้แก่ 1. เพศ 2. อายุ 3. ระดับการศึกษา 4. รายได้จากการปลูกเสาวรส 5. รายได้อื่นๆ 6. รายได้รวม 7. ประสบการณ์ปลูกเสาวรสหวาน 8. ประสบการณ์ทำการเกษตร 9. เงินทุนในการผลิตเสาวรสหวาน 10. ขนาดของพื้นที่ทำการเกษตร 11. ขนาดพื้นที่ปลูกเสาวรสหวาน 12. แรงงาน 13. การติดต่อเจ้าหน้าที่ในหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง 14. การอบรม GAP 15. การผ่านการรับรองมาตรฐาน GAP

ผลและวิจารณ์ผล

1. ข้อมูลลักษณะทั่วไป ได้แก่ ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล ปัจจัยทางเศรษฐกิจ และปัจจัยทางสังคม

พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 78.20 เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 46 ปี จบการศึกษาประถมศึกษาปีที่ 6 รายได้เฉลี่ย 12,648 บาท/เดือน รายได้จากการปลูกเสาวรส เฉลี่ย 4,509 บาท/เดือน รายได้อื่นๆ เฉลี่ย 8,179.84 บาท/เดือน ประสบการณ์ปลูกเสาวรส เฉลี่ย 2.25 ปี ประสบการณ์ทำเกษตร เฉลี่ย 11.86 ปี เงินทุนผลิตเสาวรส เฉลี่ย 13,175 บาท/ปี พื้นที่ทำเกษตร เฉลี่ย 9.17 ไร่ พื้นที่ปลูกเสาวรส เฉลี่ย 1.52 ไร่ ส่วนใหญ่ไม่จ้างแรงงาน ร้อยละ 62.10 รับข่าวสารทางการเกษตร ร้อยละ 96.80 มีการติดต่อเจ้าหน้าที่ร้อยละ 56.50 เข้าอบรม GAP ร้อยละ 94.40 และร้อยละ 58.50 ผ่านมาตรฐาน GAP

2. ประเด็นความรู้และการปฏิบัติของเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรสหวานตามหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม ผลการศึกษาแบ่งเป็น 2 ด้าน ดังนี้

2.1 ด้านความรู้ในการปลูกเสาวรสหวาน พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ มีระดับความรู้ อยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 98.40 (Table 1)

2.2 ด้านการปฏิบัติในการปลูกเสาวรสหวาน พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ มีระดับการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก (ปฏิบัติเป็นประจำ) (Table 1)

Table 1 Level of knowledge and practices of sweet passion fruit grower following the Good Agricultural Practices (n = 124)

Level of knowledge and practices		number	percent
Knowledge level	Low Level (score 0 - 7)	2	1.60
	Moderate Level (score 8 - 14)	0	0.00
	High Level (score 15 - 22)	122	98.40
	Total	124	100.00
	Min = 6, Max = 22, $\bar{x}$ = 19.48, SD. = 2.038		
Practices level	Low Level (score 0 - 1)	2	2.00
	Moderate Level (score 1.1 - 2)	22	18.00
	High Level (score 2.1 - 3)	100	80.00
	Total	124	100
	Min = 0.64 , Max = 3 , $\bar{x}$ = 2.31 , SD. = 0.388		

3. การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้และการปฏิบัติของเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรสหวานตามหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม

จากการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้ของเกษตรกร (Y_1) โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุ (multiple regression analysis) นำตัวแปรอิสระ 15 ตัวแปร เข้าสู่สมการ โดยใช้วิธีหลายขั้นตอน (stepwise) ปรากฏว่าได้ค่า F = 12.184; Sig = 0.000^c หมายความว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 2 ตัวแปร ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (multiple coefficient of determination, R^2) ปรากฏว่า R^2 มีค่าเท่ากับ 0.233 หมายความว่าตัวแปรอิสระทั้งหมด สามารถอธิบายการผันแปร (การเปลี่ยนแปลง) ของตัวแปรตามได้ ร้อยละ 13.30 โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรน้อยมาก และในบรรดาตัวแปรอิสระทั้งหมด 15 ตัวแปร มีตัวแปรอิสระจำนวน 3 ตัวแปร ที่มีผลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หรือต่ำกว่า ได้แก่ เพศ ประสบการณ์ทำการเกษตร ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงบวก และอายุ มีความสัมพันธ์เชิงลบ (Table 2)

จากการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการปฏิบัติของเกษตรกร (Y_2) โดยใช้การวิเคราะห์วิเคราะห์ถดถอยพหุ (multiple regression analysis) นำตัวแปรอิสระ 15 ตัวแปร เข้าสู่สมการ โดยใช้วิธีหลายขั้นตอน (stepwise) ปรากฏว่าได้ค่า F = 8.612; Sig. = 0.000^c หมายความว่า มีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 2 ตัวแปร ที่มีความสัมพันธ์กับ ตัวแปรตาม เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุ (multiple coefficient of determination, R^2) ปรากฏว่า R^2 มีค่าเท่ากับ 0.177 หมายความว่าตัวแปรอิสระทั้งหมดสามารถอธิบายการผันแปร (การเปลี่ยนแปลง) ของตัวแปรตามได้ร้อยละ 17.70 และในบรรดาตัวแปร

อิสระทั้งหมด 15 ตัวแปร มีตัวแปรอิสระ จำนวน 3 ตัวแปร ที่มีผลต่อ ตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 หรือต่ำกว่า ได้แก่ ขนาดของพื้นที่ทำการเกษตรมีผลเชิงลบ โดยตัวแปรที่มีผลเชิงบวก ได้แก่ ประสบการณ์ทำการเกษตรและการอบรม GAP (Table 2)

Table 2 Results of multiple regression analysis to determine the relation between independent variables and dependent variables. (n = 124)

dependent variables	Independent variables	B	t	**P**-value
Knowledge (Y_1)	Sex	0.348	4.273	0.000
	Agricultural experience (year)	0.311	3.382	0.001
	Age (year)	- 0.219	-2.419	0.017
	R^2 = 0.233 SEE = 1.80655 F = 12.184 Sig of F = 0.000[c]			
Practices (Y_2)	land holdings	- 0.175	-2.076	0.40
	Agricultural experience (year)	0.288	3.353	0.001
	GAP training	0.214	2.846	0.005
	R^2 = 0.177 SEE = 0.35653 F = 8.612 Sig of F = 0.000[c]			

Note: Significantly at P<0.05

ผลการศึกษาข้างต้น สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรด้านความรู้ ได้ว่า 1) เพศชายและเพศหญิงมีความรู้ในการปลูกเสาวรสหวานตามหลัก GAP แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับ แก้วตา และสุรพล (2560) ทำการศึกษาเรื่อง ความรู้ความเข้าใจและการปฏิบัติในการใช้สารเคมีฆ่าแมลงในการปลูกพริกหวานของเกษตรกรใน ตำบลโป่งแยง อ. แม่ริม จ. เชียงใหม่ พบว่า เพศ มีความสัมพันธ์กับความรู้ความเข้าใจและการปฏิบัติในการใช้สารเคมีฆ่าแมลงในการปลูกพริกหวานของเกษตรกร 2) เกษตรกรที่มีประสบการณ์ทำการเกษตรมาก มีความรู้ในการปลูกเสาวรสหวานตามหลัก GAP มากกว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์ทำการเกษตรน้อย อาจเป็นเพราะเกษตรกรที่มีประสบการณ์ทำการเกษตรมาก มีการสะสมความรู้มาเป็นเวลานาน ส่งผลให้เกษตรกรเกิดความเข้าใจและมีการปฏิบัติในการปลูกเสาวรสหวานตามหลัก GAP มากกว่า สอดคล้องกับ พรรณทิวา และบุศรา (2560) ทำการศึกษาเรื่อง ความรู้ความเข้าใจและการปฏิบัติของเกษตรกรในการผลิตข้าวหอมมะลิ ที่มีการปฏิบัติทางการเกษตรดีที่เหมาะสม จ. มหาสารคาม พบว่า เกษตรกรที่มีประสบการณ์ปลูกข้าวหอมมะลิระหว่าง 2-4 ปี มีความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติตามคำแนะนำมากกว่า เกษตรกรที่มีประสบการณ์ระยะเวลาไม่เกิน 1 ปี อย่างมีนัยสำคัญ 3) เกษตรกรที่มีอายุน้อยมีความรู้เกี่ยวกับการปลูกเสาวรสหวานตามหลัก GAP มากกว่าเกษตรกรที่มีอายุมาก สอดคล้องกับ จิรวรรณ และคณะ (2555) ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้าร่วมโครงการผลิตมะม่วงตามแนวทางการเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรกร อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา พบว่า อายุ มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจเข้าร่วมโครงการผลิตมะม่วงตามแนวทางการเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรกร ซึ่งเป็นความสัมพันธ์เชิงลบ อาจกล่าวได้ว่า เกษตรกรที่มีอายุน้อยมีความสนใจเกี่ยวกับการทำเกษตรแบบ GAP และสามารถหาความรู้ได้จากหลายช่องทาง เช่น การค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ต จึงทำให้เกษตรกรที่มีอายุน้อยแสวงหาความรู้และมีความเข้าใจการทำเกษตรแบบ GAP มากกว่าเกษตรกรที่มีอายุมาก

ผลการศึกษาสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรด้านการปฏิบัติ ได้ว่า 1) เกษตรกรที่มีขนาดของพื้นที่ทำการเกษตรน้อยมีการปฏิบัติในการปลูกเสาวรสหวานตามหลัก GAP ในระดับที่ดีกว่าเกษตรกรที่มีขนาดของพื้นที่ทำการเกษตรมาก สอดคล้องกับ ศุทธิดา (2559) ทำการศึกษาเรื่อง ความรู้และการปฏิบัติตามแนวเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรผู้ปลูกผัก อ. แม่ริม จ. เชียงใหม่ พบว่า การถือครองที่ดินมีความสัมพันธ์เชิงลบกับการปฏิบัติของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ 2) เกษตรกรที่มีประสบการณ์ทำการเกษตรมากมีการปฏิบัติในการปลูกเสาวรสหวานตามหลัก GAP ได้ดีกว่าเกษตรกรที่มีประสบการณ์ทำการเกษตรน้อย อาจเป็นเพราะเกษตรกรที่มีประสบการณ์ทำการเกษตรมาก มีการปฏิบัติในการปลูกเสาวรสหวานตามหลัก GAP มาเป็นเวลานานกว่า จึงทำให้เกิดความชำนาญ สอดคล้องกับ พรรณทิวา และบุศรา (2560) ทำการศึกษาเรื่อง ความรู้ความเข้าใจและการปฏิบัติของเกษตรกรในการผลิตข้าวหอมมะลิ ที่มีการปฏิบัติทางการเกษตรดีที่เหมาะสม จ. มหาสารคาม พบว่า เกษตรกรที่มีประสบการณ์ปลูกข้าวหอมมะลิระหว่าง 2-4 ปี มีความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติตามคำแนะนำมากกว่า เกษตรกรที่มีประสบการณ์ระยะเวลาไม่เกิน 1 ปี อย่าง มีนัยสำคัญ 3) เกษตรกรที่เคยเข้ารับการอบรม GAP มีการปฏิบัติในการปลูกเสาวรสหวานตามหลัก GAP ได้ดีกว่าเกษตรกรที่ไม่เคยเข้ารับการอบรม GAP สอดคล้องกับ เจริญ (2555) ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกลิ้นจี่ อ. ฝาง จ. เชียงใหม่ พบว่า เกษตรกรที่ได้รับการอบรม GAP มีการปฏิบัติเกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับลิ้นจี่ได้ดีกว่าเกษตรกรที่ไม่ได้รับการอบรม GAP

4. ปัญหาและความต้องการของเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรสหวาน

4.1 ปัญหาด้านศัตรูพืชของเสาวรสหวาน

เกษตรกรพบปัญหาด้านโรคที่เกิดจากไวรัสมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 15.32 เนื่องจากโรคไวรัสเป็นโรคที่สำคัญของเสาวรสหวาน ซึ่งเป็นโรคที่ติดมากับต้นพันธุ์และไม่สามารถกำจัดได้ มีเพียงวิธีการบำรุงรักษาต้นให้มีความแข็งแรงเท่านั้น รองลงมาคือปัญหาผลเน่าที่เกิดจากเชื้อรา ร้อยละ 12.90 ในช่วงฤดูแล้งมักจะพบปัญหาเกี่ยวกับแมลงศัตรูพืช ร้อยละ 8.80 ถัดมาเป็นปัญหาด้านอื่นๆ ที่พบ คือ ลักษณะอาการผลเหี่ยว ร้อยละ 5.65 ที่ยังไม่ทราบสาเหตุแน่ชัด และปัญหาใบจุดที่เกิดจากเชื้อรา ร้อยละ 3.23 ส่วนใหญ่ ร้อยละ 37.10 มีความต้องการในการใช้สาร ชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากมีความปลอดภัย และเป็นที่ยอมรับของตลาดโครงการหลวง แนวทางการแก้ไข ควรทำการส่งเสริมให้มีการใช้สารชีวภัณฑ์มากยิ่งขึ้น โดยให้ความรู้ วิธีการใช้ หรือการผลิตสารชีวภัณฑ์สำหรับใช้เอง

4.2 ปัญหาด้านผลผลิตของเสาวรสหวาน

เกษตรกรมีปัญหาในสองประเด็นที่เท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 4.03 คือปัญหาการขาดแคลนน้ำในการเพาะปลูก ซึ่งอาจจะต้องมีการสร้างถังสำหรับเก็บน้ำ และปัญหาจากพ่อค้าคนกลาง ที่มีการกดราคาผลผลิต รองลงมาเกษตรร้อยละ 3.23 เป็นปัญหาด้านคุณภาพของการผลิต เจ้าหน้าที่จะต้องมีการเข้าสำรวจแปลงปลูก ติดตามและให้คำแนะนำอย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้เกษตรกรต้องให้ความสนใจและปฏิบัติตามคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่เช่นกัน และเมื่อพบปัญหาควรแจ้งเจ้าหน้าที่ให้ทราบโดยเร็ว และร้อยละ 0.81 เป็นปัญหาด้านต้นทุนในการผลิตสูง และแรงงานต่ำ

4.3 ปัญหาด้านการติดตามและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปลูกเสาวรสหวานจากเจ้าหน้าที่

เกษตรกรร้อยละ 52.42 มีปัญหาด้านการติดตามที่ไม่ทั่วถึงจากเจ้าหน้าที่ รองลงมาร้อยละ 33.06 มีปัญหาด้านการไม่ได้รับการแนะนำจากเจ้าหน้าที่ และร้อยละ 5.65 มีปัญหาด้านขาดการอบรมถ่ายทอดความรู้ เนื่องจากเจ้าหน้าที่มีจำนวนที่ไม่เพียงพอ จึงไม่สามารถดูแลเกษตรกรได้อย่างทั่วถึง

4.4 ข้อเสนอแนะของเกษตรกร

1) ต้องการให้เจ้าหน้าที่มีความใกล้ชิดกับเกษตรกร มีการเข้าติดตามเกี่ยวกับการดูแลเสาวรสหวานบ่อยขึ้น และมีการให้ข่าวสารใหม่ๆ เกี่ยวกับเสาวรสหวานตลอดเวลา มีการศึกษาดูงานเกี่ยวกับการดูแลแปลง

2) ต้องการให้มีการประกันราคารับซื้อทุกเกรดในราคาเดียวกัน ไม่ต่ำกว่า 60 บาทต่อกิโลกรัม

3) ให้มีการศึกษาและผลิตสารชีวภัณฑ์ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้อย่างรวดเร็ว

สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาความรู้และการปฏิบัติของเกษตรกรผู้ปลูกเสาวรสหวานตามหลัก GAP ในพื้นที่โครงการหลวง จ. เชียงใหม่ พบว่า เกษตรกร ร้อยละ 78.20 เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 46 ปี จบการศึกษาประถมศึกษาปีที่ 6 รายได้เฉลี่ย 12,648 บาท/เดือน รายได้จากเสาวรส เฉลี่ย 4,509 บาท/เดือน รายได้อื่นๆ เฉลี่ย 8,179.84 บาท/เดือน ประสบการณ์ปลูกเสาวรส เฉลี่ย 2.25 ปี ประสบการณ์ทำเกษตร เฉลี่ย 11.86 ปี ต้นทุนผลิตเสาวรส เฉลี่ย 13,175 บาท/ปี พื้นที่ทำเกษตร เฉลี่ย 9.17 ไร่ พื้นที่ปลูกเสาวรส เฉลี่ย 1.52 ไร่ ส่วนใหญ่ไม่จ้างแรงงาน ร้อยละ 62.10 รับข่าวสารทางการเกษตรจากแหล่งต่างๆ ร้อยละ 96.80 มีการติดต่อเจ้าหน้าที่ ร้อยละ 56.50 เข้าอบรม GAP ร้อยละ 94.40 และ ร้อยละ 58.50 ผ่านมาตรฐาน GAP

ด้านความรู้ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ มีความรู้อยู่ในระดับมาก คิดเป็น ร้อยละ 98.40 (เฉลี่ย 19.48 คะแนน) โดยประเด็นการสัมภาษณ์ที่เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้มากที่สุด คือ ด้านการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวในเรื่องผลิตผลที่มีความเสียหายจากการเก็บเกี่ยว และมีตำหนิต้องมีการคัดแยกก่อนจัดเรียงในภาชนะบรรจุ และด้านสุขลักษณะส่วนบุคคล เรื่อง ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความรู้ในการป้องกันอันตรายจากสารพิษ เช่น เสื้อผ้าที่สวมใส่ต้องมิดชิด มีหน้ากาก ผ้าปิดปาก ถุงมือ รองเท้า การพ่นยาที่อยู่เหนือลม การทำความสะอาดร่างการหลังพ่นยา รองลงมาเป็นด้านวัตถุอันตรายทางการเกษตร เรื่อง สามารถใช้ปุ๋ยเคมีหรือสารเคมีในการปลูกเสาวรสหวานตามระบบ GAP ได้ในปริมาณที่กรมวิชาการกำหนด และประเด็นการสัมภาษณ์ที่เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้น้อยที่สุด คือ ด้านการบันทึกข้อมูลและการตรวจสอบ

ด้านการปฏิบัติ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีการปฏิบัติเป็นประจำ (ค่าเฉลี่ย 2.31) โดยประเด็นที่เกษตรกรส่วนใหญ่มีการปฏิบัติมากที่สุด คือ ด้านวัตถุอันตรายทางการเกษตร เรื่อง หยุดใช้วัตถุอันตรายก่อนการเก็บเกี่ยวตามช่วงเวลาที่กำหนด รองลงมาเป็นด้านการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว เรื่อง ไม่เก็บผลิตผลไว้ในบริเวณใกล้กับสารเคมี หรือวัตถุอันตราย หรือบริเวณที่เสี่ยงจากการปนเปื้อนผลิตผล และมีการคัดแยกผลิตผลที่ไม่ได้คุณภาพและขนาดตามข้อกำหนด ประเด็นที่เกษตรกรส่วนใหญ่มีการปฏิบัติน้อยที่สุดคือ ด้านน้ำ เรื่อง การตรวจวัดคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำในสภาพแวดล้อม เพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อนวัตถุ หรือสิ่งที่เป็นอันตรายต่อผลิตผล ดังนั้น ควรทำการส่งเสริมที่เน้นการให้ความรู้ที่ชัดเจนและติดตามการปฏิบัติในแต่ละเรื่องของแต่ละด้าน ที่เกษตรกรมีความรู้และการปฏิบัติที่น้อยให้เพิ่มมากยิ่งขึ้น เพื่อให้เกษตรกรปฏิบัติได้อย่างถูกวิธี

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าแบบอิสระฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร. สุรพล เศรษฐบุตร ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ภาควิชาส่งเสริมและเผยแพร่การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ทุกท่านที่ให้ความรู้ คำแนะนำและคำปรึกษาแก่ผู้วิจัย เสมอมา

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) เจ้าหน้าที่โครงการพัฒนาพื้นที่สูงแบบโครงการหลวง เจ้าหน้าที่โครงการหลวง และเกษตรกรในพื้นที่โครงการหลวง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้ความช่วยเหลือให้ความร่วมมือในการตอบแบบสัมภาษณ์ และกรุณาให้ข้อมูลต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2545. เกษตรที่ดีที่เหมาะสม. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

แก้วตา อนันต์วิไล และ สุรพล เศรษฐบุตร. 2560. ความรู้ความเข้าใจและการปฏิบัติในการใช้สารเคมีฆ่าแมลงในการปลูกพริกหวานของเกษตรกรในตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่. วารสารแก่นเกษตร ปีที่ 45 ฉบับพิเศษ 1: 573 – 579.

จิราวรรณ เลิศคุณลักษณ์ ปัญญา หมั่นเก็บ และ ธำรงค์ เมฆโหรา. 2555. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเข้าร่วมโครงการผลิตมะม่วงตามแนวทางการเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรกร อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 30 (3): 13-21.

เจริญ ท่าระเบียบ. 2555. ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกลิ้นจี่ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่. การค้นคว้าแบบอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พรรณทิวา กว้างเงิน และ บุศรา ลิ้มนิรันดร์กุล. 2560. ความรู้ความเข้าใจและการปฏิบัติของเกษตรกรในการผลิตข้าวหอมมะลิที่มีการปฏิบัติทางการเกษตรดีที่เหมาะสม จังหวัดมหาสารคาม. วารสารแก่นเกษตร. 45 (ฉบับพิเศษ 1): 580 – 587.

สุภาพร ใจการุณ และ สังวาล สมบูรณ์. 2558. ปฏิเสธสารเคมีที่มีความเป็นพิษสูงต่อห่วงโซ่อาหารและสิ่งแวดล้อม. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเพื่อเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช.

สุมาลี เม่นสิน ธีรนาฎ ศักดิ์ปรีชากุล ชัชวาลย์ กิติสิทธิ์ และพิกุลทอง สุอนงค์. 2557. รายงานสรุปการสัมมนางานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวงและสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) จังหวัดเชียงใหม่.

สุทธิดา มิ่งสกุล. 2559. ความรู้และการปฏิบัติตามแนวเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรผู้ปลูกผัก ในอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์. 11 (2): 324 – 334.

อัจฉรา ภาวศุทธิ์ บรรจง ปานดี ณัฐวรรณ ธรรมสุวรรณ์ จิระนิล แจ่มเกิด ไฉไล กองทอง กชพร สุขจิตภิญโญ นฤมล ศรีวิชัย และ วิรัตน์ ปราบทุกข์. 2557. การวิจัยเชิงบูรณาการเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพการผลิตและการตลาดของเสาวรสหวานบนพื้นที่สูง. รายงานสรุปการสัมมนางานวิจัย, มูลนิธิโครงการหลวงและสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน).

Cronbach, L. J. 1951. Coefficient alpha and the internal stru cture of tests. Psychometrika, 16, 297–334.

Yamane, Taro.1973. Statistics: An Introductory Analysis. Third editio.Newyork: Harper and Row Publication.

ประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต่อเพลี้ยไฟข้าว

Effect of Herbal Extracts on Rice Thrips, **Stenchaetothrips biformis**

มนตรี เอี่ยมเจริญ[1*] ปภพ สินชยกุล[1,2] และ วิชัย สรพงษ์ไพศาล[1,2]

Montri Aiemcharoen[1*] , Pabhop Sinchayakul[1,2] and Wichai Sorapongpaisal[1,2]

บทคัดย่อ

เพลี้ยไฟข้าวเป็นแมลงศัตรูสำคัญของข้าวในระยะแตกกอ ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบข้าวทำให้ใบเหลืองและเหี่ยวแห้งตายในที่สุด การใช้สารสกัดจากพืชเป็นทางเลือกของการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟข้าวที่มีประสิทธิภาพและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จึงทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดเฮกเซนจากพืชสมุนไพร 9ชนิดได้แก่ ยูคาลิปตัส ยาสูบ ประคำดีควาย หนอนตายอยาก ว่านน้ำ ผกากรอง บอระเพ็ด สะเดา และสาบเสือ ที่ความเข้มข้น 20% (น้ำหนัก/ปริมาตร) ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟข้าว โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ฉีดพ่นสารสกัด 1 ครั้ง เมื่อข้าวอายุ 7 วัน และตรวจนับเพลี้ยไฟข้าวก่อนและหลังฉีดพ่นสารทุกวันเป็นเวลา 4 วัน ผลการทดสอบ พบว่าสารสกัดจากบอระเพ็ดมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟข้าว

คำสำคัญ : สารสกัดสมุนไพร, เพลี้ยไฟข้าว

ABSTRACT

The Rice thrips is a key pest of rice in tillering stage. Nymph and adult of Rice thrips severely damage the rice leaves to become yellow, brown, wither and finally dead. The use of plant extracts is an effective alternative way to control Rice thrips. According to the study efficacy of 9 species plant extracts to control Rice thrips. Include Eucalyptus (**Eucalyptus citriodora** Hook.), Tobacco (**Nicotiana tabacum**), Soap Nut Tree (**Sapindus rarak** DC.), Non-taai-yaak (**Stemona collinsae**), Mytle grass (**Acorus calamus**), Cloth of gold (**Lantana camara** L.), Heart-leaved moonseed (**Tinospora crispa**), Neem (**Azadirachta indica**) and Siam weed (**Eupatorium odoratum** Linn.) extracted with hexane by concentration of 20% w/v. The experimental design randomized complete block design 3 replications. The plant extract was used to spray on 7 days rice and number of Rice thrips was measured 4 days before and after spraying the plant extract. The result found that Heart-leaved moonseed extracted with hexane had the most effective to control Rice thrips.

Keyword : herbal extract, rice thrips

---

[1]สาขากีฏวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

[1]Department of Entomology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Sub-district Kamphaeng Saen, District Kamphaeng Saen , Province Nakhon Pathom 73140, Thailand

[2]ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

[2]Department of Entomology, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Sub-district Kamphaeng Saen, District Kamphaeng Saen , Province Nakhon Pathom 73140, Thailand

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : มนตรี เอี่ยมเจริญ[1*] , ob.montri@gmail.com

บทนำ

ปัจจุบันผู้ที่บริโภคข้าวตระหนักถึงความสำคัญเรื่องความปลอดภัยในด้านของสุขภาพมากขึ้น ดังนั้นเกษตรกรควรแก้ไขปัญหาอันตรายจากการใช้สารเคมี เพื่อให้มีการผลิตข้าวที่มีความปลอดภัยจากสารฆ่าแมลงในฤดูการเพาะปลูกข้าว (**Oryza sativa** L.) มักพบปัญหาการระบาดของเพลี้ยไฟ **Stenchaetothrips biformis** (Bagnall) (Thysanoptera: Thripidae) ซึ่งในระยะตัวอ่อน และตัวเต็มวัยสามารถทำลายข้าวด้วยการดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบข้าวที่ยังอ่อน เมื่อข้าวเริ่มโตขึ้นใบที่ถูกทำลายมีลักษณะเหี่ยวบริเวณขอบใบ และม้วนเข้าหากลางใบ มักพบเพลี้ยไฟข้าวอาศัยอยู่ในบริเวณใบที่ม้วน พบทำลายข้าวในระยะกล้าหรือหลังปักดำอายุ 2-3 สัปดาห์ พบการระบาดมากโดยเฉพาะฤดูร้อน อากาศแห้งแล้ง ฝนทิ้งช่วงนานติดต่อกัน และนาข้าวมีลักษณะขาดน้ำ ซึ่งในช่วงที่มีการระบาดมากสามารถทำให้ต้นข้าวแห้งตายได้ (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2556) การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรเพื่อควบคุมเพลี้ยไฟในนาข้าวเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดปัญหาจากการใช้สารฆ่าแมลง เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการกำจัด และขับไล่แมลง มีความปลอดภัยต่อเกษตรกรผู้ใช้สารและผู้บริโภค รวมทั้งไม่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ และเป็นการนำพืชสมุนไพรจากธรรมชาติที่หาได้ง่ายมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยทั่วไปพบว่าสารจากธรรมชาติที่สกัดได้จากพืช สลายตัวเร็วในสภาพแวดล้อม และมีพิษต่ำต่อสัตว์เลือดอุ่น (สุภาณี, 2532) นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดจากพืชมีสารที่เป็นองค์ประกอบจำนวนมากแมลงสามารถสร้างความต้านทานได้ยากต่อสารสกัดเหล่านั้น (Visetson, 1991) อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพร 9 ชนิด ได้แก่ ยูคาลิปตัส ยาสูบ ประคำดีควาย หนอนตายอยาก ว่านน้ำ ผกากรอง บอระเพ็ด สะเดา และ สาบเสือ ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน ที่มีต่อเพลี้ยไฟข้าว เพื่อเป็นทางเลือกในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในนาข้าว

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมสารสกัด

รวบรวมสมุนไพร9 ชนิด ได้แก่ ยูคาลิปตัส ยาสูบ ประคำดีควาย หนอนตายอยาก ว่านน้ำ ผกากรอง บอระเพ็ด สะเดา และสาบเสือ ตามฤดูกาล และระยะที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวโดยใช้ ใบยูคาลิปตัส ใบยาสูบ ผลประคำดีควาย ราก หนอนตายอยาก เหง้าว่านน้ำ ใบผกากรอง เถาบอระเพ็ด เมล็ดสะเดา และใบสาบเสือ โดยใช้ใบแก่ ผลสุก ลำต้นที่เจริญเติบโตเต็มที่ และรากแก่ ของสมุนไพรดังกล่าว เพื่อได้สารจากสมุนไพรที่มีคุณภาพ นำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วบดให้เป็นผงละเอียด ชั่งน้ำหนักผงบดจากพืชทดสอบแต่ละชนิดจำนวน 200 กรัม แช่ในตัวทำละลายเฮกเซนปริมาตร 1000 มิลลิลิตร ที่บรรจุอยู่ในบีกเกอร์ ทำการกวนสารด้วยเครื่องกวนสารที่ความเร็วรอบในการหมุน 1,000 รอบ/นาที เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จากนั้นแช่สารทิ้งไว้ 5 วัน กรองด้วยผ้าขาวบาง เพื่อแยกกากของสมุนไพรทั้ง 9 ชนิดออก นำสารละลายที่ได้ไปกรองผ่านกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 จากนั้นทำการระเหยตัวทำละลายเฮกเซนออกด้วยเครื่องระเหยแห้งสูญญากาศ (rotary evaporator) จนหมด เหลือส่วนที่เป็นสารสกัดเข้มข้น นำสารที่ได้มาเจือจางจนได้ความเข้มข้น 20 % ผสมสารลดแรงตึงผิวTween 80 ปริมาณ 1 มิลลิลิตร เพื่อใช้ทดลองต่อไป

2. การทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดจากสมุนไพร 9 ชนิดต่อการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟข้าว

ปลูกข้าวพันธุ์หอมปทุมในแปลงนาของคณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ในเดือนเมษายน 2560 เมื่อต้นกล้าข้าวที่ใช้ทดสอบอายุ 7 วัน ทำการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดจากสมุนไพร 9 ชนิดต่อการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟข้าวโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ซึ่งขนาดแปลงที่ใช้ทดลองมีขนาดกว้าง 2 ยาว 5 เมตร โดยมีช่วงห่างระหว่างแปลง ขนาดกว้าง 2 ยาว 5 เมตร จากนั้นทำการสำรวจปริมาณเพลี้ยไฟในนาข้าวก่อนการฉีดพ่น และฉีดพ่นสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่เตรียมไว้ลงบนต้น

ข้าวในแปลงในช่วงเวลา 15.00 น. และบันทึกจำนวนเพลี้ยไฟหลังจากการฉีดพ่นสาร 1, 2, 3 และ4 วัน ในเวลา 6.00 น. ตรวจนับเพลี้ยไฟ

ด้วยวิธี Relative method ใช้แผ่นอะคริลิกสีขาว ขนาดเท่ากระดาษ A4 โฉบบริเวณต้นข้าวในระยะหนึ่งช่วงแขนแล้วนับจำนวนเพลี้ยไฟบนแผ่นอะคริลิกด้วยสายตา

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$)

ผลและวิจารณ์ผล

ทำการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดจากพืชสมุนไพร 9 ชนิด ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนที่ความเข้มข้น 20 % (น้ำหนัก/ปริมาตร) โดยสำรวจเพลี้ยไฟในแปลงข้าวก่อนการฉีดพ่นสาร พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนเพลี้ยไฟก่อนการฉีดพ่น อยู่ในช่วง 29.00- 65.33 ตัวต่อกรรมวิธี เมื่อเวลาผ่านไป 1 วัน หลังการฉีดพ่นสาร พบว่าสารสกัดจากสาบเสือมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟโดยพบจำนวนเพลี้ยไฟเฉลี่ย 4.00 ตัว ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับสารสกัดจากบอระเพ็ด สะเดา ยาสูบ ยูคาลิปตัส หนอนตายอยาก ว่านน้ำ ประคำดีควาย และผกากรอง ที่พบจำนวนเพลี้ยไฟอยู่ในช่วง 4.33 -10.67 ตัว แต่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ฉีดพ่นสารซึ่งพบจำนวนเพลี้ยไฟเฉลี่ยเท่ากับ 29.67 ตัว เมื่อเวลาผ่านไป 2 วันหลังการฉีดพ่นสาร พบว่าสารสกัดจากว่านน้ำ และยาสูบ มีจำนวนเพลี้ยไฟน้อยที่สุดเท่ากับ 6.00 ตัว ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารที่พบจำนวนเพลี้ยไฟข้าว19.00 ตัว เมื่อเวลาผ่านไป 3 วัน หลังการฉีดพ่นพบว่าสารสกัดจากพืชสมุนไพรทั้ง 9 ชนิด ยังคงพบจำนวนเพลี้ยไฟข้าวน้อยกว่ากรรมวิธีที่ไม่ได้ฉีดพ่นสาร และในวันที่ 4 หลังการฉีดพ่นสาร สารสกัดจากบอระเพ็ดมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟข้าวโดยพบปริมาณเพลี้ยไฟ 7.33 ตัว ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับสารสกัดจากผกากรอง หนอนตายอยาก สะเดา สาบเสือ ว่านน้ำ ยาสูบ ประคำดีควาย ยูคาลิปตัส ดังแสดงใน (ตารางที่1)

ซึ่งจากผลการทดสอบประสิทธิภาพพืชสมุนไพร 9 ชนิด ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน สอดคล้องกับรายงานของบุญส่ง (2538) ที่ทำการสกัดบอระเพ็ดด้วยเฮกเซน พบว่าที่ความเข้มข้น 0.05% มีฤทธิ์ฆ่าหนอนเจาะสมอฝ้ายในระยะ 1 วัน พฤกษ์ (2544) พบว่าสารสกัดจากสะเดามีประสิทธิภาพในการป้องกันแมลงในนาข้าว ปัทมา (2539) รายงานว่าใบสาบเสือออกฤทธิ์ฆ่าแมลงศัตรูคะน้าสอดคล้องกับ โศรยา (2531) พบว่าสารสกัดจากสาบเสือกำจัดเพลี้ยอ่อนได้ดี ชนานันท์ และคณะ (2550) พบว่าสารสกัดจากยาสูบมีฤทธิ์สูงสุดในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย ส่วนใบสาบเสือ และบอระเพ็ดมีฤทธิ์รองลงมา

ตารางที่1 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพร 9 ชนิดต่อการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟข้าว

พืชสมุนไพร	เปอร์เซ็นต์การไล่แมลง				
	เวลาหลังการทดสอบ (วัน)				
	ก่อนการฉีดพ่น	1วัน หลังการฉีดพ่น	2วัน หลังการฉีดพ่น	3วัน หลังการฉีดพ่น	4วัน หลังการฉีดพ่น
สาบเสือ	29.00±8.19[a]	4.00±1.73[a]	12.67±5.13[ab]	10.00±2.65[ab]	9.67±4.04[ab]
สะเดา	41.33±13.61[abc]	5.33±2.52[a]	10.33±4.04[a]	9.33±4.51[ab]	9.33±5.77[ab]
บอระเพ็ด	44.33±27.39[abc]	4.33±4.04[a]	11.00±2.65[a]	8.33±2.52[a]	7.33±2.52[a]
ผกากรอง	33.67±7.02[ab]	10.67±3.79[a]	11.00±2.00[a]	15.67±9.24[abc]	8.33±1.53[ab]
ว่านน้ำ	51.00±20.78[abc]	8.67±2.89[a]	6.00±1.73[a]	9.33±6.11[ab]	10.67±5.03[ab]
หนอนตายอยาก	38.00±8.72[ab]	7.67±8.14[a]	11.00±6.08[a]	13.67±5.51[abc]	9.00±1.73[ab]
ประคำดีควาย	65.33±13.32[c]	10.00±10.58[a]	11.33±6.81[a]	14.33±4.73[abc]	11.00±6.08[ab]
ยาสูบ	50.33±10.50[abc]	6.33±5.13[a]	6.00±1.73[a]	14.67±4.51[abc]	10.67±0.58[ab]
ยูคาลิปตัส	56.33±13.58[bc]	6.33±3.06[a]	11.67±2.08[ab]	9.00±1.00[ab]	13.00±3.46[ab]
ไม่ฉีดพ่นสาร	40.67±18.58[ab]	29.67±3.79[b]	19.00±3.46[b]	17.33±7.77[bc]	15.67±5.51[b]
C.V. (%)	27.60	51.37	36.12	34.19	36.97

[1] ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

สรุปผลการวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพพืชสมุนไพร 9 ชนิด ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน ที่ความเข้มข้น 20 % (น้ำหนัก/ปริมาตร) พบว่าจำนวนเพลี้ยไฟข้าวก่อนการฉีดพ่น อยู่ในช่วง 29.00 ถึง 65.33ตัว เมื่อเวลาผ่านไป 4 วัน หลังการฉีดพ่น พบว่าสารสกัดจากพืชสมุนไพรทั้ง 9 ชนิดได้แก่ ยูคาลิปตัส ยาสูบ ประคำดีควาย หนอนตายอยาก ว่านน้ำ ผกากรอง บอระเพ็ด สะเดา และสาบเสือ มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟข้าวโดยสารสกัดจากบอระเพ็ดมีประสิทธิภาพดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่อำนวยสถานที่ เรือนปฏิบัติการกีฏวิทยา และ แปลงนาข้าว ในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ชนานันท์ แพงไทย และจักรกฤษณ์ มหัจฉริยวงศ์. 2550. การคัดเลือกและผลิตสารสกัดจากพืชในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย, ในการประชุมวิชาการ ด้านพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ ครั้งที่ 1 31 สิงหาคม 2550. โรงแรมเดอะทวินทาวเวอร์, กรุงเทพฯ.

บุญส่ง คงคาทิพย์. 2538. การแยกสารออกฤทธิ์ฆ่าหนอนเจาะสมอฝ้ายจากต้นบอระเพ็ดและการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของสารกับการออกฤทธิ์. รายงานผลการวิจัย ประจำปี 2538. วิชาเคมี,คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปัทมา แซ่กิม. 2539. ผลของสารสกัดจากสะเดา ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ขจัดพิษของหอยเชอรี่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พฤกษ์ ยิบมัตตะสิริ. 2544. ระบบการเพิ่มผลผลิตข้าว. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 31 หน้า.

โศรยา พันธุ์วิริยะพงษ์. 2531. พืชกำจัดแมลง, น.44-47. **ใน**เอกสารการประชุมสัมนาพืช สารฆ่าแมลงในการทำการเกษตร, 28-30 กันยายน 2531. สถานีทดลองพืชไร่ศรีสำโรง. อำเภอศรีสำโรง, สุโขทัย.

สุภาณี พิมพ์สมาน. 2532. การใช้ประโยชน์ของสารเคมีธรรมชาติจากพืชในการป้องกันกำจัดแมลง. วารสารกีฏและสัตว์วิทยา 11(2): 187-191.

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. 2556. องค์ความรู้เรื่องข้าว ปี 2556. กรมการข้าว.

Visetson, S. 1991. Insecticide resistance mechanisms in the rust red flour beetle, **Tribolium castaneum** Herbst. Ph. D. Thesis, The University of Sydney, Australia.

คุณภาพชีวิตของเกษตรกรชาวสวนยางพารา ในตำบลบางขัน อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช

Quality of Life of the Rubber Agriculturists in Bang Khan Nakhon Si Thammarat Provinces

จารีพร เพชรชิต[1*] สาธิต บัวขาว[1] พัชรินทร์ ณ สุวรรณ[1] และ จารุวรรณ อักษรวงค์[1]

Phetchit Jareporn [1*] Buakhao Sathit [1] NaSuwan Patcharin [1] Auksonwong Jaruwan [1]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพชีวิตของเกษตรกรชาวสวนยางพารา ในตำบลบางขัน อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช รวบรวมข้อมูลโดยสอบถามเกษตรกรชาวสวนยางพารา 18 หมู่บ้าน จำนวน 2,217 ราย คัดเลือกตัวอย่างร้อยละ 5 ของประชากร ได้ตัวอย่าง จำนวน 110 ราย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย เบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบแบบที และการทดสอบแบบเอฟ ในประเด็นเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปด้านเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกร ศึกษาระดับและปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพชีวิตของเกษตรกร ทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านครอบครัว ด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และด้านชีวิตในชุมชน รวมทั้งปัญหาและข้อเสนอแนะที่มีต่อคุณภาพชีวิตของเกษตรกรชาวสวนยางพารา ในตำบลบางขัน อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรมีอายุเฉลี่ย 48.68 ปี จบการศึกษาชั้นประถมศึกษา มีสมาชิกในครัวเรือน เฉลี่ย 4 คน มีแรงงานในภาคการเกษตร เฉลี่ย 3 คน/ครัวเรือน มีแรงงานนอกภาคการเกษตร เฉลี่ย 1 คน/ครัวเรือน เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นสมาชิกกลุ่มธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร เกษตรกรมีพื้นที่ถือครอง เฉลี่ย 18.03 ไร่ มีรายได้ครัวเรือน เฉลี่ย 15, 418.18 บาท มีหนี้สิน เฉลี่ย 89,127.27 บาท ส่วนใหญ่ได้รับข้อมูลข่าวสารทางโทรทัศน์ และติดตามข่าวสารการเกษตรทุกวัน การศึกษาปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านต่างๆในภาพรวม พบว่า ปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านครอบครัวและปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน มีคุณภาพชีวิตอยู่ในระดับมาก ส่วนปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจอยู่ในระดับน้อย และแยกเป็นประเด็น คือ อายุต่างกันมีคุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจต่างกัน แรงงานภาคการเกษตร และพื้นที่ถือครอง ต่างกันมีคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัวและด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจต่างกัน นอกจากนี้แหล่งข้อมูลข่าวสาร และรายได้ครัวเรือนที่ต่างกัน มีคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัวต่างกัน ในภาพรวมเกษตรกรชาวสวนยางพารามีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการมีคุณภาพชีวิตที่ดี คือ การอยู่อย่างพอเพียง การทำบัญชีรายรับ – รายจ่าย และการคิดบวก

คำสำคัญ : คุณภาพชีวิต, เกษตรกร, ยางพารา

ABSTRACT

Quality of Life of the Rubber Agriculturists in Bang Khan Nakhon Si Thammarat Provinces. Data were collected by interviewing 18 villages in 2,217 farmers, sampling 5% of the population have 110 samples. The point in the study is Socio-Economic Basis Quality of life and factors affecting quality of life of farmers. Simple statistical methods used were mean, percentage, standard deviation, to test. t test, f test. The farmers average age was 48.68 years old. The graduated primary school 60.90 Per cent. Household members, average four people. Average labor force in agriculture three people. Average labor force in non-agriculture three people. The member Group of 65.50 Per cent. Member Group of Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives 65.50 Per cent. Average holding area is 18.03 rai. The average household income was 15,418.18 baht with debt 89,127.27 baht. The receive news information 28.90 Per cent and Information received on television was 27.60 Per cent, follow up agricultural news daily 43.60 percent. Factors affecting quality of life in community life and quality of life in family. The mean scores were 3.69 and 3.52. Different ages have different quality of life in economic security. Different agricultural workers have different quality of life in family life and economic security. Different holding areas have different quality of life in family life and economic security. Different sources of information have different in family life. Different household incomes have different quality of life in family life. Suggestions on good quality of life. The live sufficiently. Accounting for income - expenses and positive thinking.

Keywords: Quality of life, Farmer, Rubber

---

[1] สาขาพัฒนาการเกษตรและธุรกิจเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (ไสใหญ่) ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110

[1] Department of Agricultural Development and Agribusiness, Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Tham Yai Sub-district, Thung Song District, Nakhon Si Thammarat Province 80110, Thailand

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : aungsumailn.jp@gmail.com

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีเนื้อที่ปลูกยางพารามากเป็นอันดับสองของโลกรองจากประเทศ อินโดนีเซีย มีเกษตรกรที่ปลูกยางพาราวมทั้งประเทศประมาณ 6 ล้านคน หรือประมาณร้อยละ 10 ของประชากรทั้งประเทศ (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2558) ประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกยางพาราประมาณ 18 ล้านไร่ ได้ผลผลิต 4.43 ล้านตัน โดยประเทศอินโดนีเซียมีเนื้อที่ปลูกยางพาราทั้งสิ้น 22.45 ล้านไร่ ได้ผลผลิต 3.17 ล้านตัน และ 3.23 แต่อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการส่งออกยางพาราเป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยมีการส่งออกยางพาราประมาณ 3.91 ล้านตัน ซึ่งประเทศจีนเป็นประเทศที่มีการนำเข้ายางพาราจากประเทศไทยมากที่สุด จำนวน 2.12 ล้านตัน ประเทศมีการใช้ยางพาราในประเทศเพียงประมาณร้อยละ 13 จากผลผลิตที่ผลิตได้ทั้งหมด การใช้ยางพาราในประเทศไทยจะใช้ในอุตสาหกรรมยางล้อ ถุงมือยาง ยางยืด ยางรัดของ และอุตสาหกรรมอื่น ๆ สำหรับต้นทุนการผลิตยางแผ่นดิบของเกษตรกร มีต้นทุนคิดเป็น 63.08 บาทต่อกิโลกรัม (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2558)

จากอดีตที่ผ่านมาปี 2554 จะพบว่า ราคายางพาราที่เกษตรกรขายได้ โดยเฉพาะยางแผ่นดิบคุณภาพ 3 เกษตรกรขายได้ราคาสูงถึง 129 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่น้ำยางสด เกษตรกรขายได้ 120 บาทต่อกิโลกรัม (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) หลังจากนั้นราคายางพาราได้ลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ราคายางแผ่นดิบคุณภาพ 3 และน้ำยางดิบเกษตรกรขายได้กิโลกรัมละ 38 บาท และ 37 บาท (สถาบันวิจัยยาง, 2559) และปริมาณการส่งออกรวมทั้งมูลค่าการส่งออกยางพารา จะเห็นได้ว่าธุรกิจยางพาราของไทยมีแนวโน้มที่ไม่สดใส ทั้งนี้ อาจมีสาเหตุจากผลผลิตยางพาราล้นตลาด เนื่องจากประเทศไทยได้เพิ่มพื้นที่ปลูกยางพารา ซึ่งเป็นที่ทราบกันว่ากลไกของราคาสินค้าขึ้นอยู่กับอุปสงค์และอุปทานของสินค้า นอกจากนี้ยังมีความผันผวนของเศรษฐกิจโลก ทำให้ราคายางพาราและความต้องการใช้ยางพาราของไทยลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในปัจจุบันยางพาราต้องเผชิญกับสภาวะเศรษฐกิจโลกที่ชะลอตัว ส่งผลให้ราคายางพาราปรับตัวลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อรายได้ของชาวสวนยางพาราในประเทศไทย ถึงแม้หน่วยงานราชการมีความพยายามเข้ามาบรรเทาความเดือดร้อน ซึ่งตำบลบางขัน อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นอีกตำบลหนึ่งที่มีพื้นที่ปลูกยางพาราเป็นจำนวนมาก ประชาชนในพื้นที่ส่วนใหญ่มีอาชีพทำสวนยางพารา ตำบลบางขัน ประกอบด้วย 18 หมู่บ้าน โดยมีพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมด 2,217 ไร่ ปัจจุบันเกษตรกรกำลังประสบปัญหาราคายางตกต่ำอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ของเกษตรกรโดยตรง

จากปัญหาดังกล่าวที่เกษตรกรชาวสวนยางพาราในตำบลบางขัน อำเภอบางขัน ประสบปัญหา จึงทำให้เกิดแนวคิดที่จะทำวิจัย เรื่อง คุณภาพชีวิตของเกษตรกรชาวสวนยางพารา ในตำบลบางขัน อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อได้ทราบถึงระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรชาวสวนยางพารา ในตำบลบางขัน อำเภอบางขัน และทำให้รู้ถึงปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคมที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของเกษตรกรชาวสวนยางพารา เพื่อจะได้ปรับปรุงและทำให้เกษตรกรมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้กำหนดพื้นที่ศึกษาตำบลบางขัน อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช ประกอบด้วย 18 หมู่บ้าน โดยใช้แนวคิดการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ เกษตรกรที่อาศัยอยู่ในตำบลบางขัน อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 18 หมู่บ้าน ที่ประกอบอาชีพทำสวนยางพาราและได้ขึ้นทะเบียนไว้กับสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางพาราในอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีประชากรทั้งสิ้น 2,217 ราย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 5 ของจำนวนประชากร ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และระดับความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ด้วยวิธีจับสลาก (Lottery) ได้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทั้งสิ้น 110 คน (ดังตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

หมู่ที่	ชื่อหมู่บ้าน	จำนวนเกษตรกรผู้ทำสวนยางพารา	
		รวมทั้งหมด (ราย)	จำนวนตัวอย่าง (ราย)
1	บ้านปากแพรก	118	6
2	บ้านพรุเตย	72	4
3	บ้านคลองเสาเหนือ	62	3
4	บ้านควนตอ	189	9
5	บ้านยูงงาม	118	6
6	บ้านไร่ยาว	109	5
7	บ้านควนประ	291	15
8	บ้านโคกเหรียง	91	5
9	บ้านคลองลำนาว	118	6
10	บ้านทุ่งอินทนิน	189	9
11	บ้านไสเตาอ้อย	195	9
12	บ้านเขาดิน	98	5
หมู่ที่	ชื่อหมู่บ้าน	จำนวนเกษตรกรผู้ทำสวนยางพารา	
		รวมทั้งหมด (ราย)	จำนวนตัวอย่าง (ราย)
13	บ้านวังทอง	134	7
14	บ้านควนประหน้าเขา	80	4
15	บ้านหนองแสง	128	6
16	บ้านทับกลาง	67	3
17	บ้านพรุหว้า	33	2

18	บ้านควนออก	125	6
	รวม	2,217	110

ที่มา: สำนักงานเกษตรอำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช (2560)

เครื่องมือและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการการศึกษาครั้งนี้ ใช้แบบสอบถามแบบมีโครงสร้างที่สร้างขึ้นจากแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยคำถามแบบปิด (closeended questionnaire) และคำถามแบบเปิด (Open ended questionnaire) ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคลของเกษตรกร ลักษณะคำถามเป็นคำถามปลายปิด และคำถามปลายเปิด

ส่วนที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพชีวิตใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านชีวิตครอบครัว ด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และด้านชีวิตในชุมชน ลักษณะคำถามจะเป็นแบบให้เลือกตอบ

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับคุณภาพชีวิตที่ดีของเกษตรกรชาวสวนยางพาราในตำบลบางขัน อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช ลักษณะคำถามเป็นแบบปลายเปิด ผู้ตอบแบบสอบถามมีอิสระในการตอบคำถาม

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

เพื่อให้เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ ดำเนินการโดยนำแบบสอบถามไปทดสอบในกลุ่มประชากรในพื้นที่ ๆ ไม่ได้รับการสุ่มคัดเลือก และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา ด้วยสูตรของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการทดสอบแบบสอบถามคุณภาพชีวิตที่จัดทำขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือแล้ว ประกอบด้วย 3 ด้าน แต่ละด้านมีจำนวนข้อคำถาม ดังนี้

1. ด้านชีวิตครอบครัว จำนวน 18 ข้อ และมีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา เท่ากับ 0.910 หมายความว่า ข้อคำถามปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านนี้ มีความน่าเชื่อถือ ร้อยละ 91.00

2. ด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ จำนวน 10 ข้อ และมีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา เท่ากับ 0.794 หมายความว่า ข้อคำถามปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านนี้ มีความน่าเชื่อถือ ร้อยละ 79.40

3. ด้านชีวิตในชุมชน จำนวน 15 ข้อ และมีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา เท่ากับ 0.710 หมายความว่า ข้อคำถามปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านนี้ มีความน่าเชื่อถือ ร้อยละ 71.00

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลส่วนนี้โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปทางสังคมศาสตร์ โดยใช้สถิติประกอบด้วย ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Average mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) การทดสอบแบบที (T - test) และการทดสอบแบบเอฟ (F - test) ลักษณะคำถามจะเป็น 5 ระดับ ตามความคิดเห็น (Rating Scale) โดยให้ผู้เลือกตอบเพียงคำตอบเดียว มีเกณฑ์การให้คะแนนเป็นดังนี้ (บุญสม , 2555)

เห็นด้วยมากที่สุด	5	คะแนน
เห็นด้วยมาก	4	คะแนน
เห็นด้วยปานกลาง	3	คะแนน
เห็นด้วยน้อย	2	คะแนน
เห็นด้วยน้อยที่สุด	1	คะแนน

เกณฑ์การแปลผล ใช้เกณฑ์การแปลผลตามหลักเกณฑ์การแบ่งแบบใช้อันตรภาคชั้นโดยใช้คะแนนสูงสุด – คะแนนต่ำสุด ผลลัพธ์ที่ได้หารด้วยจำนวนชั้นที่แบ่ง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ คะแนนสูงสุด คือ 5 และคะแนนต่ำสุด คือ 1 แบ่งเป็นชั้นออกเป็น 5 ระดับ ค่าอันตรภาคชั้นที่ได้ คือ 0.8 [(5 – 1) / 5 = 0.8] และนำมากำหนดขอบเขตมัธยฐานในการอ่านช่วงค่าเฉลี่ยดังนี้

ขอบเขตมัธยฐาน	4.24 – 5.04	หมายถึง	มีคุณภาพชีวิตในระดับมากที่สุด
ขอบเขตมัธยฐาน	3.43 – 4.23	หมายถึง	มีคุณภาพชีวิตในระดับมาก
ขอบเขตมัธยฐาน	2.62 – 3.42	หมายถึง	มีคุณภาพชีวิตในระดับปานกลาง
ขอบเขตมัธยฐาน	1.81 – 2.61	หมายถึง	มีคุณภาพชีวิตในระดับน้อย
ขอบเขตมัธยฐาน	1.00 – 1.80	หมายถึง	มีคุณภาพชีวิตในระดับน้อยที่สุด

ขอบเขตการศึกษา

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา แรงงานในภาคการเกษตร พื้นที่ถือครองทำการเกษตรทั้งหมด การเป็นสมาชิกกลุ่ม แหล่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตร รายได้ของครัวเรือน ภาวะหนี้สิน

ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คุณภาพชีวิตของเกษตรกรชาวสวนยางพารา

สรุปผลการวิจัย

1. ข้อมูลพื้นฐานด้านเศรษฐกิจและสังคมของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรมีอายุ เฉลี่ย 48.68 ปี ร้อยละ 60.90 จบการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา รองลงมา ร้อยละ 33.60 จบระดับชั้นมัธยมศึกษา และรองลงมา ร้อยละ 5.50 จบอนุปริญญา หรือสูงกว่า เกษตรกรมีสมาชิกในครัวเรือน เฉลี่ย 4.05 หรือประมาณ 4 คน มีแรงงานในภาคการเกษตรของครัวเรือน เฉลี่ย 2.77 หรือประมาณ 3 คน มีแรงงานนอกภาคการเกษตรของครัวเรือน เฉลี่ย 1.10 หรือประมาณ 1 คน เกษตรกรเป็นสมาชิกกลุ่มหรือสถาบันเกษตรกร ร้อยละ 83.60 เกษตรกรเป็นสมาชิกมากที่สุด คือ กลุ่ม ธกส. ร้อยละ 65.50 รองลงมาร้อยละ 7.30 กลุ่มกองทุนหมู่บ้าน ร้อยละ 4.50 กลุ่มสหกรณ์การเกษตร ร้อยละ 3.60 กลุ่มออมทรัพย์ และร้อยละ 2.70 กลุ่มแม่บ้าน ตามลำดับ พื้นที่ถือครองทำการเกษตรทั้งหมด เฉลี่ย 18.03 ไร่ เป็นพื้นที่ของตนเอง เฉลี่ย 18.38 ไร่ มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นเป็นพื้นที่เช่า เฉลี่ย 0.48 ไร่ เกษตรกรมีรายได้ของครัวเรือนทั้งหมด เฉลี่ย 15,418.18 บาท มีภาวะหนี้สินทั้งหมด เฉลี่ย 89,127.27 บาท โดยเกษตรกรส่วนใหญ่มีหนี้สิน ร้อยละ 75.50 รองลงมาร้อยละ 24.50 เป็นเกษตรกรที่ไม่มีหนี้สิน เกษตรกรส่วนใหญ่ ร้อยละ 28.90 มีการรับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตร ร้อยละ 43.60 มีการติดตามข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตรทุกวัน

2. ปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านต่างๆ

ปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านครอบครัวมีคุณภาพชีวิตด้านครอบครัวอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.52) รายข้อจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย พบว่า เกษตรกรให้ความสำคัญในด้านความเข้าใจและความผูกพันในครอบครัวอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 4.26 รองลงมาเกษตรกรให้ความสำคัญอยู่ในระดับมาก คือ สภาพที่อยู่อาศัย มีค่าเฉลี่ย 4.14 ด้านความสัมพันธ์ของครอบครัวกับเครือญาติ มีค่าเฉลี่ย 3.85 และด้านการใช้เวลาหรือทำกิจกรรมร่วมกัน มีค่าเฉลี่ย 3.75 และเกษตรกรให้ความสำคัญอยู่ในระดับน้อยที่สุด คือ ด้านความสัมพันธ์กับสมาชิกในครอบครัว มีค่าเฉลี่ย 1.60

ปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจมีคุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจอยู่ในระดับน้อย (ค่าเฉลี่ย = 2.58) พบว่า การใช้แรงงานภายในครัวเรือนของเกษตรกรในการทำสวนยางพาราโดยไม่ต้องจ้างแรงงานภายนอกเกษตรกรให้ความสำคัญอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.58 รายได้ที่ได้จากการทำสวนยางพาราเพียงพอต่อการดำรงชีวิตของ

ท่านและครอบครัว เกษตรกรให้ความสำคัญอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 3.06 รายได้จากการประกอบอาชีพการทำงานสวนยางพารามีความมั่นคง เกษตรกรให้ความสำคัญอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 2.84 เงินออมของครัวเรือนที่มีอยู่เพียงพอที่จะใช้ลงทุนการทำสวนยางพาราในปีถัดไปได้ เกษตรกรให้ความสำคัญอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 2.71 ครอบครัวมีรายได้มากกว่ารายจ่าย เกษตรกรให้ความสำคัญอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 2.68 และเกษตรกรให้ความสำคัญอยู่ในระดับน้อยและน้อยที่สุด ได้แก่ การได้รับการสนับสนุนทุนจากภาครัฐมีค่าเฉลี่ย 2.58 การมีเงินสำรอง มีค่าเฉลี่ย 2.52 เกษตรกรมีความพอใจในรายได้ที่ได้จากการทำสวนยางพารา มีค่าเฉลี่ย 2.11 สามารถขายผลผลิตยางพาราได้ในราคาที่สม่ำเสมอตลอดปี มีค่าเฉลี่ย 2.10 และพึงพอใจกับราคาผลผลิตยางพารา มีค่าเฉลี่ย 1.70

ปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชนมีคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชนอยู่ในระดับ มาก (ค่าเฉลี่ย = 3.69) พบว่าเกษตรกรให้ความสำคัญในด้านความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.50 รองลงมาเกษตรกรให้ความสำคัญด้านความสัมพันธ์กับเพื่อนบ้านอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 4.02 และเกษตรกรให้ความสำคัญอยู่ในระดับปานกลาง คือ ด้านการมีส่วนร่วมในชุมชน มีค่าเฉลี่ย 3.27 ด้านความสะดวกในการติดต่อราชการ มีค่าเฉลี่ย 2.98

3. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ระหว่างกลุ่มที่มีลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมบางประการแตกต่างกัน

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ระหว่างกลุ่มที่มีลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมบางประการแตกต่างกันในครั้งนี้ ทดสอบสมมุติฐานโดยการทดสอบแบบที (T – test) และการทดสอบแบบเอฟ (F – test) ผลการศึกษามีรายละเอียด ดังนี้

3.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ระหว่างเกษตรกรที่มีอายุต่างกัน

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ระหว่างเกษตรกรที่มีอายุต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$ จึงกล่าวได้ว่าโดยเกษตรกรกลุ่มที่มีอายุน้อยกว่า 48 มีคุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจดีกว่ากลุ่มที่มีอายุมากกว่า 48

3.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ระหว่างเกษตรกรที่มีระดับการศึกษาต่างกัน

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ระหว่างเกษตรกรที่มีระดับการศึกษาต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าปัจจัยระดับการศึกษาไม่มีผลต่อคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชนของเกษตรกรชาวสวนยางพารา

3.3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ระหว่างเกษตรกรที่มีแรงงานในภาคการเกษตรต่างกัน

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ระหว่างเกษตรกรที่มีแรงงานในภาคการเกษตรต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เกษตรกรที่มีแรงงานในภาคการเกษตรต่างกันมีคุณภาพชีวิตต่างกัน โดยเกษตรกรกลุ่มที่มีแรงงานในภาคการเกษตรมากกว่า 2 คน มีคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัวดีกว่ากลุ่มเกษตรกรที่มีแรงงานในภาคการเกษตรน้อยกว่า 2 คน แต่คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจพบว่า กลุ่มเกษตรกรที่มีแรงงานในภาคการเกษตรน้อยกว่า 2 คน จะมีคุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจที่ดีกว่าเกษตรกรที่มีแรงงานในภาคการเกษตรมากกว่า 2 คน

3.4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ระหว่างเกษตรกรที่มีพื้นที่ถือครองทำการเกษตรทั้งหมดต่างกัน

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ระหว่างเกษตรกรที่มีพื้นที่ถือครองทำการเกษตรทั้งหมด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เกษตรกรที่มีพื้นที่ถือครองทำการเกษตรทั้งหมดต่างกันมีคุณภาพชีวิตไม่แตกต่างกัน จึงกล่าวได้ว่า เกษตรกรที่มีพื้นที่ถือครองทำการเกษตรทั้งหมดต่างกันมีคุณภาพชีวิตต่างกัน โดยเกษตรกรกลุ่มที่มีพื้นที่ถือครองทำการเกษตรทั้งหมดมากกว่า 18 ไร่ มีคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัวและคุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจที่ดีกว่าเกษตรกรกลุ่มที่มีพื้นที่ถือครองทำการเกษตรทั้งหมดน้อยกว่า 18 ไร่

3.5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ระหว่างเกษตรกรที่เป็นสมาชิกกลุ่มต่างกัน

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ระหว่างเกษตรกรที่เป็นสมาชิกกลุ่มต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกัน

3.6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ระหว่างเกษตรกรที่มีแหล่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตรต่างกัน

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัวคุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ระหว่างเกษตรกรที่มีแหล่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตรต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เกษตรกรที่มีแหล่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตรต่างกันมีคุณภาพชีวิตไม่แตกต่างกัน จึงกล่าวได้ว่า เกษตรกรที่มีแหล่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตรต่างกันมีคุณภาพชีวิตต่างกัน โดยเกษตรกรกลุ่มที่มีแหล่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตร 4 – 6 แหล่ง จะมีคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัวดีกว่าเกษตรกรกลุ่มที่มีแหล่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตร 1 – 3 แหล่ง

3.7 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ระหว่างเกษตรกรที่มีรายได้ของครัวเรือนต่างกัน

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ระหว่างเกษตรกรที่มีรายได้ของครัวเรือนต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เกษตรกรที่มีรายได้ของครัวเรือนต่างกัน มีคุณภาพชีวิตไม่แตกต่างกัน จึงกล่าวได้ว่า เกษตรกรที่มีรายได้ของครัวเรือนต่างกันมีคุณภาพชีวิตต่างกัน โดยเกษตรกรกลุ่มที่มีรายได้ของครัวเรือนมากกว่า 15,418 บาท จะมีคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัวดีกว่าเกษตรกรกลุ่มที่มีที่มีรายได้ของครัวเรือนน้อยกว่า 15,418 บาท

3.8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ระหว่างเกษตรกรที่มีภาวะหนี้สินต่างกัน

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ระหว่างเกษตรกรที่มีภาวะหนี้สินต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกัน ($p \geq 0.05$)

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการมีคุณภาพชีวิตที่ดี

ผลการศึกษาพบว่า ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการมีคุณภาพชีวิตที่ดี มากที่สุด ร้อยละ 38.50 คือ การอยู่อย่างพอเพียง รองลงมาร้อยละ 7.70 การทำบัญชีรายรับ – รายจ่าย และรองลงมา 3.80 คือ การคิดบวก

อภิปรายผล

ปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านครอบครัวและปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน มีคุณภาพชีวิตอยู่ในระดับมาก มีเพียงปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจเท่านั้นที่อยู่ในระดับน้อย ซึ่งผลการศึกษานี้ใกล้เคียงกับผลการศึกษาของศุภรทิพย์ (2557) ได้ทำการศึกษาเรื่องคุณภาพชีวิตของเกษตรกรชาวสวนยาง ภายในเขตพื้นที่ จังหวัดตราด พบว่า เกษตรกรชาวสวนยางภายในเขตพื้นที่ จังหวัดตราดมีคุณภาพชีวิตด้านสังคมเศรษฐกิจอยู่ในระดับดีน้อย ซึ่งตามความคิดเห็นของผู้วิจัยอาจกล่าวได้ว่าในช่วง 1 ปีที่ผ่านมาราคาผลผลิตยางโดยเฉลี่ยที่ขายได้ยังไม่น่าพึงพอใจ เกษตรกรขายผลผลิตยางไม่ได้ในราคาที่เกษตรกรต้องการและคาดหวังไว้ ทำให้รายได้ที่ได้จากการทำสวนยางพาราไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิต เนื่องจากในปัจจุบันค่าครองชีพสูงขึ้น ถึงแม้ว่าโดยสภาพที่อยู่อาศัยของเกษตรกรจะมีบริเวณกว้างขวางใหญ่โต ไม่แออัด ก็ไม่ได้หมายความว่าจะทำให้เกษตรกรชาวสวนยางพารามีระดับคุณภาพชีวิตจะดีขึ้น ซึ่งสาเหตุเหล่านี้ทำให้เกษตรกรชาวสวนยางภายในเขตพื้นที่ จังหวัดตราด ประเมินผลระดับคุณภาพชีวิตด้านสังคมเศรษฐกิจออกมาอยู่ในระดับดีน้อย และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่องคุณภาพชีวิตของคนไทย พบว่า คุณภาพชีวิตด้านครอบครัวตัวอย่างส่วนใหญ่มีความพึงพอใจกับชีวิตครอบครัวอยู่ในระดับมาก โดยคะแนนเฉลี่ยระดับความพึงพอใจของตัวอย่างรวมทั้งประเทศเท่ากับ 8.16 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน รวมทั้งสอดคล้องกับผลการศึกษาของทัศนีย์ (2552) ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัวและชุมชนของชาวไทยมุสลิมในชุมชนชนบท : ศึกษากรณีตำบลลิดล อำเภอเมือง จังหวัดยะลา ซึ่งผลการศึกษา พบว่า เป็นชุมชนชนบทที่ยึดหลักศาสนาเป็นเครื่องยึดเหนี่ยวในการดำรงชีวิตประจำวันความสัมพันธ์ในหมู่ญาติพี่น้อง แบบครอบครัวขยาย มีบ้าน ที่ดินเป็นของตนเอง เพื่อใช้ในการประกอบอาชีพ หาเลี้ยงครอบครัว ทำให้ฐานะเศรษฐกิจของครอบครัวมีความมั่นคง เมื่อพิจารณาคุณภาพชีวิตตามเกณฑ์ชี้วัดพบว่าคุณภาพชีวิตทั้งด้านชีวิตครอบครัวและชีวิตชุมชนอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านครอบครัวและปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ซึ่งเกษตรกรให้ความสำคัญกับปัจจัยคุณภาพชีวิตทั้งสองด้านนี้อยู่ในระดับมาก

ส่วนการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปัจจัยคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ระหว่างกลุ่มที่มีลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมบางประการแตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่าเกษตรกรที่มีระดับการศึกษา การเป็นสมาชิกกลุ่ม และภาวะหนี้สิน มีคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชน ไม่แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าปัจจัยเหล่านี้ไม่มีผลต่อคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัว คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตด้านชีวิตในชุมชนของเกษตรกรชาวสวนยางพารา

เกษตรกรที่มีอายุต่างกัน มีคุณภาพชีวิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากเกษตรกรที่มีอายุน้อยกว่า 48 มีคุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจดีกว่ากลุ่มที่มีอายุมากกว่า 48 ดังที่พัชนี (2550) ได้ศึกษาเรื่องคุณภาพชีวิตของเกษตรกรในจังหวัดนครสวรรค์ พบว่าเกษตรกรที่มีอายุแตกต่างกันมีคุณภาพชีวิตโดยรวมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ศุภรทิพย์ (2557) ได้ทำการศึกษาเรื่องคุณภาพชีวิตของเกษตรกรชาวสวนยาง ภายในเขตพื้นที่ จังหวัดตราด พบว่า เกษตรกรชาวสวนยางในเขตพื้นที่จังหวัดตราดที่มีอายุต่างกัน มีคุณภาพชีวิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เกษตรกรที่มีอายุต่ำกว่า 20 ปี มีคุณภาพชีวิตแตกต่างจากช่วงอายุ อื่น ๆ เนื่องจากคนที่มีอายุน้อยย่อมมีร่างกายที่แข็งแรงกว่า มีสุขภาพที่ดีกว่า จึงทำให้ผลการวิจัยพบว่าเกษตรกรที่มีอายุต่างกันมีคุณภาพชีวิตแตกต่างกัน

เกษตรกรที่มีแรงงานในภาคการเกษตรต่างกัน มีคุณภาพชีวิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากเกษตรกรที่มีแรงงานในภาคการเกษตรมากกว่า 2 คน มีคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัวดีกว่ากลุ่มที่

มีแรงงานในภาคการเกษตรน้อยกว่า 2 คน แต่คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ พบว่า กลุ่มเกษตรกรที่มีแรงงานในภาคการเกษตรน้อยกว่า 2 คน จะมีคุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจที่ดีกว่าเกษตรกรที่มีแรงงานในภาคการเกษตรมากกว่า 2 คน ดังที่ วันเพ็ญ และคณะ (2545) ได้ทำการศึกษาเรื่องคุณภาพชีวิตของคนกรุงเทพมหานครในยุคเศรษฐกิจถดถอย พบว่า คุณภาพชีวิตด้านการทำงานมีความสัมพันธ์กับเพศ อายุ อาชีพ รายได้เฉลี่ยต่อเดือน กล่าวคือถ้าคุณภาพชีวิตด้านการทำงานดี จะส่งผลต่อคุณภาพชีวิตด้านอื่นๆ ดีไปด้วย ขณะเดียวกันคุณภาพชีวิตด้านอื่นๆ ก็ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตด้านการทำงานเช่นเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าชีวิตการทำงานเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการดำรงชีวิต ภาครัฐควรส่งเสริมและให้ความสำคัญกับการดูแลเกี่ยวกับการทำงานภาคประชาชน ในด้านรายได้ สวัสดิการ การพัฒนาทักษะในการทำงานและความปลอดภัยในการทำงาน เป็นต้น และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สุภา (2547) ได้ทำการศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตเกษตรกรชาวสวนยางพารา จังหวัดสงขลา ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพชีวิตเกษตรกรชาวสวนยางพาราที่ศึกษาอยู่ในระดับปานกลาง และปัจจัยในด้านจำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน พบว่า เกษตรกรชาวสวนยางพาราที่มีจำนวนชั่วโมงการทำงานน้อยมีการรับรู้ถึงคุณภาพชีวิตดีกว่าเกษตรกรชาวสวนยางพาราที่มีจำนวนชั่วโมงการทำงานมาก รวมทั้งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่องคุณภาพชีวิตของคนไทย พบว่า คุณภาพชีวิตด้านการทำงาน ตัวอย่างส่วนใหญ่มีความพึงพอใจกับชีวิตการทำงานอยู่ในระดับมาก โดยคะแนนเฉลี่ยระดับความพึงพอใจของตัวอย่างรวมทั้งประเทศเท่ากับ 7.84 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน

เกษตรกรที่มีพื้นที่ถือครองทำการเกษตรทั้งหมดต่างกัน มีคุณภาพชีวิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากเกษตรกรกลุ่มที่มีพื้นที่ถือครองทำการเกษตรทั้งหมดมากกว่า 18 ไร่ มีคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัวและคุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจที่ดีกว่าเกษตรกรกลุ่มที่มีพื้นที่ถือครองทำการเกษตรทั้งหมดน้อยกว่า 18 ไร่ ดังที่ จันทรัตร์ (2553) ได้ทำการศึกษาเรื่องคุณภาพชีวิตของชาวนาในเขตตำบลโนนพะยอม อำเภอชนบท จังหวัดขอนแก่น ผลการศึกษา พบว่า ชาวนาในเขตพื้นที่จังหวัดขอนแก่นที่มีพื้นที่ถือครองทำการเกษตรต่างกัน มีคุณภาพชีวิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระดับ 0.01 โดยชาวนาที่มีพื้นที่ถือครองทำการเกษตรมากกว่า มีคุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงเศรษฐกิจที่ดีกว่าชาวนาที่มีพื้นที่ถือครองทำการเกษตรน้อยกว่า และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ พลู ศักดิ์ และ ภักดี (2555) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องคุณภาพชีวิตของเกษตรกรชาวสวนยางพารา ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรชาวสวนยางพาราที่มีพื้นที่ถือครองทำการเกษตรมากกว่า 20 ไร่ มีคุณภาพชีวิตด้านครอบครัวและด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจดีกว่าเกษตรกรชาวสวนยางพาราที่มีพื้นที่ถือครองทำการเกษตรน้อยกว่า 10 ไร่

เกษตรกรที่มีแหล่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตรต่างกัน มีคุณภาพชีวิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากเกษตรกรกลุ่มที่มีแหล่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตร 4 – 6 แหล่ง จะมีคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัวดีกว่าเกษตรกรกลุ่มที่มีแหล่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเกษตร 1 – 3 แหล่ง ดังที่ กุสุมา (2555) ได้ศึกษาเรื่องคุณภาพชีวิตของเกษตรกรชาวสวนยางในยุคเศรษฐกิจถดถอย: ศึกษากรณีจังหวัดสุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช พบว่า เกษตรกรจะอาศัยการฟังข่าวสารทั้งจากสื่อและเพื่อนบ้าน เกี่ยวกับราคายาง เพราะหากช่วงใดราคาลดต่ำลงมาก ก็จะรอจนกว่าราคายางสูงจึงจะขายผลผลิต เป็นต้น และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ชัชวาลย์ (2548) ที่ศึกษาคุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจของผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์รับจ้างในเขตบึงกุ่ม ความมั่นคงทางเศรษฐกิจ โดยผู้ที่มีการติดตามข่าวสารด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง เป็นประจำ มีคุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจ ดีกว่าผู้ที่มีการติดตามข่าวสารด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง เป็นบางครั้งบางคราว

เกษตรกรที่มีรายได้ของครัวเรือนต่างกัน มีคุณภาพชีวิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากเกษตรกรที่มีรายได้ของครัวเรือนมากกว่า 15,418 บาท จะมีคุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัวดีกว่าเกษตรกรกลุ่มที่มีที่มีรายได้ของครัวเรือนน้อยกว่า 15,418 บาท ดังที่ พรพรรณ และ เกษราวัลณ์ (2554) การศึกษาเรื่องคุณภาพชีวิตเกษตรกรผู้ปลูกยาสูบ จังหวัดร้อยเอ็ด ผลการศึกษาพบว่า ปัญหาที่ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกยาสูบมีคุณภาพชีวิตปาน

กลาง ได้แก่ การมีรายได้ไม่เพียงพอกับรายจ่าย ผลผลิต และราคาผลผลิตไม่ได้ตามเป้าหมายที่คาดหวัง การดูแลตนเองไม่เหมาะสม สิ่งที่เกษตรกรผู้ปลูกยาสูบต้องการให้มีขึ้นเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของตนเอง ได้แก่ ความมั่นคงทางเศรษฐกิจ การลดต้นทุนการผลิต เพิ่มราคารับซื้อยาสูบจากโรงงานยาสูบ การตรวจคัดกรองสารเคมีตกค้างในกระแสโลหิตอย่างสม่ำเสมอ การประกันราคายาสูบหรือกองทุนสวัสดิการช่วยเหลือต่าง ๆ จากหน่วยงานของรัฐ และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ประนอม (2544) ได้ศึกษาคุณภาพชีวิตชาวชนบท : ศึกษากรณีชุมชนบ้านกลาง ตำบลโนนตาล อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม พบว่า ชาวชนบทที่มีรายได้แตกต่างกันจะมีคุณภาพชีวิตแตกต่างกัน โดยชาวชนบทที่มีรายได้สูงจะมีระดับคุณภาพชีวิตดีกว่าชาวชนบทที่มีรายได้ต่ำ เนื่องจากคนที่มีรายได้สูงสามารถซื้อหาเครื่องอำนวยความสะดวกและปัจจัยต่างๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตได้สะดวกกว่า รวมทั้งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ อัมพร (2553) ได้ทำการศึกษาเรื่องคุณภาพชีวิตของเกษตรกร : กรณีศึกษาเกษตรกรปลูกไม้ยูคาลิปตัสในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก ผลการศึกษาพบว่า รายได้ มีความสัมพันธ์ต่อระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกร โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาพัฒนาการเกษตรและธุรกิจเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย (ไสใหญ่) ที่ให้ความอนุเคราะห์และช่วยเหลือในการทำวิจัยตลอดกระบวนการ

เอกสารอ้างอิง

กุสุมา โกศล. 2555. คุณภาพชีวิตของเกษตรกรชาวสวนยางในยุคเศรษฐกิจถดถอย: ศึกษากรณีจังหวัดสุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก:http://libdcms.nida.ac.th/thesis6/2555/b176600.pdf. 28 มกราคม 2560.

ข้อมูลพื้นฐานตำบลบางขัน. 2559. อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www.bangkhan.go.th/index.php. 2 กุมภาพันธ์ 2560.

จันทรัตร์ กฤชอาคม. 2553. คุณภาพชีวิตของชาวนาในเขตตำบลโนนพะยอม อำเภอชนบทจังหวัดขอนแก่น. รายงานการศึกษาอิสระพยาบาลศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบาลชุมชน คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ฐาปนีย์ ชัยพัฒน์ และ ฉัตรวรัญ องคสิงห์. 2557. ผลกระทบราคายางพาราตกต่ำกับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพชีวิตประชาชนอำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://thaiejournal. com/journal /2557 volumes1/ 11.pdf. 30 มกราคม 2560.

ทัศนีย์ สุขวารี. 2541. คุณภาพชีวิตด้านชีวิตครอบครัวและชุมชนของชาวไทยมุสลิมในชุมชนชนบท: ศึกษากรณีตำบลลิดลอำเภอเมือง จังหวัดยะลา. ภาคนิพนธ์คณะพัฒนาสังคม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

บัญชา สมบูรณ์สุข และคณะ. 2559. แนวทางแก้ไขปัญหาราคายางพาราตกต่ำ. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www .psu. ac.th/sites/files/n6062_doc130906.pdf. 2 กุมภาพันธ์ 2560.

บุญสม ภู่เจริญ. 2555. เกณฑ์การแปลผล (Rating Scale). (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: https://www. gotoknow.org/posts/ 253663. 2 กุมภาพันธ์ 2560.

ประนอม พรหมสุ้ย. 2544. คุณภาพชีวิตของชาวชนบท: ศึกษากรณีชุมชนบ้านกลาง ตำบลโนนตาล อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม. ภาคนิพนธ์คณะพัฒนาสังคม สถาบันบัณฑิตพัฒน บริหารศาสตร์.

ปราโมทย์ ผาน้ำคำ. 2552. ข้อมูลความจำเป็นพื้นฐาน (จปฐ). (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www.thungkrac hor.go.th /news_detail.php?id=684. 10 กุมภาพันธ์ 2560.

พัชนี ยมภัย. 2550. คุณภาพชีวิตของเกษตรกรในจังหวัดนครสวรรค์. วิทยานิพนธ์คหกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชามนุษย์นิเวศศาสตร์บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พูลศักดิ์ อินทรโยธา. 2548. คุณภาพชีวิตของเกษตรกรชาวสวนยาง.กรุงเทพมหานคร: วัฒนพงษ์การพิมพ์.

พูลศักดิ์ อินทรโยธา และ ภักดี บุญเจริญ. 2555. คุณภาพชีวิตของเกษตรกรชาวสวนยาง,กรุงเทพฯ: ส่วนวิจัยและพัฒนา ฝ่ายวิจัยและแผน. สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง.

เพชรน้อย สิงห์ช่างชัย. 2539. คุณภาพชีวิตของแรงงานย้ายถิ่นในอุตสาหกรรมยางพารา จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล.

พรพรรณ โพธิไชยา และ เกษราวัลณ์ นิลวรางกูร. 2554. คุณภาพชีวิตเกษตรกรผู้ปลูกยาสูบจังหวัดร้อยเอ็ด. ในการประชุมทางวิชาการ “นเรศวรวิจัย” ครั้งที่ 9, ขอนแก่น: คณะพยาบาลศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วันชัย ภิญโย. 2554. ความหมายของคุณภาพชีวิต. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: https://sites.google.com/site/gem2kkr/word-of-the-week/schadenfreudeshah-dn-froi-duhnoun. 4 กุมภาพันธ์ 2560.

วันเพ็ญ วอกลาง และคณะ. 2545. คุณภาพชีวิตของคนกรุงเทพมหานครในยุคเศรษฐกิจถดถอย. กรุงเทพมหานคร: สำนักวิจัยสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2558. ฝ่าวิกฤติยางพาราไทยปี 58: ทางเลือก & ทางรอดของชาวสวนยาง ท่ามกลางแรงกดดันด้านราคา. ศูนย์วิจัยกสิกรไทย 21 (2609) 1 - 5.

สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์. 2554. คุณภาพชีวิตของคนไทย ปี 2554. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://dric.nrct.go.th/bookdetail.php?type=1&book_id=273666. 20 กุมภาพันธ์ 2560.

สถาบันวิจัยยาง. ม.ป.ป. มูลค่ายางส่งออกแยกตามประเภท. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www.rubberthai .com/statistic/stat_index.htm. 17 มีนาคม 2560 .

สถาบันวิจัยยาง. 2559. ราคาประมูลและปริมาณยางแผ่นดิบที่ซื้อขาย ณ ตลาดกลางยางพารา ปี 2534 - ปัจจุบัน.(ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www.rubberthai.com/price/price_index.htm . 17 มีนาคม 2560.

สำนักงานเกษตรอำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช. 2560. จำนวนเกษตรกรที่ทำการเกษตรของตำบลบางขัน. นครศรีธรรมราช : สำนักงานเกษตรอำเภอบางขัน.

สำนักงานเกษตรอำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช. 2560. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา. นครศรีธรรมราช : สำนักงานเกษตรอำเภอบางขัน.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. ภาวะเศรษฐกิจการเกษตรปี 2558. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=4197. 5 กุมภาพันธ์ 2560.

อารีย์ อ่องสว่าง. 2541. คุณภาพชีวิตด้านความมั่นคงทางเศรษฐกิจและชีวิตการทำงานของชาวไทยมุสลิมในชุมชนชนบท: กรณีศึกษาบ้านตันหยง ตำบลบาตง อำเภอรือเสาะ จังหวัดนราธิวาส. ภาคนิพนธ์คณะพัฒนาสังคม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

อัมพร ไทยขำ. 2553. คุณภาพชีวิตของเกษตรกร: กรณีศึกษาเกษตรกร ปลูกไม้ยูคาลิปตัสในเขตพื้นที่ภาคตะวันออก. วิทยานิพนธ์สังคมสงเคราะห์ศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการบริหารและนโยบายสวัสดิการสังคม คณะสังคมสงเคราะห์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

Maslow, H. Abraham. 1954. Motivation and Personality. New York: Harper & Row Publisher.

ปัจจัยที่มีผลต่อความคิดเห็นด้านความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของสมาชิกกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

Factors Affecting Farmer Group Members Opinions on the Achievement to Produce Non-reversible Compost Piles of Pongnamron Fang District, Chiang Mai Province

ศักดา สุภาธาดา[1*] สุรพล เศรษฐบุตร[2] และ วรทัศน์ อินทรัคคัมพร[2]

Sakda Supatada[1*] Suraphol Sreshthaputra[2] Wallratat Intaruccomporn[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์สำคัญ เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความคิดเห็นด้านความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของสมาชิกของกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อศึกษาความแตกต่างของลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม และความรู้กับความคิดเห็นด้านความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของกลุ่มเกษตรกรทำไร่ของสมาชิกกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา คือ สมาชิกของกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 122 ราย ใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา คือ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้ค่าเฉลี่ยในการหาค่าทดสอบที (t-test) ผลการศึกษาพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 57.19 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษามีอาชีพในภาคการเกษตร และมีรายได้รวมทั้งหมดต่อปีเฉลี่ย 1,015,521.11 บาทระยะเวลาในการเป็นสมาชิกกลุ่มเกษตรกรเฉลี่ย 20.43 ปีมีแรงงานที่ใช้ในครอบครัวเฉลี่ย 3.30 คน สมาชิกกลุ่มเกษตรกรมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองมีระดับความรู้ปานกลาง ส่วนความคิดเห็นภาพรวมของสมาชิกกลุ่มเกษตรกรเกี่ยวกับปัจจัยทั้ง 6 ด้านที่มีผลต่อความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองอยู่ในระดับเห็นด้วย ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า เพศ (ด้านการมีส่วนร่วมของสมาชิกกลุ่ม) รายได้จากการเพาะปลูกพืช (ด้านการดำเนินงาน) (ด้านการบริหารงาน) ที่แตกต่างกัน จะมีความคิดเห็นต่อปัจจัยด้านความสำเร็จแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ : กลุ่มเกษตรกร, ปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกอง และ ความคิดเห็นของสมาชิกกลุ่มเกษตรทำไร่โป่งน้ำร้อน

ABSTRACT

The core objective of this research is to study the factors affecting the success of non-reversible compost piles production of farmer group members in Pongnamron, Fang District, Chiang Mai Province. This study will examine the differences in personal, economic, social, and knowledge bases, and the opinions toward the success in the non-reversible compost production of the farmer group members in Pongnamron, Fang district, Chiang Mai province. The sample group consisted of 122 farmers in Pongnamron, Fang district, Chiang Mai province. The interview questions are used in the data collecting process. Then, the data were analyzed by using descriptive statistics: frequency, percentage, mean, maximum, minimum, standard deviation, and T-test. The result of the study revealed that most of the farmers are male with an average age of 57.19 years old and graduated in primary school. Their main career is being farmer and their average income was 1,015,521.11 Baht per year. The participants have been the members for 20.43 years on average. The average family labor force was 3.30 persons. The farmer group had moderate level of knowledge and understanding about the non-reversible composting process. The opinions of the members on the six factors that affect the success of non-reversible compost production were at the level of agreement. It was found out that gender (in group participating), income from the crop cultivating (operations) (management) significantly and statistically have positive relationship at the level of 0.05 respectively.

Keywords : a group of farmers, non-reversible compost, the opinions of Pongnamron group members

---

[1] บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

[1] Graduate School, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai Province 50200, Thailand

[2] สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและพัฒนาชนบท คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200

[2] School of Agricultural Extension and Rural Development, Faculty of Agricultural, Chiang Mai University, Muang District, Chiang Mai Province 50200, Thailand

* ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : Joetnt247@gmail.com

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมรายได้ทางหนึ่งของประเทศจึงได้จากผลผลิตทางการเกษตรแต่ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของพืชเศรษฐกิจต่าง ๆ ยังอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่น ๆ การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ทำให้มีการใช้สารเคมีเพื่อบำรุงพืช กำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มต่าง ๆ ทำให้ต้องเผชิญกับปัญหาการใช้ปุ๋ยเคมี สารเคมี สารกำจัดวัชพืช สารกำจัดแมลงศัตรูพืชมากจนเกินไปจนก่อให้เกิดผลเสียหายต่อผลผลิตของเกษตรกร ผู้บริโภค และสภาพแวดล้อม และเมื่อใช้ไประยะเวลานานอย่างต่อเนื่องยังทำให้สภาพของดินเสื่อมลง พืชมีการเจริญเติบโตลดลง มีโรคและแมลงเพิ่มมากขึ้น (นงลักษณ์และฉันทนา, 2547) เมื่อพิจารณาถึงการนำเข้าปุ๋ยเคมีของประเทศไทย ปี 2556 นำเข้าปุ๋ยจำนวน 5,638,891 ตัน มูลค่า 72,259 ล้านบาท (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) ซึ่งเป็นการเสียดุลการค้าอย่างมหาศาล และเป็นต้นทุนที่สูงมากสำหรับเกษตรกร ซึ่งการใช้ปุ๋ยหมักน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหาได้

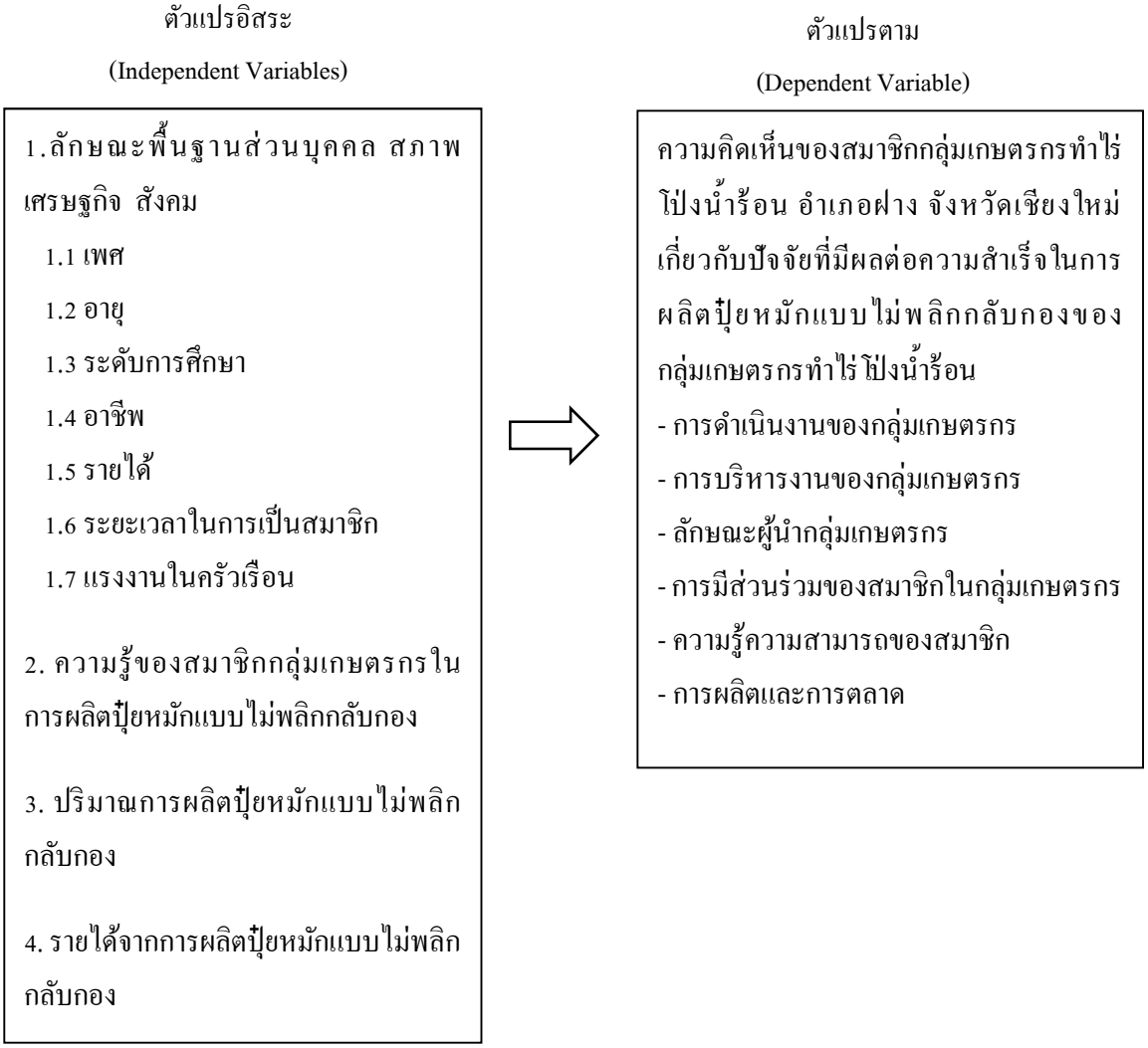
ปุ๋ยหมัก เป็นปุ๋ยที่มีองค์ประกอบหลักเป็นสารอินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งได้มาจากซากพืช ซากสัตว์ เศษเหลือ สารอินทรีย์ต่าง ๆ เซลล์จุลินทรีย์และผลิตภัณฑ์จะเป็นประโยชน์เมื่อผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยกระบวนการของจุลินทรีย์เสียก่อน ปุ๋ยอินทรีย์ที่นิยมใช้กันแพร่หลาย ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด และ ปุ๋ยหมักชนิดต่าง ๆ (ธงชัย, 2546) แต่การทำปุ๋ยหมักมักจะมีวิธีการและขั้นตอนที่ยุ่งยากจนกระทั่ง ปีพ.ศ. 2552 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ได้มีการวิจัยทำให้ได้มีองค์ความรู้ใหม่ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์หรือปุ๋ยหมักที่ไม่ต้องพลิกกลับกองและให้ได้ปริมาณครั้งละมาก ๆ เพียงพอต่อการใช้ของเกษตรกร โดยพบว่าการผลิตปุ๋ยหมักวิธี วิศวกรรมแม่โจ้ 1” สามารถผลิตปุ๋ยหมักแบบกองแถวยาวได้ถึงครั้งละ 1 – 100 ตัน โดยไม่ต้องพลิกกลับกอง ได้ปุ๋ยหมักคุณภาพดีภายใน 2 เดือน มีคุณภาพตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2551 กำหนดใช้วัตถุดิบเพียงสองชนิดคือ เศษพืชและมูลสัตว์โดยไม่ต้องเติมสารอื่นใด (ธีระพงษ์, 2555)ในปี พ.ศ. 2555 ทางสมาชิกกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อน ได้เข้าร่วมอบรมโครงการจัดการเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ใน 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบนอย่างมีส่วนร่วม ซึ่งจัดขึ้นโดยกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมร่วมกับมหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยมีการนำเศษวัสดุทางการเกษตรที่เหลือใช้มาทำเป็นปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองวิธีวิศวกรรมแม่โจ้ 1 ต่อมาในปี พ.ศ.2556 องค์การบริหารส่วนตำบลโป่งน้ำร้อนร่วมกับศูนย์บริการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำตำบลโป่งน้ำร้อนได้จัดโครงการอบรมการทำปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองขึ้น ณ ที่ทำการกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อน เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานของกลุ่มพร้อมทั้งได้รับการสนับสนุนด้านวิทยากรจากมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เพื่อให้การทำปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองถูกต้องตามหลักวิชาการและสามารถนำไปใช้ได้จริงตลอดจนสามารถขับเคลื่อนด้วยตัวเองอย่างยั่งยืนจากการมีส่วนร่วมของชุมชนและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ปัจจุบันกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อน สามารถผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองจนได้ปริมาณมากถึงจำนวน 140 ตันต่อปี (กลุ่มเกษตรทำไร่โป่งน้ำร้อน, 2558) เพื่อจำหน่ายในชุมชน แต่ยังไม่เพียงพอกับความต้องการของเกษตรในพื้นที่ตำบลโป่งน้ำร้อนเมื่อเกษตรกรนำปุ๋ยหมักไปใช้กับพืชที่ปลูกแล้วทำให้ต้นพืชเจริญเติบโตได้ดีซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร ทดแทนและลดการใช้ปุ๋ยเคมีจากต่างประเทศได้ซึ่งจากผลการดำเนินการดังกล่าวกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อน จึงได้รับเลือกจากกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ให้เป็นกลุ่มเกษตรกรดีเด่น ระดับภาคเหนือประจำปี 2559 จากงานวิจัยของผ่องผิว (2539) กล่าวว่า กลุ่มที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และกลุ่มที่ได้รับจัดตั้งอย่างเป็นทางการ การดำเนินกิจกรรมกลุ่มเป็นปัจจัยที่สำคัญที่โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากกลุ่มมีความสัมพันธ์ที่เหนียวแน่น มีความไว้วางใจ จะไม่สามารถสลายกลุ่มได้ง่าย รวมทั้ง กัญญ์พัสวี (2553) กล่าวว่า ในการบริหารของกลุ่มผลิตปุ๋ยอินทรีย์จะเข้มแข็งได้นั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านลักษณะผู้นำกลุ่มเกษตรกร ด้านการทำงานเป็นทีม ด้านการมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่มเกษตรกรและ ปุณฑริกา (2557) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของกลุ่มอาชีพ ประกอบด้วย ความรู้ความสามารถของสมาชิกกลุ่ม และการผลิตสินค้าของกลุ่มต้องมีคุณภาพและสวยงามตรงตามความต้องการของตลาด อีกทั้งผู้นำกลุ่มต้องสามารถสร้างความสามัคคีให้เกิดขึ้นในกลุ่ม

จากประสบการณ์และการดำเนินงานของกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อนดังกล่าวขั้นต้น ทำให้เกิดข้อสงสัยว่ากลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อนมีกระบวนการสร้างกลุ่มตั้งแต่เริ่มก่อตั้งจนถึงปัจจุบัน มีขั้นตอนการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองอย่างไรให้ประสบความสำเร็จและ มีปัจจัยด้านการบริหารงานอะไรบ้างที่ทำให้การดำเนินงานและการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองประสบความสำเร็จรวมทั้งปัจจัยที่มีผลต่อความคิดเห็นด้านความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของสมาชิกกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยน่าจะเป็นแนวทางให้เกษตรกรกลุ่มอื่นๆได้นำไปปรับใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักของกลุ่มอื่น ต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ สมาชิกกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อนจำนวนทั้งสิ้น 173 ราย ประกอบด้วย ประธานกลุ่มจำนวน 1 คน คณะกรรมการและเจ้าหน้าที่ของกลุ่ม จำนวน 20 คน สมาชิก จำนวน 153 คน โดยได้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยประยุกต์ใช้สูตรของ Taro Yamane (Yamane, 1973) โดยกำหนดความคลาดเคลื่อนในระดับ 0.05 ทำให้ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 122 ราย และทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 – เมษายน พ.ศ.2560 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่ออธิบายลักษณะของข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยแบ่งระดับความรู้ของเกษตรกรเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของสมาชิกกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อนดังนี้ ค่าเฉลี่ย 00.00 – 49.99 มีความรู้ ระดับน้อย ค่าเฉลี่ย 50.00 – 74.99 มีความรู้ระดับ ปานกลาง ค่าเฉลี่ย 75.00 – 100.00 มีความรู้ระดับดี และใช้สถิติเชิงอ้างอิงเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม โดยใช้การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะพื้นฐาน สภาพเศรษฐกิจและสังคมของสมาชิกกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อนกับความคิดเห็นของสมาชิกกลุ่มเกษตรทำไร่โป่งน้ำร้อน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของกลุ่มเกษตรกรโดยใช้ค่าเฉลี่ยในการหาค่าทดสอบที (t-test) เพื่อทดสอบสมมติฐาน

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ผลการวิจัย

1. ข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ด้านเศรษฐกิจ และด้านสังคมของสมาชิกกลุ่มเกษตรกร

พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 57.19 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 67.20 มีอาชีพในภาคการเกษตร ร้อยละ 31.10 คือ ปลูกส้ม รองลงมาคือ ปลูกหอมหัวใหญ่ อาชีพนอกภาคการเกษตร ร้อยละ 4.1 คือ อาชีพรับจ้าง รองลงมาคือ ค้าขายและธุรกิจส่วนตัว มีรายได้รวมทั้งหมดต่อปีเฉลี่ย 1,015,521.11 บาท ระยะเวลาในการเป็นสมาชิกกลุ่มเกษตรกรเฉลี่ย 20.43 ปี โดยมีแรงงานที่ใช้ในครอบครัวเฉลี่ย 3.30 คน โดยในรอบปีที่ผ่านมา (พ.ศ.2559) พบว่า กลุ่มเกษตรกรผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองเฉลี่ย 47.44 ตัน

2. ความรู้ของสมาชิกกลุ่มเกษตรกรเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกอง

จากแบบสัมภาษณ์ วัดความรู้ของสมาชิกกลุ่มเกษตรกรเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกอง ได้มีการกำหนดคะแนนคำตอบของแบบสัมภาษณ์ โดยข้อคำถามถูกและผิด จำนวน 14 ข้อ มีการแปลความหมายระดับความรู้ โดยใช้วิธีนำคะแนนความรู้มาเปรียบเทียบเกณฑ์ ดังนี้ ระดับความรู้ดี มีค่าระหว่าง11 – 13 คะแนน ระดับความรู้ปานกลาง มีค่าระหว่าง 6 – 10 คะแนน ระดับความรู้น้อย มีค่าระหว่าง 1 – 5 คะแนน พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีระดับความรู้

เฉลี่ยที่ 9.67 ที่ร้อยละ 80.3 ซึ่งสามารถแปลความหมายได้ว่าความรู้และความเข้าใจในของสมาชิกกลุ่มเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อนมีระดับความรู้ปานกลาง ซึ่งเกษตรกรควรพัฒนาในความรู้ในด้านการกองปุ๋ยว่าสามารถกองปุ๋ยหมักไว้ใต้ร่มไม้ได้ และต้องทำเป็นรูปสามเหลี่ยมเท่านั้น

3. การทดสอบความคิดเห็นของสมาชิกกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อนเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จ ในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของกลุ่มเกษตรกร

จากการวิเคราะห์โดยสถิติการโดยใช้ค่าเฉลี่ยในการหาค่าทดสอบที (t-test) พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความคิดเห็นด้านความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของกลุ่มเกษตรกรได้แบ่งเป็น 6 ด้าน ได้แก่ (1) ปัจจัยด้านการดำเนินงานกลุ่มเกษตรกร (2) ปัจจัยด้านการบริหารกลุ่มเกษตรกร (3) ปัจจัยด้านลักษณะผู้นำกลุ่มเกษตรกร (4) ปัจจัยการมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่ม (5) ปัจจัยด้านความรู้ความสามารถของสมาชิก (6) ปัจจัยด้านการผลิตและการตลาด พบว่า ในภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ย 3.192 โดยปัจจัยที่มีผลต่อความความคิดเห็นด้านความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของกลุ่มเกษตรกร คือ (1) ด้านลักษณะผู้นำกลุ่มเกษตรกร (2) ปัจจัยด้านการบริหารกลุ่มเกษตรกร (3) ด้านการดำเนินงานกลุ่มเกษตรกร (4) ด้านการมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่ม (5) ด้านความรู้ความสามารถของสมาชิก (6) ด้านการผลิตและการตลาด ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 3.523 , 3.400 , 3.192 , 3.141 , 2.898 และ 2.784 ตามลำดับ หากปัจจัยลักษณะด้านผู้นำกลุ่มเกษตรกรและด้านการบริหารงานของกลุ่มเกษตรกรมีความสำเร็จแล้วย่อมส่งผลให้ความคิดเห็นด้านความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองสูงขึ้น ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความคิดเห็นของสมาชิกกลุ่มเกษตรทำไร่โป่งน้ำร้อนเกี่ยวกับปัจจัยทั้ง 6 ด้านที่มีผลต่อความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อน

ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความหมาย
1. ปัจจัยด้านลักษณะผู้นำกลุ่มเกษตรกร	3.523	0.373	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2. ปัจจัยด้านการบริหารกลุ่มเกษตรกร	3.400	0.304	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3. ปัจจัยด้านการดำเนินงานกลุ่มเกษตรกร	3.192	0.202	เห็นด้วย
4. ปัจจัยการมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่ม	3.141	0.312	เห็นด้วย
5. ปัจจัยด้านความรู้ความสามารถของสมาชิก	2.898	0.388	เห็นด้วย
6. ปัจจัยด้านการผลิตและการตลาด	2.748	0.356	เห็นด้วย
ค่าเฉลี่ยรวม	3.192	0.202	เห็นด้วย

4. การทดสอบความแตกต่างของลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม ละความรู้ กับความคิดเห็นด้านความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของสมาชิกกลุ่มเกษตรกร

พบว่า สมาชิกกลุ่มเกษตรกร ทั้งเพศชายและเพศหญิง มีความคิดเห็นต่อปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จ ด้านการมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่มเกษตรกร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากบทบาทในการเป็นผู้นำของครอบครัวของเพศชายเป็นส่วนใหญ่ซึ่งประกอบอาชีพเกษตรกรและเป็นสมาชิกกลุ่มเกษตรกรโดยมีเพศหญิงเป็นส่วนน้อย รวมทั้งสมาชิกกลุ่มเกษตรกรที่มีรายได้จากการปลูกพืช มีความคิดเห็นต่อปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จ ด้านการบริหารงานและด้านการดำเนินงานของกลุ่มเกษตรกร อย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากเกษตรกรที่มีรายได้จากการปลูกพืชสูงมักมีแนวโน้มทัศนคติที่ดีที่ทำให้กลุ่มประสบความสำเร็จ ส่วนการทดสอบในด้านต่าง ๆ คือ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้จากการปลูกพืช รายได้ทั้งหมด เปรียบเทียบกับความติดเห็นด้านความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของสมาชิกกลุ่มเกษตรกรไม่แตกต่าง

กันที่ระดับนัยสำคัญ .05 รายละเอียด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่า P-value จากการทดสอบปัจจัยทั้ง 6 ด้านกับความคิดเห็นของสมาชิกกลุ่มเกษตรกรเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อน

ปัจจัย	ความคิดเห็นด้านความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อน					
	ด้านการดำเนินงานกลุ่มเกษตรกร	ด้านความรู้ความสามารถของสมาชิก	ด้านการบริหารงานของกลุ่มเกษตรกร	ด้านลักษณะผู้นำกลุ่มเกษตรกร	ด้านการผลิตและการตลาด	ด้านการมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่มเกษตรกร
1.เพศ	0.351	0.212	0.206	0.105	0.075	0.010*
2.อายุ	0..717	0.052	0.132	0.908	0.661	0.477
3.ระดับการศึกษา	0.949	0.675	0.111	0.268	0.621	0.148
4.อาชีพ	0.974	0.297	0.862	0.517	0.641	0.279
5.รายได้จากการปลูกพืช	0.020*	0.904	0.010*	0.295	0.681	0.455
6.รายได้ทั้งหมด	0.147	0.825	0.245	0.898	0.779	0.610

หมายเหตุ: * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิจารณ์ผล

1. การศึกษาความรู้ของสมาชิกกลุ่มเกษตรกรเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกอง

พบว่า เกษตรกรมีความรู้และความเข้าใจ ในขั้นตอน หัวใจสำคัญ และข้อห้ามของการผลิตปุ๋ยหมัก ระดับปานกลาง เกษตรกร ให้ความสำคัญกับวัสดุที่ใช้ในการผลิต รูปทรง ความแน่น ความหนา ความสูง การรดน้ำของกองปุ๋ย แต่การเก็บรักษาปุ๋ยหมักของเกษตรกร ร้อยละ 48 ไม่ได้คำนึงข้อห้ามทำกองปุ๋ยใต้ต้นไม้ แสดงให้เห็นว่า เกษตรกรได้ใช้ความรู้จากโครงการอบรมการทำปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกอง และสามารถนำไปใช้ได้จริง ในระดับปานกลาง ซึ่งกลุ่มเกษตรกรควรมีการประชาสัมพันธ์ความรู้เรื่องการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองอย่างต่อเนื่อง เช่น แผ่นพับประชาสัมพันธ์ การอบรมให้ความรู้ประจำปี เป็นต้น

2. การทดสอบความคิดเห็นของสมาชิกกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อนเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จ ในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของกลุ่มเกษตรกร

พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความคิดเห็นด้านความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของกลุ่มเกษตรกรมี 2 ปัจจัย คือ (1) เพศ ที่แตกต่างกันซึ่งเพศชาย ร้อยละ 84.4 ส่วนเพศหญิง ร้อยละ 15.6 โดยเฉพาะเพศชายมีความคิดเห็นเชิงบวกกับด้านการดำเนินงานกลุ่มเกษตรกร (2) รายได้จากการปลูกพืชมีความคิดเห็นเชิงบวกกับด้านการบริหารกลุ่มเกษตรกร และการดำเนินงานของกลุ่มตามลำดับซึ่งสามารถแปลความหมายได้ว่าเพศชายมีความคิดเห็นเชิงบวกกับปัจจัยด้านการดำเนินงานกลุ่มเกษตรกรซึ่งสามารถนำไปปรับใช้กับกลุ่มเกษตรกรที่มีความคล้ายคลึงกันและรายได้จากการปลูกพืชของเกษตรกรมีความคิดเห็นเชิงบวกกับด้านการบริหารกลุ่มเกษตรกร และการดำเนินงานของกลุ่มตามลำดับแสดงว่าถ้าเกษตรกรมีรายได้จากการเพาะปลูกมีความคิดเห็นและทัศนคติเชิงบวกในด้านการบริหารกลุ่มและการดำเนินงานกลุ่มเกษตรกร มีผลต่อความคิดเห็นด้านความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของกลุ่มเกษตรทำไร่โป่งน้ำร้อน อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิภาภรณ์ และคณะ (2553) พบว่า คณะกรรมการกลุ่มที่มีความเสียสละ รับผิดชอบในการ

ปฏิบัติงาน สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว และการที่คณะกรรมการมีวิสัยทัศน์ก็ส่งผลให้กิจกรรมกลุ่มสามารถพัฒนาต่อไปได้อย่างต่อเนื่องรวมทั้งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารและจัดการ มีผลต่อความสำเร็จในการดำเนินธุรกิจของกลุ่มในชุมชน เพราะเป็นการเปิดโอกาสให้สมาชิกกลุ่มได้แสดงความคิดเห็นร่วมกัน เพื่อก่อให้เกิดมีการบริหารและจัดการอย่างถูกต้องและมีระบบตามแผนที่ได้วางเอาไว้ ซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จของการดำเนินงานของกลุ่มต่อไป

3. การทดสอบความแตกต่างของลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคมและความรู้กับความคิดเห็นด้านความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบ ไม่พลิกกลับกองของสมาชิกกลุ่มเกษตรกร

จากการทดสอบ พบว่า เพศชาย ร้อยละ 84.4 และเพศหญิง ร้อยละ 15.6 ซึ่งเพศชายเป็นสมาชิกกลุ่มเกษตรกรเป็นส่วนใหญ่มากกว่าเพศหญิงซึ่งมีจำนวนน้อยกว่าเพศชาย มีความคิดเห็นต่อปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จ ด้านการมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่มเกษตรกร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่า เพศที่แตกต่างกันมีความคิดเห็นที่แตกต่างกัน เนื่องจากสมาชิกกลุ่มเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชายและเป็นผู้นำในครอบครัวซึ่งในสังคมเกษตรกรรมชนบท เพศชายจะทำหน้าที่เป็นผู้นำครอบครัวซึ่งเพศหญิงไม่ค่อยมีบทบาทนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ทัศนีย์ (2555) พบว่าสมาชิกกลุ่มเกษตรกร ทำไร่โป่งน้ำร้อนส่วนใหญ่มีข้อมูลอยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกัน เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างจะเป็นกลุ่มประชากรศาสตร์ที่มีลักษณะคล้ายกันกับงานวิจัยที่ทำการศึกษา คือมีสมาชิกเพศชายเป็นส่วนใหญ่ และมีเพศหญิงเป็นส่วนน้อย รวมทั้งเกษตรกรที่มีรายได้จากการปลูกพืชค่อนข้างสูงมีความคิดเห็นเชิงบวกในด้านการบริหารกลุ่ม และการดำเนินงานของกลุ่มเกษตรกรตามลำดับ ส่วนปัจจัยด้านอายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ทั้งหมด เปรียบเทียบกับความติดเห็นด้านความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของสมาชิกกลุ่มเกษตรกร พบว่ามีความคิดเห็นไม่แตกต่างกัน

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่าความรู้ เกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของกลุ่มเกษตรทำไร่โป่งน้ำร้อน พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ เกษตรกรมีความรู้และความเข้าใจ ในขั้นตอน หัวใจสำคัญ และข้อห้ามของการผลิตปุ๋ยหมัก อย่างมีความรู้ระดับปานกลาง เกษตรกร เห็นควรให้สำนักงานสหกรณ์จังหวัดเชียงใหม่ร่วมกับมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ดำเนินการอบรม ทบทวนความรู้ ความเข้าใจ ในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองให้ถูกต้องพร้อมทั้งจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ความรู้ในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองให้กับสมาชิกกลุ่มเกษตรกร อยู่เป็นประจำ เช่น แผ่นพับ โปสเตอร์ วิดิทัศน์ เพื่อให้สมาชิกกลุ่มเกษตรกร มีความรู้ในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองเพิ่มมากยิ่งขึ้นตลอดจนสามารถนำไปเผยแพร่ให้กับบุคคลทั่วไปที่สนใจได้อย่างถูกต้อง ด้านปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของกลุ่มเกษตรกร พบว่าในภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย โดยด้านการดำเนินงานกลุ่มเกษตรกร ด้านการบริหารกลุ่มเกษตรกรมีความคิดเห็นคิดเห็นในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง แสดงให้เห็นว่า การดำเนินงานกลุ่มเกษตรกรและการบริหารกลุ่มเกษตรกรที่ดีเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของกลุ่ม รวมทั้งโครงสร้างการแบ่งงานที่ชัดเจน โปร่งใส เป็นธรรม และเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มมีส่วนร่วมในการบริหารงานของกลุ่มมีผลต่อความคิดเห็นด้านบวกของสมาชิกกลุ่มเกษตรกรในระดับดี ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อความคิดเห็นด้านความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองของสมาชิกกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อน พบว่า ปัจจัยด้านเพศ และรายได้จากการปลูกพืช ที่แตกต่างกันมีผลต่อความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนปัจจัยด้านอายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ทั้งหมดมีผลต่อความสำเร็จในการผลิตปุ๋ยหมักแบบไม่พลิกกลับกองไม่แตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสมาชิกกลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งคณาจารย์สาขาส่งเสริมและเผยแพร่การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อน. 2558. “รายงานกิจการประจำปี 2558 กลุ่มเกษตรกรทำไร่โป่งน้ำร้อน”. เอกสารอัดสำเนา มิถุนายน 2558.

กัญญ์พัสวี กล่อมธงเจริญ. 2553. รูปแบบการบริหารจัดการกลุ่มเกษตรอินทรีย์ที่เข้มแข็ง:กรณีศึกษากลุ่มผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพบ้านดอกแดง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่:คณะบริหารธุรกิจมหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ทัศนีย์ ดวงแย้ม. 2555. กระบวนการสร้างความเข้มแข็งของกลุ่มเกษตรกรโป่งน้ำร้อน ที่ได้รับรางวัลสถาบันเกษตรกรดีเด่นแห่งชาติ ปี 2552 อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ การค้นคว้าแบบอิสระ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธงชัย มาลา. 2550. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ : เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์ ภาควิชาปฐพีวิทยาคณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, กรุงเทพฯ.

ธีระพงษ์ สว่างปัญญางกูร. 2555. “ข่าวสารเพื่อการ-แก้ปัญหาหมอกควันพิษจากการเผาเศษพืชปีที่ 2 (พ.ศ. 2555) ทางเลือกใหม่ : นำเศษพืช-มาสร้างรายได้โดยผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณมากแบบไม่พลิก กลับกอง เพื่อลดการเผา”. เอกสารประชาสัมพันธ์ มกราคม 2555.

นงลักษณ์ ปูระณะพงษ์ และวีณา นิลวงค์. 2557. การใช้จุลินทรีย์ อี.เอ็ม ในรูปของปุ๋ยคอกหมักชนิดต่างๆในพืชผัก.วารสารวิจัยและส่งเสริมการเกษตร; 18(2):1–11.

นิภาภรณ์ จงวุฒิเวศย์. 2552. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการดำเนินงานของธุรกิจชุมชนในเขตอำเภอเมืองจังหวัดร้อยเอ็ด. มหาสารคาม:วิทยานิพนธ์ปริญญารัฐศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ปุณฑริกา สุคนธสิงห์. 2557. “รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของกลุ่มอาชีพ : กรณีศึกษากลุ่มอาชีพผลิตภัณฑ์จากผ้าในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์”. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ . เพชรบูรณ์.

ผ่องผิว หิรัญรังสิต. 2539. “การรวมกลุ่มสตรีในชนบท : กรณีศึกษากลุ่มสตรีบ้านศรีดอนมูล ตำบลชมพู อำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่”. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษานอกระบบ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจและการเกษตร. 2558 . “ปริมาณ- และมูลค่าการนำเข้าปุ๋ยเคมีสูตรที่สำคัญ ปี 2552 – 2558 แหล่งที่มา:http://www.oae.go.th /download /factor of product/fertilizer49-54.html, 2 พฤษภาคม 2559.

Yamane, Taro. 1973. Statistics: An Introductory Analysis. Third edition. Newyork : Harper and Row Publication.

การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบมอญแดง

Seed Development and Maturation of Burgundy Okra **(Abelmschus esculentus** L.**)**

ภัทรพร ภักดีฉนวน[1] และฝนทิพย์ วระพิน[1]

Phattharaporn Pakdeechanuan[1] and Fonthip Warapin [1]

บทคัดย่อ

ศึกษาการพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบมอญแดงเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ โดยปลูกระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2559 ถึงมีนาคม 2560 เมื่อกระเจี๊ยบมอญแดงเริ่มออกดอกทำการติดป้ายดอกที่กำลังบาน แล้วเก็บเกี่ยวฝักและเมล็ดพันธุ์ที่มีอายุหลังดอกบานต่างกัน แบ่งเป็น 10 ระยะ คือ 10 13 16 19 22 25 28 31 34 37 40 43 46 และ 49 วัน เพื่อศึกษาสีฝัก สีเมล็ด และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ผลการทดลองพบว่า เมล็ดแห้งของกระเจี๊ยบมอญแดงเริ่มงอกได้ที่ฝักอายุประมาณ 22 วันหลังดอกบาน โดยมีความงอก 39.5 % และมีน้ำหนัก 5.06 กรัมต่อ 100 เมล็ด เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่อายุ 37 วันหลังดอกบาน โดยมีความงอกสูงสุด 97.5 % น้ำหนักแห้งสูงสุด 6.87 กรัมต่อ 100 เมล็ด และความแข็งแรงสูงสุดในรูปของความงอกหลังการเร่งอายุ นอกจากนี้ระยะพัฒนาสีฝักและสีเมล็ดแสดงการพัฒนาและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่สามารถใช้กำหนดอายุการสุกแก่และเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ได้ โดยกระเจี๊ยบมอญแดงมีการพัฒนาสีฝัก 5 ช่วง คือ สีแดงม่วง สีแดงอ่อน สีแดงเทาอ่อน สีน้ำตาลส้ม และสีน้ำตาลส้มอ่อน ที่ฝักอายุ 10-16, 19-22 25-34 37-43 และ 46-49 วันหลังดอกบานตามลำดับ ส่วนสีของเมล็ดมีการพัฒนาสีฝัก 4 ช่วง คือ สีเขียวเหลืองอ่อน สีเขียว สีดำ และสีน้ำตาลดำ ที่ฝักอายุ 10-19, 22-31, 34-40 และ 43-49 วันหลังดอกบานตามลำดับ ดังนั้นควรเก็บเกี่ยวฝักกระเจี๊ยบมอญแดงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ที่ฝักมีสีน้ำตาลส้ม ฝักเริ่มแห้ง เหลี่ยมฝักแตกเล็กน้อย และเมล็ดพันธุ์ภายในฝักมีสีดำและสีดำน้ำตาล

คำสำคัญ : กระเจี๊ยบมอญแดง การพัฒนาของเมล็ดพันธุ์ การสุกแก่ทางสรีรวิทยา ระยะเก็บเกี่ยว

---

[1] โปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

[1] Program of Agricultural Sciences, Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University, Khoa-Roob-Chang, Muang, Songkhla 90000, Thailand

Corresponding author : pphattha@hotmail.com

ABSTRACT

The development of red burgundy okra seeds was investigated to determine the optimum seed harvesting time for seed production. The plants were grown during November 2016 – March 2017. The blooming flowers were tagged to indicate the date of flowering. Pods at 10 13 16 19 22 25 28 31 34 37 40 43 46 and 49 days after flowering were harvested to examined for pod color, seed color, and seed quality. The results showed that the dry seeds of red burgundy okra were capable of germination at approximately 22 days after flowering with seed germination 39.5 % and seed dry weight of 5.06 g/ 100 seeds. The seed reached physiological maturity stage at 37 days after flowering with maximum seed germination 97.5 %, seed dry weight of 6.87 g/ 100 seeds and the highest seed vigor in term of accelerated aging. Moreover, the pod and seed color development could be used as indicators of seed maturity and also to indicate the optimal harvest time. The red burgundy okra had five development stages of pod color which were red-purple, light red, greyed–red, orange-brown and light orange-brown at 10-16, 19-22 25-34 37-43 and 46-49 days after flowering, respectively. In addition, the red burgundy okra had four development stages of seed color which were light yellow-green, green, black and black-brown at 10-19, 22-31, 34-40 and 43-49 days after flowering, respectively. Therefore, the red burgundy okra pod at the stage of becoming dry and a little split with orange-brown and black and black-brown colored seeds were recommended to harvest for seed production.

Key words: burgundy okra, seed development, physiological maturity, harvesting stage

บทนำ

กระเจี๊ยบมอญ (**Abelmoschus esculentus** L. Moench) อยู่ในวงศ์ Malvaceae เป็นพืชผักที่มีความสำคัญในการส่งออกของประเทศไทย โดยส่งออกจำหน่ายในรูปฝักสดและฝักแช่แข็ง (สรพงค์ และคณะ, 2557) สำหรับคนไทยบริโภคกระเจี๊ยบมอญมาเป็นเวลานาน โดยการบริโภคฝักสด ฝักกระเจี๊ยบมอญมีคุณค่าอาหารสูง โดยเฉพาะแคลเซียม โพแทสเซียม และ วิตามิน (Aladele et al., 2008) รวมทั้งประกอบด้วยสารจำพวกกัม (gum) และแพคติน (pectin) ในปริมาณสูงช่วยป้องกันอาการหลอดเลือดตีบตัน และบรรเทาอาการโรคกระเพาะอาหาร (Savello **et al.**, 1980) สีของฝักกระเจี๊ยบมอญมีสีขาว เขียว และแดง ส่วนใหญ่นิยมปลูกและบริโภคกระเจี๊ยบมอญที่มีฝักสีเขียว หรือที่เรียกว่า กระเจี๊ยบเขียว (okra) แต่การผลิตและการบริโภคกระเจี๊ยบมอญที่มีฝักสีแดง หรือที่เรียกว่า กระเจี๊ยบมอญแดง (**red** burgundy **okra)** ยังมีน้อย กระเจี๊ยบมอญแดงจึงเป็นพืชผักที่ควรสนับสนุนให้มีการผลิตและบริโภค ทั้งนี้ในภาคใต้มีรายงานการปลูกกระเจี๊ยบเขียวเพื่อการผลิตเมล็ดพันธุ์แล้วแต่ยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับกระเจี๊ยบมอญแดง

ในการผลิตเมล็ดพันธุ์นั้น ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ของพืชโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity หรือ PM) ซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพสูงที่สุด โดยเมล็ดมีน้ำหนักแห้ง ความงอก และความแข็งแรงสูงสุด (Copeland and McDonald, 2001) แต่ที่ระยะนี้เมล็ดยังมีความชื้นสูงประมาณ 30-60 เปอร์เซ็นต์ (Muasya **et al.** 2002) ในทางปฏิบัติจึงไม่นิยมเก็บเมล็ดพันธุ์ที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา แต่จะรอไปอีกระยะหนึ่งให้ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ลดลง โดยเลือกเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ที่ระยะแก่พร้อมเก็บเกี่ยว (harvesting maturity หรือ HM) หรือประมาณ 1-2 สัปดาห์หลังระยะแก่ทางสรีรวิทยา เพราะความชื้นภายในเมล็ดพันธุ์จะลดลงอยู่ที่ 14-20 เปอร์เซ็นต์ (วันชัย, 2542) ทั้งนี้การเก็บเกี่ยวที่ล่าช้าเกินไปจะทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพ รวมทั้งยังเสี่ยงต่อการเข้าทำลายของโรคและแมลง ส่งผลให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ได้ลดลง (ขวัญจิต และวัลลภ, 2540) แต่หากเก็บเกี่ยวที่เร็วเกินไป หรือเก็บเกี่ยวก่อนที่เมล็ดจะถึงระยะแก่ทางสรีรวิทยา ก็จะทำให้ได้เมล็ดที่ยังอ่อน มีการพัฒนาไม่เต็มที่ และมีการสะสมน้ำหนักแห้งน้อย ซึ่งจะส่งผลต่อ คุณภาพเมล็ดพันธุ์และความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ให้ต่ำลงไปด้วย (Khatun, 2009) ดังนั้นการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพดีนั้นต้องเก็บเกี่ยวเมล็ดในระยะที่เหมาะสม ดอกเอื้อง (2552) รายงานว่า กระเจี๊ยบเขียวพันธุ์ TVRC 064 และพันธุ์ OP มีอายุการเก็บเกี่ยวเพื่อการผลิตเมล็ดพันธุ์คือ 31-37 วันหลังดอกบาน ซึ่งฝักมีสีเขียวเหลือง-สีน้ำตาลอ่อน และเมล็ดพันธุ์มีสีดำ-เทา แต่การผลิตเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบมอญแดงยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับการสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ และการเปลี่ยนแปลงสีฝักและสีเมล็ดพันธุ์ซึ่งใช้กำหนดระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม การทดลองนี้จึงศึกษาพัฒนาการของฝักและเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบมอญแดง เพื่อใช้ประเมินการสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์และกำหนดระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ รวมทั้งเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในวางแผนการผลิตเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบมอญแดงในสภาพภูมิอากาศของภาคใต้ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ศึกษาการพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบมอญแดง ในพื้นที่แปลงวิจัยคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ดำเนินการศึกษาระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 โดยเตรียมแปลงขนาด 1×10 เมตร จำนวน 5 แปลง เว้นทางเดินระหว่างแปลง 50 เซนติเมตร ใช้ระยะระยะห่างระหว่างต้นและแถว 60×75 เซนติเมตร ปลูกกระเจี๊ยบมอญแดงแบบหยอดหลุม ถอนแยกให้เหลือหลุมละ 1 ต้นเมื่อต้นกล้าอายุ 2 สัปดาห์หลังปลูก พรวนดินและใส่ปุ๋ยสูตร 21-0-0 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่เมื่อต้นกระเจี๊ยบมอญแดงอายุ 3 สัปดาห์หลังปลูก และใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 3 ครั้งเมื่อต้นกระเจี๊ยบมอญแดงอายุ 5 7 และ 9 สัปดาห์หลังปลูก ดูแลแปลงพร้อมกำจัดวัชพืชภายในแปลง มีการฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงเมื่อพบการระบาดของโรคและแมลง

เมื่อกระเจี๊ยบมอญแดงเริ่มออกดอกทำการติดป้ายดอกที่กำลังบาน แล้วเก็บเกี่ยวฝักและเมล็ดพันธุ์ที่มีอายุหลังดอกบานต่างกัน 10 ระยะ คือ 10 13 16 19 22 25 28 31 34 37 40 43 46 และ 49 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 4 ซ้ำ สุ่มเก็บฝักของกระเจี๊ยบมอญแดงในแต่ละอายุการพัฒนา นำฝักที่ได้มาตากแดดลดความชื้นนาน 2 วัน เมื่อฝักแห้งแยกเอาเมล็ดพันธุ์ออก และสุ่มเมล็ดพันธุ์ไปทดสอบคุณภาพในห้องปฏิบัติการ บันทึกผลการทดลอง ดังนี้

การเปลี่ยนแปลงสีฝักและสีเมล็ด บันทึกข้อมูลสีฝักและสีเมล็ดโดยใช้แผ่น**เทียบ**มาตรฐาน**สีของ**ตัวอย่างพืช (**RHS Colour Chart**)

2. น้ำหนักแห้งของเมล็ดพันธุ์ สุ่มเมล็ดกระเจี๊ยบมอญแดง จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 20 เมล็ด มาชั่งน้ำหนักสด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาหาน้ำหนักแห้ง

3. ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ นำข้อมูลน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง จากข้อ 2 มาใช้ในการคำนวณความชื้นของเมล็ด โดยใช้น้ำหนักสดเป็นเกณฑ์ (wet weight basic) จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}) \times 100}{\text{น้ำหนักสด}}$$

4. ความงอกมาตรฐาน (standard germination) สุ่มเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบมอญแดงมาทดสอบความงอกมาตรฐาน โดยเพาะเมล็ดบนกระดาษเพาะจำนวน 4 ซ้ำๆละ 50 เมล็ด วางในอุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นประเมินความงอกครั้งแรก (first count) เมื่ออายุ 7 วัน และประเมินความงอกครั้งสุดท้าย (final count) เมื่ออายุ 14 วัน

5. ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีการเร่งอายุ สุ่มเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบมอญแดงมาทดสอบความแข็งแรง ด้วยวิธีการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์โดยใช้อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด หลังจากนั้นนำเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบมอญแดงที่ผ่านการเร่งอายุมาทดสอบความงอกมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) ของข้อมูลลักษณะที่ศึกษาต่าง ๆ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Rang Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

คุณภาพทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์

1. น้ำหนักแห้งของเมล็ด

สำหรับน้ำหนักแห้งของเมล็ดแห้งของกระเจี๊ยบมอญแดง พบว่า ในระยะของการพัฒนาที่อายุ 10 วันหลังดอกบานมีการสะสมน้ำหนักแห้งน้อยที่สุด คือ 1.49 กรัมต่อ 100 เมล็ด ในช่วงอายุ 13-34 วันหลังดอกบานมีน้ำแห้งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนเมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด 6.43 กรัมต่อ 100 เมล็ดที่อายุ 37 วันหลังดอกบาน หลังจากนั้นเมล็ดมีการสะสมน้ำหนักแห้งลดลงเรื่อยๆเมื่อฝักมีอายุมากขึ้น คือ 6.36-6.09 กรัมต่อ 100 เมล็ดในช่วงอายุ 40-49 วันหลังดอกบานตามลำดับ (ตารางที่ 1) การสะสมน้ำหนักแห้งของกระเจี๊ยบมอญแดงเป็นไปในทิศทางเดียวกับพืชโดยทั่วไป ซึ่งการประเมินระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาในหลายๆพืชนั้นใช้น้ำหนักแห้งสูงสุดของเมล็ดในการพิจารณา กล่าวคือ ระยะที่เมล็ดสะสมน้ำหนักแห้งได้สูงสุดแสดงว่าเมล็ดพันธุ์พัฒนาถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Copeland and McDonald, 2001; วันชัย, 2542; บุญมี, 2558) หลังจากนั้นน้ำหนักแห้งของเมล็ดลดลง เนื่องจากการเคลื่อนย้ายอาหารจากต้นแม่ไปยังเมล็ดสิ้นสุดลง ทำให้ไม่มีอาหารส่งไปสะสม แต่ยังมีการย่อยสลายอาหารที่สะสมไว้ในเมล็ดเพื่อกิจกรรมทางชีวเคมีภายในเมล็ด (Mullet, 1981; Egli, 2017) จะเห็นได้ว่าเมล็ดกระเจี๊ยบมอญแดงใช้เวลาในการพัฒนาจนถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่อายุ 37 วันหลังดอกบานซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด คือ 6.43 กรัมต่อ 100 เมล็ด สอดคล้องกับเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวพันธุ์ TVRC 064 (HE064) และพันธุ์

OP สุกแก่ทางสรีรวิทยาที่ฝักอายุ 31 และ 34 วันหลังดอกบานตามลำดับ โดยมีน้ำหนักแห้งสูงสุด 69.75 และ 63.62 มิลลิกรัมต่อ

ตารางที่ 1 ความชื้น น้ำหนักแห้ง ความงอกมาตรฐาน และความแข็งแรงของเมล็ดแห้งของกระเจี๊ยบมอญแดง ระหว่างการพัฒนาที่อายุต่างกันหลังดอกบาน

อายุวันหลังดอกบาน (วัน)	ความชื้น (%)	น้ำหนักแห้ง (กรัม/100 เมล็ด)	ความงอกมาตรฐาน (%)	ความแข็งแรง1/ (%)
10	9.23 [a]	1.49 [j]	0 [j]	0 [i]
13	9.06 [ab]	2.38 [i]	0 [j]	0 [i]
16	8.83 [bc]	3.65 [h]	0 [j]	0 [i]
19	8.62 [cd]	4.45 [g]	0 [j]	0 [i]
22	8.44 [de]	5.06 [f]	39.5 [i]	31.00 [h]
25	8.23 [ef]	5.55 [e]	46.5 [h]	39.50 [g]
28	8.09 [fg]	6.04 [d]	77.5 [g]	57.50 [f]
31	7.92 [gh]	6.32 [bc]	85.5 [f]	59.00 [ef]
34	7.68 [hi]	6.35 [b]	90.0 [d]	61.00 [e]
37	7.50 [ij]	6.87 [a]	97.5 [a]	85.00 [a]
40	7.36 [j]	6.36 [b]	95.0 [b]	75.50 [b]
43	6.77 [k]	6.15 [cd]	93.0 [c]	74.50 [b]
46	6.64 [k]	6.11 [cd]	92.5 [c]	71.00 [c]
49	6.22 [l]	6.09 [d]	87.5 [e]	65.50 [d]
F-Test	**	**	**	**
C.V. (%)	2.6	2.7	2.2	2.6

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 %

ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่มีอักษรต่างกันแตกต่างทางสถิติจากการวิเคราะห์โดยวิธี DMRT

1.การตรวจสอบความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (Accelerated Aging Test) เมล็ดตามลำดับ (ดอกเอื้อง, 2552) และเมล็ดดอกพระจันทร์มีน้ำหนักแห้งสูงสุด 383.2 มิลลิกรัมต่อเมล็ดเมื่ออายุ 30 วันหลังดอกบานซึ่งเป็นระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ด (ทิพย์สุคนธ์ และคณะ, 2557)

2. ความชื้นของเมล็ด การตากแดดลดความชื้นทำให้เมล็ดแห้งของกระเจี๊ยบมอญแดงมีความชื้นไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ทุกอายุฝัก (ตารางที่ 1) เมล็ดแห้งของกระเจี๊ยบมอญแดงที่อายุ 10 วันหลังดอกบานมีความชื้น 9.23 เปอร์เซ็นต์ โดยความชื้นของเมล็ดค่อยๆลดลงตามอายุการพัฒนาของฝักที่เพิ่มขึ้น จนมีความชื้น 7.50 เปอร์เซ็นต์ที่อายุ 37 วันหลังดอกบาน และเมล็ดมีความชื้นต่ำสุด 6.22 เปอร์เซ็นต์ที่อายุ 49 วันหลังดอกบาน นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงความชื้นของเมล็ดกระเจี๊ยบมอญแดงมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงขนาดของเมล็ด (ไม่ได้แสดงข้อมูล) โดยหลังจากระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาไปแล้ว เมล็ดมีความชื้นลดลงและขนาดของเมล็ดลดลงเล็กน้อยด้วย

คุณภาพทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์

1. ความงอกมาตรฐาน

เมล็ดแห้งของกระเจี๊ยบมอญแดงที่ฝักอายุ 10-19 วันหลังดอกบานยังไม่สามารถงอกได้ เมล็ดเริ่มงอกได้ที่ฝักอายุ 22 วันหลังดอกบานโดยมีความงอกมาตรฐาน 39.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) หลังจากนั้นเมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้นจนมีความงอกมาตรฐานสูงสุด 97.5 เปอร์เซ็นต์ที่ฝักอายุ 37 วันหลังดอกบานซึ่งเป็นระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา และเมล็ดมีความงอกมาตรฐานลดลงเป็น 87.5 เปอร์เซ็นต์ที่ฝักอายุ 49 วันหลังดอกบาน สอดคล้องกับเมล็ดพันธุ์พืชหลายชนิดที่มีความงอกสูงสุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา เช่น เมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวพันธุ์ต้นเตี้ย #053 และพันธุ์ต้นสูง #039 สุกแก่ทางสรีรวิทยาที่ฝักอายุ 28 และ 36 วันหลังดอกบานตามลำดับ โดยมีความงอกสูงสุด 97 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ฉันทนา และคณะ, 2548) และเมล็ดถั่วแดงหลวงสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่อายุ 30 วันหลังดอกบานโดยมีความงอกสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ (ศานิต, 2551) ในช่วงอายุ 10-19 วันหลังดอกบานเมล็ดแห้งของกระเจี๊ยบมอญแดงยังไม่สามารถงอกได้ อาจเนื่องจากต้นอ่อนยังพัฒนาไม่สมบูรณ์พอที่จะงอกได้ (Bewley et al, 1994) เมล็ดเริ่มงอกได้ที่ฝักอายุ 22 วันหลังดอกบานแต่ยังมีความงอกต่ำ แสดงว่า ต้นอ่อนในเมล็ดได้พัฒนาสมบูรณ์แล้ว แต่การสะสมอาหารยังไม่สมบูรณ์เต็มที่ (ขวัญจิตรและวัลลภ, 2531) ซึ่งเมล็ดกระเจี๊ยบมอญแดงมีอาหารสะสมในรูปน้ำหนักแห้งเพียง 5.06 กรัมต่อ 100 เมล็ด

2. ความแข็งแรง

จากการตรวจสอบความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ พบว่า ความงอกหลังการเร่งอายุมีแนวโน้มเช่นเดียวกับความงอกมาตรฐาน คือ เมล็ดแห้งของกระเจี๊ยบมอญแดงที่อายุ 22 วันหลังดอกบาน มีความงอกหลังการเร่งอายุ 31 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นเมล็ดมีความงอกหลังการเร่งอายุเพิ่มขึ้น จนมีความงอกหลังการเร่งอายุสูงสุด 85 เปอร์เซ็นต์ที่อายุ 37 วันหลังดอกบาน ต่อมาเมล็ดมีความงอกหลังการเร่งอายุลดลงตามอายุฝักที่เพิ่มขึ้น จนเมล็ดมีความงอกหลังการเร่งอายุลดลงเหลือ 65.50 เปอร์เซ็นต์ที่อายุ 49 วันหลังดอกบาน (ตารางที่ 1) จะเห็นได้ว่าความแข็งแรงของกระเจี๊ยบมอญแดงมีลักษณะสอดคล้องกับการพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ด คือ ในช่วงแรกเมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงต่ำ เนื่องจากอาหารสะสมยังไม่สมบูรณ์เต็มที่ (วันชัย, 2542) ความแข็งแรงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนเมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงสูงสุดเมื่อเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Delouche, 1985) ซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดเจริญเติบโตเต็มที่ หลังจากนั้นเมล็ดมีอัตราการเสื่อมคุณภาพเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ มีผลทำให้ความแข็งแรงลดลงจนถึงระยะที่เมล็ดไม่สามารถงอกได้ อัตราการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดจะช้าหรือเร็วนั้นขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอุณหภูมิ ความชื้น และโรคแมลงในบริเวณแปลงปลูกนั้น ๆ (บุญมี, 2558) ดังนั้นจึงต้องเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ออกจากแปลงปลูกให้เร็วที่สุดหลังจากระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา

การเปลี่ยนแปลงสีของฝักและเมล็ด

ฝักกระเจี๊ยบมอญแดงมีสีแดงม่วงที่อายุ 10-16 วันหลังดอกบาน ฝักเปลี่ยนเป็นสีแดงอ่อนเมื่ออายุ 19-22 วันหลังดอกบาน จากนั้นฝักเปลี่ยนสีแดงเทาอ่อนที่อายุ 25-34 วัน ฝักเริ่มแห้งเป็นสีน้ำตาลส้มและจะเริ่มแตกที่อายุ 37-43 วันหลังดอกบาน และสีฝักจางลงโดยมีสีน้ำตาลส้มอ่อนเมื่ออายุ 46-49 วัน (ตารางที่ 2) ส่วนสีของเมล็ด

ตารางที่ 2 สีฝักและสีเมล็ดของกระเจี๊ยบมอญแดงระหว่างการพัฒนาที่อายุต่างกันหลังดอกบาน

อายุวันหลังดอกบาน (วัน)	สีฝัก	สีเมล็ด
10	red – purple 60 group A	yellow – green 149 group D
13	red – purple 60 group A	yellow – green 149 group D
16	red – purple 60 group A	yellow – green 145 group A
19	greyed – red 182 group A	yellow – green 145 group A

22	greyed – red 182 group B	yellow – green 147 group D
25	greyed – red 182 group C	yellow – green 147 group D
28	greyed – red 182 group C	yellow – green 147 group D
31	greyed – red 182 group D	yellow – green 148 group B
34	greyed – red 182 group D	black 202 group A
37	greyed – orange 177 group D	black 202 group A
40	greyed – orange 177 group D	black 202 group A
43	greyed – orange 177 group D	brown 200 group A
46	greyed – orange 174 group D	brown 200 group A
49	greyed – orange 174 group D	brown 200 group A

พันธุ์ พบว่า เมล็ดมีสีเขียวเหลืองอ่อนในฝักที่อายุ 10-19 วันหลังดอกบาน จากนั้นเมล็ดพันธุ์มีสีเขียวในฝักที่อายุ 22-31 วันหลังดอกบาน สีเมล็ดเปลี่ยนเป็นสีดำและเมล็ดเริ่มแห้งที่อายุ 34-40 วันหลังดอกบาน และเมล็ดมีสีน้ำตาลดำเมื่อฝักมีอายุ 43-49 วันหลังดอกบาน ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงสีของฝักและเมล็ดเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเม็ดสีต่างๆในช่วงที่ฝักและเมล็ดมีการพัฒนาเรื่อยๆไปจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีของฝักและเมล็ดนี้สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งและความชื้นของเมล็ดพันธุ์ จะเห็นได้ว่าสีของฝักและเมล็ดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่สามารถสังเกตเห็นได้ (visual indicator) จึงใช้เป็นตัวบ่งชี้ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาและระยะแก่พร้อมเก็บเกี่ยวได้ (Elias and Copeland, 2001; Ekpong and Sukprakarn, 2008) ดังเช่น การเก็บเกี่ยวปอเทืองเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ควรเก็บเกี่ยวฝักสีน้ำตาลอ่อนที่ภายในฝักมีเมล็ดพันธุ์สีน้ำตาล (พิทยา และคณะ, 2553) และระยะที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ดอกพระจันทร์ คือ ผลแห้งเป็นสีน้ำตาลเข้มและเมล็ดมีสีเหลืองอมน้ำตาล (ทิพย์สุคนธ์ และคณะ, 2557) ดังนั้นการผลิตเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบมอญแดงเพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์คุณภาพดีควรเก็บเกี่ยวฝักที่อายุ 37-43 วันหลังดอกบาน โดยฝักมีสีน้ำตาลส้ม ฝักเริ่มแห้ง เหลี่ยมฝักแตกเล็กน้อย และเมล็ดพันธุ์ภายในฝักมีสีดำและสีดำน้ำตาล ซึ่งสอดคล้องกับ Demir (1994) ที่พบว่า ระยะที่เมล็ดพันธุ์เริ่มหลุดตัวไม่ติดกับฝัก และฝักเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาล สามารถใช้บ่งบอกระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบเขียว (okra) ได้

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ของกระเจี๊ยบมอญแดง พบว่าเมล็ดแห้งของกระเจี๊ยบมอญแดงสุกแก่ทางสรีรวิทยาเมื่ออายุ 37 วันหลังดอกบาน โดยเมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุดประมาณ 6.87 กรัมต่อ 100 เมล็ด เมล็ดพันธุ์มีความงอกมาตรฐานสูงสุด 97.50 เปอร์เซ็นต์ และมีความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์สูงสุดในรูปของความงอกหลังการเร่งอายุ สำหรับการเก็บเกี่ยวกระเจี๊ยบมอญแดงเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ ควรเก็บเกี่ยวฝักที่อายุ 37-43 วันหลังดอกบาน โดยฝักมีสีน้ำตาลส้ม ฝักเริ่มแห้ง เหลี่ยมฝักแตกเล็กน้อย และเมล็ดพันธุ์ภายในฝักมีสีดำและสีดำน้ำตาล

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่เพื่อใช้ในการปลูกทดลอง ขอขอบคุณกิตติญา อ่อนช่วย และวัชรพล บัวเนียมสำหรับความช่วยเหลือในการดูแลแปลงปลูก ตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ และเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

ขวัญจิตร สันติประชา และ วัลลภ สันติประชา. 2531. การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วพุ่ม. วารสารสงขลานครินทร์10:121-127.

ขวัญจิต สันติประชา และวัลลภ สันติประชา. 2540. ผลของการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ที่มีต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์และผลผลิตฝักสดของถั่วฝักยาวพันธุ์คัด-ม.อ. วารสารสงขลานครินทร์ 19: 299-305.

ฉันทนา สีผึ้ง. ปราโมทย์ ขลิบเงิน. นิพนธ์ ไชยมงคล และดำเกิง ป้องพาล. 2548. การศึกษาผลิตเมล็ดพันธุ์กระเจี๊ยบเขียว. รายงานผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ดอกเอื้อง วรศรี. 2552. อายุของฝักกระเจี๊ยบเขียวที่มีต่อการพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ทิพย์สุคนธ์ บุญยืน, เยาวพา จิระเกียรติกุล และภาณุมาศ ฤทธิไชย. 2557. พัฒนาการของเมล็ดดอกพระจันทร์ (**Ipomoea alba** L.). วารสารแก่นเกษตร 42: 181-188.

บุญมี ศิริ. 2558. การปรับปรุงสภาพและยกระดับคุณภาพเมล็ดพันธุ์. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.

พิทยา พรหมสุข, ขวัญจิตร สันติประชา และวัลลภ สันติประชา. 2553. การพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ปอเทือง. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 28(1): 107-117.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2542. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศานิต สวัสดิกาญจน์. 2551. พัฒนาการและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วแดงหลวง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ) 39: 436-439.

สรพงค์ เบญจศรี, สกุลรัตน์ แสนปุตะวงษ์ และสกุลกานต์ สิมลา. 2557. ศักยภาพการผลิตกระเจี๊ยบเขียวภายใต้ 2 ฤดูปลูกในจังหวัดพัทลุง.วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร 9 (1): 66-75.

Aladele, S. E., O.J. Ariyo and R. Lapena. 2008. Genetic relationships among West African okra (**Abelmoschus caillei**) and Asian genotypes (**Abelmoschus esculentus**) using RAPD. Afr. J. Biotechnol. 7(10): 426–1431.

Bewley, J.D. and M. Black. 1994. Seeds: Physiology of Development and Germination. 2nd ed. Plenum Press, New York.

Copeland, L.O. and McDonald, M.B.. 2001. Principles of Seed Science and Technology. Kluwer Academic Publisher, Massachusetts.

Delouche, J.C. 1985. Physiological seed quality, pp. 51-59. **In** Proceedings 1985 Mississippi Short Course for Seedsmen .Mississippi State University, Mississippi.

Demir, I. 1994. Development of seed quality during seed development in okra. Acta Horticulturae. 362:125-131.

Egli, D.B. 2017. Seed Biology and the Yield of Grain Crops. University of Kentucky, USA.

Ekpong B. and S.Sukprakarn. 2008. Seed physiological maturity in dill. (**Anethum graveolens** L.). Kasetsart J. 42 : 1 - 6.

Elias, S.G. and L.O. Copeland. 2001. Physiological and harvest maturity of canola in relation to seed quality. Agron. J. 93: 1054–1058.

Khatun, A., G., Kabir and M.A.H., Bhuiyen. 2009. Effect of harvesting stages on the seed quality of lentil (**Lens Culinaris L.**) during storage. Bangladesh J. 34(4): 565-576.

Muasya, R.M., W.J.M. Lommen and P.C. Struik. 2002. Differences in development of common bean (**Phaseolus vulgaris L.**) crops and pod fractions within a crop I. Field Crops Research. 75: 63-78.

Mullet, J. H. 1981. Seed development and seed production. Aust Hort. 78:52-61.

Savello, P.H., F.W. Martin and J.M. Hill. 1980. Nutritional composition of okra seed meal. J. Agri. Food Chem. 28(6): 1163 – 1166.

ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเจริญของแคลลัสและการผลิตสารฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ในสภาพเพาะเลี้ยงของหนามแดง (**Carissa carandas** Linn.)

Effect of Plant Growth Regulators on Callus Culture and **in vitro** Production of Fructo-oligosaccharide in **Carrisa carandus** Linn.

พงศ์ยุทธ นวลบุญเรือง[1*] รุ่งนภา ช่างเจรจา[1] และ นิอร โฉมศรี[1]

Phongyuth Nualbunruang [1*] Rungnapa Changjeraja [1] Ni-orn Chomsri [1]

บทคัดย่อ

หนามแดง (**Carissa carandas** Linn.) เป็นพืชที่มีศักยภาพในการนำมาเป็นผลไม้เพื่อสุขภาพ โดยจะเป็นการนำมาใช้ประโยชน์สำหรับการแต่งสี และรส หรือใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ใช้รักษาโรค ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (Fructo-oligosaccharide) เป็นสารเส้นใยละลายน้ำได้ เป็นสาร Prebiotic ที่ช่วยเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในลำไส้ การผลิตสารทางชีวภาพโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สามารถทำได้โดยการชักนำให้เนื้อเยื่อเกิดเป็นแคลลัส บนสูตรอาหารที่เหมาะสม จากนั้นจึงหาวิธีการที่เหมาะสมที่จะให้แคลลัสนั้นสร้างสารตามที่ต้องการ โดยมีปัจจัยต่างๆที่เข้ามาเกี่ยวข้องทั้งปัจจัยภายนอก เช่น แสงสว่างและอุณหภูมิ และปัจจัยภายในที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยง ได้แก่ ชิ้นส่วนที่นำมาเพาะเลี้ยง และอาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง ได้แก่ชนิดของอาหาร แร่ธาตุต่างๆ สารควบคุมการเจริญเติบโตตลอดจนความเป็นกรดด่าง สำหรับหนามแดงนั้นยังไม่มีรายงานว่ามีการผลิตสารสำคัญต่างๆโดยการเพาะเลี้ยงเซลล์ การทดลองนี้เป็นการศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเจริญเติบโตของแคลลัสของหนามแดงและการสร้างสารฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ โดยทำการเพาะเลี้ยงแคลลัสของหนามแดงในอาหาร MS(1962) ที่เสริมด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโต 2 ชนิดที่อัตราส่วนผสมของ BA 0 0.5 1 และ 1.5 มก./ล. และ 2,4-D 1 2 3 4 มก./ล. ผลการทดลองพบว่า เมื่อทำการเพาะเลี้ยงแคลลัสหนามแดงเป็นเวลา 10 สัปดาห์ อาหารสูตร MS ที่เสริมด้วย BA 1.5 มก./ล. และ 2,4-D 4 มก./ล. แคลลัสจะเจริญเติบโตดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนอาหารที่ให้ปริมาณสารฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์สูงที่สุดคือ อาหารสูตร MS ที่เสริมด้วย BA 0 มก./ล. และ 2,4-D 2 มก./ล.

คำสำคัญ : หนามแดง (**Carissa carandas** Linn), ฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์

---

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตำบลพิชัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000

[1] Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Muang District, Lampang 52000, Thailand

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : phongyuth@hotmail.com

ABSTRACT

Carissa carandas Linn. is a useful food and medicinal plant, found to be widely distributed throughout subtropical and tropical regions. The plant has been used as a traditional medicinal plant, and Homoeopathic system of medicine. Fructo-oligosaccharides were known as prebiotics, generally defined as non-digestible polysaccharides and oligosaccharides, which promote the growth of beneficial lactic acid bacteria in the colon. Plant cell and tissue culture has emerged as a safe and low cost alternative system for the production and the accumulation of many valuable bioactive compounds because it can provide several benefits to minimize these problems allowing the continuous, reliable, and predictable production of these molecules independently of seasonal variations as well as the optimization and the enhancement of their biosynthesis under well controlled conditions. There were no earlier reports for the production of fructo-oligosaccharide in the callus culture of this plant. The effects of combinations of BA and 2,4-D were studied. Calli of **Carissa carandas** were cultured on MS media with combination of 0, 0.5, 1 or 1.5 mg/l of BA and 1, 2, 3 or 4 mg/l of NAA semi-solid media for 10 weeks of culture. The results showed that in the medium combination with 1.5 mg/l BA and 4 mg/l 2,4-D gave the highest growth significantly. The highest fructo-oligosaccharide production was founded in the medium combination with 0 mg/l BA and 2 mg/l 2,4-D

Keywords: **Carissa carandas** Linn. , Fructo-oligosaccharide**.**

บทนำ

หนามแดง หรือ มะม่วงหาวมะนาวโห่ เป็นผลไม้พื้นบ้านของไทย มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า **Carissa carandas** Linn. อยู่ในวงศ์ Apocynaceae มะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นไม้พุ่มยืนต้น สูงราว 2-5 m ดอกมีสีชมพูหรือแดงอ่อน และมีกลิ่นหอมอ่อนๆ ออกดอกตลอดปี ผลอ่อนจะมีสีชมพูอ่อนๆ และค่อยๆ เข้มขึ้นเป็นสีแดง จนกระทั่งสุกจึงกลายเป็นสีดำ เนื่องด้วยผลสุกของมะม่วงหาวมะนาวโห่มีสีเข้มมากจนถึงดำ จึงจัดเป็นแหล่งของแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ที่สำคัญ และจากรายงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์พบว่าแอนโทไซยานินเป็นหนึ่งในกลุ่มของรงควัตถุที่มีศักยภาพในการป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรังดังที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งปัจจุบันผู้บริโภคเริ่มรู้จัก และต้องการผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มากขึ้น เพราะทางวิชาการระบุว่ามีประโยชน์ต่อร่างกาย สามารถต้านทานอาการหวัดได้ดี วงการแพทย์ได้นำไปใช้รักษาโรคควบคู่กับยาแผนปัจจุบันเพราะมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากตามไปด้วยและเป็นตัวช่วยป้องกันการเกิดโรคหลายโรค มะเร็ง โรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคเกาต์ เป็นต้นและในมะม่วงหาวมะนาวโห่อาจจะมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าในผักและผลไม้ตามท้องตลาดทั่วไปอีกด้วย(สกุนกานต์ และคณะ 2556)

ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์เป็นน้ำตาลชนิดนึงที่มีโมเลกุลที่ไม่สั้นหรือยาวโดยมีความยาวประมาณ 2-10 โมเลกุล ผงละเอียดสีขาวไม่มีกลิ่น ให้พลังงานต่ำ มีความหวานประมาณ 1/3 ของน้ำตาลซูโครสโดยทั่วไปแล้ว สารที่แสดงฤทธิ์ทางชีวภาพ สามารถถูกสร้างขึ้นโดยพืชได้เองตามธรรมชาติโดยต้องอาศัยเวลานานนับเป็นปี ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ เป็นสารเส้นใยละลายน้ำได้ แต่กระเพาะไม่สามารถย่อยและดูดซึมได้ ซึ่งสามารถคงสภาพจนถึงลำไส้ใหญ่ ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ เป็นสาร Prebiotic ที่ช่วยเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (Probiotics) ในลำไส้ คือ แลคโตบาซิลลัส และ บิฟิโดแบคทีเรีย โดยลำไส้ใหญ่มีจุลินทรีย์ทั้งแบบมีประโยชน์และไม่มีประโยชน์ ถ้ามีจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์น้อยกว่า ลำไส้ใหญ่ก็ไม่สามารถทำงานได้เต็มที่ ดูดซึมสารอาหารบางชนิดได้น้อยลง เช่น แคลเซียม การที่ ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ ช่วยเพิ่มปริมาณแบคทีเรียที่มีประโยชน์นั้น ทำให้การขับถ่ายของลำไส้ดีขึ้น การเคลื่อนตัวของอุจจาระสะดวกขึ้นและลดอาการท้องผูก

ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ เป็นสารพรีไบโอติกที่สามารถพบได้พืชหลายชนิด ได้ในอาหารประเภทข้าวสาลี ข้าวไรย์ หัวหอม หน่อไม้ฝรั่ง อาร์ติโช้ค หัวชิคอรี ลูกแก้วมังกร แก่นตะวัน กล้วย ถั่วเหลือง กระเทียม ต้นหอม ต้นกระเทียม มะเขือเทศ และพืช ประเภทพืชหัว โดย ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ ส่วนใหญ่ทีใช้ในท้องตลาดมักสกัดจาก หัวชิคอรี หรือผลิตจากน้ำตาลทรายโดยใช้เอนไซม์ fructosyltransferase

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นเทคโนโลยีที่สามารถชักนำให้ พืชเพิ่มปริมาณในระยะเวลาอันสั้น ตลอดจนสามารถกระตุ้นการผลิตสารสำคัญในพืชให้เพิ่มขึ้นได้ การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนพืช เพื่อชักนำให้พืชเจริญเป็นแคลลัส หรือกลุ่มเซลล์เนื้อเยื่อเจริญซึ่งเป็นกลุ่มเซลล์ที่มีการและสะสมสาระสำคัญในปริมาณสูง การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อนั้น ทำให้เซลล์ของพืชแบ่งตัวเพิ่มจำนวนมากมายเป็นกลุ่มเซลล์ที่เรียกว่า แคลลัส (Callus) เราจึงสามารถบังคับให้เนื้อเยื่อนี้เจริญเติบโตขึ้นได้เมื่อมีสภาวะที่เหมาะสมและแบ่งเนื้อเยื่อเหล่านี้ไปเลี้ยงในอาหารใหม่ จนเจริญเติบโตเป็นเนื้อเยื่อใหม่จำนวนมากมายตามต้องการเช่น ดังนั้นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการ ผลิตพืชทดแทนการใช้พืชจากธรรมชาติได้ วิธีการเหล่านี้มีข้อดีเหนือกว่าวิธีทางธรรมชาติที่สามารถผลิตสารที่ต้องการได้ในระยะเวลาสั้น และบางวิธียังสามารถเพิ่มผลผลิตให้ได้มากกว่าตามธรรมชาติอีกด้วย ตัวอย่างของวิธีการทางเทคโนโลยีชีวภาพที่ถูกนำมาใช้ร่วมกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชต่างๆ ได้แก่ การตรึงเซลล์ การพัฒนาให้เป็นอวัยวะที่เหมาะแก่การสร้างหรือสะสมสาร การเติมสารตั้งต้นของกระบวนการชีวสังเคราะห์และการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ การเติมสารซึ่งสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการสร้างสารทุติยภูมิเพิ่มขึ้น การรบกวนสภาพการเลือกผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์และเยื่อหุ้มแวคิวโอเพื่อให้มีการปลดปล่อยสารออกมา รวมทั้งสร้างแหล่งสะสม

เทียมในอาหารเพาะเลี้ยงเพื่อให้เป็นที่สะสมสารที่อาจเป็นพิษต่อเซลล์ ในทำนองเดียวกัน เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมอาจนำมาใช้ร่วมกับเทคนิคเหล่านี้ เพื่อผลิตสารที่ต้องการในปริมาณมากขึ้นได้(ศุภวรรณ 2549)

การผลิตสาระสำคัญในพืชโดยการเพาะเลี้ยงเซลล์นั้น มีปัจจัยต่างๆที่เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตลงในอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของแคลลัสและปริมาณสาระสำคัญ มีรายงานในหลายๆพืช เช่น พรมมิ (เจิมอรุณ และคณะ 2560) ใบเตย กระเจี๊ยบเขียว กระเจี๊ยบแดง แครอท ขมิ้น มะตูม ปีบ ขี้เหล็ก เพกา และอัญชัญ (ปิยะนันท์ และคณะ 2560) มะเฟือง (สนธยา 2560) เป็นต้น

เนื่องจาก หนามแดง (**Carissa carandas** Linn.)เป็นพืชที่มีศักยภาพในการนำมาเป็นผลไม้เพื่อสุขภาพ โดยจะเป็นการนำมาใช้ประโยชน์สำหรับการแต่งสี และรส หรือใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ใช้รักษาโรคสำหรับหนามแดงนั้นยังไม่มีรายงานว่ามีการผลิตสารสำคัญต่างๆโดยการเพาะเลี้ยงเซลล์ การศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการศึกษากาการเพาะเลี้ยงแคลลัส เพื่อให้ได้ต้นในปริมาณที่มาก ตลอดจนถึงการศึกษาเพื่อผลิตสารฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ในสภาพการเพาะเลี้ยงเซลล์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเจริญของแคลลัส

นำใบอ่อนจากยอดต้นหนามแดง ตัดให้มีความยาวประมาณ 0.5 cm เพาะเลี้ยงชิ้นส่วนดังกล่าวบนอาหารสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต 2 ชนิด ด้วยสัดส่วนผสมของ BA ความเข้มข้น 0 0.5 1 และ 1.5 มก./ล. และ 2,4-D 1 2 3 และ 4 มก./ล. นำไปวางในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 25+2 ^{o}C ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน โดยเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 10 สัปดาห์ วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ทำการวัดการเจริญเติบโตของแคลลัสทุกสัปดาห์

2. การหาปริมาณฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์

เมื่อครบกำหนดระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงแคลลัส ชั่งแคลลัสน้ำหนัก ตัวอย่างละ 1 กรัม ทำการสกัดด้วยน้ำ deionized ปริมาณ 1 มล. จำนวนตัวอย่างละ 3 ซ้ำ แล้วนำมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 และนำสารสกัดที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ทั้งหมด โดยการวิเคราะห์ค่า น้ำตาลมาตรฐาน 5 ชนิด ได้แก่ fructose glucose sucrose kestose และ nystose โดยเครื่องวิเคราะห์ HPLC ยี่ห้อ Agilent Techies รุ่น 1260 Infinity II ควบคุมอุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส ปริมาตรฉีดสาร: 20 ไมโครลิตร

ผลและวิจารณ์ผล

ในการศึกษาหาสูตรอาหารที่เหมาะในการชักนำให้ชิ้นส่วนของหนามแดงเจริญเติบโตเป็นแคลลัส พบว่าเกิดแคลลัสในทุกชุดการทดลอง แคลลัสที่ได้ส่วนมาก มีลักษณะแบบ friable สีขาวหรือเหลือง ฟู และอวบน้ำ (ภาพที่ 1) จากการวัดขนาดแคลลัสหนามแดงที่ได้ทำการเพาะเลี้ยงเป็น เวลา 10 สัปดาห์ พบว่าทุกสูตรอาหารให้อัตราการสร้างแคลลัส 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเจริญเติบโตของแคลลัสนั้นพบว่าแคลลัสที่เพาะเลี้ยงบนอาหาร MS ที่เสริมด้วย BA 1.5 มก./ล. และ 2,4-D 4 มก./ล. สามารถชักนำให้ชิ้นส่วนของหนามแดง เกิดแคลลัส และเจริญได้ดีที่สุด อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยให้ขนาดเฉลี่ย 3.04 ซม.(ตารางที่ 1) สอดคล้องกับการเพาะเลี้ยงแคลลัสของหนอนตายหยาก (นิตยา และสุภาพร 2559) และยางพารา (ดนุพงศ์ และคณะ 2557) ที่พบว่า 2,4-D สามารถชักนำให้เนื้อเยื่อพืชเกิดแคลลัสและให้อัตราการเจริญที่สูง

จากการทดลองการการตรวจหาสารฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ ในแคลลัสของหนามแดง โดยวัดจากค่าของปริมาณน้ำตาล fructose glucose sucrose kestose และ nystose พบว่า ทุกสูตรอาหารสามารถชักการให้แคลลัสของหนามแดงสร้าง

สารฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ได้ (ตารางที่ 2) แต่ยังสร้างได้ในปริมาณสารน้ำตาลบางตัวน้อยกว่าผลสด ซึ่งการที่เซลล์พืชที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงสร้างสาระสำคัญได้ปริมาณที่น้อยกว่าพืชธรรมชาติก็เพราะว่า เนื้อเยื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลล์แบบ undifferentiated cell ซึ่งขาดการแสดงออกของยีนในการสร้างสาร (ศุภวรรณ 2549) อย่างไรก็ตามจากการทดลองนี้มีแนวโน้มที่จะสามารถผลิตสารฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ โดยการเพาะเลี้ยงแคลลัสได้ โดยจะต้องทำการศึกษาเพื่อปรับปรุงสูตรอาหารเพาะเลี้ยงแคลลัส ให้ได้สารฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ปริมาณที่มากขึ้นต่อไป

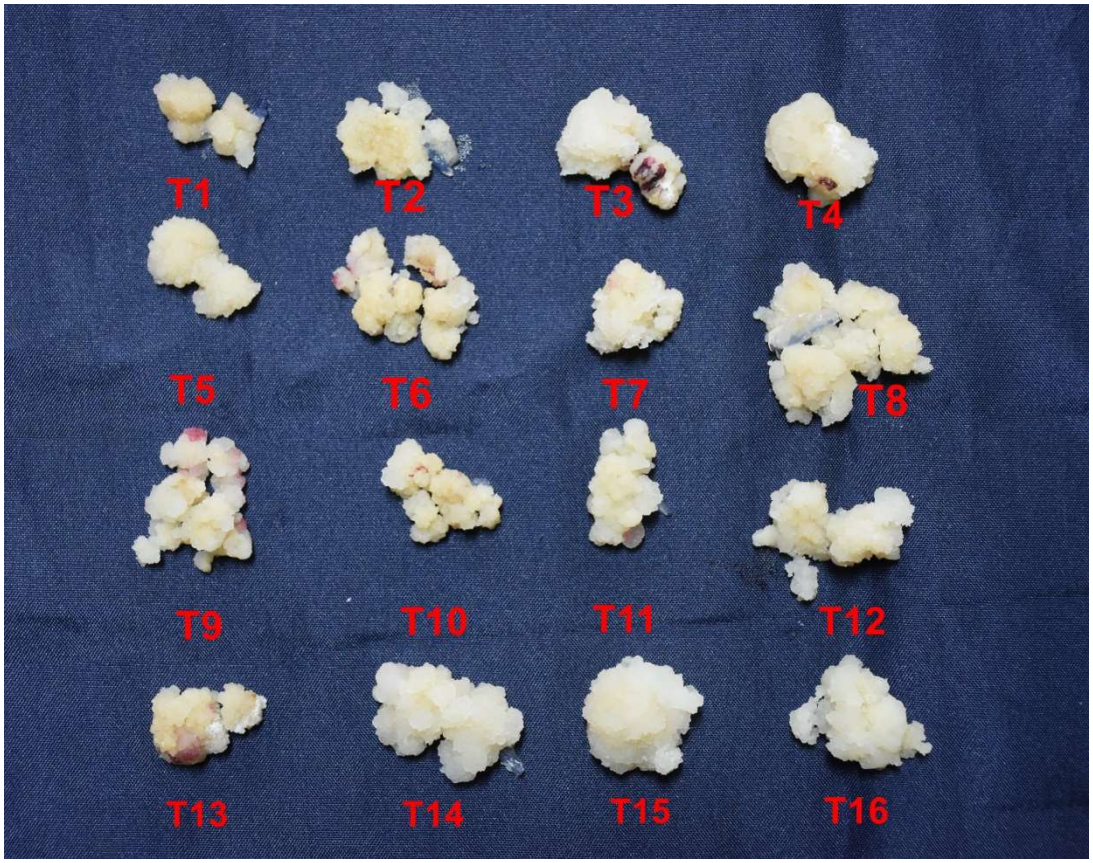
ตารางที่ 1 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเจริญของแคลลัสหนามแดง (**Carissa carandas** Linn) เมื่อทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 10 สัปดาห์

Treatment	ขนาดของแคลลัส เฉลี่ย (ซม.)
1. MS เสริมด้วย BA 0 มก./ล. 2,4-D 1 มก./ล.	1.00 ^{CDEFG}
2. MS เสริมด้วย BA 0.5 มก./ล. 2,4-D 1 มก./ล.	1.00 ^{CDEFG}
3. MS เสริมด้วย BA 1 มก./ล. 2,4-D 1 มก./ล.	2.20 ^{ABC}
4. MS เสริมด้วย BA 1.5 มก./ล. 2,4-D 1 มก./ล.	2.30 ^{ABC}
5. MS เสริมด้วย BA 0 มก./ล. 2,4-D 2 มก./ล.	0.08 ^{G}
6. MS เสริมด้วย BA 0.5 มก./ล. 2,4-D 2 มก./ล.	0.50 ^{EFG}
7. MS เสริมด้วย BA 1 มก./ล. 2,4-D 2 มก./ล.	1.80 ^{ABCDE}
8. MS เสริมด้วย BA 1.5 มก./ล. 2,4-D 2 มก./ล.	2.50 ^{AB}
9. MS เสริมด้วย BA 0 มก./ล. 2,4-D 3 มก./ล.	0.34 ^{FG}
10. MS เสริมด้วย BA 0.5 มก./ล. 2,4-D 3 มก./ล.	1.66 ^{ABCDEF}
11. MS เสริมด้วย BA 1 มก./ล. 2,4-D 3 มก./ล.	2.06 ^{ABCD}
12. MS เสริมด้วย BA 1.5 มก./ล. 2,4-D 3 มก./ล.	0.70 ^{DEFG}
13. MS เสริมด้วย BA 0 มก./ล. 2,4-D 4 มก./ล.	0.20 ^{G}
14. MS เสริมด้วย BA 0.5 มก./ล. 2,4-D 4 มก./ล.	1.10 ^{BCDEFG}
15. MS เสริมด้วย BA 1 มก./ล. 2,4-D 4 มก./ล.	2.30 ^{ABC}
16. MS เสริมด้วย BA 1.5 มก./ล. 2,4-D 4 มก./ล.	3.04 ^{A}
	CV 60.75

ตารางที่ 2 ปริมาณของสารฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ในแคลลัสของหนามแดง (**Carissa carandas** Linn) ในอาหารเพาะเลี้ยงสูตรต่างๆ เมื่อทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 10 สัปดาห์

Treatment	ปริมาณน้ำตาลในตัวอย่างเฉลี่ย (มก./มล)			
	fructose+ glucose	sucrose	kestose	nystose
T 1	3.82 ± 0.07	15.38 ± 0.49	0.03 ± 0.04	0.58 ± 0.11
T 2	2.82 ± 1.57	19.51 ± 7.01	0.02 ± 0.02	0.61 ± 0.06
T 3	1.94 ± 0.83	20.68 ± 5.02	0.12 ± 0.12	0.44 ± 0.14
T 4	1.07 ± 0.19	17.30 ± 14.13	0.01 ± 0.01	0.52 ± 0.03
T 5	4.54 ± 0.92	8.76 ± 7.12	0.05 ± 0.04	0.38 ± 0.13

T 6	3.32 ± 1.23	16.74 ± 2.96	0.02 ± 0.01	0.38 ± 0.13
T 7	2.45 ± 2.87	4.96 ± 2.72	0.04 ± 0.05	0.26 ± 0.04
T 8	1.49 ± 0.80	2.90 ± 0.27	0.03 ± 0.03	0.09 ± 0.10
T 9	3.22 ± 0.62	18.05 ± 9.24	0.04 ± 0.01	0.99 ± 0.16
T 10	2.31 ± 0.82	12.42 ± 3.39	0.02 ± 0.01	0.67 ± 0.52
T 11	2.13 ± 0.12	12.49 ± 0.69	0.10 ± 0.10	0.46 ± 0.28
T 12	0.95 ± 0.13	11.24 ± 2.50	0.08 ± 0.01	0.28 ± 0.16
T 13	3.01 ± 0.09	14.41 ± 3.27	0.02 ± 0.01	0.68 ± 0.46
T 14	2.38 ± 0.42	8.26 ± 2.51	0.06 ± 0.04	0.65 ± 0.60
T 15	2.71 ± 1.73	13.98 ± 0.68	0.09 ± 0.00	0.52 ± 0.04
T 16	0.94 ± 0.05	7.69 ± 0.53	0.08 ± 0.00	0.34 ± 0.44
ผลสด	46.80	-	-	0.14



ภาพที่ 1 ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเจริญของแคลลัสหนามแดง (**Carissa carandas** Linn) เมื่อทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 10 สัปดาห์

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาพบว่า อาหารสูตรที่เห มาะสมใน การชักนำให้หนามแดงเกิดแคลลัสคือ อาหารสูตร MS ดัดแปลงที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโตคือ BA 1.5 มก./ล. ร่วมกับ 2,4-D 4 มก./ล. โดยสามารถชักนำให้ใบอ่อน เมล็ดมะเฟืองเกิดแคลคัสขนาดใหญ่ที่สุด และยังพบ ว่าแคลลัสที่ได้มีการผลิตสารฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ ซึ่งเป็นสารทางชีวภาพที่มี ประโยชน์ ซึ่งในการ ศึกษานี้จึงเป็นแนวทางอย่างหนึ่งในการนำไป พัฒนาการสารฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์เพื่อสามารถปรับปรุง เพื่อขยายและเพิ่มปริมาณการผลิตในระดับ อุตสาหกรรมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

เอกสารอ้างอิง

เจิมอรุณ อุทัยแจ่มศรีผล, เยาวพา จิระเกียรติกุล และภาณุมาศ ฤทธิไชย. 2560. ผลของระยะเวลาเพาะเลี้ยงต่อปริมาณสารทุติยภูมิและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของยอดพรมมิในสภาพปลอดเชื้อ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 25 ฉบับที่ (3) หน้า 443-452.

ดนุพงศ์ วรรณพงศ์, สุมนา นีระ และ สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา. 2557. ผลของ 2,4-D ต่อการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนต่างๆ ของยางพาราในสภาพปลอดเชื้อ. แก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 3 : 391-396.

นิตยา สุขวรรณา และสุภาพร ภัสสร. 2559. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตและชนิดของอาหารสูตร MS ต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นหนอนตายหยาก. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 มกราคม - มีนาคม 2559 หน้า 64-75.

ปิยนันท์ ชมนาวัง กิตติศักดิ์ เฉนียง ปิยะฉัตร วิริยะอำไพวงศ์ และชาญณรงค์ ชมนาวัง. 2560. สารสีธรรมชาติจากการเพาะเลี้ยงเซลล์พืชแขวนลอย. การประชุมวิชาการชมรมคณะปฏิบัติงานวิทยาการ อพ.สธ. ครั้งที่ 8 “ทรัพยากรไทย : ศักยภาพมากล้นมีให้เห็น”(ภาคนิทัศน์) หน้า 351-358.

วรรณคล เชื้อมงคล. 2556. ประโยชน์ของฟรุคโตโอลิโกแซคคาไรด์ในอาหารทางการแพทย์. ไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาการสุขภาพ ปี 8 ฉบับ 3, กค. – กย. 2556 หน้า 122-128.

สนธยา เรืองศักดิ์ เกศสุคนธ์ มณีวรรณ อิสราภรณ์ สมบุญวัฒนกุล และ วิจิตรา หลวงอินทร์. 2560. การชักนำให้มะเฟืองเกิดแคลลัสและผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ. แก่นเกษตร ฉบับพิเศษ 1:1185-1190.

ศุภวรรณ บุญระเทพ. 2549. การผลิตสารทุติยภูมิโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชและเทคโนโลยีชีวภาพ. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์ 20(2) :185-195.

Flores-Maltos D. A. S. I. Mussatto J. C. Contreras-Esquivel R. R.Herrera J. A. Teixeira and C. N. Aguila. 2014. Biotechnological production and application of fructooligosaccharides. Crit Rev Biotechnol, Early Online: 1–9

Singh A. and K. U. Gursimran. 2015. A review on **Carissa carandas** phytochemistry, Ethno-pharmacology, and micropropagation as conservative strategy. Asian J Pharm Clin Res, Vol 8, Issue 3, 2015, 26-30

อิทธิพลของระดับปุ๋ยฟอสฟอรัสที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักเชียงดา

Influence of Various Phophorus Fertilizer on Growth and Consumable parts of **Gymnema inodorum** (Lour.) Decne.

ปริญญาวดี ศรีตนทิพย์[1*] ชิติ ศรีตนทิพย์[1] และ เกรียงศักดิ์ ลือชัย[2]

Parinyawadee Sritontip[1*] Chiti Sritontip[1] Kriengsak Luechai[2]

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักเชียงดา ในพื้นที่ทดลองสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร จังหวัดลำปาง โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 10 ซ้ำ มี 5 กรรมวิธี คือ ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 กรัม P_2O_5 ต่อต้น ทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 0.5 กรัมยูเรียต่อต้น และใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม 0.3 กรัม K_2O ต่อต้น ทดลองกับต้นผักเชียงดาสายต้นเดียวกันที่ขยายพันธุ์จากการปักชำที่มีอายุ 3 เดือนหลังย้ายปลูก ดำเนินการทดลองในเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2556 จากการทดลองพบว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 0.5 กรัมต่อต้น ทำให้ผักเชียงดามีการเจริญเติบโตด้านความกว้างของทรงพุ่ม น้ำหนักยอดรวมต่อต้นต่อเดือน จำนวนยอดรวมต่อต้นสูงที่สุด ($P<0.01$) และเพิ่มปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ส่วนการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 2.0 กรัมต่อต้น ส่งผลให้ผักเชียงดามีความเขียวของใบสูงที่สุด

คำสำคัญ: ผักเชียงดา, ปุ๋ยฟอสฟอรัส, การเจริญเติบโต, ผลผลิต

---

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา 52000

Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Thailand 52000

[2] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 52000

Faculty of Agricultural Science and Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang, Thailand 52000

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : parinyawadee@rmutl.ac.th

ABSTRACT

The research aimed to study on influence of phosphorus fertilizer on growth and consumable parts of **Gymnema inodorum** (Lour.) Decne. was conducted at Agricultural Technology Research Institute, Lampang province. The experimental design used was a CRD consisted of 5 treatments and each with 10 replications. The treatments were 5 rates of phosphorus fertilizer i.e., 0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 g P_2O_5/plant, nitrogen fertilizer applied 0.5 g urea/plant and potassium fertilizer applied 0.3 g K_2O/plant. Plant samples were taken from the same clone by cutting propagation and were approximately 3 months after transplanting. The experiment was carried out during March - May 2013. Fertilizer application at the rate of 0.5 g/plant greatly improved canopy width, shoot weight per plant per month, shoot number per plant per month ($P<0.01$) and increased phenolic compound. The 2.0 g/plant treatment gave the highest chlorophyll content of shoot.

Keywords: **Gymnema inodorum** (Lour.) Decne., phosphorus fertilizer, growth, consumable parts

บทนำ

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักธาตุหนึ่งที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ธาตุฟอสฟอรัสในดินมีกำเนิดมาจากการสลายตัวผุพังของแร่บางชนิดในดิน การสลายตัวของสารอินทรียวัตถุในดินก็จะสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกได้เช่นเดียวกับไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัสในดินที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้จะต้องอยู่ในรูปของอนุมูลของสารประกอบที่เรียกว่า ฟอสเฟตไอออน ($H_2PO_4^-$ และ HPO_4^-) ซึ่งจะต้องละลายอยู่ในน้ำในดิน สารประกอบของฟอสฟอรัสในดินมีอยู่เป็นจำนวนมากแต่ส่วนใหญ่ละลายน้ำยาก ดังนั้นจึงมักจะมีปัญหาเสมอว่าดินถึงแม้จะมีฟอสฟอรัสมากก็จริงแต่พืชก็ยังขาดฟอสฟอรัส เพราะส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำยากนั่นเอง นอกจากนั้นแร่ธาตุต่าง ๆ ในดินชอบที่จะทำปฏิกิริยากับอนุมูลฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ ดังนั้นปุ๋ยฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้เมื่อใส่ลงไปในดินประมาณ 80 – 90% จะทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุในดินกลายเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยากไม่อาจเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ พืชเมื่อขาดฟอสฟอรัสจะมีต้นแคระแกร็นใบมีสีเขียวคล้ำ ใบล่างๆ จะมีสีม่วงตามบริเวณขอบใบ รากของพืชชะงักการเจริญเติบโต พืชไม่ออกดอกและผล พืชที่ได้รับฟอสฟอรัสอย่างเพียงพอจะมีระบบรากที่แข็งแรงแพร่กระจายอยู่ในดิน อย่างกว้างขวาง สามารถดึงดูดน้ำและธาตุอาหารได้ดี การออกดอกออกผลจะเร็วขึ้น พืชนำฟอสฟอรัสในดินไปใช้ได้น้อยเมื่อเทียบกับ ไนโตรเจน และโพแทสเซียม คือ ในพืชมีฟอสฟอรัสโดยเฉลี่ย 0.06 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ไนโตรเจนและโพแทสเซียมมี 0.14 และ 0.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะว่าฟอสฟอรัสอยู่ในรูปของสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ ไม่ระเหยถูกชะล้างได้ยาก จึงทำให้มีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช (โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2537) ฟอสฟอรัสถึงแม้จะเป็นธาตุอาหารที่สำคัญมากในเมแทบอลิซึมของพืช และต่อการเจริญเติบโต แต่ก็เป็นธาตุที่พบในปริมาณน้อยในเนื้อเยื่อพืช แสดงว่าเป็นธาตุที่พืชไม่ต้องการในปริมาณมากเมื่อเทียบกับไนโตรเจนและโพแตสเซียม แต่เนื่องจากในสารละลายดินจะมีปริมาณไอออนของธาตุนี้น้อยมาก ดังนั้นพืชจึงมีความเสี่ยงต่อการขาดธาตุฟอสฟอรัส ทำให้จำเป็นต้องจัดให้ธาตุฟอสฟอรัสเป็นธาตุหลักอันดับสองรองจากธาตุไนโตรเจนที่จะต้องดูแลด้านปุ๋ยเป็นพิเศษ เพื่อให้พืชได้รับธาตุอาหารนี้อย่างเพียงพอ (พิทยา, 2554) อีกทั้งการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสทำให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในข้าวสาลีเพิ่มขึ้น (Ma **et al.,** 2018) ผักเชียงดา **Gymnema inodorum** (Lour.) Decne. (เต็ม, 2544) เป็นผักพื้นบ้านภาคเหนือที่มีผลช่วยลดความเสี่ยงจากโรครูมาตอยด์และเกาต์ (Shimizu **et al.**, 1997) โรคเบาหวาน (Shanmugasundaram **et al.**, 1990; Shimizu **et al.**, 2001) ลดระดับน้ำตาลในเลือด

(Daisy **et al.**, 2009) ช่วยเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย (ธีรวัลย์และปัทมา. 2552, Klungsupya **et al.**, 2008 and Kang **et al.**, 2012) ช่วยในการละลายลิ่มเลือด (Hong **et al.**, 2004) การศึกษาอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสที่เหมาะสมที่จะทำให้เพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักเชียงดา จะได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการผลิตผักเชียงดาเพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการทดลอง ณ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง ระหว่างเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม 2556 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) มีทั้งหมด 5 กรรมวิธี ๆ ละ 10 ซ้ำ ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 กรัม P_2O_5 ต่อต้น ปุ๋ยฟอสฟอรัสใส่ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต เกรด 0 – 46 - 0 ใส่ตามกรรมวิธีที่ทดลอง ส่วนปุ๋ยไนโตรเจนใส่ปุ๋ยยูเรีย เกรด 46 – 0 - 0 ต้นละ 0.5 กรัมยูเรียต่อต้น และปุ๋ยโพแทสเซียมใส่ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ เกรด 0 – 0 – 60 ในอัตราต้นละ 0.3 กรัม K_2O ต่อต้น เท่ากันทุกต้นที่ทำการทดลองในกรรมวิธีที่ 2 – 5 อัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ใส่เท่ากับ 0, 2, 4, 6, 8 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ (ปริมาณปุ๋ยที่ใส่คำนวณจากดิน 1 ไร่ หนัก 3.126 x 10^5 กิโลกรัม (ดิน 1 ไร่ ลึก 0.15 เมตร มีพื้นที่ 1,600 ตารางเมตร มีความหนาแน่น 1.34 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร มีน้ำหนัก 0.15 เมตร x 1,600 x 1.34 x 10^{-3} กิโลกรัม ต่อ 10 ลูกบาศก์เมตร เท่ากับ 3.126 x 10^5 กิโลกรัม) ลิตร พืชทดลองคือผักเชียงดาสายต้นที่ 6 เป็นพันธุ์ที่ทำการรวบรวมและคัดเลือกจากงานวิจัยของสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร ขยายพันธุ์โดยการปักชำจากข้อที่ 4 จำนวน 1 ข้อ ในโรงเรือนเพาะชำเป็นเวลา 45 วัน แล้วนำไปย้ายลงปลูกในถุงเพาะชำขนาด 3 x 7 นิ้ว ที่มีดินเป็นวัสดุปลูก ใช้เวลาประมาณ 45 วัน หลังจากนั้นนำต้นผักเชียงดาไปปลูกใส่ในกระถาง 12 นิ้ว ซึ่งใส่ดินผสมน้ำหนัก 9 กิโลกรัม ใส่วัสดุปรับปรุงดิน ได้แก่ กาบมะพร้าวสับ: และเปลือกถั่ว อย่างละ 5 กรัมต่อกระถาง ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน ใช้ระยะเวลาประมาณ 3 เดือน จนต้นมีกิ่งและทรงพุ่มใกล้เคียงกัน ตัดแต่งต้นให้มีความสูงของต้นประมาณ 45 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ยครั้งเดียวในเดือนมีนาคมตามกรรมวิธีที่ทดลอง จากนั้นทำการเก็บข้อมูลจนถึงเดือนพฤษภาคม ให้น้ำวันละ 1 ครั้ง ปริมาณต้นละ 1 ลิตร

คุณสมบัติดินที่ทำการทดลอง มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลาง ดินเป็นด่าง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ และปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับที่ต่ำ

OM (%)	pH อัตราดินต่อน้ำ 1:1	Available P_2O_5 (mg/kg) Bray II	Exchangeable K_2O (mg/kg) NH_4OAC
2.90	7.62	10	29.02

ข้อมูลที่ทำการบันทึกได้แก่

1. การเจริญเติบโตทางลำต้น ได้แก่ ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร) วัดจากโคนต้นถึงปลายยอดของต้น ขนาดของลำต้น (มิลลิเมตร) วัดข้อมูล 2 ด้านของลำต้นแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ความกว้างของทรงพุ่ม (เซนติเมตร) วัดส่วนที่กว้างที่สุดของทรงพุ่มเป็น 2 แนวตั้งฉากกันแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของข้อมูล ทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ เดือน

2. ความเขียวของใบ (SPAD unit) วัดใบคู่ที่ 4 นับจากปลายยอด อายุใบสามสัปดาห์ ใช้เครื่องวัด chlorophyll meter รุ่น SPAD - 502 ทำการเก็บข้อมูลสัปดาห์ละสองครั้ง

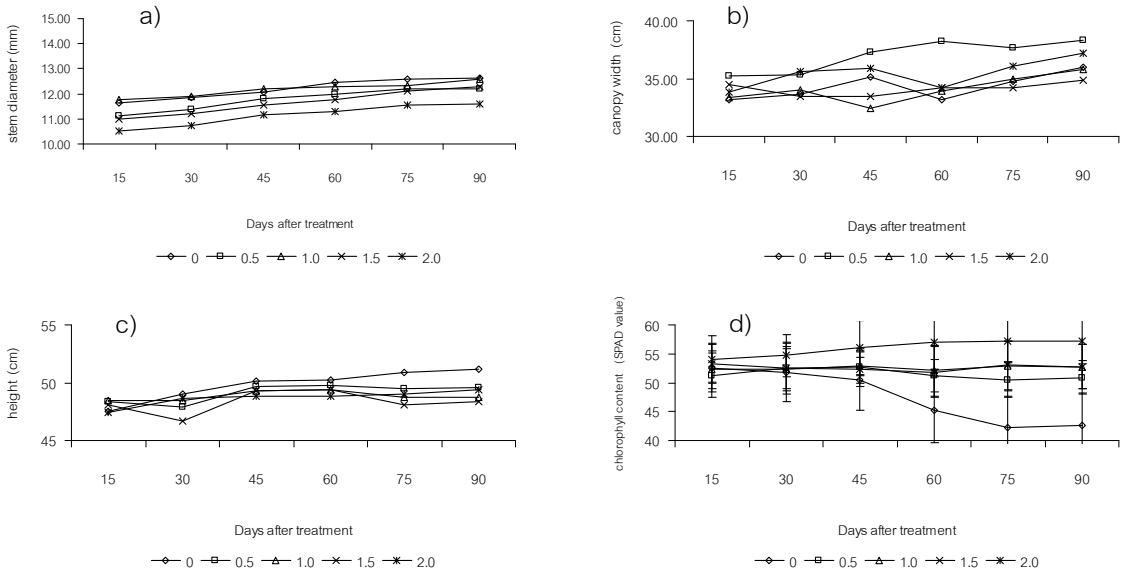
3. ข้อมูลผลผลิตยอดสดในส่วนที่บริโภคได้ ทำการเก็บผลผลิตจากปลายยอดลงมาจำนวน 3 คู่ใบ สัปดาห์ละสองครั้ง ข้อมูลที่บันทึก ได้แก่ ให้น้ำหนักยอดรวมต่อต้นต่อเดือน จำนวนยอดรวมต่อต้นต่อเดือน น้ำหนักต่อยอด ความยาวยอด พื้นที่ใบคู่ที่ 3 ใช้เครื่องวัด Laser Leaf Area Meters รุ่น CI – 202 และความเขียวของยอด ใช้เครื่องวัด chlorophyll meter รุ่น SPAD – 502

4. จากนั้นนำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ ทำการวัดการส่องผ่านของแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ช่วงความยาวคลื่น 664.20 นาโนเมตร ตามวิธีการของ Lichtenthaler and Buschmann (2001) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในรูปกรดแกลลิกในตัวอย่างพืชสกัดได้โดยวิธี Folin-Ciocalteu (ดัดแปลงจาก Sellappan et al., 2002) ทำการวัดการส่องผ่านของแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ช่วงความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร และทดสอบกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (Manthey, 2004.) ทำการวัดการส่องผ่านของแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ช่วงความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

การเจริญเติบโตทางลำต้น

จากการทดลองใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 0 – 2 กรัมต่อต้น พบว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นและความสูงของต้นผักเชียงดา ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ (ภาพที่ 1) ด้านความกว้างทรงพุ่มพบว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 0.5 กรัมต่อต้น มีความกว้างทรงพุ่มสูงที่สุด และการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตรา 1.0 และ 0 กรัมต่อต้น มีความกว้างทรงพุ่มต่ำที่สุด (ภาพที่ 1) ในด้านความเขียวของใบพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตรา 2.0 กรัมต่อต้น ส่งผลให้ผักเชียงดามีความเขียวของใบสูงที่สุดตั้งแต่หลังใส่ปุ๋ย 30 45 60 75 และ 90 วัน มีค่าเฉลี่ย 52.90 51.48 51.19 และ 51.26 Spad value ตามลำดับ ส่วนอัตรา 0 กรัมต่อต้น มีความเขียวของใบต่ำที่สุดเฉลี่ย 50.39 45.30 42.22 และ 42.66 Spad value ตามลำดับ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 Effects of different rate phosphorus on stem diameter (a), canopy width (b), plant height (c) and chlorophyll content (d) of **Gymnema inodorum** (Lour.) Decne..

ผลผลิตส่วนยอดสดที่บริโภคได้

ในด้านผลผลิตส่วนยอดสดที่บริโภคได้พบว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 0.5 กรัมต่อต้น ให้น้ำหนักยอดรวมต่อต้นต่อเดือน และจำนวนยอดรวมต่อต้นต่อเดือนสูงที่สุด คือ 46.16 กรัม และ 19 ยอด ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักต่อยอด และพื้นที่ใบคู่ที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ย 2.32 - 2.68 กรัม และ 19.88 - 24.14 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส 0.5 – 2.0 กรัมต่อต้น มีความเขียวใบสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย มีค่าเฉลี่ย 42.10 – 44.69 SPAD value (ตารางที่ 1) จากการวิเคราะห์ข้อมูลจะเห็นได้ว่าองค์ประกอบผลผลิตที่ส่งผลให้ผักเชียงดาที่ใส่ปุ๋ยในอัตรา 0.5 กรัมต่อต้นมีน้ำหนักยอด

รวมต่อต้นต่อเดือนสูงกว่าการใส่ปุ๋ยในอัตราอื่น ๆ นั้นน่าจะเนื่องมาจากจำนวนยอดรวมต่อต้นต่อเดือนสูงและมีความแตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยในอัตราอื่น

ตารางที่ 1 shoot weight per plant per month, shoot number per plant per month, shoot weight, shoot length, leaf area of the 3rd pair leaves and chlorophyll content of shoot (fresh weight)

P_2O_5 (g/plant)	shoot weight per plant per month (g)	shoot number per plant per month (shoot)	weight per shoot (g)	Leaf area of the 3rd pair leaves (cm^2)	chlorophyll content of shoot (SPAD unit)
0	25.00 c ± 3.81	11 b ± 2.82	2.32 ± 0.44	19.88 ± 4.20	38.67 c ± 2.07
0.5	46.16 a ± 5.56	19 a ± 3.02	2.48 ± 0.25	22.75 ± 2.56	42.10 b ± 1.35
1.0	36.15 b ± 10.38	14 b ±4.23	2.68 ± 0.43	24.14 ± 4.98	43.17 ab ± 2.25
1.5	35.08 b ± 12.51	14 b ± 4.90	2.52 ± 0.26	21.52 ± 4.72	43.32 ab ± 1.61
2.0	35.93 b ± 9.14	14 b ± 4.26	2.53 ± 0.19	21.99 ± 5.42	44.69 a ± 2.24
F - test	**	**	ns	ns	**

ns, * and ** indicate non – significant and significant at $p<0.05$, $p<0.01$, respectively. Means in the same column with the different letters are significantly different at $P<0.01$ and 0.05

การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตราปุ๋ย 0.5 กรัมต่อต้นส่งผลให้ผักเชียงดามีการเจริญเติบโตด้านความกว้างทรงพุ่ม (Figure 1) การให้ผลผลิตในด้านน้ำหนักยอดรวมต่อต้นต่อเดือน จำนวนยอดรวมต่อต้นต่อเดือน (ตารางที่ 1) สูงที่สุด อาจเกิดจากการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 0.5 กรัมต่อต้น เป็นอัตราที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผักเชียงดา การเพิ่มอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสกลับมีแนวโน้มให้ผลผลิตผักเชียงดาลดลง การที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นและความสูงของต้นผักเชียงดาไม่มีความแตกต่างกันนั้น (ภาพที่1) ในส่วนของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น อาจเกิดจากต้นผักเชียงดาที่ใช้ในการทดลองเป็นพันธุ์เดียวกันมีอายุเท่ากัน อีกทั้งระยะเวลาที่ทำการทดลองเป็นเวลา 3 เดือน จึงอาจยังไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงและไม่มีผลจากการใส่ปุ๋ย ส่วนความสูงของต้นเพราะมีการตัดแต่งให้มีความสูงใกล้เคียงกัน อีกทั้งยังมีการตัดผลผลิตสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ความสูงของต้นจึงคงที่ (ภาพที่ 1) ส่วนน้ำหนักต่อยอด ความยาวยอด พื้นที่ใบ ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 2) เพราะยอดที่ตัดเพื่อเก็บผลผลิต ทำการตัดยอดส่วนที่บริโภคได้ คือ มีจำนวน 3 คู่ใบ อีกทั้งเป็นพันธ์เดียวกัน

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก สารต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบผักเชียงดา

การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส อัตรา 0 0.5 1.0 และ 1.5 กรัมต่อต้น มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุดมีค่าเฉลี่ย 5.16 5.19 4.99 และ 4.45 มิลลิกรัมแกลลิค/กรัม ตามลำดับ และต่ำที่สุดคือใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 2.0 กรัมต่อต้น มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีค่าเฉลี่ย 4.15 มิลลิกรัมแกลลิค/กรัม (ตารางที่ 2) ในด้านฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบผักเชียงดาพบว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 0 – 2.0 กรัมต่อต้น ไม่มีผลต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบผักชียงดา (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 Total phenolic, antioxidant content and total chlorophyll

P_2O_5 (g/plant)	Chlorophyll A (ug/g)	Chlorophyll B (ug/g)	Total Chlorophyll (ug/g)	Phenolic compound (mgGAE/g)	Antioxidant Activity (mg/ml)
0	47.66 ± 3.09	35.62 ± 9.93	83.28 ± 13.01	5.16 a ± 0.37	3.57 ± 2.02
0.5	47.15 ± 4.06	30.54 ± 3.06	77.69 ± 7.10	5.19 a ± 0.41	3.70 ± 4.03
1.0	50.03 ± 0.62	43.07 ± 8.54	93.10 ± 8.66	4.99 a ± 0.64	3.78 ± 4.55
1.5	49.35 ± 0.84	36.79 ± 4.98	86.13 ± 5.82	4.45 ab ± 0.21	3.43 ± 6.35
2.0	50.18 ± 1.37	45.77 ± 11.08	95.95 ± 12.31	4.15 b ± 0.05	3.06 ± 4.05
F - test	ns	ns	ns	*	ns

ns and * indicate non – significant and significant at $p<0.05$, respectively. Means in the same column with the different letters are significantly different at $P<0.05$

ในด้านฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและปริมาณคลอโรฟิลล์ในผลผลิตส่วนยอดไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 2) แสดงว่าการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราที่ทำการทดลองไม่ส่งผลต่อการออกฤทธิ์ของสารดังกล่าว ส่วนสารประกอบฟีนอลิกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 0 – 1.0 กรัมต่อต้น มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุดมีค่าเฉลี่ย 4.99 – 5.16 มิลลิกรัม/กรัม (ตารางที่ 2) จากข้อมูลผลการทดลองจะเห็นว่า การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราที่เพิ่มขึ้นในผักเชียงดา ทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลงอย่างต่อเนื่อง เช่นเดียงกับการทดลองของ Du Jing (2011) พบว่าโสมอเมริกันมีความเข้มข้นของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อโสมอเมริกันขาดขาดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

สรุปผลการวิจัย

การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 0.5 กรัมต่อต้น ทำให้ผักเชียงดามีความกว้างทรงพุ่ม น้ำหนักยอดรวมต่อต้นต่อเดือน จำนวนยอดรวมต่อต้นต่อเดือน และสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุด ส่วนการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสอัตรา 2.0 กรัมต่อต้น ส่งผลให้ผักเชียงดามีความเขียวของใบสูงที่สุด

เอกสารอ้างอิง

โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว.2537.ดินและปุ๋ย. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. เล่มที่ 18. Available Source: http://www.school.net.th/library/snet6/envi2/subsoil/phos.htm. 26 ธันวาคม 2555.

เต็ม สมิตินันทน์. 2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย. ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 810 น.

ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน และปัทมา ไทยอู่. 2552. ผลของชนิดผักเชียงดา (**Gymnema inodorum** Decne.) และอุณหภูมิการอบแห้งต่อคุณภาพและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ. การประชุมวิชาการประจำปี อุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือครั้งที่ 1. 138 น.

นันทรัตน์ ศุภกำเนิด. 2542. การวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจนโดยการทำให้เกิดสี. เอกสารเผยแพร่ของศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย. เชียงราย. 2 น.

พิทยา สรวมศิริ. 2554. ธาตุอาหารในการผลิตพืชสวน. ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. จังหวัดเชียงใหม่. 314 น.

Daisy, P., J. Eliza and K.A. Mohamed Farook. 2009. A novel dihydroxy gymnemic triacetate isolated from **Gymnema sylvestre** possessing normoglycemic and hypolipidemic activity on STZ-induced diabetic rats. Journal of Ethnopharmacology. 126: 339 - 344.

Jing, D. 2011. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium deficiency on content of phenolic compounds in exudation of American ginseng. Available Source: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21585036Hong, J.H., B. Manochai, G. Trakoontivakorn and V. Na Thalang. 2004. Fibrinolytic activity of Thai indigenous vegetables. Kasetsart Journal. 38: 241 - 246.

Kang, M.H., M.S. Lee, M.K. Choi, K.S. Min and T. Shibamoto. 2012. Hypoglycemic activity of **Gymnema sylvestre** extracts on oxidative stress and antioxidant status in diabetic rats. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 60(10): 2517 - 2524.

Klungsupya, P., T. Muangman, N. Theangtrong, A. Khayungarnnawee, W. Phatvej, K. Thisayakorn, U. Rerk-Am, T. Sematong, S. Trangvacharakul and V. Arunpairojana. 2008. Antioxidant and antihyperglycemic activities of **Gymnema inodorum** Dence. Proceeding of "The 8th NRCT-JSPS Joint Seminar Innovation Research in Natural Products for Sustainable Development", Chulalongkorn University, 3 - 4 December 2008, pp. 207 - 209.

Lichtenthaler, H.K. and C. Buschman. 2001. Chlorophyll and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. Current Protocols in Food analytical Chemistry F4.3.1 – F4.3.8.

Ma, D., Z. Jian, H. Junfeng, L. Yaoguang, H. Xin, W. Chenyang, L. Hongfang, Z. Yunji and G. Tiancai. 2018. Evaluation of yield, processing quality, and nutritional quality in different-colored wheat grains under nitrogen and phosphorus fertilizer application. Crop Science. 50(1): 402 – 415.

Manthey, J.A. 2004. Fractionation of orange peel phenols in ultra filtered molasses and mass balance studies of their antioxidant levels. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 52(25): 7586 – 7592.

Sellappan, S., C.C. Akoh and G. Krewer. 2002. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Goorgia – grow blueberries and blackberries. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 50: 2432 – 2438.

Shimizu, K., M. Ozeki, A. Iino, S. Nakajyo, N. Urakawa and M. Atsuchi. 2001. Structure-activity relationships of triterpenoid derivatives extracted from **Gymnema indorum** leaves on glucose absorption. The Japan Journal of Pharmacol. 86: 223 - 229.

Shimizu, K., M. Ozeki, K. Tanaka, K. Iton, S. Nakajyo, N. Urakawa, and M. Atsuchi. 1997. Suppression of glucose absorption by extracts from the leaves of **Gymnema inodorum**. Journal of Veterinary Medical Science 59(9): 753 - 757.

ความสัมพันธ์ของความหนาแน่นปากใบกับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและกรดจิมเนมิคของผักเชียงดา (**Gymnema inodorum**)

Relationship of Stomatal Density to the Antioxidant Activity and Gymnemic acid of **Gymnema inodorum**

ปริญญาวดี ศรีตนทิพย์[1*] ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน[1] ชิติ ศรีตนทิพย์[1] นภา ขันสุภา[1] เสกสรร วงศ์ศิริ[1]และพิทักษ์ พุทธวรชัย[1]

Parinyawadee Sritontip[1*], Thirawan Chanrittisen[1], Chiti Sritontip[1], Napa Khansupa[1], Seksan Wongsiri[1] and Pitak Puttawarachai[1]

บทคัดย่อ

ผักเชียงดา (**Gymnema inodorum**) เป็นพืชพื้นบ้านที่ขึ้นในแถบภาคเหนือมีประโยชน์ต่อร่างกายในหลาย ๆ ด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการลดน้ำตาลในเลือด การศึกษานี้ทำการคัดเลือกผักเชียงดาในจังหวัดภาคเหนือตอนบนใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 10 ซ้ำ มี 34 สายต้น ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ (7) ลำปาง (5) พะเยา (4) เชียงราย (6) แพร่ (6) น่าน (4) และแม่ฮ่องสอน (2) ปลูกและรวบรวมไว้ ณ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง ทำการจำแนกความหนาแน่นของปากใบทุกสายต้นได้จำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 มีค่าความหนาแน่น 19 - 33 ต่อตารางมิลลิเมตร กลุ่มที่ 2 มีค่าความหนาแน่น 35 - 72 ต่อตารางมิลลิเมตร และกลุ่มที่ 3 มีค่าความหนาแน่น 73 - 99 ต่อตารางมิลลิเมตร นำมาศึกษาความสัมพันธ์ด้านความหนาแน่นของปากใบที่มีต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด คลอโรฟิลล์เอและบี สารประกอบฟีนอลิค แคโรทีนอยด์ทั้งหมด ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และกรดจิมเนมิค พบว่าสายต้นที่มีปริมาณกรดจิมเนมิคสูงสุด คือ CM025 CM014 และ CM016 มีค่าเฉลี่ย ร้อยละ 3.62 – 4.26 โดยน้ำหนักแห้ง มีความหนาแน่นของปากใบระหว่าง 35 - 72 ต่อตารางมิลลิเมตร ส่วนฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารที่ใช้ในการทำลายอนุมูลอิสระลงร้อยละ 50 (IC_{50}) สายต้นที่มีปฏิกิริยาการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด คือ PR041 PR051 LP004 (No.4) CM064 และ PR038 มีปฏิกิริยาการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดระหว่าง 8.11 – 9.82 มิลลิกรัมต่อกรัม เทียบกับวิตามินอี โดยน้ำหนักแห้ง จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความหนาแน่นของปากใบระหว่าง 35 - 72 ต่อตารางมิลลิเมตร

คำสำคัญ: ผักเชียงดา; ความหนาแน่นปากใบ; ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ; กรดจิมเนมิค

---

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา 52000

Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Thailand 52000

[*]ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : parinyawadee@rmutl.ac.th

ABSTRACT

A northern Thailand local vegetable, Pak chiang da (**Gymnema inodorum**), possesses various health benefits, particularly in reducing blood sugar level. A survey and collection of GI plants in the northern region Thailand provinces i.e., Chiang Mai (7) Lampang (5) Phayao (4) Chiang Rai (6) Phrae (6) Nan (4) and Mae Hong Son (2). The experimental design used was a CRD consisted of 34 treatments and each with 10 replications. The all GI accessions were planted and studied for genetic variation at Agricultural Technology Research Institute, RMUTL, Lampang province. The study showed that the GI could be classified into 3 groups according to the stomatal density of leaf, i.e., 19 – 33, 35 – 72 and 73 - 99 per mm^2. Study on relationship between stomatal density and total chlorophyll, chlorophyll a and b content, total phenolic content, betacarotene, antioxidant activities and gymnemic acid of **Gymnema inodorum.** The result show that accession from Chiang Mai; CM025 CM014 และ CM016 contained the highest gymnemic acid content, average 3.62 – 4.26% by dry weight their had the stomatal density of leaf 35 – 72 per mm^2. Furthermore, antioxidant activities or IC_{50} for DDPH of **G. inodorum** were PR041 PR051 No.4 CM064 and PR038 the average of 8.11 – 9.82 (mg/g) their had the stomatal density of leaf 35 – 72 per mm^2.

Keywords : **Gymnema inodorum**; stomatal density; antioxidant activity; gymnemic acidd

บทนำ

ผักเชียงดา (**Gymnema inodorum**) เป็นผักพื้นบ้านทางภาคเหนือที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ชาวบ้านนิยมนำยอดอ่อนและใบอ่อนของผักเชียงดามารับประทานในรูปผักสด มีรสขมเล็กน้อย ลวกกินกับน้ำพริก แกงใส่ปลาแห้ง มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง มีคุณค่าทางโภชนาการ มีวิตามินซี เบต้าแคโรทีน และวิตามินเอ นอกจากนี้ ยังมีแร่ธาตุและสารโภชนาการอื่นๆ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เส้นใยอาหาร โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต มีสรรพคุณทางยา คือ ใช้ใบรักษาไข้และหวัด นอกจากนี้มีรายงานการวิจัยพบกรดจิมเนมิค (gymnemic acid) ในส่วนของใบ ทำให้มีฤทธิ์ยับยั้งการดูดซึมและลดระดับน้ำตาลในเลือด จึงนำมาใช้เป็นยาในผู้ป่วยโรคเบาหวาน (Murakami **et al**., 1996) Nair and Keshavachandran (2006) ได้ศึกษาความหลากหลายของ **Gymnema sylvestre** R. Br. ซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในสกุลเดียวกันกับผักเชียงดา โดยใช้ลักษณะทางด้านสัณฐานวิทยาและองค์ประกอบทางด้านเคมี จำนวน 93 สายต้น พบว่าปริมาณกรดจิมเนมิคในสายต้นที่แตกต่างกันมีปริมาณร้อยละ 0.96 - 1.58 (Pandey and Yadav, 2010) การศึกษาของประทุมพร และคณะ (2554) พบว่าต้นพันธุ์ผักเชียงดาส่วนใหญ่มีลักษณะภายนอกที่คล้ายคลึงกัน โดยมีความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับปานกลาง มีลักษณะต้นและดอกไม่แตกต่างกัน ยกเว้นรูปทรงของใบที่มีทั้งใบใหญ่กว้างและใบรียาว Thangavelu **et al**., (2012) พบว่า ความถี่ของปากใบ (stomatal) ของ **G. sylvestry** สายพันธุ์ทั่วไป มีปริมาณ 66.5 ต่อตารางมิลลิเมตร ส่วนบนใบพบ 75.0 ต่อตารางมิลลิเมตร ส่วนล่างใบพบ 80.0 ต่อตารางมิลลิเมตร ขณะที่สายพันธุ์ที่มีขนบนใบพบมีปริมาณ 151 ต่อตารางมิลลิเมตร ส่วนบนใบพบ 162 ต่อตารางมิลลิเมตร ส่วนล่างใบพบ 170 ต่อตารางมิลลิเมตร ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้เพื่อศึกษาจำนวนความหนาแน่นของปากใบในสายต้นที่แตกต่างกันของผักเชียงดาต่อความสัมพันธ์ของปริมาณสารสำคัญ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและปริมาณกรดจิมเนมิคในผักเชียงดาเพื่อหาสายต้นที่ดีที่สุดสำหรับการผลิตผักเชียงดาให้มีคุณภาพโดยเฉพาะปริมาณสารสำคัญเพิ่มมากขึ้นสำหรับใช้ประโยชน์ในอุสาหกรรมต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างผักเชียงดาและการปลูกรวบรวมพันธุ์ผักเชียงดา

สำรวจและเก็บตัวอย่างผักเชียงดาในพื้นที่ 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน โดยการสุ่มอำเภอในแต่ละจังหวัด จำนวน 5 อำเภอ ในแต่ละอำเภอ สุ่มตำบล จำนวนอำเภอละ 2 ตำบล และในแต่ละตำบล สุ่มหมู่บ้าน จำนวนตำบลละ 5 หมู่บ้าน แต่ละหมู่บ้านสำรวจและเก็บตัวอย่างผักเชียงดาจำนวน 1 - 3 สายต้น บันทึกพิกัดทางด้านภูมิศาสตร์ พร้อมตัดกิ่งพันธุ์เพื่อขยายพันธุ์และปลูกรวบรวมในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ณ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง จากการลงพื้นที่เก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 สามารถเก็บตัวอย่างต้นผักเชียงดาทั้งหมด จำนวน 443 ตัวอย่าง เตรียมต้นพันธุ์ผักเชียงดาจากกิ่งที่เก็บรวบรวมได้จากการสำรวจ โดยการปักชำจำนวนสายต้นละ 10 กิ่ง ปลูกต้นพันธุ์ที่แข็งแรงลงในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว จนกระทั่งมีใบจำนวน 5 คู่ขึ้นไป จัดกลุ่มสายต้นผักเชียงดาเพื่อแยกความแตกต่างของลักษณะทางด้านสัณฐานของสายต้นในด้านปริมาณปากใบต่อตารางมิลลิเมตร จากการวัดความหนาแน่นของปากใบในส่วนของท้องใบผักเชียงดา ทำการสุ่มเก็บใบผักเชียงดาในแต่ละสายต้น โดยการใช้ใบคู่ที่ 5 นับจากยอดลงมา ใช้น้ำยาทาเล็บทาส่วนท้องใบ ทิ้งไว้ 5 นาที ใช้ปากคีบปลายแหลมลอกเอาส่วนท้องใบส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเพื่อวัดจำนวนปากใบต่อพื้นที่

2. ศึกษาความหลากหลายขององค์ประกอบทางเคมี

เลือกตัวอย่างผักเชียงดาในแต่ละกลุ่มที่แยกได้ตามปริมาณปากใบจำนวนร้อยละ 10 โดยใช้สายต้นที่มีค่าความเข้มของสีใบมากที่สุด ที่วัดโดย Chlorophyll meter : SPAD-502 และรองลงมาตามลำดับจนครบจำนวนที่ต้องการ วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคโดยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric assays (ดัดแปลงจาก Sellappan **et**

al., 2002) คลอโรฟิลล์ และแคโรทีน (ดัดแปลงจาก Aminot and Rey, 2000) ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity) โดยวิธี DPPH assay หรือ 2, 2-diphenyl-1-picrylhaydrazyl assay (ดัดแปลงจาก Manthey, 2004) และกรดจิมเนมิค โดย gravimetric method ดัดแปลงจาก Balamurali Krishna **et al**. (2012) และ Ganpati **et al.** (2012)

3. ความสัมพันธ์ของข้อมูลด้านสัณฐานที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมี

ศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลด้านความหนาแน่นของปากใบที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด แคโรทีนอยด์ทั้งหมด สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด กรดจิมเนมิค ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระเทียบกับวิตามินอี ร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ และ ปริมาณสารที่ใช้ในการทำลายอนุมูลอิสระลงร้อยละ 50 โดยวิธีทางสถิติสหสัมพันธ์ (multiple regression) แบบ stepwise

ผลและวิจารณ์ผล

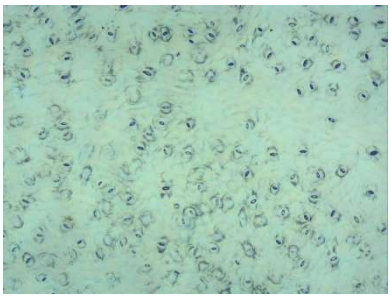
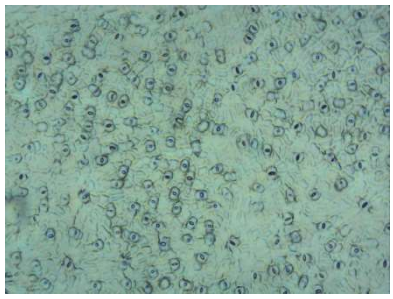
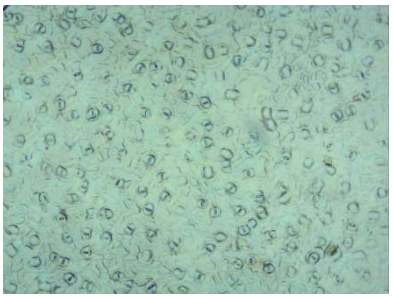
1. การจัดกลุ่มผักเชียงดาจำแนกตามความหนาแน่นของปากใบ

จากการวัดความหนาแน่นของปากใบผักเชียงดาจำนวน 34 สายต้น สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ลักษณะปากใบดังแสดงในภาพที่ 1 ได้แก่ กลุ่มที่ 1 มีความหนาแน่น 19 - 33 ต่อตารางมิลลิเมตร มีจำนวนทั้งหมด 3 สายต้น ประกอบด้วย สายต้นจากจังหวัดเชียงใหม่ 1 สายต้น เชียงราย 1 สายต้น และแพร่ 1 สายต้น กลุ่มที่ 2 มีความหนาแน่น 35 - 72 ต่อตารางมิลลิเมตร มีจำนวนทั้งหมด 29 สายต้น ประกอบด้วย สายต้นจากจังหวัดเชียงใหม่ 5 สายต้น ลำปาง 5 สายต้น พะเยา 4 สายต้น เชียงราย 4 สายต้น แพร่ 5 สายต้น น่าน 4 สายต้น และแม่ฮ่องสอน 2 สายต้น และกลุ่มที่ 3 มีความหนาแน่น 73 - 99 ต่อตารางมิลลิเมตร มีจำนวนทั้งหมด 2 สายต้น ประกอบด้วย สายต้นจากจังหวัดเชียงใหม่ 1 สายต้น และเชียงราย 1 สายต้น (ตารางที่ 1) จากการจำแนกกลุ่มความหนาแน่นปากใบของผักเชียงดาสายต้นส่วนใหญ่ที่เก็บตัวอย่างอยู่ในกลุ่มที่มีความหนาแน่นของปากใบ 35 - 72 รูต่อตารางมิลลิเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานการศึกษาของ Thangavelu **et al.,** (2012) ที่พบว่าความถี่ของปากใบของ **G. sylvestry** สายพันธุ์ทั่วไปมีปริมาณ 66.5 ต่อตารางมิลลิเมตร โดยบนใบมีปริมาณ 75.0 ต่อตารางมิลลิเมตร ล่างใบมีปริมาณ 80.0 ต่อตารางมิลลิเมตร

ตารางที่ 1 การจัดกลุ่มผักเชียงดาจำแนกตามความหนาแน่นของปากใบต่อพื้นที่ 1 ตารางมิลลิเมตร

จำนวนปากใบ (ต่อตารางมิลลิเมตร)	รหัส
19 - 33	CM058, CR028, PR042
35 - 72	CM014, CM016, CM019, CM022, CM025, LP004 (NO.4), LP006 (NO.6), LP007, LP012, LP019, PY003, PY005, PY013, PY024, CR027, CR043, CR044, CR045, PR028, PR038, PR041, PR051, PR052, MH006, MH010, NN004 NN016, NN018, NN041
73 - 99	CM064, CR002

หมายเหตุ: CM=เชียงใหม่ LP= ลำปาง PY=พะเยา CR=เชียงราย PR= แพร่ NN=น่าน MH=แม่ฮ่องสอน

19 – 33 ตารางมิลลิเมตร 35 - 72 ตารางมิลลิเมตร 73 – 99 ตารางมิลลิเมตร

ภาพที่ 1 ลักษณะปากใบผักเชียงดาที่มีความหนาแน่นต่างกัน 3 กลุ่ม

2. องค์ประกอบทางเคมีบางประการของผักเชียงดาในแต่ละกลุ่มของความหนาแน่นของปากใบ

ปริมาณคลอโรฟิลล์เอในตัวอย่างผักเชียงดามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยพบว่า มีปริมาณสูงสุดระหว่าง 0.56 – 0.63 มิลลิกรัมต่อกรัม ต่ำสุดระหว่าง 0.21 – 0.27 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยสายต้นที่มีปริมาณสูงสุด คือ NN018 และ LP006 (No.6) สายต้นที่มีปริมาณต่ำสุด คือ PR051 CM064 PR041 PR052 PR038 และ CM064 (ตารางที่ 2) ปริมาณคลอโรฟิลล์บีในตัวอย่างผักเชียงดามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยพบว่ามีปริมาณสูงสุดระหว่าง 1.83 – 2.00 มิลลิกรัมต่อกรัม ต่ำสุดระหว่าง 0.23 – 0.45 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยสายต้นที่มีปริมาณสูงสุด คือ PR051 CM064 PR041 PR052 และ CM064 สายต้นที่มีปริมาณต่ำสุด คือ LP006 (No.6) NN018 CR028 CM025 CM019 LP004 (No.4) และ CR028 (ตารางที่ 2) ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในตัวอย่างผักเชียงดามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยพบว่ามีปริมาณสูงสุด ระหว่าง 2.07 – 2.21 มิลลิกรัมต่อกรัม ต่ำสุดระหว่าง 0.85 – 1.02 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยสายต้นที่มีปริมาณสูงสุด คือ PR051 CM064 PR041 PR052 และ CM064 สายต้นที่มีปริมาณต่ำสุด คือ LP006 (No.6) NN018 CR028 CM019 CM025 และ CR028 (ตารางที่ 2) ปริมาณคลอโรฟิลล์เอในตัวอย่างผักเชียงดา สายต้นที่เก็บมาจากจังหวัดน่าน (NN018) มีปริมาณสูงสุด (0.63 มิลลิกรัมต่อกรัม) ใกล้เคียงกับสายต้น LP006 (No.6) ซึ่งเป็นสายต้นที่ได้คัดเลือกมาก่อนหน้าการศึกษาครั้งนี้ (ธีรวัลย์ และคณะ, 2557) สายต้นที่มีปริมาณต่ำสุด คือ PR051 CM064 PR041 PR052 และ PR038 แต่สายต้นเหล่านี้มีปริมาณคลอโรฟิลล์บีสูงสุด คือ 1.83 – 2.00 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดแล้วสายต้นเหล่านี้มีปริมาณสูงสุดระหว่าง 2.06 – 2.20 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสายต้นที่เก็บมาจากจังหวัดแพร่ ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืชมีผลต่อร่างกายของผู้ที่ได้รับประทานผักเชียงดาในด้านการเป็นสารช่วยป้องกันมะเร็ง (Ferruzzia and Blakesleeb, 2007) และช่วยในการยับยั้งการย่อยสารพิษ aflatoxin ซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งที่เกิดจากเชื้อรา 2 ชนิด คือ **Aspergillus flavus** และ **A. paraciticus** ที่มักเจริญในผลผลิตทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์ประเภท ข้าวโพด ถั่วลิสง เมล็ดฝ้าย และนมเป็นต้น (Jubert **et al**., 2009)

ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดในตัวอย่างผักเชียงดามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยพบว่ามีปริมาณสูงสุดระหว่าง 71.76 – 81.09 มิลลิกรัมต่อกรัม ต่ำสุดระหว่าง 50.13 – 55.49 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยสายต้นที่มีปริมาณสูงสุด คือ PR042 LP007 CM058 NN041 CR043 CM022 CM025 CM058 และ PR042 สายต้นที่มีปริมาณต่ำสุด คือ CM019 LP006 (No.6) PY003 NN016 CM016 PY005 PY013 PY024 และ NN018 (ตารางที่ 2) สายต้นที่มีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดสูงสุด คือ PR042 LP007 CM058 NN041 CR043 CM022 และ CM025 (71.758 – 81.089 มิลลิกรัมต่อกรัม) ซึ่งเป็นสายต้นที่เก็บได้ค่อนข้างกระจายในหลายจังหวัด คือ แพร่ เชียงใหม่ น่าน และเชียงราย ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอีกหลายจังหวัด ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมทั้งเบต้าแคโรทีนเป็นสารเมตาโบไลต์ ทุติยภูมิมีปริมาณลดลงในพืชที่ได้รับความร้อนสูงขึ้น (Morison and Lawlor, 1999) แคโรทีนอยด์เป็นพฤกษเคมีชนิดหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการช่วยป้องกันโรคและรักษาสุขภาพของมนุษย์ได้ โดยเฉพาะการออกฤทธิ์ในด้านสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยลดความเสี่ยงของการเป็นโรคหัวใจ และมะเร็ง เป็นต้น (Raoa and Raob, 2007)

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดในรูปกรดแกลลิกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยพบว่ามีปริมาณสูงสุด ระหว่าง 7.24 – 8.62 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยน้ำหนักแห้ง และ ระหว่าง 1.71 – 2.03 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยน้ำหนักสด ต่ำสุดระหว่าง 3.83 – 5.38 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยน้ำหนักแห้ง และระหว่าง 0.91 – 1.27 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยน้ำหนักสด สายต้นที่มีปริมาณสูงสุด คือ LP004 (No.4) สายต้นที่มีปริมาณต่ำสุด คือ CR002 CM019 CR045 PY013 PR052 PY024 NN041 PY003 CM014 LP012 และ CR002 (ตารางที่ 2) สายต้นที่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดในรูปกรดแกลลิกสูงสุด คือ LP004 (No.4) PR051 และ PR028 (7.24 – 8.62 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยน้ำหนักแห้ง และ 1.71 – 2.03 มิลลิกรัมต่อกรัม โดยน้ำหนักสด) ซึ่งเมื่อเทียบกับการศึกษาของ Kaewnarin **et al**. (2014) รายงานว่า ผักเชียงดาที่สกัดด้วยเอทานอล มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด ในรูปกรดแกลลิก 0.38 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง พืชที่ใช้เป็นยาของไทยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิค และฟลาโวนอยด์สูง และมีแนวโน้มในการใช้ป้องกันการเกิดปฏิกิริยาไกลเซชัน (glycation) หรือปฏิกิริยาการเกาะติดของโมเลกุลน้ำตาลกับโปรตีน ซึ่งเกี่ยวข้องกับโรคเบาหวานที่เป็นโรคแห่งความซับซ้อน หรือโรคที่เต็มไปด้วยความแทรกซ้อน (diabetic complications) นอกจากนี้ยังได้รายงานถึงปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในรูปเคอเซทิน (quercetin) ในผักเชียงดาที่สกัดด้วยเอทานอล มีปริมาณ 159 ไมโครกรัมต่อกรัม ฤทธิ์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH (%inhibition) ร้อยละ 53.3 และฤทธิ์การต้านปฏิกิริยาไกลเซชันร้อยละ 99.5 ในขณะที่ Tangkanakul **et al.** (2005) รายงานว่าใบผักเชียงดาที่เก็บตัวอย่างจากจังหวัดลำปางในเดือนเมษายน สกัดด้วยแอลกอฮอล์มีปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด 3.61 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักสด Phonsatta **et al**. (2014) ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชในประเทศไทยจำนวน 20 ชนิด โดยใช้วิธี conjugated autoxidatizable triene (CAT) และ วิธีที่ใช้ทั่วไป พบว่า ผักเชียงดามีปริมาณฟีนอลิคทั้งหมด ในรูปกรดแกลลิก 137.49 มิลลิกรัมต่อกรัม

ตารางที่ 2 คลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด แคโรทีนอยด์ทั้งหมด และฟีนอลิคของผักเชียงดาในแต่ละกลุ่ม

จำนวนปากใบ (มม^2)	รหัส	คลอโรฟิลล์เอ (มก/ก)	คลอโรฟิลล์บี (มก/ก)	คลอโรฟิลล์ทั้งหมด (มก/ก)	แคโรทีนอยด์ทั้งหมด (มก/ก)	ฟีนอลิค (น้ำหนักแห้ง) (มก/ก)	ฟีนอลิค (น้ำหนักสด) (มก/ก)
19 - 33	CM058	0.55^{b-e}	0.68^{d-g}	1.22^{de}	79.00^{a-c}	6.27^{b-k}	1.48^{b-l}
	CR028	0.60^{a-c}	0.38^{i-k}	0.98^{g-i}	69.25^{b-f}	5.44^{e-k}	1.28^{e-l}
	PR042	0.59^{a-d}	0.49^{e-j}	1.09^{e-h}	81.09^{a}	7.15^{b-d}	1.69^{b-d}
35 - 72	CM014	0.56^{a-e}	0.54^{d-j}	1.11^{d-h}	59.32^{f-i}	5.35^{f-l}	1.26^{f-m}
	CM016	0.53^{c-g}	0.65^{d-h}	1.17^{d-f}	54.01^{i}	6.29^{b-k}	1.49^{b-l}
	CM019	0.57^{a-e}	0.45^{g-k}	1.01^{f-i}	50.13^{i}	4.76^{kl}	1.24^{lm}
	CM022	0.56^{a-e}	0.65^{d-h}	1.20^{d-f}	72.11^{a-d}	6.93^{b-f}	1.64^{b-i}
	CM025	0.61^{ab}	0.41^{h-k}	1.02^{f-i}	71.76^{a-e}	6.72^{b-h}	1.59^{b-h}
	LP004 (NO.4)	0.61^{ab}	0.45^{f-k}	1.06^{e-h}	61.37^{e-i}	8.62^{a}	2.04^{a}
	LP006 (NO.6)	0.63^{a}	0.23^{k}	0.85^{i}	51.67^{i}	6.38^{b-j}	1.51^{b-k}
	LP007	0.49^{e-g}	0.70^{d-g}	1.19^{d-f}	79.69^{ab}	6.42^{b-j}	1.52^{b-j}
	LP012	0.45^{g}	1.05^{c}	1.50^{c}	56.46^{hi}	5.39^{f-l}	1.27^{f-m}

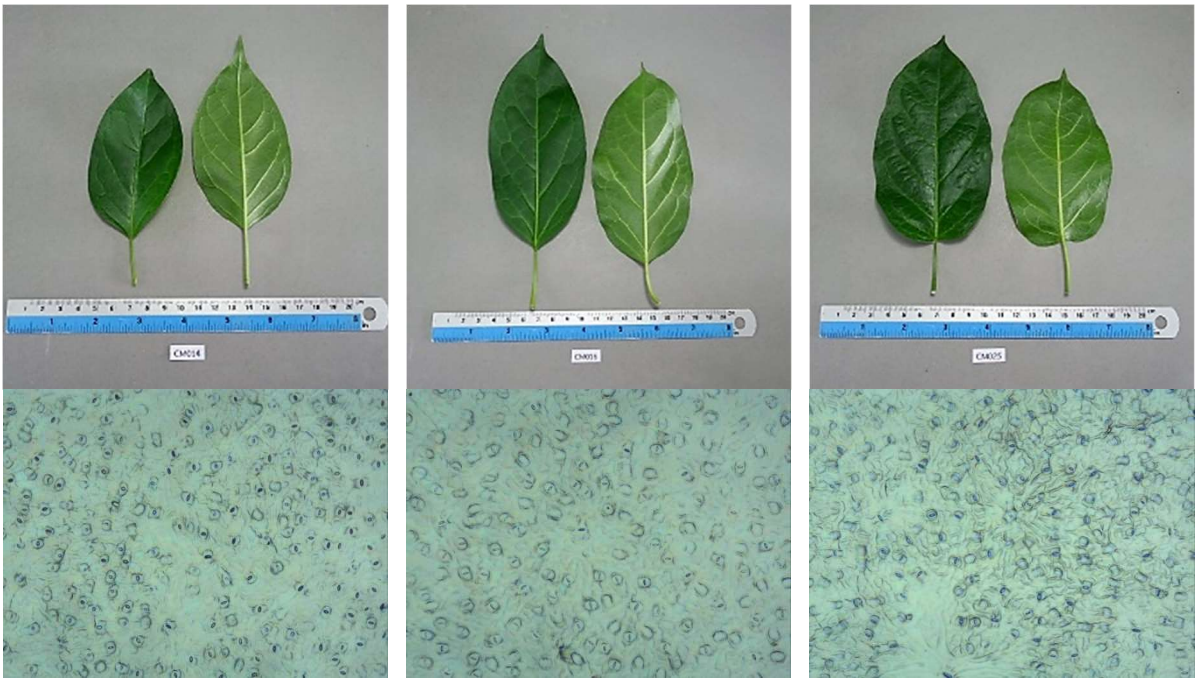
	LP019	0.45^{g}	1.05^{c}	1.51^{c}	57.03^{hi}	5.60^{d-k}	1.32^{d-l}
	PY003	0.54^{b-e}	0.60^{d-i}	1.14^{d-h}	52.42^{i}	5.31^{g-l}	1.25^{g-m}
	PY005	0.50^{e-g}	0.74^{d-e}	1.24^{de}	54.06^{i}	5.77^{c-k}	1.36^{c-l}
	PY013	0.53^{b-f}	0.71^{d-f}	1.24^{de}	54.45^{i}	4.81^{j-l}	1.14^{j-m}
	PY024	0.52^{d-g}	0.68^{d-g}	1.20^{d-f}	54.99^{i}	5.09^{i-l}	1.20^{i-m}
	CR027	0.58^{a-d}	0.54^{d-j}	1.12^{d-h}	67.13^{d-h}	6.54^{b-i}	1.55^{b-i}
	CR043	0.59^{a-d}	0.52^{d-j}	1.11^{d-h}	72.25^{a-d}	5.80^{c-k}	1.37^{c-l}
	CR044	0.59^{a-d}	0.50^{e-j}	1.09^{d-h}	68.86^{c-g}	5.64^{c-k}	1.33^{c-l}
	CR045	0.53^{c-g}	0.76^{d}	1.29^{d}	69.70^{b-f}	4.81^{j-l}	1.14^{k-m}
	PR028	0.46^{fg}	1.05^{c}	1.51^{c}	58.03^{g-i}	7.84^{a-b}	1.85^{ab}
	PR038	0.27^{h}	1.74^{b}	2.01^{b}	59.72^{f-i}	5.99^{c-k}	1.41^{c-l}
	PR041	0.25^{h}	1.83^{ab}	2.09^{ab}	60.72^{f-i}	5.87^{c-k}	1.39^{c-l}
	PR051	0.21^{h}	2.00^{a}	2.21^{a}	60.40^{f-i}	7.24^{a-c}	1.71^{a-c}
	PR052	0.26^{h}	1.81^{ab}	2.07^{ab}	59.47^{f-i}	5.01^{i-l}	1.18^{i-m}
	NN004	0.52^{d-g}	0.68^{d-g}	1.20^{d-f}	58.67^{f-i}	6.91^{b-g}	1.63^{b-g}
	NN016	0.55^{b-e}	0.61^{d-i}	1.16^{d-g}	53.34^{i}	6.14^{c-k}	1.45^{c-l}
	NN018	0.63^{a}	0.32^{jk}	0.95^{hi}	55.49^{i}	6.85^{b-g}	1.62^{b-g}
	NN041	0.54^{b-e}	0.71^{d-g}	1.25^{de}	77.17^{a-d}	5.16^{h-l}	1.22^{h-m}
	MH006	0.46^{fg}	1.06^{c}	1.52^{c}	58.12^{g-i}	7.02^{b-e}	1.66^{b-e}
	MH010	0.46^{fg}	1.05^{c}	1.52^{c}	57.92^{g-i}	7.01^{b-e}	1.66^{b-e}
73 – 99	CM064	0.23^{h}	1.91^{ab}	2.15^{ab}	60.121^{f-i}	7.09^{b-d}	1.68^{b-d}
	CR002	0.55^{b-e}	0.69^{d-g}	1.24^{de}	68.38^{c-g}	3.83^{l}	0.91^{m}
F - Test		*	*	*	*	*	*

หมายเหตุ : a, b,c ,… ในท้ายตัวเลขตามแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P< 0.05)

จากการวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH พบว่า ทั้ง ปฏิกิริยาการต้านอนุมูลอิสระ (antioxiant activity) ร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ (%inhibition) และปริมาณสารที่ใช้ในการทำลายอนุมูลอิสระลงร้อยละ 50 (IC50) ในตัวอย่างผักเชียงดามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยพบว่า ผักเชียงดามีปฏิกิริยาการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดระหว่าง 8.11 – 9.82 มิลลิกรัมต่อกรัม เทียบกับวิตามินอี โดยน้ำหนักแห้ง และต่ำสุดระหว่าง 1.44 – 3.38 มิลลิกรัมต่อกรัม เทียบกับวิตามินอี โดยน้ำหนักแห้ง สายต้นที่มีปฏิกิริยาการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด คือ PR041 PR051 LP004 (No.4) CM064 PR038 และ CM064 สายต้นที่มีปฏิกิริยาการต้านอนุมูลอิสระต่ำสุด คือ LP006 (No.6) PY013 CR045 PY024 PY003 CM019 CR044 CM014 LP012 CR002 LP019 และ CR002 ในส่วนของร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ พบว่า มีค่าสูงสุดระหว่างร้อยละ 42.45 – 50.99 และต่ำสุดระหว่าง 9.02 – 18.72 สายต้นที่มีร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงสุด คือ PR041 PR051 LP004 (No.4) CM064 PR038 และ CM064 สายต้นที่มีร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระต่ำสุด คือ PY013 LP006 (No.6) CR045 PY024 PY003 CM019 CR044 CM014 LP012 CR002 LP019 และ CR002 สำหรับค่าการทำลายอนุมูลอิสระลงร้อยละ 50 สูงสุดระหว่าง 1.55 – 1.78 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เทียบกับวิตามินอี และต่ำสุดระหว่าง 0.66 – 0.88 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เทียบกับวิตามินอี สายต้นที่มีผักเชียงดามีค่าการทำลายอนุมูลอิสระลงร้อยละ 50 สูงสุด คือ CR045 และ

PY013 สายต้นที่มีค่าการทำลายอนุมูลอิสระลงร้อยละ 50 ต่ำสุด คือ PR041 LP004 (No.4) PR038 PR051 NN041 CM064 NN018 CM058 CR027 CM016 CM022 CR043 CM064 และ CM058 ผักเชียงดามีปฏิกิริยาการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ระหว่าง 8.11 – 9.82 มิลลิกรัมต่อกรัม เทียบกับวิตามินอี โดยน้ำหนักแห้ง สายต้นที่มีปฏิกิริยาการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด คือ PR041 PR051 No.4 (No.4) CM064 PR038 และ CM064 (ตารางที่ 3) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสายต้นที่เก็บจากจังหวัดแพร่ มีปฏิกิริยาการต้านอนุมูลอิสระใกล้เคียงกับสายต้น LP004 (No.4) ที่เป็นสายต้นที่สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตรได้คัดเลือกไว้ในการศึกษาที่ผ่านมา (ธีรวัลย์ และคณะ, 2557) และจากการศึกษา ของภัทราภรณ์ และคณะ (2557) พบว่า ผักเชียงดาใบอ่อนชนิดยอดสั้น มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ 2.63 มิลลิกรัมต่อกรัม เทียบกับวิตามินอี โดยน้ำหนักสด ผักเชียงดาใบอ่อนชนิดยอดยาว มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ 4.67 มิลลิกรัมต่อกรัม เทียบกับวิตามินอี โดยน้ำหนักสด และผักเชียงดาใบแก่ชนิดยอดสั้น มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ 3.49 มิลลิกรัมต่อกรัม เทียบกับวิตามินอี โดยน้ำหนักสด ในส่วนของร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ พบว่า มีค่าสูงสุดระหว่างร้อยละ 42.45 – 50.99 ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Kaewnarin **et al**. (2014) ที่ได้รายงานว่า ผักเชียงดาที่สกัดด้วยเอทานอล มีฤทธิ์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH (%inhibition) ร้อยละ 53.3 สายต้นที่มีร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงสุด คือ PR041 PR051 LP004 (No.4) CM064 และ PR038 จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความหนาแน่นของปากใบระหว่าง 35 - 72 ต่อตารางมิลลิเมตร ยกเว้น CM064 ที่อยู่ในกลุ่มที่มีความหนาแน่นของปากใบระหว่าง 73 - 99 รูต่อตารางมิลลิเมตร สำหรับค่าการทำลายอนุมูลอิสระลงร้อยละ 50 พบต่ำสุดระหว่าง 0.66 – 0.88 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เทียบกับวิตามินอี คือ PR041 LP004 (No.4) PR038 PR051 NN041 CM064 NN018 CM058 CR027 CM016 CM022 และ CR043 จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความหนาแน่นของปากใบระหว่าง 35 - 72 ต่อตารางมิลลิเมตร ยกเว้น CM064 ที่อยู่ในกลุ่มที่มีความหนาแน่นของปากใบระหว่าง 73 - 99 ต่อตารางมิลลิเมตร และ CM058 ที่อยู่ในกลุ่มที่มีความหนาแน่นของปากใบระหว่าง 19-33 ต่อตารางมิลลิเมตร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสายต้นที่เก็บตัวอย่างมาจากจังหวัดเชียงใหม่ รองลงมา คือ แพร่ เชียงราย น่าน และ ลำปาง ตามลำดับ สำหรับสายต้นลำปาง LP004 (No.4) เป็นสายต้นที่สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตรได้คัดเลือกไว้ในการศึกษาที่ผ่านมา ซึ่งค่าที่ได้ยังมีค่าสูงกว่าการศึกษาของ Chongviriyaphan (2006) รายงานว่า น้ำคั้นผักเชียงดาสดแล้วทำให้แห้ง มีค่าการทำลายอนุมูลอิสระลงร้อยละ 50 ต่ำสุด (0.25 มก/มล โดยวิธี DPPH) เมื่อเทียบกับเอาน้ำคั้นไปสกัดต่อด้วยน้ำและ 50% เอธานอล (0.29 และ 0.27 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ)

ปริมาณกรดจิมเนมิคในตัวอย่างผักเชียงดาที่คัดเลือกมามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยพบว่ามีปริมาณสูงสุด ระหว่างร้อยละ 3.62 – 4.26 โดยน้ำหนักแห้ง และ ระหว่างร้อยละ 0.46 – 0.87 โดยน้ำหนักสด ต่ำสุดตั้งแต่ตรวจไม่พบ จนถึงร้อยละ 1.60 โดยน้ำหนักแห้ง และตั้งแต่ตรวจไม่พบ จนถึงร้อยละ 0.41 โดยน้ำหนักสด สายต้นที่มีปริมาณสูงสุด คือ CM025 CM014 และ CM016 จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความหนาแน่นของปากใบระหว่าง 35 - 72 ต่อตารางมิลลิเมตร (ภาพที่ 2) สายต้นที่ไม่พบปริมาณกรดจิมเนมิค คือ CR045 PR041 และ MH010 จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความหนาแน่นของปากใบระหว่าง 35 - 72 ต่อตารางมิลลิเมตร เช่นกัน (ตารางที่ 4) สายต้นที่มีปริมาณกรดจิมเนมิคสูงสุด (ร้อยละ 3.62 – 4.26 โดยน้ำหนักแห้ง และ ร้อยละ 0.46 – 0.87 โดยน้ำหนักสด) คือ CM014 CM016 และ CM025 จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความหนาแน่นของปากใบระหว่าง 35 - 72 รูต่อตารางมิลลิเมตร สายต้นที่ไม่พบปริมาณกรดจิมเนมิค คือ CR045 PR041 และ MH010 จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความหนาแน่นของปากใบระหว่าง 35 - 72 ต่อตารางมิลลิเมตร เช่นกัน ซึ่งปริมาณกรดจิมเนมิคที่พบมีปริมาณสูงกว่าใน **G. sylvestry** ตามผลการศึกษาของ Thangavelu **et al.,** (2012) ที่รายงานว่าปริมาณกรดจิมเนมิคใน **G. sylvestry** มีปริมาณร้อยละ 2.51 ของสารสกัดแห้งเป็นที่น่าสังเกตว่าสายต้นที่มีกรดจิมเนมิคสูงสุดทั้งหมดเป็นสายต้นที่เก็บมาจากจังหวัดเชียงใหม่ปริมาณกรดจิมเนมิคในพืชตระกูล **Gymnema** มีความแตกต่างกันในพืชซึ่งเกิดจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมและฤดูกาล (Nair and Keshavachandran, 2006 และ Yokota **et al**., 1994) และลักษณะสัณฐานของพืช (Thambiraj **et al**., 1996)



CM014 CM016 CM025

ภาพที่ 2 ลักษณะใบและปากใบผักเชียงดาที่มีปริมาณกรดจิมเนมิคสูงจำนวน 3 สายต้น

ตารางที่ 3 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ การยับยั้งอนุมูลอิสระ ไอซี 50 และกรดจิมเนมิคของผักเชียงดาในแต่ละกลุ่ม

จำนวนปากใบ ($มม^2$)	รหัส	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (มก/ก วิตามินอี)	การยับยั้งอนุมูลอิสระ (%)	ไอซี 50 (มก/มล)	กรดจิมเนมิค (น้ำหนักแห้ง) (%)	กรดจิมเนมิค (น้ำหนักสด) (%)
19 - 33	CM058	7.19^{b-f}	37.94^{b-g}	0.79^{i-n}	1.97^{bc}	0.37^{b-d}
	CR028	5.84^{e-i}	31.05^{f-j}	0.92^{g-m}	1.31^{cd}	0.36^{b-d}
	PR042	4.74^{h-j}	25.62^{i-k}	1.05^{e-j}	1.57^{cd}	0.36^{b-d}
35 - 72	CM014	2.97^{j-n}	16.74^{k-o}	1.50^{bc}	4.00^{a}	0.87^{a}
	CM016	4.36^{i-k}	23.77^{j-l}	0.87^{h-n}	4.27^{a}	0.87^{a}
	CM019	2.25^{l-n}	13.05^{m-o}	1.36^{b-d}	1.07^{cd}	0.24^{b-d}
	CM022	6.00^{e-i}	31.83^{f-j}	0.88^{h-n}	0.48^{cd}	0.12^{b-d}
	CM025	5.62^{e-i}	29.96^{f-j}	1.05^{p-j}	3.62^{ab}	0.86^{a}
	LP004 (NO.4)	8.36^{a-c}	43.69^{a-c}	0.64^{mn}	1.51^{cd}	0.42^{b-d}
	LP006 (NO.6)	1.53^{n}	9.46^{o}	1.08^{d-i}	1.53^{cd}	0.46^{a-c}
	LP007	3.53^{j-m}	19.51^{k-n}	1.11^{d-h}	1.36^{cd}	0.33^{b-d}
	LP012	3.13^{j-n}	17.49^{k-o}	1.26^{c-f}	0.39^{cd}	0.10^{b-d}
	LP019	3.38^{j-n}	18.72^{k-o}	1.09^{d-i}	1.16^{cd}	0.34^{b-d}
	PY003	2.16^{l-n}	12.60^{m-o}	1.12^{d-h}	0.87^{cd}	0.18^{b-d}
	PY005	3.69^{j-l}	20.46^{k-m}	1.11^{d-h}	1.88^{bc}	0.41^{b-d}
	PY013	1.44^{n}	9.02^{o}	1.56^{ab}	0.87^{cd}	0.21^{b-d}

	PY024	2.12^{ln}	12.47^{m-o}	1.05^{e-j}	1.38^{cd}	0.30^{b-d}
	CR027	7.34^{b-f}	38.56^{b-g}	0.81^{i-n}	0.22^{cd}	0.05^{b-d}
	CR043	6.29^{d-i}	33.33^{d-j}	0.88^{g-n}	0.57^{cd}	0.14^{b-d}
	CR044	2.49^{k-n}	14.28^{l-o}	1.46^{bc}	0.47^{cd}	0.12^{b-d}
	CR045	1.60^{mn}	9.84^{no}	1.78^{a}	ND	ND
	PR028	6.20^{d-i}	32.86^{e-j}	0.91^{g-m}	1.87^{bc}	0.41^{b-d}
	PR038	8.11^{a-d}	42.46^{a-e}	0.68^{l-n}	1.02^{cd}	0.30^{b-d}
	PR041	9.83^{a}	34.76^{a}	0.60^{n}	ND	ND
	PR051	8.90^{ab}	46.38^{ab}	0.73^{k-n}	1.01^{cd}	0.23^{b-d}
	PR052	7.18^{b-f}	37.78^{b-g}	0.98^{f-k}	1.08^{cd}	0.22^{b-d}
	NN004	5.58^{f-i}	29.78^{g-j}	0.98^{f-k}	0.56^{cd}	0.12^{b-d}
	NN016	5.84^{e-i}	31.05^{f-j}	0.96^{g-l}	1.02^{cd}	0.20^{b-d}
	NN018	7.55^{b-f}	39.62^{b-f}	0.77^{j-n}	1.37^{cd}	0.26^{b-d}
	NN041	6.58^{c-h}	50.99^{c-i}	0.73^{k-n}	1.30^{cd}	0.27^{b-d}
	MH006	4.84^{g-j}	26.10^{h-k}	1.18^{d-g}	1.6^{cd}	0.48^{ab}
	MH010	6.69^{c-g}	35.39^{c-h}	0.90^{g-m}	ND	ND
73 – 99	CM064	8.13^{a-d}	42.56^{a-d}	0.75^{k-n}	0.08^{cd}	0.02^{b-d}
	CR002	3.27^{j-n}	18.21^{k-o}	1.33^{b-e}	1.83^{bc}	0.35^{b-d}
F - Test		*	*	*	*	*

หมายเหตุ : a, b,c ,… ในท้ายตัวเลขตามแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P< 0.05$)

3. ความสัมพันธ์ของข้อมูลด้านสัณฐานที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมี

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความหนาแน่นของปากใบกับองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด แคโรทีนอยด์ทั้งหมด สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด กรดจิมเนมิค ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระเทียบกับวิตามินอี ร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ และ ปริมาณสารที่ใช้ในการทำลายอนุมูลอิสระลงร้อยละ 50 โดยวิธีทางสถิติสหสัมพันธ์ (multiple regression) แบบ stepwise ได้ผลดังนี้

ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความหนาแน่นของปากใบ ตามสมการเส้นตรง คือ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ = 0.297 + 0.004 (ความหนาแน่นของปากใบต่อตารางมิลลิเมตร) โดยมีค่า $R^2 = 0.19$

ปริมาณคลอโรฟิลล์บี มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความหนาแน่นของปากใบ ตามสมการเส้นตรง คือ ปริมาณคลอโรฟิลล์บี = 1.644 - 0.014 (ความหนาแน่นของปากใบต่อตารางมิลลิเมตร) โดยมีค่า $R^2 = 0.18$

ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความหนาแน่นของปากใบ ตามสมการเส้นตรง คือ ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด = 1.914 - 0.011 (ความหนาแน่นของปากใบต่อตารางมิลลิเมตร) โดยมีค่า $R^2 = 0.18$

ปริมาณกรดจิมเนมิค มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความความหนาแน่นของปากใบ ตามสมการเส้นตรง คือ ปริมาณกรดจิมเนมิค =–0.036 + 0.006 (ความหนาแน่นของปากใบต่อตารางมิลลิเมตร) โดยมีค่า $R^2 = 0.13$

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความหนาแน่นของปากใบกับองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด แคโรทีนอยด์ทั้งหมด สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด กรดจิมเนมิค ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระเทียบกับวิตามินอี ร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ และ ปริมาณสารที่ใช้ในการ

ทำลายอนุมูลอิสระลงร้อยละ 50 โดยวิธีทางสถิติสหสัมพันธ์ (multiple regression) แบบ stepwise พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความหนาแน่นของปากใบ แต่ปริมาณคลอโรฟิลล์บี มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความหนาแน่นของปากใบ เมื่อดูในภาพรวมของปริมาณปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด พบว่า มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความหนาแน่นของปากใบ นั่นคือ สามารถกล่าวได้ว่า ผักเชียงดาที่มีความหนาแน่นของปากใบต่ำ จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดสูงกว่าผักเชียงดาสายต้นที่มีความหนาแน่นของปากใบสูง แต่อย่างไรก็ตาม ค่า R^2 ของสมการความสัมพันธ์มีค่าต่ำมาก (0.18) แสดงว่ายังมีปัจจัยอื่นๆอีกที่เกี่ยวข้อง และยังไม่ได้นำมาศึกษาในครั้งนี้ ผลการศึกษาสอดคล้องกับรายงานของ Lichtenthaler **et al.** (1981) ที่รายงานว่า ใบพืชที่สัมผัสกับแสงแดดมาก ใบมีพื้นที่น้อย น้ำหนักแห้งสูง ปริมาณน้ำน้อย ความหนาแน่นของปากใบสูง สัดส่วนของคลอโรฟิลล์เอต่อบีสูง และใบหนากว่าพืชที่อยู่ในร่ม นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณกรดจิมเนมิคในใบผักเชียงดามีความสัมพันธ์กับความความหนาแน่นของปากใบเช่นกัน แต่เป็นความสัมพันธ์ในเชิงบวก คือ ยิ่งมีความหนาแน่นของปากใบมาก ยิ่งมีปริมาณกรดจิมเนมิคมากขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากปากใบช่วยเปิดให้คาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปทำการสังเคราะห์น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ซึ่งเป็นสารเริ่มต้นของการสร้างสารเมตาโบไลต์ทุติยภูมิ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันถึงแม้มีการศึกษาถึงปริมาณกรดจิมเนมิคในพืช **Gymnema sylvestre** แต่ก็ยังไม่มีรายงานที่ชัดเจนถึงกระบวนการสร้างกรดจิมเนมิค (pathway) มีเพียงกระบวนการสังเคราะห์ triterpene glycosides ที่ได้มาจาก isoprenoid pathway กับกระบวนการ glycosylation ของ triterpene aglycone ที่ส่วนปลายของ gymnemagenin (Tiwari **et al**., 2014)

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองพบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และกรดจิมเนมิคกับปริมาณความหนาแน่นของปากใบในผักเชียงดาที่สายต้นต่างกัน สายต้นที่มีปริมาณกรดจิมเนมิคสูงสุด คือ CM025 CM014 และ CM016 มีปริมาณระหว่างร้อยละ 3.62 – 4.26 โดยน้ำหนักแห้ง จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความหนาแน่นของปากใบระหว่าง 35 - 72 ต่อตารางมิลลิเมตร

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ในการศึกษาวิจัยตามแผนงานวิจัย “การอนุรักษ์และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตผักเชียงดาที่เหมาะสมในชุมชนเพื่อเพิ่มมูลค่า”

เอกสารอ้างอิง

ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน ปริญญาวดี ศรีตนทิพย์ นิจพร ณ พัทลุง พิทักษ์ พุทธวรชัย ยุทธนา เขาสุเมรุ ชิติ ศรีตนทิพย์ นภา ขันสุภา วิรัติ อำพันธุ์ พงศ์ยุทธ นวลบุญเรือง รุ่งนภา ช่างเจรจา อภิชาติ ชิดบุรี ภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ โสภาพรรณ พิสิษฐธนานันท์ และคชานนท์ จินดาแก้ว. 2557. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ การพัฒนาคุณภาพผักเชียงดา (**Gymnema inodorum** (Lour.) Decne.) เพื่อใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์เสริมอาหารต้านอนุมูลอิสระเชิงพาณิชย์. สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร.

ประทุมพร ยิ่งธงชัย พรรัตน์ ศิริคำ พงศธร ธรรมถนอม และ บาจรีย์ ฉัตรทอง. 2554. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง ความหลากหลายทางพันธุกรรมและการทดสอบฤทธิ์ทางชีวเคมีของผักพื้นบ้าน (ระยะที่ 1). สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน ปัทมา ไทยอู่ ณัฐ์ธมญ คิดชัย และปาริชาติ ณ น่าน. 2557. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมอาหารจากผักเชียงดา (**Gymnema inodorum** (Lour.) Decne.) สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร.

Aminot, A., and Rey, F. 2000. Standard procedure for the determination of chlorophyll a by spectroscopic methods. ICES Techniques in Marine Environmental Sciences, International Council for the Exploration of the Sea, 17 p. online: www.ices.dk/ocean/procedures/timeschl.pdf.

Balamurali Krishna, R., Reddy Reddy, S.R., Javangula, H., Swapna, D., and Jagadeeswara Reddy, K. 2012. Isolation and Characterization of Gymnemic acid from **Gymnema sylvestre** R.Br. on Control of Diabetes. International Journal of Life Science & Pharma Research 2(1): L-1-L-9, ISSN 2250-0480.

Chongviriyaphan, N., Muangman, T., Pisalphong, C., Phumala Molarese, N., Klungsupya, P., and Suthutvoravut, U. 2006. Antioxidant activity of **Gymnema inodorum** Decne. (Pak chiang daa) and its effect on DNA damage in TK6 human lymphoblastoid cells. The Federation of American Societies for Experimental Biology Journal 20: LB90.

Ferruzzia, M.G. and Blakesleeb, J. 2007. Digestion, absorption, and cancer preventative activity of dietary chlorophyll derivatives. Nutrition Research 27: 1– 12

Ganpati, K.S., Maroti, R.A., Madhukar, S.R., Veerkumar, B.N., and Sunil, M.S. 2012. Parameters Studied for Development of **Gymnema sylvestre** Leaf Extracts : As Injectable Anti-diabetic. International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy 3(2): 283-285. Available on line at : www.ijrp.net

Jubert, C., Mata, J., Bench, G., Dashwood, R., Pereira, C., Tracewell, W., Turteltaub, K., Williams, D., and Bailey, G. 2009. Effects of Chlorophyll and Chlorophyllin on Low-Dose Aflatoxin B1 Pharmacokinetics in Human Volunteers. Cancer Prevention Research 2(12): 1015-1022.

Kaewnarin, K., Niamsub, H., Shank, L., and Rakariyatham, N. 2014. Antioxidant and Antiglycation Activities of Some Edible and Medicinal Plants. Chaing Mai Journal of Science 41(1): 105-116. Available on line at : http://epg.science.cmu.ac.th/ejour

Manthey, J.A. 2004. Fractionation of orange peel phenols in ultrafiltered molasses and mass balance studies of their antioxidant levels. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 52 (25): 7586-7592.

Lichtenthaler, H.K. and C. Buschman. 2001. Chlorophyll and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. Current Protocols in Food analytical Chemistry F4.3.1 – F4.3.8.

Morison, J.I.L. and Lawlor, D.W. 1999. Interaction Between Increasing CO_2 Concentration and Temperature on Plant Growth. Plant Cell and Environment Journal 22: 659-682.

Murakami, N., Murakami, T., Kadoya, M., Matsuda, H., Yamahara, J. and Yoshikawa, M. 1996. New hypoglycemic constituents in "gymnemic acid" from **Gymnema sylvestre**. Chemical and Pharmaceutical Bulletin (Tokyo) 44: 469-71.

Nair, S. and Keshavachandran, R. 2006. Genetic Variability of **chakkakakolli** (**Gymnema sylvestre** R. Br.) in Kerala Assessed Using Morrphplogical and Biochemical Markers. Journal of Tropical Agriculture 44(1-2): 64-67.

Pandey, A.K. and Yadav, S. 2010. Variation in gymnemic acid content and non-destructive harvesting of **Gymnema sylvestre** (Gudmar). Pharmacognosy Research 2(5): 309–312.

Phonsatta, N., Deetae, P., Luangpituksa, P., and Panya, A. 2014. Comparative Study on Antioxidant Capacities of Twenty Thai Plant Extracts Using Conjugated Autoxidatizable Triene (CAT) and Conventional Methods. The 26th Annual Meeting of the Thai Society for Biotechnology and International Conference: 292-297.

Raoa, A.V. and Raob, L.A. 2007. Carotenoids and human health. Pharmacological Research 55: 207–216.

Sellappan, S., Akoh, C.C. and Krewer, G. 2002. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grow blueberries and blackberries. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 50: 2432-2438.

Tangkanakul, P., Trakoontivakorn, G. and Jariyavattanavijit, C. 2005. Extracts of Thai Indigenous Vegetables as Rancid Inhibitor in a Model System. Kasetsart Journal: Natural Science 39: 274-283.

Tiwari, P., Mishra, B.N. and Sangwan, N.S. 2014. Phytochemical and Pharmacological Properties of **Gymnema sylvestre**: An Important Medicinal Plant. BioMed Research International, Article ID 830285, 18 pages. Available on line at http://dx.doi.org/10.1155/2014/830285

Thambiraj, S., Subbaraj, D., Kasturi, S., and Vijayakumar, M. 1996. Evaluation of Germplasm Accession of **Gymnema sylvestre** R. Br. S. Indian Journal of Horticulture 44: 174-176.

Thangavelu, D., Thangavelu, T., Vembu, T., Venkatachalam, K., Selladurai, E., and Jegadeesan, M. 2012. Pharmacognostic and Phytochemical Studies on **Gymnema sylvestre** R.Br. Hairy Variant. International Journal of Pharmaceutical and Phytophamacological Research 2(3): 143-147. ISSN(online) 2249-6084, ISSN(Print) 2250-1029. Available on line at : www.eijppr.com

Yokota, T., Mizutani, K., Okada, K., and Tanak, O. 1994. Quantitative Analysis of Gymnemic Acids by High Performance Liquid Chromatography. Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology 41: 202-205

เปรียบเทียบผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของผักเชียงดา(**Gymnema inodorum** L.) 9 สายพันธุ์ ในพื้นที่จังหวัดลำปาง

Comparison of Yield and Yield Components of 9 Varieties of Pakchiangda (**Gymnema inodorum** L.) in Lampang Province.

นภา ขันสุภา[1*] ปริญญาวดี ศรีตนทิพย์[1] ชิติ ศรีตนทิพย์[1] วิรัติ อำพันธุ์[1] พิทักษ์ พุทธวรชัย[1] ประเสริฐ สืบสม[2] และ สมบูรณ์ ไชยเชียงชอบ[2]

Napa Khansupa[1*] Parinyawadee Sritontip[1] Chiti Sritontip[1] Wirut Ampun[1] Pitak Puttaworachai[1] Prasert Seusom[2] and Somboon Chaichaingchop[2]

บทคัดย่อ

เปรียบเทียบผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของผักเชียงดา 9 สายพันธุ์ในพื้นที่จังหวัดลำปาง วางแผนการทดลองแบบ RCBD จำนวน 4 ซ้ำ 9 สิ่งทดลองประกอบด้วยสายต้น HC001, HC002, HC003, HC004, HC005, HC006, HC007, HC008 และHC009 ในพื้นที่ทดลองอำเภอห้างฉัตร ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงพฤศจิกายน 2560 พบว่าลักษณะการเจริญเติบโตของความกว้างทรงพุ่ม ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ทางด้านความสูง อายุตั้งแต่ 28-42 วันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยสายต้น HC008 มีแนวโน้มให้ความสูงมากกว่าสายต้นอื่น ๆ ส่วนความกว้างใบ ความยาวใบ จำนวนยอดรวม และน้ำหนักยอดรวมต่อแปลงย่อยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยสายต้น HC001, HC006, HC005 และ HC009 ให้ผลผลิตน้ำหนักยอดรวมสูงสุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 893.33, 888.00, 829.33 และ 800.00 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิค คลอโรฟิลล์ และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผักเชียงดา ความชื้นและปริมาณของแข็งทั้งหมดของผักเชียงดา 9 สายต้น ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ

คำสำคัญ: ผักเชียงดา, สายต้น, ผลผลิต, องค์ประกอบผลผลิต

---

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา 52000

[1] Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala of University of Technology Lanna, Thailand 52000

[2] สาขาการงานอาชีพและเทคโนโลยี โรงเรียนห้างฉัตรวิทยา อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง

[2] HANGCHAT WITTHAYA SCHOOL, HANGCHAT District, Lampang Province , Thailand

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : napa@rmutl.ac.th

ABSTRACT

The comparison of yield and yield components of 9 varieties of Pak chiangda (Gymnema inodorums (Decne.)) in Lampang Province was conducted The experimental design was a RCBD consisting of 9 treatments with 4 replications. The treatments were HC001, HC002, HC003, HC004, HC005, HC006, HC007, HC008 and HC009 varieties. The experiment was carried out during March-November 2017; Plant growth, in terms of canopy width, was not significant, but plant height was found significantly different from 28 to 42 days after planting. The HC008 variety gave the greatest plant height, while as HC001 had the least. The yield and yield components, fresh weight per shoot and shoot length, were significantly different. HC002 variety produced the greatest fresh weight per shoot averaging 3.00 g and HC007 gave the longest shoot length giving 16.00 centimeters. Other yield components such as leaf width, leaf length, total number of shoot and total shoot fresh weight per sub-plot were also significantly different. The HC001, HC006 HC005 and HC009 varieties gave total shoot fresh weight with the averages of 893.33, 888.00, 829.33 and 800.00 kilokram per rai, respectively. The Phenolic compound, antioxidant activity cholrophyll, moisture content and total solid content of 9 varieties of Pak Chiangda were not significantly different.

Keywords: pak chiangda (**Gymnema inodorums** (Decne.), Clone, Yield, and yield Component

บทนำ

นภาและคณะ (2552) ทำการเปรียบเทียบผลผลิตและสารต้านอนุมูลอิสระในผักเชียงดา 6 สายพันธุ์ พบว่าทั้ง 6 สายพันธุ์ มีสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน สายพันธุ์ที่ 5 มีผลผลิตสูงสุดและมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระสูงสุด รวมทั้งมีปฏิกิริยาการต้านอนุมูลอิสระเทียบกับวิตามินอีสูง มีรายงานการใช้ผักเชียงดารักษาอาการไข้ ไข้หวัด รูมาตอยด์และโรคเก๊าท์ รักษาโรคเบาหวาน เพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย ลดความอ้วน ช่วยละลายลิ่มเลือด และยับยั้งการเป็นหืนของไขมัน เป็นต้น ได้ผลในการลดน้ำตาลในเลือดอย่างเห็นได้ชัด จึงทำให้ปัจจุบันนี้มีผู้จำหน่ายชาผักเชียงดามากขึ้น (ธีรวัลย์และคณะ,2557) การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตรวมทั้งองค์ประกอบทางเคมีของผักเชียงดา 9 สายต้นในพื้นที่จังหวัดลำปาง

วิธีดำเนินการวิจัย

วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 4 ซ้ำ และ 9 สายพันธุ์ (สิ่งทดลอง) พื้นที่อำเภอห้างฉัตร ได้แก่ T1=พันธุ์เบอร์ 1 (HC001) T2=พันธุ์เบอร์ 2 (HC002) T3=พันธุ์เบอร์ 3 (HC003) T4=พันธุ์เบอร์ 4 (HC004) T5=พันธุ์เบอร์ 5 (HC005) T6=พันธุ์เบอร์ 6 (HC006) T7=พันธุ์เบอร์7 (HC007) T8=พันธุ์เบอร์ 8 (HC008) และT9=พันธุ์เบอร์ 9 (HC009) โดยใช้เบอร์ 4 (HC001) และเบอร์ 6 (HC002) เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ การเก็บข้อมูลคือผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต ได้แก่น้ำหนักของผลผลิตผักสด (ยอด) น้ำหนักต่อต้น น้ำหนักต่อแปลงย่อย ขนาดของใบ (ความกว้างใบ ความยาวใบ) องค์ประกอบทางเคมี และสารประกอบต่างๆ การวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยวิธี Analysis of variance

สถานที่ทำการทดลอง โรงเรียนห้างฉัตรวิทยา ซึ่งเป็นโรงเรียนที่เป็นสมาชิกงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตน์ราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

การเจริญเติบโตทางด้านความกว้างทรงพุ่มของผักเชียงดาทั้ง 9 สายต้นที่ปลูกในอำเภอห้างฉัตรจังหวัดลำปาง พบว่า จากการทดลองทุกระยะการเจริญเติบโต (ที่อายุ 7-42 วัน) ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีสายต้นเบอร์ 2 และเบอร์1 ซึ่งทั้งสองสายต้นนี้เป็นสายต้นที่เป็นพันธุ์เปรียบเทียบ และสายต้น HC006 มีแนวโน้มให้ความกว้างของทรงต้นผักเชียงดากว้างกว่าสายต้นอื่น และกว้างกว่าค่าเฉลี่ย โดยมีความกว้างเฉลี่ยเท่ากับ 37.30 36.30 และ 35.70 เซนติเมตรตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยความกว้าง ตั้งแต่อายุ 7-42 วันหลังย้ายปลูก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.90-37.30 เซนติเมตร

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยของความกว้างทรงพุ่มต้นผักเชียงดา อายุ 7-42 วัน หลังตัดแต่งต้น (1 เดือน หลังย้ายปลูก) ณ โรงเรียนห้างฉัตรวิทยา อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง

สิ่งทดลอง	ความกว้างพุ่ม (ซม.)					
สายต้น/อายุ	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน
HC001	22.3	24.4	26.4	28.7	32.2	36.3
HC002	24.9	26.5	28.8	31.2	33.6	37.3
HC003	21.5	23.4	25.2	27.2	30.5	34.8
HC004	22.0	24.2	26.3	28.3	30.3	34.8
HC005	23.0	24.8	26.6	28.4	30.4	35.5
HC006	22.8	24.1	26.3	28.7	31.2	35.7
HC007	21.0	23.2	25.3	27.6	30.1	33.8
HC008	20.9	23.2	25.4	28.1	30.3	35.4
HC009	22.1	24.3	26.0	28.2	29.5	34.2
เฉลี่ย	22.3	24.2	26.2	28.5	30.9	35.3
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	7.6	7.5	7.4	6.5	5.9	6.4

ns ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$)

ความสูงของต้นของผักเชียงดา พบว่าทุกระยะการเจริญเติบโตตั้งแต่ อายุ 7 -21 วันหลังย้ายปลูก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่อายุ 7 วัน มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นตั้งแต่ 29.60-33.60 เซนติเมตร ที่อายุ 14 วันมีค่าเฉลี่ยความสูงต้นตั้งแต่ 36.80-43.30 เซนติเมตร และที่อายุ 21 วัน มีค่าเฉลี่ยความสูงต้นตั้งแต่ 41.50-64.10 เซนติเมตร

อายุ 28, 35 และ 42 วัน มีความสูงของต้นผักเชียงดา พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยที่อายุ 28 วันพบว่าสายต้นเบอร์ 8, 9, 7, 6, 2, 3, 5 และ 4 มีความสูงมากกว่าสายต้น HC001 ทุกระยะการเจริญเติบโตมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 93.00, 88.90, 87.80, 81.10, 76.60, 76.00, 74.30, 74.10เซนติเมตร และสายต้น HC001 มีความสูงต้นเฉลี่ยเท่ากับ 49.90 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยของความสูงต้นของผักเชียงดา ที่อายุ 7-42 วัน หลังตัดแต่งต้น (1 เดือนหลังย้ายปลูก) ณ โรงเรียนห้างฉัตรวิทยา อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง

สิ่งทดลอง	ความสูงต้น (ซม.)					
สายต้น/อายุ	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน
HC001	33.2	36.8	41.5	49.9 b	64.2 b	84.7 b
HC002	33.6	40.8	53.6	76.6 a	110.2 a	136.6 a
HC003	29.6	36.4	52.8	76.0 a	115.8 a	146.3 a
HC004	31.9	39.8	52.5	74.1 a	108.5 a	145.9 a
HC005	32.3	40.8	54.3	74.3 a	104.1 a	137.7 a
HC006	29.6	39.4	55.3	81.1 a	123.4 a	148.2 a
HC007	31.8	40.8	61.3	87.8 a	113.6 a	164.3 a
HC008	32.7	42.3	62.9	93.0 a	134.1 a	164.8 a
HC009	33.4	43.3	64.1	88.9 a	117.3 a	156.5 a
เฉลี่ย	32.0	40.0	55.4	78.0	110.1	142.8
F-test	ns	ns	ns	**	**	**
C.V. (%)	9.7	10.4	19.4	8.7	8.3	8.1

** มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.01$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต

จากการทดลองเปรียบเทียบสายต้น ผักเชียงดา 9 สายต้นในโรงเรียนห้างฉัตรวิทยา อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง พบว่าลักษณะทางด้านผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต ได้แก่ลักษณะของน้ำหนักต่อยอด ความยาวยอด พบว่าทั้งสองลักษณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และลักษณะของ ความกว้างใบ ความยาวใบ จำนวนยอดรวมและน้ำหนักยอดรวม พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ลักษณะน้ำหนักต่อยอด จากการวิเคราะห์พบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การทดลองพบว่าสายต้นHC002 มีน้ำหนักต่อยอดมากที่สุด มีน้ำหนักต่อยอดเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 กรัม และสายต้น HC006 และ สายต้นเบอร์ HC007 ให้น้ำหนักต่อยอดมีค่าต่ำสุดเฉลี่ยเท่ากับ 2.30, 2.20 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 3) (ภาพที่ 2)

ความยาวยอด จากการวิเคราะห์พบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าความยาวยอดของสายต้น HC007 มีความยาวยอดมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.00 เซนติเมตร และสายต้น HC001 มีความยาวยอดต่ำที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.60 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ความกว้างของใบ จากการวิเคราะห์พบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบว่าสายต้นHC001 มีความกว้างใบ กว้างมากที่สุดกว่าสายต้นอื่นๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.60 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่าสายต้น HC002, 5, 8, 9, 4, 6, 7 และสายต้น HC003 มีความยาวยอดค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80, 4.30, 4.30, 4.30, 4.20, 4.00, 4.00 และ 3.90 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ความยาวใบ จากการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบว่าสายต้นHC001 มีความยาวใบ ยาวมากที่สุดกว่าสายต้นอื่นๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.40 เซนติเมตร และมากกว่าสายต้น HC002, 4, 9, 5, 6, 8, 3 และสายต้น 7 มีความยาวใบเฉลี่ยเท่ากับ 9.90, 9.10, 9.00, 9.00, 9.00, 8.80, 8.70, และ 8.30 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางที่ 3)

จำนวนยอดรวมต่อแปลงย่อย จากการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบว่าสายต้น HC006 ซึ่งไม่แตกต่างกับสายต้นHC009 มีจำนวนยอดรวมต่อแปลงย่อยมากที่สุดกว่าสายต้นอื่น ๆ รองลงมา ได้แก่ สายต้น HC003 และสายต้นHC005 ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ย (900.70 ยอด) ให้จำนวนยอดรวมเฉลี่ยเท่ากับ 1197.30, 1027.00, 973.00 และ 962.30 ยอดต่อแปลงย่อยตามลำดับ (ตารางที่ 3) (ภาพที่ 1)

น้ำหนักยอดต่อแปลงย่อย จากการวิเคราะห์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพบว่าสายต้น HC001 ซึ่งไม่แตกต่างกับสายต้นHC006 และสายต้นHC005, HC009 มีน้ำหนักยอดรวมต่อแปลงย่อยมากที่สุดสูงกว่าสายต้นอื่นๆ รองลงมาได้แก่ สายต้นHC003 ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ย (759.41 กิโลกรัม) ให้น้ำหนักยอดรวมเฉลี่ยเท่ากับ 893.33, 888.00, 829.33 และ 800.00 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของผักเชียงดา 9 สายพันธุ์ (1 เดือน หลังย้ายปลูก) ณ โรงเรียนห้างฉัตรวิทยา อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง

สายต้น	นน.ต่อยอด (ก.)	ความกว้างใบ (ซม.)	ความยาวใบ (ซม.)	จำนวนยอดรวม (ยอด)	น้ำหนักยอดรวม (กก./ไร่)
HC001	2.8 ab	5.6 a	11.4 a	860.8 b	893.34 a
HC002	3.0 a	4.8 b	9.9 b	471.3 c	480.00 c
HC003	2.4 bc	3.9 c	8.7 c	973.0 b	781.34 ab
HC004	2.5 a-c	4.2 c	9.0 bc	885.5 b	730.68 ab
HC005	2.6 a-c	4.3 bc	9.1 bc	962.3 b	829.34 ab
HC006	2.3 c	4.0 c	9.0 bc	1197.3 a	888.00 a
HC007	2.2 c	4.0 c	8.3 c	891.3 b	696.00 b
HC008	2.5 a-c	4.3 bc	8.8 c	837.8 b	736.00 ab
HC009	2.6 a-c	4.3 bc	9.0 bc	1027.0 ab	800.00 ab
เฉลี่ย	2.6	4.4	9.3	900.7	759.41
F-test	*	**	**	**	**
C.V. (%)	10.8	7.5	6.6	7.0	7

* มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$)

** มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.01$)

ns ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

คุณภาพทางเคมีและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของผักเชียงดาที่ปลูกในอำเภอห้างฉัตร

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพและสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของผักเชียงดาทั้ง 9 สายต้น ที่ปลูกในอำเภอห้างฉัตร พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ความชื้น (moisture) ของแข็งทั้งหมด (total solid) สารประกอบฟีนอลิค (phenolic compounds) และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) ดังตารางที่ 1-2 โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดระหว่าง 73.95 ± 1.74 ถึง 103.05 ± 4.74, 32.12 ± 1.29 ถึง 47.62 ± 2.45 และ 106.07 ± 2.67 ถึง 150.67 ± 7.9 มก./100 กรัมน้ำหนักผักสด ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ผักเชียงดาสายต้น HC006 ปริมาณเอ บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีแนวโน้มสูงสุด ด้านปริมาณความชื้นพบว่าผักเชียงดาทั้ง 9 สายต้น มีความชื้นค่อนข้างสูง โดยมีปริมาณระหว่างร้อยละ 80.82 ± 0.82 ถึง 83.12 ± 1.09 จึงส่งผลให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดค่อนข้างต่ำ โดยมีปริมาณระหว่างร้อยละ 16.88 ± 1.09 ถึง 19.18 ± 0.82 ด้านคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของผักเชียงดาทั้ง 9 สายต้น

พบว่ามีสารประกอบฟีนอลิคระหว่าง 311.23 ± 29.17 ถึง 353.02 ± 36.74 มก./100 กรัมน้ำหนักผักสด เทียบกับสารมาตรฐานกรดแกลลิค และมีค่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ระหว่าง 69.56 ± 7.25 ถึง 90.13 ± 15.36 มก./100 กรัมน้ำหนักผักสด เทียบกับสารมาตรฐานโทรลอกซ์

ตารางที่ 4 ปริมาณคลอโรฟิลล์ของผักเชียงดาที่ปลูกในอำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง

สายต้น	ปริมาณคลอโรฟิลล์ (mg/100 g น้ำหนักผักสด)		
	a	**b**	Total
HC001	73.95 ± 1.74	32.12 ± 1.29	106.07 ± 2.67
HC002	90.23 ± 13.45	40.63 ± 7.66	130.86 ± 21.11
HC003	88.85 ± 18.87	40.08 ± 11.72	128.92 ± 30.58
HC004	96.26 ± 16.65	45.59 ± 4.59	141.86 ± 31.23
HC005	88.55 ± 4.86	37.12 ± 1.97	125.68 ± 6.84
HC006	103.05 ± 4.74	47.62 ± 2.45	150.67 ± 7.19
HC007	94.97 ± 13.03	41.23 ± 8.01	136.20 ± 20.97
HC008	91.83 ± 11.91	37.21 ± 6.39	129.04 ± 18.30
HC009	101.63 ± 11.24	45.06 ± 8.26	146.70 ± 19.42
F-test	ns	ns	ns
% C.V.	13.05	19.94	15.08

ns ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 5 ปริมาณความชื้น ของแข็งทั้งหมด สารประกอบฟีนอลิค และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผักเชียงดาที่ปลูกในอำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง

GI Clones	Phenolic compound (mg GAE/100 g)	Antioxidant activity (mg TE/100 g)	Moisture Content (%)	Total Solid (%)
HC001	329.17 ± 30.47	80.61 ± 7.90	81.83 ± 1.69	18.17 ± 1.69
HC002	353.02 ± 36.74	75.99 ± 8.74	81.56 ± 1.56	18.44 ± 1.56
HC003	337.88 ± 28.25	84.785 ± 9.89	82.03 ± 0.93	17.97 ± 0.93
HC004	340.87 ± 20.30	89.68 ± 4.60	83.12 ± 1.09	16.88 ± 1.09
HC005	338.70 ± 18.20	90.13 ± 15.36	81.34 ± 1.24	18.66 ± 1.24
HC006	332.19 ± 30.81	83.17 ± 15.37	82.66 ± 1.93	17.34 ± 1.93
HC007	311.23 ± 29.17	69.56 ± 7.25	81.59 ± 1.49	18.41 ± 1.49
HC008	324.04 ± 45.83	73.34 ± 20.27	81.95 ± 1.06	18.05 ± 1.06
HC009	321.31 ± 42.54	75.29 ± 13.51	80.82 ± 0.82	19.18 ± 0.82
F-test	ns	ns	ns	ns
% C.V.	9.80	15.40	1.66	7.50

GAE หมายถึง สารมาตรฐานเทียบกับกรดแกลลิค (Gallic acid equivalent)

TE หมายถึง สมมูลย์ของสารต้านอนุมูลอิสระมาตรฐานโทรลอกซ์ (Trolox equivalent)

ns ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$)





ภาพที่ 1 ลักษณะแปลงวิจัย มิถุนายน กรกฎาคม 2560 หลังย้ายปลูก 3 เดือน สิงหาคม 2560





ภาพที่ 2 ลักษณะยอดที่ทำการเก็บเกี่ยว





ภาพที่ 3 เดือน กันยายน 2560 ตุลาคม 2560 พฤศจิกายน 2560

สรุปผลการวิจัย

เปรียบเทียบผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของผักเชียงดา 9 สายพันธุ์ในพื้นที่อำเภอพื้นที่อำเภอห้างฉัตร พบว่าลักษณะการเจริญเติบโตทางด้านความกว้างทรงพุ่มไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนลักษณะความกว้างใบ ความยาวใบ จำนวนยอดรวมและน้ำหนักยอดรวมต่อแปลงย่อยพบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยสายต้น HC001, HC006, HC005 และHC009 ให้ผลผลิตน้ำหนักยอดรวมสูงสุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 893.33, 888.00, 829.33 และ 800.00 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่สนับสนุนงบประมาณประจำปี 2560

เอกสารอ้างอิง

ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน, ปริญญาวดี ศรีตนทิพย์, นิจพร ณ พัทลุง, พิทักษ์ พุทธวรชัย, ยุทธนา เขาสุเมรุ, ชิติ ศรีตนทิพย์, นภา ขันสุภา, วิรัติ อำพันธุ์, พงษ์ยุทธ นวลบุญเรือง, รุ่งนภา ช่างเจรจา, อภิชาติ ชิดบุรี, ภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ, โสภาพรรณ พิสิษฐธนานันท์ และคชานนท์ จินดาแก้ว. 2557. การพัฒนาคุณภาพผักเชียงดา เพื่อใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์เสริมอาหารต้านอนุมูลอิสระเชิงพาณิชย์. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา. 248 หน้า.

นภา ขันสุภา, วิรัติ อำพันธุ์, พิทักษ์ พุทธวรชัย และปริญญาวดี ศรีตนทิพย์. 2551. ผลของการพรางแสงและการทำค้างแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตของผักเชียงดา. **ใน** การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ระหว่างวันที่ 6-9 พฤษภาคม 2552 ณ โรงแรม ดิ เอ็มเพรส อ.เมือง จ.เชียงใหม่. 402 น.

นภา ขันสุภา, วิรัติ อำพันธุ์, พิทักษ์ พุทธวรชัย และปริญญาวดี ศรีตนทิพย์. 2553. เปรียบเทียบผลผลิตและสารต้านอนุมูลอิสระในผักเชียงดา 6 สายพันธุ์. **ใน** การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 9 ระหว่างวันที่ 11-14 พฤษภาคม 2553 ณ โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ อ. พระนครศรีอยุธยา จ. พระนครศรีอยุธยา.

เทคนิคการปลูกเชื้อเพื่อประเมินความต้านทานราน้ำค้างในข้าวโพด

The Inoculation Technique for Detecting Downy Mildew Resistance in Corn

รวีวรรณ เดื่อมขันมณี[1*] และ กิตติ บุญเลิศนิรันดร์[1]

Raweewon Duamkhanmanee[1*] and Kitti Boonlertnirun[1]

บทคัดย่อ

โรคราน้ำค้างเกิดจากเชื้อรา **Peronosclerospora sorghi** เป็นปรสิตถาวร เป็นโรคที่สำคัญที่ทำความเสียหายทางเศรษฐกิจของข้าวโพด วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาเชื้อสาเหตุ และประเมินเทคนิคการปลูกเชื้อที่ดี เพื่อสามารถนำไปใช้ในการประเมินความต้านทานโรคราน้ำค้างในอนาคต โดยใช้เทคนิคการปลูกเชื้อ 8 วิธี ในระยะต่างๆ ของข้าวโพด 5 สายพันธุ์ ได้แก่ Ki 27, Kei 0605, Ki 51, Tuxpenno และ เทียนบ้านเกาะ ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา พบว่า ได้ค่าเฉลี่ยความกว้าง และความยาวของโคนิเดียเท่ากับ 24 และ 30 ไมโครเมตร ตามลำดับ เทคนิคการปลูกเชื้อในการทดลองได้แก่ (1) การปลูกเชื้อในระยะพลูมูล โดยการฉีดและ(2) จุ่มด้วยสปอร์แขวนลอย 8.00 x 10^4 สปอร์/มิลลิลิตร การปลูกเชื้อในระยะกล้า โดย (3) ฉีดสปอร์แขวนลอย (4) เทคนิคการหยอดกรวยยอด (5) การพ่นด้วยสปอร์แขวนลอย และ (6) เสียบกรวยยอดด้วยใบที่เป็นโรค (7) การปลูกเชื้อในเมล็ดโดยใช้ลีฟเทคนิค และ (8) ฉีดพ่นในระยะต้นโตอายุ 20 วัน และ ฉีดซ้ำเมื่ออายุ 25 วัน พบว่า ร้อยละการเกิดโรคราน้ำค้างสูงสุด คือ 18.88 จากการฉีดพ่นด้วยสปอร์แขวนลอย ในต้นข้าวโพดอายุ 20 วัน และฉีดพ่นซ้ำเมื่ออายุ 25 วัน รองลงมาได้จากการใช้เทคนิคการหยอดกรวยยอด โดยข้าวโพดเป็นโรคราน้ำค้างเฉลี่ยร้อยละ 17.75

คำสำคัญ : เชื้อรา **Peronosclerospora sorghi** เทคนิคการปลูกเชื้อ โรคราน้ำค้างของข้าวโพด

---

[1] คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พระนครศรีอยุธยา 13000

[1] Faculty of Agricultural Technology and Agro-industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Phra Nakhon Si Ayutthaya, 13000

[*] Corresponding author. e-mail: d_raweewon@hotmail.com

ABSTRACT

Downy mildew, caused by the obligate fungi **Peronosclerospora sorghi,** is an economically important disease of corn. The study aimed to investigate the morphology of the pathogen and evaluate the inoculation technique for detecting downy mildew resistance in corn in the future using eight methods of artificial inoculation in different growth stages of five corn cultivars, Ki 27, Kei 0605, Ki51 Tuxpenno and Tein Banhko. The experiments were carried out at Rajamangala University of Technology, Suvarnabhumi, Ayutthaya Huntra. It was found that the average of width and length of sporangiospores were 24 and 30 μm. respectively. The techniques involved (1) inoculation of plumule with a spore suspension, 8.00×10^4 spores/ml using a syringe injection and (2) dipping, (3) inoculation of seedling using spore suspension injection, (4) leaf whorl technique, (5) spraying method and (6) diseased leaf insert method (7) inoculation of seed using a leaf technique and (8) spraying the 20 day old corn with respraying at 25 days old. The results showed that the spraying the 20 day old corn with respraying at 25 days old gave the maximal disease incidence at 18.88 % and the secondary was the leaf whorl technique which exhibited disease incidence at 17.75 %.

Keywords : **Peronosclerospora sorghi**, downy mildew of corn, inoculation technique

บทนำ

โรคราน้ำค้างของข้าวโพด หรือโรคใบลาย มีสาเหตุจากเชื้อรา **Peronosclerospora sorghi** ซึ่งเป็นปรสิตถาวร เป็นโรคที่สำคัญในพื้นที่ปลูกข้าวโพดทั่วโลก ซึ่งสามารถสร้างความเสียหายกับข้าวโพดได้ทุกระยะ (Jeffers **et al**., 2000) ประเทศไทยพบครั้งแรกที่ อำเภอพยุหะคีรี และอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ เมื่อปี พ.ศ. 2511 (อุดม, 2529) ต่อมาพบระบาดอีกในหลายจังหวัด เช่น ลพบุรี ตาก สุโขทัย พิษณุโลก เพชรบูรณ์ และนครราชสีมา เชื้อเข้าสู่พืชทางปากใบ โดยสปอร์งอกเจิมหิว (germ tube) เป็นท่อเล็กยาว เมื่อมีหยดน้ำจะแทงทะลุผ่านปากใบเข้าทำลายพืช เมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมเชื้อราสร้างสปอร์ผนังหนา (oospore) รูปร่างยาวรี ฝังตัวอยู่ในเนื้อใบบริเวณท่อน้ำท่ออาหาร มีขนาด 25-42.9 ไมครอน สีใส ผนังสีเหลือง มีความคงทนต่อสภาพแวดล้อมและสามารถติดไปกับเมล็ด (seed borne) สปอร์ต้องการความชื้นสัมพัทธ์สูง อุณหภูมิ 21-25 องศาเซลเซียส มีอายุเพียง 3-4 ชั่วโมง และเมื่อโคนิเดียถูกแสงแดดยามเช้าก็จะตายไป Bonde **et al**. (1985) พบว่าการเข้าทำลายพืชทั้งต้นสามารถเกิดได้ที่ อุณหภูมิ 11-32 องศาเซลเซียส โรคราน้ำค้างได้ระบาดรุนแรงทุกแหล่งที่มีการปลูกข้าวโพด โดยเฉพาะที่จังหวัด กาญจนบุรี และอุทัยธานี ที่มีการปลูกข้าวโพดติดต่อกันตลอดปี พบว่าไม่สามารถควบคุมโรคโดยใช้สารเคมีเมตาแลคซิล ที่เคยใช้ได้ผลในอดีต (สมเกียรติ และดิลก, 2533; ดิลก และคณะ, 2541; วราภรณ์และคณะ, 2555) ต่อมารัฐกิจ และคณะ (2553) รายงานว่าการใช้สารไดเมทโทมอร์ฟโดยวิธีการคลุก และเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่อัตรา 2.5, 5, 7.5 และ 10 กรัมต่อเมล็ดข้าวโพด 1 กิโลกรัม สามารถควบคุมโรคราน้ำค้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะเห็นได้ว่าการใช้สารเคมีนั้นใช้ได้เพียงระยะหนึ่งเท่านั้น

Muis **et al.** (2016) รายงานว่า เชื้อสาเหตุโรคราน้ำค้างที่ข้าทำลายข้าวโพด มีอยู่ 10 ชนิด จาก 3 สกุลด้วยกัน ได้แก่ **Peronersclerospora. maydis, P. phillipinensis, P. sacchari, P. Sorgi, P. spontanea, P. miscanthi, P. heteropogani , Sclerophthora macrospora, S. philippinensis, S. rayssiae** และ **Sclerospora graminicola** (Shurtleff, 1980; Rathore **et al.,** 2002 ; Yen **et al.,** 2004; Kutama **et al**., 2010; Nagabhushan **et al**., 2014) จากลักษณะทางสัณฐานวิทยาสามารถใช้ระบุชนิดของโรคราน้ำค้างของข้าวโพดได้ (Quimio and Hanlin,1999 ; CIMMYT, 2018) ส่วนความรุนแรงของโรคทำให้ผลผลิตลดลงร้อยละ 30-80 และในแหล่งที่มีโรคระบาดรุนแรง และพันธุ์ข้าวโพดพันธุ์อ่อนแอจะทำความเสียหายได้ถึงร้อยละ 100 (ชุติมันต์ และเตือนใจ, 2545) แต่พันธุ์ต้านทานยังสามารถเจริญเติบโตได้ แต่อาจให้ฝักไม่สมบูรณ์ เมล็ดน้อยหรือไม่มีเมล็ด (กองโรคพืช และจุลชีววิทยา, 2545)

ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดเพื่อให้ได้พันธุ์ที่ต้านทานโรคราน้ำค้าง นักปรับปรุงพันธุ์ต้องเลือกประชากรพื้นฐานเพื่อเป็นเชื้อพันธุ์ (germplasm) สำหรับเริ่มต้นการปรับปรุงพันธุ์ และการเลือกใช้วิธีการคัดเลือกให้เหมาะสมกับเชื้อพันธุ์และเป้าหมายของการปรับปรุงพันธุ์ (เจริญศักดิ์ และพีระศักดิ์, 2529) ลักษณะที่ต้านทานโรค ราน้ำค้างในข้าวโพดข้าวเหนียวและข้าวโพดเทียน เป็นคุณสมบัติหนึ่งที่นักปรับปรุงพันธุ์ต้องการ ก็จะมีการประเมินความต้านทานโรคในระยะต้นโตเป็นส่วนใหญ่ นักวิจัยพยายามหาวิธีที่แม่นยำ และรวดเร็วในการประเมินความต้านทานราน้ำค้างในข้าวโพด โดยใช้เทคนิคการปลูกเชื้อ ในระยะต่างๆ ซึ่งก็มีรายงานอยู่หลายวิธี (Sun and Tseng, 1972; Lal and Singh, 1984 ; Rao **et al**., 1984; Singh and Gopinath, 1985 ; Narayana **et al**., 1995; Kim **et al**., 2016) ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาแล้ว การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อ และศึกษาเทคนิคการปลูกเชื้อที่มีประสิทธิภาพ เพื่อสามารถนำมาประยุกต์และใช้ประเมินความต้านทานราน้ำค้างในข้าวโพดในการปรับปรุงพันธุ์ในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

เก็บตัวอย่างใบข้าวโพดที่แสดงอาการของโรคราน้ำค้างอายุ 45 วัน จากแปลงปลูกของเกษตรกร ต. บ้านเกาะ อ. พระนครศรีอยุธยา จ. พระนครศรีอยุธยา ตัดใบข้าวโพดที่เป็นโรคราน้ำค้าง มาล้างน้ำให้สะอาดโดยลูบเอาสปอร์เก่าออกไป

ให้หมด จากนั้นนำมาใส่ในถังพลาสติกเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร จำนวน 30 ใบต่อถัง โดยเอาส่วนโคนใบลงด้านล่างของถัง ภายในถังให้มีน้ำหล่อเลี้ยงสูง 2 เซนติเมตร แล้วจึงนำไปตั้งไว้ในห้องปรับอากาศ ให้น้ำที่เกาะบริเวณใบแห้ง หลังจากนั้นปิดฝาถังนำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 20 - 22 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อให้เชื้อรา **P. sorghi** สร้างสปอร์ขึ้นมาใหม่ สปอร์ที่สร้างขึ้นใหม่จะเจริญคลุมอยู่ใต้ใบใช้พู่กันลูบสปอร์ให้หลุดออกจากใบผสมกับน้ำกลั่นเป็นสปอร์แขวนลอย เตรียม spore suspension ปรับความเข้มข้นให้ได้ 8.00 x 10^4 สปอร์/มิลลิลิตร เพื่อนำไปปลูกเชื้อในการทดลองต่อไป เขี่ยเชื้อตรวจสอบลักษณะสัณฐานวิทยา ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ วัดขนาดของ conidia และ conidiophore ทดสอบเทคนิคในการปลูกเชื้อโดยใช้ข้าวโพด 5 สายพันธุ์ ที่ทราบระดับความต้านทานโรคอยู่ก่อนแล้ว โดยเลือกใช้พันธุ์ที่มีความต้านทานสูง ต้านทานปานกลาง ต้านทานต่ำ และอ่อนแอ ได้แก่ Ki 27 (ต้านทานสูง) Kei 0605 (ต้านทานปานกลาง) Ki 51 (ต้านทานต่ำ) Tuxpenno (อ่อนแอ) และข้าวโพดเทียนบ้านเกาะ (อ่อนแอ) โดยใช้สายพันธุ์ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 30 ต้น ในโรงเรือน โดยวิธีการปลูกเชื้อที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. ปลูกเชื้อระยะพลูมูลโดยวิธีของ (Sun and Tseng, 1972)

1.1 จุ่มเมล็ดข้าวโพดระยะพลูมูลใน spore suspension 2 ชม.

1.2 ฉีด spore suspension บริเวณจุดเจริญ (growing point)

นับจำนวนต้นเป็นโรค (disease incidence) หลังปลูกเชื้อ 7 วัน

2. ปลูกเชื้อระยะกล้า

2.1 ฉีด spore suspension เข้าไปภายในลำต้นข้าวโพด บริเวณจุดเจริญ (growing point)

2.2 ใช้ spore suspension หยอดกรวยยอด (leaf whorl)

2.3 พ่น spore suspension ลงบนต้นกล้าข้าวโพด

2.4 นำใบที่เป็นโรคราน้ำค้างเสียบกรวยยอดต้นกล้า บ่มเชื้อในตอนกลางคืน

นับจำนวนต้นเป็นโรค (disease incidence) หลังปลูกเชื้อ 7 วัน

3. ปลูกเชื้อในเมล็ดโดยใช้ leaf technique นำเมล็ดข้าวโพดที่แช่น้ำไว้แล้ว 72 ชั่วโมง ไปวางบนจานเลี้ยงเชื้อ ที่มีใบข้าวโพดที่เป็นโรคราน้ำค้างเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมงในที่มืดเย็น แล้วนำไปเมล็ดไปเพาะ

นับจำนวนต้นเป็นโรค (disease incidence) หลังปลูกเชื้อ 7 วัน

4. ปลูกเชื้อระยะต้นโต ฉีดพ่น spore suspension ซ้ำ 2 ครั้ง ติดต่อกัน ในข้าวโพดอายุ 20 และ 25 วัน

นับจำนวนต้นเป็นโรค (disease incidence) หลังปลูกเชื้อครั้งสุดท้าย 50วัน

ทุกวิธีในการศึกษาการปลูกเชื้อ หลังการปลูกเชื้อจะต้องบ่มเชื้อโดยใช้ถุงพลาสติคที่ฉีดละอองน้ำไว้ครอบให้ความชื้น เป็นเวลานาน 12 ชั่วโมง

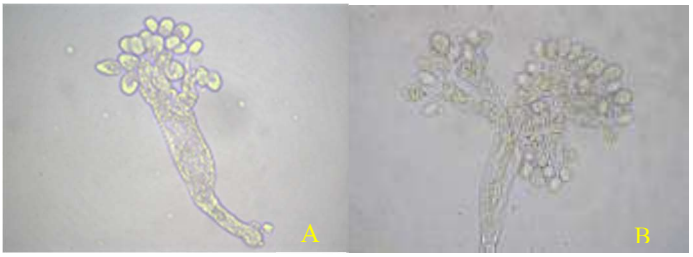
บันทึกข้อมูล นำมาคำนวณหาร้อยละการเกิดโรคจากสูตรต่อไปนี้

$$\text{ร้อยละของต้นข้าวโพดที่เป็นโรคราน้ำค้าง} = \frac{\text{ต้นที่เป็นโรคทั้งหมด}}{\text{จำนวนต้นทั้งหมด}} \times 100$$

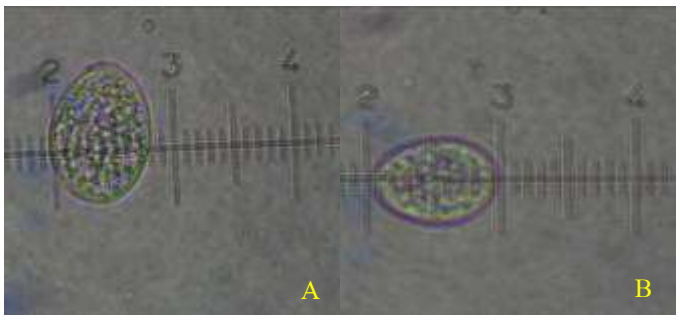
ผลและวิจารณ์ผล

1. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชื้อรา **P. sorghi** ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ลักษณะเชื้อ **P. sorghi** มีก้านชูสปอร์ (conidiophore) ตั้งตรง มี basal knob ที่โคนล่างสุดขนาด 7 – 9 ไมครอน ส่วนปลาย แตกแขนงแบบสองแฉก (dichotomous) สร้าง conidia ลักษณะใสแผ่เป็นรูปครึ่งวงกลม (ภาพที่ 1) จากการวัดขนาด ความกว้าง ความยาว ของ conidia ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า ความกว้างของ conidia เฉลี่ยเท่ากับ 24 ไมโครเมตร ความยาวของ conidia เฉลี่ยเท่ากับ 30 ไมโครเมตร (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 1 conidiophore มี basal knob (A) และ การแตกแขนงแบบ dichotomous (B)



ภาพที่ 2 การวัดขนาดความกว้าง (A) การวัดขนาดความยาว (B) conidia ราน้ำค้าง

2. การศึกษาเทคนิคการปลูกเชื้อราน้ำค้างในข้าวโพด

ตารางที่ 1 ร้อยละการเกิดโรคในข้าวโพดโดยการปลูกเชื้อในระยะพลูมูล ระยะกล้า ในเมล็ด และระยะต้นโต ด้วยเทคนิคการปลูกเชื้อ 8 วิธี

เทคนิคการปลูกเชื้อ	ร้อยละต้นข้าวโพดที่เป็นโรคราน้ำค้าง (%)				
	Ki 27	Kei 0605	Ki 51	Tuxpenno	เทียนบ้านเกาะ
ระยะพลูมูล					
1. จุ่มเมล็ดข้าวโพดใน spore suspension	0.00	0.00	0.00	8.89	15.55
2. ฉีด spore suspension บริเวณจุดเจริญ	0.00	0.00	3.33	1.10	9.99
3. ชุดควบคุมไม่ปลูกเชื้อ	0.00	0.00	0.00	5.56	4.43
ระยะกล้า					
1. ฉีด spore suspension เข้าไปภายในลำต้นข้าวโพดบริเวณจุดเจริญ	0.00	1.10	0.00	4.43	16.65
2. ใช้ spore suspension หยอดกรวยยอด (leaf whorl)	0.00	2.23	3.33	8.89	17.75
3. พ่น spore suspension ต้นข้าวโพด	0.00	0.00	0.00	5.56	14.42

4. นำใบที่เป็นโรคเสียบกรวยยอด	0.00	0.00	0.00	1.10	15.55
5. ชุดควบคุมไม่ปลูกเชื้อ	0.00	0.00	0.00	2.23	8.89
ระยะเมล็ด					
1. ใช้ leaf technique	0.00	1.10	1.10	3.33	14.43
2. ชุดควบคุมไม่ปลูกเชื้อ	0.00	0.00	0.00	6.67	13.33
ระยะต้นโต					
1. พ่น spore suspension ต้นข้าวโพด	0.00	0.00	2.23	8.90	18.88
2. ชุดควบคุมไม่ปลูกเชื้อ	0.00	0.33	1.10	2.23	16.65

ในการศึกษาเรื่องความต้านทานโรค ในการปรับปรุงพันธุ์จะมีสามค่าที่สำคัญที่ต้องนำมาพิจารณา ได้แก่ disease incidence, disease severity และ disease index ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำวิธีการปลูกเชื้อมาทดสอบ เพื่อให้เห็นว่าวิธีใดเป็นเทคนิคที่ดี เมื่อนำมาเชื้อมาปลูกในข้าวโพดที่เราทราบมาก่อนว่าพันธุ์นั้นๆ ต้านทานหรืออ่อนแอ การปลูกเชื้อที่ดีก็ต้องให้ผลสอดคล้องกับสายพันธุ์ โดยระดับการเกิดโรคต้องสูงเมื่อพันธุ์อ่อนแอ และจะเป็นโรคน้อยลงเมื่อพันธุ์นั้นๆ มีความต้านทาน วิธีการปลูกเชื้อใดที่สามารถทำให้พันธ์ที่ต้านทานเป็นโรคได้ ก็น่าจะเป็นวิธีที่ดี โดยเฉพาะวิธีที่ไม่ยุ่งยาก และใช้เวลาน้อย ในการศึกษาครั้งนี้เราจึงตรวจสอบเฉพาะการเกิด หรือ ไม่เกิดโรคเท่านั้น จึงไม่ได้ประเมินค่า disease severity เหมือนในด้านการปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานโรค เพราะศึกษาเทคนิคการปลูกเชื้อ ให้ได้มาซึ่งวิธีการที่แม่นยำ ง่าย และทำซ้ำได้ มีรายงานการศึกษาการใช้เทคนิคการปลูกเชื้อ ในระยะต่างๆ ซึ่งก็อยู่หลายวิธี เช่น Narayana **et al**. (1995) ได้ศึกษาเทคนิคการปลูกเชื้อ 6 วิธี ในโรงเรือนได้เทคนิคที่ทำให้เกิดโรคในพันธ์ต้านทาน น้อยกว่า 5 % ส่วนจำนวนตัวอย่างข้าวโพด ที่ได้รับการปลูกเชื้อ ใช้เป็นค่าเฉลี่ยจากข้าวโพด 30 ต้น

จากผลการทดลอง เทคนิคการปลูกเชื้อ ในระยะพลูมูล ระยะกล้า ในเมล็ด และระยะต้นโต สภาพโรงเรือนในข้าวโพด จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ Ki 27 (ต้านทาน) Kei 0605 (ต้านทานปานกลาง) Ki 51 (ต้านทานต่ำ) Tuxpenno (อ่อนแอ) และข้าวโพดเทียนบ้านเกาะ (อ่อนแอ) พบว่า ทุกเทคนิคของการปลูกเชื้อในระยะต่างๆ สามารถทำให้สายพันธุ์ที่อ่อนแอทั้ง 2 สายพันธุ์ ได้แก่ Tuxpenno และข้าวโพดเทียนบ้านเกาะ เกิดโรคได้ โดยฉีดพ่น spore suspension ในระยะต้นโต อายุ 20 วัน และ ฉีดซ้ำเมื่ออายุ 25 วัน มีร้อยละการเกิดโรคราน้ำค้างสูงสุด คือ18.88 รองลงมา คือ การใช้ spore suspension หยอดกรวยยอด (leaf whorl) ทำให้การเกิดโรคราน้ำค้างร้อยละ 17.75 และทุกเทคนิคไม่สามารถทำให้พันธุ์ต้านทาน Ki 27 เป็นโรคได้

ในการศึกษาครั้งนี้ จะเห็นว่า การปลูกเชื้อในระยะต้นโตนั้นเราไม่พบการเกิดโรคในสายพันธุ์ต้านทานปานกลาง (Kei0605) ขณะที่การใช้ leaf technique ในระยะเมล็ดนั้น ทำให้เกิดโรคในสายพันธุ์ต้านทานปานกลาง (Kei0605) เช่นเดียวกับการปลูกเชื้อในระยะกล้าโดยใช้ spore suspension ฉีดเข้าไปภายในลำต้นข้าวโพดบริเวณจุดเจริญ และใช้ spore suspension หยอดกรวยยอด ถึงแม้ว่าการปลูกเชื้อโดยใช้ spore suspension ฉีดเข้าไปภายในลำต้นข้าวโพดบริเวณจุดเจริญ จะไม่ทำให้พันธุ์ต้านทานต่ำ Ki 51 เกิดโรคก็ตาม ซึ่งอาจเกิดขึ้นเนื่องมาจาก สภาพแวดล้อมในโรงเรือนยังไม่เหมาะสมต่อการเกิดโรค และสปอร์แขวนลอยอาจแห้งในจุดเจริญได้

ส่วนการปลูกเชื้อโดยนำใบที่เป็นโรคเสียบกรวยยอดนั้น จะต้องทำในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ได้ เพราะเมื่อนำใบที่เป็นโรคเสียบกรวยอดแล้วปล่อยทิ้งไว้ ใบที่เป็นโรคที่นำไปเสียบนั้นจะแห้งไม่เหมาะสมต่อการงอกของ conidia ซึ่ง conidia อาจหลุดร่วงได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานของ (Sun and Tseng, 1972) ได้วิจารณ์ ในทำนองเดียวกัน ส่วนใน

การปลูกเชื้อระยะพลูมูล และระยะกล้า โดยวิธีการฉีด spore suspension บริเวณจุดเจริญ (growing point) นั้น อาจจะเป็นเทคนิคที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากต้องใช้ความแม่นยำและความเที่ยงตรงของผู้ฉีดในการฉีดเข้าจุดเจริญ

จากผลการทดลองมีสองวิธีการปลูกเชื้อที่น่าสนใจคือ การใช้ spore suspension หยอดกรวยยอด (leaf whorl)ในระยะกล้า และการปลูกเชื้อในระยะเมล็ดโดยใช้ leaf technique สามารถทำให้พันธุ์ต้านทานปานกลาง Kei 0605 เป็นโรคได้ ร้อยละ 2.23 และ 1.10 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) โดยภาพรวม การปลูกเชื้อในระยะเมล็ดโดยใช้ leaf technique จะทำให้เกิดโรคน้อยกว่าการใช้ spore suspension หยอดกรวยยอด (leaf whorl)ในระยะกล้า แต่ leaf technique นั้นใช้ระยะเวลาสั้นและสามารถตรวจสอบว่าจะเกิดโรคหรือไม่นั้น ได้ภายในระยะเวลา 7 วัน เมื่อเทียบกับเทคนิคการหยอดกรวยยอดในระยะกล้าต้องใช้เวลานานถึง 14 วัน ผลของการศึกษาครั้งนี้มีประโยชน์ทำให้ทราบเทคนิคการปลูกเชื้อ และจะเพิ่มความแม่นยำยิ่งขึ้นถ้าสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์โรงเรือนได้ ซึ่งในการทดลองนี้ความชื้นสัมพัทธ์ตอนกลางคืนเฉลี่ยอยู่ที่ 85-90 % ส่วนกลางวันมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเพียง 70-77 %

สรุปผลการวิจัย

ลักษณะเชื้อ **P. sorghi** มีก้านชูสปอร์ (conidiophore) ตั้งตรง มี basal knob ที่โคนล่างสุดขนาด 7 – 9 ไมโครเมตร ส่วนปลายแตกแขนงแบบสองแฉก (dichotomous) สร้าง conidia จากการวัดขนาด ความกว้าง ความยาวของ conidia พบว่าความกว้างของ conidia เฉลี่ยเท่ากับ 24 ไมโครเมตร ความยาวของ conidia เฉลี่ยเท่ากับ 30 ไมโครเมตร การใช้เทคนิคการปลูกเชื้อราน้ำค้างโดยการฉีดพ่น spore suspension ในระยะต้นโตอายุ 20 วัน และ ฉีดซ้ำเมื่ออายุ 25 วัน พบว่า ทำให้การเกิดโรคราน้ำค้างสูงสุดร้อยละ 18.88 รองลงมา ได้แก่ การใช้เทคนิคการหยอดกรวยยอดในระยะกล้า โดยข้าวโพดเป็นโรคราน้ำค้างเฉลี่ยร้อยละ 17.75 การใช้ leaf technique เป็นเทคนิคที่น่าสนใจ เพราะสามารถทำให้พันธุ์ต้านทานปานกลาง Kei 0605 เป็นโรคได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยครั้งนี้ และขอขอบพระคุณ ดร. สรรเสริญ จำปาทอง ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ จังหวัดนครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเพื่อใช้ในการดำเนินการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

กองโรคพืชและจุลชีววิทยา. 2545. คู่มือโรคพืชไร่. กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ชุติมันต์ พานิชศักดิ์พัฒนา และเตือนใจ บุญ-หลง. 2545. โรคข้าวโพดและการป้องกันกำจัด. เอกสารวิชาการกอง โรคพืชและจุลชีววิทยา. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ดิลก อัญชลิสังกาศ, พีระวรรณ พัฒนาวิภาส และเตือนใจ บุญ-หลง. 2541. ปฏิกิริยาของเชื้อรา **Peronosclerospora sorghi** ต่อสารเมตาแลกซิลใช้คลุกเมล็ดในท้องที่ต่างๆ ที่มีการปลูกข้าวโพดในประเทศไทย. น. 21-28. **ใน** รายงานผลงานวิจัยปี 2541. กลุ่มงานวิจัยโรคพืชไร่ กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

รัฐกิจ รุ่งเรือง วันชัย จันทร์ประเสริฐ พิจิตรา แก้วสอน สมศิริ แสงโชติ และวีระพันธ์ ดวงจันทร์โชติ. 2553. ผลของสารไดเมทโทมอร์ฟและวิธีการให้สารที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการควบคุมโรคราน้ำค้างในข้าวโพดหวาน.

ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48 วันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ 2553. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

วราภรณ์ บุญเกิด, สุพจน์ กาเซ็ม, พัชรวิภา ใจจักรคำ, วันชัย เย็นเพชร และ จีรนันท์ แหยมสูงเนิน. 2555. การตรวจสอบเชื้อรา **Peronosclerospora sorghi** ที่ต้านทาน metalaxyl ด้วยเครื่องหมายโมเลกุล inter simple sequence repeat. **ใน** : การประชุมเชิงปฏิบัติการ โครงการวิจัยแม่บทข้าวโพดและข้าวฟ่างมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 5 วันที่ 31 พฤษภาคม -1 มิถุนายน 2555. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สถาบันอินทรีจันทรสถิตย์เพื่อการค้นคว้าและพัฒนาด้านพืชศาสตร์ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ.จ.นครปฐม

สมเกียรติ ฐิตะฐาน และดิลก อัญชลิสังกาศ. 2533. การศึกษาปฏิกิริยาของเชื้อรา **Peronosclerospora sorghi** ต่อสารเคมี metalaxyl ใช้คลุกเมล็ดในท้องที่ต่างๆ ที่มีการปลูกข้าวโพดในประเทศไทย. น.123-127. **ใน** รายงานผลงานวิจัยปี 2533. กลุ่มงานวิจัยโรคพืชไร่ กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร.กรุงเทพฯ.

อุดม ภู่พิพัฒน์. 2529. โรคข้าวโพด. ข่าวสารศัตรูพืช 2: 22-33.

Bonde, M.R., Peterson, G.L. and Duck, N.B.. 1985. Effect of temperature on sporulation, conidial germination, and infection of maize by **Peronosclerospora sorghi** from different geographical areas. Phytopathology 75: 122-126.

CIMMYT. 2018. Maize Doctor.(online). Available Source : http://maizedoctor.cimmyt.org/index.php, 20 April 2018.

Jeffers, D. H. Cordova, S. Vasal, G. Srinivasan, D. Beck, and M. Barandiaran. 2000. Status in breeding for resistance to maize diseases at CIMMYT. pp. 257–266. **In** Vasal SK, Gonzalez Ceniceros F, Fan XM (eds) Proceedings of 7th Asian Regional Maize Workshop. PCARRD, Los Banos.

Kim, K.H., Moon, J.C., Kim, J.Y., Kim, H.C., Shin, S.h., Song, K., Baek, S.B. and Lee, B.M. 2016. Evaluation of Maize downy mildew using spreader row technique. Korean Journal of crop Science 61(1): 41-49.

Kutama, A. S., Aliyu, B. S. and Emechebe, A. M. 2010. State of sorghum downy mildew in maize in the Sudan and Sahel Savanna agro-ecological zones of Nigeria. Bayero Journal of Pure and Applied Science 3(1):233.

Lal, S. and Singh, S. 1984. Breeding for resistance to downy mildews and stalk rots in maize. 69: 2. pp. 111-119.

Muis, A., Nonci, N. and Pabendon, M. B. 2016. Geographical distribution of **Peronosclerospora** spp., the causal organism of maize downy mildew, in Indonesia. 8:3. pp. 143-154.

Nagabhushan, Lohithaswa H. C., T. A. Sreemarasetty, and S. Puttaramanaik, Hittalmani. 2014. Identification of stable source of resistance to sorghum downy mildew in maize (**Zea mays** L.). Journal of Agroecology and Natural Resource Management 1(3):176-178. -237.

Narayana, L. Y. Mughogho, D.K. and Bandyopadhyay, R. 1995. Evaluation of greenhouse inoculation techniques to screen sorghum for resistance to downy mildew. 86:1. pp. 49–53.

Quimio T. H. and R. T. Hanlin. 1999. Illustrated genera and species of plant pathogenic fungi in the tropics. College of Agriculture, University of the Philippines Los Banos, College, Laguna, Philippines, 259 pp.

Rathore, R. S., Trivedi A., Mathur K., 2002 Rajasthan downy mildew: The problem and management perspectives. pp. 366-379. Proceedings of the Eight Asian Regional Maize Workshop: New Technologies for New Millenium. Bangkok, Thailand, 5-8 August 2002,

Rao, B.M., Prakash, H.S. and Shetty, H.S. 1984. Relationship of cultivars with sporulation and morphology of asexual propagules of **Peronosclerospora sorghi** on maize. International Journal of Tropical Plant Diseases, 2 (2). 175-180.

Shurtleff, M. C., 1980 Compendium of corn diseases. Second edition, The American Phytopathological Society, 105 pp.

Singh, S. D., and Gopinath, R. 1985. A seedling inoculation technique for downy mildew resistance in pearl millet. Plant Disease. 69: 582-584.

Sun, M. H. and Tseng, C.M. 1972. Title Plumule inoculation of corn with **Sclerospora sacchari**. Corn Research Center, Taiwan (Republic of China). 116-118.

Yen, T. T. O., Prasanna,B. M., Setty, T. A. S. and Rathore, R. S.. 2004. Genetic variability for resistance to sorghum downy mildew (**Peronosclerospora sorghi**) and Rajasthan downy mildew (**P. heteropogoni**) in the tropical/sub-tropical Asian maize germplasm. Euphytica 138: 23-31.

ผลของสายพันธุ์องุ่นทำไวน์ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และการสังเคราะห์แสง

Effects of Wine Grape Varieties on Physiological and Leaf Photosynthesis Changes

ชิติ ศรีตนทิพย์ สันติ ช่างเจรจา[1] สัญชัย พันธโชติ[1] ชินพันธ์ ธนรุจ[2]

Chiti Sritontip[1*] Sunti Changeraja[1] Sanchai Panthachod[1] Chinnapan Thanarut[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาความแตกต่างของสายพันธุ์ต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงการสังเคราะห์แสงขององุ่นทำไวน์ วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 7 สายพันธุ์คือ 1. พันธุ์ Colombarb 2. พันธุ์ Chenin Blanc 3. พันธุ์ Rondo 4. พันธุ์ Shiraz 5. พันธุ์ Cabernet Sauvignon 6. พันธุ์ Sauvignon Blanc และ 7. พันธุ์ Portugieser โดยใช้ต้นตออองุ่นพันธุ์ Couderc 1613 ทดลองในเดือนกรกฎาคม 2559 ถึง พฤษภาคม 2560 ผลการทดลองพบว่าองุ่นพันธุ์ Chenin Blanc มีการเจริญเติบโตในด้านเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและ ความเขียวของใบสูงที่สุด ส่วนพันธุ์ Colombard มีการเจริญเติบโตในด้านความยาวของเถาว์และจำนวนใบสูงที่สุด พันธุ์ Sauvignon Blanc มีความกว้างของใบมากที่สุด ส่วนพันธุ์ Chenin Blanc Rondo Colombard และ Shiraz มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความยาวของยอดใหม่สูงที่สุด ส่วนพันธุ์ Shiraz Rondo Colombard และ Chenin Blanc อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ การนำก๊าซผ่านของปากใบและการคายน้ำสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ

คำสำคัญ: องุ่นทำไวน์, การแตกช่อใบ, การแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ABSTRACT

The difference of wine grape cultivars on vegetative growth and leaf photosynthesis was investigated. The RCBD was experimental design, consisted of 7 varieties i.e. 1. Colombarb 2. Chenin Blanc 3. Rondo 4. Shiraz 5. Cabernet Sauvignon 6. Sauvignon Blanc and 7. Portugieser and the stock was Couderc 1613. The research work was carried out during July 2016 –May 2017. The result showed that Sauvignon Blanc variety had the highest on leaf width. However, Chenin Blanc, Rondo, Colombard and Shiraz were higher diameter of stem and shoot length than other treatments. Whereas, Shiraz, Rondo, Colombard and Chenin Blanc gave the highest on CO_2 exchange rate, stomata conductance rate and transpiration rate.

Keywords: Wine grape, leaf flushing, CO_2 exchange rate

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ต.พิชัย อ.เมือง จ.ลำปาง 52000

[1] Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Pichai, Muang, Lampang, 52000, Thailand

[2] ภาควิชาพืชสวน.. คณะผลิตกรรมการเกษตร..มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ 50290

[2] Department of Horticultural, Faculty of Agriculture Production, Maejo university, Nogharn, Sansai, Chiang Mai, 50290, Thailand

(Corresponding author, e-mail) : Chiti@rmutl.ac.th

บทนำ

การปลูกองุ่นเป็นการค้าของประเทศไทยอยู่ในเขตภาคกลางเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นแหล่งที่ใหญ่ที่สุด ได้แก่จังหวัดสมุทรสาคร สมุทรสงคราม นครปฐมและราชบุรี พันธุ์องุ่นที่ปลูกเป็นพันธุ์ที่ใช้บริโภคผลสดได้แก่พันธุ์ไวท์มาละกา คาร์ดินัลและริเบียร์ และการปลูกองุ่นสำหรับการทำไวน์มีการปลูกในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาและจังหวัดเลย การผลิตไวน์ในประเทศไทยได้มีการผลิตมาแล้วหลายปีทำให้มีผู้ผลิตมากมายและทำให้เกิดอุตสาหกรรมไวน์ในประเทศขึ้นมากในที่สุด แต่การพัฒนาเทคนิคในการผลิตไวน์อย่างถูกต้องตามมาตรฐานนั้นยังเป็นข้อจำกัด และการขาดวัตถุดิบที่มีคุณภาพโดยเฉพาะพันธุ์องุ่นที่เหมาะสมในแต่ละสภาพพื้นที่การปลูกในประเทศไทยที่ใช้ในการผลิตไวน์ทำให้คุณภาพของไวน์ไม่เป็นที่ยอมรับมากนักในระดับสากล การส่งเสริมการปลูกองุ่นในเมืองไทยส่วนใหญ่เป็นองุ่นทานผลสด (ชินพันธ์, 2558) ส่วนพันธุ์องุ่นที่ใช้ในการผลิตไวน์ที่นิยมมี 2 พันธุ์ คือพันธุ์ Shiraz ใช้ผลิตไวน์แดงและพันธุ์ Chenin Blanc ใช้ผลิตไวน์ขาว โดยการผลิตไวน์ของต่างประเทศนั้นพันธุ์องุ่นที่นิยมปลูกกันมากเพื่อใช้ผลิตไวน์แดงได้แก่ พันธุ์ Shiraz ซึ่งเป็นองุ่นพันธุ์ที่ใช้ผลผลิตมาทำไวน์แดงที่ดีและมีคุณภาพเยี่ยม เนื่องจากมีกลิ่นเฉพาะตัว เนื้อไวน์เข้มข้น สีม่วงแดง เป็นพันธุ์ที่ทนต่อโรคราแป้งได้ดี และองุ่นพันธุ์ Cabernet Sauvignon เป็นองุ่นที่ให้ไวน์คุณภาพสูง ฝาดมาก และมีลักษณะพิเศษคือมีสีม่วงแดง นิยมนำไปผสมกับไวน์แดงพันธุ์ต่างๆ ซึ่งองุ่นพันธุ์นี้อ่อนแอต่อโรคราแป้ง แต่ทนต่อโรคผลเน่า นอกจากนี้ยังมีพันธุ์ Cabement Burger Sylvaner Chardonnay และ Palomino เป็นพันธุ์องุ่นที่ เป็นพันธุ์ที่ปลูกง่าย ให้ผลเร็ว ผลดก มีผลสีแดงหรือสีม่วง รสชาติ สำหรับพันธุ์ที่ใช้ผลิตไวน์ขาวได้แก่ องุ่นพันธุ์ Chenin Blanc เป็นพันธุ์ที่มีความแข็งแรง สามารถแตกตาได้เร็วและให้ผลผลิตมาก องุ่นพันธุ์ Chardonnay เป็นองุ่นที่แตกตาเร็ว โตเร็ว ทนทานต่อโรคราน้ำค้างได้บ้าง แต่ไม่ทนทานต่อโรคราแป้ง และโรคผลเน่า และองุ่นพันธุ์ Sauvignon Blanc เป็นองุ่นที่แตกตาและเก็บเกี่ยวเร็ว ไม่ทนต่อโรคราแป้งและเน่าดำ แต่ทนต่อโรคราน้ำค้างและผลเน่าพอสมควร (วัฒนา, 2554; Galet, 1980) แต่ในพื้นที่จังหวัดลำปางยังไม่มีการรายงานการปลูกองุ่นสำหรับทำไวน์ ทำให้สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา โดยความร่วมมือจาก Geisenheim Research Institute ประเทศเยอรมนี ได้ให้ความอนุเคราะห์ต้นพันธุ์บางส่วนสำหรับใช้ในการศึกษาทดลอง ดังนั้นในการทดลองในครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของสายพันธุ์องุ่นต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงอัตราการสังเคราะห์แสงขององุ่นทำไวน์ในพื้นที่จังหวัดลำปาง

วิธีดำเนินการวิจัย

การทดลองกับต้นพันธุ์องุ่นอายุ 1 ปี ณ. สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง ขยายพันธุ์โดยการเสียบยอด ใช้องุ่นพันธุ์ Couderc 1613 เป็นต้นตอ การปลูกระยะห่างระหว่างต้น 1.25 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลง 5 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล๊อคสมบูรณ์ (RCBD) มี 7 สายพันธุ์ แต่ละสายพันธุ์ มี 10 ซ้ำ คือ Colombard Chenin Blanc Rondo Shiraz Cabernet Sauvignon Sauvignon blanc และ Portugieser

การทำค้างแบบรั้ว โดยใช้เสาซีเมนต์ความสูง 1.20 เมตร ความสูงของเสาเมื่อปักลงไปในดินแล้วให้เหลือความสูง 70 เซนติเมตร โดยต้องยึดเสาต้นแรกและต้นสุดท้ายให้มีความแข็งแรง ลวดเส้นล่างต้องสูงกว่าพื้นดินไม่น้อยกว่า 40 เซนติเมตร โดยขึงลวดด้วยกัน 3 เส้น

การบันทึกข้อมูลทุกเดือนในด้านความสูงของลำต้นและเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น โดยนำข้อมูลที่วัดได้มาหาอัตราการเติบโตในแต่ละเดือนตามเอกสารของ Shabana **et. al.** (1981) ตามสูตรดังนี้

อัตราการเติบโต (%) = $\frac{X1 - X0}{X0} \times 100$

X0 = การวัดครั้งแรก

X1 = การวัดครั้งต่อไป

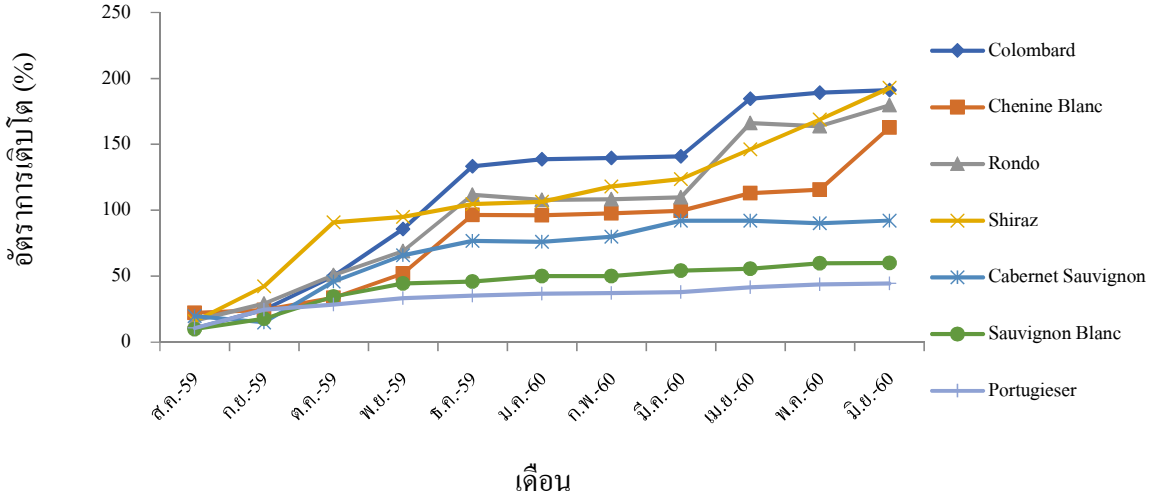
การแตกยอดใหม่ทำการวัดยอดที่แตกใหม่หลังการทดลองได้แก่ การแตกยอดใหม่ โดยการนับยอดที่แตกใหม่แล้วนำมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ในด้านความยาวยอดใหม่ เส้นผ่าศูนย์กลางของช่อใหม่ จำนวนใบต่อยอดใหม่ ความกว้างของใบ ความยาวของใบ และค่าความเขียวของใบ (วัดโดยเครื่อง SPAD 502, Minolta, Japan) โดยทำการวัดยอดที่แตกใหม่ ส่วนการวัดใบทำการวัดใบลำดับที่ 3 นับจากปลายยอด เมื่ออายุ 45 วันหลังการแตกยอด ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2559 ถึง พฤษภาคม 2560 แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยในรอบปี

การวัดอัตราการสังเคราะห์โดยใช้เครื่องวัดการสังเคราะห์แสง ADC (BioScientific) รุ่น LC pro+ ทำการวัดอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การคายน้ำและการยอมให้ก๊าซผ่านของปากใบโดยทำการวัดใบที่ 3 จากปลายยอด เมื่ออายุ 45 วันหลังการแตกยอด ในช่วงเดือน กรกฎาคม 2559 ถึง กันยายน 2559

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Rang Test (DMRT)

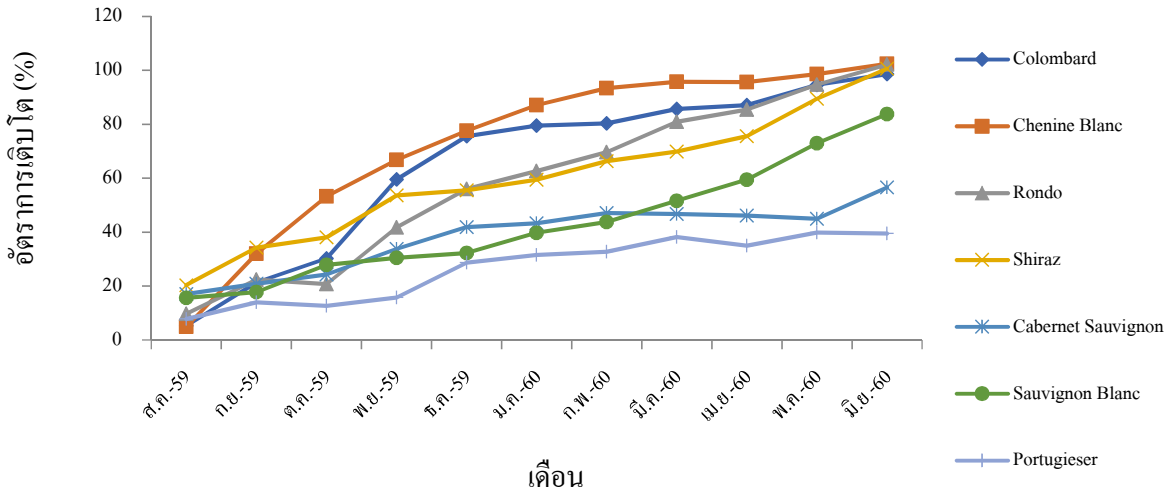
ผลและวิจารณ์ผล

การทดลองการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตขององุ่นทำไวน์จำนวน 7 พันธุ์ โดยข้อมูลในด้านเปลี่ยนแปลงอัตราการเติบโตในด้านความยาวเถา พบว่ายอดองุ่นพันธุ์ Colombard มีการอัตราการเติบโตสูงที่สุด ส่วนสายพันธุ์ Sauvignon Blanc และ Portugieser มีค่าต่ำที่สุด (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 อัตราการเติบโตในด้านความยาวเถาของต้นองุ่น ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2559 ถึง มิถุนายน 2560

การเจริญเติบโตในด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นพบว่าสายพันธุ์ , Chenin Blanc มีอัตราการเติบโตสูงที่สุด ส่วนพันธุ์ Cabernet Sauvignon และ Portugieser มีอัตราการเติบโตต่ำที่สุด (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 อัตราการเติบโตในด้านเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นของต้นองุ่น ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2559 ถึง มิถุนายน 2560

การเจริญเติบโตในด้านการแตกยอดใหม่พบว่าพันธุ์ Colombard Shiraz Chenin Blanc และ Rondo มีการแตกยอดใหม่ ความยาวยอดใหม่ และจำนวนใบต่อยอดใหม่ มีค่าสูงกว่าพันธุ์ Cabernet Sauvignon Sauvignon Blanc และ Portugieser ในขณะที่เส้นผ่าศูนย์กลางของยอดใหม่ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตในด้านการแตกยอดใหม่และการเจริญเติบโตของยอดขององุ่น 7 พันธุ์

พันธ์องุ่น	การแตกยอดใหม่ (%)	ความยาวยอดใหม่ (ซม.)	เส้นผ่าศูนย์กลางของยอดใหม่ (มม.)	จำนวนใบต่อยอดใหม่ (ใบ)
Colombard	82.50 [a]	12.99 [a]	2.30	9.10 [a]
Chenin Blanc	82.50 [a]	11.71 [a]	2.24	7.63 [ab]
Rondo	82.50 [a]	11.11 [a]	2.39	7.83 [ab]
Shiraz	85.00 [a]	12.79 [a]	2.44	7.10 [ab]
Cabernet Sauvignon	60.00 [b]	7.65 [b]	2.19	6.25 [bc]
Sauvignon Blanc	57.50 [b]	9.45 [ab]	2.23	5.73 [bc]
Portugieser	57.50 [b]	7.64 [b]	2.06	4.38 [c]
	*	*	NS	*

หมายเหตุ NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* คือ ตัวอักษรต่างกันในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ในด้านความกว้างของใบพบว่าพันธุ์ Sauvignon Blanc มีค่าสูงที่สุด ในด้านค่าความเขียวของใบพบว่า องุ่นพันธุ์ Chenin Blanc มีค่าความเขียวของใบสูงที่สุด ส่วนพันธุ์ Sauvignon Blanc และ Portugieser มีค่าความเขียวของใบต่ำที่สุด ในด้านความยาวของใบพบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงความกว้างของใบ ความยาวของใบ และค่าความเขียวของใบองุ่นหลังการทดลอง

พันธ์องุ่น	ความกว้างของใบ (ซม.)	ความยาวของใบ (ซม.)	ค่าความเขียวของใบ (SPAD)
Colombard	6.01 ab	6.38	33.63 b
Chenin Blanc	6.07 ab	7.04	38.49 a
Rondo	6.33 ab	7.19	36.34 ab
Shiraz	6.21 ab	6.93	36.42 ab
Cabernet Sauvignon	6.13 ab	6.44	33.05 b
Sauvignon Blanc	7.15 a	7.31	31.70 c
Portugieser	5.68 b	6.75	31.76 c
F-test	*	NS	*

หมายเหตุ NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* คือ ตัวอักษรต่างกันในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ในด้านอัตราการสังเคราะห์แสงของใบองุ่นหลังการแตกช่อใบใหม่ พบว่าองุ่นพันธุ์ Shiraz Chenin blanc Rondo และ Colombard มีค่าอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 การนำก๊าซผ่านของปากใบ และการคายน้ำสูงกว่าสายพันธุ์ Sauvignon Blanc Cabernet Sauvignon และ Portugieser (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 อัตราการสังเคราะห์แสงของใบหลังการแตกยอดใหม่ขององุ่นในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน 2559

พันธ์องุ่น	การแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 (μ mol $m^{-2}s^{-1}$)	การนำก๊าซผ่านของปากใบ (m mol $m^{-2}s^{-1}$)	การคายน้ำ (m mol $m^{-2}s^{-1}$)
Colombard	7.76 a	0.34 bc	5.90 bc
Chenin Blanc	7.99 a	0.49 b	6.69 b
Rondo	7.75 a	0.39 bc	6.08 bc
Shiraz	9.44 a	0.66 a	6.98 a
Cabernet Sauvignon	4.50 b	0.27 c	4.31 c
Sauvignon Blanc	4.62 b	0.29 c	4.75 c
Portugieser	4.20 b	0.22 c	4.44 c
F-test	*	*	*

หมายเหตุ NS ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* คือ ตัวอักษรต่างกันในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

การทดลองสายพันธุ์องุ่นทำไวน์ในพื้นที่จังหวัดลำปางพบว่ายอดพันธุ์องุ่นมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันโดยองุ่นสายพันธุ์ Colombard มีการเจริญเติบโตในด้านความยาวของเถาและจำนวนใบสูงที่สุด สายพันธุ์ Chenin Blanc มีการเจริญเติบโตในด้านเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและ ความเขียวของใบสูงที่สุด ส่วน พันธุ์ Sauvignon Blanc มีความกว้างของใบมากที่สุด ส่วนพันธุ์ Chenin Blanc Rondo Colombard และ Shiraz มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความยาวของยอดใหม่สูงที่สุด แต่ในการทดลองปีแรกพบว่า Sauvignon Blanc มีการเจริญเติบโตในด้านความยาวเถามากกว่าพันธุ์อื่นๆ และพันธุ์ Shiraz มีการเจริญของช่อใบใหม่มากกว่าพันธุ์อื่นๆ (ชิติ, 2559) ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงอัตราการสังเคราะห์แสงนั้นพันธุ์ Shiraz Rondo Colombard และ Chenin Blanc มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 การนำก๊าซผ่านของปากใบและการคายน้ำสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ในการทดลองพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตที่ดีในปีที่ 2 ได้แก่ Shiraz Rondo Colombard และ Chenin Blanc ซึ่งการเจริญเติบโตมี

ผลจากการปรับตัวหรือมีความทนต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ โดยการคัดเลือกพันธุ์ที่มีความทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดีทำให้ได้สายพันธุ์มีเหมาะสมในการผลิตองุ่นทำไวน์ในพื้นที่และเป็นส่วนสำคัญในการคัดเลือกสายพันธุ์องุ่น องุ่นในแต่ละสายพันธุ์มีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมและโรคพืชแตกต่างกัน (Mullins **et al**., 1992) ในการทดลองในครั้งนี้ทำให้สามารถคัดเลือกพันธุ์องุ่นทำไวน์ที่สามารถปลูกในพ้นที่จังหวัดลำปางได้ในเบื้องต้นที่ 4 พันธุ์ คือ Shiraz Rondo Colombard และ Chenin Blanc ซึ่งจะต้องมีการศึกษาผลในด้านการออกดอก ติดผลและคุณภาพผลผลิตต่อไป

สรุปผลการวิจัย

การทดลองสายพันธุ์องุ่นทำไวน์ ทำการทดลองกับองุ่น 7 สายพันธุ์พบว่าองุ่นพันธุ์ Chenin Blanc มีการเจริญเติบโตในด้านเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและ ความเขียวของใบสูงที่สุด ส่วนพันธุ์ Colombard มีการเจริญเติบโตในด้านความยาวของเถาสูงที่สุดส่วนสายพันธุ์ Sauvignon Blanc และ Portugieser มีค่าต่ำที่สุด ส่วนพันธุ์ Chenin Blanc Rondo Colombard และ Shiraz มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความยาวของยอดใหม่สูงที่สุด พันธุ์ Colombard มีจำนวนใบสูงที่สุด พันธุ์ Sauvignon Blanc มีความกว้างของใบมากที่สุด ส่วนพันธุ์ Shiraz Rondo Colombard และ Chenin Blanc อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ การนำก๊าซผ่านของปากใบและการคายน้ำสูงกว่าพันธุ์ Sauvignon Blanc Cabernet Sauvignon และ Portugieser

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาและ Geisenheim Research Institute ประเทศเยอรมนีที่สนับสนุนการทดลองในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ชิติ ศรีตนทิพย์, สันติ ช่างเจรจา, สัญชัย พันธโชติ และ ชิษณุชา จันทร์มณีแสง. 2559. การศึกษาการเจริญเติบโตของสายพันธุ์องุ่นทำไวน์ในพื้นที่จังหวัดลำปาง. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ ปีที่ 3 ฉบับพิเศษ (I): M04/108-113.

ชินพันธ์ ธนารุจ. 2558. องุ่น เทคนิคการผลิตองุ่นเพื่อเพิ่มปริมาณคุณภาพผลผลิต. สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.74 หน้า.

นันทกร บุญเกิด. 2544. คู่มือการสร้างสวนองุ่น.พิมพ์ครั้งที่ 2. สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ.สำนักงานวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา. 122 หน้า

วัฒนา สวรรยาธิปัติ. มปป. การปลูกองุ่น. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 31 หน้า.

Galet, P. 1980. A Practical Ampelography Grapevine identification. 2nd eds. Unitied Kingdom by Cornell University Press. Ltd., London.

Mullins, M.G., A. Bouquet and L.E. Williams. 1992. Biology of the grapevine. Cambridge: Cambridge University Press.

Shabana, H., D. Benjaimin and S. Mohammed. 1981. Pattern of growth and development in date palm fruit. Date Plant. J. 1(1): 32-42.

ประสิทธิภาพของฮอร์โมนชีวภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 43

Hormanes Efficiency On Growth and Yield Of Rice RD 43 Variety

สุจิตรา เรืองเดชาวิวัฒน์[1*] พรวิภา สะนะวงศ์[2] และ สาลิณี ฤทธิรอน[2]

Sujitra Ruengdechawiwat[1*] Pornwipa Sanawong[2] and Chutharat Aimkham[2]

บทคัดย่อ

ศึกษาประสิทธิภาพฮอร์โมนชีวภาพต่อการผลิตข้าวพันธุ์ กข 43 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ประกอบด้วย 4 สิ่งทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ ได้แก่ สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ฮอร์โมน, สิ่งทดลองที่ 2 หลังปลูก 15 วัน ใส่ฮอร์โมนสูตรหน่อกล้วย, สิ่งทดลองที่ 3 ใส่ฮอร์โมนสูตรนมสด และสิ่งทดลองที่ 4 ใส่ฮอร์โมนสูตรไข่ โดยทำการทดลอง ณ แปลงทดลอง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนพฤศจิกายน 2560 พบว่าคุณภาพทางเคมีของฮอร์โมนสูตรนมสด และสูตรไข่ มีปริมาณไนโตรเจนรวมและปริมาณโพแทสเซียมรวม (0.32 - 0.35 เปอร์เซ็นต์ และ 0.28 – 0.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) สูงกว่าฮอร์โมนสูตรหน่อกล้วย และพบว่าฮอร์โมนสูตรไข่ มีปริมาณฟอสเฟตรวม สูงสุด 0.23 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาทดลองปลูกข้าวพันธุ์ กข 43 แต่พบว่าเมล็ดข้าวที่ได้จากการปลูกด้วยฮอร์โมนหน่อกล้วย มีคุณภาพปริมาณไนโตรเจนรวม โพแทสเซียมรวม และฟอสเฟตรวมสูงสุด เท่ากับ 1.09, 0.15 และ 1.15 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องจากปัจจัยหลายอย่างเช่น โครงสร้างโมเลกุลหรือเกิดจากการเกาะกันของโมเลกุลภายในทำให้ยากผลต่อการดูดซึมไปใช้ในการเพาะปลูก ด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตในช่วงระยะเวลาการปักดำ ตั้งแต่อายุ 14-117 วัน พบว่าสิ่งทดลองที่ 4 (ฮอร์โมนสูตรไข่) ให้ผลผลิตจำนวนรวงต่อกอ และผลผลิตต่อไร่ สูงสุด เท่ากับ 13.65 เมล็ด และ 288.81 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่สิ่งทดลองที่ 2 (ฮอร์โมนสูตรหน่อกล้วย) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อรวงสูงสุด เท่ากับ 120.40 เมล็ดต่อรวง เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติที่ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าฮอร์โมนสูตรหน่อกล้วยและสูตรไข่มีศักยภาพต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวพันธุ์ กข 43

คำสำคัญ : ข้าวพันธุ์ กข.43, ฮอร์โมน, การเจริญเติบโต, ผลผลิต

---

[1] สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

[1] Science Majors, Faculty of Sciences and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok, Ban Krang, Mueang Phitsanulok District, Phitsanulok Province 65000, Thailand

[2] สาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

[2] Plant Science Majors, Faculty of Sciences and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok, Ban Krang, Mueang Phitsanulok District, Phitsanulok Province 65000, Thailand

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : sujitra5000@gmail.com

ABSTRACT

A study on hormone effectiveness on rice RD 43 variety production. The experiment was set as randomized complete block design (RCBD) with 4 treatments and 4 replications; treatment 1 (T1) was no use manure, treatment 2 (T2) was after grow 15 days put banana shoot hormone, treatment 3 (T3) was put milk hormone and treatment 4 (T4) was put eggs hormone. The experiment was on the filed of Plant Science Field, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Phitsanulok in between June 2016 to November 2016. The results showed that chemical properties of the milk formula hormone and the eggs formula hormone gave higher total nitrogen content and total potassium (K_2O) content (0.32 - 0.35 % and 0.28 – 0.30 % respectively) than the banana shoot formula hormone. The eggs formula hormone gave highest total phosphorous (P_2O_5) content 0.23 %. Under experimental conditions, it was found that the obtained grain from the banana shoot formula hormone had highest quality of total nitrogen content, total potassium content and total phosphorous (P_2O_5) 1.09, 0.15 and 1.15 % respectively. This could possibly be due to the structure or molecular aggregation occur on adsorption in rice growth. During plant for 14 – 117 days, treatment 4 (treated with the eggs formula hormone) had highest the number of tillers and yield at 13.65 and 288.81 kg per rai. While as treatment 2 (treated with the banana shoot formula hormone) had highest average the number of grains per panicle at 120.40, and were significantly different (P>0.05). We can be concluded that the using the banana shoot and the eggs formula hormone had efficiency on growth and yield potential of rice RD 43 variety.

Keyword: Rice RD 43 variety, Hormone, Growth, Yield

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ผลิตข้าวได้เป็นอันดับ 6 ของโลกรองจากจีน อินเดีย อินโดนีเซีย บังคลาเทศ และเวียดนาม มีพื้นที่ปลูกข้าวนาปีประมาณ 57 ล้าน ไร่ พื้นที่ปลูกข้าวของประเทศไทยมีพื้นที่อยู่ในเขตชลประทานที่เหมาะสมต่อการทำนาเพียงร้อยละ 24 ของพื้นที่การทำนา ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นพืชที่ใช้เป็นอาหารหลักของคนในประเทศ ปัจจุบันนักปรับปรุงพันธุ์ข้าวยังสามารถปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อให้ได้ข้าวสายพันธุ์ใหม่ๆ เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคส่งผลให้ปัจจุบันมีข้าวในประเทศไทยเกิดขึ้นมาหลายชนิด สามารถส่งออกไปต่างประเทศที่สร้างรายได้ให้กับประเทศการเพาะปลูกข้าวขึ้นกับความเหมาะสมต่อสภาพพื้นที่และภูมิอากาศที่ได้ทำการเพาะปลูก เช่นเดียวกับข้าวพันธุ์ กข.43 เป็นข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสงเกิดจากการผสมเดี่ยวระหว่างพันธุ์ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี และพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับข้าวหอมมะลิ 105 โดยที่มีคุณภาพของเมล็ดทางการหุงต้มรับประทานดี ข้าวสุกนุ่มเหนียว มีกลิ่นหอมอ่อน เหมาะต่อการเพาะปลูกในพื้นที่ภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง เนื่องมาจากปัจจุบันเกษตรกรได้มีการใช้สารเคมีในการเกษตรมากเพราะเห็นผลเร็ว ทำให้เกิดการตกค้างของสารพิษส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคและตัวเกษตรกรเอง กระบวนการผลิตจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับเกษตรกร ซึ่งต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของสภาพแวดล้อมและสุขภาพ จึงต้องมีการเปลี่ยนแนวคิดมาทำการเกษตรธรรมชาติ ซึ่งในการทำนานั้นมักนิยมใช้ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยชีวภาพ น้ำหมักชีวภาพ และฮอร์โมนชีวภาพ โดยฮอร์โมนชีวภาพเป็นทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรสามารถนำมาใช้ในการเพาะปลูก เพื่อช่วยเพิ่มคุณภาพผลผลิต และยังเป็นการนำวัสดุต่างๆ ที่มีอยู่ในพื้นที่มาทำให้เกิด

ประโยชน์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการใช้ฮอร์โมนชีวภาพในการเพาะปลูกข้าวพันธุ์ กข.43 เพื่อลดการใช้สารพิษได้ผลผลิตที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ตลอดจนเป็นแนวทางมุ่งสู่เกษตรอินทรีย์ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design (RCBD)) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 4 สิ่งทดลอง ได้แก่ สิ่งทดลองที่ 1 ไม่ใส่ฮอร์โมน (ควบคุม) สิ่งทดลองที่ 2 คือ หลังปลูก 15 วัน ใส่ฮอร์โมนสูตรหน่อกล้วย, สิ่งทดลองที่ 3 ใส่ฮอร์โมนสูตรนมสด และสิ่งทดลองที่ 4 ใส่ฮอร์โมนสูตรไข่ โดยดำเนินทดลองระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน 2560 ณ แปลงทดลอง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก

การเตรียมฮอร์โมนชีวภาพ

- ฮอร์โมนสูตรหน่อกล้วย

สับหน่อกล้วย (3 กิโลกรัม) ให้ละเอียด เติมกากน้ำตาล (1 ลิตร) และสารเร่งซุปเปอร์ พด.2 ใส่ลงในถัง แล้วคนให้เข้ากัน หมักแบบปิดภาชนะ นาน 10 วัน กรองเอาเฉพาะของเหลวไปใช้ในการเพาะปลูกข้าว

- ฮอร์โมนสูตรนมสด

ใส่นมสด (5 กิโลกรัม) ลงในกากน้ำตาล (5 กิโลกรัม) นมเปรี้ยว และแป้งข้าวหมาก 1 ลูกใส่ลงในถัง แล้วคนให้เข้ากัน หมักแบบปิดภาชนะ นาน 10 วัน กรองเอาเฉพาะของเหลวไปใช้ในการเพาะปลูกข้าว

- ฮอร์โมนสูตรไข่

ใส่ไข่ไก่ (5 กิโลกรัม) ลงในกากน้ำตาล (5 กิโลกรัม) นมเปรี้ยว และแป้งข้าวหมาก 4 ลูกใส่ลงในถัง แล้วคนให้เข้ากัน หมักแบบปิดภาชนะ นาน 10 วัน กรองเอาเฉพาะของเหลวไปใช้ในการเพาะปลูกข้าว

การปลูกข้าวและการดูแลรักษา

เตรียมต้นกล้าโดยเพาะจากข้าวพันธุ์ กข.43 ในถาดเพาะกล้า นาน 15 วัน หลังจากนั้นย้ายต้นกล้ามาปลูกโดยวิธีการปักดำ หลังจากนั้น 1 สัปดาห์ จึงเริ่มใส่สิ่งทดลองแต่ละสิ่งทดลอง

การเก็บตัวอย่างและเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตเมื่อข้าวมีอายุ 30 วัน โดยวัดความสูงของต้น นับจำนวนรวงต่อกอ และจำนวนการแตกกอของข้าวในทุกๆ 15 วัน เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวเมื่ออายุ 117 วัน นับจำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดต่อรวง และผลผลิตต่อไร่ วิเคราะห์ลักษณะทางเคมีของฮอร์โมน และเมล็ดข้าว

เก็บตัวอย่างของฮอร์โมนที่เตรียมสำหรับเพาะปลูกข้าวพันธุ์ กข 43 และเมล็ดข้าวที่ได้หลังการเก็บเกี่ยวมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด, ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) และปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (K_2O)

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance) และหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของฮอร์โมนชีวภาพ (ตารางที่ 1) พบว่าฮอร์โมนสูตรนมสดมีปริมาณไนโตรเจนและปริมาณโพแทสเซียม ($\%K_2O$) สูงสุด คือ 0.35 และ 0.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับในขณะที่ฮอร์โมนไข่มีปริมาณฟอสเฟตทั้งหมด ($\%P_2O_5$) สูงสุดที่ 0.23 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าจากกระบวนการหมักในการเตรียมฮอร์โมนชีวภาพจะทำให้เกิดสภาพ

กรดเกิดขึ้นเนื่องจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ทำให้ค่า pH มีค่าต่ำ สำหรับค่าการนำไฟฟ้าพบว่าอยู่ระหว่าง 8-14 µm/cm ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพการดูดซึมแร่ธาตุอาหารของพืชในฮอร์โมนนั้นๆ

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของฮอร์โมนชีวภาพ

พารามิเตอร์	คุณภาพทางเคมีของฮอร์โมนชีวภาพ		
	ฮอร์โมนหน่อกล้วย	ฮอร์โมนนมสด	ฮอร์โมนไข่
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (N) (%)	0.05 ± 0.00	0.35 ± 0.01	0.32 ± 0.01
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) (%)	0.002 ± 0.00	0.07 ± 0.03	0.23 ± 0.01
ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (K_2O) (%)	0.22 ± 0.04	0.30 ± 0.01	0.28 ± 0.02
ความเป็นกรดด่าง (pH)	3.73	3.34	4.00
ค่าการนำไฟฟ้า (EC) (µm/cm)	13.68	8.22	11.02

หมายเหตุ : ข้อมูลนี้ได้จากค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง ± ค่าการแปรปรวน (SD)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยการแตกกอ (กอ) และความสูงของลำต้น (เซนติเมตร) ในช่วงหลังปักดำของข้าวพันธุ์ กข 43

สิ่งทดลอง	จำนวนการแตกกอ (กอ) หลังการปักดำ (วัน)			ความสูงของลำต้น (เซนติเมตร) หลังการปักดำ (วัน)		
	30	45	60	30	45	60
ไม่ใส่ฮอร์โมน	1.80 ± 0.49	6.05 ± 1.19	12.47 ± 1.10	33.73 ± 1.64	47.63 ± 1.81	70.57 ± 0.66
ฮอร์โมนหน่อกล้วย	1.80 ± 0.20	6.12 ± 1.64	14.17 ± 0.64	33.25 ± 2.03	47.69 ± 2.27	73.11 ± 3.91
ฮอร์โมนนมสด	1.90 ± 0.42	6.27 ± 0.99	13.85 ± 1.39	34.19 ± 2.11	50.68 ± 2.92	72.65 ± 1.32
ฮอร์โมนไข่	1.82 ± 0.45	5.92 ± 1.20	13.35 ± 1.22	31.43 ± 3.47	45.56 ± 1.78	70.45 ± 2.74
ค่าเฉลี่ย	1.83	6.09	13.46	33.15	47.87	71.69
C.V. %	12.15	6.21	8.93	6.80	5.06	3.19

หมายเหตุ : ข้อมูลนี้ได้จากค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง ± ค่าการแปรปรวน (SD)

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยการแตกกอและความสูงของลำต้นข้าวพันธุ์ กข 43 หลังการปักดำ 30 45 และ 60 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) การทดสอบด้วยฮอร์โมนทุกสูตรให้จำนวนการแตกกอสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ใส่ฮอร์โมน) โดยการทดสอบด้วยฮอร์โมนสูตรหน่อกล้วยและนมสดมีแนวโน้มการแตกกอ และความสูงของลำต้นเท่ากับ 14 กอ และ 73 เซนติเมตร ตามลำดับหลังช่วงระยะเวลาการปักดำ 60 วัน

ตารางที่ 3 แสดงถึงค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 43 พบว่าการใช้ฮอร์โมนชีวภาพสามารถช่วยให้ได้ผลผลิตประมาณ 232 – 288 กิโลกรัมต่อไร่ สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ใส่ฮอร์โมน) และพบว่าฮอร์โมนสูตรหน่อกล้วย ให้ความยาวรวงและจำนวนเมล็ดต่อรวงสูงสุด เท่ากับ 25.97 เซนติเมตร และ 120.40 เมล็ดต่อรวง

ตารางที่ 3 จำนวนรวงต่อกอ ความยาวรวง เมล็ดต่อรวง และผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 43

สิ่งทดลอง	จำนวนรวงต่อกอ (เซนติเมตร)	ความยาวรวง (เซนติเมตร)	เมล็ดต่อรวง	ผลผลิตต่อไร่
ไม่ใส่ฮอร์โมน	14.20 ± 2.61	24.85 ± 1.10	103.03 ± 9.84	200.22 ± 2.24
ฮอร์โมนหน่อกล้วย	12.97 ± 1.14	25.97 ± 1.06	120.40 ± 14.42	232.17 ± 2.80
ฮอร์โมนนมสด	13.65 ± 1.61	25.88 ± 0.17	113.88 ± 10.01	244.16 ± 6.32
ฮอร์โมนไข่	13.67 ± 1.19	25.73 ± 1.13	112.03 ± 11.61	288.81 ± 9.15
ค่าเฉลี่ย	13.62	25.61	112.33	241.34
C.V. %	8.54	4.58	12.48	21.81

หมายเหตุ : ข้อมูลนี้ได้จากค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง ± ค่าการแปรปรวน (SD)

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเมล็ดข้าวพันธุ์ กข 43

พารามิเตอร์	คุณสมบัติทางเคมีของเมล็ดข้าวพันธุ์ กข.43			
	ไม่ใส่ฮอร์โมน	ฮอร์โมนหน่อกล้วย	ฮอร์โมนนมสด	ฮอร์โมนไข่
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (% N)	0.96 ± 0.16	1.09 ± 0.27	1.07 ± 0.35	0.94 ± 0.06
ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (% P_2O_5)	1.12 ± 0.09	1.15 ± 0.03	1.11 ± 0.10	1.10 ± 0.10
ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด (%K_2O)	0.14 ± 0.01	0.15 ± 0.00	0.15 ± 0.01	0.14 ± 0.01

หมายเหตุ : ข้อมูลนี้ได้จากค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง ± ค่าการแปรปรวน (SD)

ตารางที่ 4 แสดงถึงองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าวพันธุ์ กข 43 ที่ได้หลังการเก็บเกี่ยว พบว่าเมล็ดข้าวพันธุ์ กข 43 ที่ได้จากการใช้ฮอร์โมนสูตรหน่อกล้วยมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมสูงสุด เท่ากับ 1.09, 1.15 และ 0.15 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ซึ่งต่างจากข้อมูลในตารางที่ 1 ผลคุณภาพทางเคมีของฮอร์โมนที่ใช้ในการทดลอง พบว่าฮอร์โมนสูตรนมสดและฮอร์โมนสูตรไข่มีคุณภาพปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูงกว่าฮอร์โมนสูตรหน่อกล้วย แต่จากตารางที่ 4 เมล็ดข้าวพันธุ์ กข 43 ที่ได้หลังการเพาะปลูกของฮอร์โมนสูตรหน่อกล้วยกลับให้คุณภาพทางเคมีสูงสุด อาจเนื่องจากปัจจัยทางด้านโครงสร้างโมเลกุล หรือเกิดจากการเกาะกันของโมเลกุลภายในฮอร์โมนที่ใช้ทำให้ส่งผลผลต่อการดูดซึมแร่ธาตุไปใช้ในการเจริญเติบโตและคุณภาพทางเคมีของผลผลิต

สรุปผลการวิจัย

ฮอร์โมนชีวภาพสามารถใช้ในการผลิตข้าวพันธุ์ กข 43 ได้อย่างมีศักยภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งฮอร์โมนสูตรหน่อกล้วย ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าเมล็ดข้าวที่ได้จากการใช้ฮอร์โมนหน่อกล้วยในการเพาะปลูกข้าว จะให้ปริมาณไนโตรเจน โพแทสเซียม และฟอสเฟตรวมสูงสุด เท่ากับ 1.09, 0.15 และ 1.15 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ และพบว่าการใช้ฮอร์โมนไข่ จะช่วยเสริมด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตในช่วงระยะเวลาการปักดำ ตั้งแต่อายุ 14-117 วัน ให้ผลผลิตจำนวนรวงต่อกอ และผลผลิตต่อไร่ สูงสุด เท่ากับ 13.65 เมล็ด และ 288.81 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ที่ให้การสนับสนุนส่งเสริมการเสนองานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ทำให้งานวิจัยนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

มนทนา รุจิระศักดิ์, พรศิลป์ สีเผือก และพิทยา เกิดนุ่น. 2556. การเพิ่มคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโดยใช้น้ำหมักรกหมูและน้ำส้มควันไม้. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5 : 134-142.

วิพรพรรณ์ เนื่องเม็ก และ เฉลิมชัย แพะคำ. 2012. ผลของเชื้อจุลินทรีย์ท้องถิ่นในการผลิตปุ๋ยหมักชีวภาพเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตและต้านทานการเกิดโรคใบไหม้ของข้าว. วารสารนเศวรพะเยา 5 (2): 136-140.

Apiwat T. 2015. Pesticides used in Thailand and toxic effects to human health. Medical Research Archives 3: 1-8.

Apiwat I. **et al**. 2016. Comparison on Quality of Rice var. Khao Dawk Mali 105 Planted by Using Chemical and Organic Fertilizers in Surin Province. Journal of science and technology 24 (5): 767-769.

Boonhong C. **et al**. 2016. Physical and Chemical Grain Qualities of Thammasat Aromatic Rice Variety. Thai Journal of Science and Technology 5 (1): 37-41.

Ganghua L 2009. Comparison of yield components and plant type characteristics of high-yield rice between Taoyuan, a 'special eco-site' and Nanjing, China. Field Crops Research 112: 214–221.

Nisit K. 2008. Role of Fermented Bio-extracts Produced by Farmers on Growth, Yield and Nutrient Contents in Cowpea (**Vigna unguiculata** (L.) Walp.) in Northeast Thailand. Biological Agriculture & Horticulture 25 (4): 353-368.

Phakpen P. **et al**. 2017. Effect of High Quality Organic Fertilizer on Production of Suphan Buri 1 Rice. Journal of science and technology 25 (2): 248-257.

Renoo T. 2013. Effect of fertilizers application on growth and yield of some vegetable crops. Prawarun Agricultural Journal 10 (1): 19-27.

Saowapa C. 2011. Study the Processing and Quality of Liquid Fertilizer of Swine Manure Fermentation for Organic Agriculture, Tambon Kongtool, Amphor Nongphai, Phetchabun Province. Phetchabun Rajabhat University 4: 11-17.

Tekle Y. 2014. Determination of optimum seed rate for productivity of rice (**Oryza Sativa L.**), at Woito, Southern Ethiopia. Agriculture, Forestry and Fisheries 3(3): 199-202.

Thanaporn K. **et al**. 2016. Effect of Bio-Extract on Growth and Flower Yield in Jasmine (**Jasminum sambac** (L.) Ait.). Thai Agricultural Research Journal 32 (2): 129-138.

ดัชนีเก็บเกี่ยวและผลผลิตเนื้อในเมล็ดปาล์มหางกระรอกเพื่อการบริโภคทดแทนตาว

Harvesting Index and the Jelly like Seed Yield of Foxtail Palm Seed for Substitution of Sugar Palm

ศีลศิริ สง่าจิตร[1*] และประเทือง สง่าจิตร[1]

Seensiri Sangajit[1*] and Prataung Sangajit[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาดัชนีเก็บเกี่ยวและผลผลิตเมล็ดปาล์มหางกระรอกทดแทนตาวที่มีปริมาณลดน้อยลง ณ ตำบลบ้านกร่าง จังหวัดพิษณุโลก ระหว่างเดือนมกราคม 2558-พฤษภาคม 2559 โดยคัดเลือกปาล์มหางกระรอกที่มีอายุต้นต่ำกว่า 15 ปีและต้นอายุมากกว่า 15 ปี จำนวน 5 ซ้ำ ผลการศึกษาพบว่าพัฒนาการของผลปาล์มหางกระรอกในต้นที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปี และมากกว่า 15 ปี มีจำนวนช่อดอก ระยะเวลาแทงช่อดอก ระยะเวลาดอกบาน ระยะเวลาติดผลถึงเก็บเกี่ยว ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P>0.05 โดยมี จำนวนช่อดอก 5.80±1.93 ทะลายต่อต้นต่อปี ระยะเวลาแทงช่อดอกเฉลี่ย 183.50 ±3.66 วัน ระยะเวลาบานของดอกเฉลี่ย 96.50 ±1.43 วัน ระยะเวลาติดผลถึงเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 122.50 ±4.95 วัน ดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อผลปาล์มเพื่อการบริโภคเนื้อในมีอายุ 17-18 สัปดาห์หลังการติดผล โดยพิจารณาลักษณะภายนอกจากผลมีสีเขียวเข้มเงา จุกผลที่พัฒนาจากกลีบเลี้ยงมีขอบเป็นวงสีขาวกว้าง 2-3 มิลลิเมตร ในต้นที่มีอายุมากกว่า 15 ปีให้จำนวนผล น้ำหนักเนื้อใน สูงกว่าต้นที่มีอายุน้อยกว่า 15 ปี ให้จำนวนผล 947.40 ผล น้ำหนักเนื้อใน 1.64±1.40 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี โดยมีเปอร์เซ็นต์ผลที่ให้เนื้อใน 24.87 เปอร์เซ็นต์ ในต้นที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปี ให้น้ำหนักเนื้อในเฉลี่ย 0.46±0.30 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี เปอร์เซ็นต์ผลที่ให้เนื้อใน 73.13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปาล์มหางกระรอกยังให้ผลผลิตต่ำกว่าตาว

คำสำคัญ : ปาล์มหางกระรอก, ตาว, ดัชนีเก็บเกี่ยว, ผลผลิตเนื้อในเมล็ดปาล์มหางกระรอก

---

[1]สาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ตำบลบ้านกร่าง. อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

[1] Department of Plant Science, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok Campus, Sub-district Bankrang, District Muang, Phitsanulok Province 65000, Thailand

[*]ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : seensiri@yahoo.com

ABSTRACT

The research aims to study harvesting index and the Jelly like Seed Yield of Foxtail Palm Seed for Substitution of Sugar Palm which diminishing in amount of plant. The research was conducted in Tumbon Bankrang, Phitsanulok Province during January 2015- May 2016. The The foxtail palm age in the experiment were: under the age of 15 years and over 15 years old, 5 replications. The development of fruit of foxtail palm under percent of the jelly like seed fruit.in foxtail palm over 15 years the age of 15 years and over 15 years old were found that number of inflorescence, flowering period, flower blooming period and harvesting time from fruit set had no statistically significant differences at $P \geq 0.05$. The foxtail palm produced average inflorescence 5.80 ± 1.93 bunches per plant in one year. The average flowering period was 183.50 ± 3.66 days, the average flower blooming period was 96.50 ± 1.43 days, the average harvesting time from fruit set was 122.50 ± 4.95 days. The appropriate maturity stage for jelly like seed was 17-18 weeks after fruit set or the fruit could be observed by the appearance of dark green skin colour with 2-3 millimeter white colour at the rim of collar. The foxtail palm over 15 years old produced higher number of fruit 947.40 fruits and the jelly like seed 1.64 ± 1.40 kilogram per plant than foxtail palm under the age of 15 years which could produce the jelly like seed 0.46 ± 0.30 kilogram per plant. there was only 24.87 percent of the jelly like seed fruit.in foxtail palm over 15 years old and 73.13 percent of the jelly like seed fruit.in foxtail palm under 15 years old. The jelly like seed fruit.in foxtail palm had lower yield than sugar palm

Keywords : foxtail palm , sugar palm, harvesting index, the jelly like seed yield of foxtail palm seed

บทนำ

ชิด หรือตาว หรือต๋าว (sugar palm, black sugar palm, gomuti palm) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า **Arenga pinnata** (Wurmb) Merrill เป็นปาล์มชนิดหนึ่งที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย และมาเลเซีย เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ (Family) Arecaceae (ปิยะ, 2541) การเรียกชื่อผลของชิด เรียกว่า ลูกชิด (กาญจนบุรี) หรือลูกตาว (อุตรดิตถ์) หรือลูกต๋าว (น่าน) (อนุชา, 2541) ตาวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (monocotyledon) ลำต้นไม่มีกิ่งก้านแขนงออกมาด้านข้าง เป็น monocarpic plant เมื่อเกิดดอกผลแล้ว ต้นก็จะตายลงทันทีที่เมล็ดของตาวในทะลายสุดท้ายแก่หมดแล้ว ประเทศไทยบริโภคตาวมานาน โดยบริโภคเป็นของหวานซึ่งนำผลมาเชื่อม ความต้องการของผู้บริโภคตาวมีมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่เนื่องจากตาวแต่ละต้นต้องใช้ระยะเวลามากกว่า 10 ปี จึงจะออกดอก ดังนั้นจึงไม่คุ้มค่าในการทำสวนตาว จึงเป็นเหตุผลให้ตาวมีโอกาสที่จะสูญพันธุ์ และอีกเหตุผลหนึ่งเนื่องจากชาวบ้านต้องออกไปเก็บตาวจากทุก ๆ ต้นเพื่อทำลูกตาว จึงไม่เหลือให้ตาวมีโอกาสแก่และหล่นจากต้น จนพัฒนากลายไปเป็นตาวต้นใหม่ได้ ปัจจุบัน 70 เปอร์เซ็นต์ของลูกตาวที่บริโภคในประเทศ ถูกส่งมาจากประเทศลาวโดยมีพ่อค้าชาวไทยรับลูกตาวดิบเป็นกระสอบและนำมาแปรรูปเป็นลูกตาวเชื่อมในไทยแหล่งลูกตาวในไทยส่วนใหญ่มาจากจังหวัดน่าน ซึ่งปัจจุบันก็มีปริมาณน้อยลง และอาจจะไม่มีในอนาคตเนื่องจากไม่สามารถเพิ่มปริมาณและการบุกรุกป่าเพื่อทำพืชอื่นที่ให้ผลตอบแทนดีกว่า

ในขณะที่ปัจจุบันปริมาณการปลูกปาล์มหางกระรอก (foxtail palm, **Wodyetia bifurcate)** เพื่อประดับมีแพร่หลายมากขึ้นมีการเจริญเติบโตที่ดีให้เมล็ดมากมาย โดยพืชนี้มีถิ่นกำเนิดในประเทศออสเตรเลีย มีลำต้นสูงจากโคนถึงคอไม่น้อยกว่า 3 เมตร ใบแบบขนนกที่ประกอบด้วยใบย่อยแบบหางปลาจำนวนมากมาย คล้ายหางกระรอก มีการเจริญเติบโตเต็มที่เมื่ออายุ 12 ปี และเริ่มออกดอก ดอกมีทั้งเพศผู้และเพศเมีย โดยดอกตัวเมียเมื่อรับการผสมจะให้ผลที่ใหญ่ รูปไข่สีเขียว

เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีส้มแดง ผลมีขนาดกว้าง 3.81 เซนติเมตร ยาว 5.72 เซนติเมตร (Kauahi et al., 2009) ในประเทศไทยอายุที่จะติดเมล็ดของ ปาล์มหางกระรอกนั้นประมาณ 8-10 ปี หรือมีความสูงจากโคนถึงคอไม่น้อยกว่า 3 เมตร ก็สามารถติดเมล็ดได้ มีผู้นำเมล็ดมาเป็นอาหารที่ทานได้ ด้วยการนำมาเชื่อม ปรากฏว่าได้น้ำเชื่อมสีคราม่อนๆ ทดลองชิมดูแล้วรสชาติคล้ายๆ ลอนตาลอ่อน แต่อร่อยกว่า (จิตรใจ, 2543) ดังนั้นหากมีการศึกษาการใช้ประโยชน์จากเมล็ดปาล์มหางกระรอกนอกเหนือจากการเป็นไม้ประดับก็จะเป็นแนวทางในการเพิ่มแหล่งอาหารทดแทนตาวได้ และเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากปาล์มประดับที่มีอย่างแพร่หลาย

วิธีดำเนินการวิจัย

ดำเนินการศึกษาโดยคัดเลือกปาล์มหางกระรอกที่มีอายุต้นต่ำกว่า 15 ปีและ ต้นที่มีอายุมากกว่า 15 ปี จำนวน 5 ซ้ำ ศึกษาการเจริญเติบโตของผลและเมล็ด ทั้งการเพิ่มขนาด ความกว้างและ ความยาวผล และการเปลี่ยนแปลงของเนื้อในเมล็ดที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวเพื่อบริโภค โดยทำการศึกษาระยะเวลาแทงช่อ-ดอกบาน ระยะเวลาบานของดอกทั้งช่อ ทำการผูกป้ายดอกปาล์มหางกระรอกที่สมบูรณ์ ระยะดอกบานเต็มที่ เก็บเกี่ยวผลทุกสัปดาห์ ที่อายุละ 10 ผลต่อซ้ำ ผ่าผลเพื่อศึกษาปริมาณเนื้อในเมล็ด โดยพิจารณาจากผลที่เหมาะต่อการเก็บเกี่ยว ต้องมีเนื้อในสีขาว เนื้อเต็ม ไม่แข็ง เปรียบเทียบกับตาวสดหรือลอนตาล

ศึกษาผลผลิตเนื้อในเมล็ดปาล์มหางกระรอกเพื่อการบริโภค โดยเก็บข้อมูลจำนวนครั้งของการออกดอกในหนึ่งปี จำนวนผลและน้ำหนักผลสดต่อทะลาย น้ำหนักเนื้อในเมล็ดต่อผล ผลผลิตเนื้อในเมล็ดต่อต้นต่อปี

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เปรียบเทียบความแตกต่าง 2 กลุ่มด้วยวิธี Independent samples t-test

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาพัฒนาการของผลและเมล็ดปาล์มหางกระรอกเพื่อหาดัชนีเก็บเกี่ยว โดยเก็บข้อมูลระยะเวลาแทงช่อ-ดอกบาน ระยะเวลาบานของดอกทั้งช่อ ระยะเวลาติดผล-เก็บเกี่ยว จำนวนช่อดอกต่อต้นต่อปี ขนาดผลหลังติดผลในสัปดาห์ที่ 1-20 และพัฒนาการของเนื้อในผลปาล์มหางกระรอก ในต้นปาล์มหางกระรอกที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปีและ ต้นที่มีอายุมากกว่า 15 ปี ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 1, 2 และภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ระยะเวลาแทงช่อ-ดอกบาน ระยะเวลาบานของดอกทั้งช่อ ระยะเวลาติดผล-เก็บเกี่ยว และจำนวนช่อดอกต่อต้นต่อปีในต้นที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปีและมากกว่า 15 ปี

	ต้นอายุ< 15 ปี		ต้นอายุ> 15 ปี				
	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD	t-test
ระยะเวลาแทงช่อ-ดอกบาน (วัน)	184.60	4.51	182.40	2.61	183.50	3.66	.945^{ns}
ระยะเวลาบานของดอกทั้งช่อ (วัน)	96.20	1.30	96.80	1.64	96.50	1.43	.640^{ns}
ระยะเวลาติดผล-เก็บเกี่ยว(วัน)	124.60	3.13	120.40	5.86	122.50	4.95	1.41^{ns}
จำนวนช่อดอกต่อต้นต่อปี	7.00	1.58	4.60	1.52	5.80	1.93	1.50*

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ โดยวิธี Independent samples t-test

จากตารางที่ 1 พบว่า ระยะเวลาแทงช่อ-ดอกบาน ระยะเวลาดอกบานทั้งช่อ ระยะเวลาติดผล-เก็บเกี่ยว ในต้นที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปีและ ต้นที่มีอายุมากกว่า 15 ปี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p>0.05$ โดยมี ระยะเวลาแทงช่อ-ดอกบาน 183.50 $\pm$3.66 วัน ระยะเวลาบานของดอกทั้งช่อเฉลี่ย 96.50 $\pm$1.43 วัน ระยะเวลาติดผลถึงเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 122.50 $\pm$4.95 วัน

จำนวนช่อดอกต่อต้นต่อปีในต้นอายุน้อยกว่า 15 ปี มีการออกดอก 7.00±1.58 ทะลายต่อต้นต่อปี มากกว่าต้นอายุมากเฉลี่ยออกดอก 4.60±1.52 ทะลายต่อต้นต่อปี โดยต้นอายุน้อยมีขนาดช่อดอกเล็กกว่า ส่วนลูกชิดหรือตาวให้ผลช่วงอายุ 15-20 ปี ส่วนใหญ่ให้ผลครั้งเดียว มากที่สุดไม่เกิน 4 ครั้ง (เกรียงไกรและคณะ, 2551) ขนาดของผลปาล์มหางกระรอกผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความกว้างและความยาวผลปาล์มหางกระรอก (เซนติเมตร)ระยะเวลาสัปดาห์ที่ 1-20 ในต้นที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปี และ ต้นที่มีอายุมากกว่า 15 ปี-

สัปดาห์ที่	ต้นอายุ< 15 ปี		ต้นอายุ> 15 ปี		ความกว้าง	ความยาว
	ความกว้าง	ความยาว	ความกว้าง	ความยาว	เฉลี่ย	เฉลี่ย
1	0.70	1.50	0.93	1.66	0.81	1.75
2	0.93	1.90	0.93	1.66	0.93	1.78
3	1.00	2.00	1.26	2.16	1.13	2.08
4	1.33	2.50	1.43	2.50	1.33	2.50
5	1.50	3.00	1.50	2.66	1.5	2.83
6	1.63	2.56	1.56	3.00	1.59	2.78
7	2.00	3.50	2.00	3.33	2.00	3.41
8	2.00	3.50	2.10	3.33	2.05	3.41
9	2.23	3.56	2.33	3.50	2.28	3.53
10	2.50	4.03	2.43	4.10	2.46	4.06
11	2.53	4.50	2.46	4.50	2.49	4.50
12	2.66	5.00	2.66	5.00	2.66	5.00
13	2.73	5.00	3.06	5.00	2.89	5.00
14	3.03	5.16	3.16	5.16	3.09	5.16
15	3.04	5.16	3.16	5.16	3.10	5.16
16	3.04	5.33	3.16	5.23	3.10	5.28
17	3.04	5.33	3.16	5.23	3.10	5.28
18	3.13	5.33	3.16	5.23	3.15	5.28
19	3.30	5.33	3.43	5.23	3.37	5.28
20	3.30	5.33	3.43	5.33	3.37	5.33

จากตารางที่ 2 พบว่าขนาดความกว้างผลและความยาวผล อายุ 20 สัปดาห์ ในต้นอายุน้อยกว่าและมากกว่า 15 ปี มีความกว้างผล -3.30 และ 3.43 เซนติเมตร ความยาวผล 5.33 เซนติเมตรตามลำดับ พัฒนาการของเนื้อในผลปาล์มหางกระรอกหลังติดผล 1-20 สัปดาห์ดังแสดงในภาพที่ 1

จากภาพที่ 1 พบว่าพัฒนาการของเนื้อในผลปาล์มหางกระรอกเริ่มมีเนื้อในผลตั้งแต่สัปดาห์ที่ 10 โดยมีลักษณะเป็นเนื้อวุ้น มีมากขึ้นตามลำดับ จนมีเนื้อในเต็มผลในช่วงสัปดาห์ที่ 17-18 ซึ่งส่วนของเนื้อในยังคงมีสีใส เนื้ออ่อนสามารถบริโภคสดได้



ภาพที่ 1 พัฒนาการของเนื้อในผลปาล์มหางกระรอกอายุ 1-20 สัปดาห์หลังติดผล

คล้ายลอนตาล เป็นระยะที่เหมาะต่อการบริโภค หลังสัปดาห์ที่ 18 เนื้อในเริ่มมีสีขาวขุ่นไม่ใส เมื่อผ่าดูพบว่าเป็นไตแข็ง เมื่ออายุ 20 สัปดาห์เนื้อในสีขาวขุ่นแข็ง เหนียว จากการศึกษาของอนุชา (2544) พบว่าการพัฒนาการของผลตาว โดยเนื้อผลขณะที่ยังอ่อนใช้เวลา 12-18 เดือนระยะ (48-72 สัปดาห์) ผลอ่อนจนถึงระยะผลแก่ ประมาณ 30 เดือน นอกเหนือจากการใช้ระยะเวลาเป็นดัชนีการเก็บเกี่ยว ส่วนที่สามารถสังเกตได้ในการเก็บเกี่ยวคือผลมีสีเขียวเข้มเงา ขนาดผลกว้าง ประมาณ 3

เซนติเมตร ความยาวผล 5 เซนติเมตร บริเวณหมวกที่ครอบผลหรือส่วนที่เป็นกลีบเลี้ยง มีขอบสีขาว ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งสีขาวนี้เริ่มเกิดในระยะที่ผลมีอายุประมาณ 14-15 สัปดาห์ แต่ช่วงสัปดาห์ที่ 17-18 ขอบสีขาวจะมีความกว้างประมาณ 2-3 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตามต้องลองนำผลบีบเนื้อใน เพื่อทดสอบก่อนการเก็บเกี่ยว

อย่างไรก็ตามนอกเหนือจากสีเนื้อใน ความแน่นของเนื้อในแล้ว ส่วนความหวานของเนื้อในในแต่ละต้นก็มีความแตกต่างกัน ดังนั้นในกรณีที่บริโภคสด อาจต้องมีการคัดจากต้นที่ให้ความหวาน



ภาพที่ 2 จุดสังเกตหรือดัชนีการเก็บเกี่ยวผลปาล์มหางกระรอกเพื่อบริโภคเนื้อใน

ผลผลิตเนื้อในเมล็ดปาล์มหางกระรอก

จำนวนผลและน้ำหนักผลสดต่อทะลาย น้ำหนักเนื้อในเมล็ดต่อผล ผลผลิต (เนื้อในเมล็ด) ต่อปี ในต้นปาล์มหางกระรอกอายุต่ำกว่า 15 ปี และต้นที่มีอายุมากกว่า 15 ปี ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนทะลาย ผลและปริมาณผลผลิตปาล์มหางกระรอก ในระยะเวลา 1 ปี

ลักษณะ	ต้นอายุน้อยกว่า 15 ปี		ต้นอายุมากกว่า 15 ปี		ค่าเฉลี่ย	SD	t-test
	ค่าเฉลี่ย	SD	ค่าเฉลี่ย	SD			
น้ำหนักผลและทะลาย (กก.ต่อปี)	6.28	3.66	24.62	8.30	15.45	11.40	4.52*
น้ำหนักผล (กก.ต่อปี)	3.62	2.46	19.20	6.45	11.41	9.41	5.70*
น้ำหนักเนื้อใน (กก.ต่อต้นต่อปี)	0.46	0.30	1.64	1.40	1.05	1.14	1.84*
จำนวนผล (ผลต่อต้นต่อปี)	146.00	120.40	947.40	277.81	546.70	468.13	5.91*
จำนวนผลที่ให้ผลผลิต (ผลต่อปี)	98.00	73.81	219.20	151.47	158.6	129.22	3.52*
%จำนวนผลที่ให้ผลผลิต	73.13		24.87		49.00		
น้ำหนักต่อผล (กรัม)	31.19	10.26	29.40	8.40	30.29	8.89	0.30ns

หมายเหตุ ปีที่ทำการศึกษามีความแห้งแล้ง ฝนไม่ตกติดต่อกัน 7 เดือนและมีอุณหภูมิสูง

* มีความแตกต่างทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ โดยวิธี Independent samples t-test

จากตารางที่ 3 พบว่าปาล์มหางกระรอกที่ต้นมีอายุต่ำกว่า 15 ปี และต้นที่มีอายุมากกว่า 15 ปี มีจำนวนผล น้ำหนักทะลาย น้ำหนักผล น้ำหนักเนื้อใน มีความแตกต่างทางสถิติที่ $p \leq 0.05$ โดยปริมาณผลผลิตในต้นที่มีอายุมากให้ผลผลิตสูงกว่าต้นที่มีอายุน้อยกว่า 15 ปี ทั้งน้ำหนักผลผลิตและจำนวนผลผลิต โดยต้นที่มีอายุมากกว่า 15 ปี ให้น้ำหนักเนื้อในเฉลี่ย 1.64 ± 1.40 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ทั้งนี้หากคิดจำนวนผลที่ให้ผลผลิตต่อผลที่ได้ทั้งหมดพบว่ามีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่ให้ผลผลิตเพียง 24.87 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อต่อน้ำหนักผลที่มีเนื้อใน 25.99 เปอร์เซ็นต์ ในต้นที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปี

ให้น้ำหนักเนื้อในเฉลี่ย 0.46±0.30 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี จำนวนผลที่ให้ผลผลิตต่อผลที่ได้ทั้งหมดพบว่ามีเปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่ให้ผลผลิต 73.17 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเนื้อต่อน้ำหนักผลที่มีเนื้อใน 18.23 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่ให้ผลผลิตในต้นที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปีมีค่าสูง เป็นเพราะมีผลติดปริมาณน้อยและมีผลเสียน้อย จึงให้เปอร์เซ็นต์ที่สูงกว่า ซึ่งหากมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมอาจให้ผลผลิตสูงขึ้น เมื่อเทียบกับตาวที่ปลูกจะให้ผลผลิตเมื่อต้นมีอายุมากกว่า 10 ปี ในหนึ่งต้นสามารถให้ผลผลิตได้ 7-10 ทะลาย จำนวนผลต่อทะลาย 3000 ผล แต่ละผลให้เนื้อตาว 3 เมล็ด ขนาดผล 3.0-4.5 เซนติเมตร ผลผลิตต่อทะลาย 7.5 กิโลกรัม (อภิวัฒน์, 2554) ต้นตาลโตนด 1 ต้น สามารถให้ลูกตาลสด เฉลี่ย 10 – 13 ทะลาย /ปี ใน 1 ทะลาย จะมีผลเฉลี่ย 5 – 10 ผล ขึ้นอยู่กับฤดูกาลแทงช่อดอก (วิกิพีเดีย, 2552) เมื่อเทียบผลผลิตจะพบว่าปาล์มหางกระรอกยังให้ผลผลิตต่ำกว่าตาวและตาลมาก อย่างไรก็ตามการที่ปาล์มหางกระรอกสามารถให้ผลจำนวน 3-9 ทะลาย ซึ่งหากมีการบำรุงต้นให้สมบูรณ์ให้มีการติดผลที่ดีขึ้น อาจเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตปาล์มหางกระรอกได้ อีกแนวทางหนึ่งคืออาจต้องมีการคัดต้นที่ให้ผลผลิตสูง

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาพัฒนาการของดอกและผลปาล์มหางกระรอกในต้นที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปี และมากกว่า 15 ปี ผลการทดลองพบว่า

จำนวนช่อดอกต่อต้นต่อปี มีความแตกต่างกันตามอายุ ต้นที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปีให้ช่อดอก 7.00±1.58 ทะลายต่อต้นต่อปี มากกว่าต้นอายุมาก 4.60±1.52 ทะลายต่อต้นต่อปี

ระยะเวลาแทงช่อ-ดอกบาน ระยะเวลาดอกบานทั้งช่อ ระยะเวลาติดผล-เก็บเกี่ยว ในอายุต้นต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ $p>0.05$ โดยมี ระยะเวลาแทงช่อ-ดอกบาน 183.50 ±3.66 วัน ระยะเวลาบานของดอกทั้งช่อเฉลี่ย 96.50 ±1.43 วัน ระยะเวลาติดผลถึงเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 122.50 ±4.95 วัน

ดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมต่อผลปาล์มเพื่อการบริโภคเนื้อในมีอายุ 17-18 สัปดาห์หลังการติดผล โดยพิจารณาลักษณะภายนอกจากผลมีสีเขียวเข้มเงา จุกผลที่พัฒนาจากกลีบเลี้ยงมีขอบเป็นวงสีขาวกว้าง 2-3 มิลลิเมตร

ผลผลิตในต้นที่มีอายุมากให้ผลผลิตสูงกว่าต้นที่มีอายุน้อย โดยให้น้ำหนักเนื้อในเฉลี่ย 1.64±1.40 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี และจำนวนผลผลิต 947.40 ผลต่อต้นต่อปี เปอร์เซ็นต์จำนวนผลที่ให้ผลผลิตเพียง 24.87 เปอร์เซ็นต์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ สนับสนุนโดยทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ของเมล็ดปาล์มหางกระรอกเพื่อการบริโภคทดแทนลูกชิด ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2558

เอกสารอ้างอิง

เกรียงไกรและคณะ. 2551. พืชอาหารและสมุนไพรท้องถิ่นบนพื้นที่สูง ชุดที่ 1 บ้านปางมะโอ. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). 190 หน้า

จิตรใจ อายา. 2543. ลูกฟอกซ์เทลล์เชื่อม. แหล่งที่มา: http://blogskrujit.blogspot.com, 7 สิงหาคม 2557.

ปิยะ เฉลิมกลิ่น. 2541. คู่มือปาล์มประดับ. บริษัทอมรินทร์บุ๊คเซ็นเตอร์จำกัด, กรุงเทพ. 288 หน้า

วิกิพีเดีย. 2552. ตาล. วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. แหล่งที่มา: http://th.wikipedia. org/wiki/ %E0%B8% 95%E0%B8 %B2%E0%B8%A5, 27 กันยายน 2552

วิลาศลักษณ์ ว่องไวและนิพัฒน์ สุขวิบูลย์. มปป. การผลิตต๋าวของเกษตรกรในจังหวัดน่าน แหล่งที่มา: http://www .oard1. org/pdf, 1/6/2559

อนุชา จันทรบูรณ์. 2541. การสำรวจและศึกษาลักษณะของชิด (**Arenga pinnata**) ในจังหวัดน่าน. เอกสารการประชุมสัมมนาทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้ง ที่ 15 .เล่ม 1 สาขาพืช. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 338 หน้า.

อนุชา จันทรบูรณ์. 2544. การศึกษาเบื้องต้นพัฒนาการของผลและเมล็ดชิด. [**Arenga pinnata** (Wurmb) Merrill]. หน้า 255-261. **ใน** การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาพืชและชีววิทยา 5-7 กุมภาพันธ์ 2544. กรุงเทพฯ.

อภิวัฒน์ คำสิงห์. 2554. ต๋าว" พืชเฉพาะถิ่น นครน่าน หนึ่งของดี แปรรูปได้. แหล่งที่มาhttp://www.matichon. co.th/news _detail.php?newsid=1313748155&grpid=no&catid&subcatid, 7/10/2556.

Kauahi, P., Kobayashi, K. and Sako, G. 2009. Foxtail Palm, **Wodyetia bifurcata**. Available Source: https://www. ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/OF-45.pdf, June 27, 2017.

ผลของการใช้สารละลายธาตุอาหารและน้ำสกัดมูลสุกรต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์

Effect of AB Nutrient and Pig manure Extract on Growth and Yield of Lettuce (**lactuca sativa** L.) Cultivated under Hydroponics System

ศศิธร ปรือทอง[1*] สมชาติ หาญวงษา[2]

Sasithorn Pruetong[1*]. Somchat Hanwongsa[2]

บทคัดย่อ

จากปัญหาของการปลูกผักแบบไร้ดินคือสารละลายธาตุอาหารมีต้นทุนค่อนข้างสูง การค้นหานวัตกรรมเพื่อลดต้นทุนการผลิตแต่ให้ผลผลิตคงเดิมหรือดีขึ้นจึงเป็นสิ่งจำเป็น ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) ศึกษาปฏิสัมพันธ์และเปรียบเทียบปัจจัยพันธุ์ผักกาดหอมกับปัจจัยสารละลายธาตุอาหารสูตรแตกต่างกัน และ 2) ศึกษาปฏิสัมพันธ์และเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คและพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรแตกต่างกัน วางแผนการทดลองแบบ 3x2 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 5 ซ้ำ ปัจจัยแรกคือ สูตรของสารละลายธาตุอาหาร 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 สารละลายธาตุอาหารAB 100% สูตรที่ 2 น้ำสกัดมูลสุกร 100% และสูตรที่ 3 น้ำสกัดมูลสุกรร่วมกับสารละลายธาตุอาหารAB อัตราส่วน 95:5% ปัจจัยที่สองคือพันธุ์ผักกาดหอม 2 พันธุ์ คือ พันธุ์กรีนโอ๊ค และ พันธุ์เรดโอ๊ค จากการทดลองด้านปัจจัยของพันธุ์ผักกาดหอมกับปัจจัยสารละลายธาตุอาหารสูตรแตกต่างกัน พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) ซึ่งผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คและพันธุ์เรดโอ๊ค มีผลผลิตเท่ากับ 117.40 และ 53.13 กรัมต่อต้น ตามลำดับเมื่อใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 1 ส่วนการเจริญเติบโต (นับจำนวนใบ) และผลผลิต (น้ำหนัก) ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คและพันธุ์เรดโอ๊ค กับสารละลายธาตุอาหารสูตรแตกต่างกันมีความสัมพันธ์ร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) คือ ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คและพันธุ์เรดโอ๊ค ที่ปลูกในสารละลายสูตรที่ 3 มีจำนวนใบต่อต้นเฉลี่ยสูงสุด 10.90 ใบต่อต้น รองลงมาคือการใช้สารละลายสูตรที่ 1 และ 2 จำนวนใบต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 9.17 และ 6.72 ใบต่อต้น ตามลำดับ ส่วนผลผลิต พบว่า การใช้สารละลายสูตรที่ 1 ให้ผลผลิตสูงสุด เท่ากับ 85.27 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ การใช้สารละลายสูตรที่ 3 และสูตรที่ 2 ให้ผลผลิตเฉลี่ย 41.23 และ 9.50 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

คำสำคัญ : น้ำสกัดมูลสุกร, การเจริญเติบโต, ผลผลิต, ผักกาดหอม, ไฮโดรโปนิกส์

ABSTRACT

From a problem of high nutrient solution cost in hydroponic vegetable cultivation system, an innovation that could reduce production cost with the same or better yield is necessary. Therefore, this research aims to 1) study interaction and compare between factors of lettuce varieties and nutrient solution fomula, and 2) study interaction and compare growth and yield of Grren Oak and Red Oak lettuce cultivated in various nutrient formula. The experimental design was used with 3x2 factorial in completely randomized design (CRD) with 5 replications. The first factor was 3 nutrient solution formula: 1) 100% AB nutrient solution, 2) 100% pig manure extract, and 3) 95:5% of pig manure extract and AB nutrient solution. The second factor was 2 lettuce varieties: Green Oak and Red Oak. Results from the study with lettuce varieties and nutrient solution formula showed a significant interaction ($p < .01$). Green oak and Red Oak yielded 117.40 and 53.13 grams, respectively, in the 1st nutrient solution formula. In terms of growth (number of leaves) and yield (weight), Green oak and Red oak lettuce varieties and different nutrient solution formula also had significant relation ($p < .01$). That is, Green oak and Red oak lettuce cultivated in the 3rd nutrient solution formula had average number of leaves at 10.90 while lettuce cultivated in the 1st and 2nd formula had average number of leaves at 9.17 and 6.72, respectively. Regarding yield, the 1st formula gave the heist yield at 85.27 grams while the 3rd and 2nd formula gave average yields of 41.23 and 9.50 grams, respectively.

Key words: pig manure extract, growth, yield, lettuce, hydroponics

[1] สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

[1] Department of Science Faculty of Sciences and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology , Bankrang, Amphur Meung , Phitsanulok 65000, Thailand

[2] สาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

[2] Department of Plant Science, Faculty of Sciences and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology , Bankrang, Amphur Meung , Phitsanulok 65000, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) sasi_pruetong@yahoo.com

บทนำ

ในปัจจุบันการปลูกพืชไร้ดินมีความนิยมเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร หรือการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ (hydroponics) ทั้งนี้เพราะการปลูกพืชไร้ดินสามารถปลูกได้ในพื้นที่ ที่ไม่มีดิน ประหยัดเวลา ลดค่าแรงในการเตรียมดินและการกำจัดวัชพืช สามารถผลิตได้อย่างสม่ำเสมอ พืชผักเจริญเติบโตได้เร็ว และให้ผลผลิตที่เร็วกว่าการปลูกแบบในดินตามธรรมชาติ และสามารถพัฒนาคุณภาพของผลผลิตได้ อย่างไรก็ตามปัญหาที่พบในการปลูกพืชไร้ดินประการแรกคือ ต้นทุนการผลิตค่อนข้างสูงไม่ว่าจะเป็นในด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปลูก และสารละลายธาตุอาหาร ทั้งนี้เนื่องจากการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์เป็นการให้พืชได้รับสารละลายธาตุอาหารไหลผ่านราก ดังนั้นสารละลายธาตุอาหารจึงเป็นหัวใจสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้นเพื่อเป็นการศึกษาหาแนวทางเพื่อลดต้นทุนการผลิตด้านสารละลายธาตุอาหาร การใช้น้ำสกัดจากมูลสุกรหรือการใช้เป็นส่วนผสมกับสารละลายธาตุอาหาร จึงอาจเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตลงได้ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์และเปรียบเทียบปัจจัยพันธุ์ผักกาดหอมกับปัจจัยสารละลายธาตุอาหารสูตรแตกต่างกัน และเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คและพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารสูตรแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

ตอนที่ 1 เตรียมน้ำสกัดมูลสุกร และเตรียมโรงเรือนทดลอง

น้ำสกัดมูลสุกร หมายถึง น้ำที่ได้จากการหมักมูลสุกรโดยนำมูลสุกรตากแห้งจำนวน 20 กิโลกรัมมาใส่ในถุงมุ้งเขียว นำถุงบรรจุมูลสุกรใส่ในถังขนาด 200 ลิตร แล้วเติมน้ำลงไปจนเต็มถัง จากนั้นปิดฝาถัง ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง แล้วนำน้ำสกัดไปวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก

การเตรียมโรงเรือนทดลอง

1. นำท่อ พีวีซี ความยาว 4 เมตร มาเจาะรูให้มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างรู 20 เซนติเมตร จำนวน 18 รู

2. นำท่อพีวีซีจำนวน 2 ท่อนมาต่อกันแล้วต่อข้องอหัวท้าย

3. ติดตั้งปั๊มน้ำและต่อสายท่อน้ำจากถังมาด้านท้ายของท่อเป็นแบบระบบน้ำหมุนเวียน

การเตรียมต้นกล้า คัดเลือกและนำเมล็ดพันธุ์ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คและพันธุ์เรดโอ๊คที่สมบูรณ์ สะอาด ปราศจากเชื้อโรค และสิ่งเจือปน มาเพาะลงในฟองน้ำที่บรรจุในถาดเพาะประมาณ 2-3 เมล็ด นำผ้าขาวบางมาปิดคลุมไว้และรดน้ำให้ชุ่ม ใช้เวลาประมาณ 3-4 วัน เมล็ดก็จะงอก จากนั้นนำต้นกล้าที่งอกแล้วไปอนุบาลประมาณ 8-9 วัน ต้นกล้าจะมีใบจริงเกิดขึ้นพร้อมลงปลูก นำต้นกล้าที่เตรียมไว้ลงปลูกในถ้วยสีดำที่เตรียมไว้

ตอนที่ 2 การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร

สิ่งทดลองที่ 1 สารละลายธาตุอาหารAB ซึ่งเป็นสารอาหารพืชที่จำหน่ายตามท้องตลาดโดยสารละลาย Stock A ประกอบด้วย แคลเซียมไนเตรท เหล็กดีพี เหล็กโล สารละลาย Stock B ประกอบด้วย โปแตสเซียมไนเตรท แมกนีเซียมโมโนโปแตสเซียม และจุลธาตุ การเตรียมสารละลาย AB ทำได้โดยนำสารละลาย Stock A จำนวน 1 ลิตร เทลงถังที่มีน้ำเปล่าจำนวน 98 ลิตร คนให้เข้ากันเป็นเวลา 10 นาที แล้วเติมสารละลาย Stock B จำนวน 1 ลิตรลงไปคนให้เข้ากัน

สิ่งทดลองที่ 2 น้ำสกัดมูลสุกร ใช้น้ำสกัดมูลสุกรอย่างเดียว จำนวน 100 ลิตร

สิ่งทดลองที่ 3 น้ำสกัดมูลสุกรร่วมกับสารละลายธาตุอาหารAB นำน้ำสกัดมูลสุกร 95 ลิตร ผสมกับสารละลายธาตุอาหาร AB จำนวน 5 ลิตร

วางแผนการทดลองแบบ 3x2 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design (CRD)) จำนวน 5 ซ้ำ

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในน้ำสกัดมูลสุกร

นำน้ำสกัดมูลสุกรไปวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดด้วยวิธีไทเทรต ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดด้วย UV Spectrophotometer ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดด้วย Fiame photometer ความเป็นกรด– ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ได้รับความอนุเคราะห์อุปกรณ์ และเครื่องมือจากศูนย์เกษตรปลอดภัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิเคราะห์ตามคู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์พืช ปุ๋ย และสิ่งปรับปรุงดิน ของกรมพัฒนาที่ดิน แก้ไขครั้งที่ 01 วันที่บังคับใช้ กันยายน 2553

ตอนที่ 3 การปลูกผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คและเรดโอ๊ค ในโรงเรือนและบันทึกข้อมูล

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตที่อายุ 7, 14, 21 และ 28 วันหลังย้ายปลูก ดังนี้

1. การเจริญเติบโต วัดจากความสูง (เซนติเมตร) จากบริเวณโคนต้นถึงส่วนสูงสุดของลำต้น และจำนวนใบ (ใบ) นับจำนวนใบที่แผ่นใบเจริญเต็มที่และไม่มีการม้วน

2. ผลผลิต ชั่งน้ำหนักสดรวมต้นและราก (กรัม) ชั่งในวันที่เก็บเกี่ยว

ผลและวิจารณ์ผล

ผลการวิเคราะห์น้ำสกัดมูลสุกร พบว่า มีปริมาณไนโตรเจน เท่ากับ 0.0181 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม เท่ากับ 0.196 และ 0.041 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่าค่าไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม มีปริมาณธาตุอาหารน้อยกว่าสารละลายธาตุอาหาร AB

1. ปริมาณธาตุอาหารและสมบัติทางเคมีในน้ำสกัดมูลสุกร

ความเป็นกรด-ด่าง มีส่วนสำคัญในการทำปฏิกิริยาทางเคมีของธาตุอาหารที่ใช้เลี้ยงพืช ถ้าสารละลายมีความเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.8 – 6.3) จะทำให้ธาตุอาหารพืชละลายตัวได้ดี และพืชสามารถดูดซึมไปใช้งานได้อย่างสะดวก แต่ถ้าสารละลายมีความเป็นด่างสูงจะทำให้ธาตุอาหารพืชตกตะกอน พืชไม่สามารถดูดซึมไปใช้งานได้

ค่าการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าในสารละลายธาตุอาหาร แสดงถึงปริมาณแร่ธาตุที่ละลายอยู่ในสารละลาย ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดค่าการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้า คือ ชนิดและสายพันธุ์พืช เช่น สารละลายสำหรับสลัด ควรมีค่าการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 1.1 – 1.7 (dS/m)

ตารางที่ 1 ค่าความเป็นกรด – ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม (เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) ของน้ำสกัดมูลสุกรเปรียบเทียบกับสารละลายธาตุอาหาร AB

ชนิดของสาร	pH	EC (dS/m)	N(%)	P(%)	K(%)
น้ำสกัดมูลสุกร	7.93	1.92	0.0181	0.196	0.041
สารละลายธาตุอาหาร AB	6.70	5.72	0.0219	0.328	0.607

(ห้องปฏิบัติการเกษตรปลอดภัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา)

2. การเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอม

การเจริญเติบโต และผลผลิต ของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คและพันธุ์เรดโอ๊ค ในสารละลายธาตุอาหาร AB 100% น้ำสกัดมูลสุกร 100% และน้ำสกัดมูลสุกรร่วมกับสารละลายธาตุอาหารAB อัตรา 95:5% แสดงไว้ในตารางที่ 2, 3 และ 4

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตด้านความสูงของผักกาดหอมที่อายุ 28 วัน หลังการย้ายปลูก พบว่า

1. พันธุ์ผักกาดหอม มีความสูงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คและพันธุ์เรดโอ๊ค มีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 14.17 และ 14.13 เซนติเมตร ตามลำดับ

2. สูตรของสารละลายธาตุอาหาร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยสูตรของสารละลายธาตุอาหารAB 100% น้ำสกัดมูลสุกร 100% และน้ำสกัดมูลสุกรร่วมกับสารละลายธาตุอาหาร AB อัตรา 95:5% ให้ความสูงของผักกาดหอมเฉลี่ย เท่ากับ 17.79, 8.42 และ 16.40 เซนติเมตร ตามลำดับ

3. ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างพันธุ์ผักกาดหอมและสูตรของสารละลายธาตุอาหาร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2 ความสูงต้น (เซนติเมตร) ของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คและพันธุ์เรดโอ๊ค ในแต่ละสิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง	อายุของผักหลังย้ายปลูก			
	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
ผักสลัดพันธุ์กรีนโอ๊ค				
1. สารละลายธาตุอาหารAB 100%	6.71	12.15^{A}	16.08	17.87
2. น้ำสกัดมูลสุกร 100%	5.93	6.89^{C}	8.17	8.30
3. น้ำสกัดมูลสุกรร่วมกับสารละลายธาตุอาหาร อัตราAB 95:5%	5.90	7.17^{C}	12.13	16.33
ผักสลัดพันธุ์เรดโอ๊ค				
4. สารละลายธาตุอาหารAB 100%	4.53	8.71^{B}	15.87	18.07
5. น้ำสกัดมูลสุกร100%	4.33	5.41^{D}	7.00	8.53
6. น้ำสกัดมูลสุกรร่วมกับสารละลายธาตุอาหาร อัตราAB 95:5%	4.51	5.97^{D}	11.15	16.47

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตด้านจำนวนใบ อายุ 28 วัน หลังย้ายปลูก พบว่า

1. จำนวนใบต่อต้นของพันธุ์ผักกาดหอม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คและพันธุ์เรดโอ๊ค มีจำนวนใบต่อต้นเฉลี่ยเท่ากับ 11.98 และ 6.00 ใบต่อต้น ตามลำดับ

2. สูตรของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสูตรของสารละลายธาตุอาหารAB 100 % น้ำสกัดมูลสุกร 100 % และน้ำสกัดมูลสุกรร่วมกับสารละลายธาตุอาหารAB อัตรา 95:5% มีจำนวนใบต่อต้นเท่ากับ 9.17, 6.72 และ 11.10 ใบต่อต้น ตามลำดับ

3. ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างพันธุ์ผักและสูตรของสารละลายธาตุอาหาร พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในน้ำสกัดมูลสุกรร่วมกับสารละลายธาตุอาหารAB 100 % มีจำนวนใบต่อต้นสูงที่สุดเฉลี่ย 16.33 ใบต่อต้น

ตารางที่ 3 จำนวนใบ (ใบ) ของผักสลัดพันธุ์กรีนโอ๊คและพันธุ์เรดโอ๊ค ในแต่ละสิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง	อายุของผักหลังย้ายปลูก			
	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน
ผักสลัดพันธุ์กรีนโอ๊ค				
1. สารละลายธาตุอาหารAB 100%	2.33	4.07	7.07^{A}	11.33^{B}
2. น้ำสกัดมูลสุกร100%	2.47	3.40	3.53^{C}	8.30^{C}
3. น้ำสกัดมูลสุกรร่วมกับสารละลายธาตุอาหาร อัตราAB 95:5%	2.40	3.27	5.47^{B}	16.33^{B}
เฉลี่ย	2.40	3.58^{a}	5.35^{a}	11.98^{a}
ผักสลัดพันธุ์เรดโอ๊ค				
4. สารละลายธาตุอาหารAB 100%	2.40	3.27	5.33^{B}	7.00^{D}
5. น้ำสกัดมูลสุกร100%	2.40	2.80	3.33^{C}	5.13^{E}
6. น้ำสกัดมูลสุกรร่วมกับสารละลายธาตุอาหาร อัตราAB 95:5%	2.53	3.04	4.73^{B}	5.87^{E}
เฉลี่ย	2.44	3.04^{b}	4.46^{b}	6.00^{b}
1. สารละลายธาตุอาหารAB 100%	2.37	3.67	6.20	9.17
2. น้ำสกัดมูลสุกร100%	2.43	3.10	3.43	6.72
3. น้ำสกัดมูลสุกรร่วมกับสารละลายธาตุอาหาร อัตราAB 95:5%	2.47	3.16	5.10	11.10
F-Test A	ns	**	**	**
B	ns	**	**	**
A×B	ns	*	**	**

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4 ผลผลิต อายุ 28 วัน หลังย้ายปลูก พบว่า

1. พันธุ์ผักกาดหอม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คและพันธุ์เรดโอ๊ค มีน้ำหนักสด เฉลี่ย 60.97 และ 29.68 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

2. สูตรของสารละลายธาตุอาหาร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$)โดยสูตรขอสารละลายธาตุอาหาร AB 100% น้ำสกัดมูลสุกร 100% และน้ำสกัดมูลสุกรร่วมกับสารละลายธาตุอาหาร AB อัตรา 95:5% มีน้ำหนักสดต่อต้นของผักกาดหอมทั้ง 2 พันธุ์เฉลี่ยเท่ากับ 85.27, 9.50 และ 41.23 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ผักกาดหอมและสูตรสารละลายธาตุอาหาร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร AB 100% ให้ผลผลิตสูงที่สุด เฉลี่ย 117.40 กรัมต่อต้น

ตารางที่ 4 ผลผลิต (น้ำหนักสดเป็นกรัม) ของผักสลัดพันธุ์กรีนโอ๊คและพันธุ์เรดโอ๊ค ในแต่ละสิ่งทดลอง

สิ่งทดลอง	ผลผลิต (กรัม)		
	กรีนโอ๊ค	เรดโอ๊ค	ค่าเฉลี่ย
1. สารละลายธาตุอาหารAB 100%	117.40^{A}	53.13^{B}	85.27
2. น้ำสกัดมูลสุกร100%	10.53^{D}	8.47^{D}	9.50
3. น้ำสกัดมูลสุกรร่วมกับสารละลายธาตุอาหารAB อัตรา 95:5%	55.00^{B}	27.47^{C}	41.23
ค่าเฉลี่ย	60.97^{a}	29.68^{b}	
F-test A	**	**	
B	**	**	
A×B	**	**	

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการทดลองใช้น้ำสกัดมูลสุกรเป็นแหล่งธาตุอาหารของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คและพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ พบว่า ผักกาดหอมมีการเจริญเติบโตน้อยและให้ผลผลิตต่ำกว่าสูตรที่ใช้สารละลายธาตุอาหาร AB ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมูลสุกรที่นำมาทำน้ำสกัดเป็นมูลสุกรที่เก็บไว้นานส่งผลให้น้ำสกัดมูลสุกรมีปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการค่อนข้างต่ำ ทั้งๆที่จากการค้นคว้าพบมีการใช้น้ำสกัดมูลสุกรหลายอย่าง เช่น ใช้แช่เมล็ดพันธุ์ข้าวช่วยให้ต้นและรากอ่อนเจริญได้เร็วขึ้น ใช้ฉีดพ่นทางใบช่วยให้ข้าวมีใบเขียว ใบตั้ง ใช้รดให้พืชทางดิน ช่วยให้ได้ผลผลิตเร็วขึ้น และการวิจัยนี้สอดคล้องกับสมัย เรื่อง การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์ ที่พบว่าผลผลิตจากพืชทุกชนิด คือ คะน้า กวางตุ้งฮ่องเต้ ผักกาดขาวปลี ผักสลัดกรีนโอ๊ค ผักสลัดเรดโอ๊ค และผักสลัดบัตเตอร์เฮด มีค่าต่ำกว่าพืชที่ได้รับสารละลายมาตรฐานอนินทรีย์ทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นน้ำหนักสด ความสูง ความกว้างทรงพุ่ม จำนวนใบ และความยาวราก ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะน้ำละลายชีวภาพมีธาตุอาหารต่ำกว่าสารละลายมาตรฐาน หรือธาตุอาหารจากน้ำละลายชีวภาพอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟอสฟอรัส นอกจากนั้นยังอาจเป็นเพราะว่า สารละลายในแต่ละสิ่งทดลองขาดธาตุอาหารบางธาตุที่เป็นองค์ประกอบของ Stock A ซึ่งประกอบด้วย แมกนีเซียม กำมะถัน โมลิบดีนัม โบรอน แมงกานีส สังกะสี และ ทองแดง

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองใช้สารละลายธาตุอาหารAB 100% น้ำสกัดมูลสุกร 100% และน้ำสกัดมูลสุกรร่วมกับสารละลายธาตุอาหารAB อัตรา 95:5% เป็นแหล่งอาหารของผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คและเรดโอ๊คในระบบไฮโดรโปนิกส์ พบว่า

1. ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารต่างกัน 3 สูตร พบว่า มีการเจริญเติบโตและผลผลิตดีกว่าพันธุ์เรดโอ๊ค

2. ผักกาดหอมพันธุ์กรีนโอ๊คและพันธุ์เรดโอ๊คที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารAB 100% มีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาคือผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำสกัดมูลสุกรร่วมกับสารละลายธาตุอาหารAB อัตรา 95:5% ส่วนผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำสกัดมูลสุกร 100% มีการเจริญเติบโตและผลผลิตต่ำที่สุด ให้ผลผลิตเท่ากับ 85.27, 41.23 และ 9.50 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

3. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างพันธุ์ผักกาดหอม แต่มีปฏิสัมพันธ์กันในชนิดของสารละลายธาตุอาหารทั้งสองพันธุ์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและห้องปฏิบัติการเกษตรปลอดภัย และสนับสนุนงบประมาณการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2553. คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์พืช ปุ๋ย และสิ่งปรับปรุงดิน ของกรมพัฒนาที่ดิน แก้ไขครั้งที่ 01 วันที่บังคับใช้ กันยายน 2553

ขัญติภาณ. 2555. น้ำสกัดมูลสุกร. นักวิชาการส่งเสริมการเกษตรชำนาญการ สำนักงานเกษตรอำเภอแวงใหญ่ ขอนแก่น. แหล่งที่มา: https://www.gotoknow.org/posts/374392, 22 มิถุนายน. 2555.

ดิเรก ทองอร่าม. 2550. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. พิมพ์ครั้งที่ 3. ดีการพิมพ์ กรุงเทพมหานคร. 816 น. เทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี. 174 หน้า.

นิรนาม. 2559ก. สลัดกรีนโอ๊ค. แหล่งที่มา: http://zen-hydroponics.blogspot.com/2014/12/green-oak- 3 มีนาคม 2559.

สมัย สงข์ทองงาม. 2554. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิกส์. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาวิทยาศาตรมหาบัณฑิต. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีธัญบุรี.

อภิชาต ศรีสะอาด. 2557. แนวทางและแบบอย่างการลงทุนเพาะปลูกผักไร้ดิน. บริษัท นาคา อินเตอร์มีเดีย, กรุงเทพมหานคร. 114 น.

ความหลากหลายทางชีวภาพแมลงในนาข้าวอินทรีย์กับนาเคมี

Insect biodiversity in organic- and chemical based paddy field

ยรรยง เฉลิมแสน[1*] และรักษิณา บุญอินทร์[2]

Yanyong Chalermsan[1*] Raksina Boon In[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากทางชีวภาพของแมลงในระบบนิเวศในนาข้าวอินทรีย์กับนาข้าวเคมี การสุ่มตัวอย่างโดยใช้สวิงโฉบ กับดักกาวเหนียวและถาดดักสีเหลืองใน 4 ระยะการเจริญเติบโตของข้าว พบว่าค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงจากการคำนวณโดยสูตรของ Shannon-Weiner Index ในระบบนิเวศแปลงนาอินทรีย์สูงกว่านาเคมี โดยระยะออกรวงในนาอินทรีย์ เมื่อสุ่มตัวอย่างโดยวิธีใช้สวิงโฉบ กาวดักและถาดดัก ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงเท่ากับ 2.57, 2.73, และ 1.77 ตามลำดับ ในขณะที่นาเคมีมีค่ากับ 2.27, 2.24, และ 1.23 ตามลำดับ ระยะที่มีค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงน้อยที่สุดคือ ระยะก่อนการเก็บเกี่ยว โดยนาเคมีเท่ากับ 1.54, 1.75, และ 1.49 ตามลำดับวิธีการเก็บ และนาอินทรีย์เท่ากับ 1.94, 1.95, 1.49 ตามลำดับ

คำสำคัญ : ค่าดัชนี Shannon-Weiner index, ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ, นาข้าว

ABSTRACT

Insect biodiversity between organic- and chemicals based paddy fields were sampled by sweeping, sticky trap and yellow pan trap. Samples were identified and classified into functional guilds. Data were analyzed by Shannon-Weiner index. The results showed different biodiversity index among paddy fields, sampling techniques and rice growth stages. The highest insect biodiversity indices were found in flowering stage and organic based paddy field. Biodiversity indices from the field by sweeping, sticky trap and yellow pan trap were 2.57 2.73 `and 1.77 respectively. Whereas indices from chemical based field were 2.27, 2.24, and 1.23 respectively. The lowest biodiversity indices obtained from pre-harvesting stage of chemical based field by sweeping, sticky trap and yellow pan; 1.54, 1.75 and 1.49 respectively following by samples from organic based 1.94, 1.95, 1.49 respectively.

Keyword : Shannon-Weiner index, insect biodiversity, paddy field

---

[1, 2] สาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

[1, 2] Department of Plant Science, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Ban Krang Sub-district, Muang District, Phitsanulok 65000, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : ychalermsan@gmail.com

บทนำ

การผลิตข้าวอินทรีย์เป็นระบบการผลิตทางการเกษตรที่เน้นเรื่องของธรรมชาติเป็นสำคัญ ได้แก่ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ การฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของธรรมชาติ การรักษาสมดุลธรรมชาติและการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติเพื่อการผลิตอย่างยั่งยืน เช่น ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยการปลูกพืชหมุนเวียน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในไร่นาหรือจากแหล่งอื่น ควบคุมโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าวโดยวิธีผสมผสานที่ไม่ใช้สารเคมี การเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่เหมาะสมมีความต้านทานโดยธรรมชาติ รักษาสมดุลของศัตรูธรรมชาติ การจัดการพืช ดิน และน้ำ ให้ถูกต้องเหมาะสมกับความต้องการของต้นข้าว เพื่อทำให้ต้นข้าวเจริญเติบโตได้ดี มีความสมบูรณ์แข็งแรงตามธรรมชาติ การจัดการสภาพแวดล้อมไม่ให้เหมาะสมต่อการระบาดของโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าว เป็นต้น สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว (2559) การปฏิบัติเช่นนี้ก็สามารถทำให้ต้นข้าวที่ปลูกให้ผลผลิตสูงในระดับที่น่าพอใจซึ่งการดำเนินนี้ต้องอาศัยข้อมูลประกอบในหลายๆด้านทั้งในส่วนของชนิดแมลง ช่วงการระบาด และการแพร่กระจาย เป็นต้น (Pedigo, 1996)

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว (2559) ได้จัดทำรายชื่อแมลงและสัตว์ศัตรูข้าวที่พบได้ทั่วๆ ไป ดังนี้

ตารางที่ 1 ชนิดของแมลงศัตรูข้าวที่พบในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ

แมลงศัตรูระยะกล้า	แมลงศัตรูระยะแตกกอ	แมลงศัตรูระยะออกรวง
เพลี้ยไฟข้าว	หนอนกอข้าว	แมลงสิง
มวนง่าม	แมลงบั่ว	มวนเขียวข้าว
หนอนแมลงวันเจาะยอดข้าว	เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล	
หนอนกระทู้กล้า	เพลี้ยจักจั่นสีเขียว	
เพลี้ยกระโดดหลังขาว	เพลี้ยจักจั่นปีกลายหยัก	
	เพลี้ยแป้ง	
	หนอนห่อใบข้าว	
	หนอนปลอกข้าว	
	แมลงดำหนาม	
	ด้วงดำ	
	ด้วงงวงกินรากข้าว	
	แมลงหล่า	

ที่มา: ดัดแปลงจาก สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว (2559)

ปรีชาและคณะ (2538) กล่าวว่า ระบบนิเวศนาข้าวส่งเสริมให้มีความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงสูง โดยเฉพาะศัตรูธรรมชาติของแมลงศัตรูข้าว ที่มีตัวเบียนและตัวห้ำมากกว่า 100 ชนิด มากกว่าชนิดของแมลงศัตรูข้าวถึง 5-6 เท่า ตัวเบียนของแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ เช่น เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีตัวเบียน 9 ชนิด หนอนห่อใบข้าวมี 13 ชนิด เพลี้ยจักจั่นสีเขียว 6 ชนิด เป็นต้น เมื่อรวมตัวเบียนของแมลงศัตรูข้าวชนิดอื่นๆ ด้วยแล้วมีตัวเบียนไม่ต่ำกว่า 45 ชนิด ส่วนตัวห้ำจะกินแมลงศัตรูข้าวในระยะไข่ หนอน หรือตัวเต็มวัยแตกต่างกันตามชนิดของตัวห้ำ เช่น ไรตัวห้ำของแมลงบั่วจะดูดกินไข่แมลงบั่ว มวนเขียวดูดไข่ จะดูดกินไข่เพลี้ยกระโดดและเพลี้ยจักจั่น พวกต่อแตนจะกินหนอนผีเสื้อในนาข้าว แมงมุมต่างๆ กินตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของเพลี้ยกระโดด

การผลิตข้าวอินทรีย์ เป็นระบบการผลิตข้าวที่ไม่ใช้สารเคมีทางการเกษตรทุกชนิดเป็นต้นว่า ปุ๋ยเคมี สารควบคุมการเจริญเติบโตสารควบคุมและกำจัดวัชพืช สารป้องกันกำจัดโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าว ตลอดจนสารเคมีที่ใช้รมเพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าวในโรงเก็บ การผลิตข้าวอินทรีย์นอกจากจะทำให้ได้ผลผลิตข้าวที่มีคุณภาพสูงและปลอดภัยจาก

สารพิษแล้ว ยังเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและเป็นการพัฒนาการเกษตรแบบยั่งยืนอีกด้วย (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2559)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ปลูกข้าวพันธุ์หอมนิลในแปลงขนาด 40x40 เมตร ในนาของเกษตรกรในเขตพื้นที่บ้านทุ่งใหญ่ ม.8 ต.นิคมพัฒนา อ.บางระกำ จ.พิษณุโลกจำนวน 2 แปลง

1.1 แปลงที่ 1 จัดการเป็นระบบนิเวศนาอินทรีย์ โดยปลูกข้าวโดยการโยนกล้าร่วมกับการปลูกพืชสมุนไพรและไม้ดอกบนคันนา ควบคุมโรคและแมลงศัตรูข้าวโดยใช้น้ำส้มควันไม้อัตรา 1 ลิตร น้ำ 200 ลิตร และฮอร์โมนไข่อัตรา 300 ซีซีต่อน้ำ 200 ลิตร

1.2 แปลงที่ 2 จัดการเป็นระบบนิเวศนาเคมี โดยปลูกโดยวิธีการหว่านและใช้สารเคมีตามกำหนดและวิธีการของเกษตรกร

2. กำหนดพื้นที่สุ่มตัวอย่างให้วัดจากขอบแปลงเข้าไป 2 เมตร ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างดังนี้

2.1 การใช้สวิงโฉบ (sweep net) จำนวน 10 โฉบ โดยใช้สวิงจับแมลงโฉบที่ปลายยอดต้นข้าวระหว่างเดินผ่านแปลงช้าๆ เป็นแนวเส้นทแยงมุม

2.2 การวางกับดักกาวเหนียว (yellow sticky trap) 20 อัน

2.3 การวางถาดดัก (yellow pan trap) 20 ถาด

3. สุ่มตัวอย่างแมลงจากทั้ง 2 แปลงทุกสัปดาห์ ในระยะต้นกล้า ระยะแตกกอ ระยะออกรวง และระยะก่อนเก็บเกี่ยว

4. นำแมลงจากตัวอย่างสุ่มมาจำแนกและนับจำนวนชนิด ตามบทบาทของแมลงในระบบนิเวศ (functional guild) ได้แก่ แมลงปากกัดกิน แมลงปากดูดกิน แมลงห้ำปากกัดกิน แมลงห้ำปากดูดกิน และแมลงเบียน

5. ประเมินความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงตามบทบาทในระบบนิเวศ โดยใช้ดัชนีความหลากหลายของ Shannon's index

สูตร Shannon's index,

$$H' = - \sum Pi * \mathbf{ln} Pi$$

H' คือ ดัชนีความหลากหลาย Shanon-Weiner

Pi คือ สัดส่วนของจำนวนชนิดของแมลงใน functional guild ต่อจำนวนชนิดของแมลงที่สุ่มได้ทั้งหมด

* H' (base **e** log = 2.302585 H' (base 10 logs))

ผลและวิจารณ์ผล

1. การใช้สวิงโฉบ

ระยะต้นกล้า

แปลงนาอินทรีย์มีค่าดัชนีความหลากหลาย เท่ากับ 2.28 ในระหว่างที่นาเคมีมีค่าเท่ากับ 1.86 (ดังแสดงในตารางที่ 2) แมลงที่พบจากการที่สุ่มได้แก่ เพลี้ยไฟ หนอนกระทู้กล้า เพลี้ยจักจั่นสีเขียว แมลงสิง เพลี้ยจักจั่น แมลงปอบ้าน แมลงปอเข็ม ตั๊กแตนด้วงเต่าลาย มวนเพชฌฆาต แมงมุม แมลงวัน มด ริ้นนำจืด แตนเบียน ต่อ **Trichomma Tetrastichus Euplectrus**

ระยะแตกกอ

แปลงนาอินทรีย์มีค่าดัชนีความหลากหลาย เท่ากับ 2.54 ในระหว่างที่นาเคมีมีค่าเท่ากับ 2.07 (ดังแสดงในตารางที่ 2) แมลงที่พบจากการที่สุ่มได้แก่ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล จิ้งหรีด แมลงหล่า เพลี้ยจักจั่นสีเขียว แมลงสิง ผีเสื้อหนอนกอ แมลงบั่ว แมลงช้างปีกใส แมลงปอบ้าน แมลงปอเข็ม ตั๊กแตน ด้วงเต่าลาย มวนเพชฌฆาต แมงมุม แมลงวัน มด แมลงปีกแข็ง และแตนเบียน

ระยะออกรวง

แปลงนาอินทรีย์มีค่าดัชนีความหลากหลาย เท่ากับ 2.57 ในระหว่างที่นาที่ใช้สารเคมีมีค่าเท่ากับ 2.27 (ดังแสดงในตารางที่ 2) แมลงที่พบจากการที่สุ่มได้แก่ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล หนอนกระทู้กล้า เพลี้ยจักจั่นสีเขียว แมลงสิง เพลี้ยจักจั่นผีเสื้อหนอนกอ แมลงบั่ว แมลงปอบ้าน แมลงปอเข็ม ตั๊กแตน ด้วงเต่าลาย มวนเพชฌฆาต แมงมุม แมลงวัน มด ริ้นนำจืด ผึ้ง แตนเบียน **Aphelinus** ต่อ**Trichomma Euplectrus Xanthopimpla**

ระยะก่อนการเก็บเกี่ยว

แปลงนาอินทรีย์มีค่าดัชนีควาหลากหลาย เท่ากับ 1.94 ในระหว่างที่นาเคมีมีค่าเท่ากับ 1.54 (ดังแสดงในตารางที่ 2) แมลงที่พบจากการที่สุ่มได้แก่ เพลี้กระโดดสีน้ำตาล แมลงปีกแข็งสีดำ แมลงปอบ้าน แมลงปอเข็ม ตั๊กแตน ด้วงเต่าลาย มวนเพชฌฆาต แมงมุม แมลงวัน มด และแตนเบียน

ตารางที่ 2 แสดงค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงในระบบนิเวศนาอินทรีย์เปรียบเทียบกับนาเคมีโดยการใช้สวิงโฉบ

ระยะการเจริญเติบโตของข้าว	ค่าดัชนีความหลากหลาย	
	นาอินทรีย์	นาคมี
ระยะต้นกล้า	2.28	1.86
ระยะแตกกอ	2.54	2.07
ระยะออกรวง	2.57	2.27
ระยะก่อนการเก็บเกี่ยว	1.94	1.54

2. การใช้กับดักกาวเหนียว

ระต้นกล้า

แปลงนาอินทรีย์มีค่าดัชนีความหลากหลาย เท่ากับ 2.51 ในระหว่างที่นาเคมีมีค่าเท่ากับ 2.18 (ดังแสดงในตารางที่ 3) แมลงที่พบจากการที่สุ่มได้แก่ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ผีเสื้อหนอนกอ เพลี้ยจักจั่นสีเขียว แมลงสิง แมลงหล่า แมลงปอบ้าน แมลงปอเข็ม ตั๊กแตน ด้วงเต่าลาย มวนเพชฌฆาต แมงมุม แมลงวัน **Dolichopus** แมลงปีกแข็ง และแตนเบียน **Euplectrus**

ระยะแตกกอ

แปลงนาอินทรีย์มีค่าดัชนีความหลากหลาย เท่ากับ 2.60 ในระหว่างที่นาเคมีมีค่าเท่ากับ 2.23 (ดังแสดงในตารางที่ 3) แมลงที่พบจากการที่สุ่มได้แก่ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ผีเสื้อหนอนกอ เพลี้ยจักจั่นสีเขียว แมลงสิง แมลงหล่า แมลงบั่ว แมลงปอบ้าน แมลงปอเข็ม ตั๊กแตน ด้วงเต่าลาย มวนเพชฌฆาต แมงมุม แมลงวัน แตนเบียน **Trichomma** และ **Cotesia**

ระยะออกรวง

แปลงนาอินทรีย์มีค่าดัชนีความหลากหลาย เท่ากับ 2.73 ในระหว่างที่นาเคมีมีค่าเท่ากับ 2.24 (ดังแสดงในตารางที่ 3) แมลงที่พบจากการที่สุ่มได้แก่ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แมลงหล่า แมลงสิง แมลงบั่ว แมลงปอบ้าน แมลงปอเข็ม ตั๊กแตน ด้วงเต่าลาย มวนเพชฌฆาต แมงมุม แมลงวันและแตนเบียน

ระยะก่อนการเก็บเกี่ยว

แปลงนาอินทรีย์มีค่าดัชนีความหลากหลาย เท่ากับ 1.95 ในระหว่างที่นาเคมีมีค่าเท่ากับ 1.79 (ดังแสดงในตารางที่ 3) แมลงที่พบจากการที่สุ่มได้แก่ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แมลงหล่า แมลง ตั๊กแตน ด้วงเต่าลายและแตนเบียน

ตารางที่ 3 แสดงค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงในระบบนิเวศนาข้าวอินทรีย์เปรียบเทียบกับนาเคมีโดยการใช้กับดักกาวเหนียว

ระยะการเจริญเติบโตของข้าว	ค่าดัชนีความหลากหลาย	
	นาอินทรีย์	นาเคมี
ระยะต้นกล้า	2.51	2.18
ระยะแตกกอ	2.60	2.23
ระยะออกรวง	2.73	2.24
ระยะก่อนการเก็บเกี่ยว	1.95	1.75

การใช้ถาดดัก

ระยะต้นกล้า

แปลงนาอินทรีย์มีค่าดัชนีความหลากหลาย เท่ากับ 1.76 ในขณะที่นาเคมีมีค่าเท่ากับ 1.44 (ดังแสดงในตารางที่ 4) แมลงที่พบจากการที่สุ่มได้แก่ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แมลงสิง ตั๊กแตน ด้วงเต่าลาย มวนเพชฌฆาต แมงมุม แมลงวัน จิงโจ้น้ำและแตนเบียน

ระยะแตกกอ

แปลงนาอินทรีย์มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 1.76 ในขณะที่นาเคมีมีค่าเท่ากับ 1.47 (ดังแสดงในตารางที่ 4) แมลงที่พบจากการที่สุ่มได้แก่ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แมลงหล่า แมลงปอบ้าน แมลงปอเข็ม ตั๊กแตน ด้วงเต่าลาย มวนเพชฌฆาต แมงมุม แมลงวัน แมลงหางหนีบ

ระยะออกรวง

แปลงนาอินทรีย์มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 1.77 ในขณะที่นาเคมีมีค่าเท่ากับ 1.23 (ดังแสดงในตารางที่ 4) แมลงที่พบจากการที่สุ่มได้แก่ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แมลงหล่า แมลงปอบ้าน แมลงปอเข็ม ตั๊กแตน ด้วงเต่าลาย มวนเพชฌฆาต แมงมุม แมลงวัน แมลงหางหนีบ

ระยะก่อนการเก็บเกี่ยว

แปลงนาอินทรีย์มีค่าดัชนีควาหลากหลาย เท่ากับ 1.49 ในขณะที่นาเคมีมีค่าเท่ากับ 1.04 (ดังแสดงในตารางที่ 4) แมลงที่พบจากการที่สุ่มได้แก่ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แมลงหล่า หนอน ตั๊กแตน ด้วงเต่าลาย

ตารางที่ 4 แสดงค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงในระบบนิเวศนาข้าวอินทรีย์ เปรียบเทียบกับนาข้าวเคมีโดยวิธีการใช้ถาดดัก

ระยะการเจริญเติบโตของข้าว	ค่าดัชนีความหลากหลาย	
	นาอินทรีย์	นาเคมี
ระยะต้นกล้า	1.76	1.44
ระยะแตกกอ	1.76	1.47
ระยะออกรวง	1.77	1.23
ระยะก่อนการเก็บเกี่ยว	1.49	1.04

จากการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแมลงในนาข้าวอินทรีย์ที่มีการเขตกรรมต่างจากวิธีการของเกษตรกร คือ ปลูกข้าวโดยการโยนกล้า การปลูกพืชสมุนไพรและไม้ดอกบนคันนา การใช้น้ำส้มควันไม้ควบคุมโรคและแมลงศัตรูข้าว การใช้ฮอร์โมนไข่เร่งการเจริญเติบโต และนาเคมีที่ปลูกข้าวโดยวิธีการหว่านและใช้สารเคมีตามกำหนดและวิธีการของเกษตรกร

พบว่านาข้าวอินทรีย์มีความหลากหลายชนิดของแมลงมากกว่านาเคมี ไม่ว่าจะเป็นการสุ่มตัวอย่างโดยวิธีการใดสอดคล้องกับรายงานของ Siregar และคณะ (2017) ที่สรุปว่าแปลงนาระบบอินทรีย์จะมีความหลากหลายของแมลงสูงที่สุดและมีความหลากชนิดมากที่สุดในระยะข้าวออกรวง และรายงานของวิชัยและคณะ (2554) ที่รายงานว่า ต้นข้าวในช่วงการเจริญเติบโตและสร้างเมล็ด มีความหลากชนิดของแมลงสูงที่สุด นอกจากนี้ Chen and Bernal (2011) ได้สรุปในงานวิจัยว่าประชากรแมลงศัตรูพืชแปรผันตามการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้าง องค์ประกอบทางเคมี ลักษณะทางพันธุกรรมของพืชเองสอดคล้องกับรายงานของสำนักวิจัยและพัฒนาข้าว (2559) ที่แสดงให้เห็นว่าจำนวนชนิดของแมลงศัตรูข้าวจะมีมากที่สุดในระยะการเจริญเติบโต และน้อยที่สุดในระยะออกรวง การที่มีระบบนิเวศมีความหลากหลายของแมลงศัตรูธรรมชาติจะเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมแมลงศัตรูพืชต่างในระบบนิวศนั้น

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาระบบนิเวศของแมลงในนาข้าวอินทรีย์และนาเคมีของเกษตรกรในเขตพื้นที่บ้านทุ่งใหญ่ ม.8 ต.นิคมพัฒนา อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก โดยการเก็บตัวอย่างแมลง ทั้ง 3 วิธี คือ วิธีการโฉบด้วยสวิงโฉบ กาวดักและถาดดัก พบว่าวิธีการสุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อการคำนวณค่าความหลากหลายทางชีวภาพ แปลงนาอินทรีย์มีค่าดัชนีความหลากหลายของแมลงสูงกว่าแปลงนาที่ใช้สารเคมี ระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวในนาอินทรีย์ มีผลต่อความหลากหลายของแมลง โดยระยะออกรวงมีค่าค่าดัชนีความหลากหลายสูงที่สุดเพราะระยะนี้ต้นข้าวมีลักษณะอวบน้ำและนุ่ม จึงเป็นช่วงที่ดึงดูดแมลงศัตรูข้าวและแมลงศัตรูธรรมชาติด้วย ระยะที่มีค่าดัชนีความหลากหลายน้อยที่สุดคือระยะก่อนการเก็บเกี่ยว

ดังนั้น เกษตรกรสามารถผลิตข้าวอินทรีย์ โดยการจัดระบบนิเวศที่เหมาะสม ให้มีความหลากหลายของแมลงศัตรูพืชสูง จึงเป็นวิธีการผลิตข้าวที่ไม่ใช้สารเคมีหรือสารสังเคราะห์ต่าง ๆ โดยเกษตรกรต้องมีการเขตกรรมที่เหมาะสม มีการปลูกไม้ดอกริมคันนาเป็นอาหารของแมลงศัตรูธรรมชาติบางชนิด การใช้ปัจจัยการผลิตชีวภาพที่ไม่มีสารพิษตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อมทดแทน ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะเป็นการสร้างสมดุลของธรรมชาติ ส่งเสริมและอนุรักษ์แมลงที่เป็นประโยชน์ในนาข้าวเพื่อแก้ปัญหาศัตรูข้าวอย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2560. การผลิตข้าวอินทรีย์ องค์ความรู้เรื่องข้าว. http://www. ricethailand. go. th/Rkb/organic rice/index.php.htm,(20 มกราคม 2559)

Ameilia Zuliyanti Siregar, Tulus and Kemala Sari Lubis 2017. Diversity of Pest Insects in Paddy Field Cultivation: A Case Study In Lae Parira, Dairi, International Journal of Trend in Research and Development, Volume 4(5).

Chen, Y.H. and Bernal, C.C. 2011. Arthropod diversity and community composition on wild and cultivated rice. Agricultural and Forest Entomology, vol. 13(2) :181-189.

Pedigo, L. P. 1996. General models of economic thresholds. In Economic Thresholds for Integrated Pest Management, eds. L.G. Higley & L.P. Pedigo, pp. 41-57.

วิชัย สรพงษ์ไพศาล 2554 สมชาย ธนสินชยกุล วงศ์พันธ์ พรหมวงค์ ภราดร ดอกจนทร์และฉัตรมณี วุฒเสาร. 2554. ความหลากหลายชนิดของแมลงศัตรูข้าวและศัตรูธรรมชาติในระบบการผลิตข้าวแบบอินทรีย์. วารสารเกษตร 27(1): 39-48.

ปรีชา วังศิลาบัตร, สุวัฒน์ รวยอารี, เรวัต ภัทรสุทธิ, เฉลิมวงศ์ ถิระวัฒน์ และวนิช ยาคล้อย. 2538. มิตรและศัตรูของชาวนา: ศัตรูธรรมชาติของแมลงข้าวที่สำคัญ. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กองกีฏ และ สัตว์วิทยา กรมวิชาการการเกษตร กรุงเทพฯ. 112 หน้า.

ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยหอมแคระ

Effect of Plant Growth Regulator on the **In vitro** Culture of **Musa sapientum** L.

ปิยะวดี เจริญวัฒนะ[1*]

Piyavadee Charoenwattana[1*]

บทคัดย่อ

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยหอมแคระเพื่อชักนำให้เกิดยอดบนอาหารสังเคราะห์ Murashige and Skoog (MS) โดยการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต Benzyladenine (BA) ความเข้มข้น 0 3 5 7 และ 9 มก./ล. วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าการเติมสาร BA เข้มข้น 3 5 7 และ 9 มก./ล. สามารถชักนำให้เกิดยอดใหม่ได้ทุกระดับความเข้มข้น จำนวนเท่ากับ 3.3 7.3 4.6 และ 6.0 ยอด ตามลำดับ สูตรที่เติมสาร BA เข้มข้น 3 7 และ 9 มก./ล. ยอดที่เกิดมีลักษณะเป็นใบยาวขนาดเล็ก ส่วนสูตรที่เติมสาร BA เข้มข้น 5 มก./ล. ยอดมีการพัฒนาเป็นใบอ่อนลักษณะสมบูรณ์ นอกจากนี้การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนยอดเริ่มต้นบนอาหาร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ให้ความสูงและจำนวนใบมากที่สุดเท่ากับ 4.5 ซม. และ 9.3 ใบ ตามลำดับ ส่วนอาหารที่ชักนำให้เกิดรากมากที่สุดคืออาหาร MS ที่เติม NAA 0.05 มก./ล. ชักนำให้เกิดรากมากที่สุดคือ 13 ราก ในเวลา 7 สัปดาห์ ในอาหารที่ไม่เติมสาร NAA รากมีขนาดเล็กขณะที่ต้นที่เลี้ยงในอาหารที่เติมสาร NAA เข้มข้น 0.05 มก./ล. รากมีลักษณะยาวและสมบูรณ์ ส่วนอาหารที่เติมสาร NAA เข้มข้น 0.1 มก./ล. เกิดรากขนาดสั้น ดังนั้น อาหารสูตร MS ที่เติม BA เข้มข้น 5 มก./ล. และสูตร MS ที่เติม NAA เข้มข้น 0.05 มก./ล. เป็นสูตรอาหารที่เหมาะสมในการชักนำยอดและชักนำรากกล้วยหอมแคระ เพื่อการเพิ่มปริมาณจำนวนมากตลอดจนการปรับปรุงพันธุ์กล้วยต่อไป

คำสำคัญ: กล้วยหอมแคระ, การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, การชักนำยอด

ABSTRACT

The effect of Benzyladenine (BA) on shoot induction of dwarf banana (**Musa sapientum** L.) was examined. The experiments were carried out in a completely randomized design. The shoot explants were cultured on Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with 5 different concentrations (0, 3, 5, 7 and 9 mg/l) of BA. After 10 weeks, the numbers of shoots per explants (3.3 7.3 4.6 and 6.0 shoots) were regenerated on MS medium supplemented with 0, 3, 5, 7 and 9 mg/l BA. The long small leaf shoots were induced in the MS medium supplemented with 3, 7 and 9 mg/l BA, while the normally developed leaf shoots were regenerated on MS medium supplemented with 5 mg/l BA. In addition, the initial shoot explants cultured on MS medium without any growth regulator produced the maximum shoot elongation (4.5 cm.) and the highest number of leaves (9.3 leaves). The MS medium supplemented with 0.05 mg/l NAA induced the highest number of roots per explant (13 roots) after 7 weeks of culture. The smallest roots were grown on MS medium without any growth regulator. The long complete roots and short roots were obtained from MS medium supplemented with 0.05 and 0.1 mg/l NAA. In conclusion, the MS medium supplemented with 5 mg/l BA and 0.05 mg/l NAA were suitable for shoot and root induction of dwarf bananas for mass propagation and plant breeding in the future.

Keywords: **Musa sapientum** L., plant tissue culture, shoot induction

---

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตำบลประชาธิปัตย์ อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12130

[1] Department of Crop Production and Landscape Technology, Faculty of Agricultural Technology Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Prachathipat, Thanyaburi , Pathumthani 12130, Thailand

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : piyavadee_c@rmutt.ac.th

บทนำ

กล้วยหอมแคระ อยู่ในวงศ์ Musaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า **Musa sapientum** L. เป็นพืชพันธุ์ดั้งเดิมของอเมริกา เมื่อโตเต็มที่จะสูงเพียงแค่ 1 เมตรเท่านั้น ลักษณะลำต้นคล้ายกับกล้วยทั่วไป ลักษณะใบจะกลมและสั้นกว่าใบกล้วยของไทย ทำให้การกระจายของใบมีลักษณะเป็นพุ่ม สวยงาม ไม่เก้งก้าง กล้วยหอมแคระสามารถปลูกให้ติดดอกออกผลได้ในกระถาง ลักษณะผลคล้ายกล้วยไข่ลูกโต เนื้อแน่นและเหนียวกว่ากล้วยหอมไทย ส่วนกลิ่นและรสชาติจะเหมือนกล้วยหอมทั่วไปของไทย ด้วยลักษณะเด่นของกล้วยหอมแคระ อยู่ที่ความเตี้ยและลักษณะทรงที่มีความสวยงามเหมาะสำหรับปลูกเป็นไม้ประดับ สำหรับตกแต่งทั้งภายนอกและภายใน และเมื่อติดดอกออกผลก็ยังสามารถนำมาบริโภคได้ จึงทำให้ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก (เกษตร, 2558) จากความต้องการกล้วยหอมแคระในท้องตลาดเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงประสบปัญหาในเรื่องผลผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการ ส่งผลให้ราคาขายหน่อกล้วยหอมแคระในท้องตลาดปัจจุบันสูงถึงหน่อละ 200-300 บาท ปัจจุบันวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้ถูกนำมาใช้ในการขยายพันธุ์พืชหลายชนิด เนื่องจากทำให้ได้ต้นที่มีลักษณะตรงตามพันธุ์และจำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสาร benzyladenine (BA) ต่อการชักนำยอด และสาร napthalene acetic acid (NAA) ต่อการชักนำรากกล้วยหอมแคระ เพื่อใช้ในการขยายพันธุ์และเพิ่มปริมาณต้นกล้วยหอมแคระอย่างรวดเร็ว และเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรต่อไปในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การชักนำยอดกล้วยหอมแคระในสูตรอาหาร MS ที่เติม BA

นำชิ้นส่วนยอดกล้วยหอมแคระในสภาพปลอดเชื้ออายุ 3 เดือน ขนาด 1 เซนติเมตร เลี้ยงบนอาหารสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่เติม BA เข้มข้น 3 5 7 และ 9 มก./ล. ที่ระดับ pH 5.7 เป็นเวลา 10 สัปดาห์ บันทึกจำนวนหน่อที่เกิดจากการชักนำ จำนวนใบและความสูงของยอดเริ่มต้นโดยวัดจากส่วนโคนถึงปลายยอด ทุกสัปดาห์

2. การชักนำรากกล้วยหอมแคระในสูตรอาหาร MS ที่เติม NAA

นำชิ้นส่วนยอดกล้วยหอมแคระที่ได้จากการชักนำด้วยการเติมสาร BA จากการทดลองแรก ขนาด 3 เซนติเมตร เลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 0.05 และ 0.1 มก./ล. ที่ระดับ pH 5.7 เป็นเวลา 7 สัปดาห์ บันทึกจำนวนรากที่เกิดจากการชักนำ และจำนวนใบ ทุกสัปดาห์

การชักนำยอดกล้วยหอมแคระในสูตรอาหาร MS ที่เติม BA และการชักนำรากในสูตรอาหาร MS ที่เติม NAA โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 3 ซ้ำ ซ้ำละ 4 ยอด เลี้ยงในห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่อุณหภูมิ 25± 2 องศาเซลเซียส ปริมาณแสง 2000 ลักส์ ให้แสง 8 ชั่วโมงต่อวัน วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significance difference (LSD)

ผลและวิจารณ์ผล

1. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ต่อการเพิ่มจำนวนยอดกล้วยหอมแคระ

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากชิ้นส่วนยอดกล้วยหอมแคระบนอาหารสูตร MS เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA เข้มข้น 0 3 5 7 และ 9 มก./ล. เป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่า การเติมสาร BA เข้มข้น 3 5 7 และ 9 มก./ล. สามารถชักนำให้เกิดยอดใหม่ได้ทุกระดับความเข้มข้น จำนวนเท่ากับ 3.3 7.3 4.6 และ 6.0 ยอด ตามลำดับ ส่วนอาหารสูตรควบคุมไม่พบการชักนำยอด จำนวนยอดที่เกิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) (ตารางที่ 1) โดยสูตรที่เติมสาร BA 5 มก./ล. ให้จำนวนยอดสูงสุดคือ 7.3 ยอด ยอดมีลักษณะสมบูรณ์และมีการแตกใบอ่อนใกล้เคียงกับสูตรที่เติม BA 9 มก./ล. ส่วน

สูตรที่เติมสาร BA เข้มข้น 3 และ 7 มก./ล. ยอดที่ได้มีขนาดเล็กกว่า และการเลี้ยงชิ้นส่วนยอดบนอาหารสูตรควบคุม MS ไม่พบการเกิดยอดแต่มีการเจริญทางด้านลำต้นและเกิดรากจำนวนมาก (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1) ความสูงของชิ้นส่วนยอดเริ่มต้น เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าอาหารสูตร MS ที่เติมสาร BA 0 3 5 7 9 มก./ล. ยอดเริ่มต้นมีความสูงเท่ากับ 4.5 1.2 1.6 1.6 และ 1.0 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยอาหารสูตร MS ยอดเริ่มต้นมีความสูงมากที่สุด (4.5 เซนติเมตร) และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (**p**<0.01) (ตารางที่ 1) กับสูตรที่มีเติมสาร BA ทุกสูตร จำนวนใบของชิ้นส่วนยอดเริ่มต้น หลังการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 10 สัปดาห์ พบว่าอาหารสูตร MS ที่เติมสาร BA 0 3 5 7 9 มก./ล. ยอดเริ่มต้นมีจำนวนใบเท่ากับ 9.3 3.6 4.3 5.6 และ 2 ใบ ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**<0.05) (ตารางที่ 1) ซึ่งจากการเพาะเลี้ยงกล้วยหอมแคระด้วยอาหารสังเคราะห์ในสภาพปลอดเชื้อพบว่าสูตรอาหารที่มีองค์ประกอบของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่างกันไม่ส่งผลกระทบต่อการรอดชีวิต แต่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช โดยตั้งแต่สัปดาห์ที่ 5 เมื่อชิ้นส่วนพืชตั้งตัวได้จะมีพัฒนาการที่แตกต่างกันในสูตรอาหาร MS ที่เติมสาร BA ความเข้มข้นต่างกัน โดยสูตรที่เติมสาร BA 5 มิลลิกรัมต่อลิตรให้จำนวนยอดสูงสุดคือ 7.3 ยอด การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้วยชิ้นส่วนยอดกล้วยหอมแคระสามารถเพิ่มจำนวนยอดได้บนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม BA เข้มข้น 5 มก./ล. เช่นเดียวกับกล้วยชนิดอื่น ได้แก่ กล้วยหิน (อรุณี, 2557) กล้วยช้าง (พัชนันท์ และพจมาลย์, 2557) และกล้วยมะลิอ่อง (นิดาพรและคณะ, 2559) ในขณะที่สูตรควบคุม (MS) ให้ความสูงและจำนวนใบของชิ้นส่วนยอดเริ่มต้นสูงสุดแต่ไม่มีการเกิดยอดใหม่ และมีการพัฒนาของรากเกิดขึ้นด้วย

ตารางที่ 1 ผลของสาร BA ความเข้มข้นต่างๆ ต่อจำนวนยอดที่เกิด ความสูงและจำนวนใบของชิ้นส่วนยอดเริ่มต้นของกล้วยหอมแคระ หลังการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 10 สัปดาห์

ความเข้มข้นของสาร BA (มก./ล.)	จำนวนยอดที่เกิด	ชิ้นส่วนยอดเริ่มต้น	
		ความสูง (เซนติเมตร)	จำนวนใบ
0	0.0^{b}	4.5^{a}	9.3^{a}
3	3.3^{ab}	1.2^{bc}	3.6^{b}
5	7.3^{a}	1.6^{b}	4.3^{ab}
7	4.6^{a}	1.6^{b}	5.6^{ab}
9	6.0^{a}	1.0^{bc}	2.0^{b}
F-test	**	**	*
CV (%)	24.16	23.3	20.28

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (**p**<0.05)

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % (**p**<0.01)

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD



0 3 5 7 9 มก./ล.

ภาพที่ 1 ลักษณะยอดกล้วยหอมแคระที่เกิดขึ้น บนอาหารสังเคราะห์สูตร MS เติมสาร BA ความเข้มข้นต่างๆ หลังการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 10 สัปดาห์

2. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ต่อการชักนำรากกล้วยหอมแคระ

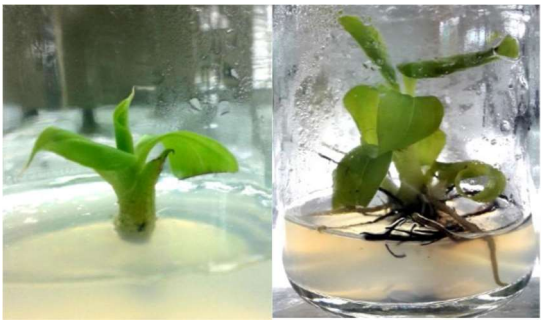
เมื่อนำยอดกล้วยหอมแคระเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม NAA เข้มข้น 0 0.05 และ 0.1 มก./ล. ที่ระดับ pH 5.8 เป็นเวลา 7 สัปดาห์ พบว่า มีการเกิดรากบนทุกสูตรอาหาร การเติมสาร NAA เข้มข้น 0 0.05 และ 0.1 มก./ล. สามารถชักนำให้เกิดรากเท่ากับ 12.6 13 และ 10.3 ราก ตามลำดับ จำนวนรากที่เกิดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 2) โดยสูตรที่เติมสาร NAA 0.05 มก./ล. ให้จำนวนรากเฉลี่ยสูงสุด 13 รากต่อต้น ในอาหารที่ไม่เติมสาร NAA รากมีขนาดเล็ก ขณะที่ต้นที่เลี้ยงในอาหารที่เติมสาร NAA 0.05 มก./ล. รากมีลักษณะยาวและสมบูรณ์ ส่วนอาหารที่เติมสาร NAA 0.1 มก./ล. เกิดรากขนาดสั้น และจากการเปรียบเทียบจำนวนใบของต้นกล้วยหอมแคระ พบว่า อาหารที่เติมสาร NAA เข้มข้น 0 0.05 และ 0.1 มก./ล. ให้จำนวนใบเท่ากับ 7.0 6.0 และ 6.3 ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 2) ต่างจากวิธีการของณัฐทิยา (2556) ที่ชักนำรากโดยเลี้ยงใน อาหาร MS กึ่งเหลว (ลดวุ้นลงครึ่งหนึ่ง) ที่เติมสารควบคุมการ เจริญเติบโต NAA อัตรา 0.01 มก./ล. และน้ำตาล ซูโครส 30 กรัม/ลิตร เป็นเวลา 45 วัน

เมื่อเพาะเลี้ยงกล้วยหอมแคระเป็นเวลา 10 สัปดาห์ นำต้นที่มีรากและใบสมบูรณ์ ออกจากขวดเพาะเลี้ยงเพื่อปรับสภาพก่อนการออกปลูกในโรงเรือน โดยใช้วัสดุคือ ดินผสม : แกลบดำ : ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1 : 1 : 1 พบว่า กล้วยหอมแคระสามารถตั้งตัวได้หลังจากการปรับสภาพเป็นเวลาสองสัปดาห์ มีอัตรารอด 53 เปอร์เซ็นต์ และหลังจากปรับสภาพเป็นเวลาสามสัปดาห์ ต้นกล้วยมีลักษณะแข็งแรงสามารถนำออกปลูกในสภาพโรงเรือนต่อไป

ตารางที่ 2 ผลของสาร NAA ความเข้มข้นต่างๆ ต่อจำนวนรากและจำนวนใบกล้วยหอมแคระ หลังการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 7 สัปดาห์

ความเข้มข้นของสาร NAA (มก./ล.)	จำนวนรากที่เกิด	จำนวนใบ
0	12.6	7.0
0.05	13.0	6.0
0.1	10.3	6.3
F-test	ns	ns
CV (%)	26.14	22.03

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



สัปดาห์แรก สัปดาห์ที่ 10

ภาพที่ 2 ลักษณะรากและใบกล้วยหอมแคระที่เกิดขึ้น บนอาหารสังเคราะห์สูตร MS เติมสาร NAA ความเข้มข้น 0.05 มก./ล. หลังการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 10 สัปดาห์

สรุปผลการวิจัย

การเพิ่มจำนวนยอดกล้วยหอมแคระในอาหาร MS ที่เติมสาร BA 5 มก./ล. สามารถชักนำให้เกิดยอดได้มากที่สุดคือ 7.3 ยอด ส่วนอาหารที่ชักนำให้เกิดรากมากที่สุดคือ อาหารสูตร MS ที่เติมสาร NAA 0.05 มก./ล. สามารถชักนำให้เกิดราก มากที่สุดคือ 13 ราก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนสถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

เกษตร. 2558. กล้วยหอมแคระ. แหล่งที่มา : http://www.thairath.co.th/content/513334, 17 เมษายน 2559

ณัฐทิยา. 2556. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วย. แหล่งที่มา: http://www.doae.go.th/web_km/group_knowledge/plant, 18 เมษายน 2560.

นิดาพร สุธัญญรัตน์, สุพรรนี อะโอกิ และ ขวัญเดือน รัตนา. 2559. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและการวิเคราะห์ความคง ตัวของระดับพลอยด์ดีของกล้วยน้ำว้ามะลิอ่อง. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต 9: 1-14.

พัชนันท์ เย็นใส และ พจมาลย์ สุรนิลพงศ. 2557. ผลของ Benzyladenine และ Thidiazuron ต่อการชักนำยอดรวม ของกล้วยช้างในสภาพปลอดเชื้อ. แก่นเกษตร 42: 157-161.

อรุณี ม่วงแก้วงาม. 2557. การขยายพันธุ์กล้วยหิน (**Musa sapientum** Lin.) ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อปลายยอด. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 1: 24-27.

Murashige, T. and **Skoog,** F. **1962**. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15: 473-97.

การคัดเลือกเชื้อรา **Metarhizium** spp. ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยแป้งน้อยหน่า (**Dysmicoccus neobrevipes** Beardsley)

Effective Selection of **Metarhizium** spp. for Controlling Sugar Apple Mealybug (**Dysmicoccus neobrevipes** Beardsley)

เดือนเพ็ญ วงค์สอน [1*] อรอุมา เกื้อจรูญ [1] พรนภา บุญถึง [1] และ ชนิดา เยรัมย์ [1]

Duanpen Wongson [1*], Ornuma Kueacharun [1] Pornnapha Boontueng and Chanida Yeram [1]

บทคัดย่อ

เชื้อรา **Metarhizium** spp. เป็นเชื้อราก่อโรคในแมลงที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืชและมีการนำมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชอย่างกว้างขวาง การรวบรวมและคัดแยกเชื้อรา **Metarhizium** spp. จากดินในเขตพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา โดยการใช้วิธี baiting technique ซึ่งใช้หนอนนก (yellow mealworm; **Tenebrio molitor**) เป็นเหยื่อล่อ ได้เชื้อรา **Metarhizium** spp. ทั้งหมด 9 ไอโซเลต เมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยแป้งน้อยหน่า (**Dysmicoccus neobrevipes** Beardsley) วัย 3 ในสภาพห้องปฏิบัติการ [อุณหภูมิเฉลี่ย 27.47 องศาเซลเซียส (24.88 – 30.06 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 59.73% (50.05 – 69.40%)] โดยใช้เชื้อ **Metarhizium** spp. อายุ 21 วัน ความเข้มข้น $1x10^8$ สปอร์/มิลลิลิตร พ่นให้กับเพลี้ยแป้งน้อยหน่า พบว่าทุกไอโซเลตมีการติดเชื้ออยู่ระหว่าง 10 – 80% ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยเชื้อรา **Metarhizium** spp. ไอโซเลต RMUTI 4/3 และ RMUTI 19/6 มีประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยแป้งน้อยหน่าสูงสุด มีการติดเชื้อของเพลี้ยแป้งน้อยหน่า เท่ากับ 80% แตกต่างทางสถิติ($P<0.05$)กับไอโซเลตที่รองลงมา ได้แก่ RMUTI 14/6 (53.33%), RMUTI 18/4 (46.67%) และ RMUTI 6/4 (33.33%) ตามลำดับ ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเชื้อรา **Metarhizium** spp. ไอโซเลตของจังหวัดนครราชสีมา เพื่อการนำไปประยุกต์ใช้ป้องกันและกำจัดเพลี้ยแป้งน้อยหน่าอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

คำสำคัญ : เชื้อรา **Metarhizium** spp., เชื้อราก่อโรคในแมลง, เพลี้ยแป้งน้อยหน่า, การควบคุมโดยชีววิธี

ABSTRACT

Entomopathogenic fungi; **Metarhizium** spp. are an efficient tool for the biological control of a wide range of insect pests particularly related to agricultural crops. Collection and isolation of **Metarhizium** spp. from soil in Nakhon Ratchasima Province were carried out. Entomopathogenic fungi were isolated by baiting technique using yellow mealworm larvae, **Tenebrio molitor**, as bait. The 9 isolates of **Metarhizium** spp. was evaluated against 3rd instar larvae of sugar apple mealybug (**Dysmicoccus neobrevipes** Beardsley) in laboratory conditions [average temperature 27.47 ºC (24.88 – 30.06 ºC), average relative humidity 59.73% (50.05 – 69.40%)]. The spore concentration from 21-day-old culture of 1×10^8 spores/ml was used. The result revealed that larvae cumulative mortality rates ranged between 10 up to 80 percentage which were significantly different ($P<0.05$), compared with the control treatment. Fungal isolates, RMUTI 4/3 and RMUTI 19/6 had the best colonizer with 80% infection on sugar apple mealybug. Those isolates were effectively and significantly different ($P<0.05$) from RMUTI 14/6 (53.33%), RMUTI 18/4 (46.67%) and RMUTI 6/4 (33.33%) respectively. This present study suggested that the efficiency of Nakhon Ratchasima isolates of **Metarhizium** spp. can be used as an efficient application in controlling of sugar apple mealybug.

Keyword: **Metarhizium** spp., entomopathogenic fungi, sugar apple mealybug, biocontrol

---

[1] สาขาเทคโนโลยีการเกษตรและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

[1] Department of Agricultural Technology and Environment, Faculty of Science and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan, 744 Suranarai Road, Muang, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand

* ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : wduanpen@gmail.com

บทนำ

เพลี้ยแป้งน้อยหน่าจัดเป็นแมลงศัตรูน้อยหน่าที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง จัดอยู่ในอันดับ Hemiptera วงศ์ Pseudococcidae เพลี้ยแป้งที่เข้าทำลายน้อยหน่ามีหลายชนิด ได้แก่ **Dysmicoccus neobrevipes** Beardsley **Maconellicoccus hirsutus**, **Planococcus citri** และ **Ferrisia virgata** (Cockerell) (Dixit **et al**., 2016) สำหรับในประเทศไทยรายงานพบเพลี้ยแป้งที่เป็นศัตรูน้อยหน่า 2 ชนิด คือ เพลี้ยแป้งลาย (**F. virgata**) และ เพลี้ยแป้งสับปะรดสีเทา (**D. neobrevipes**) (บุปผา และ ชลิดา, 2543) เพลี้ยแป้งทำลายน้อยหน่าด้วยการดูดกินน้ำเลี้ยงที่ผล ขั้วผล และใบ มักพบตัวเพลี้ยแป้งเกาะอยู่ตามร่องตาของผล โดยในขณะเดียวกันจะผลิตสารพิษออกมาทำให้ผลเหี่ยว นอกจากจะทำลายผลผลิตโดยตรงแล้ว ยังทำให้ผลผลิตสกปรก เนื่องจากมีราดำที่เกิดจากมูลหวานของเพลี้ยแป้ง การป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งเพื่อให้ได้ผลที่รวดเร็ว เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้สารเคมีในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และคาร์บาเมทสารเคมีเหล่านี้มีพิษตกค้างยาวนานในผลผลิตและสภาพแวดล้อมส่งต่อผู้บริโภค และเป็นปัญหาการส่งออก การควบคุมโดยชีววิธีถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว เช่น การใช้แมลงช้างปีกใส (ประภัสสร และคณะ, 2556) เช่นเดียวกับการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรหลายชนิดที่นำมาใช้กำจัดเพลี้ยแป้ง เช่น สารสกัดจากเถาบอระเพ็ด สารสกัดจากใบสะเดา และสารสกัดจากใบเสลดพังพอน เป็นต้น (ไอลดา และ กาญจน์, 2557) รวมทั้งการใช้เชื้อจุลินทรีย์มาใช้ควบคุมเพลี้ยแป้งน้อยหน่าก็ถูกนำมาใช้ในการควบคุมเพลี้ยแป้งน้อยหน่าเช่นกัน โดยเริ่มมีการศึกษาในต่างประเทศด้วยการนำเชื้อรา **Metarhizium anisopliae** และเชื้อรา **Beauveria bassiana** มาใช้ควบคุมเพลี้ยแป้งน้อยหน่าซึ่งให้ผลในการควบคุมเพลี้ยแป้งอย่างดี (Kulkarni and Patil, 2013; Dixit **et al**., 2016) ซึ่งหากมีการนำเชื้อราทั้งสองชนิดนี้ โดยเฉพาะเชื้อราเขียว **M. anisopliae** มาศึกษาเพื่อควบคุมเพลี้ยแป้งน้อยหน่าในประเทศไทย โดยเฉพาะจังหวัดนครราชสีมาที่จัดว่าเป็นพื้นที่หลักในการผลิตน้อยหน่าของประเทศไทยด้วยแล้ว อีกทั้งเชื้อรา **Metarhizium** spp. ที่นำมาใช้นั้นเป็นเชื้อราที่แยกได้จากพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา (local isolate) ก็จะสามารถแก้ปัญหาการตกค้างของสารเคมีในผลผลิตและในสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดี

วิธีดำเนินการวิจัย

การรวบรวมตัวอย่างดินและการแยกเชื้อรา **Metarhizium** spp. ให้บริสุทธิ์

รวบรวมตัวอย่างดินในเขตพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ด้วยการสุ่มเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาแยกหาเชื้อรา **Metarhizium** spp. ประยุกต์ตามวิธีของ Bidochka และคณะ(1998) และอลงกต (2549) โดยการปาดใบไม้บริเวณผิวดินออก ขุดและเก็บตัวอย่างดินลึกจากผิวหน้าดิน 10 เซนติเมตร ตักดินใส่ถุงพลาสติก บันทึกสถานที่ วัน/เดือน/ปี จากนั้นนำไปแยกหาเชื้อ **Metarhizium** spp. แต่ละไอโซเลต ด้วยวิธีเหยื่อล่อ (baiting technique) ใช้หนอนนก (yellow mealworm; **Tenebrio molitor**) วัย 3 – 5 เป็นตัวล่อเชื้อจากดิน หนอนนกตายที่คาดว่าเกิดจากเชื้อราให้ย้ายหนอนที่ตายไปแช่ลงในสารละลายคลอร็อคซ์ 10 เปอร์เซ็นต์ (sodium hypochlorite 0.5 เปอร์เซ็นต์) นาน 3-5 นาที เพื่อฆ่าเชื้อที่ผิวจากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3-5 นาที จำนวน 2 ครั้ง วางซากหนอนนกลงในจานชื้น (moist chamber) ปล่อยไว้จนกระทั่งเชื้อราสร้างสปอร์ นำสปอร์ไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ซ้ำอีกครั้ง จึงนำไปแยกให้ได้เชื้อรา **Metarhizium** spp. ที่บริสุทธิ์ จากนั้นบ่งชี้ให้ชัดเจนว่าเป็นเชื้อรา **Metarhizium** spp. จากลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญเติบโต

การเพาะเลี้ยงเพลี้ยแป้งน้อยหน่า

นำฟักทองมาล้างด้วยน้ำสะอาดซับให้แห้ง ฉีดแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ แล้วซับให้แห้ง นำกลุ่มไข่เพลี้ยแป้งจากผลน้อยหน่ามาเขี่ยลงบนผลฟักทอง จากนั้นนำมาเลี้ยงในกล่องพลาสติกขนาด 39.2 x 54 x 31 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส ศึกษาการเจริญเติบโต เมื่อเพลี้ยแป้งเข้าสู่วัยที่ 3 จึงนำมาทดสอบต่อไป การดูแลปฏิบัติในการเพาะเลี้ยงเพลี้ยแป้งประยุกต์ตามวิธีของศูนย์วิจัยพืชไร่ขอนแก่น กรมวิชาการเกษตร

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา **Metarhizium** spp. ในการควบคุมเพลี้ยแป้งน้อยหน่า

การเตรียมเพลี้ยแป้ง

ล้างฟักทองด้วยน้ำสะอาดแล้วซับให้แห้งแล้วฉีดพ่นด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ ลงบนฟักทองใช้กระดาษทิชชู่ซับ แล้วหั่นฟักทองเป็นชิ้น ขนาด 5x5 เซนติเมตร หนาประมาณ 1 เซนติเมตร ใส่ในกล่องพลาสติกใสขนาด 11 x 11 x 31 เซนติเมตร จากนั้นใช้พู่กันเขี่ยเพลี้ยแป้งวัย 3 ลงบนชิ้นฟักทอง จำนวน 10 ตัว/ชิ้น(กล่อง) ภายในกล่องบรรจุสำลีที่ชุบน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อเพื่อให้ความชื้น โดยใส่สำลีขนาด Ø ประมาณ 2 เซนติเมตร จำนวน 1 ก้อน/กล่อง โดยเขี่ยเพลี้ยแป้งลงบนฟักทองก่อนการทดสอบ 2 วัน

การเตรียมเชื้อรา **Metarhizium** spp.

นำเมล็ดข้าวฟ่างมาล้างให้สะอาด แช่น้ำข้ามคืน ใช้ตะแกรงกรองให้สะเด็ดน้ำแล้วนำมากรอกใส่ถุงพลาสติกทนร้อนขนาด 9x14 นิ้ว ปริมาณ 250 กรัม นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 30 นาที ทิ้งให้เย็น จากนั้นนำเชื้อรา **Metarhizium** spp. ที่เลี้ยงในอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) อายุ 14 วัน ใช้เข็มเขี่ยตัดเป็นชิ้นเล็กๆขนาด 1x1 เซนติเมตร จำนวน 5 ชิ้น ใส่ลงไปในถุงข้าวฟ่างที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ใช้หนังยางรัดปากถุงให้เรียบร้อย นำไปบ่มในตู้บ่ม อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เมื่อเชื้อราอายุได้ 21 วัน นำมากรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วนับความเข้มข้นของสปอร์ด้วย Heamacytometer ปรับความเข้มข้นแต่ละไอโซเลตโดยใช้ Tween® 20 ความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ $1x10^8$ สปอร์/มิลลิลิตร

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา **Metarhizium** spp. ในการควบคุมเพลี้ยแป้งน้อยหน่า

นำเพลี้ยแป้งที่เลี้ยงบนชิ้นฟักทองตามข้อ 3.1 มาเช็คจำนวนเพลี้ยให้ครบตามจำนวน นำชิ้นฟักทองมาวางลงบนกระดาษที่นึ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นใช้หัวสเปรย์พ่นสารแขวนลอยสปอร์ของเชื้อราแต่ละไอโซเลตลงบนเพลี้ยที่เลี้ยงบนชิ้นฟักทองให้ทั่ว เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่พ่นสารใดๆ และกรรมวิธีที่พ่นสารจับใบ Tween®20 ความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) ประกอบด้วย 13 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว ประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1	ไม่พ่นสารใดๆ (กรรมวิธีควบคุม)
กรรมวิธีที่ 2	พ่นสารจับใบ Tween®20 ความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์
กรรมวิธีที่ 3	พ่นสารเคมี (คลอร์ไพริฟอส)
กรรมวิธีที่ 4	พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. รูปการค้า (เมธาไรเซียม®)
กรรมวิธีที่ 5	พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 4/3
กรรมวิธีที่ 6	พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 6/4
กรรมวิธีที่ 7	พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 7/3
กรรมวิธีที่ 8	พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 8/6
กรรมวิธีที่ 9	พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 14/6
กรรมวิธีที่ 10	พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 18/4
กรรมวิธีที่ 11	พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 19/4
กรรมวิธีที่ 12	พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 19/6
กรรมวิธีที่ 13	พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 21/3

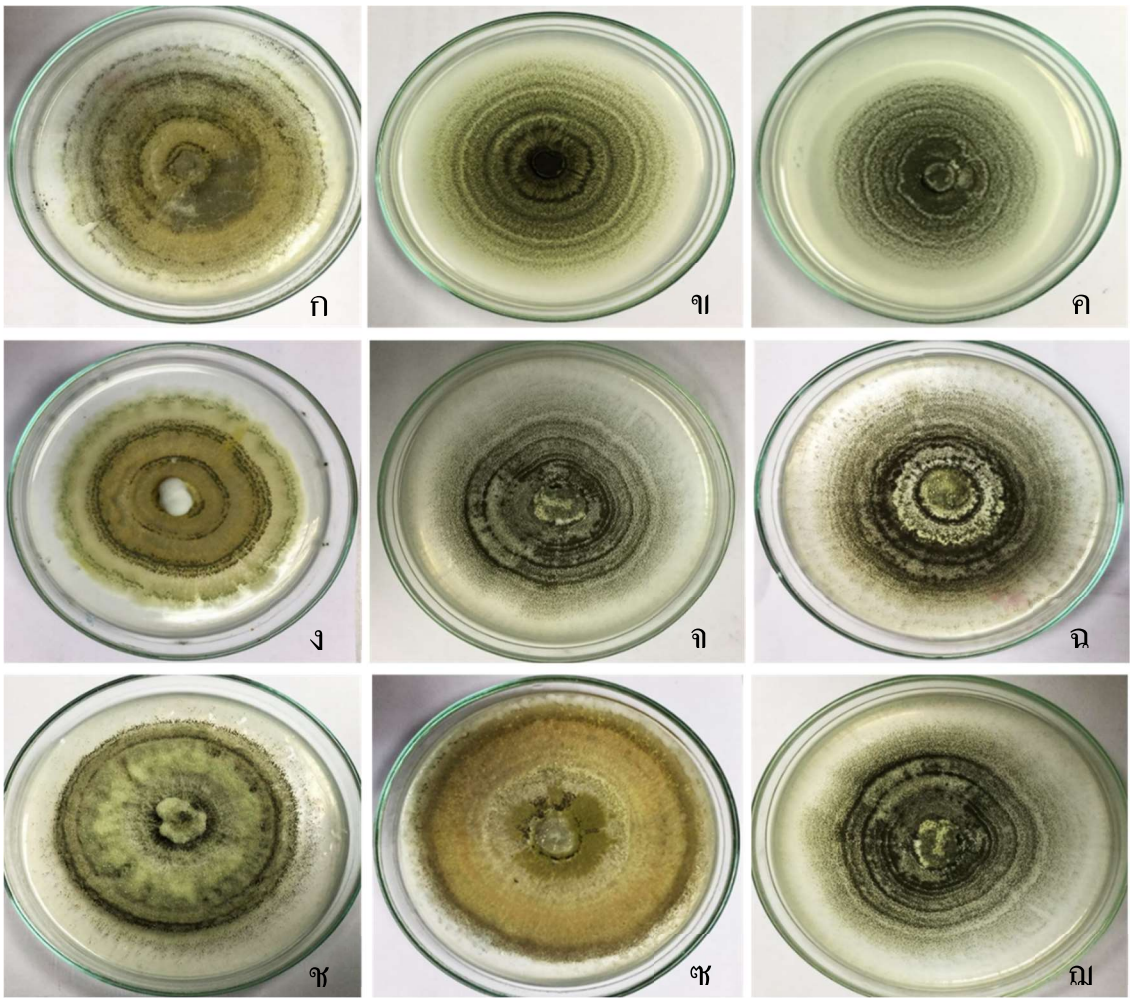
การตรวจสอบผล

หลังการฉีดพ่นแล้วใช้ปากคีบ(Forceps) คีบฟักทองใส่ในกล่องพลาสติกเหมือนเดิม แล้วปิดฝากล่องให้สนิท และเช็คผลการติดเชื้อราทุกวันและบันทึกผลการติดเชื้อทุก 7 วัน (วันที่ 7, 14 และ 21 หลังการฉีดพ่น) เมื่อพบเพลี้ยแป้งตาย นำมาแช่ Clorox® 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 3-5 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ นาน 3-5 นาที จำนวน 2 ครั้ง จึงย้ายไปไว้ใน moist chamber บ่มที่อุณหภูมิ 25 - 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60 - 80 เปอร์เซ็นต์ ในที่มืด (ประยุกต์ตามวิธีของ ศิวิลัย และคณะ, 2559)

ผลและวิจารณ์ผล

1. การรวบรวมตัวอย่างดินและการแยกเชื้อ **Metarhizium** spp. ให้บริสุทธิ์

จากการรวบรวมตัวอย่างดินในเขตพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา แล้วนำมาล่อเชื้อจากดินด้วยหนอนนกนั้น ในเบื้องต้นได้เชื้อรา **Metarhizium** spp. จำนวน 9 ไอโซเลต จากตัวอย่างดินที่รวบรวมจากเขตอำเภอเมือง จำนวน 4 ไอโซเลต (RMUTI 4/3, RMUTI 6/4, RMUTI 7/3 และ RMUTI 8/6) และอำเภอจักราช จำนวน 5 ไอโซเลต (RMUTI 14/6, RMUTI 18/4, RMUTI 19/4, RMUTI 19/6 และ RMUTI 21/3) เชื้อรา **Metarhizium** spp. ที่บริสุทธิ์นำมาศึกษาการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญเติบโต ด้วยการดูลักษณะโคโลนีและลักษณะของสปอร์ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ลักษณะโคโลนีของเชื้อราเขียว **Metarhizium** spp. ไอโซเลตต่างๆ ที่เลี้ยงบนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) อายุเชื้อ 21 วัน

2. การเพาะเลี้ยงเพลี้ยแป้งน้อยหน่า

เพลี้ยแป้งน้อยหน่าถูกนำมาเพาะเลี้ยงบนผลฟักทองในสภาพห้องปฏิบัติการ ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 27.91 องศาเซลเซียส (25.58 – 31.24 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 56.55% (48.18 – 64.91%R.H.) เพื่อศึกษาวงจรชีวิตและเพิ่มปริมาณสำหรับทดสอบ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 เพลี้ยแป้งน้อยหน่าที่เพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณบนฟักทอง (ซ้าย) และเพลี้ยแป้งวัย 3 (ขวา)

3. การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา **Metarhizium** spp. ในการควบคุมเพลี้ยแป้งน้อยหน่า

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา **Metarhizium** spp. ในการควบคุมเพลี้ยแป้งน้อยหน่าในสภาพห้องปฏิบัติการ ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 27.47 องศาเซลเซียส (24.88 – 30.06 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 59.73% (50.05 – 69.40%) นั้น พบว่า ไอโซเลต RMUTI 4/3 และ RMUTI 19/6 มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีการติดเชื้อของเพลี้ยแป้งน้อยหน่าถึง 80 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) กับไอโซเลตอื่นๆ ส่วนเชื้อราไอโซเลตอื่นๆที่มีประสิทธิภาพลองลงมา 3 ลำดับ ได้แก่ ไอโซเลต RMUTI 14/6 (53.33%), RMUTI 18/4 (46.67%) และ RMUTI 7/3 (40.00%) ตามลำดับ ส่วนไอโซเลต RMUTI 19/4 มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับเชื้อรา **Metarhizium** spp. รูปการค้า(เมธาไรเซียม®)ที่เพลี้ยแป้งมีการติดเชื้อเท่ากัน (10%) ส่วนกรรมวิธีควบคุม(ไม่พ่นสารใดๆ) และพ่นสารจับใบ Tween®20 ความเข้มข้น 0.05% นั้น ไม่มีการตายของเพลี้ยแป้ง และกรรมวิธีที่พ่นสารเคมี (คลอร์ไพริฟอส) หลังการพ่น 24 ชั่วโมงเพลี้ยแป้งตายหมด และเมื่อนำไปวางใน moist chamber นั้น หลังการพ่นสารเคมี 48 ชั่วโมง เพลี้ยแป้งกลายเป็นสีน้ำตาล-ดำ เมื่อครบ 21 วัน ไม่พบการเจริญของเชื้อราแต่อย่างใด (ตารางที่ 2, ภาพที่ 3) ซึ่งจากการทอดลองจะเห็นว่าเชื้อรา **Metarhizium** spp. ไอโซเลต RMUTI 4/3 และ RMUTI 19/6 มีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายเพลี้ยแป้งเท่ากัน แต่เมื่อเทียบความไวในการเข้าทำลายเพลี้ยแป้งเล้ว จะเห็นว่าไอโซเลต

ก. ไอโซเลต RMUTI 4/3
ข. ไอโซเลต RMUTI 6/4
ค. ไอโซเลต RMUTI 7/3
ง. ไอโซเลต RMUTI 8/6
จ. ไอโซเลต RMUTI 14/6
ฉ. ไอโซเลต RMUTI 18/4
ช. ไอโซเลต RMUTI 19/4
ซ. ไอโซเลต RMUTI 19/6
ฌ. ไอโซเลต RMUTI 21/3

RMUTI 19/6 มีความไวกว่า ไอโซเลต RMUTI 4/3 โดยในวันที่ 14 หลังการพ่นเชื้อ เพลี้ยแป้งมีการติดเชื้อถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ไอโซเลต RMUTI 4/3 มีการติดเชื้อเพียง 53.33 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเชื้อรา **Metarhizium** spp. รูปการค้านั้นมีประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยแป้งน้อยหน่าต่ำกว่าเชื้อรา **Metarhizium** spp. ที่แยกได้จากดิน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเชื้อราในรูปการค้าดังกล่าวมีความจำเพาะเจาะจงกับแมลงชนิดอื่นมากกว่าเพลี้ยแป้งน้อยหน่า ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ความคุมแมลงนั้นจะมีความจำเพาะเจาะจงต่อแมลงเป้าหมายได้แตกต่างกัน (ศิวิลัย, 2557) จากการทดลองนี้ใช้ความเข้มข้นของเชื้อรา **Metarhizium** spp. ความเข้มข้น $1x10^8$ สปอร์/มิลลิลิตร ทดสอบในสภาพห้องปฏิบัติการ ซึ่งหากมีการพัฒนารูปแบบให้

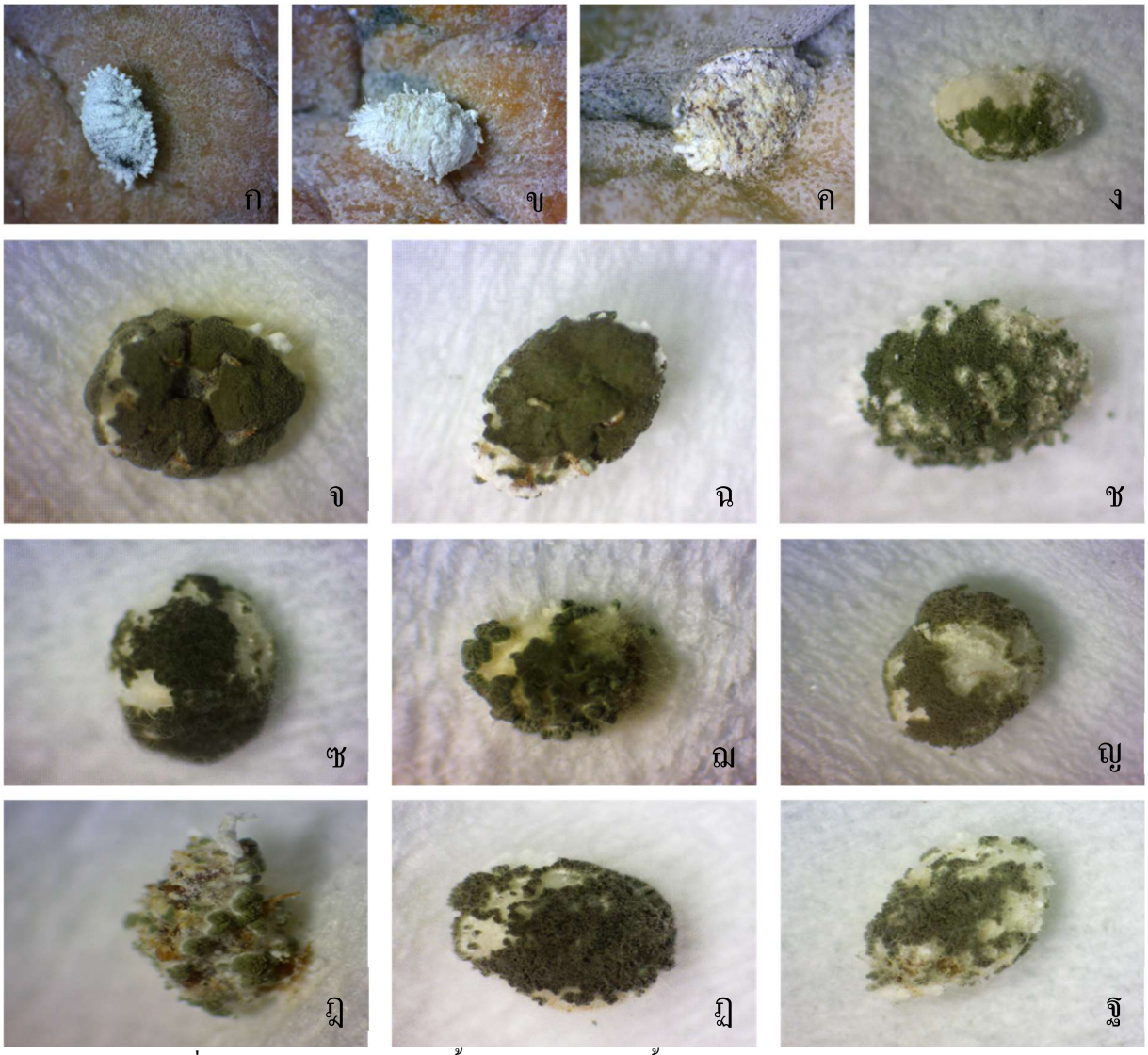
สามารถใช้ในสภาพจริงได้นับว่ามีประโยชน์อย่างยิ่ง ซึ่ง Dixit และคณะ (2016) รายงานว่าการใช้เชื้อรา **Metarhizium** spp. ความเข้มข้น 7.5 กรัม/ลิตร พ่นให้กับเพลี้ยแป้งน้อยหน่าในสภาพแปลงปลูกมีผลให้จำนวนเพลี้ยแป้งคงเหลือหลังการพ่นน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับเชื้อราชนิดอื่นๆ

ตารางที่ 2ประสิทธิภาพของเชื้อรา **Metarhizium** spp. ต่อการทำลายเพลี้ยแป้งน้อยหน่า

กรรมวิธี	การติดเชื้อ (%)		
	14 วัน	21 วัน	รวม [1/]
ไม่พ่นสารใดๆ (กรรมวิธีควบคุม)	0.00	0.00	0.00e
พ่นสารจับใบ Tween®20 ความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์	0.00	0.00	0.00e
พ่นสารเคมี (คลอร์ไพริฟอส)	0.00	0.00	0.00e
พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. รูปการค้า (เมธาไรเซียม®)	0.00	10.00	10.00e
พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 4/3	53.33	26.67	80.00a
พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 6/4	33.33	0.00	33.33c
พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 7/3	40.00	0.00	40.00bc
พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 8/6	13.33	0.00	13.33de
พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 14/6	53.33	0.00	53.33b
พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 18/4	46.67	0.00	46.67bc
พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 19/4	10.00	0.00	10.00e
พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 19/6	80.00	0.00	80.00a
พ่นเชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 21/3	30.00	0.00	30.00cd
F-test	-	-	**
C.V. (%)	-	-	23.19

[1/] ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (LSD, P>0.05)

** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%



ภาพที่ 3 ลักษณะการเข้าทำลายเพลี้ยแป้งน้อยหน่าของเชื้อรา **Metarhizium** spp. ไอโซเลตต่างๆ

ไม่พ่นสารใดๆ (กรรมวิธีควบคุม)
สารเคมี (คลอร์ไพริฟอส)
เชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 4/3
เชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 7/3
เชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 14/6
เชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 19/4
เชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 21/3
สารจับใบ Tween®20 ความเข้มข้น 0.05%
เชื้อรา **Metarhizinm** spp. รูปการค้า (เมธาไรเซียม®)
เชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 6/4
เชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 8/6
เชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 18/4
เชื้อรา **Metarhizinm** spp. ไอโซเลต RMUTI 19/6

สรุปผลการวิจัย

การคัดเลือกเชื้อรา **Metarhizium** spp. ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยแป้งซึ่งเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของน้อยหน่า ตัวอย่างดินที่รวบรวมได้จากพื้นที่ต่างๆในเขตจังหวัดนครราชสีมา นำมาแยกหาเชื้อรา **Metarhizium** spp. ได้เชื้อราที่บริสุทธิจากดินที่เก็บรวบรวมได้จากพื้นที่ อำเภอเมืองและอำเภอจักราช จำนวน 9 ไอโซเลต เมื่อนำเชื้อราที่แยกให้บริสุทธิมาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยแป้ง โดยใช้ความเข้มข้นของเชื้อ $1x10^8$ สปอร์/มิลลิลิตร จะเห็นว่าเชื้อรา

Metarhizium spp. ไอโซเลต RMUTI 4/3 และ RMUTI 19/6 มีความสามารถในการเข้าทำลายเพลี้ยแป้งสูงสุด โดยเพลี้ยแป้งมีการติดเชื้อสูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ และไอโซเลต RMUTI 19/6 มีความไวในการเข้าทำลายเพลี้ยแป้งไวกว่าไอโซเลต RMUTI 4/3 จากการทดลองนี้สรุปได้ว่าเชื้อรา **Metarhizium** spp. ไอโซเลต RMUTI 19/6 เหมาะสมที่จะนำมาพัฒนารูปแบบสำหรับใช้ในการควบคุมเพลี้ยแป้งน้อยหน่าต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยเพื่อคัดเลือกเชื้อรา **Metarhizium** spp. ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยแป้งน้อยหน่านี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี คณะวิจัยขอขอบคุณแหล่งทุนที่ให้การสนับสนุนสำหรับการดำเนินการวิจัยจากทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ประจำปีงบประมาณ 2561 ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ศูนย์กลางนครราชสีมา ที่เอื้ออำนวยความสะดวกสำหรับการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

บุปผา เหล่าสินชัย และ ชลิดา อุณหวุฒิ. 2543. เพลี้ยแป้งและเพลี้ยหอยศัตรูพืชที่สำคัญ. โรงพิมพ์คุรุ สภาลาดพร้าว, กรุงเทพฯ. 70 หน้า

ประภัสสร เชยคำแหง บุษบง มนัสมั่นคง และสายชล แสงแก้ว. 2556. การใช้แมลงช้างปีกใสควบคุมเพลี้ยแป้งในน้อยหน่า. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2556 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 539-544.

ศิวิลัย สิริมังคารัตน์. 2557. โรควิทยาของแมลงและการประยุกต์ใช้. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น

ศิวิลัย สิริมังคารัตน์. 2559. รายงานการวิจัยพัฒนาและวิศวกรรม เรื่อง การจัดการเพลี้ยแป้งแบบผสมผสานด้วยเชื้อราขาว **Beauveria bassiana** ในการผลิตมันสำปะหลังแบบให้น้ำ. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

ไอลดา ใจสมัคร และ กาญจน์ คุ้มทรัพย์. 2557. เปรียบเทียบประสิทธิภาพสารสกัดจากสมุนไพร 4 ชนิด ในการกำจัดเพลี้ยแป้ง **Ferrisia virgata** ในไร่มันสำปะหลัง. แก่นเกษตร 42 (ฉบับพิเศษ 1). 524 – 529.

อลงกต โพธิ์ดี. 2549. ประสิทธิภาพและการบ่งชี้เชื้อ **Metarhizium** spp. ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลำดับเบส ITS1-5.8S-ITS2 rDNA. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Bhadani, D.J., B.B. Kabaria and M.K. Ghelani. 2017. Bio-efficacy of entomopathogenic fungi against mealy bug, **Maconellicocus hirsutus** (Green) infesting custard apple in Junagadh. Journal of Entomology and Zoology Studies. 5(5): 285 – 289.

Bidochka, M.J., J.E. Kasperskl and G.A.M. Wild. 1998. Occurrence of the entomopathogenic fungi **Metarhizium anisopliae** and **Beauveria bassiana** in soil from temperate and near northern habitats. **Canadian** Journal of **Botany.** 76: 1198-1204.

Dixit, S.S., G.B. Kabre, and V.V. Patil. 2016. Evaluation of entomopathogenic fungi against the mealy bug on custard apple. International Journal of Plant Protection. 9(2): 510 – 513.

Kulkarni, S.R. and S.K. Patil. 2013. Efficacy of different biopesticides and insecticides against mealy bugs on custard apple. Pest Management Horticultural Ecosystems. 19(1): 113 – 115.

ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราอาบัสคูล่าร์ไมคอร์ไรซาในพืชตระกูลถั่วบริเวณป่าสงวนแห่งชาติหนองเต็ง-จักราช จังหวัดนครราชสีมา

Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in the Rhizosphere of Tree Legumes at Nongteng-Chakarach National Reserved Forest, Nakhon Ratchasima Province

วีรวัตร นามานุศาสตร์[1*] และ ทิพย์วรินทร์ ริมลำดวน[2]

Weravart Namanusart[1*] Thipwarin Rimlumduan[2]

บทคัดย่อ

เชื้อราอาบัสคูล่าร์ไมคอร์ไรซา (AMF) เป็นเชื้อราที่พึ่งพาอาศัยอยู่ร่วมกับรากพืชหลายชนิดแบบเอื้อประโยชน์ซึ่งกันและกัน ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ที่กำหนดความยั่งยืนและความสำเร็จของการปลูกพื้นที่ป่า งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราอาบัสคูล่าร์ไมคอร์ไรซา (Arbuscular mycorrhizal fungi) ในดินรอบรากพืชตระกูลถั่วจำนวน 42 ต้น โดยแบ่งพื้นที่สำรวจออกเป็น 10 แปลง ในพื้นที่ป่าธรรมชาติ บริเวณป่าสงวนแห่งชาติหนองเต็ง-จักราช จังหวัดนครราชสีมา พบไม้ยืนต้นจำนวน 42 ชนิด จำแนกชนิดของเชื้อราอาบัสคูล่าร์ไมคอร์ไรซาโดยใช้วิธีทางสัณฐานวิทยา สามารถตรวจสอบชนิดของเชื้อราอาบัสคูล่าร์ไมคอร์ไรซาที่อาศัยในดินบริเวณพื้นที่รากพืชตระกูลถั่ว ได้ทั้งหมด 469 ไอโซเลต เชื้อราอาบัสคูล่าร์ไมคอร์ไรซาที่พบมากที่สุดอยู่ในสกุล **Glomus** (376 ไอโซเลต) รองลงมาคือเชื้อราในสกุล **Acaulospora**, **Entrophospora, Gigaspora** และและ **Scutellospora** พบเชื้อราจำนวน 56, 24, 9 และ 4 ไอโซเลต ตามลำดับ

คำสำคัญ : พืชตระกูลถั่ว, เชื้อราอาบัสคูล่าร์ไมคอร์ไรซา, ความหลากหลายทางชีวภาพ

ABSTRACT

A diverse community of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) produces a beneficial symbiosis with most plant communities and therefore, the success of reforestation programs may greatly depend on mycorrhizal root colonization. In this study, we determined diversity of AMF in 10 sites at different areaes of Nongteng-Chakarach National Reserved Forest, Nakhon Ratchasima Province. The biodiversity of AMF from rhizosphere of forty-two tree legumes were investigated and identified of the isolated fungi characterized have also been performed based on morphological methods. The Most isolates from the rhizosphere of tree legumes belong to genera **Glomus** were 376 isolates followed by **Acaulospora**, **Entrophospora**, **Gigaspora** and **Scutellospora** were 56, 24, 9 and 4 isolates**,** respectively.

Keyword: Tree legumes, Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF), Biodiversity

---

[1] สาขาเทคโนโลยีการเกษตรและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

[1] Department of Agricultural Technology and Environment, Faculty of Science and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Ni Mueang Sub-district, Mueang District, Nakhon Ratchasima Province 30000, Thailand

[2] สาขาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

[2] Department of Applied Biology, Faculty of Science and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima, Ni Mueang Sub-district, Mueang District, Nakhon Ratchasima Province 30000, Thailand

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : weravart2015@gmail.com

บทนำ

ป่าสงวนแห่งชาติหนองเต็ง-จักราช ตั้งอยู่ในพื้นที่ของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ และอำเภอจักราช จังหวัดนครราชสีมา เป็นป่าในรัศมี 50 กิโลเมตร จาก พื้นที่ป่าปกปักพันธุกรรมพืช ของศูนย์อนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลาง ต. หนองระเวียง อ. เมือง จ. นครราชสีมา ป่าสงวนแห่งชาติหนองเต็ง-จักราช มีลักษณะเป็นป่าเต็งรัง กึ่งป่าเบญจพรรณ เป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายของพรรณไม้ พื้นที่ป่าส่วนหนึ่งเป็นแปลงทดลองปลูกยูคาลิปตัส พรรณไม้หลายชนิดมีศักยภาพที่สามารถนำไปใช้เชิงพาณิชย์ได้ อย่างไรก็ตามปัจจุบันพื้นที่ป่าเริ่มลดลง เนื่องจากมีการจัดสรรโครงการต่างๆ โดยหน่วยงานราชการ จึงได้เกิดแนวคิดในการอนุรักษ์ทรัพยากรในบริเวณพื้นที่ป่าหนองเต็ง-จักราช ขึ้น ดังนั้นจึงควรศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ซึ่งเป็นแนวทางอนุรักษ์วิธีหนึ่ง

เชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (Arbuscular Mycorrhizal Fungi: AMF) เป็นเชื้อราชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจนำมาศึกษา เชื้อรา AMF มีความสัมพันธ์กับพืช โดยดำรงชีวิตร่วมกับรากพืชแบบพึ่งพาอาศัย (symbiosis)(Kohki **et al**., 2005) โดยเส้นใยราที่อยู่ภายนอกจะดูดซับธาตุอาหารจากดิน ลำเลียงไปยังโครงสร้างแลกเปลี่ยนธาตุอาหารของเชื้อราที่อยู่ในเซลล์ชั้นคอร์เท็กซ์เพื่อส่งไปยังพืช ขณะเดียวกันเชื้อราจะได้รับสารประกอบคาร์บอนจำพวกน้ำตาลจากพืชผ่านทางโครงสร้างแลกเปลี่ยนนี้เช่นเดียวกัน (Keishi **et al**., 2007) การกระจายตัวของราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะพบได้ในดินทุกหนแห่ง ทั้งในดินที่ใช้ในการเกษตร ทุ่งหญ้า หรือป่าไม้ ราอาบัสคูล่าร์ไมคอร์ไรซาถือได้ว่าเป็นจุลินทรีย์ที่สำคัญอย่างยิ่งในสังคมพืชตามธรรมชาติ และมีบทบาทสำคัญต่อการฟื้นฟูพื้นที่ป่า โดยเฉพาะระบบนิเวศป่าในประเทศไทย เช่น ป่าดิบแล้ง อนิวรรต และธีรวัฒน์ (2525)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นสำรวจและคัดแยกเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา ในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติหนองเต็ง-จักราช ซึ่งมีการศึกษาความหลากหลายของเชื้อราเป็นเบื้องต้น ก่อนที่จะนำไปสู่การทดสอบคัดเลือกสายพันธุ์ของเชื้อราอาบัสคูลาร์ที่มีศักยภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของไม้ยืนต้นตระกูลถั่ว

วิธีดำเนินการวิจัย

การสำรวจพรรณพืชและเก็บตัวอย่างเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

พื้นที่ศึกษาและเก็บตัวอย่างดิน คือป่าสงวนแห่งชาติป่าหนองเต็งและป่าจักราช ตำบลจักราช อำเภอจักราช จังหวัดนครราชสีมา (ภาพที่ 1) ซึ่งเป็นป่าที่อุดมด้วยไม้เต็ง ไม้รัง ไม้เหียง ไม้กราด ไม้แดง ไม้ประดู่ และไม้มะค่าแต้ เป็นต้น มีพื้นที่ป่าประมาณ 81,875 ไร่ ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่ป่าที่มีความแตกต่างทางสังคมป่าจำนวน 10 แปลง จำนวนตัวอย่างดินทดสอบ 71 ตัวอย่าง จำนวนพืชตระกูลถั่ว 42 ชนิด (ภาพที่ 1) ได้แก่ ดินแปลงที่ 1 สังคมพืชเป็นป่าเต็งรัง, ดินแปลงที่ 2 สังคมพืชป่าเต็งรัง, ดินแปลงที่ 3 สังคมป่าเบญจพรรณ, ดินแปลงที่ 4 สังคมป่าเบญจพรรณ, ดินแปลงที่ 5 สังคมป่าปลูกใหม่, ดินแปลงที่ 6 สังคมป่าเต็งรัง, ดินแปลงที่ 7 สังคมป่าดั้งเดิม, ดินแปลงที่ 8 สังคมป่าดั้งเดิม (ป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ), ดินแปลงที่ 9 สังคมป่าดั้งเดิม (ป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ) และดินแปลงที่ 10 สังคมป่าดั้งเดิม (ป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ) โดยเก็บตัวอย่างดินรอบรากพืชตระกูลถั่ว บันทึกข้อมูลสถานที่เก็บ วันที่เก็บ ผู้เก็บ และข้อมูลภูมิศาสตร์ นำมาแยกเชื้อในห้องปฏิบัติการ ที่ห้องปฏิบัติการ อาคารคณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดนครราชสีมา

การแยกและจำแนกเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินบริเวณรากพืชตระกูลถั่ว

นำตัวอย่างดินที่เก็บรวบรวมได้มาร่อนแยกสปอร์โดยวิธีการร่อนดินแบบเปียก (wet sieving and decanting) ตามกรรมวิธีของ Gerdemann และ Nicolson (1963) ร่วมกับวิธี Sucrose gradient centrifugation ของ Daniels และ Skipper (1982)

โดยนำตัวอย่างดิน 200-300 กรัม ใส่ลงในน้ำ 1 ลิตร กวนให้ดินแตกกระจายประมาณ 1 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ 2-3 นาที เทลงบนตะแกรงขนาดต่างๆ เก็บตะกอนที่อยู่บนชั้นตะแกรงแต่ละขนาดใส่ลงเทลงบนตะแกรงขนาดต่างๆ แล้วในหลอดทดลอง centrifuge เจือจางให้ได้สารละลายเชื้อ (suspension) แล้วนำไปหมุนเหวี่ยงเป็นเวลา 5 นาที ที่ความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที เทของเหลวที่อยู่ส่วนบนทิ้ง แล้วเติมสารละลายซูโครส ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 50 มิลลิลิตร แล้วนำไปหมุนเหวี่ยงอีกครั้ง ที่ความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที เทของเหลวส่วนบนที่มีสปอร์ลงบนตะแกรงขนาด 45 ไมครอน ล้างสารละลายน้ำตาลออกด้วยน้ำสะอาดหลายๆ ครั้ง ทำการตรวจสอบสปอร์เชื้อรา ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ ทำการจำแนกชนิดของเชื้อราโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา นำสปอร์เชื้อราที่แยกได้ มาวางลงบนสไลด์ ศึกษารูปร่างลักษณะต่างๆ ทั้งภายนอกและภายในสปอร์ของเชื้อรา ใช้หลอดหยด (pasteur pipette) ดูดสปอร์จากน้ำวางบนสไลด์ หยดด้วย polyvinyl alcohol lacto glycerol (PVLG) และ Melzer's reagent ปิดทับด้วยแผ่นปิดสไลด์(cover glass) แล้วนำมาตรวจดูลักษณะต่าง ๆ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อศึกษารูปร่างลักษณะสปอร์ เช่น ขนาดสปอร์ สิ่งตกแต่งที่ผิวสปอร์ จำนวนชั้นของผนังสปอร์ และเส้นใยค้ำจุนสปอร์ (hyphal attachment) เป็นต้น ตามจำแนกชนิดของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยใช้คู่มือของ Schenck และ Perez (1987) ร่วมกับการจำแนกชนิดโดยใช้ฐานข้อมูล INVAM (http://invam.caf.wvu.edu)

ผลและวิจารณ์ผล

การสำรวจพรรณพืชและเก็บตัวอย่างเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

จากการรวบรวมและสุ่มเก็บดิน จำนวน 71 ตัวอย่าง ในบริเวณพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติหนองเต็ง-จักราช โดยสุ่มเก็บดินบริเวณรากไม้พืชตระกูลถั่ว จำนวน 42 ชนิด จากพื้นที่ป่า 10 แปลง (ตารางที่ 1) ได้แก่ พื้นที่ป่าแปลงที่ 1 (5 ชนิดพืช) พื้นที่ป่าแปลงที่ 2 (9 ชนิดพืช) พื้นที่ป่าแปลงที่ 3 (5 ชนิดพืช) พื้นที่ป่าแปลงที่ 4 (10 ชนิดพืช) พื้นที่ป่าแปลงที่ 5 (8 ชนิดพืช) พื้นที่ป่าแปลงที่ 6 (10 ชนิดพืช) พื้นที่ป่าแปลงที่ 7 (4 ชนิดพืช) พื้นที่ป่าแปลงที่ 8 (3 ชนิดพืช) พื้นที่ป่าแปลงที่ 9 (10 ชนิดพืช) และพื้นที่ป่าแปลงที่ 10 (7 ชนิดพืช) พบไม้ยืนต้นตระกูลถั่วจำนวนทั้งสิ้น 42 ชนิด ดังนี้ มะกล่ำต้น, พฤกษ์, ชงโคนา, มะเค็ง, ประดู่, แดง, หนามหัน, พันชาด, ส้มเสี้ยว, สีเสียด, กะพี้, กุ๊ก, มะค่าแต้, ชะเอม, ตำแยป่า, โมกมัน, เกล็ดปลาช่อน, เกล็ดปลาหมอ, ชะคราม, ตะแบก, ปีป, มะขาม, มะขามโคก, ขี้เถ้าหนอน, พยุง, ครามป่า, ลูกใต้ใบ, นนทรี, ขี้เหล็ก, ชัยพฤกษ์, ฟันฟืม, หิ่งแม่นน้อย, สะเดา, สะเดาป่า, หญ้าสองปล้อง, ทับแทว, ทานาคา, สะเดาช้าง, สาธร, เสี้ยว, อัญชัญป่า และฉนวน (ตารางที่ 1) จากการสำรวจชนิดของพรรณพืชในบริเวณพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติหนองเต็ง-จักราช พบว่า พืชประจำถิ่นที่สำรวจพบมากที่สุด คือ ไม้แดง สำรวจพบได้ทั้งแปลงที่ 1, 2, 6, 7, 9 และ 10 รองลงมาคือ พันชาด, ประดู่ และเกล็ดปลาช่อน ที่พบในแปลงที่ (1, 2, 4, 10), (2, 4, 5, 9) และ (4, 5, 6, 10) ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

การแยกและจำแนกเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในดินบริเวณรากพืชตระกูลถั่ว

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างดินบริเวณรอบรากพืชตระกูลถั่วในพื้นที่ป่าจักราช-หนองเต็ง จำนวน 71 ชุดดิน ในพื้นที่ป่า 10 แปลง แล้วนำมาแยกชนิดของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา และจัดจำแนกชนิดของเชื้อราโดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ สามารถแยกเชื้อราอาบัสคูล่าร์ได้ทั้งสิ้น 469 ไอโซเลต เชื้อรา AMF ที่อาศัยในบริเวณพื้นที่รากพืชตระกูลถั่ว พบมากที่สุดอยู่ในสกุล **Glomus** (376 ไอโซเลต) รองลงมาได้แก่ **Acaulospora** (56 ไอโซเลต), **Entrophospora** (24 ไอโซเลต), **Gigaspora** (9 ไอโซเลต), และพบน้อยที่สุดคือราในสกุล **Scutellospora** (4 ไอโซเลต) ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

เมื่อเปรียบกับพรรณพืชที่สำรวจพบการอยู่อาศัยร่วมกันของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในพื้นที่ป่าหนองเต็ง พบว่า พืชที่มีปริมาณไอโซเลตของเชื้อรา AMF มากที่สุดคือ เกล็ดปลาช่อน และกะพี้ จำนวน 15 ไอโซเลต รองลงมาคือ แดง

(14 ไอโซเลต), ชะเอม (12 ไอโซเลต) ในขณะที่พันชาด, ชงโคนา, ส้มเสี้ยว, ชะคราม และเกล็ดปลาหมอ พบเชื้อราอย่างละ 10 ไอโซเลต ซึ่งเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่พบจากการสำรวจทุกพื้นที่ป่าจะมีความแตกต่างกันทั้งด้านปริมาณ และความหลากหลายของสกุลเชื้อรา

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงความหลากหลายของพรรณพืชและสกุลของเชื้อรา AMF ในแต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกัน เชื้อราที่พบมากที่สุดอยู่ในสกุล **Glomus** พบรองลงมาคือ **Acaulospora** ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาเชื้อรา AMF ในประเทศไทย ซึ่งพบว่าเชื้อราในสกุล **Glomus** และ **Acaulospora** มีความถี่ในการพบมากที่สุด (เมธาวีการณ์ และโสภณ, 2554; กุลวดี, 2556) สอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ ความหลากหลายของเชื้อรา AMF มีมากบริเวณรากของต้นพืชตระกูลถั่ว โดยพบเชื้อราสกุล **Glomus** ในทุกพื้นที่ที่ทำการศึกษา ทั้งนี้เนื่องจาก **Glomus** เป็นสกุลเชื้อราที่มีความทนทานต่อความหลากหลายของดินมีความสามารถในการแข่งขัน และการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมได้สูง (Songachan and Kayang, 2011) การกระจายตัวของเชื้อรา AMF มีความสัมพันธ์กับความเป็นกรด-ด่างของดิน ความชื้นของดิน และอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน (นาฏยา, 2556)



ภาพที่ 1 แสดงแผนที่แปลงสุ่มเก็บตัวอย่างดินของพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติหนองเต็ง-จักราช จังหวัดนครราชสีมา

หมายเหตุ หมายเลข 1. และ 2. คือ สังคมพืชป่าเต็งรัง

หมายเลข 3. และ 4. คือ สังคมป่าเบญจพรรณ

หมายเลข 5. คือ สังคมป่าปลูกใหม่

หมายเลข 6. คือ สังคมป่าเต็งรัง

หมายเลข 7. คือ สังคมป่าดั้งเดิม

หมายเลข 8, 9 และ 10. คือ สังคมป่าดั้งเดิม (ป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ)

ตารางที่ 1 ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราอาบัสคูลาไมคอไรซา ของพืชตระกูลถั่วในบริเวณพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติหนองเต็ง-จักราช จำแนกตามชนิดพืช และลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราระดับสกุล (Genera)

		จีนัส				
แปลงทดสอบ	ชนิดพืช	**Glomus**	**Gigaspora**	**Scutellospora**	**Acaulospora**	**Entrophospora**
1 สังคมพืชป่าเต็งรัง	สะเดาป่า (**Azadirachta indica**)	3	0	0	5	0
	หนามหัน (**Acacia comosa**)	4	0	0	4	0
	แดง (**Xylia xylocarpa**)	5	0	0	4	0
	พันชาด (**Erythrophleum succirubrum**)	8	2	0	0	0
	ชงโคนา (**Bauhinia racemosa**)	9	0	0	1	0
2 สังคมพืชป่าเต็งรัง	ส้มเสี้ยว (**Bauhinia malabarica**)	10	0	0	0	0
	สีเสียด (**Acacia catechu**)	1	0	0	2	2
	กะพี้ (**Dalbergia cultrata**)	12	2	0	0	1
	กุ๊ก (**Lannea coromandelica**)	5	0	0	3	0
	ขี้หนอน (**Zollingeria dongnaiensis**)	8	0	0	0	0
	แดง (**Xylia xylocarpa**)	12	0	0	2	0
	ประดู่ (**Pterocarpus macrocarpus**)	3	0	0	2	0
	มะค่าแต้ (**Sindora siamensis**)	10	0	0	0	0
	พันชาด (**Erythrophleum succirubrum**)	7	0	0	0	0
3 สังคมป่าเบญจพรรณ	ชะเอม (**Glycyrrhiza glabra**)	9	0	0	0	3
	ตำแยป่า (**Laportea interrupta**)	6	0	1	0	1
	มะเค็ง (**Dialium cochinchinease**)	1	0	0	2	1
	โมกมัน (**Wrightia arborea**)	3	0	0	1	1
	หนามหัน (**Acacia comosa**)	6	0	0	0	1
4 สังคมป่าเบญจพรรณ	เกล็ดปลาช่อน (**Phyllodium pulchellum**)	12	2	0	1	0
	เกล็ดปลาหมอ (**Phyllodium elegans**)	5	0	0	0	0
	ชะคราม (**Sueda maritima**)	7	1	0	2	0
	แดง (X. xylocarpa)	4	0	0	1	0
	ตะแบก (**Lagerstroemia floribunda**)	6	0	0	1	0
	ประดู่ (**P. macrocapus**)	6	0	1	0	1
	ปีป (**Millingtonia hortensis**)	3	0	1	3	0

	พันชาด (**Erythrophleum succirubrum**)	7	0	0	0	1
	มะขาม (**Tamarindus indica**)	4	0	0	0	1
	พฤกษ์ (**Albizia lebbeck**)	6	0	0	0	1

ตารางที่ 1 ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราอาบัสคูลาไมคอไรซา ของพืชตระกูลถั่วในบริเวณพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติหนองเต็ง-จักราช จำแนกตามชนิดพืช และลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราระดับสกุล (Genera) (ต่อ)

		จีนัส				
แปลงทดสอบ	ชนิดพืช	**Glomus**	**Gigaspora**	**Scutellospora**	**Acaulospora**	**Entrophospora**
5 สังคมป่าปลูกใหม่	เกล็ดปลาช่อน (**P. pulchellum**)	9	0	0	0	0
	ขี้เถ้าหนอน (**Grewia eriocarpa**)	3	0	0	1	0
	คราม่ป่า (**Indigofera galegoides**)	6	0	0	1	1
	นนทรี (**Peltophorum pterocarpum**)	8	0	0	0	1
	ประดู่ (**P. macrocapus**)	5	1	0	1	1
	พยุง (**Dalbergia cochinchinensis**)	5	0	0	0	0
	พฤกษ์ (**Albizia lebbeck**)	6	0	0	0	0
	ลูกใต้ใบ (**Phyllanthus niruri**)	8	0	0	0	0
6 สังคมป่าเต็งรัง	เกล็ดปลาช่อน (**P. pulchellum**)	3	0	0	0	0
	เกล็ดปลาช่อนใหม่ (**Phyllodium** sp.)	5	0	0	0	0
	ขี้เหล็ก (**Senna siamea**)	6	0	1	1	0
	คราม่ป่า (**I. galegoides**)	6	0	0	0	0
	ชัยพฤกษ์ (**Cassia javanica**)	7	0	0	0	0
	แดง (**X. xylocarpa**)	4	0	0	2	0
	ฟันฟืม (**Fimbristylis rigidula**)	7	0	0	1	1
	มะกล่ำต้น (**Adenanthca pavonina**)	4	0	0	0	0
	มะค่าแต้ (**S. siamensis**)	4	0	0	1	0
	หิ่งแม่นน้อย (**Crotalaria pallida**)	5	1	1	1	1
7 สังคมป่าดั้งเดิม	เกล็ดปลาหมอ (**P. elegans**)	8	0	0	0	0
	แดง (**X. xylocarpa**)	7	0	0	0	1
	ปีป (**Millingtonia hortensis**)	7	0	0	1	0
	สะเดา (**Azadirachta indica**)	5	0	0	3	0
8 ป่าดั้งเดิม	กะพี้ (**D. cultrata**)	4	0	0	1	0
	เกล็ดปลาหมอ (**P. elegans**)	9	0	0	1	0

(เต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ)	หญ้าสองปล้อง (**H. pseudointerrupta**)	4	0	0	1	0

ตารางที่ 1 ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราอาบัสคูลาไมคอไรซา ของพืชตระกูลถั่วในบริเวณพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติหนองเต็ง-จักราช จำแนกตามชนิดพืช และลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราระดับสกุล (Genera) (ต่อ)

		จีนัส				
แปลงทดสอบ	ชนิดพืช	**Glomus**	**Gigaspora**	**Scutellospora**	**Acaulospora**	**Entrophospora**
9 ป่าดั้งเดิม (เต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ)	ทับแทว (**Pterolobium integrum**)	4	0	0	0	0
	ทานาคา (**Hesperethusa crenulata**)	5	0	0	0	0
	ประดู่ (**P. macrocapus**)	6	0	0	0	0
	พฤกษ์ (**A. lebbeck**)	5	0	0	2	1
	แดง (**X. xylocarpa**)	5	0	0	1	0
	สะเดาช้าง (**A. excelsa**)	5	0	0	0	0
	สาธร (**Millettia leucantha**)	3	0	0	1	0
	เสี้ยว (**B. malabarica**)	6	0	0	1	1
	หญ้าสองปล้อง (**H. pseudointerrupta**)	7	0	0	0	0
	อัญชัญป่า (**Clitoria macrophylla**)	6	0	0	0	0
10 ป่าดั้งเดิม (เต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ)	เกล็ดปลาช่อน (**P. pulchellum**)	8	0	0	2	0
	ชงโคนา (**B. racemosa**)	6	0	0	0	1
	แดง (**X. xylocarpa**)	6	0	0	0	0
	พันชาด (**E. succirubrum**)	5	0	0	1	0
	พฤกษ์ (**A. lebbeck**)	6	0	0	0	0
	ฉนวน (**D. nigrescens**)	5	0	0	0	0
	อัญชัญป่า (**C. macrophylla**)	4	0	0	1	1

สรุปผลการวิจัย

จากการสำรวจและจำแนกเชื้อราอาบัสคูล่าร์ไมคอร์ไรซาบริเวณดินรอบรากพืชตระกูลถั่วในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติจักราช-หนองเต็ง จำนวน 71 ตัวอย่างดิน ในบริเวณพื้นที่ป่า 10 แปลง พบว่าในบริเวณพื้นที่ป่าแต่ละแปลงมีความ

หลากหลายของชนิดและปริมาณของเชื้อราอาบัสคูล่าร์ไมคอร์ไรซาแตกต่างกันมาก แปรผันตามชนิดพรรณของพืชตระกูลถั่วในแต่ละแปลง งานวิจัยนี้เป็นการสำรวจเบื้องต้นเพื่อนำไปสู่การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา อาบัสคูล่าร์ไมคอร์ไรซามีที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชตระกูลถั่วในพื้นที่ ซึ่งสำคัญอย่างยิ่งต่อการฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ป่าในประเทศไทยในลำดับต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนโครงการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ภายใต้โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา สยามบรมราชกุมารี ชุดโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช (อพ.สธ.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 นอกจากนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่สำนักงานป่าสงวนแห่งชาติป่าหนองเต็ง-จักราช ที่ได้อำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่าง

เอกสารอ้างอิง

กุลวดี คาภีระ. 2556. อิทธิพลของราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาและสารที่ปลดปล่อยจากรากพืชที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

นาฏยา แพทย์พิทักษ์, ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก และพักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์. 2556. การสำรวจประชากรเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาบริเวณเขตรากไผ่ในพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าธรรมชาติ. การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9, นครปฐม.

เมธาวีการณ์ พรหมลา และโสภณ บุญลือ. 2554. ชนิดและผลของเชื้อราอาบัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาต่อการเจริญเติบโตของอ้อย. น. 16-22. ใน: ประชุมวิชาการฐานรากที่มั่นคงเพื่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน 27-29 มกราคม 2554. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.

อนิวรรต เฉลิมพงษ์ และธีรวัฒน์ บุญทวีคุณ. 2525. การสำรวจเอคโตไมคอร์ไรซาในระบบนิเวศวิทยาป่าดิบแล้ง.รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, ฝ่ายปราบศัตรูพืชป่าไม้, กองบำรุง, กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ.

Daniels, B.A. and H.D. Skipper. 1982. Methods for the recovery and quantitative estimatation of propagales from soil. pp. 29-36. **In** Schenck, N.C. (ed.) Methods and Principles of Mycorrhizal Research. American Phytopathological Society, St. Paul, Minn. U.S.A., 29-35

Gerdemann, J.W. and T.H. Nicolson. 1963. Spore of mycorrhizal, endogone species extracted from soil by wet seiving and decanting. Trans. Br. Mycol. Soc. 46: 235-244.

Keishi, S., S. Zakaaria, T. Satoki, K. Masayoshi, I.A. Haruko, A. Shoichiro, T. Akiyoshi and O. Hitoshi. 2007. Isolation and characterization of arbuscules from roots of an increased-arbuscule-forming mutant of lotus japonicas. Annals of Botany. 7: 1599-1603.

Kohki, A., M. Ken-ichi and H. Hideo. 2005. Plant sesquiterpenes induce hyphal branching in arbuscular mycorrhizal fungi. Nature Publishing Group. p. 824-827.

Schenck, N.C. and Y. Perez. 1987. Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi. 1453 Fifield Hall University of Florida, Florida.

Songachan, L.S. and H. Kayang. 2011. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in pine forest of Meghalaya, North East India. Mycosphere. 2: 497-505.

ศักยภาพการให้ผลผลิตของถั่วเขียวพันธุ์ใหม่ 7 พันธุ์ ใน 2 ฤดูปลูก

Yield Potentials of 7 New Cultivars of Mungbean in 2 Planting Seasons

รัชตา ทนวิทูวัตร [1*]

Ratchata Tonwitowat[1*]

บทคัดย่อ

การหาศักยภาพการให้ผลผลิตของถั่วเขียวพันธุ์ใหม่ 7 พันธุ์ใน 2 ฤดูปลูก ได้ปลูกทดลองระหว่างเดือนธันวาคม 2558 ถึงกุมภาพันธ์ 2559 (ฤดูแล้ง) และกันยายนถึงพฤศจิกายน 2559 (ฤดูปลายฝน) ที่คณะเทคโนโลยีการ เกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ 7 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ KUML1, KUML2, KUML3, KUML4, KUML5, KUML8 และชัยนาท84-1 ผลการทดลองพบว่า ถั่วเขียวทุกพันธุ์ให้ความสูงต้นในฤดูปลายฝนสูงกว่าฤดูแล้งเฉลี่ย 35 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนข้อมากกว่า 2-3 ข้อ อีกทั้งเก็บเกี่ยวได้เร็วกว่า 1-3 วัน ในฤดูแล้ง KUML3 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่น (213.6 กิโลกรัมต่อไร่) โดยมีจำนวนฝักและน้ำหนักเมล็ดต่อต้นเท่ากับ 25.1 ฝักและ 25.0 กรัม แต่ในฤดูปลายฝน กลับเป็น KUML2 และ KUML8 ที่ให้ผลผลิตต่อไร่มากกว่า เฉลี่ย 280.0 กิโลกรัมต่อไร่ (จำนวนฝัก 22.4-22.8 ฝักต่อต้น และน้ำหนักเมล็ด 26.0 กรัมต่อต้น) อย่างไรก็ตาม KUML8 ให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุดในฤดูแล้งเท่ากับ 0.39 ส่วน KUML3 ได้ค่าสูงสุดในฤดูปลายฝนเฉลี่ย 0.25 และจากผลการวิเคราะห์ปริมาณแป้งและโปรตีนในเมล็ดถั่วเขียวทั้ง 7 พันธุ์ KUML1และ KUML2 ให้ปริมาณแป้ง 37-38 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ 2-3 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ปริมาณโปรตีนของทุกพันธุ์เฉลี่ยอยู่ที่ 24-25 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : ถั่วเขียวพันธุ์ใหม่, ผลผลิต, ฤดูปลูก

ABSTRACT

To investigate the yield potential of 7 new cultivars of mungbean (KUML1, KUML2, KUML3, KUML4, KUML5, KUML8 and CN 84-1 in 2 planting seasons was conducted during dry season (Dec2015-Feb 2016) and late rainy season (Sep-Nov 2016) at Faculty of Agricultural Technology; RMUTT, by RCB design 3 replications. The result revealed that all cultivars had developed their plant height and no.of node per plant in late rainy season higher than dry season 35% and 2-3 node per plant. Moreover, their harvesting dates came earlier 1-3 days as well. In dry season, KUML3 gave better grain yield (213.6 kg/rai) due to the best no.of pod and grain weight per plant (25.1 pod and 25.0 g). In contrary, KUML2 and KUML8 obtained greater grain yields in late raining season equally to 280 kg/rai, this was because of their no. of pod and grain weight per plant (22.4-22.8 pod and 26.0 g) too . Anyway, KUML8 had the highest harvest index 0.39 in dry season while KUML3 gave the best one (0.25) in late raining seson. Regarding to the analysis of the grain starch and protein content, KUML1 and KUML2 contained 37-38% of starch which 2-3 % more than the others. Meanwhile, the protein content of all cultivars were 24-25% by average.

Keyword: new cultivars of mungbean, yield, planting season

[1] สาขาการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตำบลประชาธิปัตย์ อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12130

[1] Department of Crop Production Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Prachathipat, Thanyaburi Pathumtani,12130. Thailand

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : ratchata_w@exchange.rmutt.ac.th

บทนำ

ปัญหาวิกฤตภัยแล้งมีแนวโน้มทวีความรุนแรงในอนาคต ทำให้กรมชลประทานต้องหยุดการจ่ายน้ำลงคลอง ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงกับพื้นที่ในเขตลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา 22 จังหวัด รวมทั้งจังหวัดปทุมธานี โดยรัฐบาลแนะนำให้เกษตรกรหยุดทำนาปรังแล้วหันมาปลูกพืชทางเลือกที่ใช้น้ำน้อยทดแทน ภาคเกษตรกรเองต้องวางแผนและเตรียมความพร้อมในการเลือกชนิดพืชให้เหมาะสมกับแหล่งผลิตของตนเอง ต้องคำนึงถึงการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพในการผลิต ส่วนภาครัฐก็ต้องวางแผนและเตรียมพร้อมช่วยเหลือเกษตรกร เลือกชนิดพืชให้เหมาะสมกับแหล่งผลิตโดยคำนึงถึงการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน อีกทั้งยังต้องเชื่อมโยงการผลิตสู่ตลาดและอุตสาหกรรมแปรรูปอย่างครบวงจร เพื่อสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร สร้างมูลค่าเพิ่มและความยั่งยืนให้กับอุตสาหกรรม (อดิศักดิ์, 2558) ถั่วเขียวเป็นพืชทางเลือกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจและรัฐบาลส่งเสริมให้ปลูกเพื่อสู้ภัยแล้ง เนื่องจากทั้งปลูกง่ายอายุการเก็บเกี่ยวสั้นเพียง 65-70 วัน เหมาะสำหรับเกษตรกรที่จะเลือกปลูกทดแทนข้าวนาปรัง หรือปลูกก่อนข้าวโพดในพื้นที่ประสบภัยแล้ง โดยปลูกก่อนการทำนาหรือปลูกพืชไร่หลัก ช่วยตัดวงจรการระบาดของศัตรูพืช และบำรุงรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน จากการสำรวจในปี 2558 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกถั่วเขียว 829,145 ไร่ มีความต้องการเมล็ดพันธุ์ 4,146 ตัน แต่หน่วยงานภาครัฐผลิตได้เพียง 617 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 15 ของความต้องการเมล็ดพันธุ์ทั้งประเทศ ราคาจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด 60-70 บาทต่อกิโลกรัม ผลผลิตเฉลี่ย 117-300 กิโลกรัมต่อไร่ ขึ้นกับคุณภาพเมล็ดพันธุ์และการจัดการ ความต้องการใช้ผลผลิตเมล็ดภายในประเทศประมาณ 100,000 ตันต่อปี ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์เช่น วุ้นเส้น แป้ง และเพาะถั่วงอก ราคาเมล็ดที่รับซื้อในตลาดอยู่ที่กิโลกรัมละ 34-38 บาท ตลาดนำเข้าที่สำคัญคือ พม่า ซึ่งมีพื้นที่ปลูกเป็นอันดับสองรองจากอินเดีย ส่วนตลาดส่งออกอย่าง สาธารณรัฐประชาชนจีน มีศักยภาพในการรับซื้อได้อีกปริมาณมาก นับว่ายังมีโอกาสสูงในการปลูกถั่วเขียวเพื่อทำรายได้ของเกษตรกรไทย (พีระศักดิ์, 2559 และจุดประกาย, 2558) ในระหว่างปี พ.ศ.2548-2554 ทั้งหน่วยงานของกรมวิชาการเกษตร สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวทช.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภายใต้ทุนส่งเสริมกลุ่มนักวิจัยอาชีพโครงการเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อพัฒนาพันธุ์ถั่วเขียวไทย ได้พัฒนาสายพันธุ์ถั่วเขียวสายพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผิตสูง ขนาดเมล็ดโต ต้านทานโรคใบจุด และโรคราแป้ง เหมาะกับปลูกในฤดูแล้ง ซึ่งได้วางแผนขยายผลเทคโนโลยีการผลิตถั่วเขียวในระยะต่อไปคือ การทดสอบพันธุ์ ถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านพันธุ์และการผลิตสู่เกษตรกร(พีระศักดิ์, 2558) ดังนั้นในฐานะสถาบันทางการศึกษาของภาครัฐด้านการเกษตรที่สอนและวิจัยในพื้นที่ จึงได้ขออนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์ใหม่จากกลุ่มนักวิจัยอาชีพเพื่อพัฒนาถั่วเขียวไทย 6 พันธุ์และอีก 1 พันธุ์จากศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท กรมวิชาการเกษตร เพื่อปลูกทดสอบหาศักยภาพการให้ผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของถั่วเขียวทั้ง 7 พันธุ์ ทั้งในฤดูแล้งและฤดูปลายฝน ทั้งนี้เพื่อนำสู่การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การปลูกทดลองหาศักยภาพการให้ผลผลิตของถั่วเขียวพันธุ์ใหม่ใน 2 ฤดูปลูก ระหว่างเดือนธันวาคม 2558 ถึงกุมภาพันธ์ 2559 (ฤดูแล้ง) และกันยายนถึงพฤศจิกายน 2559 (ฤดูปลายฝน) ที่คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ทั้งสิ้น 7 พันธุ์ได้แก่ ถั่วเขียวพันธุ์ KUML1, KUML2, KUML3, KUML4, KUML5 และ KUML8 จากกลุ่มนักวิจัยอาชีพเพื่อพัฒนาพันธุ์ถั่วเขียวไทยโดย ศ.ดร.พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ พันธุ์ชัยนาท84-1 (CN84-1) จากศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท กรมวิชาการเกษตร เตรียมดินโดยไถ 1 ครั้งแล้วพรวนพร้อมหว่านปุ๋ยคอกอัตรา 2 ตันต่อไร่ ยกร่องปลูกระยะ 75 เซนติเมตร ปลูก 2 แถวต่อร่อง ระยะระหว่างแถว 40 เซนติเมตร ระหว่างหลุม 20 เซนติเมตร 3 ต้นต่อหลุม ขนาดแปลงย่อย 18 ตารางเมตร ก่อนปลูกคลุกเมล็ดพันธุ์ถั่ว

เขียวด้วยไรโซเบียมสำหรับถั่วเขียว ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 16–16–16 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่พร้อมปลูก กำจัดวัชพืชด้วยจอบที่ 15 วันหลังปลูก เก็บเกี่ยวฝักแห้งในระยะ R7-R8 เมื่อเปลือกฝักเปลี่ยนเป็นสีดำ หรือสีฟางข้าวในพันธุ์ KUML5 การบันทึกข้อมูลประกอบด้วย ลักษณะทางเกษตรบางประการ (ความสูงต้นและจำนวนข้อ ณ.วันเก็บเกี่ยว อายุวันดอกแรกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ อายุวันติดฝักแรกและอายุเก็บเกี่ยว) องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต (ความยาวฝัก จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 1,000 เมล็ด ผลผลิตเมล็ดต่อไร่ และดัชนีเก็บเกี่ยว) และค่าวิเคราะห์ปริมาณแป้งและโปรตีนในเมล็ดถั่วเขียวแต่ละพันธุ์จากฤดูปลายฝนของฤดูปลายฝน

ผลและวิจารณ์ผล

ลักษณะทางเกษตรบางประการ (ตารางที่ 1)

ความสูงต้น และจำนวนข้อ ณ.วันเก็บเกี่ยวของถั่วเขียวพันธุ์ใหม่ 7 พันธุ์ พบว่า เฉพาะความสูงต้นในฤดูปลายฝนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยถั่วเขียวทุกพันธุ์ให้ความสูงต้นและจำนวนข้อในช่วงปลายฝนสูงกว่าช่วงแล้งเฉลี่ย 26.1-38.0 เซนติเมตร และ 2-3 ข้อ ความสูงของต้นถั่วเขียวเฉลี่ยในฤดูแล้งอยู่ที่ 56.6 เซนติเมตร และมีจำนวนข้อ 6-8 ข้อ ขณะที่ในฤดูปลายฝน พันธุ์ KUML1 และ CN84-1 เป็นพันธุ์ที่มีความสูงเฉลี่ย 91.9–92.4 เซนติเมตรซึ่งสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ประมาณ 4-9 เซนติเมตร โดยเฉลี่ยทุกพันธุ์ให้จำนวนข้อ 9-10 ข้อ ทั้งนี้ด้วยฤดูการผลิตที่ต่างกัน สภาพฟ้าอากาศต่างกัน ทำให้การเจริญเติบโตในฤดูแล้งที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 22-23องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำมาก ต้องมีการให้น้ำเป็นระยะส่งผลให้มีถั่วเขียวชะงักการเจริญเติบโต ต้นเตี้ย มีจำนวนข้อลดลง ซึ่งศูนย์วิชัยพืชไร่ชัยนาท (2552) ได้รายงานว่า สำหรับการปลูกถั่วเขียวในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม ควรหลีกเลี่ยงช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส เนื่องจากทำให้ต้นถั่วเขียวชะงักการเจริญเติบโตและแคระแกร็น

วันดอกแรกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ วันฝักแรกแก่ และวันเก็บเกี่ยว กลับพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเฉพาะฤดูปลูกช่วงแล้ง ถั่วเขียวที่ปลูกในช่วงแล้งใช้ระยะเวลาในการพัฒนาถึงวันดอกแรกบาน 50 เปอร์เซ็นต์นานกว่าฤดูปลายฝน 1-5 วัน มีผลให้วันฝักแรกแก่ และวันเก็บเกี่ยวช้ากว่า 1-3 วันเช่นกัน พันธุ์ KUML8 มีวันดอกแรกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ วันฝักแรกแก่ และวันเก็บเกี่ยวในทั้งสองฤดูปลูกใกล้เคียงกันและเร็วกว่าพันธุ์อื่นเฉลี่ย 34-35 วัน 48-49 วันและ 62-63 วัน ตามลำดับ ขณะที่ในช่วงแล้ง KUML4, KUML5 และ CN84-1 เป็นพันธุ์ที่ใช้เวลาพัฒนาในช่วงนี้นานกว่าพันธุ์อื่นอยู่ 2-3วัน แต่ก็ไม่ต่างจากพันธุ์อื่นในช่วงปลายฝน สมทรง และคณะ (2538) พบว่า การปลูกถั่วเขียวในช่วงปลายฝน ที่ได้รับปริมาณแสงลดลงจะส่งผลให้อายุวันออกดอกสั้นลง ขนาดเมล็ดหรือน้ำหนัก 100 เมล็ดลดลง

องค์ประกอบผลผลิต (ตารางที่ 2)

ถั่วเขียวพันธุ์ใหม่ทุกพันธุ์ให้องค์ประกอบผลผลิตทุกลักษณะต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้งสองฤดูปลูก จำนวนฝักต่อต้น น้ำหนักเมล็ดต่อต้นและน้ำหนัก 1000 เมล็ดของถั่วเขียวแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างในต่างฤดูปลูก พันธุ์ KUML2, และ KUML8 ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนฝักและน้ำหนักต่อต้นสูงในทั้งสองฤดูปลูกเฉลี่ย 18-23 ฝัก ส่วนพันธุ์ KUML3 ให้ค่าเฉลี่ยของทั้งสองลักษณะนี้สูงกว่าพันธุ์อื่นเฉพาะในช่วงปลูกฤดูแล้งเท่านั้นคือ 25 ฝักและ 25 กรัม ตามลำดับ ขณะที่ KUML5 ให้ค่าองค์ประกอบทั้งสองต่ำกว่าทุกพันธุ์และทุกฤดูปลูก เฉลี่ยมีเพียง 11-14 ฝักและได้น้ำหนักเมล็ด 11.2-12.4 กรัมต่อต้น สำหรับความยาวฝักและจำนวนเมล็ดต่อฝักพบว่า ถั่วเขียวแต่ละพันธุ์ให้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันในทั้งสองฤดูปลูก ระหว่าง 9.9-11.2 เซนติเมตรและ 11-13 เมล็ดต่อฝัก ในส่วนขนาดเมล็ด KUML8 มีขนาดเมล็ดใหญ่ในทั้งสองฤดูปลูก น้ำหนัก 1000 เมล็ดหนัก 73.9 และ 74.3 กรัม โดยที่ KUML1 และKUML3 มีขนาดใกล้เคียงกับ KUML8 ในช่วงปลูกฤดูแล้ง แต่ในฤดูปลายฝนกลับพบว่า น้ำหนักเมล็ด 1000 เมล็ดของพันธุ์อื่นๆจะน้อยกว่า KUML8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พันธุ์

CN84-1 มีขนาดเมล็ดเล็กที่สุดในพันธุ์ทั้งหมดที่ปลูกทดสอบ มีน้ำหนัก 1000 เมล็ด 68.2 กรัมในช่วงแล้ง และกลับลดลงเหลือเพียง 66.4 กรัมในฤดูปลายฝน ซึ่งจากผลงานวิจัยของจานุลักษณ์ และคณะ(2559) ที่ผลิตเมล็ดพันธุ์หลักถั่วเขียวพันธุ์ใหม่ทั้ง 6 พันธุ์จากโครงการเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อพัฒนาพันธุ์ถั่วเขียวไทย โดยวิธีหว่านใช้เมล็ดพันธุ์อัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่ ในช่วงปลายฝนเดือนกันยายนถึงธันวาคม 2558 ณ.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร จังหวัดลำปาง ก็พบเช่นเดียวกันว่า KUML3, KUML8 และ KUML1 มีจำนวนฝักต่อต้นมากกว่าพันธุ์อื่นเฉลี่ย 19-22 ฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝักเฉลี่ยของทุกพันธุ์อยู่ที่ 11-13 เมล็ดต่อฝัก KUML3 และ KUML8 มีเมล็ดขนาดใหญ่ น้ำหนัก 1000 เมล็ด 86.9 และ 82.9 กรัม ตามลำดับ

ผลผลิต และปริมาณโปรตีนและแป้งในเมล็ด(ตารางที่ 3)

ผลผลิตเมล็ดที่เก็บเกี่ยวได้และค่าดัชนีเก็บเกี่ยวจากทุกพันธุ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในทั้งสองฤดูปลูก ในช่วงปลายฝนพันธุ์ส่วนใหญ่ของถั่วเขียวให้ผลผลิตมากกว่าฤดูแล้ง โดยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยตั้งแต่ 35.8- 101.0 กิโลกรัมต่อไร่ ยกวันพันธุ์ KUML3 และ KUML4 ที่กลับได้ปริมาณลดลงเฉลี่ย 32.5 และ 6.9 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากทั้งสองพันธุ์พบอาการของโรคโคนเน่า รากเน่า จึงทำให้ผลผลิตลดลงในฤดูนี้ที่มีอุณหภูมิและความชื้นค่อนข้างสูง มีน้ำขังในร่องปลูกเป็นระยะ เป็นสภาพที่เหมาะกับการเกิดโรค (ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท, 2552) อย่างไรก็ตาม พันธุ์ KUML3 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเมล็ดเฉลี่ยสูงสุด 213.6 กิโลกรัมต่อไร่ในฤดูแล้ง ขณะที่ในฤดูปลายฝนมีพันธุ์ KUML2 และ KUML8 ที่ให้ผลผลิตเมล็ดสูงเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 279.9 และ 278.8 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วน KUML5 ให้ผลผลิตต่ำในทั้งสองฤดู ซึ่งเท่ากับ 95.9 (ฤดูแล้ง) และ 131.7 (ฤดูปลายฝน) กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับผลงานของจานุลักษณ์ และคณะ(2558) ซึ่งพบว่า พันธุ์ KUML3 ให้ผลผลิตสูงสุด เฉลี่ย 252.0 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่พันธุ์ KUML5 ที่มีเปลือกฝักสีฟางข้าวได้ผลผลิตเมล็ดต่ำสุดเพียง 80.0กิโลกรัมต่อไร่ ในทางตรงข้ามกับผลผลิต ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วเขียวเกือบทุกพันธุ์จะมีค่าสูงในฤดูแล้งและลดลงระหว่าง 0.07-0.21 โดยเฉพาะพันธุ์ KUML5 ที่ลดลงมากที่สุด ในฤดูแล้งพันธุ์ KUML8 เป็นพันธุ์ที่ให้ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวสูงสุด 0.39 แต่ในฤดูปลายฝนกลับเป็น KUML3 ที่มีค่าสูงกว่าพันธุ์อื่นโดยเท่ากับ 0.25 นอกจากนี้ยังพบว่าพันธุ์ CN84-1 เป็นพันธุ์ที่มีค่าดัชนีเก็บเกี่ยวผันแปรตามฤดูปลูกต่ำที่สุด เฉลี่ยระหว่าง 0.20 (ฤดูแล้ง) และ 0.21 (ฤดูปลายฝน)

จากผลวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนและแป้งจากผลผลิตเมล็ดถั่วเขียวฤดูปลายฝนโดยห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเอนไซม์และการใช้ประโยชน์จุลินทรีย์ ฝ่ายนาโนเทคโนโลยีและเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่า ปริมาณโปรตีนในเมล็ดถั่วเขียวทุกพันธุ์ใกล้เคียงกันเฉลี่ยอยู่ที่ 23.48-24.75 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ KUML1และ KUML2 มีแนวโน้มให้ปริมาณแป้งในเมล็ดสูงกว่าพันธุ์อื่น 3-4 เปอร์เซ็นต์ หรือเท่ากับ 37.93 และ37.40 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ความสูงต้น จำนวนข้อ ณ.วันเก็บเกี่ยว วันดอกแรกบาน 50% วันฝักแรกแก่ และวันเก็บเกี่ยวของถั่วเขียวพันธุ์ใหม่ 7 พันธุ์ ในฤดูแล้ง (ธค58- กพ59) และฤดูปลายฝน (กย-พย 59)

พันธุ์	ความสูงต้น (เซนติเมตร)		จำนวนข้อ		วันดอกแรกบาน 50% (วัน)		วันฝักแรกแก่ (วัน)		วันเก็บเกี่ยว (วัน)	
	แล้ง	ปลายฝน	แล้ง	ปลายฝน	แล้ง	ปลายฝน	แล้ง	ปลายฝน	แล้ง	ปลายฝน
KUML1	54.4	92.4a	6.3	9.1	36.0bc	34.7	50.0bc	48.7	64.0bc	62.7
KUML2	55.2	83.9c	7.5	9.4	36.3b	34.7	50.3b	49.0	64.3b	63.0
KUML3	55.9	83.7c	7.7	9.3	36.7b	34.0	50.7b	48.3	64.7b	62.3
KUML4	54.0	88.5b	7.8	9.7	38.0a	34.7	52.0a	49.0	66.0a	63.0
KUML5	58.3	84.4c	8.1	9.8	38.7a	35.0	52.7a	49.3	66.7a	63.3
KUML8	60.1	84.6c	7.0	9.1	35.0c	34.0	49.0c	48.0	63.0c	62.0
CN84-1	58.2	91.9a	7.8	9.5	38.7a	35.7	52.7a	49.7	66.7a	63.7
CV%	7.45	1.98	9.25	4.45	1.91	2.82	1.39	2.26	1.09	1.75
F-test[1/]	ns	**	ns	ns	**	ns	**	ns	**	ns
LSD 0.5	-	1.5	-	-	1.2	-	1.2	-	1.3	-
LSD0.1	-	2.1	-	-	1.7	34.7	1.7	-	1.8	-

[1/]ns indicate non-significant and ** indicate significant at P<0.01.

ตารางที่ 2 ลักษณะองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเขียวพันธุ์ใหม่ 7 พันธุ์ในฤดูแล้ง (ธค58- กพ59) และฤดูปลายฝน (กย-พย 59)

พันธุ์	จำนวนฝักต่อต้น (ฝัก)		ความยาวฝัก (เซนติเมตร)		จำนวนเมล็ดต่อฝัก		น้ำหนักเมล็ดต่อต้น (กรัม)		น้ำหนัก 1000เมล็ด (กรัม)	
	แล้ง	ปลายฝน	แล้ง	ปลายฝน	แล้ง	ปลายฝน	แล้ง	ปลายฝน	แล้ง	ปลายฝน
KUML1	16.1d	15.0d	10.5a	11.2a	12.3a	13.0a	12.6d	17.5c	73.8a	69.7bc
KUML2	18.0c	22.4a	9.9b	10.7b	11.5ab	12.4b	20.8ab	26.2a	69.8cd	68.4bcd
KUML3	25.1a	20.7b	10.4a	10.7b	11.7ab	12.0bc	25.0a	17.0c	72.4b	69.6bc
KUML4	18.8bc	17.6c	10.4a	10.4b	12.3a	12.2bc	18.8b	14.4d	70.5c	69.6bc
KUML5	11.0f	14.3d	10.0b	10.2bc	11.3b	11.9c	11.2d	12.4e	70.8c	70.2b
KUML8	20.2b	22.8a	10.5a	11.1a	11.2b	12.5b	22.9a	26.1a	73.9a	74.3a
CN84-1	14.1e	18.8c	9.9b	10.5b	11.6ab	13.0a	16.9bc	22.1b	68.2d	66.4d
CV%	5.57	3.72	2.03	1.38	3.63	2.19	5.16	4.60	0.91	3.20
F-test[1/]	**	**	*	**	*	**	**	**	**	**
LSD 0.5	1.7	1.2	0.4	0.5	0.7	0.3	3.4	1.6	1.2	3.9
LSD0.1	2.4	1.7	0.5	0.7	1.0	0.4	4.7	2.2	1.6	5.5

[1/]* and ** indicate significant at and P<0.05 and P<0.01.

ตารางที่ 3 ผลผลิต ดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วเขียวพันธุ์ใหม่ 7 พันธุ์ในฤดูแล้ง(ธค58- กพ59) และฤดูปลายฝน (กย-พย 59) ปริมาณโปรตีนและแป้ง (dry weight basis) ของเมล็ดถั่วเขียวพันธุ์ต่างๆ

พันธุ์	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)		ดัชนีเก็บเกี่ยว		ปริมาณ	ปริมาณแป้ง
	แล้ง	ปลายฝน	แล้ง	ปลายฝน	โปรตีน (%)	(%)
KUML1	105.1f	186.6c	0.23d	0.13d	23.78±0.31	37.93±1.59
KUML2	178.9c	279.9a	0.34b	0.21b	23.92±0.35	37.40±0.44
KUML3	213.6a	181.1c	0.33b	0.25a	24.75±1.23	35.16±0.40
KUML4	160.4d	153.5cd	0.24d	0.17c	23.48±0.47	34.73±1.25
KUML5	95.9f	131.7d	0.29c	0.14d	23.59±0.15	35.48±1.13
KUML8	195.5b	278.8a	0.39a	0.18c	24.26±0.15	34.50±0.38
CN84-1	144.3e	235.2b	0.20e	0.21b	23.89±0.37	34.82±1.04
CV%	8.05	9.10	9.06	10.86	-	-
F-test[1/]	**	**	**	**	-	-
LSD 0.5	14.3	33.8	0.02	0.02	-	-
LSD0.1	20.0	47.4	0.03	0.03	-	-

[1/]** indicate significant at P<0.01.

สรุปผลการวิจัย

ศักยภาพในการให้ผลผลิตของถั่วเขียวพันธุ์ใหม่ทั้ง 7 พันธุ์ผันแปรตามฤดูปลูก พันธุ์ KUML3 เหมาะสมสำหรับการปลูกในช่วงแล้ง ส่วนพันธุ์ KUML2 และ KUML8 รวมทั้ง CN84-1 เป็นพันธุ์ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงในฤดูปลายฝน

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบคุณ ศ. ดร.พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผศ. ดร.จานุลักษณ์ ขนบดี สถาบัน วิจัยเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท กรมวิชาการเกษตรที่ได้เอื้อเฟื้อเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวสำหรับงานทดลองนี้ ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่สนับสนุนทุนวิจัยและสถานที่ทดลอง

เอกสารอ้างอิง

จานุลักษณ์ ขนบดี, พรนิภา เลิศศิลป์มงคล และชัยวัฒน์ พงศ์สุขุมาลกุล. 2559. ผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ หลักถั่วเขียวสายพันธุ์ใหม่. สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.ลำปาง.

จุดประกาย. 2558. ถั่วเขียวทำเงิน. หนังสือพิมพ์กรุงเทพธุรกิจ. 13 พฤศจิกายน 2558. น.3.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2558. ถั่วเขียวผิวมันสายพันธุ์ใหม่ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2559. ถั่วเขียวหลังนาพืชใช้น้ำน้อยทำเงิน. อู่ข้าว 40: 10-16.

ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท. 2552. เอกสารเผยแพร่วิชาการ การผลิตถั่วเขียวในเขตชลประทาน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯใ

สมทรง โชติชื่น, สมยศ พิชิตมาร, พจนีย์ นาคีรักษ์ และ ณัตติ ศรีจักรโคตร. 2538. การประเมินสายพันธุ์/พันธุ์ถั่วเขียวที่ทนร่มเงา. น. 78-90. **ใน** รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ งานวิจัยถั่วเขียว ครั้งที่ 6. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

อดิศักดิ์ เรืองวงษ์. 2558. พืชทางเลือกสู้ภัยแล้ง. วิชาการปริทัศน์. 23(12): 9-13.

ประสิทธิภาพสารสกัดจากพืช สารชีวภัณฑ์ สารน้ำมัน และสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดไรศัตรูส้มโอทับทิมสยาม ในอำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

The Efficiency of Plant Extracts, Bio-pesticide, Petroleum Oil and Insectides for Controlling Mite on Pummelo cv. Tubtimsiam in Pakpanang Disrict, Nakhon Si Thammarat Province

ทิพาวรรณ ทองเจือ[1*] และ จรัญ ทองเจือ[2]

Tipawan Thongjua[1*] and Juran Thongjua [2]

บทคัดย่อ

การทำลายจากไรพบมากในระยะใบและผล ก่อให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมากและทำให้ เกษตรกรต้องปลิดผลทิ้งคราวละมากๆตั้งแต่ระยะผลอ่อน เนื่องจากผลผลิตที่เสียหายจะไม่สามารถพัฒนาและเจริญเติบโตต่อไปได้ การศึกษาประสิทธิภาพสารในการป้องกันกำจัดไรศัตรูส้มโอ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากรรมวิธีที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไร ดำเนินการระหว่างวันที่ 14 ตุลาคม 2560 ถึง 4 พฤศจิกายน 2560 ในสวนส้มโอทับทิมสยามของเกษตรกร อายุต้นประมาณ 4-5 ปี จำนวน 40 ต้น ในอำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประกอบด้วย 4 ซ้ำ 10 กรรมวิธี สุ่มใบบริเวณนอกทรงพุ่ม จำนวน 20 ใบ/ต้น ตรวจนับจำนวนไรและความเสียหายของใบ ก่อนการทดลองและหลังฉีดพ่นสาร 7 14 และ 21 วัน ผลการศึกษาประสิทธิภาพของกรรมวิธีในการป้องกันกำจัดไร พบว่า การใช้อมีทราช (ไมแทค 20% EC) มีประสิทธิภาพดีที่สุดโดยมีประสิทธิภาพในการควบคุมประชากรไร 99.34 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ การใช้ อะบาเม็คติน เฟนไพโรติเมต ไพริดาเบน โพรพาร์ไกต์ ปิโตรเลียมออยล์ สารสกัดจากสะเดา (azadiractin 0.1%) สารชีวภาพ (พด.7) และ พ่นน้ำเปล่า โดยมีประสิทธิภาพของกรรมวิธี 96.90 94.58 94.18 92.86 88.74 83.93 71.82 และ 21.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) สำหรับความเสียหายของใบที่เกิดจากการทำลายของไรหลังการใช้สาร พบว่า หลังการฉีดพ่นสารที่ระยะเวลา 7 14 และ 21 วัน ค่าเฉลี่ยความเสียหายที่เกิดจากการทำลายของไรจากทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร)

คำสำคัญ : ไรส้ม, อะบาเม็คติน, สะเดา, น้ำมันปิโตรเลียม

[1*,2] สาขาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110 ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเลคทรอนิกส์ : kai_thipawan@hotmail.com*

[1*,2] Department of Plant Science, Faculty of Agriculture, Rajamangala University of Technology Srivijaya Nakorn Sri Thammarat Saiyai Campus, Nakorn Sri Thammarat, 80110, Thailand

Corresponding author, e-mail: kai_thipawan@hotmail.com*

ABSTRACT

The mite damage was usually found on the leaves and young fruits of the Pummelo cv. Tubtimsiam. Farmers need to cut off these infestation fruits because the young fruits cannot growth and development to the full fruits. The study of the efficiency of plant extracts, bio-pesticide, petroleum oil and insecticides for controlling mite on Pummelo cv. Tubtimsiam had the purpose of finding the effective treatments for controlling pummelo mites. The experiment was conducted in 4-5 years old, 40 trees, pummelo cv. Tubtimsaim plantation at Pakpanang district, Nakhon Si Thammarat province. The experimental design was using RCBD with 4 replication and 10 treatments. The number of mites and leaf damage were counted and evaluated by sampling 20 leaves/tree from outside of the canopy before application treatments onetime and after application treatments 7, 14 and 21 days. The result showed that the highest effectiveness compared with control (non-treated) was amitraz (mitrac 20% EC) 99.34 % followed by abamectin, fenpyroximate, pyridaben, propargite, petroleum oil, neem extract (azadiractin 0.1%), biological substances and spray water, was giving 96.90, 94.58, 94.18, 92.86, 88.74, 83.93, 71.82 and 67.22 %, respectively. The average percentage of leaf damage after application treatment at 7, 14 and 21 days were found that all treatments were significant differences from control (non-treated)

Keywords : mite , abamectin, neem, petroleum oil

บทนำ

ส้มโอพันธุ์ทับทิมสยามจังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นที่รู้จักทั่วไปว่ามีรสชาติอร่อย ผลผลิตมีราคาดี โดยราคาจำหน่ายในปัจจุบันประมาณผลละ 200-250 บาท ปัญหาการระบาดของไรพบในระยะที่ฝนทิ้งช่วง อากาศแห้งแล้งและลมพัดแรง มักพบการทำลายทุกระยะการเจริญเติบโตของส้มโอ (ฐปนีย์ และคณะ, 2558) ชนิดของไรศัตรูส้มโอ จากการสำรวจพบไรศัตรูพืชรวม 10 ชนิด แต่ชนิดที่มีความสำคัญและทำความเสียหายให้แก่ส้มโอในระยะใบ และผล ได้แก่ ไรแดงแอฟริกัน (**Eutetranychus africanus** (Tucker)) และไรเหลืองส้ม (**Eotetranychus cendanai** Rimando) สำหรับไรขาวพริก (**Polyphagotarsonemus latus** (Banks)) มักพบทำลายในระยะใบอ่อนและผลอ่อน ซึ่งทำความเสียหายได้มากและรวดเร็ว เกษตรกรต้องปลิดผลที่เกิดจากการทำลายทิ้งคราวละมากๆ เนื่องจากผลผลิตเกิดความเสียหายตั้งแต่ยังเล็กไม่สามารถเจริญต่อไปได้ ระดับการตัดสินใจในการใช้สารเคมี โดยการสุ่มสำรวจประชากรไร เช่น ไรแดงแอฟริกันและไรเหลืองส้ม มักพบทำลายระยะใบเพสลาด ใบแก่และผล โดยการสุ่มใบ หากพบไรมากกว่า 80% หรือ สุ่มผล หากพบมากกว่า 20% ให้พ่นสาร propagite (Omite 30 30%WP) อัตรา 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร หรือ สาร amitraz (Mitac 20%EC) อัตรา 30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร โดยทั่วไปไรในส้มโอ ระยะใบ จะพบไรแดงในปริมาณมากกว่าไรชนิดอื่น โดยจะพบสูงที่สุดในช่วงเดือนธันวาคม-มกราคม จากนั้นจะค่อยๆ ลดลง ปริมาณอาจสูงขึ้นอีกในช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน ซึ่งแล้งจัด และพบระบาดน้อยมากในช่วงฤดูฝน (เทวินทร์ และคณะ, 2555) ไรแดงแอฟริกันมีพืชอาศัยหลายชนิด ได้แก่ ทุเรียน ส้มเขียวหวาน ส้มโอ มะนาว มะกรูด ส้มจีน มะละกอ ขนุน สาเก ท้อ มะกอกฝรั่ง ขี้เหล็ก มะรุม ถั่วพู ถั่วฝักยาว ถั่วลันเตา แตงโม ตำลึง ผักบุ้ง ฝ้าย ถั่วเหลือง มันสำปะหลัง ละหุ่ง ฝ้าย ลั่นทม กุหลาบ บานชื่น ชบา และ แคฝรั่ง เป็นต้น ไรศัตรูพืชนอกจากจะก่อความเสียหายแก่พืชโดยตรง แล้วยังติดปนเปื้อนไปกับผลิตผลทางการเกษตร ทั้งดอก ผล หรือต้นพืชที่ผู้ผลิตจะทำการส่งเป็นสินค้าออกไปยังต่างประเทศ เป็นผลให้เกิดการกีดกันทางการค้าและ กระทบกระเทือนต่อเศรษฐกิจของประเทศโดยรวมได้ (พิเชฐ และคณะ, 2555) ไรศัตรูพืชบางชนิดนอกจากจะดูดกินน้ำเลี้ยงจากพืชโดยตรง แล้วยังเป็นพาหะนำโรคต่างๆ ของพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคที่เกิดจากไวรัส (เทวินทร์ และคณะ, 2555) การศึกษาประสิทธิภาพของกรรมวิธีในการป้องกันกำจัด เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ทำให้เกษตรกรทราบถึงกรรมวิธีที่เหมาะสมในการควบคุมการระบาดของไร ลดการใช้สารเคมีเกินความจำเป็น ลดการดื้อยาของศัตรูพืช ปลอดภัยต่อเกษตรกรและศัตรูธรรมชาติ ลดปัญหามลพิษ ปัญหาสารพิษตกค้างในสภาพแวดล้อมและผลผลิตมีคุณภาพดีซึ่งจะช่วยเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของประเทศต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วิธีดำเนินการ

การศึกษาประสิทธิภาพของกรรมวิธีในการป้องกันกำจัดไรในสภาพสวนสาธิต ดำเนินการศึกษาในสวนส้มโอทับทิมสยามของเกษตรกร อายุต้นส้มโอ 4-5 ปี พื้นที่ประมาณ 5 ไร่ ในอำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ขนาดต้นและความสมบูรณ์สม่ำเสมอกัน ทำการศึกษาในระยะใบ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) 4 ซ้ำ 10 กรรมวิธี (4 ต้นต่อกรรมวิธี/ 1 ต้นต่อซ้ำ) สุ่มเลือกต้นจำนวน 40 ต้นนำป้ายพลาสติกผูกไว้ สุ่มใบพืช 20 ใบต่อต้น ตรวจนับจำนวนไรและประเมินการทำลายบนใบส้มโอบริเวณนอกทรงพุ่มและเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบ จำนวน 20 ใบ/ต้น โดยตรวจนับจำนวนไรก่อนพ่นสารทดลอง 1 วัน จากนั้นทำการพ่นสารฆ่าไรและฉีดพ่นน้ำเปล่าให้ทั่วต้น จำนวน 1 ครั้ง ตามกรรมวิธีที่กำหนด และชุดควบคุม(ไม่ใช้สาร) เป็นตัวเปรียบเทียบ ตรวจนับจำนวนไรและเปอร์เซ็นต์ความเสียหายก่อนและหลังพ่นสารฆ่าไร 7 14 และ 21 วัน โดยกำหนดกรรมวิธีต่างๆ ของการทดลอง ดังนี้

- กรรมวิธีที่ 1 พ่นสาร โพรพาร์ไกต์ อัตรา 30 กรัม/ น้ำ 20 ลิตร
- กรรมวิธีที่ 2 พ่นสาร ไพริดาเบน อัตรา 40 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
- กรรมวิธีที่ 3 พ่นสาร เฟนไพโรติเมต อัตรา 45 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
- กรรมวิธีที่ 4 พ่นสาร อมิทราช (ไมแทค 20% EC) อัตรา 30 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
- กรรมวิธีที่ 5 พ่นสาร อะบาเม็คติน 10% SL อัตรา 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร
- กรรมวิธีที่ 6 พ่นสาร น้ำมันปิโตรเลียมออยล์ (เอสเค 99) อัตรา 30 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
- กรรมวิธีที่ 7 พ่นสาร ชีวภาพ (พด. 7) อัตรา 100 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร
- กรรมวิธีที่ 8 พ่นสาร สารสกัดจากสะเดา (azadiractin 0.1%) อัตรา 120 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร
- กรรมวิธีที่ 9 พ่นน้ำเปล่า (ทุก 3 วัน)
- กรรมวิธีที่ 10 ชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) (ดัดแปลงกรรมวิธีจาก พิเชฐ และคณะ, 2555)

2. นำข้อมูลจำนวนไรและเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบ ก่อนและหลังพ่นสารฆ่าไร 7 14 และ 21 วัน นำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธี โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3. นำข้อมูลจำนวนไรที่พบ (ตัวต่อใบ) คำนวณประสิทธิภาพของกรรมวิธีหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย (หลังฉีดพ่นสาร 21 วัน) โดยใช้สูตร

ประสิทธิภาพของกรรมวิธี (%) = $\frac{C_2T_1 - C_1T_2}{C_2T_1} X\ 100$ (Henderson and Tilton, 1995)

C_1 และ C_2 จำนวนไรก่อนและหลังฉีดพ่นสารครั้งสุดท้ายในแปลงชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร)

T_1 และ T_2 จำนวนไรก่อนและหลังการฉีดพ่นสารครั้งสุดท้ายในแปลงที่มีการฉีดพ่นสาร

4. เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของใบ ใช้เกณฑ์การประเมินการทำลายของไรส้มบนใบ โดยการประเมินด้วยสายตาดังนี้

- เกิดรอยด่างหรือขรุขระบนใบเต็มพื้นที่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การทำลาย = 100
- เกิดรอยด่างหรือขรุขระบนใบ 3 ใน 4 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การทำลาย = 75
- เกิดรอยด่างหรือขรุขระบนใบ 1 ใน 2 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การทำลาย = 50
- เกิดรอยด่างหรือขรุขระบนใบ 1 ใน 4 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การทำลาย = 25

ผลและวิจารณ์ผล

1. ประสิทธิภาพของกรรมวิธีในการป้องกันกำจัดไรในสภาพสวนสาธิต

ก่อนการฉีดพ่นสารสกัดจากพืช สารน้ำมัน และสารฆ่าแมลงจำนวน 9 กรรมวิธี และชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) ในการป้องกันกำจัดไรในสวนส้มโอของเกษตรกร พบว่า จำนวนไรที่พบในสภาพสวนสาธิตจากทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 1)

หลังการฉีดพ่นสารครั้งที่ 1 (7 วัน) พบว่า ชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) มีค่าเฉลี่ยจำนวนไรมากที่สุด คือ 5.00 ตัวต่อใบ รองลงมาคือ การฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า สารชีวภาพ (พด.7) สารสกัดจากสะเดา (azadiractin 0.1%) น้ำมันปิโตรเลียมออยล์ โพรพาร์ไกต์ ไพริดาเบน อะบาเม็คติน อมิทราช (ไมแทค 20% EC) และเฟนไพโรติเมต มีค่าเฉลี่ยจำนวนไร 3.31 1.91 1.55 1.53 1.30 0.91 0.88 0.82 และ 0.72 ตัวต่อใบ ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีพบจำนวนไรแตกต่างทางสถิติจากชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) ($p>0.05$) (ตารางที่ 1)

หลังการฉีดพ่นสารครั้งที่ 2 (14 วัน) พบว่า ชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) มีค่าเฉลี่ยจำนวนไรมากที่สุดคือ 4.16 ตัวต่อใบ รองลงมาคือ การฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า สารชีวภาพ (พด.7) สารสกัดจากสะเดา (azadiractin 0.1%) น้ำมันปิโตรเลียมออยล์ โพรพาร์ไกต์ อะบาเม็คติน ไพริดาเบน เฟนไพโรติเมต และอมีทราช (ไมแทค 20% EC) มีค่าเฉลี่ยจำนวนไร 2.86 1.36 1.08 0.42 0.37 0.36 0.31 0.30 และ 0.23 ตัวต่อใบ ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีพบจำนวนไรแตกต่างทางสถิติจากชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) ($p>0.05$) (ตารางที่ 1)

หลังการฉีดพ่นสารครั้งที่ 3 (21 วัน) พบว่า ชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) มีค่าเฉลี่ยจำนวนไรมากที่สุดคือ 3.37 ตัวต่อใบ รองลงมาคือ การฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า สารชีวภาพ (พด.7) สารสกัดจากสะเดา (azadiractin 0.1%) น้ำมันปิโตรเลียมออยล์ เฟนไพโรติเมต โพรพาร์ไกต์ ไพริดาเบน อะบาเม็คติน และอมีทราช (ไมแทค 20% EC) มีค่าเฉลี่ยจำนวนไร 1.10 0.98 0.56 0.41 0.18 0.18 0.16 0.10 และ 0.02 ตัวต่อใบ ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีพบจำนวนไรแตกต่างทางสถิติจากชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) ($p>0.05$) (ตารางที่ 1)

สำหรับการศึกษาประสิทธิภาพของกรรมวิธี พบว่า การใช้สารฆ่าแมลงทุกชนิด และการใช้สารน้ำมันปิโตรเลียมออยล์ มีประสิทธิภาพของกรรมวิธี ตั้งแต่ 88.74 - 99.34 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยมีประสิทธิภาพของสารในกรรมวิธีต่างๆ ดังนี้ อมีทราช (ไมแทค 20% EC) อะบาเม็คติน เฟนไพโรติเมต ไพริดาเบน โพรพาร์ไกต์ และน้ำมันปิโตรเลียมออยล์ 99.34 96.90 94.58 94.18 92.86 และ 88.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับสารสกัดจากสะเดาและสารชีวภาพ มีประสิทธิภาพของกรรมวิธี 88.93 และ 71.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการฉีดพ่นด้วยน้ำ มีประสิทธิภาพแค่ 21.71 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 จำนวนไร (ตัว/ใบ) และประสิทธิภาพของกรรมวิธี (%) ก่อนและหลังการฉีดพ่นสารครั้งสุดท้ายด้วย สารสกัดจากพืช สารน้ำมัน และสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดไรในสภาพสวนสาธิตเปรียบเทียบชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) ในสวนของเกษตรกร อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ระหว่างวันที่ 14 ตุลาคม 2560 ถึง 4 พฤศจิกายน 2560

กรรมวิธี	จำนวนไรส้ม (ตัว/ใบ)				ประสิทธิภาพของกรรมวิธี (%)
	ก่อนฉีดพ่นสาร	หลังการฉีดพ่นสาร(วัน)			
		7	14	21	
T1: พ่นสาร โพรพาร์ไกต์ อัตรา 20มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร	3.53	1.30^{cde}	0.37^{d}	0.18^{de}	92.86
T2: พ่นสาร ไพริดาเบน อัตรา 20มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร	3.85	0.91^{de}	0.31^{d}	0.16^{de}	94.18
T3: พ่นสาร เฟนไพโรติเมต อัตรา 20 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร	4.65	0.72^{e}	0.30^{d}	0.18^{de}	94.58
T4: พ่นสาร อมิทราช (ไมแทค 20% EC) อัตรา 30 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร	4.22	0.82^{de}	0.23^{d}	0.02^{e}	99.34
T5: พ่นสาร อะบาเม็คติน 10 % SL อัตรา 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร	4.52	0.88^{de}	0.36^{d}	0.10^{e}	96.90
T6: พ่นสาร น้ำมันปิโตรเลียมออยล์ (เอสเค 99) อัตรา 30 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร	5.10	1.53^{cd}	0.42^{d}	0.41^{de}	88.74
T7: พ่นสาร ชีวภาพ (พด.7) อัตรา 100 มิลลิลิตร / น้ำ 20 ลิตร	4.87	1.91^{c}	1.36^{c}	0.98^{c}	71.82

T8: พ่นสารสกัดจากสะเดา (aza 0.1%) อัตรา 120 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร	4.88	1.55^{cd}	1.08^{c}	0.56^{cd}	83.93
T9: พ่นน้ำเปล่า	4.70	3.13^{b}	2.86^{b}	1.10^{b}	21.71
T10 :ชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร)	4.72	5.00^{a}	4.16^{a}	3.37^{a}	-
F-test	ns	**	**	**	
C.V.(%)	18.37	18.82	24.77	25.34	

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ , ตัวเลขในคอลัมน์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05)

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (p>0.05) ** แตกต่างสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (p≤0.01)

ประสิทธิภาพของกรรมวิธี (%) = $\frac{C_2T_1-C_1T_2}{C_2T_1}$ X 100 (Henderson and Tilton, 1995)

C_1 และ C_2 จำนวนไรก่อนและหลังฉีดพ่นสารครั้งสุดท้ายในแปลงชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร)

T_1 และ T_2 จำนวนไรก่อนและหลังการฉีดพ่นสารครั้งสุดท้ายในแปลงที่มีการฉีดพ่นสาร

ก่อนการฉีดพ่นสารเคมีทุกกรรมวิธี พบจำนวนไรไม่แตกต่างกันทางสถิติ หลังการฉีดพ่นสารเคมี 7 14 และ 21 วัน พบว่า การใช้อมีทราช มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือ 99.34 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นเพราะ อมีทราชมีการออกฤทธิ์ทางระบบประสาท และยังสามารถกำจัดไรได้ทุกระยะของการเจริญเติบโตจึงทำให้ สารอมีทราชมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการกำจัดไร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สุเทพ (2556) กล่าวว่า การออกฤทธิ์ อมีทราชจัดในกลุ่มสารออกฤทธิ์ที่ระบบประสาทใช้ป้องกันกำจัดแมลงและไรหลายชนิด เช่น ไรแดงแอฟริกัน ไรเหลืองส้ม ไรสนิมส้ม ไรแดงมะม่วง และไรขาว ซึ่งสามารถกำจัดไรได้ทุกระยะของการเจริญเติบโต ส่วนการใช้น้ำฉีดพ่นที่มีประสิทธิภาพของกรรมวิธี 21.71 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของกรรมวิธีใกล้เคียงกับการใช้สารเคมีฆ่าไรบางตัว เนื่องจากลักษณะของไรมีขาที่เล็กไม่สามารถยึดเกาะได้แน่นกับส่วนของต้นพืชเมื่อฉีดพ่นน้ำจึงไม่สามารถทนต่อแรงดันน้ำได้และความชื้นของน้ำจะส่งผลให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตและการระบาดของไรส้ม ซึ่งสอดคล้อง มาลัยพร และคณะ (2553) กล่าวว่าการจัดการน้ำในทรงพุ่มและเหนือทรงพุ่มเพื่อเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ไม่ให้เหมาะแก่การระบาดและขยายพันธุ์ของ ไร เพลี้ยไฟ มดดำ สามารถลดความเสียหายจากการทำลายลดลงกว่ากรรมวิธีในชุดควบคุม(ไม่ใช้สาร) เกือบ 10 เปอร์เซ็นต์

2. ความเสียหายที่เกิดจากการทำลายของไรและประสิทธิภาพของกรรมวิธี

จากการศึกษาความเสียหายจากไรในสภาพสวนสาธิตก่อนและหลังการใช้สารสกัดจากพืช สารน้ำมัน และสารฆ่าแมลงจำนวน 9 กรรมวิธี และชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) ในการป้องกันกำจัดไรในสวนส้มโอของเกษตรกร พบว่า

ก่อนการฉีดพ่นสารเคมีทุกกรรมวิธี พบความเสียหายของใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ หลังการฉีดพ่น 7 วัน พบว่าชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) มีค่าเฉลี่ยความเสียหายไรมากที่สุด 20.52 เปอร์เซ็นต์ต่อยอด รองลงมาคือ การฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า สารชีวภาพ (พด.7) เฟนไพโรติเมต น้ำมันปิโตรเลียมออยล์ สารสกัดจากสะเดา (azadiractin 0.1%) ไพริดาเบน โพรพาร์ไกต์ อะบาเม็คติน และอมีทราช (ไมแทค 20% EC) มีค่าเฉลี่ยความเสียหายที่เกิดจากการทำลายของไร 19.92 16.96 15.89 15.88 15.17 14.38 13.69 12.42 และ 0.23 เปอร์เซ็นต์ต่อใบ ตามลำดับ และทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) (p>0.05) (ตารางที่ 2)

หลังการฉีดพ่น 14 วัน พบว่า ชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) มีค่าเฉลี่ยความเสียหายไรมากที่สุด 20.55 เปอร์เซ็นต์ต่อใบ รองลงมาคือ การฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า สารชีวภาพ (พด.7) น้ำมันปิโตรเลียมออยล์ สารสะกัดจากสะเดา (azadiractin 0.1%) โพรพาร์ไกต์ ไพริดาเบน เฟนไพโรติเมต อะบาเม็คติน และอมีทราช (ไมแทค 20% EC) มีค่าเฉลี่ยความเสียหายที่เกิดจากการ

ทำลายของไร 18.72 8.24 7.76 7.71 7.15 6.85 6.70 6.37 และ 5.85 เปอร์เซ็นต์ต่อใบ ตามลำดับ และทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม($p>0.05$) (ไม่ใช้สาร) (ตารางที่ 2)

หลังการฉีดพ่น 21 วัน พบว่า ชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) มีค่าเฉลี่ยความเสียหายไรมากที่สุด 19.87 เปอร์เซ็นต์ต่อใบ รองลงมาคือ การฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า สารชีวภาพ (พด.7) สารสกัดจากสะเดา (azadiractin 0.1%) น้ำมันปิโตรเลียมออยล์ เฟนไพโรติเมต โพรพาร์ไกต์ อะบาเม็คติน ไพริดาเบน และอมิทราช (ไมแทค 20% EC) มีค่าเฉลี่ยความเสียหายที่เกิดจากการทำลายของไร 5.58 4.34 3.21 2.27 2.14 2.07 1.97 1.16 และ 0.54 เปอร์เซ็นต์ต่อใบ ตามลำดับ และทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) ($p>0.05$) (ตารางที่ 2)

จะเห็นได้ว่าความเสียหายของใบที่เกิดจากการทำลายของไร ก่อนการฉีดพ่นสารในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยพบความเสียหายของใบอยู่ระหว่าง 18.85-20.48 เปอร์เซ็นต์ และหลังจากฉีดพ่นสารครั้งสุดท้ายพบว่า กรรมวิธีของการใช้สารเคมี น้ำมันปิโตรเลียมออยล์ สารชีวภัณฑ์ สารสกัดจากสะเดา และการใช้น้ำฉีดพ่นมีค่าความเสียหายลดลง มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุมทุกกรรมวิธี ($p\leq0.01$) หลังการฉีดพ่นสารครั้งสุดท้าย พบว่า สารประเภทน้ำมันมีประสิทธิภาพสูงใกล้เคียงกับสารเคมีสังเคราะห์ คือน้ำมันปิโตรเลียม ซึ่งเป็นสารที่มีความปลอดภัย ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและพิษตกค้าง เป็นอีกแนวทางเลือกที่เกษตรกรสามารถนำมาทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ ซึ่งมีอันตรายต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อมสูงกว่า

ตารางที่ 2 ความเสียหายของใบที่เกิดจากการทำลายจากไร (เปอร์เซ็นต์ความเสียหายต่อใบ) และประสิทธิภาพของกรรมวิธี (%) ก่อนและหลังการฉีดพ่นสารครั้งสุดท้ายด้วย สารสกัดจากพืช สารน้ำมัน และสารฆ่าแมลงในการป้องกันกำจัดไรในสภาพสวนสาธิตเปรียบเทียบชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) ในสวนของเกษตรกร อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ระหว่างวันที่ 14 ตุลาคม 2560 ถึง 4 พฤศจิกายน 2560

กรรมวิธี	ความเสียหายของใบ (เปอร์เซ็นต์ต่อใบ)			
	ก่อนฉีดพ่นสาร	หลังการฉีดพ่นสาร(วัน)		
		7	14	21
T1: พ่นสาร โพรพาร์ไกต์ อัตรา 20มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร	19.20	13.69^{c}	7.15^{cd}	2.07^{de}
T2: พ่นสาร ไพริดาเบน อัตรา 20มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร	18.85	14.38^{bc}	6.85^{dc}	1.16^{de}
T3: พ่นสาร เฟนไพโรติเมต อัตรา 20มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร	19.87	15.89^{abc}	6.70^{dc}	2.14^{de}
T4: พ่นสาร อมิทราช (ไมแทค 20% EC) อัตรา 30 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร	19.07	11.97^{c}	5.85^{d}	0.54^{e}
T5: พ่นสาร อะบาเม็คติน 10 % SL อัตรา 20 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร	19.59	12.42^{c}	6.37^{cd}	1.97^{de}
T6: พ่นสาร น้ำมันปิโตรเลียมออยล์ (เอสเค99) อัตรา 30 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร	20.27	15.88^{abc}	7.76^{cd}	2.27^{cde}
T7: พ่นสาร ชีวภาพ (พด.7) อัตรา 100 มิลลิลิตร / น้ำ 20 ลิตร	20.48	16.96^{abc}	8.24^{c}	4.34^{c}

T8: พ่นสาร สารสกัดจากสะเดา (aza 0.1%) อัตรา 120 มิลลิลิตร/ น้ำ 20 ลิตร	20.76	15.17^{abc}	7.71^{cd}	3.21^{cd}
T9: พ่นน้ำเปล่า	20.05	19.92^{ab}	18.72^{b}	5.58^{b}
T10:ชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร)	20.48	20.52^{a}	20.55^{a}	19.87^{a}
F-test	ns	**	**	**
C.V.(%)	16.83	17.76	9.09	19.17

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ , ตัวเลขในคอลัมน์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ** แตกต่างสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p\leq0.01$)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาประสิทธิภาพของกรรมวิธีในการป้องกันกำจัดไรในสภาพสวนสาธิต โดยการตรวจจำนวนไรก่อนและหลังการใช้สารสกัดจากพืช สารน้ำมัน และสารฆ่าแมลง จำนวน 9 กรรมวิธีและชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) ในการป้องกันกำจัดไรในสวนส้มโอทับทิมสยามของเกษตรกร พบว่าการใช้อมีทราช (ไมแทค 20% EC) มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือ 99.34 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ อะบาเม็คติน เฟนไพโรติเมต ไพริดาเบน โพรพาร์ไกต์ น้ำมันปิโตรเลียมออยล์ สารสกัดจากสะเดา (azadiractin 0.1%) สารชีวภาพ (พด.7) และน้ำเปล่ามีประสิทธิภาพของกรรมวิธี 99.34 96.90 94.58 94.18 92.86 88.74 83.93 71.82 และ 21.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) ในสภาพสวนสาธิต สำหรับการศึกษาความเสียหายของใบที่เกิดจากไรก่อนและหลังการใช้สารสกัดจากพืช สารน้ำมัน สารฆ่าแมลงและน้ำ จำนวน 9 กรรมวิธี และชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) ในการป้องกันกำจัดไรในสวนส้มโอของเกษตรกร พบว่า ก่อนการฉีดพ่นสารเคมีในทุกกรรมวิธีพบความเสียหายของใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนความเสียหายของใบหลังการฉีดพ่นสารที่ระยะเวลา 7 14 และ 21 วัน พบว่า ความเสียหายของใบที่เกิดจากการทำลายของไรจากทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) โดยกรรมวิธีในชุดควบคุม (ไม่ใช้สาร) มีค่าเฉลี่ยความเสียหายที่เกิดจากการทำลายของไรมากที่สุด ทุกระยะเวลาการทดสอบ (ตารางที่ 2)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช คณะเกษตรศาสตร์ ที่ได้สนับสนุน และให้ความสะดวกในการศึกษาทดลอง ตลอดจนการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

เอกสารอ้างอิง

ฐปนีย์ ทองบุญ ไพบูรณ์ เปรียบยิ่ง วิริยา ประจิมพันธุ์ กิรนนันท์ เหมาะประมาณ จินตนาพร โคตรสมบัติ และ สุรกิตติ ศรีกุล. 2558. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตส้มโอพันธ์ทับทิม สยามในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครศรีธรรมราช กรมวิชาการเกษตร.

เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์, มานิดา คงชื่นสิน, ฉัตรชัย ศฤงฆไพบูลย์ และวัฒนา จารณศรี. 2555. ไรศัตรูสำคัญของไม้ผล. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

พิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์ อัจฉราภรณ์ ประเสริฐผล และมานิตา คงชื่นสิน. 2555. การคัดเลือกสารฆ่าไรในการป้องกันกำจัดไรแดงในแปลงทดสอบ. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาอารักขาพืช. กรุงเทพฯ.

มาลัยพร เชื้อบัณฑิต, อรวินทินี ชูศรี, ธีรวุฒิ ชุตินันทกุล, อภิรดี กอร์ปไพบูรณ์และวิชาญ ประเสริฐ. 2553. ศึกษาวิจัยเพื่อหาวิธีการป้องกันกำจัดศัตรูมังคุดหลังการเก็บเกี่ยว และแมลงศัตรูกักกัน. ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี. จันทบุรี.

สุเทพ สหายา. 2554. ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลง. แหล่งที่มา: http://kasetinfo.arda.or.th. (28 สิงหาคม 2560).

Henderson, C.F. and E. W. Tilton. 1955. Tests with acaricides against the brow wheat mite, J. Econ. Entomol. 48:157-161.

ผลของตำรับการใส่ปุ๋ยที่มีต่อการพัฒนาขนาดผลและผลผลิตของฟักทองญี่ปุ่น

Effect of Fertilizer Application on Development of Fruit Size and Yield of Japanese pumpkin (**Curcubita moschata**)

ธนพนธ์ สารรุก[1], โสภณ เพ็ชรพยัพ[1],ฉวีวรรณ บุญเรือง[*1],ธีระพัศธ์ ศิลปสมบูรณ์[1],รวีวรรณ เดื่อมขันมณี[1], วชิรา สารฤทธิ์[1],วสุ สันติมิตร[1]และพัชรดา ทองลา[2]

Thanapon Sararuk[1], Sopon Petphayap[1], Chaweewan Boonreung[1*], Therapas Sinlapasomboon[1], Raweewan Duamkhanmanee[1], Wachira Saralit[1], Vasu Suntimit[1] and Pachrada Thongla[2]

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของตำรับการใส่ปุ๋ยต่อการพัฒนาขนาดผลและผลผลิตของฟักทองญี่ปุ่น การทดลองนี้มี 4 ตำรับ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design) จำนวน 3 ซ้ำ พบว่า ตำรับการใส่ปุ๋ยต้นฟักทองญี่ปุ่นหลังการย้ายปลูกที่มีผลต่อการพัฒนาขนาดผลและผลผลิตของฟักทองญี่ปุ่นมากที่สุด โดยพบว่า ตำรับที่ 3 การใส่ปุ๋ย 4 ครั้งโดยหลังย้ายปลูก 10 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 20กรัม/ต้น, 20 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 25-7-7 อัตรา 20 กรัม/ต้น, 30 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กรัม/ต้น และ 40 วัน ใส่ปุ๋ยปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 20กรัม/ต้น ทำให้น้ำหนักผลสูงที่สุด เท่ากับ 1,269 กรัม/ผล ผลผลิตสูงที่สุด เท่ากับ 1,015.2 กิโลกรัม/ไร่ ต้นทุนการใช้ปุ๋ยต่ำที่สุดคือ 984 บาท /ไร่และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา15วัน ที่อุณหภูมิห้องมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 15.33%Brix

คำสำคัญ : ตำรับการใส่ปุ๋ย ฟักทองญี่ปุ่น การพัฒนาผล ผลผลิต

ABSTRACT

The aim of this project is to study effect fertilizer on fruit size and Japanese pumpkin yield development. There are 4 treatments in this experiment which was designed in Randomized Completely Block Design with 3 replications. The result showed that fertilizer application affects to fruit size and yield development of Japanese pumpkin. The result of treatment 3 (4 times of fertilizer application: after transplant for 10 days 46-0-0 rate 20 g/tree, after transplant for 20 days 25-7-7 rate 20 g/tree, after transplant for 30 days 15-15-15 rate 20 g/tree, and after transplant for 40 days 13-13-21 rate 20 g/tree) was the highest of weight (1,269 g/fruit) and yield (1,015.2 kg/rai) which cost of fertilizer application was the lowest (984 baht/rai)) and the highest percentage of TSS 15 days after storage at room temperature was statistically significant at 95% confidence level ($P \leq 0.05$), the highest was 15.33%. Brix

Keyword: fertilizer application rate, Japanese pumpkin, yield development

---

[1]สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

[1]Department of Plant Science, Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Huntra, Pranakhon Si Ayutthaya, 13000, Thailand

[2]สถานีวิจัยและพัฒนาพืชผักโครงการหลวง จังหวัดเชียงใหม่

[2]Royal Project Research and Development Center (Nong Hoi), Chaingmai, 50200 Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : boonraung_04@hotmail.com

บทนำ

ฟักทองญี่ปุ่น (Japanese pumpkin) เป็นพืชล้มลุกจำพวกเถาเลื้อยที่มีมือเกาะ และจัดอยู่ในพวก winter squash ซึ่งอยู่ในตระกูล Cucurbitaceae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า **Curcubita moschata** ลำต้นฟักทองญี่ปุ่นแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ พวกแรกขึ้นเป็นพุ่ม ใช้เป็นอาหารในขยะที่ผลยังไม่แก่ ฟักทองพวกนี้แม้จะแก่เต็มที่ เปลือกก็ยังเขียวอยู่ พวกที่สองเป็นเถาเลื้อย ฟักทองญี่ปุ่นของโครงการหลวง(พันธุ์ delica) มีลักษณะผลกลมแบน ขณะที่ยังอ่อนเป็นสีเขียว ต่อไปจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้มยิ่งขึ้นแล้วจึงเป็นสีเหลืองปนน้ำตาลเมื่อแก่เต็มที่ ก้านผลยาว 4-5 นิ้ว แข็ง สีเขียวเข้ม มี 5 lobe ระหว่าง lobe เป็นร่องบริเวณที่ติดกับผลขยายแยกออกไปเป็นรูป 5 เหลี่ยม มี lobe ขึ้นเห็นได้ชัดเจน มีขนสั้นแข็งขึ้นทั่วไป ในการคัดเกรดเพื่อจำหน่าย ได้จัดแบ่งออกเป็น 3 เกรด คือ เกรด1 ผลน้ำหนัก 1,000 – 2,200 กรัม เกรด2 ผลน้ำหนัก 700 – 1,000 กรัม และเกรด 3 ผลน้ำหนัก 400 – 700 กรัม หรือมากกว่า 2,200 กรัม (ชานิ, 2555) โครงการหลวงรับซื้อเกรด1, 2 และ 3 ราคา 35 ,30และ25 บาท/ไร่ ตามลำดับ ปัญหาที่พบในการปลูกฟักทองญี่ปุ่นของเกษตรกรคือ เกษตรกรใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 เพียงสูตรเดียวตลอดฤดูการปลูก ทำให้ผลผลิตฟักทองไม่ได้คุณภาพ ซึ่งจากคำแนะนำการใส่ปุ๋ยของดำเกิง (2549) พบว่าการรองก้นหลุมด้วยปุ๋ยคอก 1 กิโลกรัม ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 30 กรัมต่อต้น ในระยะแรกของการเจริญเติบโต ใส่สูตรปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 30-50 กรัมต่อต้น ครั้งที่ 2 เปลี่ยนเป็นปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กรัมต่อต้น จากนั้นให้สูตรปุ๋ย 13-13-21 อัตรา 80 กรัมต่อต้น ครั้งที่ 3 การให้ปุ๋ยเสริมทางใบ โดยเฉพาะแคลเซียม โบรอน จะทำให้คุณภาพเนื้อผลดีขึ้น ดังนั้น หากหาตำรับการใส่ปุ๋ยฟักทองญี่ปุ่นที่เหมาะสมจะทำให้การพัฒนาขนาดผลและคุณภาพของผลฟักทองญี่ปุ่นพันธุ์ delica ดีขึ้นได้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาตำรับการใส่ปุ๋ยต่อการพัฒนาผลและผลผลิตของฟักทองญี่ปุ่น(พันธุ์ delica) ที่ปลูกในสถานีวิจัยและพัฒนาพืชผักโครงการหลวง

วิธีดำเนินการวิจัย

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design) 3 ซ้ำ 4 ตำรับ (ตำรับการใส่ปุ๋ยหลังการย้ายปลูก) ประกอบด้วย

ตำรับที่ 1 (T1) ใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง โดยใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กรัม/ต้น หลังย้ายปลูก 20 และ 30 วัน

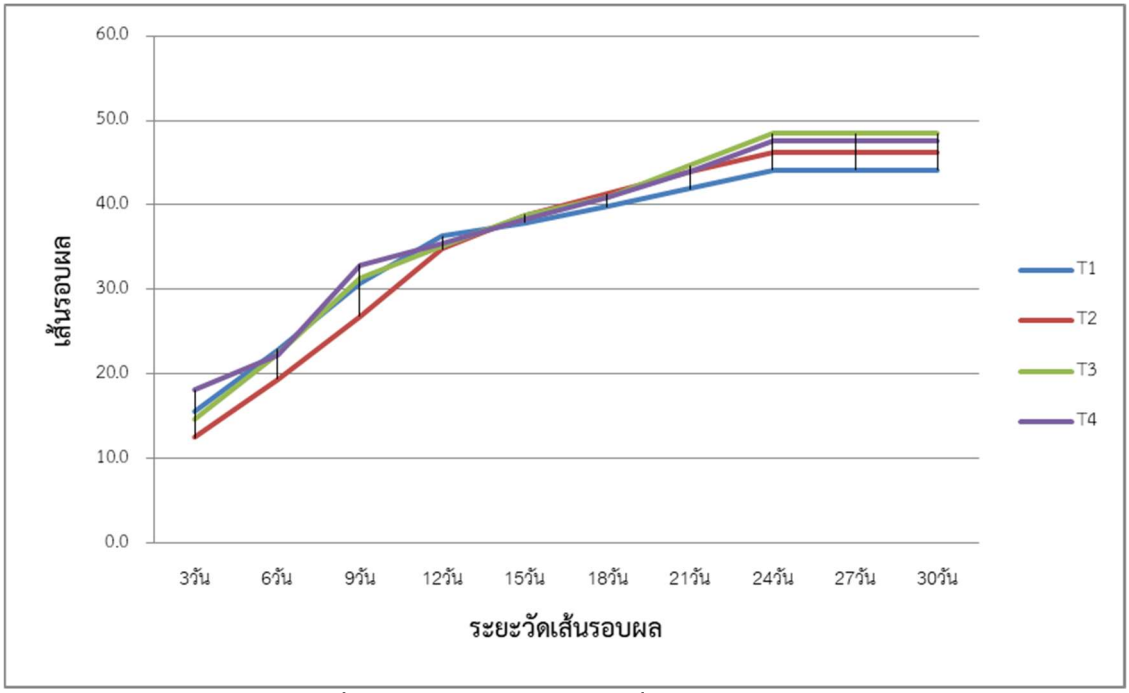
ตำรับที่ 2 (T2) ครั้งที่ 1 หลังย้ายปลูก 10 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-0-0 อัตรา 10 กรัม/ต้น และปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 10 กรัม/ต้น ครั้งที่ 2 หลังย้ายปลูก 20 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร15-15-15 อัตรา 10 กรัม/ต้น และปุ๋ย 15-0-0 อัตรา 10 กรัม/ต้น ครั้งที่ 3 หลังย้ายปลูก 30 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 10 กรัม/ต้น และปุ๋ย 15-0-0 อัตรา 10 กรัม/ต้นและครั้งที่ 4 หลังย้ายปลูก 40 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 13.34 กรัม/ต้น และปุ๋ย 15-0-0 อัตรา 6.67 กรัม/ต้น

ตำรับที่ 3 (T3) ครั้งที่ 1 หลังย้ายปลูก 10 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 20กรัม/ต้น ครั้งที่ 2 หลังย้ายปลูก 20 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 25-7-7 อัตรา 20 กรัม/ต้น ครั้งที่ 3 หลังย้ายปลูก 30 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กรัม/ต้น และครั้งที่ 4 หลังย้ายปลูก 40 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 20กรัม/ต้น

ตำรับที่ 4 (T4) ครั้งที่ 1 หลังย้ายปลูก 10 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กรัม/ต้น ครั้งที่ 2 หลังย้ายปลูก 20 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กรัม/ต้น ครั้งที่ 3 หลังย้ายปลูก 30 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กรัม/ต้น และครั้งที่ 4 หลังย้ายปลูก 40 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 20 กรัม/ต้น

ผลและวิจารณ์ผล

การพัฒนาขนาดของผลฟักทองญี่ปุ่นพันธุ์ delica พบว่าการพัฒนาของผลฟักทองญี่ปุ่นโดยการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 3 มีแนวโน้มการพัฒนาขนาดของผลฟักทองญี่ปุ่นมากกว่าตำรับอื่นๆ โดยที่อายุ 3 -24 วัน หลังดอกบานเป็นช่วงผลฟักทองญี่ปุ่นมีการเพิ่มขนาดของผลขึ้นเรื่อยๆและหยุดการพัฒนาขนาดผลที่อายุประมาณ 24 วันหลังดอกบาน (ภาพที่ 1)

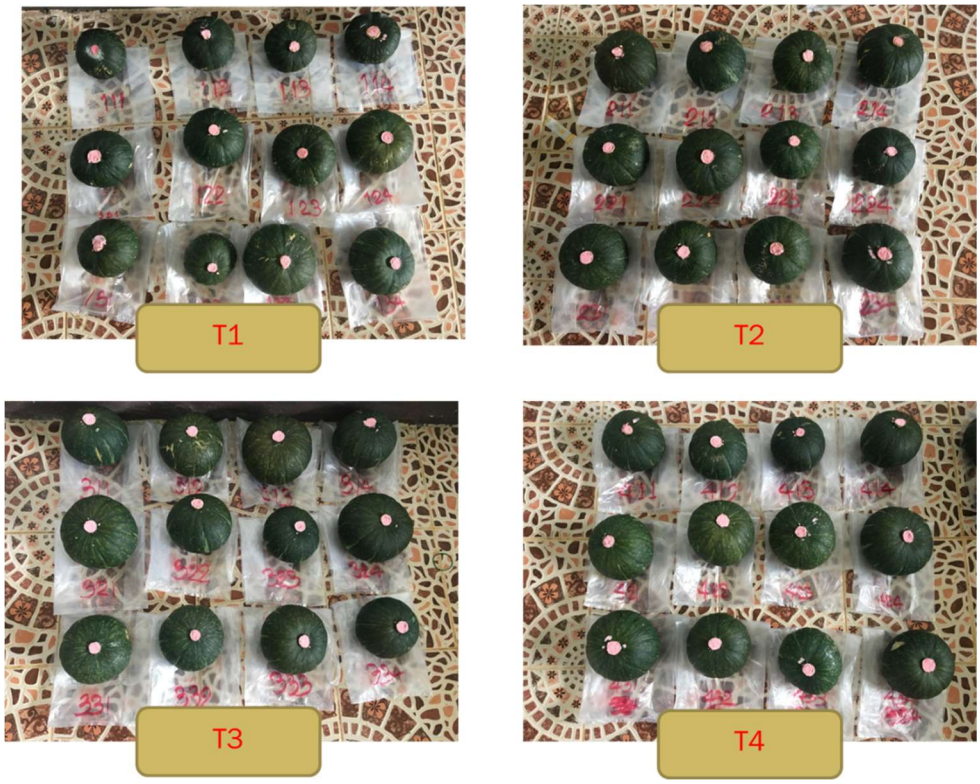


ภาพที่ 1 การพัฒนาของผลฟักทองญี่ปุ่นพันธุ์ delica หลังดอกบาน

ขนาด น้ำหนักและความหนาเนื้อของผลฟักทองญี่ปุ่นพันธุ์ delica พบว่า ขนาดฟักทองญี่ปุ่นพันธุ์ delica หลังเก็บเกี่ยว การใส่ปุ๋ยตำรับที่ 3 มีแนวโน้มขนาดผล น้ำหนักต่อผล และความหนาเนื้อของฟักทองญี่ปุ่นมากกว่าตำรับอื่นๆ โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1 ภาพที่ 2 และ 3) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของชญานิษฐ์และคณะ (2560) การประเมินพันธุ์ฟักทอง 18 พันธุ์เพื่อการผลิตฟักทองในฤดูฝน พบว่าฟักทองที่ให้ผลผลิตจำนวน 13 พันธุ์ ขนาดของผลแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือฟักทองขนาดเล็กนาหนักผลน้อยกว่า 1,250 กรัม ได้แก่ BK/CP-43/44-16/16 005-1 breeding KAN3-2/4 และ KAN1-1 ฟักทองขนาดกลางนาหนักผล 1,250-2,500 กรัม ได้แก่ CM-2 KPS1(OP) Sri-8-Toey Sri-10-F Sisaket-M2 และ ER (s) ฟักทองผลขนาดใหญ่นาหนักผลมากกว่า 2,500 กรัม ได้แก่ Sri-10

ตารางที่ 1 ขนาดผลและน้ำหนักของผลฟักทองญี่ปุ่นพันธุ์ delica อายุ 30 วันหลังดอกบาน

ตำรับที่	ขนาดผล (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม/ผล)	ความหนาเนื้อ (ซม.)
ตำรับที่ 1	45.3	998.0	1.89
ตำรับที่ 2	47.5	1,072.0	1.99
ตำรับที่ 3	51.3	1,269.0	2.07
ตำรับที่ 4	46.4	1,163.3	2.08
F-Test	ns	ns	ns
C.V. (%)	2.34	9.1	10.58



ภาพที่ 2 ขนาดผลฟักทองญี่ปุ่นพันธุ์ delicaหลังการเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 30 วันหลังดอกบาน



ภาพที่ 3 ลักษณะและความหนาเนื้อของฟักทองญี่ปุ่นพันธุ์ delica

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid: TSS) ในฟักทองญี่ปุ่นพันธุ์ delica

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในฟักทองญี่ปุ่นของเนื้อฟักทองญี่ปุ่นที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10, 15, 20 วัน พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่การเก็บรักษา 15 วันการใส่ปุ๋ยตำรับที่ 3 มีปริมาณTSS สูงที่สุดเท่ากับ 15.33 %Brix รองลงมาคือตำรับที่2 เท่ากับ 13.50 %Brix ซึ่งทุกตำรับมี TSS ความเหมาะสมต่อการนำไปบริโภคมากที่สุด (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับงานของจำนองและคณะ (2561) การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ซึ่งแสดงถึงความหวานในเนื้อฟักทอง โดยค่าความหวานที่ผู้บริโภคยอมรับได้ต้องมีค่ามากกว่า 11%Brix (Loy, 2006) พบว่าพันธุ์ฟักทอง accessions SR16-0006และ SR13-0526 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดสูงสุด มีค่า 14.86 และ 13.91 %Brix ตามลำดับและรองลงมาคือ SR13-0483 และ SR13-0459 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ 12.91 และ11.03 %Brix ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าฟักทองที่มีประมาณของสารเบต้าแคโรทีนสูง คือ พันธุ์ KPS-W103 KPS-101 KPS-104 และ KPS-10R มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดอยู่ที่ 10.81 9.00 8.89 และ 8.78%Brix ตามลำดับ ซึ่งเชื้อพันธุกรรมดังกล่าว มีศักยภาพที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ฟักทองให้มีรสชาติที่ดีขึ้นได้ต่อไป

ตารางที่ 2 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในฟักทองญี่ปุ่นพันธุ์ delica

ตำรับที่	TSS(%Brix)		
	10วัน	15วัน	20วัน
ตำรับที่ 1	4.67[b]	12.83[b]	13.17
ตำรับที่ 2	7.00[a]	13.50[a]	13.33
ตำรับที่ 3	5.33[b]	15.33[a]	15.00
ตำรับที่ 4	5.67[b]	12.73[b]	14.00
F-Test	**	**	ns
C.V.(%)	9.75	4.34	12.47

ตารางที่ 3 ต้นทุนปุ๋ยในการปลูกฟักทองญี่ปุ่นพันธุ์ delica

ตำรับที่	ต้นทุนปุ๋ย/ไร่(บาท)	ผลผลิต/ไร่(กิโลกรัม)	กำไร (บาท)	คงเหลือ(บาท)
ตำรับที่ 1	520	798.4	11,976	9,056
ตำรับที่ 2	1,120	857.6	15,008	11,488
ตำรับที่ 3	984	1,015.2	17,766	14,382
ตำรับที่ 4	1,040	930.64	16,286.2	12,846.2

สรุปผลการวิจัย

การใส่ปุ๋ย 4 ครั้งโดยหลังย้ายปลูก 10 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 20กรัม/ต้น, 20 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 25-7-7 อัตรา 20 กรัม/ต้น, 30 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กรัม/ต้น และ 40 วัน ใส่ปุ๋ยปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 20 กรัม/ต้น ทำให้มีแนวโน้มน้ำหนัก/ผลและผลผลิต/ไร่ สูงกว่าตำรับอื่น เท่ากับ 1,269 กรัม/ผล และ 1,015.2 กิโลกรัม/ไร่ตามลำดับ ส่วนต้นทุนการใช้ปุ๋ย/ไร่ต่ำที่สุดเท่ากับ 984 บาท /ไร่ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้หลังการเก็บรักษา 15 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$). มีปริมาณมากที่สุด เท่ากับ 15.33 %Brix

กิตติกรรมประกาศ

ทีมงานวิจัยขอขอบคุณสถานีวิจัยและพัฒนาพืชผักโครงการหลวงหนองหอยและคุณพัชรดา ทองล่า เจ้าหน้าที่ที่ทำหน้าที่ที่ปรึกษาโครงงานสหกิจศึกษา ที่สนับสนุนทุนวิจัยรวมทั้งคำแนะนำการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จำนอง โสมกุล, ธนากร ไชยศิลา, ธรธ อำพล, ปณาลี ภู่วรกุลชัย, วรลักษณ์ ประยูรมหิศร และ อัญมณี อาวุชานนท์. 2561. การประเมินคุณภาพผลและปริมาณสารเบต้าแคโรทีนของเชื้อพันธุกรรมฟักทอง 29. วารสารแก่นเกษตร. 46 (ฉบับพิเศษ 1): 1424-1430.

ชญานิษฐ์ กสิกวัธน, เสาวนี เขตสกุล, อุษณีย์ เพ็ชร์ปุ่น, ธรธ อำพล และอัญมณี อาวุชานนท์. 2560. การประเมินพันธุ์ฟักทอง 18 พันธุ์เพื่อการผลิตฟักทองในฤดูฝน. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์. 4 (1): 2-7.

ชานิ. 2555 ฟักทองญี่ปุ่น. แหล่งที่มา: http://poonitafarm.blogspot.com/2012/05/blog-post_25.html., 25 สิงหาคม 2560.

ดำเกิง ป้องพาล. 2549. ตามหาฟักทองญี่ปุ่น. แม่โจ้ปริทัศน์. 7(1): 17-20.

Loy, J.B. 2006. Harvest period and storage affect biomass partitioning and attributes of eating quality in acornsquash (Cucurbita pepo), pp. 568-557. **In**: G.J.Holmes (ed.), Cucurbitaceae Proceedings 2006. Universal Press, Raleigh, North Carolina.

พรรณไม้น้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำสนามบินเก่า จังหวัดบุรีรัมย์

Aquatic Plants in Wetland at Sanambinkao Reservoir, Buriram Province

สำเนาว์ เสาวกูล[1] กฤติมา เสาวกูล [1] ทวนทอง จุฑาเกตุ[3] พัชราภรณ์ แสงโยจารย์[2] และ สุริยา อุดด้วง[1]

Samnao Saowakoon[1] Krittima Saowakoon[1] Tuantong Jutagate[3] Pacharaporn Sangyojarn[2] and Suriya Udduang[1]

บทคัดย่อ

การสำรวจพรรณไม้น้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำสนามบินเก่า จังหวัดบุรีรัมย์ ในมิติของฤดูกาล และพื้นที่ระหว่างเดือนตุลาคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2555 โดยแบ่งเป็น 4 ฤดูกาล ตามการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยา ได้แก่ ฤดูแล้ง (ธันวาคม–กุมภาพันธ์), ปรับเปลี่ยน 1 (มีนาคม-พฤษภาคม), ฤดูฝน (มิถุนายน-สิงหาคม) และปรับเปลี่ยน 2 (กันยายน-พฤศจิกายน) ใน 3 บริเวณ ได้แก่ ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ จำนวนทั้งสิ้น 4 สถานี ผลการศึกษาพบว่า ในมิติของฤดูกาล จะพบชนิดของพรรณไม้น้ำสูงสุดในช่วงฤดูฝน โดยพบจำนวน 10 ชนิด ได้แก่ พืชใต้น้ำ 4 ชนิด พืชลอยน้ำ 2 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำ 3 ชนิด และพืชชายน้ำ 1 ชนิด รองลงมาเป็นช่วงฤดูแล้ง และฤดูปรับเปลี่ยน 2 พบพรรณไม้น้ำ 6 ชนิดเท่ากัน โดยฤดูแล้งพบ พืชใต้น้ำ 4 ชนิด และพืชโผล่เหนือน้ำ 2 ชนิด และฤดูปรับเปลี่ยน 2 พบพืชใต้น้ำ 2 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำ 1 ชนิด และพืชลอยน้ำ 3 ชนิด ส่วนฤดูปรับเปลี่ยน1 พบพรรณไม้น้ำน้อยที่สุด 3 ชนิด ได้แก่ พืชใต้น้ำ 2 ชนิด และพืชลอยน้ำ 1 ชนิด พรรณไม้น้ำที่สำรวจพบได้ทุกฤดูกาลตลอดทั้งปี มีจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายหางกระรอก และสาร่ายเส้นด้าย ในมิติของพื้นที่ พบชนิดของพรรณไม้น้ำมากที่สุดใน สถานีสำรวจที่ 4 พบจำนวน 10 ชนิด ได้แก่ พืชใต้น้ำ 4 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำ 3 ชนิด พืชลอยน้ำ 2 ชนิด และพืชชายน้ำ 1 ชนิด ส่วนสถานีสำรวจที่ 1, 2, และ 3 พบสถานีละ 5 ชนิดเท่ากัน โดยสถานีสำรวจที่ 1 และ 2 พบ พืชใต้น้ำ 2 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำ 2 ชนิด และพืชลอยน้ำ 1 ชนิด และสถานีสำรวจที่ 3 พบพืชใต้น้ำ 3 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำ 1 ชนิด และพืชลอยน้ำ 1ชนิด พรรณไม้น้ำที่สำรวจพบในทุกสถานีมี 2 ชนิด ได้แก่ กก และสาหร่ายเส้นด้าย ดังนั้น เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรประมงในพื้นที่ชุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำสนามบินเก่า โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ สถานีสำรวจที่ 4 ควรอนุรักษ์ไว้เป็นที่รักษาพืชพันธุ์

คำสำคัญ : พรรณไม้น้ำ, พื้นที่ชุ่มน้ำ, อ่างเก็บน้ำสนามบินเก่า, บุรีรัมย์

ABSTRACT

A survey of aquatic plants in the wetland at Sanambinkao Reservoir, Buriram province, was undertaken to study in dimensions of season and areas during October 2011- December 2012. The research was conducted in 4 stations within 3 zones (i.e. upstream, midstream and downstream) during 4 hydrological seasons including dry (December–February), 1st transition (March–May), rainy (June–August) and 2nd transition (September–November). For the dimension of season, the most species richness of aquatic plant were found in the rainy season with 10 species. These included submerged plants with 4 species, floating plants 2 species, emerged plants 3 species and marginal plant 1 species. The most second found species were in the dry season as well as in the 2nd transition season. In the dry season, there were 6 species of the aquatic plants were found including submerged plants 4 species, and emerged plants 2 species. Meanwhile in the 2nd transition season, there were submerged plants 2 species, emerged plants 1 species and floating plants 3 species. The lowest in species richness was observed in the 1sttransition season with 3 species of aquatic plant i.e. submerged plants 2 species and floating plants 1 species. There were 2 species of aquatic plants can be found in all hydrological seasons and these were **Hydrilla verticillata** and **Najas graminea**. In the dimension of areas, the most species richness were found in the station 4th with 10 species including submerged plants 4 species, emerged plants 3 species, floating plants 2 species and marginal plants 1 species. Meanwhile there were 5 species which were found in stations 1st-3rd. In the station 1st and 2nd , there were submerged plants 2 species, emerged plants 2 species and floating plants 1 species. In the station 3rd, submerged plants 3 species, emerged plants 1 species and floating plants 1 species were found. There were 2 species of aquatic plants which could be found in all stations and these were **Actinoscirpus grossus** and **Najas graminea**. In respect to the research information, the station 4th should be reserved for aquatic plant conversations for fishery resources.

Keyword: Aquatic plant, Wetland, Sanambinkao Reservoir, Buriram province

---

[1]สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ ตำบลนอกเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000

[1]Fishery Department Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of technology Isan Surin Campus Nokmuang, Muang Surin Province 32000

[2]สาขาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

[2] science and mathematics Department Faculty of Agriculture Ubon Ratchathani University MuangSi Khai, Warinchamrab, Ubon Ratchathani Province 34190

[3]ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

[3]Fishery Department Faculty of Agriculture Ubon Ratchathani University MuangSi Khai, Warinchamrab, Ubon Ratchathani Province 34190

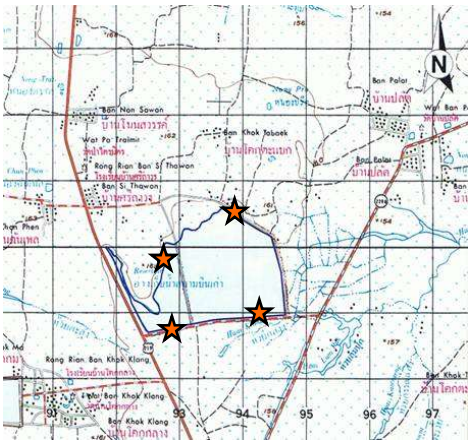
ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : Saowakoon1970@gmail.com

บทนำ

อ่างเก็บน้ำสนามบินเก่า เดิมเป็นหนองน้ำธรรมชาติ ต่อมาในปี พ.ศ. 2518 มีการทำคันกั้นอ่างเก็บน้ำ มีลำน้ำหลายสายเชื่อมโยงกับอ่างเก็บน้ำ เช่น ห้วยลุมปุ๊ก ห้วยละเวีย โดยรวมเป็นพื้นที่ราบลุ่ม ทุ่งโล่ง ทุ่งนาล้อมรอบ พื้นที่น้ำมีเนื้อที่ประมาณ 2.56 ตารางกิโลเมตร (1,600 ไร่) ที่เหลือเป็นพรุหญ้า ระดับน้ำลึกเฉลี่ย 2-3 เมตร บริเวณที่ลุ่มใกล้เคียงส่วนใหญ่ทำนา (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542) มีความสำคัญอย่างมากสำหรับชุมชนโดยรอบ เนื่องจากประชาชนมีการใช้ประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญแหล่งหนึ่งของจังหวัดบุรีรัมย์ นอกจากมีประโยชน์ต่อมนุษย์แล้ว อ่างเก็บน้ำสนามบินเก่ายังเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ เป็นระบบนิเวศน์ทางน้ำที่มีความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต พรรณไม้น้ำหรือพืชน้ำ (Aquatic plants) คือ พืชที่ขึ้นอยู่ในน้ำ โดยอาจจะจมอยู่ใต้น้ำทั้งหมด หรือโผล่บางส่วนขึ้นมาอยู่เหนือน้ำ ลอยอยู่ที่ผิวน้ำหรือเป็นพืชที่ขึ้นอยู่ตามริมน้ำชายตลิ่ง นอกจากนี้ยังรวมถึงพืชที่เจริญเติบโตอยู่ในบริเวณที่ลุ่มน้ำขังแฉะอีกด้วย (กรมประมง, 2538) ซึ่งพรรณไม้น้ำเหล่านี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับสิ่งมีชีวิต เช่น เป็นที่หลบซ่อนของลูกปลาและสัตว์น้ำวัยอ่อน เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญในแหล่งน้ำ เนื่องจากพรรณไม้น้ำสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้กลายเป็นพลังงานสะสมในพืชได้ อีกทั้งยังสร้างออกซิเจนแก่แหล่งน้ำได้ เป็นดัชนีชี้วัดสิ่งแวดล้อม จึงมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเพิ่มผลผลิตของสัตว์น้ำ (ไมตรีและคณะ, 2535; สุชาดา, 2542)ในขณะเดียวกันอาจก่อให้เกิดโทษ เช่น เป็นวัชพืชร้ายแรง เป็นพันธุ์ไม้ต่างถิ่นที่รุกรานพืชท้องถิ่น เป็นต้น (พงศ์เชฎฐ, 2554) ดังนั้นการสำรวจพรรณไม้น้ำจึงเป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพความสมบูรณ์ของระบบนิเวศน์ ซึ่งนำไปสู่การจัดการระบบนิเวศน์อย่างยั่งยืน แต่ปัจจุบันยังขาดข้อมูลพรรณไม้น้ำในแหล่งน้ำทั่วไป ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้จะส่งผลให้ได้ข้อมูลพรรณไม้น้ำที่สำคัญ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับอันจะนำไปสู่การบริหารและการวางแผนการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากร ให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับท้องถิ่นอย่างยั่งยืนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

เก็บตัวอย่างพรรณไม้น้ำมาทำการวิเคราะห์ชนิดและการแพร่กระจาย วิธีการเก็บตัวอย่างพรรณไม้น้ำนั้น ใช้ตามวิธีของ (American Public, 2005) สำหรับการวิเคราะห์ชนิดนั้น จำแนกตามเอกสารของ สุชาดา (2530) และ ช่อทิพย์ (2531) ระหว่างเดือน ตุลาคม 2554 ถึงเดือน ธันวาคม 2555 ทำการสำรวจ 4 ครั้ง ครั้งที่ 1 ช่วงฤดูแล้ง (DRY) ระหว่างเดือนธันวาคม - กุมภาพันธ์ ครั้งที่ 2 ช่วงฤดูปรับเปลี่ยน 1 (TR1) ระหว่างเดือน มีนาคม-พฤษภาคม ครั้งที่ 3 ช่วงฤดูฝน (WET) ระหว่างเดือน มิถุนายน-สิงหาคม และครั้งที่ 4 ช่วงฤดูปรับเปลี่ยน 2 (TR2) ระหว่างเดือนกันยายน–พฤศจิกายน โดยแบ่งพื้นที่สำรวจทั้งหมดออกเป็น 4 สถานีรอบอ่างเก็บน้ำสนามบินเก่า จ.บุรีรัมย์



ช่วงที่	ช่วงเวลา	ช่วงเวลา	รายละเอียด
1	แล้ง	ธ.ค. – ก.พ.	เป็นช่วงที่ระดับน้ำที่กักเก็บลดลงต่ำสุด
2	ปรับเปลี่ยน1	มี.ค. – พ.ค.	เป็นช่วงที่ระดับน้ำที่กักเก็บต่ำแต่เริ่มมีฝนตกลงมา
3	ฝน	มิ.ย. – ส.ค.	มีฝนอย่างหนาแน่น, ระดับน้ำในแม่น้ำเริ่มสูงขึ้นและความขุ่นของน้ำมีมากขึ้น
4	ปรับเปลี่ยน2	ก.ย. – พ.ย.	สิ้นสุดฤดูฝน ระดับน้ำที่ทำการเก็บกักมีปริมาณสูงสุด

ภาพที่ 1 ตำแหน่งการเก็บข้อมูลและช่วงระยะเวลาการสำรวจ

ผลการวิจัย

การแพร่กระจาย (Distribution) ของพรรณไม้น้ำที่พบในแต่ละสถานีสำรวจ

จากการสำรวจพรรณไม้น้ำในบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำสนามบินเก่า จังหวัดบุรีรัมย์ พบชนิดของพรรณไม้น้ำ 12 ชนิด แบ่งเป็น พืชชายน้ำ (Marginal plants) จำนวน 1 ชนิด พืชลอยน้ำ (Floating plants) จำนวน 3 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำ จำนวน 4 ชนิด และพืชใต้น้ำ (Submerged plants) จำนวน 4 ชนิด (ร้อยละ 33.33) ดังตารางที่ 1

สถานีสำรวจที่ 1 พบพรรณไม้น้ำ 5 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายข้าวเหนียว (**Utricularia aurea**) และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชโผล่เหนือน้ำ (Emerged plants) จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ กก (**Actinoscirpus grossus**) และหญ้าทรงกระเทียม (**Eleocharis dulcis**) และพืชลอยน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ บัวบา (**Nymphaea lotus**)

สถานีสำรวจที่ 2 พบพรรณไม้น้ำ 5 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายหางหระรอก (**Hydrilla verticillata**) และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชโผล่เหนือน้ำ จำนวน 2 ชนิดได้แก่ กก (**Actinoscirpus grossus**) และผักคางไก่ (**Sagittria guayanensis**) และพืชลอยน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ ผักบุ้ง (**Ipomoea aquatic**)

สถานีสำรวจที่ 3 พบพรรณไม้น้ำ 5 ชนิด แบ่งเป็นพืชใต้น้ำจำนวน 3ชนิด ได้แก่ เทปเกลียว (**Villisneria spiralis**) สาหร่ายหางหระรอก (**Hydrilla verticillata**) และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ กก (**Actinoscirpus grossus**) พืชลอยน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ บัวบา (**Nymphaea lotus**)

สถานีสำรวจที่ 4 พบพรรณไม้น้ำ 10 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ เทปเกลียว (**Villisneria spiralis**) สาหร่ายหางกระรอก(**Hydrilla verticillata**)สาหร่ายข้าวเหนียว (**Utricularia aurea**) และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ กก (**Actinoscirpus grossus**) หญ้าทรงกระเทียม (**Eleocharis dulcis**) และธูปฤาษี (**Typha angustifolia**) พืชลอยน้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ กระเฉดน้ำ (**Nymenachna pseudointerru**) บัวบา (**Nymphaea lotus**) และพืชชายน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ หญ้าปล้อง (**Hymenachna pseudointerrupta**)

การแพร่กระจาย (Distribution) ของพรรณไม้น้ำที่พบในแต่ละฤดูกาลที่สำรวจ

ฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์) พบพรรณไม้น้ำ 6 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ เทปเกลียว (**Villisneria spiralis**) สาหร่ายหางหระรอก **(Hydrilla verticillata)** สาหร่ายข้าวเหนียว (**Utricularia aurea**) และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 2 ชนิดได้แก่ กก (**Actinoscirpus grossus**) และผักคางไก่ (**Sagittria guayanensis**)

ฤดูปรับเปลี่ยนที่ 1 (มีนาคม-พฤษภาคม) พบพรรณไม้น้ำ 3 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 2 ชนิด สาหร่ายหางหระรอก **(Hydrilla verticillata)** และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชลอยน้ำ จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ บัวบา (**Nymphaea lotus**)

ฤดูฝน (มิถุนายน-สิงหาคม) พบพรรณไม้น้ำ 10 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ เทปเกลียว (**Villisneria spiralis**) สาหร่ายหางกระรอก **(Hydrilla verticillata)** สาหร่ายข้าวเหนียว (**Utricularia aurea**) และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชลอยน้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ กระเฉดน้ำ (**Nymenachna pseudointerru**) บัวบา (**Nymphaea lotus**) พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ กก (**Actinoscirpus grossus**) หญ้าทรงกระเทียม (**Eleocharis dulcis**) และ ธูปฤาษี (**Typha angustifolia**) และพืชชายน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ หญ้าปล้อง (**Hymenachna pseudointerrupta**)

ฤดูปรับเปลี่ยนที่ 2 (กันยายน-พฤศจิกายน) พบพรรณไม้น้ำ 6 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายหางกระรอก **(Hydrilla verticillata)** และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชโผล่เหนือน้ำ จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ กก (**Actinoscirpus grossus**) พืชลอยน้ำจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ กระเฉดน้ำ (**Nymenachna pseudointerru**) บัวบา (**Nymphaea lotus**) และผักบุ้ง (**Lpomoea aquatic**)

ตารางที่ 1 พรรณไม้น้ำที่พบในพื้นที่ชุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำสนามบินเก่า (+ พบ, - ไม่พบ)

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อทั่วไป	เขตอาศัย	ฤดูกาล				สถานี			
				DRY	TR1	WET	TR2	ST1	ST2	ST3	ST4
1	**Actinoscirpus grossus**	กก	E	+	-	+	+	+	+	+	+
2	**Eleocharis dulcis**	หญ้าทรงกระเทียม	E	-	-	+	-	+	-	-	+
3	**Hymenachna pseudointerrupta**	หญ้าปล้อง	M	-	-	+	-	-	-	-	+
4	**Hydrilla verticillata**	สาหร่ายหางกระรอก	S	+	+	+	+	-	+	+	+
5	**Ipomoea aquatica**	ผักบุ้ง	F	-	-	-	+	-	+	-	-
6	**Najas graminea**	สาหร่ายเส้นด้าย	S	+	+	+	+	+	+	+	+
7	**Nymphoides indica**	บัวบา	F	-	+	+	+	+	-	+	+
8	**Neptunia oleracea**	กระเฉดน้ำ	F	-	-	+	+	-	-	-	+
9	**Sagittria guayanensis**	ผักคางไก่	E	+	-	-	-	-	+	-	-
10	**Typha angustifolia**	ธูปฤาษี	E	-	-	+	-	-	-	-	+

11	**Utricularia aurea**	สาหร่ายข้าวเหนียว	S	+	-	+	-	+	-	-	+
12	**Villisneria spiralis**	เทปเกลียว	S	+	-	+	-	-	-	+	+
	รวม			6	3	10	6	4	5	5	10

หมายเหตุ E = พืชโผล่เหนือน้ำ (Emerged plants)
F = พืชลอยน้ำ (Floating plants)
M = พืชชายน้ำ (Marginal plants)
S = พืชใต้น้ำ (Submerged plants)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของพรรณไม้น้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำสนามบินเก่า

1. พบชนิดของพรรณไม้น้ำรวมทั้งสิ้น 12 ชนิด ได้แก่ พืชชายน้ำจำนวน 1 ชนิด (ร้อยละ 8.33) พืชลอยน้ำ จำนวน 3 ชนิด (ร้อยละ 25.00) พืชโผล่เหนือน้ำ จำนวน 4ชนิด (ร้อยละ 33.33) และพืชใต้น้ำจำนวน 4 ชนิด (ร้อยละ 33.33)

2.ในมิติของฤดูกาลจะพบชนิดของพรรณไม้น้ำสูงสุดในช่วงฤดูฝน โดยพบพรรณไม้น้ำ 10 ชนิด รองลงมาเป็นช่วงฤดูแล้ง และฤดูปรับเปลี่ยน 2 พบพรรณไม้น้ำ 6 ชนิดเท่ากัน ส่วนฤดูปรับเปลี่ยน 1 พบพรรณไม้น้ำน้อยที่สุดจำนวน 3 ชนิด ส่วนพรรณไม้น้ำที่สำรวจพบได้ทุกฤดูกาลตลอดทั้งปี มีจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายหางกระรอก และสาร่ายเส้นด้าย

3.ในมิติของพื้นที่พบชนิดของพรรณไม้น้ำมากที่สุดใน สถานีสำรวจที่ 4 พบจำนวน 10 ชนิด รองลงมาเป็นสถานีสำรวจที่ 1, 2, และ 3 พบสถานีละ 5 ชนิด พรรณไม้น้ำที่สำรวจพบในทุกสถานีมี 2 ชนิด ได้แก่ กก และสาหร่ายเส้นด้าย

4. เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรประมงในพื้นที่ชุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำสนามบินเก่า โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ สถานีสำรวจที่ 4 ควรอนุรักษ์ไว้เป็นที่รักษาพืชพันธุ์เพื่อเป็นพื้นที่ให้สัตว์น้ำได้ไปอาศัยโดยไม่มีการรบกวนจากการทำการประมง และสามารถเป็นแหล่งขยายพันธุ์สัตว์น้ำเพื่อความยั่งยืนของการทำการประมงในอ่างเก็บน้ำแห่งนี้สืบไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ 2554-2555 ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2538. พรรณไม้น้ำในประเทศไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร, กรุงเทพฯ. 154 น.

ช่อทิพย์ อาธารมาศ. 2531. พรรณไม้น้ำของไทย. ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, หาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 221 น.

พงศ์เชฏฐ พิชิตกุล. 2554. พรรณไม้น้ำในจังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา และสตูล. ในเรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: สาขาประมง, 1-4 กุมภาพันธ์ 2554, กรุงเทพฯ. 140-149.

ไมตรีดวงสวัสดิ์, สุเกน บุญไพโรจน์ และประสิทธิ์ ประสาทพรชัย. 2535. ชนิดปริมาณการแพร่กระจายพรรณไม้น้ำและสัตว์ที่เกาะอาศัยตามพรรณไม้น้ำในหนองหาร จังหวัด สกลนคร. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 73 สถาบันวิจัยประมงน้ำ จืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 99 น.

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2530. พรรณไม้น้ำ. ภาควิชาพฤกษศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 233 น.

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2542. พรรณไม้น้ำในประเทศไทย. อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนดพ์ บัลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ. 312 น.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2542. ทะเบียนพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติและระดับชาติของประเทศไทย. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. 412 น.

American Public Health Association, American Water Work Association, and Water Environment Federation. 2005. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. APHA, Washington, D.C.

พรรณไม้น้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำห้วยตลาด จังหวัดบุรีรัมย์

Aquatic Plants in Wetland at Huy Ta Lad Reservoir, Buriram Province

สำเนาว์ เสาวกูล[1] กฤติมา เสาวกูล [1] ทวนทอง จุฑาเกตุ[3] พัชราภรณ์ แสงโยจารย์[2] และ สุริยา อุดด้วง[1]

Samnao Saowakoon[1] Krittima Saowakoon[1] Tuantong Jutagate[3] Pacharaporn Sangyojarn[2] and Suriya Udduang[1]

บทคัดย่อ

การสำรวจพรรณไม้น้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยตลาด จังหวัดบุรีรัมย์ ในมิติของฤดูกาลและพื้นที่ระหว่างเดือนตุลาคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2555 โดยแบ่งเป็น 4 ฤดูกาล ตามการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยา ได้แก่ ฤดูแล้ง (ธันวาคม–กุมภาพันธ์), ปรับเปลี่ยน 1 (มีนาคม-พฤษภาคม), ฤดูฝน (มิถุนายน-สิงหาคม) และปรับเปลี่ยน 2 (กันยายน-พฤศจิกายน) ใน 3 บริเวณ ได้แก่ ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ จำนวนทั้งสิ้น 10 สถานี ผลการศึกษาพบว่า ในมิติของฤดูกาลจะพบชนิดของพรรณไม้น้ำสูงสุดในช่วงฤดูปรับเปลี่ยน1 โดยพบพรรณไม้น้ำ 19 ชนิด ได้แก่ พืชใต้น้ำ 4 ชนิด พืชลอยน้ำ 4 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำ 9 ชนิด และพืชชายน้ำ 2 ชนิด รองลงมาเป็นช่วงฤดูแล้ง พบพรรณไม้น้ำ 13 ชนิด โดยพบ พืชลอยน้ำ 4 ชนิด พืชใต้น้ำ 4 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำ 3 ชนิด และพืชชายน้ำ 2 ชนิด ฤดูฝน พบพรรณไม้น้ำ 6 ชนิด ได้แก่ พืชใต้น้ำ 5 ชนิด และพืชลอยน้ำ 1 ชนิด ส่วนฤดูปรับเปลี่ยน2 พบพรรณไม้น้ำน้อยที่สุดจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ พืชใต้น้ำ 3 ชนิด และพืชโผล่เหนือน้ำ 2 ชนิด โดย พรรณไม้น้ำที่สำรวจพบได้ทุกฤดูกาลตลอดทั้งปี มีจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายหางกระรอก และสาร่ายเส้นด้าย ในมิติของพื้นที่ พบชนิดของพรรณไม้น้ำมากที่สุดใน สถานีสำรวจที่ 5 พบจำนวน 11 ชนิด แบ่งเป็นพืชใต้น้ำ 4 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำ 4 ชนิด พืชลอยน้ำ 2 ชนิด และพืชชายน้ำ 1 ชนิด รองลงมาเป็นสถานีสำรวจที่ 6 และ 9 พบสถานีละ 10 ชนิดเท่ากัน โดยสถานีสำรวจที่ 6 พบพืชใต้น้ำ 5 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำ 3 ชนิด พืชลอยน้ำ 1 ชนิด และพืชชายน้ำ 1 ชนิด สถานีสำรวจที่ 9 พบพืชใต้น้ำ 4 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำ 4 ชนิด และพืชชายน้ำ 2 ชนิด ส่วนสถานีสำรวจที่ 8 พบพรรณไม้น้ำน้อยที่สุด จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ พืชใต้น้ำ 3 ชนิด และพืชชายน้ำ 1 ชนิด โดยพรรณไม้น้ำที่สำรวจพบในทุกสถานีมี เพียง 1 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายหางกระรอก ดังนั้น เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรประมงในพื้นที่ชุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยตลาด โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ สถานีสำรวจที่ 5 ควรอนุรักษ์ไว้เป็นที่รักษาพืชพันธุ์

คำสำคัญ : พรรณไม้น้ำ, พื้นที่ชุ่มน้ำ, อ่างเก็บน้ำห้วยตลาด, บุรีรัมย์

ABSTRACT

A survey of aquatic plants in the wetland at Huy Ta Lad Reservoir, Buriram province, was conducted to study in dimensions of season and areas during October 2011-December 2012. The research was undertaken in 10 stations within 3 zones (i.e. upstream, midstream and downstream) during 4 hydrological seasons including dry (December–February), 1st transition (March–May), rainy (June–August) and 2nd transition (September–November). In the dimension of seasons, the most species richness of aquatic plant were found in the 1st transition season with 19 species. These included submerged plants with 4 species, floating plants 4 species, emerged plants 9 species and marginal plant 2 species. The second most found species were in the dry season including aquatic plant 13 species, floating plant 4 species, submerged plants 4 species, emerged plants 3 species, and marginal plant 2 species. In the rainy season, there were submerged plants 5 species, and floating plants 1 species. The lowest in species richness were found in the 2nd transition with 5 species of aquatic plant i.e. submerged plants 3 species, and emerged plants 2 species. There were 2 species of aquatic plants which could be found in all hydrological seasons including **Hydrilla verticillata** and **Najas graminea**. In the dimension of areas, the most species richness were found in the station 5th with 11 species. These included submerged plants 4 species, emerged plants 4 species, floating plant 2 species, and marginal plant 1 species. The second most found species were in the station 6th and 9th of which there were aquatic plants of 10 species. In the station 6th, there were submerged plants 5 species, emerged plants 3 species, floating plant 1 species and marginal plant 1 species. In the station 9th submerged plants 4 species, emerged plants 4 species, and marginal plant 2 species were found. Meanwhile, the lowest in species richness were observed in the station 8th of which there were 4 species found. These included submerged plant 3 species and marginal plants 1 species. There were 1 species of aquatic plants can be found in all the reservoirs i.e. **Hydrilla verticillata**. Based on the research findings, the station 5th should be reserved as the aquatic plant conservative area utilized for fishery resources without interference from fishing activities.

Keyword: Aquatic plant, Wetland, Huy Ta Lad Reservoir, Buriram province

---

[1]สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ ตำบลนอกเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000

[1]Fishery Department Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of technology Isan Surin Campus Nokmuang, Muang Surin Province 32000

[2]สาขาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

[2] science and mathematics Department Faculty of Agriculture Ubon Ratchathani University MuangSi Khai, Warinchamrab, Ubon Ratchathani Province 34190

[3]ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

[3]Fishery Department Faculty of Agriculture Ubon Ratchathani University MuangSi Khai, Warinchamrab, Ubon Ratchathani Province 34190

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : Saowakoon1970@gmail.com

บทนำ

อ่างเก็บน้ำห้วยตลาดอยู่ห่างจากตัวเมืองบุรีรัมย์ไปทางตะวันตกเฉียงใต้ 11 กิโลเมตร เป็นที่ลุ่มเกิดจากการยุบตัวของแผ่นดิน รับน้ำจากพื้นที่ข้างเคียงไหลลงแม่น้ำมูล ในฤดูฝนมีน้ำลึกที่สุดประมาณ 5-7 เมตร ในฤดูแล้งน้ำในอ่างเก็บน้ำลดลงถึงร้อยละ 75 เหลือบริเวณที่ลึกที่สุดเพียง 1 เมตร มีหมู่บ้านล้อมรอบเป็นบริเวณที่ลุ่มไม่มีน้ำขัง พื้นที่โดยรวมมีสภาพค่อนข้างราบเรียบ และมีการทำนา (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542) มีความสำคัญอย่างมากสำหรับชุมชนโดยรอบ เนื่องจากประชาชนมีการใช้ประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญแหล่งหนึ่งของจังหวัดบุรีรัมย์ นอกจากมีประโยชน์ต่อมนุษย์แล้ว อ่างเก็บน้ำห้วยตลาดยังเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ เป็นระบบนิเวศน์ทางน้ำที่มีความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต พรรณไม้น้ำหรือพืชน้ำ (Aquatic plants) คือ พืชที่ขึ้นอยู่ในน้ำ โดยอาจจะจมอยู่ใต้น้ำทั้งหมด หรือโผล่บางส่วนขึ้นมาอยู่เหนือน้ำ ลอยอยู่ที่ผิวน้ำหรือเป็นพืชที่ขึ้นอยู่ตามริมน้ำ ชายตลิ่ง นอกจากนี้ยังรวมถึงพืชที่เจริญเติบโตอยู่ในบริเวณที่ลุ่มน้ำขังแฉะอีกด้วย (กรมประมง, 2538) ซึ่งพรรณไม้น้ำเหล่านี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับสิ่งมีชีวิต เช่น เป็นที่หลบซ่อนของลูกปลาและสัตว์น้ำวัยอ่อน เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญในแหล่งน้ำ เนื่องจาก พรรณไม้น้ำสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้กลายเป็นพลังงานสะสมในพืชได้ อีกทั้งยังสร้างออกซิเจนแก่แหล่งน้ำได้ เป็นดัชนีชี้วัดสิ่งแวดล้อม จึงมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเพิ่มผลผลิตของสัตว์น้ำ (ไมตรีและคณะ, 2535; สุชาดา, 2542)ในขณะเดียวกันอาจก่อให้เกิดโทษ เช่น เป็นวัชพืชร้ายแรง เป็นพันธุ์ไม้ต่างถิ่นที่รุกรานพืชท้องถิ่น เป็นต้น (พงศ์เชฎฐ, 2554) ดังนั้นการสำรวจพรรณไม้น้ำจึงเป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพความสมบูรณ์ของระบบนิเวศน์ ซึ่งนำไปสู่การจัดการระบบนิเวศน์อย่างยั่งยืน แต่ปัจจุบันยังขาดข้อมูลพรรณไม้น้ำในแหล่งน้ำทั่วไป ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ จะส่งผลให้ได้ข้อมูลพรรณไม้น้ำที่สำคัญ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับอันจะนำไปสู่การบริหารและการวางแผนการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากร ให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับท้องถิ่นอย่างยั่งยืนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

เก็บตัวอย่างพรรณไม้น้ำมาทำการวิเคราะห์ชนิดและการแพร่กระจาย วิธีการเก็บตัวอย่างพรรณไม้น้ำนั้น ใช้ตามวิธีของ (American Public, 2005) สำหรับการวิเคราะห์ชนิดนั้น จำแนกตามเอกสารของ สุชาดา (2530) และ ช่อทิพย์ (2531) ระหว่างเดือน ตุลาคม 2554 ถึงเดือน ธันวาคม 2555 ทำการสำรวจ 4 ครั้ง ครั้งที่ 1 ช่วงฤดูแล้ง (DRY) ระหว่างเดือนธันวาคม - กุมภาพันธ์ ครั้งที่ 2 ช่วงฤดูปรับเปลี่ยน 1 (TR1) ระหว่างเดือน มีนาคม - พฤษภาคม ครั้งที่ 3 ช่วงฤดูฝน (WET) ระหว่างเดือน มิถุนายน - สิงหาคม และครั้งที่ 4 ช่วงฤดูปรับเปลี่ยน 2 (TR2) ระหว่างเดือนกันยายน – พฤศจิกายน โดยแบ่งพื้นที่สำรวจทั้งหมดออกเป็น 10 สถานีรอบอ่างเก็บน้ำห้วยตลาด จ.บุรีรัมย์



ช่วงที่	ช่วงเวลา	ช่วงเวลา	รายละเอียด
1	แล้ง	ธ.ค. – ก.พ.	เป็นช่วงที่ระดับน้ำที่กักเก็บลดลงต่ำสุด
2	ปรับเปลี่ยน1	มี.ค. – พ.ค.	เป็นช่วงที่ระดับน้ำที่กักเก็บต่ำแต่เริ่มมีฝนตกลงมา
3	ฝน	มิ.ย. – ส.ค.	มีฝนอย่างหนาแน่น, ระดับน้ำในแม่น้ำเริ่มสูงขึ้นและความขุ่นของน้ำมีมากขึ้น
4	ปรับเปลี่ยน2	ก.ย. – พ.ย.	สิ้นสุดฤดูฝน ระดับน้ำที่ทำการเก็บกักมีปริมาณสูงสุด

ภาพที่ 1 ตำแหน่งการเก็บข้อมูลและช่วงระยะเวลาการสำรวจ

ผลการวิจัย

จากการสำรวจพรรณไม้น้ำในบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยตลาด จังหวัดบุรีรัมย์ พบชนิดของพรรณไม้น้ำ 26 ชนิด แบ่งเป็น พืชชายน้ำ (Marginal plants) จำนวน 3 ชนิด (ร้อยละ 11.54) พืชลอยน้ำ (Floating plants) จำนวน 6 ชนิด (ร้อยละ 23.08) พืชโผล่เหนือน้ำ (Emerged plants) จำนวน 10 ชนิด (ร้อยละ 38.46) และพืชใต้น้ำ (Submerged plants) จำนวน 7 ชนิด (ร้อยละ 26.92) ดังตารางที่ 1

การแพร่กระจาย (Distribution) ของพรรณไม้น้ำที่พบในแต่ละสถานีที่สำรวจ

สถานีสำรวจที่ 1 พบพรรณไม้น้ำ 7 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำ จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ เทปเกลียว (**Villisneria spiralis**) สาหร่ายหางหระรอก **(Hydrilla verticillata)** สาหร่ายข้าวเหนียว (**Utricularia aurea**) และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชโผล่เหนือน้ำ จำนวน 1 ชนิดได้แก่ บัวสาย (**Nymphaea lotus**) พืชลอยน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ แพงพวยน้ำ (**Ludwigia adscendens**) และพืชชายน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ หญ้าไซ (**Leersia hexandra)**

สถานีสำรวจที่ 2 พบพรรณไม้น้ำ 9 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 3 ชนิด สาหร่ายหางหระรอก **(Hydrilla verticillata)** สาหร่ายข้าวเหนียว (**Utricularia aurea**) และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ กก (**Actinoscirpus grossus**) และหญ้าสามคม (**Fuirenq umbellate**) พืชลอยน้ำจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ จอกหูหนูเล็ก **(Salvinia cucullate)** ผักบุ้ง (**Lpomoea aquatic**) และแพงพวยน้ำ (**Ludwigia adscendens**) และพืชชายน้ำ (Marginal plants) จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ หญ้าไซ (**Leersia hexandra)**

สถานีสำรวจที่ 3 พบพรรณไม้น้ำ 9 ชนิด แบ่งเป็นพืชใต้น้ำจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ เทปเกลียว (**Villisneria spiralis**) สาหร่ายหางหระรอก **(Hydrilla verticillata)** สาหร่ายข้าวเหนียว (**Utricularia aurea**) และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ หญ้าทรงกระเทียม (**Eleocharis dulcis**) พืชลอยน้ำจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ กระเฉดน้ำ **(Neptunia oleracea)** ผักบุ้ง (**Lpomoea aquatic**) และแพงพวยน้ำ (**Ludwigia adscendens**) พืชชายน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ หญ้าปล้อง (**Hymenachna pseudointerrupta**)

สถานีสำรวจที่ 4 พบพรรณไม้น้ำ 6 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ เทปเกลียว (**Villisneria spiralis**) สาหร่ายหางหระรอก **(Hydrilla verticillata)** และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ หญ้าหนวดปลาดุก (**Fimbristylis miliacea**) พืชลอยน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ แหนแดง (**Azolla pinnata**) และพืชชายน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ กระเม็ง **(Eclipta prostrate)**

สถานีสำรวจที่ 5 พบพรรณไม้น้ำ 11 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายหางกระรอก **(Hydrilla verticillata)** สาหร่ายไฟ (**Chara zeylanica**) สาหร่ายข้าวเหนียว (**Utricularia aurea**) และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ กก (**Actinoscirpus grossus**) หญ้าทรงกระเทียม (**Eleocharis dulcis**) บัวบา (**Nymphaea lotus**) และบัวสาย (**Nymphaea lotus**) พืชลอยน้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ จอกหูหนูเล็ก (**Salvinia cucullate**) และพืชชายน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ กระเม็ง **(Eclipta prostrate)**

สถานีสำรวจที่ 6 พบพรรณไม้น้ำ 10 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ได้แก่ ดีปลีน้ำ (**Potamogeton malaianus**) เทปเกลียว (**Villisneria spiralis**) สาหร่ายหางกระรอก **(Hydrilla verticillata)** สาหร่ายข้าวเหนียว (**Utricularia aurea**) และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชโผล่เหนือจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ กก (**Actinoscirpus grossus**) ธูปฤาษี (**Typha angustifolia**) และหญ้าหนวดปลาดุก (**Fimbristlis miliacea**) พืชลอยน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ จอกหูหนูเล็ก (**Salvinia cucullate**) และพืชชายน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ หญ้าปล้อง(**Hymenachna pseudointerrupta**)

สถานีสำรวจที่ 7 พบพรรณไม้น้ำ 9 ชนิด แบ่งเป็นพืชใต้น้ำจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายหางกระรอก **(Hydrilla verticillata)** สาหร่ายข้าวเหนียว (**Utricularia aurea**) และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ หญ้าหนวดปลาดุก (**Fimbristylis miliacea**) กก (**Actinoscirpus grossus**) หญ้าทรงกระเทียม (**Eleocharis dulcis**) และ กกลอยแพ (**Cyperus cephabtes**) พืชลอยน้ำ (Floating plants) จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ จอกหูหนูเล็ก (**Salvinia cucullate**) และพืชชายน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ หญ้าปล้อง (**Hymenachna pseudointerrupta**)

สถานีสำรวจที่ 8 พบพรรณไม้น้ำ 4 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ดีปลีน้ำ (**Potamogeton malaianus**) สาหร่ายหางกระรอก **(Hydrilla verticillata)** และสาหร่ายข้าวเหนียว (**Utricularia aurea**) และพืชชายน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ หญ้าไซ (**Leersia hexandra)**

สถานีสำรวจที่ 9 พบพรรณไม้น้ำ 10 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ เทปเกลียว (**Villisneria spiralis**) สาหร่ายหางกระรอก **(Hydrilla verticillata)** สาหร่ายข้าวเหนียว (**Utricularia aurea**) และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ กระจูด (**Lepironia articulate**) ธูปฤาษี (**Typha angustifolia**) พงเหลี่ยม (**Eleocharis acutangula**) และหญ้าหนวดปลาดุก (**Fimbristlis miliacea**) และพืชชายน้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าไซ (**Leersia hexandra)** หญ้าปล้อง (**Hymenachna pseudointerrupta**)

สถานีสำรวจที่ 10 พบพรรณไม้น้ำ 7 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ดีปลีน้ำ (**Potamogeton malaianus**) สาหร่ายหางกระรอก **(Hydrilla verticillat)** สันตะวาหางไก่ (**Blyxa japonica**) สาหร่ายไฟ (**Chara zeylanica**) และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ กระจูด (**Lepironia articulate**) และพืชชายน้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ หญ้าไซ (**Leersia hexandra)**

การแพร่กระจาย (Distribution) ของพรรณไม้น้ำที่พบในแต่ละฤดูกาลที่สำรวจ

ฤดูแล้ง (ธันวาคม-กุมภาพันธ์) พบพรรณไม้น้ำ 13 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายหางกระรอก **(Hydrilla verticillata)** สาหร่ายข้าวเหนียว (**Utricularia aurea**) สาหร่ายไฟ (**Chara zeylanica**) และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ กก (**Actinoscirpus grossus**) หญ้าสามคม (**Fuirenq umbellate**) และหญ้าหนวดปลาดุก (**Fimbristlis miliacea**) พืชลอยน้ำ จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ จอกหูหนูเล็ก (**Salvinia cucullate**) กระเฉดน้ำ

(Neptunia oleracea) ผักบุ้ง (**Lpomoea aquatic**) และแพงพวยน้ำ (**Ludwigia adscendens**) และพืชชายน้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าไซ **(Leersia hexandra)** หญ้าปล้อง (**Hymenachna pseudointerrupta**)

ฤดูปรับเปลี่ยนที่1 (มีนาคม–พฤษภาคม) พบพรรณไม้น้ำ 19 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ดีปลีน้ำ (**Potamogeton malaianus**) สาหร่ายหางกระรอก **(Hydrilla verticillata)** สาหร่ายข้าวเหนียว (**Utricularia aurea**) และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 9 ชนิด ได้แก่ กก(**Actinoscirpus grossus**) ธูปฤาษี (**Typha angustifolia**) หญ้าทรงกระเทียม (**Eleocharis dulcis**) พงเหลี่ยม (**Eleocharis acutangula**) บัวบา (**Nymphaea lotus**) บัวสาย (**Nymphaea lotus**) กกลอยแพ (**Cyperus cephabtes**) กระจูด (**Lepironia articulate**) และหญ้าหนวดปลาดุก (**Fimbristlis miliacea**) พืชลอยน้อย จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ จอกหูหนูเล็ก (**Salvinia cucullate**) แหนแดง (**Azolla pinnata**) ผักบุ้ง (**Lpomoea aquatic**) และแพงพวยน้ำ (**Ludwigia adscendens**) และพืชชายน้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ กระเม็ง **(Eclipta prostrate)** และหญ้าปล้อง (**Hymenachna pseudointerrupta**)

ฤดูฝน (มิถุนายน- สิงหาคม) พบพรรณไม้น้ำ 6 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ เทปเกลียว (**Villisneria spiralis**) สาหร่ายหางกระรอก **(Hydrilla verticillata)** สันตะวาหางไก่ (**Blyxa japonica**) สาหร่ายข้าวเหนียว (**Utricularia aurea**) และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชลอยน้ำ จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ แพงพวยน้ำ (**Ludwigia adscendens**)

ฤดูปรับเปลี่ยนที่2 (กันยายน–พฤศจิกายน) พบพรรณไม้น้ำ 5 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ดีปลีน้ำ (**Potamogeton malaianus**) สาหร่ายหางกระรอก **(Hydrilla verticillata)** และสาหร่ายเส้นด้าย (**Najas graminea**) พืชโผล่เหนือน้ำ (Emerged plants) จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ธูปฤาษี (**Typha angustifolia**) และหญ้าหนวดปลาดุก (**Fimbristlis miliacea**)

ตารางที่ 1 พรรณไม้น้ำที่พบในพื้นที่ชุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยตลาด (+ พบ, - ไม่พบ)

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อทั่วไป	เขตอาศัย	ฤดูกาล				สถานี									
				DRY	TR1	WET	TR2	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10
1	**Actinoscirpus grossus**	กก	E	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-
2	**Azolla pinnata**	แหนแดง	F	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
3	**Blyxa japonica**	สันตะวาหางไก่	S	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
4	**Chara zeylanica**	สาหร่ายไฟ	S	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
5	**cyperus cephalotes**	กกลอยแพ	E	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
6	**Eclipta prostrate**	กระเม็ง	M	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
7	**Eichhornia crassipes**	ผักตบชวา	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

8	**Eleocharis acutangula**	พงเหลี่ยม	E	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
9	**Eleocharis dulcis**	หญ้าทรงกระเทียม	E	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-
10	**Fimbristylis miliacea**	หญ้าหนวดปลาดุก	E	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-
11	**Fuirena umbellata**	หญ้าสามคม	E	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
12	**Hymenachna pseudointerrupta**	หญ้าปล้อง	M	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-
13	**Hydrilla verticillata**	สาหร่ายหางกระรอก	S	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14	**Lpomoea aquatica**	ผักบุ้ง	F	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
15	**Lepironia articulate**	กระจูด	E	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
16	**Leersia hexandra**	หญ้าไซ	M	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
17	**Ludwigia adscendens**	แพงพวยน้ำ	F	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
18	**Najas graminea**	สาหร่ายเส้นด้าย	S	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
19	**Neptunia oleracea**	กระเฉดน้ำ	F	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
20	**Nymphoides indica**	บัวบา	E	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
21	**Nymphaea lotus**	บัวสาย	E	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
22	**Potamogeton malaianus**	ดีปลีน้ำ	S	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
23	**Salvinia cucullata**	จอกหูหนูเล็ก	F	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-

24	**Typha angustifolia**	ธูปฤาษี	E	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
25	**Utricularia aurea**	สาหร่ายข้าวเหนียว	S	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
26	**Villisneria spiralis**	เทปเกลียว	S	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-
	รวม			13	19	6	5	7	9	9	6	11	10	9	4	10	7

หมายเหตุ E = พืชโผล่เหนือน้ำ (Emerged plants)
F = พืชลอยน้ำ (Floating plants)
M = พืชชายน้ำ (Marginal plants)
S = พืชใต้น้ำ (Submerged plants)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของพรรณไม้น้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยตลาด

1. พบชนิดของพรรณไม้น้ำ 26 ชนิด แบ่งเป็น พืชชายน้ำจำนวน 3 ชนิด พืชลอยน้ำ จำนวน 6 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำ จำนวน 10 ชนิด และพืชใต้น้ำจำนวน 7 ชนิด

2.ในมิติของฤดูกาลจะพบชนิดของพรรณไม้น้ำสูงสุดในช่วงฤดูปรับเปลี่ยน1 รองลงมาเป็นช่วงฤดูแล้งพบพรรณไม้น้ำจำนวน 13 ชนิด ฤดูฝนพบพรรณไม้น้ำ 6 ชนิด ส่วนฤดูปรับเปลี่ยน2 พบพรรณไม้น้ำน้อยที่สุดจำนวน 5 ชนิดเท่านั้น โดยพรรณไม้น้ำที่สำรวจพบได้ทุกฤดูกาลตลอดทั้งปี ได้แก่ สาหร่ายหางกระรอก และสาร่ายเส้นด้าย

3.พบชนิดของพรรณไม้น้ำมากที่สุดในสถานีสำรวจที่ 5 พบจำนวน 11 ชนิด แบ่งเป็นพืชใต้น้ำ 4 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำ 4 ชนิด พืชลอยน้ำ 4 ชนิด และพืชชายน้ำ 1 ชนิด รองลงมาเป็นสถานีสำรวจที่ 6 และ 9 พบสถานีละ 10 ชนิดเท่ากัน ส่วนสถานีสำรวจที่ 8 พบพรรณไม้น้ำน้อยที่สุด จำนวน 4 ชนิด โดยพรรณไม้น้ำที่สำรวจพบในทุกสถานีมีเพียง 1 ชนิด คือ สาหร่ายหางกระรอก

4. เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรประมงในพื้นที่ชุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยตลาด โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ สถานีสำรวจที่ 5 ควรอนุรักษ์ไว้เป็นที่รักษาพืชพันธุ์เพื่อเป็นพื้นที่ให้สัตว์น้ำได้ไปอาศัยโดยไม่มีการรบกวนจากการทำการประมง และสามารถเป็นแหล่งขยายพันธุ์สัตว์น้ำเพื่อความยั่งยืนของการทำการประมงในอ่างเก็บน้ำแห่งนี้สืบไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ 2554-2555 ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2538. พรรณไม้น้ำในประเทศไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร, กรุงเทพฯ. 154 น.

ช่อทิพย์ อาธารมาศ. 2531. พรรณไม้น้ำของไทย. ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 221 น.

พงศ์เชฏฐ พิชิตกุล. 2554. พรรณไม้น้ำในจังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา และสตูล. ในเรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: สาขาประมง, 1-4 กุมภาพันธ์ 2554, กรุงเทพฯ. 140-149.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์, สุเกน บุญไพโรจน์ และประสิทธิ์ ประสาทพรชัย. 2535. ชนิดปริมาณ การแพร่กระจายพรรณไม้น้ำและสัตว์ที่เกาะอาศัยตามพรรณไม้น้ำในหนองหาร จังหวัดสกลนคร. เอกสารวิชาการฉบับที่ 73 สถาบันวิจัยประมงน้ำจืดกรมประมง กระงทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 99 น.

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2530. พรรณไม้น้ำ. ภาควิชาพฤกษศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ. 233 น.

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2542. พรรณไมน้ำ ในประเทศไทย. อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนดพ์ บัลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ. 312 น.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2542. ทะเบียนพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติและระดับชาติของประเทศไทย. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. 412 น.

American Public Health Association, American Water Work Association, and Water Environment Federation. 2005. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. APHA, Washington, D.C.

พรรณไม้น้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์

Aquatic Plants in Lam Pai Mat Wetland, Buriram Province

กฤติมา เสาวกูล[1] สำเนาว์ เสาวกูล[1] ทวนทอง จุฑาเกตุ[2] และ สุริยา อุดด้วง[1]

Krittima Saowakoon[1] Samnao Saowakoon[1] Tuantong Jutagate[2] and Suriya Udduang[1]

บทคัดย่อ

การสำรวจพรรณไม้น้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ ในมิติของฤดูกาล และพื้นที่ระหว่างเดือนตุลาคม 2555 ถึงเดือนธันวาคม 2556 โดยแบ่งเป็น 4 ฤดูกาล ตามการเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยา ได้แก่ ฤดูแล้ง (ธันวาคม–กุมภาพันธ์), ปรับเปลี่ยน 1 (มีนาคม-พฤษภาคม), ฤดูฝน (มิถุนายน-สิงหาคม) และปรับเปลี่ยน 2 (กันยายน-พฤศจิกายน) ใน 3 บริเวณ ได้แก่ ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ จำนวนทั้งสิ้น 7 สถานี ผลการศึกษาพบว่า ในมิติของฤดูกาลจะพบชนิดของพรรณไม้น้ำสูงสุดในช่วงฤดูแล้งโดยพบพรรณไม้น้ำ 15 ชนิด ได้แก่ พืชใต้น้ำ 1 ชนิด พืชลอยน้ำ 3 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำ 5 ชนิด และพืชชายน้ำ 6 ชนิด รองลงมาเป็นช่วงฤดูปรับเปลี่ยน2 พบพรรณไม้น้ำ 14 ชนิด ได้แก่ พืชใต้น้ำ 1 ชนิด พืชลอยน้ำ 3 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำ 5 ชนิด และพืชชายน้ำ 5 ชนิด ฤดูฝน พบพรรณไม้น้ำ 12 ชนิด ได้แก่ พืชลอยน้ำ 3 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำ 3 ชนิด และพืชชายน้ำ 6 ชนิด และช่วงฤดูปรับเปลี่ยน1 พบพรรณไม้น้ำน้อยที่สุด 11 ชนิด ได้แก่ พืชใต้น้ำ 2 ชนิด พืชลอยน้ำ 3 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำ 4 ชนิด และพืชชายน้ำ 2 ชนิด ส่วนพรรณไม้น้ำที่พบทุกฤดูกาลมี 5 ชนิด ได้แก่ กระเม็ง ผักตบชวา หญ้าไซ แพงพวยน้ำ และบัวสาย ในมิติของพื้นที่พบชนิดของพรรณไม้น้ำมากที่สุดใน สถานีสำรวจที่ 4 พบจำนวน 13 ชนิด ได้แก่ พืชลอยน้ำ 4 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำ 6 ชนิด และพืชชายน้ำ 3 ชนิด รองลงมาสถานีสำรวจที่ 3 พบจำนวน 10 ชนิด ได้แก่ พืชลอยน้ำ 2 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำ 2 ชนิด และพืชชายน้ำ 6 ชนิด ส่วนสถานีสำรวจที่ 5 พบพรรณไม้น้ำน้อยที่สุดจำนวน 6 ชนิด ได้แก่พืชใต้น้ำ 1ชนิด พืชลอยน้ำ 3 ชนิด และพืชชายน้ำ 2 ชนิด โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ สถานีสำรวจที่ 4 ควรอนุรักษ์ไว้เป็นที่รักษาพืชพันธุ์

คำสำคัญ : พรรณไม้น้ำ, พื้นที่ชุ่มน้ำลำปลายมาศ, บุรีรัมย์

ABSTRACT

A survey of aquatic plants in the wetland at Lamplaimat, Buriram province, Thailand was conducted to study dimensionally in terms of season and areas, during October 2012- December 2013. The research was undertaken in 7 stations within 3 zones (i.e. upstream, midstream and downstream) during 4 hydrological seasons including dry (December–February), 1st transition (March–May), rainy (June–August) and 2nd transition (September–November). The results in the dimension of season showed that most species richness of aquatic plant i.e. 15 species, were found in the dry season. These included (i) 1 species of submerged plants, (ii) floating plants 3 species, emerged plants 5 species, and marginal plant 6 species. The 2nd transition season was considered the second most found species' season of which there were 14 species aquatic plant, submerged plants 1 species, floating plants 3 species, emerged plants 5 species, and marginal plant 5 species. In the rainy season, main species found were aquatic plant 12 species, floating plants 3 species, emerged plants 3 species, and marginal plant 6 species. The lowest in species richness were found in the 1st transition season and these were 11 species of aquatic plant including submerged plants 2 species, floating plants 3 species, emerged plants 4 species, and marginal plant, 2 species. There were 5 species of aquatic plants which could be found in all hydrological seasons including **Eclipta prostrate, Eichhornia crassipes, Leersia hexandra, Ludwigia adscendens** and **Nelumbo nucifera**. In the dimension of areas, the most species richness were found in station 4th with 13 species. These were 4 species floating plants, emerged plant 6 species, and marginal plants 3 species. The second most found species were allocated in the station 3rd with 10 species, including floating plants 2 species , emerged plants 2 species, and marginal plants 6 species. The lowest in the species richness were observed in the station 5th with 6 species of which were submerged plants 1 species, floating plants 3 species, and marginal plant 2 species. Based upon the research results, the station 4th should be reserved as the conservative areas for the aquatic plants which thereafter could be utilized as fishery resources without interference from fishing activities.

Keyword: Aquatic plant, Lam pai mat wetland, Buriram province

[1]สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ ตำบลนอกเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000

[1]Fishery Department Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of technology Isan Surin Campus Nokmuang, Muang Surin Province 32000

[2]ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ตำบลเมืองศรีไค อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

[2]Fishery Department Faculty of Agriculture Ubon Ratchathani University MuangSi Khai, Warinchamrab, Ubon Ratchathani Province 34190

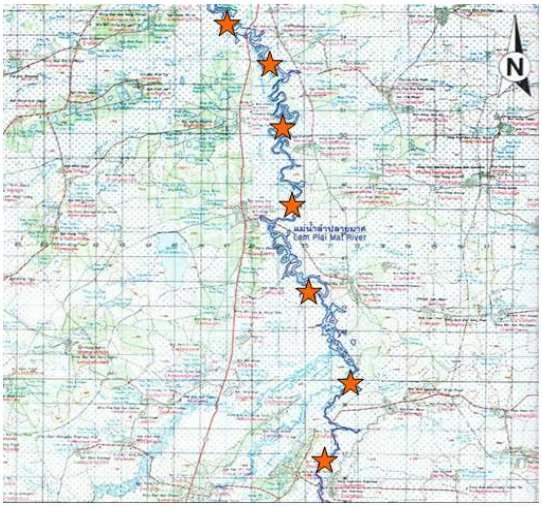
ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) :กฤติมา เสาวกูล, Saowakoon1970@gmail.com

บทนำ

ลำน้ำลำปลายมาศเป็นลำน้ำสาขาของแม่น้ำมูล ต้นน้ำอยู่ในเขตอำเภอลำปลายมาศ ปลายลำน้ำอยู่ในเขตอำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ ที่ลุ่มริมฝั่งลำปลายมาศมีน้ำท่วมล้นตลิ่งในฤดูฝน เป็นพื้นที่กว้างขวางก่อให้เกิดพื้นที่ชุ่มน้ำริมฝั่ง บางแห่งเป็นพรุหญ้า และหนองน้ำเล็ก ๆ หลายแห่ง พื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ ความกว้างของพื้นที่ชุ่มน้ำประมาณ 1-2 กิโลเมตร บริเวณสองฝั่งลำปลายมาศเป็นพื้นที่ป่าริมน้ำ เป็นบริเวณแคบ ๆ จึงมีความหลากหลายของสัตว์และพืชพรรณ นอกจากนี้พื้นที่ชุ่มน้ำลำปลายมาศเป็นพื้นที่ที่ถูกจัดไว้ในทะเบียนพื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทยที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542) ลำน้ำลำปลายมาศมีความสำคัญอย่างมากสำหรับชุมชนโดยรอบ เนื่องจากประชาชนมีการใช้ประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อม นอกจากมีประโยชน์ต่อมนุษย์แล้ว ลำน้ำลำปลายมาศยังเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ เป็นระบบนิเวศน์ทางน้ำที่มีความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต พรรณไม้น้ำหรือพืชน้ำ (Aquatic plants) คือ พืชที่ขึ้นอยู่ในน้ำ โดยอาจจะจมอยู่ใต้น้ำทั้งหมด หรือโผล่บางส่วนขึ้นมาอยู่เหนือน้ำ ลอยอยู่ที่ผิวน้ำหรือเป็นพืชที่ขึ้นอยู่ตามริมน้ำ ชายตลิ่ง นอกจากนี้ยังรวมถึงพืชที่เจริญเติบโตอยู่ในบริเวณที่ลุ่มน้ำขังแฉะอีกด้วย (กรมประมง, 2538) ซึ่งพรรณไม้น้ำเหล่านี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับสิ่งมีชีวิต เช่น เป็นที่หลบซ่อนของลูกปลาและสัตว์น้ำวัยอ่อน เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญในแหล่งน้ำ เนื่องจาก พรรณไม้น้ำสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้กลายเป็นพลังงานสะสมในพืชได้ อีกทั้งยังสร้างออกซิเจนแก่แหล่งน้ำได้ เป็นดัชนีชี้วัดสิ่งแวดล้อม จึงมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเพิ่มผลผลิตของสัตว์น้ำ (ไมตรีและคณะ, 2535; สุชาดา, 2542) ในขณะเดียวกันอาจก่อให้เกิดโทษ เช่น เป็นวัชพืชร้ายแรง เป็นพันธุ์ไม้ต่างถิ่นที่รุกรานพืชท้องถิ่น เป็นต้น (พงศ์เชฏฐ, 2554) ดังนั้นการสำรวจพรรณไม้น้ำจึงเป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพความสมบูรณ์ของระบบนิเวศน์ ซึ่งนำไปสู่การจัดการระบบนิเวศน์อย่างยั่งยืน แต่ปัจจุบันยังขาดข้อมูลพรรณไม้น้ำในแหล่งน้ำทั่วไป ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ จะส่งผลให้ได้ข้อมูลพรรณไม้น้ำที่สำคัญ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับอันจะนำไปสู่การบริหารและการวางแผนการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากร ให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับท้องถิ่นอย่างยั่งยืนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

เก็บตัวอย่างพรรณไม้น้ำมาทำการวิเคราะห์ชนิดและการแพร่กระจาย วิธีการเก็บตัวอย่างพรรณไม้น้ำนั้นใช้ตามวิธีของ (American Public, 2005) สำหรับการวิเคราะห์ชนิดนั้น จำแนกตามเอกสารของ สุชาดา (2530) และ ช่อทิพย์ (2531) ระหว่างเดือน ตุลาคม 2555 ถึงเดือน ธันวาคม 2556 ทำการสำรวจ 4 ครั้ง ครั้งที่ 1 ช่วงฤดูแล้ง (DRY) ระหว่างเดือน ธันวาคม - กุมภาพันธ์ ครั้งที่ 2 ช่วงฤดูปรับเปลี่ยน 1 (TR1) ระหว่างเดือน มีนาคม-พฤษภาคม ครั้งที่ 3 ช่วงฤดูฝน (WET) ระหว่างเดือน มิถุนายน-สิงหาคม และครั้งที่ 4 ช่วงฤดูปรับเปลี่ยน 2 (TR2) ระหว่างเดือนกันยายน-พฤศจิกายน โดยแบ่งพื้นที่สำรวจทั้งหมดออกเป็น 7 สถานีบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำลำปลายมาศ จ.บุรีรัมย์



ช่วงที่	ช่วงเวลา	ช่วงเวลา	รายละเอียด
1	แล้ง	ธ.ค. – ก.พ.	เป็นช่วงที่ระดับน้ำที่กักเก็บลดลงต่ำสุด
2	ปรับเปลี่ยน 1	มี.ค. – พ.ค.	เป็นช่วงที่ระดับน้ำที่กักเก็บต่ำแต่เริ่มมีฝนตกลงมา
3	ฝน	มิ.ย. – ส.ค.	มีฝนอย่างหนาแน่น, ระดับน้ำในแม่น้ำเริ่มสูงขึ้นและความขุ่นของน้ำมีมากขึ้น
4	ปรับเปลี่ยน 2	ก.ย. – พ.ย.	สิ้นสุดฤดูฝน ระดับน้ำที่ทำการเก็บกักมีปริมาณสูงสุด

ภาพที่ 1 ตำแหน่งการเก็บข้อมูลและช่วงระยะเวลาการสำรวจ

ผลการวิจัย

จากการสำรวจพรรณไม้น้ำในบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ พบชนิดของพรรณไม้น้ำ 23 ชนิด แบ่งเป็น พืชชายน้ำ (Marginal plants) จำนวน 9 ชนิดพืชลอยน้ำ (Floating plants) จำนวน 4 ชนิดพืชโผล่เหนือน้ำ (Emerged plants) จำนวน 8 ชนิด และพืชใต้น้ำ (Marginal plants) จำนวน 2 ชนิดดังตารางที่ 1
การแพร่กระจาย (Distribution) ของพรรณไม้น้ำที่พบในในแต่ละสถานีสำรวจ

สถานีสำรวจที่ 1 พบพรรณไม้น้ำ 8 ชนิด แบ่งเป็น พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ บัวสาย (**Nymphaea lotus**) และเอื้องเผ็ดม้า (**Polygonum tomentosum**) พืชลอยน้ำจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ กระเฉดน้ำ (**Neptunia oleracea**) ผักตบชวา (**Eichhornia crassipes**) ผักบุ้ง (**Lpomoea aquatic**) และแพงพวยน้ำ (**Ludwigia adscendens**) และพืชชายน้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ กกทราย (**Cycerus iria**) และหญ้าปล้อง (**Hymenachna pseudointerrupta**)

สถานีสำรวจที่ 2 พบพรรณไม้น้ำ 9 ชนิด แบ่งเป็น พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ บัวบา (**Nymphoides indica**) บัวสาย (**Nymphaea lotus**) กกลอยแพ (**Cyperus cephalotes**) และเอื้องเผ็ดม้า (**Polygonum tomentosum**) พืชลอยน้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ผักตบชวา (**Eichhornia crassipes**) และผักบุ้ง (**Lpomoea aquatica**) พืชชายน้ำ จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ หญ้าไซ (**Leersia hexandra**) หญ้าใบคม (**Cyperus compactus**) และหญ้าปล้อง (**Hymemachne pseudointerr**)

สถานีสำรวจที่ 3 พบพรรณไม้น้ำ 10 ชนิด แบ่งเป็นพืช พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ บัวสาย (**Nymphaea lotus**) และกกลอยแพ (**Cyperus cephalotes**) พืชลอยน้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ผักตบชวา (**Eichhornia crassipes**) และแพงพวยน้ำ (**Ludwigia adscendens**) พืชชายน้ำจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ กกทราย (**Cyperus iria**) กระเม็ง (**Eclipta prostrate**)

ผักแว่น (**Marsilea crenata**) หญ้าขน (**Brachiaria mutica**) หญ้าคา (**Imperata cylindrica**) และหญ้าไซ (**Leersia hexandra**)

สถานีสำรวจที่ 4 พบพรรณไม้น้ำ 13 ชนิด แบ่งเป็น พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ บัวบา (**Nymphoides indica**) บัวสาย (**Nymphaea lotus**) ผักคางไก่ (**Sagittalia guayanensis**) เอื้องเผ็ดม้า (**Polygonum tomentosum**) ผักคางไก่ (**Sagittalia guayanensis**) และกกลอยแพ (**Cyperus cephalotes**) พืชลอยน้ำ (Floating plants) จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ กระเฉดน้ำ (**Neptunia oleracea**) ผักตบชวา (**Eichhornia crassipes**) ผักปุ้ง (**Lpomoea aquatic**) และแพงพวยน้ำ (**Ludwigia adscendens**) และพืชชายน้ำจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ กกทราย (**Cyperus iria**) กระเม็ง (**Eclipta prostrate**) และหญ้าไซ (**Leersia hexandra**)

สถานีสำรวจที่ 5 พบพรรณไม้น้ำ 6 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายหางกระรอก (**Hydrilla verticillata**) พืชลอยน้ำจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ผักตบชวา (**Eichhornia crassipes**) แพงพวยน้ำ (**Ludwigia adscendens**) และผักปุ้ง (**Lpomoea aquatica**) และพืชชายน้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ผักแว่น (**Marsilea crenata**) และหญ้าไซ (**Leersia hexandra**)

สถานีสำรวจที่ 6 พบพรรณไม้น้ำ 9 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายหางกระรอก (**Hydrilla verticillata**) และสาหร่ายข้าวเหนียว (**Utricularia aurea**) พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ กก (**Actinoscirpus grossus**) และบัวบา (**Nymphoides indica**) พืชลอยน้ำจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ผักตบชวา (**Eichhornia crassipes**) แพงพวยน้ำ (**Ludwigia adscendens**) และผักปุ้ง (**Lpomoea aquatica**) และพืชชายน้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ กระเม็ง (**Eclipta prostrate**) และผักแว่น (**Marsilea crenata**)

สถานีสำรวจที่ 7 พบพรรณไม้น้ำ 9 ชนิด แบ่งเป็น พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ หญ้าแฝก (**Fimbristylis dichotoma**) เอื้องเผ็ดม้า (**Polygonum tomentosum**) และกกลอยแพ (**Cyperus cephalotes**) พืชลอยน้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ แพงพวยน้ำ (**Ludwigia adscendens**) และผักปุ้ง (**Lpomoea aquatica**) และพืชชายน้ำจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ กกทราย (**Cyperus iria**) กระเม็ง (**Eclipta prostrate**) ไมยราบ (**Mimosa hexandra**) และหญ้าไซ (**Leersia hexandra**)

การแพร่กระจาย (Distribution) ของพรรณไม้น้ำที่พบในในแต่ละฤดูกาลที่สำรวจ

ฤดูแล้ง (ธันวาคม –กุมภาพันธ์) พบพรรณไม้น้ำ 15 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายหางกระรอก (**Hydrilla verticillata**) พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ บัวสาย (**Nymphaea lotus**) บัวหลวง (**Nelumbo nucifera**) กกลอยแพ (**Cyperus cephabtes**) หญ้าแฝก (**Fimbristylis dichotoma**) และเอื้องเผ็ดม้า (**Polygonum tomentosum**) พืชลอยน้ำ (Floating plants) จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ผักตบชวา (**Eichhornia crassipes**) แพงพวยน้ำ (**Ludwigia adscendens**) และกระเฉดน้ำ (**Neptunia oleracea**) และพืชชายน้ำจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ หญ้าไซ (**Leersia hexandra**) กกทราย (**Cyperus iria**) กระเม็ง (**Eclipta prostrate**) ไมยราบเล็ก (**Mimosa hexandra**) ผักแว่น (**Marsilea crenata** หญ้าคา (**Imperata cylindrica**)

ฤดูปรับเปลี่ยนที่ 1 (มีนาคม-พฤษภาคม) พบพรรณไม้น้ำ 11 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำ จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายหางกระรอก (**Hydrilla verticillata**) และสาหร่ายข้าวเหนียว (**Utricularia aurea**) พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ บัวสาย (**Nymphaea lotus**) กก (**Actinoscirpus grossus**) บัวบา (**Nymphoides indica**) และเอื้องเผ็ดม้า (**Polygonum tomentosum**) พืชลอยน้ำจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ผักตบชวา (**Eichhornia crassipes**) แพงพวยน้ำ (**Ludwigia adscendens**) และผักปุ้ง (**Lpomoea aquatica**) และพืชชายน้ำจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าไซ (**Leersia hexandra**) กระเม็ง (**Eclipta prostrate**)

ฤดูฝน (มิถุนายน-สิงหาคม) พบพรรณไม้น้ำ 12 ชนิด แบ่งเป็น พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ บัวสาย (**Nymphaea lotus**) บัวบา (**Nymphoides indica**) และผักคางไก่ (**Sagittalia guayanensis**) พืชลอยน้ำจำนวน 3 ชนิด ได้แก่

ผักตบชวา (**Eichhornia crassipes**) แพงพวยน้ำ (**Ludwigia adscendens**) และผักบุ้ง (**Lpomoea aquatica**) และพืชชายน้ำจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ หญ้าไซ (**Leersia hexandra**) กระเม็ง (**Eclipta prostrate**) ผักแว่น (**Marsilea crenata**) หญ้าใบคม (**Cyperus compactus**) หญ้าขน (**Brachiaria mutica**) และหญ้าปล้อง (**Hymemachne pseudointerr**)

ฤดูปรับเปลี่ยนที่ 2 (กันยายน –พฤศจิกายน) พบพรรณไม้น้ำ 14 ชนิด แบ่งเป็น พืชใต้น้ำจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ สาหร่ายหางกระรอก (**Hydrilla verticillata**) พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ บัวบา (**Nymphaea lotus**) บัวสาย (**Nymphaea lotus**) กกลอยแพ (**Cyperus cephabtes**) เอื้องเผ็ดม้า (**Polygonum tomentosum**) และผักคางไก่ (**Sagittalia guayanensis**) พืชลอยน้ำจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ผักตบชวา (**Eichhornia crassipes**)กระเฉดน้ำ (**Neptunia oleracea**) และแพงพวยน้ำ (**Ludwigia adscendens**) และพืชชายน้ำจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ กระเม็ง (**Eclipta prostrate**) ผักแว่น (**Marsilea crenata**) หญ้าไซ (**Leersia hexandra**) กกทราย (**Cyperus iria**) และหญ้าคา (**Imperata cylindrica**)

ตารางที่ 1 พรรณไม้น้ำที่พบในพื้นที่ชุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยตลาด (+ พบ, - ไม่พบ)

ลำดับที่	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อทั่วไป	เขตอาศัย	ฤดูกาล				สถานี						
				DRY	T	WE	T	ST	S	S	S	S	S	ST
1	**Actinoscirpus**	กก	E	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
2	**Brachiaria mutica**	หญ้าขน	M	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
3	**cyperus cephalotes**	กกลอยแพ	E	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+
4	**Cyperus compactus**	หญ้าใบคม	M	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
5	**Cyperus iria**	กกทราย	M	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	+
6	**Eclipta prostrate**	กระเม็ง	M	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+
7	**Eichhornia crassipes**	ผักตบชวา	F	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
8	**Fimbristylis**	หญ้าแฝก	E	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
9	**Hymemachne**	หญ้าปล้อง	M	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-
10	**Hydrilla verticillata**	สาหร่ายหาง	S	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-
11	**Imperata cylindrica**	หญ้าคา	M	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
12	**Lpomoea aquatica**	ผักบุ้ง	F	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+
13	**Leersia hexandra**	หญ้าไซ	M	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+
14	**Ludwigia adscendens**	แพงพวยน้ำ	F	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
15	**Marsilea crenata**	ผักแว่น	M	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-
16	**Mimosa prostata**	ไมยราบเล็ก	M	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
17	**Nelumbo nucifera**	บัวหลวง	E	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
18	**Neptunia oleracea**	กระเฉดน้ำ	F	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-
19	**Nymphoides indica**	บัวบา	E	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-
20	**Nymphaea lotus**	บัวสาย	E	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
21	**Polygonum**	เอื้องเผ็ดม้า	E	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+
22	**Sagittalia**	ผักคางไก่	E	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-
23	**Utricularia aurea**	สาหร่ายข้าว	S	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	รวม			15	11	12	14	8	9	10	13	6	9	9

หมายเหตุ E = พืชโผล่เหนือน้ำ (Emerged plants)

F = พืชลอยน้ำ (Floating plants)

M = พืชชายน้ำ (Marginal plants)

S = พืชใต้น้ำ (Submerged plants)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของพรรณไม้น้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำลำปลายมาศ

1. พบชนิดของพรรณไม้น้ำ 23 ชนิด แบ่งเป็น พืชชายน้ำจำนวน 9 ชนิด พืชลอยน้ำจำนวน 4 ชนิด พืชโผล่เหนือน้ำจำนวน 8 ชนิด และพืชใต้น้ำจำนวน 2 ชนิด

2.ในมิติของฤดูกาลจะพบชนิดของพรรณไม้น้ำสูงสุดในช่วงฤดูแล้งโดยพบพรรณไม้น้ำ 15 ชนิด รองลงมาเป็นช่วงฤดูปรับเปลี่ยน2 พบพรรณไม้น้ำ 14 ชนิด ฤดูฝนพบพรรณไม้น้ำ 12 ชนิด และช่วงฤดูปรับเปลี่ยน1 พบพรรณไม้น้ำน้อยที่สุดจำนวน 11 ชนิด ส่วนพรรณไม้น้ำที่พบทุกฤดูกาลมี 5 ชนิด ได้แก่ กระเม็ง ผักตบชวา หญ้าไซ แพงพวยน้ำ และบัวสาย

3.ในมิติของพื้นที่พบชนิดของพรรณไม้น้ำมากที่สุดใน สถานีสำรวจที่ 4 พบจำนวน 13 ชนิด รองลงมาสถานีสำรวจที่ 3 พบจำนวน 10 ชนิด ส่วนสถานีสำรวจที่ 5 พบพรรณไม้น้ำน้อยที่สุดจำนวน 6 ชนิด

4. เพื่อเป็นแนวทางในการบริหารจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรประมงในพื้นที่ชุ่มน้ำอ่างเก็บน้ำห้วยตลาด โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ สถานีสำรวจที่ 4 ควรอนุรักษ์ไว้เป็นที่รักษาพืชพันธุ์เพื่อเป็นพื้นที่ให้สัตว์น้ำได้ไปอาศัยโดยไม่มีการรบกวนจากการทำการประมง และสามารถเป็นแหล่งขยายพันธุ์สัตว์น้ำเพื่อความยั่งยืนของการทำการประมงในอ่างเก็บน้ำแห่งนี้สืบไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ 2555-2556 ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2538. พรรณไม้น้ำในประเทศไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร, กรุงเทพฯ. 154 น.

ช่อทิพย์ อาธารมาศ. 2531. พรรณไม้น้ำของไทย. ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา. 221 น.

พงศ์เชฏฐ พิชิตกุล. 2554. พรรณไม้น้ำในจังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา และสตูล. ในเรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: สาขาประมง, 1-4 กุมภาพันธ์ 2554, กรุงเทพฯ. 140-149.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์, สุเกน บุญไพโรจน์ และประสิทธิ์ ประสาทพรชัย. 2535. ชนิดปริมาณ การแพร่กระจายพรรณไม้น้ำและสัตว์ที่เกาะอาศัยตามพรรณไม้น้ำในหนองหาร จังหวัดสกลนคร. เอกสารวิชาการฉบับที่ 73 สถาบันวิจัยประมงน้ำจืดกรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 99 น.

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2530. พรรณไม้น้ำ. ภาควิชาพฤกษศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ. 233 น.

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2542. พรรณไม้น้ำในประเทศไทย. อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนดพ์ บัลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ. 312 น.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2542. ทะเบียนพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติและระดับชาติของประเทศไทย. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. 412 น.

American Public Health Association, American Water Work Association, and Water Environment Federation. 2005. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. APHA, Washington, D.C.

การใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบมะรุมในอาหารไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบกึ่งปล่อย

The The Uses of Broken Riceberry and Moringa Leaf Meal in Semi-Free Range Layer Diets.

ณิฐิมา เฉลิมแสน[1*] จินดารักษ์ ไทรอินทรีย์[1] วรรณรัตน์ จันตระกูล[1] ศศิราธรณ์ ทองคำ[1] กฤษฎา อุลิต[1] และ ธัญรัตน์ จารี[1]

Nitima Chalermsan[1*] Jindarat Chaiinsee[1] Wannarat Jantrakul[1] Sasiratron Tongkum[1] Krisada Urit[1]and Tanyarat Jaree[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ ปลายข้าวไรซ์เบอรี่ และใบมะรุม ในอาหารไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบกึ่งปล่อยต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ คุณภาพไข่ และจำนวนจุลินทรีย์ในมูลไก่ ใช้แผนการทดลองแบบ 2x2 Factorial in CRD โดย Factor A คือ รูปแบบของโรงเรือนที่เลี้ยงไก่แบบกึ่งปล่อย ได้แก่ โรงเรือนมีแสงแดดส่องถึงและโรงเรือนมีร่มเงา Factor B คือ อาหารทดลอง ได้แก่ อาหารไก่ไข่ที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักไม่ผสมใบมะรุม และผสมใบมะรุม 6 เปอร์เซ็นต์ แบ่งคอกทดลองโรงเรือนละ 4 คอก แต่ละคอกเลี้ยงไก่ไข่พันธุ์อีซ่าบราวน์ (อายุ 40 สัปดาห์) 23 ตัว รวม 184 ตัว สุ่มไก่ให้ได้รับอาหารทดลอง 2 สูตร ๆ ละ 4 คอก เก็บข้อมูลด้านสมรรถภาพการผลิตไข่ และคุณภาพไข่ 2 ช่วง ๆ ละ 28 วัน ช่วงท้ายของการทดลองสุ่มเก็บมูลไก่มาเพาะเชื้อ และตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์รวม โคลิฟอร์ม ซัลโมเนลลา และจุลินทรีย์กรดแลคติก และสุ่มไข่ไก่แต่ละคอกส่งตรวจหาปริมาณคอเลสเตอรอล และเบต้า-แคโรทีน ผลการทดลองปรากฏว่า การใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักร่วมกับผสมใบมะรุมในอาหารไก่ไข่ 6 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เปอร์เซ็นต์การผลิตไข่ต่ำกว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม และต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัมด้อยกว่าอาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักแต่ไม่ผสมใบมะรุม ($P<0.05$) ส่วนปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักไข่ ความสูงไข่ขาว ค่า Haugh unit ความหนาเปลือกไข่ จำนวนจุลินทรีย์รวม โคลิฟอร์ม ซัลโมเนลลา และจำนวนจุลินทรีย์กรดแลคติกในมูลไก่ รวมทั้งปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามการใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักร่วมกับผสมใบมะรุมในอาหารทำให้ไข่มีค่าสีของไข่แดงและปริมาณเบต้า-แคโรทีนในไข่แดงสูงขึ้น ส่วนโรงเรือนที่มีร่มเงาส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ดีกว่าที่มีแสงแดดส่องทั่วถึง ทั้งนี้โรงเรือนทั้ง 2 รูปแบบไม่มีอิทธิพลต่อคุณภาพไข่ และจำนวนจุลินทรีย์ในมูลไก่

คำสำคัญ : ไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบกึ่งปล่อย, ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่, ใบมะรุม

---

[1] สาขาสัตวศาสตร์และประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก เลขที่ 52 หมู่ 7 ตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

[1] Department of Animal scienceand Fishery, Faculty of Sciences and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Phitsanulok Campus, 52 Moo. 7 Tambon Ban Krang, Mueang Phitsanulok District, Phitsanulok Province 65000

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): nokgapood@gmail.com

ABSTRACT

The aim of this research was to study the effect of using riceberry broken rice and moringa leaf meal in semi-free range layer diets. 2x2 Factorial in completely randomized block design was used in this experiment. Factor A was House model (sunshine and shade) , factor B was experimental diets (diet 1 ,control diet which was used riceberry broken rice as energy source and was not mixed with moringa leaf meal, diet 2 which was used riceberry broken rice as energy source and mixed with 6 % of moringa leaf meal). One hundred eighty four Laying hens (Isa Brown breed, 40 weeks of age) were divided into 8 groups (houses) 23 birds in each house. The laying hens in each house were randomly assigned to 4 treatments combination. All birds were placed in separate pen where feed and water were provided ad libitum. There were 2 periods (28 days per period) to collect data of egg production and egg quality. In the last period, the feces of each group were random collected to determine number of microorganism (total plate count, coliform, salmonella and lactic acid bacteria), in addition, egg of each group were random collected for cholesterol and β-carotene in egg yolk analysis. The results showed that, egg production percentage, feed conversion ratio per 1 kilogram of egg weight, feed cost per 1 kilogram of egg weight of the laying hens fed with diet2 was poorer than diet1. However, there were no statistical difference between 2 diet groups of daily feed intakes. In addition, there were no statistical difference among 2 groups of 2 factors on egg quality (egg weight, albumen height, haugh unit, eggshell thickness and cholesterol) and the number of total plate count, coliform salmonella and lactic acid bacteria in feces ($P>0.05$). However, the egg yolk' color and β-carotene in egg yolk of the group that fed with diet2 was the higher than diet1 ($P<0.01$, $P<0.05$ respectively). Besides, productive performance of layers, which were reared in shade house were higher than sunshine house. However, there were no influence of house model on the number of microorganism in feces and egg quality.

Keyword: semi-free range layer, riceberry broken rice, moringa leaf meal

บทนำ

ปัจจุบันมีแนวโน้มผู้บริโภคทั่วโลกให้ความสำคัญกับการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ที่มาจากกการเลี้ยง ด้วยการคำนึงถึงสวัสดิภาพสัตว์ (Animal welfare) โดยเฉพาะการเลี้ยงตามวิถีธรรมชาติเพราะทัศนคติของผู้บริโภค คือมนุษย์นำสัตว์มาเลี้ยงเป็นอาหารจำเป็นต้องปฏิบัติต่อสัตว์อย่างมีมนุษยธรรม มีความเมตตาต่อสัตว์โดยเฉพาะไข่ไก่ที่บริโภคกันแทบทุกคน ซึ่งในปัจจุบันมาจากการเลี้ยงไก่ไข่ในกรงลวดแคบๆ ที่ให้ไก่ยืนตลอดเวลาไม่สามารถเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ หรือไม่สามารถแสดงพฤติกรรมทางธรรมชาติได้เช่น การคลุกฝุ่น การคุ้ยเขี่ย การไซร้ปีกและการไข่ในรัง เป็นต้น ประกอบกับการเลี้ยงไก่ไข่เชิงอุตสาหกรรมจะมีการเร่งให้ไก่ผลิตไข่ ทำให้ใช้แคลเซียมจากกระดูกมากกว่าปกติรวมทั้งไก่ไม่ได้ออกกำลังกาย ทำให้ไก่ป่วยเกิดภาวการณ์ขาดแคลเซียม อาทิ เท้าและเล็บผิดปกติ ข้อเข่า ข้อขาผิดรูป ดำเนินชีวิตด้วยความทรมาน มีผลต่อการให้ไข่ทั้งปริมาณและคุณภาพของไข่ ดังนั้น หลายประเทศที่พัฒนาแล้วจึงให้ความสำคัญด้านสวัสดิภาพของไก่โดยเลือกซื้อไข่ไก่ที่ได้จากการเลี้ยงไก่แบบปล่อย

การเลี้ยงไก่แบบปล่อยเป็นระบบการเลี้ยงไก่ที่ปล่อยให้ไก่ได้ออกมาภายนอกกรงหรือโรงเรือนได้อย่างอิสระ เพื่อให้ไก่สามารถแสดงพฤติกรรมได้ตามธรรมชาติมีผลทำให้ไก่มีสุขภาพแข็งแรง จึงไม่มีความจำเป็นที่ต้องใช้ยาป้องกันและรักษาโรค ส่งผลต่อการลดต้นทุนในการเลี้ยงให้กับเกษตรกรและเพิ่มรายได้ด้วยไข่ไก่ปลอดภัยซึ่งจะมีราคาที่สูงกว่าไข่ไก่ปกติและที่สำคัญคือดีต่อสุขภาพทั้งผู้เลี้ยงและผู้บริโภคด้วย นอกจากการเลี้ยงไก่แบบปล่อย ที่คำนึงถึงสวัสดิภาพสัตว์แล้วในการให้อาหารไก่ไข่ที่ใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติที่มีในท้องถิ่นเป็นอีกทางหนึ่งของการเลี้ยงไก่ไข่เพื่อผลิตไข่แบบปลอดภัยและยังเป็นการลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ได้อีกด้วย (จินตนา, 2553)

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ เป็นข้าวที่ได้รับคัดเลือกและพัฒนาจากข้าวหอมนิลกับข้าวขาวหอมมะลิ 105 ได้รับการปรับปรุงพันธุ์จากสถาบันวิจัยข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ลักษณะเมล็ดเป็นรูปร่างเรียวยาว มีสีม่วงดำ (ชื่นจิต, 2558) กำลังได้รับความนิยมในบรรดาคนรักสุขภาพ เหมาะกับคนทุกวัย โดยผู้สูงวัยควรรับประทานเพราะช่วยบำรุงร่างกาย เสริมสร้างประสิทธิภาพการไหลเวียนของโลหิต ชะลอความแก่ บำรุงสายตาและระบบประสาท ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็ง ทางการแพทย์ยังนำไปทำผลิตภัณฑ์อาหารโภชนบำบัดอีกด้วย ซึ่งคุณสมบัติเด่นของข้าวไรซ์เบอร์รี่ คือมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แกมมาโอไรซานอล วิตามินอี แทนนิน โอเมก้า 3 และโฟเลตสูง อีกทั้งยังมีดัชนีน้ำตาลต่ำ-ปานกลาง ดังนั้นข้าวไรซ์เบอร์รี่จึงจัดเป็นทางเลือกใหม่เพื่อสุขภาพที่ดีของทุกคนในระยะยาว (กองบรรณาธิการการเกษตร, 2557)

มะรุม ถือเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และเป็นสมุนไพรที่สามารถรักษาโรคต่าง ๆ ได้มากมาย ในใบมะรุมมีโปรตีนสูงถึง 23.2–29.0 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง (ณิฐิมา และคณะ, 2557) ซึ่งมะรุมอุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุหลายชนิด มีวิตามินเอ ซี แคลเซียม ฟอสฟอรัสและธาตุเหล็กในปริมาณที่สูงมาก (นิดดา และคณะ, 2548) นอกจากนี้ใบมะรุมยังมีสารแคโรทีนอยด์ คือเบต้า-แคโรทีน ซึ่งเป็นโปรวิตามินเอ และสารแซนโทรฟิวส์ซึ่งเป็นสารให้สีเหลืองในระดับสูง (พนิสนันท์ และคณะ, 2559; Zanu **et al**., 2012) ดังนั้นใบมะรุมจึงเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีศักยภาพทั้งการเป็นแหล่งของโปรตีน วิตามิน และสารสี รวมทั้ง สารต้านอนุมูลอิสระ และต้านจุลินทรีย์ ทดแทนวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งของโปรตีน และสารเคมีเสริมอาหาร ซึ่งมีราคาแพง ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และมีปัญหาเรื่องการตกค้างในผลิตภัณฑ์สัตว์ ซึ่งมีงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการใช้ใบมะรุมในสูตรอาหารไก่ไข่ทำให้สีไข่แดงเพิ่มขึ้น (ภุชงค์ และไพโชค. 2558; ณิฐิมา และคณะ, 2558) เช่นเดียวกันกับในอาหารนกระทาไข่ (ณิฐิมา และคณะ, 2559; 2560)

ในปัจจุบัน ประเทศไทยมีการปลูกข้าวไรซ์เบอร์รี่ ซึ่งเป็นข้าวสุขภาพที่มีการปลูกแบบไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชจำนวนมาก จึงทำให้มีผลพลอยได้จากการสีข้าวไรซ์เบอร์รี่ คือปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ มากขึ้นด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ มะรุมซึ่งเป็นพืชที่มีการปลูกโดยทั่วไป และในส่วนของใบ มีโปรตีนสูง และมีสารสีแซนโทรฟิวส์ และเบต้า แคโรทีนในระดับสูง

ด้วย วัตถุดิบจากธรรมชาติทั้ง 2 ชนิดนี้จึงน่าจะนำมาใช้ในการเลี้ยงไก่ไข่แบบปลอดภัยที่มีการเลี้ยงแบบปล่อย และกึ่งปล่อยได้เป็นอย่างดี ซึ่งจะสอดคล้องกับการผลิตปศุสัตว์อินทรีย์ สำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ในอนาคต ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักร่วมกับใบมะรุมในอาหารไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบกึ่งปล่อยที่มีรูปแบบโรงเรือนแตกต่างกันต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และจำนวนจุลินทรีย์ในมูลไก่ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการผลิตไข่ไก่ปลอดภัยต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัสดุทดลอง

1.1. สัตว์ทดลอง ไก่ไข่พันธุ์อีซ่าบราวน์ อายุประมาณ 40 สัปดาห์ จำนวน 184 ตัว

1.2. วัตถุดิบอาหารทดลอง ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ได้จากการสีข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่มีการปลูกแบบไม่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช) ใบมะรุมตากแห้งบด และวัตถุดิบอาหารสัตว์อื่นๆเช่น ข้าวโพด รำละเอียด กากถั่วเหลือง ปลาป่น ไดแคลเซียมฟอสเฟต เปลือกหอยป่น เกลือ และพรีมิกซ์ เป็นต้น

1.3. โรงเรือนทดลอง เป็นโรงเรือนเปิดแบบกึ่งปล่อย โดยมีหลังคา และมีพื้นที่ปล่อยโล่งแต่กั้นตาข่ายเพื่อให้ไก่ได้มีโอกาสเดินคุ้ยเขี่ยดินได้ ทั้งนี้แบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือแบบที่มีแสงแดดส่องถึง กับแบบที่มีร่มเงา

2. แผนการทดลอง

ใช้แผนการทดลองแบบ 2x2 Factorial in CRD ดังนี้

Factor A คือ รูปแบบของโรงเรือน ประกอบด้วย 2 รูปแบบ

a1 โรงเรือนมีแสงแดดส่องถึง

a2 โรงเรือนมีร่มเงา (แสงแดดส่องถึงได้น้อย)

Factor B คือ อาหารทดลอง ประกอบด้วย 2 สูตร

b1 อาหารไก่ไข่ที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักไม่ผสมใบมะรุม

b2 อาหารไก่ไข่ที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักผสมใบมะรุมแห้งบด 6 เปอร์เซ็นต์

แบ่งคอกทดลองเป็น 8 คอก ๆ ละ 23 ตัว รวม 184 ตัว สุ่มไก่ให้ได้รับอาหารทดลอง 2 สูตร ๆ ละ 4 คอก โดยมีผังการทดลองดังนี้

คอกที่ 5 $a_2b_1r_1$	คอกที่ 6 $a_2b_2r_1$	คอกที่ 7 $a_2b_1r_2$	คอกที่ 8 $a_2b_2r_2$
คอกที่ 4 $a_1b_2r_2$	คอกที่ 3 $a_1b_2r_1$	คอกที่ 2 $a_1b_1r_2$	คอกที่ 1 $a_1b_1r_1$

อาหารทดลองทุกสูตรได้คำนวณให้มีโภชนะ ได้แก่ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ แคลเซียม ฟอสฟอรัส กรดอะมิโนที่จำเป็น เช่น ไลซีน และเมทไธโอนีน ตรงตามความต้องการของไก่ไข่ที่แนะนำโดย NRC (1994) ทั้งนี้สูตรอาหารไก่ไข่ทดลองแต่ละสูตรแสดงในตารางที่ 1 ไก่ไข่ทุกคอกจะได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ (ad libitum) โดยให้วันละ 2 มื้อ (เช้าและบ่าย)

3. การบันทึกข้อมูล

เลี้ยงไก่ไข่ทดลองเป็นเวลา 2 ช่วงๆละ 28 วัน การบันทึกผลการทดลองจะทำเป็นช่วงๆ โดยแบ่งเป็น 4 ช่วง (period) ช่วงละ 28 วัน คือช่วงที่ไก่ไข่อายุ 40-43 และ 44-47 สัปดาห์ ในแต่ละช่วงมีการเก็บข้อมูลปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่แต่ละวัน และอัตราการตายของไก่ไข่ ทุก 3 วันสุดท้ายของแต่ละช่วง สุ่มไข่ไก่ของแต่ละซ้ำๆละ 4 ฟอง นำมาตรวจวัดคุณภาพไข่ไก่ ได้แก่ น้ำหนักไข่ ความสูงไข่ขาว ค่า Haugh unit ด้วยเครื่องตรวจสอบคุณภาพไข่อัตโนมัติ ของบริษัท technical services and supplied (TSS) ประเทศอังกฤษ วัดความหนาของเปลือกไข่ ด้วยเครื่องวัดความหนาเปลือกไข่แบบอัตโนมัติ ยี่ห้อ Mitutoyo ประเทศญี่ปุ่น และวัดสีของไข่แดงโดยใช้พัดสีของบริษัท Roche ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ในช่วงสุดท้ายของการทดลองสุ่มไข่ไก่ซ้ำละ 5 ฟองส่งตรวจปริมาณโคเลสเตอรอล และ สารเบต้าแคโรทีนในไข่แดง ที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง ประเทศไทย จำกัด สาขาเชียงใหม่

นอกจากนี้ในช่วงท้ายของการทดลองสุ่มเก็บมูลไก่ไข่ในแต่ละกลุ่มมาศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวม (Total plate count) จุลินทรีย์ที่ก่อโรค ได้แก่ จุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์ม (coliform) หรือ อี โคไล **(E. Coli)** และ ซัลโมเนลลา (salmonella) และจุลินทรีย์ ที่เป็นประโยชน์ ได้แก่จุลินทรีย์ในกลุ่ม lactic acid bacteria ตามคำแนะนำของ Downes and Ito (2001) โดยในการเก็บมูลจะเก็บจากก้นไก่หลังจากให้อาหารทดลองในช่วงเช้า

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

คำนวณสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การผลิตไข่ (hen day production และ hen house production) ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม อัตราการรอดชีวิต และ ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม แล้วนำข้อมูลด้านสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) สำหรับจำนวนจุลินทรีย์ ทำการแปลงข้อมูลเป็นค่า log แล้ววิเคราะห์ความแปรปรวน จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS Institute Incorporated, 1990)

ตารางที่ 1 สูตรอาหารไก่ไข่ทดลอง

วัตถุดิบอาหาร (กก.)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่	58.53	54.30
รำละเอียด	10.00	10.00
กากถั่วเหลือง	16.92	14.59
ปลาป่น	4.00	4.00
ใบมะรุม	0.00	6.00
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	0.10	0.10
เปลือกหอยป่น	8.68	8.36
เมทไธโอนีน	0.15	0.15
น้ำมัน	0.87	1.75
เกลือ	0.50	0.50
พรีมิกซ์	0.25	0.25
รวม (กก.)	100.00	100.00
โภชนะที่ได้จากการคำนวณ		
โปรตีน (%)	16.00	16.00

พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Kcal/kg)	2,900	2,900
แคลเซียม (%)	3.75	3.75
ฟอสฟอรัส (%)	0.36	0.36
เยื่อใย (%)	3.62	3.91
ไลซีน (%)	1.03	1.19
เมทไธโอนีน (%)	0.64	0.61
ทริปโตเฟน (%)	0.31	0.31
ทรีโอนีน (%)	0.59	0.56
ราคา/กก.	13.18	13.05

หมายเหตุ: ราคาใบมะรุมแห้งกิโลกรัมละ 5 บาท ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ กิโลกรัมละ 11.00 บาท

ผลและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาการใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบมะรุมในอาหารไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบกึ่งปล่อย โดยเปรียบเทียบอาหารไก่ไข่สูตรที่ 1 อาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักไม่ผสมใบมะรุม กับ สูตรที่ 2 คืออาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักผสมใบมะรุมในระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ และเลี้ยงในโรงเรือนทดลองที่ได้รับแสงแดด กับโรงเรือนในร่ม ผลการทดลอง ปรากฏดังนี้

1. สมรรถภาพการผลิต

สมรรถภาพการผลิตเฉลี่ยตลอดการทดลองของไก่ไข่ที่ได้รับอิทธิพลของปัจจัยด้านอาหารทดลอง (Factor B) พบว่าไก่ที่กินอาหารทดลองที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักไม่ผสมใบมะรุม กับ อาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักผสมใบมะรุมในระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ และเลี้ยงในโรงเรือนทดลองที่ได้รับแสงแดด กับโรงเรือนในร่ม แสดงในตารางที่ 2 พบว่าไกไข่ที่ได้รับอาหารทดลองสูตรที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การผลิตไข่สูงกว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัมดีกว่า และต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม ต่ำกว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักผสมใบมะรุมในระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ ($P<0.05$) สำหรับปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน พบว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทั้ง 2 สูตรมีปริมาณการกินอาหารไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 ที่มีการผสมใบมะรุม 6 เปอร์เซ็นต์ มีการกินอาหารน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 ที่ไม่มีการผสมใบมะรุม ต่างจากรายงานของฉิฐิมา และคณะ (2558) ที่ทดลองใช้ใบมะรุมผสมอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0, 2, 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นปริมาณอาหารที่กิน ไก่ที่กินอาหารผสมใบมะรุมมีการกินอาหารน้อยกว่าไก่ที่กินอาหารที่ไม่มีการผสมใบมะรุม อย่างไรก็ตามจากการรายงานของ Kakengi **et el**. (2007) ที่ได้ศึกษาการใช้ใบมะรุมแห้งป่นทดแทนกากเมล็ดทานตะวันที่ระดับ 0, 10, 15, และ 20 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร พบว่าการเสริมใบมะรุมในระดับที่สูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์การให้ไข่ลดลง แต่ทำให้ปริมาณอาหารที่กินเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะไก่ที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุม 20 เปอร์เซ็นต์มีอัตราเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ด้อยที่สุด นอกจากนี้ รายงานของฉิฐิมา และคณะ (2560) ได้กล่าวว่านกกระทาที่ได้รับอาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักผสมใบมะรุม 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์มีการกินอาหารน้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักแต่ไม่ผสมใบมะรุม ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม จึงส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การผลิตไข่ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม และต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัมกรัมต่ำกว่ากลุ่มที่เสริมใบมะรุม

จากผลการทดลองด้านสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบกึ่งปล่อยและกินอาหารผสมปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักร่วมกับการผสมไม่ผสม และผสมใบมะรุมครั้งนี้ สอดคล้องกับรายงานของณิฐิมา และคณะ (2560) ที่พบว่านกกระทาที่ได้รับอาหารผสมปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักโดยไม่มีการผสมใบมะรุมมีแนวโน้มให้ผลผลิตไข่สูงกว่ากลุ่มที่มีการผสมใบมะรุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ซึ่งเป็นปลายข้าวกล้อง ที่เป็นแหล่งของสารอาหารที่สำคัญหลายชนิด ที่ส่งเสริมสุขภาพของสัตว์ให้ดีขึ้น ทำให้กินอาหารได้มากขึ้น และให้ผลดีต่อผลผลิตไข่ ส่วนในเรื่องการผสมใบมะรุมทำให้สมรรถภาพการผลิตโดยรวมต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่มีการผสมใบมะรุมอาจเนื่องมาจาก ใบมะรุมมีเยื่อใยค่อนข้างสูง และมีรสชาติ รวมทั้งกลิ่นไม่ชวนกินทำให้ไก่กินอาหารน้อยลง ส่งผลต่อการให้ผลผลิตไข่ลดลง สำหรับอิทธิพลของรูปแบบโรงเรือน (Factor A) ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ ปรากฏว่าไก่ที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีร่มไม้ มีเปอร์เซ็นต์การผลิตไข่ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม และต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัมกรัมดีกว่าในโรงเรือนที่มีแสงแดดส่องทั่วถึง ($P<0.01$) ซึ่งโรงเรือนที่มีแสงแดดส่องถึงเป็นด้านที่ติดถนน และมีเสียงรบกวนจึงส่งผลต่อการให้ผลผลิตของไก่ อย่างไรก็ตามการกินอาหารของไก่ทั้งสองกลุ่มมีปริมาณไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

ในกรณีของอิทธิพลร่วมระหว่าง รูปแบบโรงเรือน กับ อาหารทดลอง (interaction of Factor A and B) จากตารางที่ 2 พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่าง ลักษณะโรงเรือน กับ อาหารทดลอง ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่โดยส่วนใหญ่ (ยกเว้นปริมาณอาหารที่กิน) ซึ่งปรากฏว่า ไก่ที่เลี้ยงในโรงเรือนในร่ม และได้รับอาหารผสมปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่โดยไม่มีการผสมใบมะรุมมีเปอร์เซ็นต์การผลิตไข่สูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับไก่ที่เลี้ยงในร่มและได้รับอาหารผสมปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมใบมะรุม และไก่ที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีแสงแดด และได้รับอาหารผสมปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่โดยไม่มีการผสมใบมะรุม ($P>0.05$) ส่วนไก่ที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีแสงแดด และได้รับอาหารผสมปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่และมีการผสมใบมะรุมมีเปอร์เซ็นต์การผลิตไข่ต่ำที่สุด ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กก.พบว่าไก่ที่เลี้ยงในร่มและได้รับอาหารผสมปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมใบมะรุมมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กก.ดีที่สุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับไก่ที่เลี้ยงในร่มและได้รับอาหารผสมปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่ผสมใบมะรุม และไก่ที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีแสงแดด และได้รับอาหารผสมปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่ผสมใบมะรุม ($P>0.05$) ส่วนส่วนไก่ที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีแสงแดด และได้รับอาหารผสมปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่และมีการผสมใบมะรุม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กก.ด้อยที่สุด เช่นเดียวกันกับต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม พบว่าไก่ที่เลี้ยงในร่มและได้รับอาหารผสมปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมใบมะรุมมีต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัมต่ำที่สุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับไก่ที่เลี้ยงในร่มและได้รับอาหารผสมปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ไม่ผสมใบมะรุม ($P>0.05$) ส่วนไก่ที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีแสงแดด และได้รับอาหารผสมปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่และมีการผสมใบมะรุม มีต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัมสูงที่สุด ทั้งนี้ไก่ที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีแสงแดด และใช้อาหารผสมปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบมะรุมมีปัญหาเกิดสภาวะโรคอหิวาต์ต้องฉีดยาไก่ทุกตัวในคอก ทำให้ไก่มีการให้ผลผลิตลดลงมากในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ไม่ปรากฏไก่ตายในแต่ละคอกทดลองทำให้อัตราการรอดชีวิตของไก่ไข่ทั้ง 2 กลุ่มเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 สมรรถภาพการผลิตเฉลี่ยตลอดการทดลองของไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบกึ่งปล่อยและได้รับอาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ไม่ผสม และผสมใบมะรุม

โรงเรือน	อาหาร (ปัจจัย B)		เฉลี่ย	P-Value		
(ปัจจัย A)	RB	RB+MG		A	B	AxB
เปอร์เซ็นต์การผลิตไข่ (Hen day and Hen house)				0.008	0.015	0.028
ได้รับแสงแดด	70.03±2.40^{m}	52.56±2.30^{n}	61.30±10.27^{x}			
ในร่ม	73.43±3.68^{m}	71.87±4.42^{m}	72.65±3.44^{w}			
เฉลี่ย	71.73±3.21^{a}	62.22±11.52^{b}				
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)				0.522	0.123	0.941
ได้รับแสงแดด	113.00±7.07	107.00± 4.24	110.00 ±5.89			
ในร่ม	111.00±1.41	104.50± 3.53	107.75±4.35			
เฉลี่ย	112.00±4.32	105.75±3.50				
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กก.				0.002	0.027	0.009
ได้รับแสงแดด	2.85 ±0.09^{s}	3.62±0.20^{r}	3.24±0.46^{w}			
ในร่ม	2.62±0.14^{s}	2.50 ±0.06^{s}	2.56±0.11^{x}			
เฉลี่ย	2.74±0.17^{b}	3.06±0.66^{a}				
ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัมกรัม (บาท)				0.002	0.034	0.009
ได้รับแสงแดด	37.51±1.21^{s}	47.24±2.58^{r}	42.38±1.90^{w}			
ในร่ม	34.43±1.86st	32.56±0.83^{t}	33.50±1.35^{x}			
เฉลี่ย	35.97±1.54^{b}	39.90±1.71^{a}				

หมายเหตุ ^{wx} อักษรกำกับค่าเฉลี่ยแตกต่างกันในปัจจัย Aแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.01)

^{ab} อักษรกำกับค่าเฉลี่ยแตกต่างกันในปัจจัย B แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05)

^{rst} อักษรกำกับค่าเฉลี่ยแตกต่างกันในปัจจัย AxB แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.01)

^{mn} อักษรกำกับค่าเฉลี่ยแตกต่างกันในปัจจัย AxB แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05)

RB = อาหารทดลองที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลัก

RB+MG = อาหารทดลองที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักและเสริมด้วยใบมะรุมแห้งบด

2. คุณภาพไข่

อิทธิพลของปัจจัยด้านอาหารทดลองต่อคุณภาพไข่ พบว่าคุณภาพไข่ ได้แก่ น้ำหนักไข่เฉลี่ย ความสูงไข่ขาว ค่าฮอฟ์ยูนิต และความหนาเปลือกไข่ของไก่ไข่ที่กินอาหารทดลองทั้ง 2 สูตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 3 อย่างไรก็ตามจากตารางที่ 3 กรณีของสีไข่แดง พบว่าไก่ที่ได้รับอาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักและผสมใบมะรุม 6 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนสีไข่แดงสูงกว่าไข่แดงของไก่ที่อาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลัก แต่ไม่ผสมใบมะรุม (P<0.01) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ (Abou-Elezz **et al,** 2011) ได้ศึกษาผลการใช้ใบมะรุมผสมในอาหารไก่ไข่ ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ไก่ ช่วงอายุ 36 สัปดาห์ ทดลองโดยอาหาร 4 สูตร ในระดับ 0 (ควบคุม) , 5 , 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ พบว่า น้ำหนักไข่ไม่มีความแตกแตกต่าง แต่สีของไข่แดงมีสีที่เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงตามการเพิ่มในแต่ละระดับ เช่นเดียวกันกับรายงานของภุชงค์ (2557); ณิฐิมา และคณะ (2558); ภุชงค์ และไพโชค (2558) ที่

กล่าวว่าคะแนนสีของไข่แดงเพิ่มขึ้นตามระดับการเสริมใบมะรุมที่สูงขึ้น ทั้งนี้ รัฐศักดิ์ (2552) ได้รายงานว่าใบมะรุมอุดมไปด้วยสารเบต้า-แคโรทีนซึ่งเป็นสารสีตามธรรมชาติ จึงส่งผลต่อสีของไข่แดงเพิ่มมากขึ้น

การทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ร่วมกับใบมะรุมในอาหารไก่ไข่ทำให้คุณภาพไข่ไก่โดยรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นไก่ไข่ที่ได้รับอาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักและไม่ผสมใบมะรุมมีคะแนนสีของไข่แดงต่ำ แต่เมื่อมีการผสมใบมะรุมทำให้ไข่แดงมีคะแนนสีเพิ่มขึ้น ทั้งนี้แม้ว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ชื่นจิต, 2558) เป็นข้าวกล้องที่มีสีม่วงแดง จากสารแอนโธไซยานินมีธาตุเหล็กและสารต้านอนุมูลอิสระสูง ได้แก่ เบต้า-แคโรทีน แกมมาโอไรซานอล วิตามินอี แทนนิน สังกะสี โอเมก้า 3 และโฟเลต มีใยอาหารที่อยู่ในรำข้าวสูง สารแอนโธไซยานินเป็นรงควัตถุที่ให้สีม่วงแดงมีคุณสมบัติในการละลายน้ำ และในตัวทำละลายที่มีขั้วเช่น แอลกอฮอล์ได้ดี (Karladee **et al**, 2003 อ้างโดย Peawong **et al**, 2011) ดังนั้นจึงไม่สามารถสะสมอยู่ในไข่แดงซึ่งมีส่วนประกอบของไขมันอยู่สูงได้จึงทำให้ไก่ไข่ที่กินอาหารผสมปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่มีคะแนนสีไข่แดงในระดับต่ำ หรือไข่แดงมีสีซีด

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาปริมาณคอเลสเตอรอล และสารเบต้า – แคโรทีน ในไข่แดงของไก่ไข่ทดลองที่กินอาหารทั้ง 2 สูตร จากตารางที่ 4 แม้ว่าปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดงของไก่ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 2 สูตรไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าไข่ของไก่ไข่ที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักและผสมใบมะรุม 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดงลดลง และพบว่าไก่ไข่ที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักและผสมใบมะรุม 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณสารเบต้า – แคโรทีน สูงกว่าในไข่แดงของไก่ที่อาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักแต่ไม่ผสมใบมะรุม ($P<0.05$) สอดคล้องกับรายงานของ ภุชงค์ (2557) กล่าวว่า ใบมะรุมสามารถลดคอเลสเตอรอลในไข่แดงและในเลือดได้ ในทำนองเดียวกันกับรายงานของ พนิสนันท์ (2559) ได้กล่าวว่า ใบมะรุมมีสารแคโรทีนอยด์ คือเบต้า-แคโรทีน ซึ่งเป็นโปรวิตามินเอ และสารแซนโทรฟิวส์ซึ่งเป็นสารให้สีเหลืองในระดับสูง จึงส่งผลให้มีปริมาณสารเบต้า – แคโรทีน ในไข่แดงที่เพิ่มขึ้น

ในกรณีอิทธิพลของรูปแบบโรงเรือนเลี้ยงไก่ พบว่าไก่ที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีแสงแดดส่องถึง และโรงเรือนในร่มให้ไข่ที่มีคุณภาพไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในทำนองเดียวกันไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างลักษณะโรงเรือนเลี้ยงไก่ กับอาหารทดลองต่อคุณภาพไข่โดยรวม

ตารางที่ 3 คุณภาพไข่เฉลี่ยตลอดการทดลองของไก่ที่เลี้ยงแบบกึ่งปล่อยและได้รับอาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ไม่ผสมและผสมใบมะรุม

โรงเรือน	อาหาร (ปัจจัย B)		เฉลี่ย	P-Value		
(ปัจจัย A)	RB	RB+MG		A	B	AxB
น้ำหนักไข่ (ก)				0.432	0.164	0.809
ได้รับแสงแดด	58.21± 1.07	57.05± 0.20	58.15±0.92			
ในร่ม	58.58± 0.24	57.72± 1.25	57.63±0.89			
เฉลี่ย	58.40 ± 0.67	57.39±0.83				
ความสูงไข่ขาว(มม.)				0.778	0.530	0.778
ได้รับแสงแดด	6.23± 0.67	6.49± 0.74	6.36±0.60			
ในร่ม	5.83± 0.30	6.49± 1.59	6.16±1.01			
เฉลี่ย	6.03 ± 0.48	6.49± 1.01				
คะแนนสีไข่แดง				0.605	<0.0001	0.979
ได้รับแสงแดด	1.83 ± 0.02	6.05 ± 0.08	3.94 ± 0.46			

ในร่ม	1.99 ± 0.72	6.19 ± 0.16	4.09 ± 0.51			
เฉลี่ย	1.91 ± 0.43 [z]	6.12 ± 0.54 [y]				
ค่า Haugh unit						
ได้รับแสงแดด	77.69± 5.61	79.63± 4.45	78.66±4.28	0.635	0.558	0.789
ในร่ม	73.30± 5.43	78.38± 12.69	75.84±8.49			
เฉลี่ย	75.50 ± 5.17	79.01± 7.80				
ความหนาของเปลือกไข่ (มม.)				0.901	0.544	0.711
ได้รับแสงแดด	0.57±0.03	0.57±0.03	0.57±0.03			
ในร่ม	0.56±0.03	0.58±0.00	0.57±0.02			
เฉลี่ย	0.56±0.02	0.58±0.02				

หมายเหตุ [yz] อักษรกำกับค่าเฉลี่ยแตกต่างกันในปัจจัย B แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.01)

RB = อาหารทดลองที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอรี่เป็นแหล่งพลังงานหลัก

RB+MG = อาหารทดลองที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอรี่เป็นแหล่งพลังงานหลักและเสริมด้วยใบมะรุมแห้งบด

ปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดงของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักผสมใบมะรุมในระดับ 0 (ควบคุม) และ 6 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางค่าสถิติ (P>0.05) ส่วนคอเลสเตอรอลในไข่แดงของไก่ที่เลี้ยงในโรงเรือนทั้ง 2 รูปแบบ ซึ่งได้แก่โรงเรือนที่มีแสงแดดส่องถึง กับโรงเรือนที่มีร่มเงาไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) และพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างรูปแบบของโรงเรือนกับอาหารทดลอง ต่อคอเลสเตอรอลในไข่แดง แต่มีแนวโน้มว่าไข่ของไก่ไข่ที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักและผสมใบมะรุม 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดงลดลง (ตารางที่ 4)

สำหรับอิทธิพลของปัจจัยด้านอาหารทดลอง ต่อปริมาณสารเบต้า-แคโรทีนในไข่แดง พบว่าไข่แดงของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักผสมใบมะรุมในระดับ 6 เปอร์เซ็นต์มีปริมาณสารเบต้า-แคโรทีนสูงกว่าในไข่แดงของไก่ที่ได้รับอาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักแต่ไม่ผสมใบมะรุม (P<0.05) ดังแสดงในตารางที่ 4 สอดคล้องกับรายงานของ ภุชงค์ (2557) ที่กล่าวว่า ใบมะรุมสามารถลดคอเลสเตอรอลในไข่แดงและในเลือดได้ ในทำนองเดียวกันกับรายงานของ พนิสนันท์ และคณะ (2559) ได้กล่าวว่า ใบมะรุมมีสารแคโรทีนอยด์ คือเบต้า-แคโรทีน ซึ่งเป็นโปรวิตามินเอ และสารแซนโทรฟิวส์ซึ่งเป็นสารให้สีเหลืองในระดับสูง จึงส่งผลให้มีปริมาณสารเบต้า – แคโรทีน ในไข่แดงที่เพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณสารเบต้า- แคโรทีนในไข่แดงของไก่ที่เลี้ยงในโรงเรือนทั้ง 2 รูปแบบ ซึ่งได้แก่ โรงเรือนที่มีแสงแดดส่องถึง กับโรงเรือนที่มีร่มเงาไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) และไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างรูปแบบของโรงเรือนกับอาหารทดลองต่อสารเบต้า-แคโรทีนในไข่แดง

ตารางที่ 4 ปริมาณคอเลสเตอรอล และเบต้า-แคโรทีน ในไข่ของไก่ที่เลี้ยงแบบกึ่งปล่อยและได้รับอาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ไม่ผสมและผสมใบมะรุม

โรงเรือน	อาหาร (ปัจจัย B)		เฉลี่ย	P-Value		
(ปัจจัย A)	RB	RB+MG		A	B	AxB
คอเลสเตอรอล (mg/100 g)				0.291	0.178	0.213
ได้รับแสงแดด	646.92± 20.07	643.79± 20.14	645.36 ± 20.10			
ในร่ม	652.31± 46.92	588.59± 18.55	620.45±32.74			
เฉลี่ย	649.62±33.49	616.19±19.35				
เบต้า-แคโรทีน (µg/100 g)				0.660	0.042	0.409
ได้รับแสงแดด	22.10± 11.13	32.17± 2.86	27.14 ± 6.99			
ในร่ม	15.17± 5.35	34.39± 6.04	24.78± 5.70			
เฉลี่ย	18.64±8.24 [a]	33.28±4.45 [b]				

หมายเหตุ [ab] อักษรกำกับค่าเฉลี่ยแตกต่างกันในปัจจัย B แสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$)

RB = อาหารทดลองที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลัก

RB+MG = อาหารทดลองที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักและเสริมด้วยใบมะรุมแห้งบด

3. จำนวนจุลินทรีย์ในมูล

ผลการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ในมูลของไก่ไข่ทุกกลุ่มแสดงในตารางที่ 5 พบว่าไก่ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 2 สูตร มีจำนวนจุลินทรีย์รวม จุลินทรีย์โคลิฟอร์ม จุลินทรีย์ซัลโมเนลลา และจุลินทรีย์กรดแลคติกในมูลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักผสมใบมะรุมแห้งบด 6 เปอร์เซ็นต์มีจำนวนจุลินทรีย์โคลิฟอร์มในมูลน้อยกว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 ที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักแต่ไม่ผสมใบมะรุมแห้งบด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะใบมะรุมมีสารสำคัญหลายชนิด ได้แก่ สารเบนซิลไทโอไซยาเนตโคไซด์ และเบนซิลกลูโคซิโนเลตที่มีฤทธิ์ต้านจุลชีพได้ (สุธาทิพย์, 2550) และมีรายงานว่าอาหารที่ผสมใบมะรุมทำให้ภูมิคุ้มกันของสัตว์เพิ่มขึ้น และลดจำนวน **E. coli** รวมทั้งเพิ่มจำนวน **Lactobacillus** ในลำไส้เล็กตอนปลายได้อีกด้วย (Yang **et al.**, 2006) นอกจากนี้ Rahman **et al.** (2010) รายงานว่าสารสกัดจากใบมะรุมมีศักยภาพในการควบคุมเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มได้ในระดับสูงใกล้เคียงกับยาปฏิชีวนะเตตร้าซัยคลิน ส่วนจากการศึกษาของวรยุทธ และคณะ (2555) พบว่าสารสกัดจากเมล็ดมะรุมด้วยเอทานอล สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในกลุ่ม **Staphylococcus aureus** ได้ แต่ไม่มีผลต่อเชื้อ **Escherichia coli**, **Bacillus cereus** และเชื้ออื่นๆ ซึ่งการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของณิฐิมาและคณะ (2560) ที่รายงานว่าการใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลัก ทั้งที่ไม่เสริม และเสริมด้วยใบมะรุมในสูตรอาหารนกกระทาไข่ไม่ส่งผลต่อจำนวนจุลินทรีย์รวม จุลินทรีย์โคลิฟอร์ม จุลินทรีย์ซัลโมเนลลา และจุลินทรีย์กรดแลคติกในมูลนกกระทา

ในกรณีของลักษณะของโรงเรือนเลี้ยงไก่ พบว่าไก่ที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีแสงแดดส่องถึง และโรงเรือนในร่มมีจำนวนจุลินทรีย์รวม จุลินทรีย์โคลิฟอร์ม จุลินทรีย์ซัลโมเนลลา และจุลินทรีย์กรดแลคติกในมูลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าไก่ที่เลี้ยงในร่มมีจำนวนจุลินทรีย์โคลิฟอร์มในมูลน้อยกว่าไก่ที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีแสแดดส่องถึง ในทำนองเดียวกันไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างลักษณะโรงเรือนเลี้ยงไก่ กับอาหารทดลอง ต่อจำนวนจุลินทรีย์รวม จุลินทรีย์โคลิฟอร์ม จุลินทรีย์ซัลโมเนลลา และจุลินทรีย์กรดแลคติกในมูลของไก่

ตารางที่ 5 จำนวนจุลินทรีย์ในมูลไก่ที่เลี้ยงแบบกึ่งปล่อยและได้รับอาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ไม่ผสม และผสมใบมะรุม (log of cfu/g)

โรงเรือน	อาหาร (ปัจจัย B)		เฉลี่ย	P-Value		
(ปัจจัย A)	RB	RB+MG		A	B	AxB
total plate count				0.713	0.713	0.599
ได้รับแสงแดด	16.67± 0.75	16.25± 0.05	16.46±0.49			
ในร่ม	16.25± 0.95	16.33± 0.07	16.29±0.56			
เฉลี่ย	16.46± 0.74	16.29±0.07				
coliform				0.081	0.148	0.564
ได้รับแสงแดด	10.74± 0.40	9.60 ± 1.06	10.17±0.93			
ในร่ม	9.35± 0.68	8.81± 0.00	9.08±0.50			
เฉลี่ย	10.05 ±0.92	9.21±0.77				
salmonella				0.646	0.811	0.178
ได้รับแสงแดด	4.97± 0.46	5.64± 0.20	5.31±0.48			
ในร่ม	5.37± 0.37	4.89± 0.78	5.13±0.57			
เฉลี่ย	5.17±0.41	5.26±0.64				

ตารางที่ 5 (ต่อ)

โรงเรือน	อาหาร (ปัจจัย B)		เฉลี่ย	P-Value		
(ปัจจัย A)	RB	RB+MG		A	B	AxB
lactic acid bacteria				0.940	0.833	0.980
ได้รับแสงแดด	13.86± 0.76	13.80± 0.01	13.83±0.44			
ในร่ม	13.89± 0.20	13.82± 0.01	13.85±0.12			
เฉลี่ย	13.87±0.46	13.81±0.01				

หมายเหตุ RB = อาหารทดลองที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลัก

RB+MG = อาหารทดลองที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักและเสริมด้วยใบมะรุมแห้งบด

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่และใบมะรุมในอาหารไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบกึ่งปล่อย สรุปได้ว่า แม้ว่าการใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักร่วมกับผสมใบมะรุมในอาหารไก่ไข่ 6 เปอร์เซ็นต์ ทำให้สมรรถภาพการผลิตไข่โดยรวมต่ำกว่าอาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักแต่ไม่ผสมใบมะรุม และคุณภาพไข่ในด้านน้ำหนักไข่ ความสูงไข่ขาว ค่า Haugh unit และความหนาเปลือกไข่ รวมทั้งจำนวนจุลินทรีย์ในมูลไก่ ได้แก่จุนทรีย์รวม จุลินทรีย์ที่ก่อโรค (โคลิฟอร์ม และซัลโมเนลลา) และจำนวนจุลินทรีย์กรดแลคติกไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การใช้มะรุมในอาหารทำให้ไข่มีค่าสีของไข่แดง และปริมาณสารเบต้า-แคโรทีน สูงขึ้น และมีแนวโน้มทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลในไข่แดง และจำนวนจุลินทรีย์โคลิฟอร์มลดลง

ส่วนลักษณะการเลี้ยงไก่ไข่แบบกึ่งปล่อยที่เลี้ยงในโรงเรือนที่มีร่มเงาจะส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตไข่โดยรวมได้ดีกว่าการเลี้ยงในสภาพที่มีแสงแดดส่องได้ทั่วถึง ทั้งนี้การเลี้ยงไก่ในโรงเรือนที่มีร่มเงาทั้งที่ใช้อาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์

เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักไม่ผสม และผสมใบมะรุมทำให้สมรรถภาพการผลิตไข่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยการใช้อาหารที่ใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักผสมใบมะรุมทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัมต่ำที่สุด อย่างไรก็ตามลักษณะของโรงเรือนทั้ง 2 แบบไม่มีอิทธิพลต่อคุณภาพไข่ และจำนวนจุลินทรีย์ในมูลไก่

ดังนั้นการใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นแหล่งพลังงานหลักผสมใบมะรุมที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ในอาหารไก่ไข่ที่เลี้ยงแบบกึ่งปล่อยโดยใช้รูปแบบของโรงเรือนที่มีร่มเงาจะส่งผลดีต่อการเลี้ยงไก่ไข่แบบกึ่งปล่อย ซึ่งจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการผลิตไข่ไก่ปลอดภัยได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจาก “งบประมาณแผ่นดิน ภายใต้โครงการพัฒนาความเป็นเลิศสู่สวนนวัตกรรม ประจำปี 2559” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ปี 2559 คณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

กองบรรณาธิการการเกษตร. 2557. ไรซ์เบอร์รี่ ข้าวหอมสายพันธุ์ใหม่ พลิกชีวิตชาวนาไทย. สำนักพิมพ์ปัญญาชน, กรุงเทพมหานคร. 160 น.

จินตนา อินทรมงคล. 2553. การเลี้ยงไก่ไข่อินทรีย์แบบปล่อย. ศูนย์ปศุสัตว์อินทรีย์ กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ. 28 น.

ชื่นจิต สีพญา. 2558. ไรซ์เบอร์รี่ ข้าวดีมีประโยชน์. แหล่งที่มา: http://www.sininrice.com/insight.html, 26 กรกฎาคม 2560

ฉิฐิมา เฉลิมแสน, บุญชู นาวานุเคราะห์, ธัญรัตน์ จารี, สมเพชร สุริยวงษ์, สุชาดา พูลเกตุ และ สุธามาศ ผลมา. 2557. การประเมินคุณค่าทางโภชนะของใบมะรุมเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสำหรับไก่กระทง. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร (ฉบับพิเศษ): 42 – 47.

ฉิฐิมา เฉลิมแสน, บุญชู นาวานุเคราะห์, อรรถพล ตันไสว และ ธัญรัตน์ จารี. 2558. การใช้ใบมะรุมในอาหารไก่ไข่, น 275-282. ใน รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6 (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสาขาเกษตรศาสตร์ และอุตสาหกรรมอาหาร). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา, จังหวัดพระนครศรีอยุธยา.

ฉิฐิมา เฉลิมแสน, บุญชู นาวานุเคราะห์, จุฑารักษ์ กิติยานุภาพ, สมยศ หมื่นวัง และสุชาติ มันตาธรรม. 2559. การใช้ใบมะรุมในอาหารนกกระทาไข่. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 8(2): 137 – 146.

ฉิฐิมา เฉลิมแสน, สมศรี ขจิตเพชรจรัส, กรณิศ ขจิตเพชรจรัส และธัญรัตน์ จารี. 2560. การใช้ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่ร่วมกับใบมะรุมในอาหารนกกระทาไข่. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 4(2) ฉบับพิเศษ: 128-129.

นิดดา หงษ์วิวัฒน์, ทวีทอง หงส์วิวัฒน์ และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ. 2548. ผัก 333 ชนิดคุณค่าอาหารและการกิน. บริษัทสำนักพิมพ์แสงแดด จำกัด, กรุงเทพมหานคร. 456 น.

พนิสนันท์ เล็กมาก, กนกพร อยู่สถาน, วิริยวิชญ์ ทรัพย์ประเสริฐ และ สารวย มะลิฉอด. 2559. การเสริมใบมะรุมผงเพื่อลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มคุณภาพไข่ของไก่อายุ 40-52 สัปดาห์, น. 405-410. ใน รายงานการประชุมวิชาการงานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 14 ณ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภุชงค์ วีรดิษฐกิจ. 2557. อิทธิพลของการเสริมใบมะรุมในอาหารต่อการผลิตไข่ คุณภาพไข่คลอเลสเตอรอลในไข่แดงและในเลือด และผลทางโลหิตวิทยาในไก่ไข่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ภุชงค์ วีรดิษฐกิจ และ ไพโชค ปัญจะ. 2558. อิทธิพลของการเสริมใบมะรุมผงในอาหารไก่ไข่ ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 23(2): 293–305.

รัฐศักดิ์ พลสิงห์. 2552. มะรุม พืชมหรรศจรรย์ สมุนไพรครอบจักรวาล. วารสารกสิกร 82(2): 61-68.

วรยุทธ ยอดบุญ, ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์ และ ฆรณี ตุ้ยเต็มวงศ์. 2555. รายงานการวิจัยผลของสารสกัดจากพืชสมุนไพร ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

สุธาทิพย์ ภมรประวัติ. 2550. มะรุม ลดไขมันป้องกันมะเร็ง. แหล่งข้อมูล: http://www.doctor.or.th/node/1245, 2 กรกฎาคม 2553.

Abou-Elezz, F.M.K., Sarmiento-Franco, L., Santos-Ricalde, R. and Solorio-Sanchez, F. 2011. Nutritional effects of dietary inclusion of Leucaena leucocephala and **Moringa oleifera** leaf meal on Rhode Island Red hens' performance, Cub J. Agri Sci. 45: 163- 169

Downes, F.P. and Ito, K. 2001. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, 4th ed. America Public Health Association, Washington D.C.

Kakengi, A. M.V., Kaijage, J.T., Sarwatt, S.V.S., Mutayoba, K., Shem, M.N. and Fujihara, T. 2007. Livestock research rural development. Available Source: http://www.lrrd.org/lrrd 19/8/cont1908. htm, July 4, 2010.

NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry 9th Revised Edition. National Academy Press, Washington, DC.

Peawong, W., P. Ratanapradit, S. Jaturasitha, T. Apichartsrungkoon, D. Karladee and P. Pongpiachan. 2011. Effects of Glutinous Purple Rice (Oryza sativa L.) on Performance, Plasma Cholesterol and Carcass Quality of Growing-Finishing Pigs. Journal of Agriculture. 27(2): 101 – 112.

Rahman, M.M., Rahman, M.M., Akhter, S., Jamal, M.A.H.M., Pandeya, D.R., Haque, M.A., Alam, M.F. and Rahman, A. 2010. Control of coliform bacteria detected from diarrhea associated patients by extracts of **Moringa oleifera**. Nepal Medical College Journal 12(1): 12-19.

SAS Institute Incorporated. 1990. SAS/STAT User's Guide (Vol. 2). SAS Institute Incorporated, Cary, NC.

Yang, R.Y., Chang, L.C., Hsu, J.C., Weng, B.B.C., Palada, M.C., Chadha, M.L. and Levasseur, V. 2006. Nutritional and Functional Properties of Moringa Leaves - From Germplasm, to Plant, to Food, to Health, pp 1-8. **In** Moringa and Other Highly Nutritious Plant Resources: Strategies, Standards and Markets for a Better Impact on Nutrition in Africa. Accra, Ghana.

Zanu, H.K., Asiedu, P., Tampuori, M., Abada, M. and Asante, I. 2012. Possibilities of using moringa (**Moringa_oleifera**) leaf meal as a partial substitute for fishmeal in broiler chickens diets. Online Journal Animal Feed Research 2(1): 70-75.

การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์และภาวะขาดน้ำหลังการออกกำลังกายของโคชน

Electrolyte Depletion and Dehydration in Fighting Bulls After Exercise

วรรษกร ขอพลอยกลาง[1*] เกียรติศักดิ์ มากแก้ว[1] นิรมล ทองเต็ม[1]

Vassakorn Khophloiklang [1*] Kiattisak Makkaew [1] Niramol Thongtem [1]

บทคัดย่อ

อิเล็กโทรไลต์และน้ำที่อยู่ภายในร่างกายมีบทบาทที่สำคัญต่อการธำรงดุล (homeostasis) ให้ร่างกายอยู่ในสภาวะปกติภายใต้การควบคุมของระบบต่างๆในร่างกาย ดังนั้นหากเกิดความผิดปกติส่งผลให้กลไกการควบคุมของเหลวและอิเล็กโทรไลต์จนไม่สามารถรักษาสมดุลของร่างกายได้อาจเป็นสาเหตุของการป่วยและเสียชีวิตตามมา การศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับอิเล็กโทรไลต์และน้ำในร่างกายของโคชนก่อน และหลังการออกกำลังกาย โดยการเจาะเลือดโคชนก่อนและหลังการออกกำลังกาย 30 นาที นำตัวอย่างเลือดตรวจวัดระดับการขาดน้ำ(dehydration) จากค่าเม็ดเลือดแดงอัดแน่น(PCV) และค่าโปรตีนในพลาสม่า และวัดการเปลี่ยนแปลงของอิเล็กโทรไลต์ในซีรั่ม ได้แก่ โซเดียม คลอไรด์ แคลเซียม โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส ภายในเวลา 90 นาทีหลังเก็บตัวอย่าง พบว่าค่าเฉลี่ยของโปรตีนในพลาสม่า ค่าเฉลี่ยของเม็ดเลือดแดงอัดแน่น โซเดียม คลอไรด์ และแคลเซียม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในโคชนก่อนและหลังการออกกำลังกาย ส่วนโพแทสเซียมและฟอสฟอรัส ในโคชนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\mathbf{p} < 0.05$) หลังจากออกกำลังกาย แสดงให้เห็นว่าภายหลังจาการออกกำลังกายของโคชนในระยะเวลา 30 นาทีนั้นไม่พบภาวะขาด (dehydration) แต่พบมีการลดลงของ โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส ซึ่งอาจสัมพันธ์กับการทำงานของกล้ามเนื้อของโคชนในระหว่างการออกกำลังกาย

คำสำคัญ : อิเล็กโทรไลต์, โคชน, การออกกำลังกาย, การสูญเสียน้ำ

ABSTRACT

Homeostasis is the balance between electrolytes and fluid in animal body under the control of body function. Losing of electrolytes or water leads to imbalance of homeostasis and cause animal diseases and/or death. The aim of this study was to evaluate electrolytes and dehydration in fighting bulls before and after exercise. Blood samples were collected 30 minutes before and after bulls exercised and samples were analyzed within 90 minutes in the laboratory after collection. Pack cell volume (PCV) and plasma protein were evaluated for dehydration in animals and sodium, chloride, calcium, potassium and phosphorus were evaluated as electrolyte balance. The results showed that plasma protein, PCV, sodium, chloride, calcium were not significant difference When compared between before and after the exercise. While potassium and phosphorous were significantly decreased after exercise ($\mathbf{p} < 0.05$). In conclusion, dehydration in fighting bulls after exercise 30 minutes is not found, However, exercise for 30 minutes decrease serum potassium and phosphorous concentration which might be related to muscular function in fighting bull after exercise.

Keywords : Electrolyte, Fighting Bull, Exercise, Dehydration

---

[1] คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ศรีวิชัย ตำบล ทุ่งใหญ่ อำเภอ ทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80240

[1] Faculty of Veterinary Science Rajamangala University of Technology Srivijaya, ThungYaiDistrict, NakornSrithammarat 80240, Thailand

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : Bvassakorn@hotmail.com

บทนำ

สังคมภาคใต้เป็นสังคมเกษตรกรรม จึงมีการเลี้ยงสัตว์เพื่อประโยชน์ต่างๆเช่น เป็นอาหาร ไว้ใช้งาน จะเห็นได้ว่าโคเป็นสัตว์เลี้ยงชนิดหนึ่งที่มีบทบาทต่อวัฒนธรรมและวิถีชีวิตของชาวใต้ นอกจากเลี้ยงโคเพื่อใช้ประกอบอาชีพทางด้านเกษตรกรรมแล้ว โคยังเป็นสัตว์เลี้ยงที่นำไปใช้ในการต่อสู้กันจนกลายได้เป็นเอกลักษณ์มีลักษณะเด่นเฉพาะตัวสร้างความประทับใจแก่ผู้พบเห็นคนจึงนิยมดูการต่อสู้ของโคที่เรียกว่า “กีฬาชนโค”(วิเชียร ณ นคร, 2524)
การเลี้ยงโคชนในปัจจุบันนั้นผู้เลี้ยงมีเทคนิคและวิธีการเลี้ยงที่หลากหลายและแตกต่างกันออกไปในแบบฉบับของตนเอง เพื่อให้โคชนของตนนั้นแข็งแกร่งและชนะการแข่งขัน ในการฝึกซ้อมแต่ละครั้งนั้นโคชนจะมีการใช้พละกำลังมหาศาลในการปะทะกับคู่ต่อสู้และจะกินเวลาหลายนาทีทำให้ร่างกายมีการเผาผลาญพลังงาน และนำอิเล็กโทรไลต์ไปใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึมของร่างกายรวมไปถึงการสูญเสียน้ำในระหว่างการฝึกซ้อม หากหลังจากการฝึกซ้อมไม่ได้รับการทดแทนอย่างเหมาะสมอาจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของโคชนโดยตรงและอาจส่งผลต่อผลในการแข่งขันในแต่ละครั้ง ทั้งนี้อิเล็กโทรไลต์ที่อยู่ภายในร่างกาย เช่น โซเดียม คลอไรด์ แคลเซียม โพแทสเซียม และฟอสฟอรัส มีบทบาทที่สาคัญต่อการธำรงดุล (homeostasis) ให้ร่างกายอยู่ในสภาวะปกติ ซึ่งความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์ และปริมาณน้ำในร่างกายจะมีค่าที่เหมาะสม ซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมของระบบต่างๆในร่างกาย ดังนั้นหากเกิดความผิดปกติส่งผลให้กลไกการควบคุมของเหลว และอิเล็กโทรไลต์ไม่สามารถรักษาสมดุลของร่างกายได้ หากมีความรุนแรงอาจเป็นสาเหตุของการป่วยและเสียชีวิตได้

ทางคณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความสำคัญในการสูญเสียระดับของอิเล็กโทรไลต์ในร่างกายของโคชนที่เกิดจากการออกกำลังกาย จึงศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับอิเล็กโทรไลต์ในร่างกายของโคชนระหว่างก่อน และหลังการออกกำลังกาย

อิเล็กโทรไลต์ที่อยู่ภายในร่างกายจะมีบทบาทที่สำคัญต่อการธำรงดุล (homeostasis) ให้ร่างกายอยู่ในสภาวะปกติ ซึ่งความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์ และปริมาณน้ำในร่างกายจะมีค่าที่เหมาะสม ซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมของระบบต่างๆในร่างกาย ดังนั้นหากเกิดความผิดปกติส่งผลให้กลไกการควบคุมของเหลว และอิเล็กโทรไลต์ไม่สามารถรักษาสมดุลของร่างกายได้ หากมีความรุนแรงอาจเป็นสาเหตุของการป่วย และเสียชีวิตได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1.พื้นที่ที่ทำการศึกษา

1.1โรงพยาบาลสัตว์ปศุสัตว์นครศรีธรรมราช และศูนย์ชันสูตรโรคสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

1.2สนามซ้อมโคในพื้นที่ จังหวัด นครศรีธรรมราช ตรัง และ พัทลุง

2.วิธีการศึกษา

2.1 การคัดเลือกโคชน

คัดเลือกโคชนในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดข้างเคียงที่มีอายุ 5 ปีขึ้นไป จำนวน 30 ตัว ทำประวัติโคแต่ละตัว และตรวจสุขภาพร่างกายเบื้องต้น

2.2 การเก็บตัวอย่าง

เจาะเก็บตัวอย่างเลือด ในตำแหน่ง jugular vein ปริมาณ 10 ซีซี ก่อนและหลังการออกกำลังกายโดยการวิ่งเป็นเวลา 30 นาที โดยหลอดเก็บเลือดที่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด นำส่งห้องปฏิบัติการภายใน 2 ชั่วโมงหลังการเก็บตัวอย่าง

2.3 การตรวจวิเคราะห์ภาวะขาดน้ำ

นำตัวอย่างเลือด ตรวจวัด ค่า packed cell volume (PCV) โดยการปั่นตกของเลือดในหลอด capillary tube (microhematocrit tube) ที่ความเร็ว 10,000 RPM เป็นเวลา 5 นาที ทำให้เลือดแบ่งออกเป็น 2 ชั้น วัดค่าโดยใช้ hematocrit chart ตรวจวัด ค่า plasma protein โดยการใช้เครื่อง refractometer และศึกษาการเปลี่ยนแปลง ค่า PCV และ plasma protein เพื่อศึกษาภาวะขาดน้ำ

2.4 การตรวจวิเคราะห์ค่าอิเล็กโทรไลต์

ทำการตรวจวิเคราะห์ค่าอิเล็กโทรไลต์ โดยวิเคราะห์ โซเดียม (Na^+) คลอไรด์ (Cl^-) แคลเซียม (Ca^{2+}) ฟอสฟอรัสอิออน (PO_4^{3-}) และโพแทสเซียม (K^+) โดยใช้เครื่องตรวจค่าอิเล็กโทรไลต์ รุ่นBECKMAN COULTE CX7 และ NOVA 16 ELECTROLYTE ในการตรวจวิเคราะห์

2.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลค่า PCV, Total Protien และค่าอิเล็กโทรไลต์ ก่อนและหลังการออกกำลังกายและวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงโดยใช้สถิติ Pair sample t-test ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 2016

ผลและวิจารณ์ผล

ผลการศึกษาภาวะขาดน้ำ

ในการศึกษาภาวะขาดน้ำได้ทำการศึกษาจากการตรวจวัดค่า packed cell volume หรือ PCV และการตรวจปริมาณโปรตีนในเลือด(plasma protein) ผลจากการตรวจวัดค่า PCV (ตารางที่ 1) พบว่าค่ามีโคจำนวน13ตัวที่มีการลดลงของระดับของ PCV มีโคจำนวน12ตัวที่มีการเพิ่มขึ้นของระดับ PCV และมีโคจำนวน5ตัวที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับ PCV ส่วนค่า เฉลี่ยของ PCVก่อนออกกำลังกายอยู่ที่ 37.38% และหลังออกกำลังกายอยู่ที่ 37.16% เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่าค่า PCVมีการลดลงเฉลี่ย 0.22% ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ค่า PCV ของโคชนในช่วงก่อนและหลังออกกำลังกาย (%)

หมายเลขโคชน	PCV ก่อนออกกำลัง	PCV หลังออกกำลัง
1	41.5	39
2	44.5	39
3	36.5	35.5
4	29.5	29
5	41	36.5
6	33.5	34
7	42.5	37.5
8	39	39.5
9	32.5	33
10	35.5	33
11	38.5	39
12	33.5	39
13	34	33.5
14	36.5	40

15	32	33.5
16	30	30
17	39	40
18	34	33
19	39	41
20	43	43
21	42	39
22	35	39
23	42	45
24	38	40
25	39	39
26	41	41
27	40	39
28	35	34
29	39	36
30	35	35

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของ ค่า PCV

ตัวแปร	PCV ก่อนออกกำลังกาย	PCV หลังออกกำลังกาย	ค่าปกติโคทั่วไป
ค่าเฉลี่ย (%)	37.38	37.16	25-40
ค่าความแปรปรวน	15.87	14.05	
จำนวนข้อมูล	30	30	
P(T<=t) two-tail		0.64	

ผลจากการตรวจวัดค่าPlasma protein (ตารางที่ 3) พบว่าค่า มีโคจำนวน19ตัว ที่มีการเพิ่มขึ้นของระดับ Plasma protein มีโคจำนวน10 ตัวที่มีระดับ Plasma protein เท่าเดิมและมีเพียง1ตัวที่มีการลดลงของระดับ Plasma protein ส่วนค่าเฉลี่ยของ Plasma protein ก่อนออกกำลังกายอยู่ที่ 8.62 g/dL และหลังออกกำลังกายอยู่ที่ 8.81 g/dL เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่าค่า Plasma protein มีการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.19 g/dLดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ค่า Plasma protein ของโคชนในช่วงก่อนและหลังออกกำลังกาย (g/dL)

หมายเลขโคชน	ค่า Plasma proteinก่อนออกกำลังกาย	ค่า Plasma proteinหลังออกกำลังกาย
1	8.4	9
2	8.4	8.8
3	8.2	8.2
4	8.8	9
5	9	9.2
6	8.2	8.4
7	9	9.2
8	9	9
9	8.4	8.6
10	8.8	8.8
11	9.2	9.4
12	8.6	9
13	8.4	8.4
14	8	8.6
15	9	9
16	8.6	9
17	8.4	8.4
18	8.8	8.9
19	8.8	9
20	8.6	9
21	9	8.8
22	8.2	8.2
23	9	9.4
24	8.2	8.4
25	8.2	8.2
26	8.4	9
27	8.8	9
28	9	9
29	8.2	8.2
30	9	9.2

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของ ค่า Plasma protien

ตัวแปร	Plasma protien ก่อนออกกำลังกาย	Plasma protien หลังออกกำลังกาย	ค่าปกติโคทั่วไป
ค่าเฉลี่ย (g/dL)	8.62	8.81	6.2-8.2
ค่าความแปรปรวน	0.11	0.13	
จำนวนข้อมูล	30	30	
P(T<=t) two-tail		2.409	

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับอิเล็กโทรไลต์

ผลจากการตรวจวัดค่าโซเดียม (Na^+)(ตารางที่5)พบว่ามีโคจำนวน 18 ตัวที่มีการเพิ่มขึ้นของระดับโซเดียมในกระแสเลือด มีโคจำนวน 6 ตัวที่มีการลดลงของโซเดียม และมีโค 6 ตัวที่มีระดับของโซเดียมคงเดิม ส่วนในช่วงก่อนและหลังออกกำลังกายพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณโซเดียมในเลือดของโคชนช่วงก่อนออกกำลังกายอยู่ที่ 139.933 mEq/L และค่าเฉลี่ยของโซเดียมในช่วงหลังออกกำลังกายอยู่ที่ 140.067 mEq/Lเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่าค่า โซเดียม มีการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.133 mEq/Lดังแสดงในตารางที่6

ตารางที่ 5 ปริมาณโซเดียมในเลือดของโคชนในช่วงก่อนและหลังออกกำลังกาย (mEq/L)

หมายเลขโคชน	โซเดียมก่อนออกกำลังกาย	โซเดียมหลังออกกำลัง dkp
1.	141	143
2.	141	142
3.	141	142
4.	143	144
5.	140	141
6.	142	143
7.	142	144
8.	142	140
9.	142	143
10.	140	142
11.	141	143
12.	144	143
13.	140	143

14.	143	144
15.	142	142
16.	137	137
17.	137	137
18.	140	141
19.	143	136
20.	139	139
21.	138	137
22.	137	136
23.	137	139
24.	136	136
25.	139	136
26.	139	140
27.	141	135
28.	135	137
29.	136	137
30.	140	140

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของ ปริมาณ โซเดียม

ตัวแปร	โซเดียมก่อนออกกำลังกาย	โซเดียมหลังออกกำลังกาย	ค่าปกติโคทั่วไป
ค่าเฉลี่ย (mEq/L)	139.933	140.067	136 - 144
ค่าความแปรปรวน	5.789	8.823	
จำนวนข้อมูล	30	30	
P(T<=t) two-tail		0.745	

ผลการตรวจวัดค่าคลอไรด์ (Cl^-) (ตารางที่7)พบว่ามีโคจำนวน 17 ตัวที่มีการเพิ่มขึ้นของระดับคลอไรด์ในกระแสเลือด มีโคจำนวน 7 ตัวที่มีการลดลงของคลอไรด์ และมีโคจำนวน 6 ตัวที่มีระดับของคลอไรด์คงเดิม ส่วน ในช่วงก่อนและหลังออกกำลังกายพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณคลอไรด์ในเลือดช่วงก่อนออกกำลังกายอยู่ที่ 102.3 mEq/L และค่าเฉลี่ยของคลอไรด์ในช่วงหลังออกกำลังกายอยู่ที่ 102.9 mEq/Lเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่าค่า คลอไรด์ มีการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.600 mEq/L ดังแสดงในตารางที่8

ตารางที่ 7 ปริมาณคลอไรด์ในเลือดของโคชนในช่วงก่อนและหลังออกกำลังกาย (mEq/L)

หมายเลขโคชน	คลอไรด์ก่อนออกกำลังกาย	คลอไรด์หลังออกกำลังกาย
1.	104	106
2.	104	104
3.	103	105
4.	102	103
5.	103	104
6.	106	107
7.	107	104
8.	105	106
9.	106	105
10.	104	106
11.	103	106
12.	105	103
13.	104	106
14.	107	108
15.	106	104
16.	100	102
17.	98	98
18.	102	101
19.	100	101
20.	100	100
21.	100	100
22.	101	101
23.	100	102
24.	100	100
25.	99	103
26.	100	103
27.	100	98
28.	103	100
29.	100	103
30.	97	98

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของ ปริมาณคลอไรด์

ตัวแปร	คลอไรด์ก่อนออกกำลังกาย	คลอไรด์หลังออกกำลังกาย	ค่าปกติโคทั่วไป
ค่าเฉลี่ย (mEq/L)	102.3	102.9	99 - 107
ค่าความแปรปรวน	7.5973	7.679	
จำนวนข้อมูล	30	30	
P(T<=t) two-tail		7.679	

ผลการตรวจวัดค่าแคลเซียม (Ca+) (ตารางที่9)พบว่ามีโคจำนวน 16 ตัวที่มีการลดลงของระดับแคลเซียมในกระแสเลือด มีโคจำนวน 12 ตัวที่มีการเพิ่มขึ้นของระดับแคลเซียมและมีโคเพียงสองตัวที่มีระดับแคลเซียมเท่าเดิม ส่วนในช่วงก่อนและหลังออกกำลังกายพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณแคลเซียมในเลือดช่วงก่อนออกกำลังกายอยู่ที่ 8.87 mg/dLและค่าเฉลี่ยของแคลเซียมในช่วงหลังออกกำลังกายอยู่ที่ 8.91mg/dLเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่าค่า แคลเซียม มีการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.033 mg/dL ดังแสดงในตารางที่10

ตารางที่ 9 ปริมาณคลอไรด์ในเลือดของโคชนในช่วงก่อนและหลังออกกำลังกาย (mg/dL)

หมายเลขโคชน	Calciumก่อนออกกำลัง	Calciumหลังออกกำลัง
1.	8.25	8.55
2.	8.20	8.25
3.	8.23	9.21
4.	8.32	8.29
5.	8.19	8.46
6.	8.21	8.71
7.	8.66	8.85
8.	8.60	8.81
9.	8.64	8.57
10.	9.17	8.59
11.	9.10	8.79
12.	8.50	8.40
13.	8.82	8.37
14.	8.76	9.21
15.	8.26	8.25

16.	8.90	9.00
17.	8.90	8.80
18.	9.70	8.90
19.	9.30	9.40
20.	9.70	9.70
21.	10.1	9.40
22.	8.30	8.30
23.	8.70	8.40
24.	8.90	8.70
25.	8.60	8.90
26.	9.60	8.90
27.	10.10	10.40
28.	9.60	9.40
29.	10.20	10.40
30.	9.40	9.30

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของ ปริมาณแคลเซียม

ตัวแปร	Calcium ก่อนออกกำลัง	Calcium หลังออกกำลัง	ค่าปกติโคทั่วไป
ค่าเฉลี่ย (mg/dL)	8.87	8.91	8.0 - 11.4
ค่าความแปรปรวน	0.35	0.32	
จำนวนข้อมูล	30	30	
P(T<=t) two-tail	0.589		

ผลการตรวจวัดค่าฟอสฟอรัส (P-)(ตารางที่11) พบว่ามีโคจำนวน 23 ตัวที่มีการลดลงของระดับฟอสฟอรัสในกระแสเลือด มีโคจำนวน 5 ตัวที่มีการเพิ่มขึ้นของระดับฟอสฟอรัส และมีโคเพียง 2 ตัวที่มีระดับฟอสฟอรัสคงเดิมส่วนในช่วงก่อนและหลังออกกำลังกายพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสฟอรัสในเลือดช่วงก่อนออกกำลังกายอยู่ที่ 5 mg/dL และค่าเฉลี่ยของฟอสฟอรัสในช่วงหลังออกกำลังกายอยู่ที่ 4.48 mg/dL เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่าค่า ฟอสฟอรัส มีการลดลงเฉลี่ย 0.173 mg/dL ดังที่แสดงในตารางที่12

ตารางที่ 11 ปริมาณฟอสฟอรัสในเลือดของโคชนในช่วงก่อนและหลังออกกำลังกาย (mg/dL)

หมายเลขโคชน	ฟอสฟอรัสก่อนออกกำลังกาย	ฟอสฟอรัสหลังออกกำลังกาย
1.	4.7	4.7
2.	4.5	4.3
3.	4.9	4.6
4.	3.7	4.0
5.	5.8	4.9
6.	4.2	4.7
7.	7.0	4.7
8.	4.4	4.2
9.	4.2	3.9
10.	4.2	5.2
11.	4.6	3.7
12.	4.2	3.7
13.	4.7	4.0
14.	4.6	5.0
15.	4.0	3.6
16.	4.9	4.0
17.	5.9	5.7
18.	5.2	4.7
19.	6.0	5.3
20.	5.0	5.0
21.	4.8	3.6
22.	4.0	3.2
23.	5.7	5.0
24.	4.9	3.2
25.	5.2	4.8
26.	5.2	5.0
27.	5.3	5.1
28.	5.7	5.8
29.	5.9	4.2
30.	6.6	4.7

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของ ปริมาณฟอสฟอรัส

ตัวแปร	Phosphorusก่อนออกกำลัง	Phosphorusหลังออกกำลัง	ค่าปกติโคทั่วไป
ค่าเฉลี่ย (mg/dL)	5.0	4.48	5.6-8.0
ค่าความแปรปรวน	0.64	0.47	
จำนวนข้อมูล	30	30	
P(T<=t) two-tail	0.00054		

ผลการตรวจวัดค่าโพแทสเซียม (K^+) (ตารางที่13) พบว่ามีโคจำนวน 16 ตัวที่มีการลดลงของระดับโพแทสเซียมในกระแสเลือด มีโคจำนวน 9 ตัวที่มีการเพิ่มขึ้นของโพแทสเซียม และมีโค 5 ตัวที่มีระดับของโพแทสเซียมคงเดิม ส่วนในช่วงก่อนและหลังออกกำลังกาย ค่าเฉลี่ยของปริมาณโพแทสเซียม ในเลือดช่วงก่อนออกกำลังกายอยู่ที่ 5.10 mEq/Lและค่าเฉลี่ยของโพแทสเซียม ในช่วงหลังออกกำลังกายอยู่ที่ 4.927 mEq/Lเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่าค่า โพแทสเซียม มีการลดลงเฉลี่ย 0.517 mEq/L ดังแสดงในตารางที่14

ตารางที่ 13 ปริมาณโพแทสเซียมในเลือดของโคชนในช่วงก่อนและหลังออกกำลังกาย (mEq/L)

หมายเลขโคชน	โพแทสเซียมก่อนออกกำลัง	โพแทสเซียมหลังออกกำลัง
1.	5.5	5.0
2.	4.9	4.8
3.	4.8	4.9
4.	4.8	5.0
5.	4.9	4.8
6.	4.4	4.2
7.	5.0	5.0
8.	4.8	4.6
9.	4.5	4.7
10.	4.9	4.9
11.	4.6	4.8
12.	4.8	5.0
13.	5.0	5.1
14.	5.0	5.0
15.	4.9	5.0

16.	5.2	5.0
17.	5.2	5.9
18.	5.7	5.2
19.	6.0	6.0
20.	5.3	5.3
21.	7.5	6.7
22.	4.9	4.7
23.	4.8	4.2
24.	5.1	4.6
25.	5.3	5.0
26.	5.2	5.0
27.	4.9	4.2
28.	4.8	4.3
29.	4.7	4.6
30.	5.6	4.3

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของ ปริมาณโพแทสเซียม

ตัวแปร	โพแทสเซียมก่อนออกกำลังกาย	โพแทสเซียมหลังออกกำลังกาย	ค่าปกติโคทั่วไป
ค่าเฉลี่ย (mg/dL)	5.10	4.927	3.6-4.9
ค่าความแปรปรวน	0.328	0.289	
จำนวนข้อมูล	30	30	
P(T<=t) two-tail	0.020		

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายโดยการวิ่งของโคชนในระยะเวลา 30 นาที มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของอิเล็กโตรไลต์ ในพลาสม่า หรือซีรั่ม แต่ไม่มีผลต่อการเกิดภาวะแห้งน้ำของโคชนเมื่อทำการวิเคราะห์ค่า PCV และ Plasma protien โดยวิธีทางสถิติ ซึ่งแสดงถึง ความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่าอิเล็กโทรไลต์นั้น พบว่าค่าโซเดียม คลอไรด์ และแคลเซียม อย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(P>0.05) ส่วนการลดลงของค่าโพแทสเซียม และฟอสฟอรัส มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

โซเดียมในซีรั่มเพิ่มขึ้นเพราะในขณะที่โควิ่งมีการสูญเสียน้ำไปมาก จากเหงื่อ น้ำลาย ปัสสาวะ มีผลให้น้ำในหลอดเลือดลดลงทำให้มีการหลั่งฮอร์โมนอัลโดสเทอโรนให้มีการดูดกลับของโซเดียมจาก renal tubule ส่วนปลาย และขับโพแทสเซียมออกแทน ทั้งนี้เพื่อรักษาระดับโซเดียมซึ่งเป็นตัวการสำคัญในการรักษาน้ำนอกเซลล์ทำให้โซเดียมเพิ่มขึ้น (Harper **et al**., 1997) ค่าคลอไรด์ในซีรั่มเพิ่มขึ้นภายหลังจากการออกกำลังกายเพราะการดูดกลับของคลอไรด์ขึ้นอยู่กับการดูดกลับของโซเดียม ขนส่งตามกันไปในหลอดเลือดไตแต่ละส่วนเป็นร้อยละเท่าๆกัน แคลเซียมในซีรั่มเพิ่มขึ้นภายหลังการออกกำลังกาย เกิดจากในช่วงการออกกำลังกายนั้น ร่างกายจะมีการหลั่งสารอะดรีนาลีน เพื่อรองรับกิจกรรมของร่างกาย ซึ่งมีผลกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนพาราไทรอยด์ ทำให้มีการดึงแคลเซียมเข้ามาในกระแสเลือด เพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการเผาพลาญพลังงานของกล้ามเนื้อ (Fischer et al.,1973) ส่งผลให้ค่าแคลเซียมในเลือดเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับ (Sverker L. et al.,1984) ที่ทำการศึกษาผลจากการออกกำลังกายต่อแคลเซียมในซีรั่มในมนุษย์ พบว่าค่าแคลเซียมในซีรั่มเพิ่มขึ้นภายหลังการออกกำลังกาย อย่างไรก็ตามแคลเซียมที่เพิ่มขึ้นจะลดลง เท่ากับก่อนออกกำลังกาย หลังการพัก 60 นาที โพแทสเซียมในซีรั่มมีการลดลงเพราะในขณะที่โคมีการวิ่งมีสภาวะอากาศที่ร้อนและมีระยะเวลาในการวิ่ง 30 นาที ทำให้โคมีการสูญเสียโพแทสเซียม ไปกับเหงื่อ น้ำลาย และปัสสาวะ (วิโรจน์ 2546) สอดคล้องกับ(Codazza **et al**., 1974; Keenan 1979; Rose **et al**., 1980) ที่กล่าวว่า ม้าที่พักเป็นเวลา 60 นาทีหลังออกกำลังกายค่าความเข้มข้นของโพแทสเซียมในซีรั่มจะมีค่าลดลงกว่าค่าโพแทสเซียมก่อนการออกกำลังกายฟอสฟอรัสในซีรั่มลดลงภายหลังจากการออกกำลังกาย เนื่องจากในระหว่างที่โคออกกำลังกาย หรือในระหว่างที่พักภายหลังจากการออกกำลังกาย โคมีการสูญเสียฟอสฟอรัสไปกับการปัสสาวะ หรืออุจจาระ และทางน้ำลายได้บางส่วน ซึ่งสอดคล้องกับ (Codazza **et al**., 1974; Keenan 1979; Rose et al.,1980) ที่ทำการศึกษาในม้ากีฬา ที่ทำการเก็บตัวอย่างเลือดก่อนและภายหลังจากการออกกำลังกายพบว่าค่าฟอสฟอรัสในซีรั่มลดลงภายหลังจากการออกกำลังกาย

สรุปผลการศึกษา

การเปลี่ยนแปลงของระดับอิเล็กโทรไลท์และน้ำในร่างกายโคชนที่ผ่านการออกกำลังกายในช่วงระยะเวลา 30 นาที เปรียบเทียบกับค่าปกติให้ผลการเปลี่ยนแปลงดังนี้ ค่า PCV ลดลงเฉลี่ย 0.22% ค่า Plasma protein มีการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.19 g/dL โซเดียม (Na+) มีการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.133 mEq/L คลอไรด์ (Cl-) มีการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.133 mEq/Lแคลเซียม (Ca+) เฉลี่ย 0.033 mg/dL ฟอสฟอรัส (P-) การลดลงเฉลี่ย 0.173 mg/dL และโพแทสเซียม (K+) ลดลงเฉลี่ย 0.517 mEq/L ค่าระดับอิเล็กโทรไลท์ต่างๆอาจแปรผกผันกับสภาพร่างกายของโคชนแต่ละตัว แต่จากค่าเบื้องต้นดังกล่าวสามารถนำไปเป็นแนวทางการป้องกันรักษาและเพิ่มสมรรถนะแก่โคชนในการออกกำลังกายรวมถึงการต่อยอดไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์การเสริมอิเล็กโทรไลท์และบำรุงร่างกายโคชนในอนาคตได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากเจ้าของโคชนทุกท่านที่ให้การสนับสนุนการเก็บตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้และขอขอบคุณคณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยในการสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กิตติ อรรคฮาต. 2546. การจำแนกกลุ่มสายพันธุ์และการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตและสัดส่วนร่างกายในโคพื้นเมืองไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิเชียร ณ นคร. 2542. ชนวัว. สารานุกรมวัฒนธรรมไทยภาคใต้ เล่ม 4 : 1870-1871.

วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2546. โคนม. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Codazza, D., Maffeo, G. and Redaelli, G. 1974. Serum enzyme changes and haematochemicallevels in Thoroughbreds after transport and exercise. J.S. Afr. Vet. Ass.45, 331-334.

Fischer JA, Blum JW, Binswanger U. 1973. Acute parathyroid hormone response to epinephrine in vivo. J ClinInvest52:2434-40.

Foreman J.H., WaldsmithJ.K., LalumR.L. 2004. Physiological, acid-base and electrolytes changes in horses competing in preliminary, intermediate and advanced horse trial. Equine Comp ExersPhysiol, 1:99-105.

Harper, M.-E., Willis, J.S. and Patrick, J. 1997. Sodium and chloride in nutrition. In: O'Dell, B.L. and Sunde, R.A. (eds) Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements. Marcel Dekker Inc., New York, pp. 93–116.

Keenan, D. M.1979. Changes of blood metabolites in horse after racing, with particular reference to uric acid. Aust. Vet. J.55, 54-57.

Rose, R. J., IIkiw, J. E., Arnold, K. S., Backhouse, J. w. and Sampson, D. 1980.Plasma biochemistry in the horse during 3-day event competition. Equine Vet. J.12, 132-136.SverkerLjunghall, Henrik Joborn, Lars Benson, Bengt

Fellstrom, Leif Wide & Goran Akerstrom. 1984. Effects of physical exercise on serum calcium and parathyroid hormone. European Journal of Clinical Investigation 14, 469-473.

ความรู้ ทัศนคติ และการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับโรคแท้งติดต่อของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะในภาคใต้ตอนบนของประเทศไทย

Knowledge, Attitudes and Practices Relating to Brucellosis among Goat Farmers in Upper Southern Thailand

ภรณ์ทิพย์ ทองมณี[1*] มรกต แสงรุ่ง[1] โฆษิต อารีกิจ[1] ธีระวิทย์ จันทร์ทิพย์[1]

Porntip Thongmanee[1*], Morakot Saengrung[1], Kosit Areekit[1] and Dhiravit Chantip[1]

บทคัดย่อ

โรคแท้งติดต่อ เป็นโรคติดต่อระหว่างสัตว์และคน เกิดจากเชื้อแบคทีเรียบรูเซลลา ซึ่งการป้องกัน และควบคุมโรคแท้งติดต่อที่มีประสิทธิภาพนั้นขึ้นอยู่กับ ความรู้ ทัศนคติ และการปฏิบัติของชุมชน การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ ศึกษาความรู้ ทัศนคติ และการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคแท้งติดต่อของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะพื้นที่ภาคใต้ตอนบนของประเทศไทย โดยใช้การสัมภาษณ์เกษตรกร จำนวน 89 ราย เป็นเพศชายร้อยละ 84 อายุอยู่ในช่วง 40-49 ปี ร้อยละ 42 และร้อยละ 39 ดำเนินกิจการมามากกว่า 5 ปี ร้อยละ 80 รู้จักโรคแท้งติดต่อ ร้อยละ 75 ทราบว่าโรคแท้งติดต่อสามารถติดต่อจากสัตว์สู่คนได้ ร้อยละ 73 ไม่ทราบอาการของคนที่ป่วยเป็นโรคแท้งติดต่อ ส่วนทัศนคติที่มีต่อโรคแท้งติดต่อพบว่ายังคงมีความต้องการข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับโรคแท้งติดต่อร้อยละ 89 และร้อยละ 72 คิดว่าตนเองและครอบครัวไม่มีความเสี่ยงต่อการได้รับเชื้อ ในส่วนการปฏิบัติ พบว่ามีการสวมถุงมือในระหว่างการช่วยคลอดร้อยละ 53 ร้อยละ 42 ไม่มีการตรวจสุขภาพสัตว์ใหม่ก่อนนำเข้าฝูง ร้อยละ 56 มีคอกกักสัตว์ก่อนนำเข้าฝูง ร้อยละ 79 เมื่อแพะในฟาร์มป่วยทำการรักษาแพะป่วยด้วยตนเอง จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าผู้เลี้ยงแพะต้องการข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับโรคแท้งติดต่อโดยยังขาดความรู้ในส่วนอาการในคนที่ป่วย รวมถึงทัศนคติ และการปฏิบัติที่มีผลต่อความเสี่ยงในการได้รับเชื้อเข้าไป เช่น ไม่สวมถุงมือในการช่วยคลอด การไม่ตรวจสุขภาพสัตว์ก่อนเข้าฝูง ทั้งนี้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องออกมาให้ความรู้และสนับสนุนการปฏิบัติที่ดีในการป้องกันการติดโรคแท้งติดต่อจากแพะสู่คน

คำสำคัญ : ความรู้, ทัศนคติ, การปฏิบัติ, โรคแท้งติดต่อ

ABSTRACT

Brucellosis is a zoonotic infection caused by the bacterial genus **Brucella**. Effective prevention and control of brucellosis depends on knowledge, attitude and practices of the community. This study aimed to assess the knowledge, attitudes and practices related to brucellosis among goat farmers in upper Southern Thailand. The study calculated with Epi info 7 and used Microsoft excel for sampling and a structured questionnaire was administered using a face-to-face interview to farmers. A total of 89 pastoralists were interviewed of which 84% were male; age between 40-49 years old at 42% and farm more than 5 years at 39%. In knowledge, the majority 80 of farmers had heard of brucellosis. 75% of farmers knew that brucellosis is zoonosis and farmers were not know signs of brucellosis in human at 73%. In attitude, 89% of farmers wanted more information about brucellosis, 72% thought no risk infected. In practice, 53% used glove for goat parturition. 42% did not check brucellosis before taken goat into herd. 56% had quarantine house. The farmer treated goat its sick by themselves at 79%. This study demonstrated farmers were not know signs of brucellosis in human including to attitude and practice had risk to infected brucellosis such as did not use glove for help goat parturition, did not check brucellosis before taken goat into herd. Therefore, constitution need given more information about protected disease from goat.

Keyword: Knowledge, Attitudes, Practices, Brucellosis

---

[1] สาขาสัตวแพทย์. คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตำบลทุ่งใหญ่ อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80240

[1] Department of veterinary, Faculty of Veterinary Science, Rajamangala University of Technology Srivijaya , Thung yai Sub-district, Thung yai District, Nakhon Si Thammarat 80240, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : Puy_vet72@hotmail.com

บทนำ

โรคแท้งติดต่อ เป็นโรคติดต่อระหว่างสัตว์และคน เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ชื่อบรูเซลลา (**Brucella** spp.) ที่มีหลากหลายสายพันธุ์โดยจะมีความจำเพาะในสัตว์แต่ละชนิด เช่น **B. abortus** พบมากในโค กระบือ **B. suis** พบในสุกร ในขณะที่ **B. canis** จะพบในสุนัข และ **B. melitensis** พบในแพะ แกะ โดยเป็นสายพันธุ์ที่สามารถก่อโรครุนแรงในคน อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ที่พบจำเพาะในสัตว์แต่ละชนิดอาจติดต่อไปยังสัตว์ชนิดอื่นๆได้ โดยทั่วไปเชื้อชนิดนี้สามารถติดต่อผ่านการกิน การสัมผัสกับสารคัดหลั่งเป็นหลัก (มนยา, 2537) ดังนั้นผู้ที่ทำงานใกล้ชิดเกี่ยวข้องหรือสัมผัสกับสัตว์ที่เป็นโรค เช่น เกษตรกรที่เลี้ยงหรือดูแลสัตว์ สัตวแพทย์ สัตวบาล ผู้ที่ทำงานในห้องปฏิบัติการ ผู้ค้า สัตว์ และผู้ที่นิยมรับประทานผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่ไม่ผ่านการปรุงให้สุก ถือเป็นประชากรกลุ่มเสี่ยงที่สามารถติดเชื้อชนิดนี้ได้ (สำนักระบาดวิทยา, 2556) ในประเทศไทย จากรายงานการเฝ้าระวังโรคประจำปี 2556 ของสำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข พบผู้ป่วยด้วยโรคนี้จำนวน 10 รายในพื้นที่จังหวัดราชบุรี เพชรบุรี กาญจนบุรี ระยอง และประจวบคีรีขันธ์ โดยส่วนใหญ่เป็นเพศชาย เนื่องจากในพื้นที่จังหวัดข้างต้น เป็นจังหวัดที่มีการเลี้ยงแพะ ทั้งแพะเนื้อ และแพะนม จำนวนมาก จากนโยบายการส่งเสริมการเลี้ยงแพะของรัฐบาลเพื่อส่งโรงงานอุตสาหกรรมผลิตอาหารฮาลาล เพื่อการส่งออก ส่งผลให้มีเกษตรกรรายใหม่สนใจเลี้ยงแพะมากขึ้น โดยส่วนมากโรคนี้จะมักพบในผู้เลี้ยงหรือเจ้าของฟาร์มแพะ ซึ่งมีการสัมผัสกับสารคัดหลั่งจากแพะโดยเฉพาะการล้วงรก ทำคลอด รีดนม หรือชำแหละแพะโดยไม่ได้สวมอุปกรณ์ป้องกัน ทำให้มีโอกาสสูงที่จะเกิดการติดเชื้อระหว่างการทำงาน รวมทั้งโรคนี้เป็นโรคที่มีระยะฟักตัวของโรคที่นาน 1-2 เดือน และแสดงอาการทางคลินิกที่ไม่มีความจำเพาะจึงทำให้ยากแก่การวินิจฉัยโรคทั้งในคนและสัตว์ ดังนั้นการแนะนำให้ความรู้เกี่ยวกับโรคนี้ รวมถึงวิธีการป้องตนเองในขณะเลี้ยงแพะแก่เกษตรกรผู้เลี้ยงแพะจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งโดยเฉพาะแก่เกษตรกรรายใหม่ (สำนักระบาดวิทยา, 2556; พรศักดิ์, 2555; ศศิธร, 2551)

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ที่ทำการศึกษา

พื้นที่ภาคใต้ตอนบนของประเทศไทย ประกอบไปด้วย 9 จังหวัดโดยแบ่งตามพื้นที่ของปศุสัตว์เขต ได้แก่ จังหวัดชุมพร ระนอง นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี กระบี่ พังงา ภูเก็ต ตรัง และพัทลุง จากข้อมูลของกรมปศุสัตว์พบว่ามีเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะทั้งหมด 1,474 ราย มีแพะจำนวน 32,639 ตัว ซึ่งในพื้นที่นี้เป็นพื้นที่ที่มีการเลี้ยงแพะโดยเกษตรกรส่วนใหญ่เริ่มมีความสนใจในการทำอาชีพนี้เพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 1)

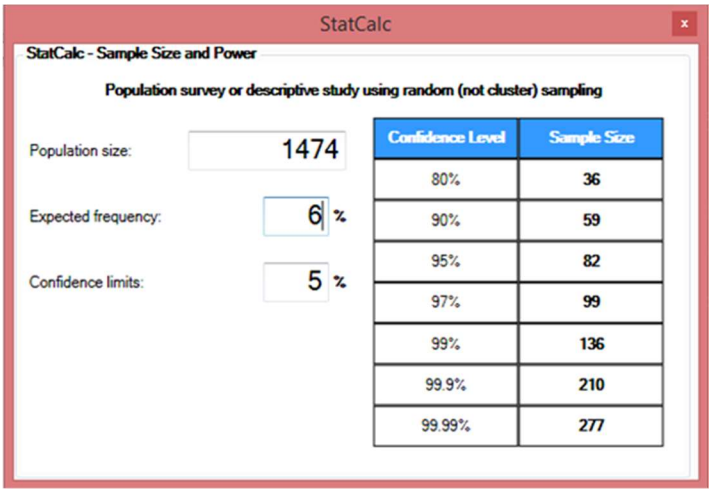
ตารางที่ 1 จำนวนแพะแยกตามกลุ่มรัฐวิสาหกิจของแต่ละจังหวัดในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน

ชมรม	จำนวนสมาชิก		แพะเนื้อ (ตัว)			
ระดับจังหวัด	กลุ่ม	ราย	รวม	พ่อพันธุ์	แม่พันธุ์	อื่นๆ
ชมรมผู้เลี้ยงแพะจังหวัดภูเก็ต	5	57	996	50	568	378
ชมรมผู้เลี้ยงแพะจังหวัดกระบี่	18	313	4,609	246	2,586	1,777
ชมรมผู้เลี้ยงแพะจังหวัดนครศรีธรรมราช	35	458	12,333	528	5,975	5,830
ชมรมผู้เลี้ยงแพะจังหวัดสุราษฎร์ธานี	4	71	705	48	441	216
ชมรมผู้เลี้ยงแพะจังหวัดชุมพร	4	72	2,459	92	1,263	1,104
ชมรมผู้เลี้ยงแพะจังหวัดระนอง	7	108	1,950	143	1,295	512
ชมรมผู้เลี้ยงแพะจังหวัดพังงา	8	142	2,007	132	1,105	770

ชมรมผู้เลี้ยงแพะจังหวัดตรัง	6	66	1,395	62	791	542
ชมรมผู้เลี้ยงแพะจังหวัดพัทลุง	10	187	6,185	268	2,774	3,143
รวม	97	1,474	32,639	1,569	16,798	14,272

วิธีการศึกษาและการสุ่มตัวอย่าง

ทำการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional study) โดยทำการคำนวณขนาดตัวอย่างด้วยโปรแกรม Epi-Info 7 โดยใช้ความชุกที่ 6% โดยเป็นความชุกของโรคแท้งติดต่อ ทางซีรัมวิทยาในพื้นที่ภาคใต้ของพรทิพย์และอรรถพร (2556) และใช้ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ได้จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 82 ฟาร์ม (ภาพที่ 2) จากนั้นทำการสุ่มเลือกฟาร์มโดยวิธี simple random sampling ตามรายชื่อฟาร์มเกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน (สำนักงานปศุสัตว์เขต 8, ข้อมูลไม่ได้ตีพิมพ์) โดยกำหนดนิยามของกลุ่มประชากรที่ทำการศึกษา คือ เกษตรกรผู้เลี้ยงแพะที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไปที่มีฟาร์มอยู่ในพื้นที่ภาคใต้ตอนบน และมีประวัติการเลี้ยงแพะมาอย่างน้อย 6 เดือน



ภาพที่ 2 จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาจากการคำนวณจากโปรแกรม Epi-Info7

วิธีการเก็บข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถามกึ่งโครงสร้าง (semi-structure questionnaire) โดยข้อมูลในแบบสอบถามเกี่ยวข้องกับลักษณะทั่วไปของฟาร์ม ความรู้ ทัศนคติ และการปฏิบัติตนของผู้เลี้ยงแพะที่เกี่ยวข้องกับโรคแท้งติดต่อ โดยแบบสอบถามจะถูกจัดทำขึ้นโดยทีมวิจัย และทำการทดสอบการทำแบบสอบถามก่อนนำไปใช้เพื่อปรับปรุงคำถามให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น โดยคำถามในแบบสอบถามจะเป็นคำถามปลายเปิดและปิดหรือเป็นคำถามที่มีคำตอบให้เลือก โดยทีมผู้วิจัยจะทำการสัมภาษณ์ด้วยตนเองในระหว่างเดือนกรกฎาคม จนถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ.2559

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลจากแบบสอบถามจะถูกบันทึกโดยใช้ Microsoft Excel 2010 และทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม Epi-Info 7 และ Microsoft Excel 2010 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติเชิงพรรณนาคำนวณผลเป็นร้อยละ ค่าเฉลี่ย เกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของฟาร์ม ความรู้ ทัศนคติ และการปฏิบัติตนของผู้เลี้ยงแพะที่เกี่ยวข้องกับโรคแท้งติดต่อ

ผลและวิจารณ์ผล

ข้อมูลทั่วไป

ผลการเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบสอบถามเกี่ยวข้องกับลักษณะทั่วไปของฟาร์ม ความรู้ ทัศนคติ และการปฏิบัติตนของผู้เลี้ยงแพะที่เกี่ยวข้องกับโรคแท้งติดต่อ จำนวน 89 ราย เป็นเพศชายร้อยละ 84 เพศหญิง ร้อยละ 16 อายุของเกษตรกรอยู่ในช่วง 40-49 ปี ร้อยละ 42 เป็นเจ้าของฟาร์ม ร้อยละ 96 และคนเลี้ยงร้อยละ 4 การศึกษาของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ ร้อยละ 20 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 39 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา ร้อยละ 8 จบการศึกษาระดับอนุปริญญา และร้อยละ 32 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี เกษตรกรร้อยละ 93 เลี้ยงแพะเป็นอาชีพเสริม มีเพียงร้อยละ 7 ที่เลี้ยงเป็นอาชีพหลัก ระยะเวลาในการดำเนินกิจการ ร้อยละ 25 ดำเนินกิจการมา 1-2 ปี ร้อยละ 29 ดำเนินกิจการมา 2-4 ปี ร้อยละ 7 ดำเนินกิจการมา 4-5ปี และร้อยละ 39 ดำเนินกิจการมามากกว่า 5 ปี วัตถุประสงค์ในการเลี้ยง ร้อยละ 67 เลี้ยงเพื่อขุนขายเพียงอย่างเดียว ร้อยละ 7 เลี้ยงเพื่อขายสายพันธุ์อย่างเดียว และร้อยละ 25 เลี้ยงเพื่อขายสายพันธุ์และขุนขาย (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ จำนวน 89 ราย

ข้อมูลทั่วไป	ร้อยละ (%)	ข้อมูลทั่วไป	ร้อยละ (%)
เพศ		ระดับการศึกษา	
ชาย	84	ปริญญาตรี	32
หญิง	16	อนุปริญญา	8
อายุ (ปี)		มัธยมศึกษา	39
15-29	7	ประถมศึกษา	20
30-39	12	อาชีพการเลี้ยงแพะ	
40-49	42	อาชีพหลัก	7
50-59	25	อาชีพเสริม	93
≥60	15	วัตถุประสงค์การเลี้ยง	
ตำแหน่งผู้ให้สัมภาษณ์		ขุนขาย	67
เจ้าของฟาร์ม	96	ขายสายพันธุ์	7
คนเลี้ยง	4	ขายสายพันธุ์และขุนขาย	25

ความรู้ ความเข้าใจ และทัศนคติเกี่ยวกับโรคแท้งติดต่อ

เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโรคแท้งติดต่อ ในแพะอยู่ในระดับดี แต่ยังมีความรู้ความเข้าใจบ้างเรื่องที่เกษตรกรยังไม่ทราบ หรือมีความเข้าใจผิดอยู่ (ตารางที่ 3)ได้แก่ ร้อยละ 72 ไม่ทราบว่าโรคแท้งติดต่อ สามารถติดต่อได้ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทุกชนิด ร้อยละ 66 และ 67 ไม่ทราบว่าคน และสัตว์ที่ป่วยด้วยโรคแท้งติดต่อ สามารถรักษาให้หายได้ตามลำดับ และที่สำคัญร้อยละ 73 ไม่ทราบอาการของโรคแท้งติดต่อ ในคน

การที่เกษตรกรไม่ทราบว่าโรคแท้งติดต่อ สามารถติดต่อได้ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทุกชนิดเนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ได้รับการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาและประถมศึกษาจึงยังมีความรู้เกี่ยวกับการเกิดโรคแท้งติดต่อ ในสัตว์ชนิดอื่นๆที่เกษตรกรไม่คุ้นเคย ส่วนการที่เกษตรกรไม่ทราบว่าโรคแท้งติดต่อ สามารถรักษาให้หายได้ อาจเพราะหากเกิดโรคขึ้นในสัตว์จะมีการแนะนำให้คัดทิ้ง เนื่องจากการรักษาในสัตว์จะไม่คุ้มค่าในแง่ของเศรษฐกิจ และการเก็บสัตว์ที่เกิดโรคไว้จะทำให้เกิดการแพร่เชื้อไปยังตัวอื่นๆในฝูงได้ และการที่ไม่ทราบอาการของโรคในคนอาจเนื่องมาจากเกษตรกรยังไม่ให้ความสำคัญกับโรคนี้ในแง่ที่เป็นโรคติดสัตว์สู่คน และการเข้าถึงข้อมูลทางด้านนี้ของเกษตรกรส่วนใหญ่ยังน้อยอยู่ซึ่งความรู้เกี่ยวกับการ

ป้องกันและอาการของโรคเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้เกษตรสามารถสังเกตอาการของตัวเอง และสามารถเข้ารับการรักษาได้ทัน เนื่องจากเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์เป็นกลุ่มเสี่ยงอันดับต้นๆที่จะสามารถติดโรคแท้งติดต่อ จากสัตว์ได้ จากการคลุกคลี สัมผัสกับสัตว์อย่างใกล้ชิด และขาดการป้องกันตัวที่ถูกต้อง ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่คิดว่าตนเองและสมาชิกในครอบครัวไม่มีความเสี่ยงต่อการติดโรคถึงร้อยละ 72 จากการสอบถามเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะยังมีความต้องการความรู้เกี่ยวกับโรคแท้งติดต่อ ร้อยละ 89 ซึ่งแบ่งรูปแบบของการได้รับความรู้ ร้อยละ 53 ต้องการในรูปแบบหนังสือ ร้อยละ 25 ต้องการให้มีหน่วยงานเข้ามาอบรมให้ความรู้ และร้อยละ 11 ต้องการให้มีการนำเสนอทางสื่อโทรทัศน์/วิทยุ

ตารางที่ 3 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโรคแท้งติดต่อ ของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ จำนวน 89 ราย

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโรคแท้งติดต่อ ของเกษตรกร	เข้าใจถูกต้อง (%)	ไม่ทราบ/เข้าใจผิด (%)
รู้จักโรคแท้งติดต่อ	80	20
ทราบว่าโรคแท้งติดต่อ สามารถติดต่อจากสัตว์สู่สัตว์ได้	74	26
ทราบว่าสัตว์ชนิดใดบ้างที่สามารถติดเชื้อโรคแท้งติดต่อได้	28	72
ทราบว่าโรคแท้งติดต่อ สามารถติดต่อจากสัตว์สู่คนได้	75	25
ทราบอาการของโรคแท้งติดต่อ ในแพะ	67	33
ทราบอาการของโรคแท้งติดต่อ ในคน	27	73
ทราบวิธีการติดต่อของโรคแท้งติดต่อ	72	28
ทราบว่าในสัตว์ที่ป่วยเป็นโรคแท้งติดต่อสามารถรักษาให้หายได้	33	67
ทราบว่าในคนที่ป่วยเป็นโรคแท้งติดต่อสามารถรักษาให้หายได้	34	66

การปฏิบัติตนเกี่ยวกับการป้องกันโรคแท้งติดต่อ

เกษตรกรมีการปฏิบัติตนในการป้องกันโรคแท้งติดต่อ ที่ถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ร้อยละ 56 มีการกักโรคก่อนนำแพะใหม่เข้ามาในฝูง ร้อยละ 58 มีการตรวจสุขภาพแพะก่อนนำเข้าฝูง ร้อยละ 47 ตรวจโรคแท้งติดต่อ ก่อนนำมาผสมภายในฟาร์ม เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่มีความเชื่อถือในฟาร์มต้นทางที่ไปซื้อแพะมาว่าเป็นฟาร์มปลอดโรคระดับ เอ หรือ บี แล้ว จึงไม่ทำการตรวจโรคซ้ำเมื่อนำมาเข้าฝูงของตน ส่วนการสวมถุงมือขณะช่วยคลอดแพะ และล้างมือหลังการสัมผัสกับแพะ ร้อยละ 53 ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่จะทำการรักษาแพะป่วยด้วยตัวเองหรือสอบถามจากเกษตรกรคนอื่นๆถึง ร้อยละ 79 มีเพียง ร้อยละ 21 ที่มีการตามสัตวแพทย์หรือเจ้าหน้าที่ปศุสัตว์เข้ามาดูแลรักษา จากการพูดคุยกับเกษตรกรส่วนใหญ่ที่ทำการรักษากันเองเนื่องจากอยากพึ่งพาตัวเอง ไม่อยากรบกวนเจ้าหน้าที่ และคิดว่าสามารถรักษากันเองได้โดยถามจากคนที่มีประสบการณ์จากฟาร์มอื่นๆ ที่เคยป่วดอาการคล้ายๆ กัน ซึ่งอาจจะไม่ได้ป่วดโดยสาเหตุเดียวกันก็ได้ การทำเช่นนี้อาจทำให้เกิดการดื้อยาของเชื้อได้ และรักษาได้ไม่ตรงกับโรคที่สัตว์เป็น และเมื่อแพะเสียชีวิต ร้อยละ 67 มีการป้องกันตัวเองระหว่างกำจัดซากแพะที่ตาย และ ร้อยละ 78 มีการจัดการกำจักซากแพะได้ถูกต้องโดยการขุดหลุมฝังและใช้ปูนขาวโรยด้านบน (ตารางที่ 4)

การให้ความรู้เกี่ยวกับโรคแท้งติดต่อ ซึ่งเป็นโรคติดต่อระหว่างสัตว์และคนที่สำคัญของเกษตรกรถือว่าเป็นประเด็นที่สำคัญในการช่วยลดการเกิดโรคดังกล่าวภายในพื้นที่ได้ (Kang'ethe, 2007) เนื่องจากในการป้องกันและควบคุมโรคที่มีประสิทธิภาพนั้น สิ่งที่สำคัญคือการมีความรู้ ความเข้าใจ ทัศนคติ และการปฏิบัติตนที่ถูกต้องที่เกี่ยวข้องกับโรคแท้งติดต่อ เพื่อใช้ในการปรับปรุงข้อมูลและมาตรการต่างๆในการป้องกัน และควบคุมการเกิดโรคภายในฟาร์มของเกษตรกรให้มีประสิทธิผล และเป็นส่วนที่ได้เปรียบหากกลุ่มเกษตรกรในแต่ละชุมชนตระหนักถึงความรู้และวิธีการปฏิบัติต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโรคแท้งติดต่อ ที่ถูกต้องซึ่งจะช่วยให้เกิดการป้องกันและควบคุมการโรคได้ดียิ่งขึ้น (Smith, 2012)

ตารางที่ 4 การปฏิบัติตนเกี่ยวกับการป้องกันโรคแท้งติดต่อ ของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ จำนวน 89 ราย

การปฏิบัติตนเกี่ยวกับการป้องกันโรคแท้งติดต่อ ของเกษตรกร	ปฏิบัติถูกต้อง (%)	ปฏิบัติไม่ถูกต้อง/เข้าใจผิด (%)
การกักโรคก่อนนำแพะเข้าฝูง	56	44
การตรวจสุขภาพแพะก่อนนำเข้าฝูง	58	42
การตรวจโรคพ่อพันธุ์ก่อนนำมาผสม	47	53
การช่วยคลอดแพะภายในฟาร์ม	53	47
การดูแลรักษาสัตว์ป่วยภายในฟาร์ม	21	79
การจัดการกับแพะที่เสียชีวิต	78	22
การป้องกันตัวเองระหว่างจัดการซากแพะที่ตาย	67	33

สรุปผลการวิจัย

การสัมภาษณ์แบบสอบถามเกี่ยวข้องกับลักษณะทั่วไปของฟาร์ม ความรู้ ทัศนคติ และการปฏิบัติตนของผู้เลี้ยงแพะพื้นที่ภาคใต้ตอนบน ที่เกี่ยวข้องกับโรคแท้งติดต่อ เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโรคแท้งติดต่อ ในแพะอยู่ในระดับดี แต่ความรู้ทางด้านอาการของโรคและการติดต่อในสัตว์ชนิดอื่นยังน้อยอยู่ ส่วนด้านการปฏิบัติตนในการป้องกันโรคแท้งติดต่อ ยังมีการปฏิบัติที่ไม่ถูกต้องอยู่ เช่น ไม่มีการสวมถุงมือขณะช่วยคลอดแพะ ไม่มีการตรวจหรือการกักโรคก่อนนำแพะเข้าฟาร์มและส่วนใหญ่มีการรักษาแพะป่วยด้วยตนเองซึ่งจากการศึกษาเกษตรกรยังมีความต้องการข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับโรคแท้งติดต่อ ดังนั้น การให้ความรู้แก่เกษตรกร การปรับทัศคติ และการปฏิบัติตนของผู้เลี้ยงแพะเป็นสิ่งสำคัญในการควบคุม และป้องกันโรคแท้งติดต่อ ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณเงินรายได้ประจำปี พ.ศ.2559 ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบุคคลต่างๆที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ น.สพ.มรกต แสงรุ่ง และน.สพ.โมษิต อารีกิจ ที่ช่วยเหลือในด้านการสัมภาษณ์แบบสอบถามกับเกษตรกร ขอขอบคุณเกษตรกรทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการตอบแบบสอบถามในงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณคณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่อนุเคราะห์รถที่ใช้ในการเดินทาง จนงานวิจัยประสบผลสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

มนยา เอกทัตร์. 2557. โรคบรูเซลโลสิสและการชันสูตรในประเทศไทย. สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ กรมปศุสัตว์. 232 หน้า

พรทิพย์ ชูเมฆและอรรถพร จีนพันธ์. 2555. การศึกษาทางซีรั่มวิทยาของโรคบรูเซลโลสิสและเมลิออยโดสิสในแพะที่เลี้ยงในภาคใต้ของประเทศไทย. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50: สาขาสัตว์, สาขาสัตวแพทยศาสตร์, สาขาประมง, กรุงเทพ. 329-338 pp.

พรศักดิ์ ประสมทอง. 2555. รายงานการสอบสวนโรคบรูเซลโลสิส ตำบลบ่อพลอย อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี ภายใต้แนวคิดสุขภาพหนึ่งเดียว ปี พ.ศ. 2555. สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

สำนักงานปศุสัตว์เขต 8. รายงานข้อมูลผลการดำเนินงานและความก้าวหน้าการพัฒนาและขับเคลื่อนเครือข่ายเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะของพื้นที่และข้อมูลพื้นฐานการผลิตแพะ ประจำปีงบประมาณ 2558 สำนักงานปศุสัตว์เขต 8. ข้อมูลยังไม่ตีพิมพ์.

สำนักระบาดวิทยา. 2556. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคประจำปี 2556. สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 431 หน้า

สำนักระบาดวิทยา. 2552. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคประจำปี 2552. สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 485 หน้า

สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ. 2552. รายงานประจำปี 2552. สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ กรมปศุสัตว์. 253 หน้า

ศศิธร ติคำรัมย์. 2551. รายงานการสอบสวนและควบคุมโรคบรูเซลโลสิส จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2551. สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.

Hoover D, Friedlander A. 1997. Brucellosis. In: Zajtchuk R, editor. Textbook of Military Medicine: Medical Aspects of Chemical and Biological Warfare. Washington, DC: US Department of the Army, Surgeon General, and the Borden Institute. p. 513-21.

Kand'ethe EK. 2007. Potential of urban agriculture: Benefits and risk. East Afr Med J 84: 45-47.

Kang'ethe EK, Ekuttan CE, Kimani VN, KiraguMW. 2007. Investigations into the prevalence of bovine brucellosis and the risk factors that predispose humans to infection among urban dairy and non-dairy farming households in Dagoretti Division, Nairobi, Kenya. East Afr Med J 84: 96–100.

Lindahl E, Sattorov N, Boqvist S, Magnusson U. 2015. A Study of Knowledge, Attitudes and Practices Relating to Brucellosis among Small-Scale Dairy Farmers in an Urban and Peri-Urban Area of Tajikistan. PLoS ONE 10(2): e0117318. doi:10.1371/journal.pone.0117318

Smith HL. 2012. Control and prevention of brucellosis in small ruminant; time for action. Vet Rec 170: 97-98.

World Health Organization (WHO). 2014. Neglected zoonotic diseases. Available: www.who. int/neglected _diseases/zoonoses/zoonoses/en/.

World Health Organization (WHO). 2006. Brucellosis in humans and animals. 89 pp.

การสำรวจส่วนแบ่งการตลาดของกลุ่มผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ ในตลาดสดอำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน

A Survey of Market Shares on Chicken Meat Products' s Seller in Nan Market, Nan Province

สุธาทิพย์ ไชยวงศ์[1*] จิรพรรณ ตรีเพ็ชร[2] และ ประมวล เติมสมบัติถาวร[1]

Suthathip Chaiwong[1*] Jirapan Triphet[2] and Pramual Termsombatthaworn[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาส่วนแบ่งการตลาดของผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ในตลาดสด เขตอำเภอเมือง จังหวัดน่าน ถึงเหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ของกลุ่มผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ โดยใช้การสำรวจโดยมีแบบสำรวจให้กลุ่มผู้จำหน่ายได้เลือกตอบให้ตรงตามความเป็นจริงเกี่ยวกับสภาพการจัดซื้อและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในปัจจุบัน ทำการศึกษาจากตลาดสดจำนวน 13 แห่งในเขตอำเภอเมืองน่าน โดยมีกลุ่มประชากรคือผู้ค้าผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ทั้งไก่สดและไก่แปรรูปในตลาดสด จำนวน 37 ราย โดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูล 3 ส่วนได้แก่ ข้อมูลทั่วไป ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่ซื้อมาจำหน่าย และข้อมูลของผลิตภัณฑ์ที่จำหน่าย นำคำตอบที่ได้มาตรวจสอบแล้วพบว่า ผู้ค้าเป็นเพศหญิง ร้อยละ 62 ส่วนมากมีอายุระหว่าง 30-40 ปี มีระดับการศึกษาอยู่ในชั้นประถมศึกษา และมีระยะเวลาของการประกอบอาชีพมานานกว่า 10 ปี ซึ่งมักจะซื้อผลิตภัณฑ์ไก่สด (ไก่กระทง ร้อยละ 43) มาทำการแปรรูปเอง โดยเลือกซื้อทั้งไก่สดทั้งตัวและชิ้นส่วนไก่สดเพื่อมาจำหน่าย และมีแหล่งซื้อประจำจากร้านค้าขายส่งภายในจังหวัด (ร้อยละ 43) ซึ่งร้านค้าเหล่านี้ ไม่มีกลยุทธ์ในการส่งเสริมการขาย (ร้อยละ 89) ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่จำหน่าย ร้อยละ 49 จำหน่ายเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ประเภทต้ม โดยแยกขายเป็นชิ้นส่วน โดยจะใช้กลยุทธ์ ได้แก่ การลดราคา การพูดจา และการเพิ่มปริมาณ เป็นเทคนิคการส่งเสริมการขาย

คำสำคัญ : ส่วนแบ่งการตลาด, ผลิตภัณฑ์เนื้อไก่

ABSTRACT

This research aims to study the market shares on chicken meat products from seller in Nan market, Nan province. The sample of this survey is 37 selling chicken meat products from 13 markets in Nan district. The most of sample were female of age 30 to 40 year olds, they were achieved secondary school and worked more than 10 years. 43 percentage of sample bought fresh's broiler chicken carcass from wholesale shop to other process and cook by themselves. No marketing strategy from wholesale shop to sale promotions in nan province. Types of meat chicken are boiling (parts of chicken). Consumer sale promotion techniques such as discount, speak politely and some giveaway from seller.

Keyword: Market share, Meat chicken's product

---

[1] สาขาสัตวศาสตร์และประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน ตำบลฝายแก้ว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน 55000

[1] Department of Animal Science and Fishery, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Phi Keao, Phu-Phiang , Nan 55000, Thailand

[2] นักศึกษา สาขาสัตวศาสตร์และประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน ตำบลฝายแก้ว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน 55000

[2] Undergraduate student, Department of Animal Science and Fishery, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Phi Keao, Phu-Phiang , Nan 55000, Thailand

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : suthathip.ch.st@gmail.com

บทนำ

เนื้อไก่ เป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ ถือเป็นหนึ่งในอาหาร 5 หมู่ ที่มนุษย์นิยมใช้บริโภคมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีรสชาติดี โคเลสเตอรอลต่ำ และราคาไม่แพง สามารถนำไปปรุงเป็นเมนูอาหารได้หลากหลายชนิด สำหรับการบริโภคไก่ภายในประเทศนั้น นอกเหนือจากไก่เนื้อ (ไก่กระทง) แล้วในตลาดชุมชนทั่วประเทศยังมีการบริโภคไก่พันธุ์อื่นๆ ได้แก่ ไก่พื้นเมือง, ไก่ลูกผสมพื้นเมือง, ไก่ซี หรือไก่โต้ง หรือไก่ไข่เพศผู้ (ดรุณี และคณะ, 2556) ตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ. 2557 เป็นต้นมา จังหวัดน่านได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยว และมีการขยายตัวของเศรษฐกิจเพิ่มสูงขึ้น ตามรายงานประมาณการเศรษฐกิจจังหวัดน่านว่าปัจจัยสนับสนุนเศรษฐกิจของจังหวัดน่านปี พ.ศ. 2560 -2561 ข้อหนึ่งคือการเปิดของห้างค้าปลีกขนาดใหญ่ ทำให้ผู้บริโภคมีทางเลือกในการเลือกซื้อสินค้าต่างๆ มากขึ้นทำให้ร้านค้าปลีก-ค่าส่งรายย่อยมีการแข่งขันกันมากขึ้น (สำนักงานคลังจังหวัดน่าน, 2560) แต่ก็ส่งผลให้ผู้บริโภคมีทางเลือกในการเลือกสินค้าต่างๆ มากขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ ก็เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจ ที่ผู้ค้ารายใหญ่และรายย่อยจากหลากหลายแหล่งผลิตให้ความสนใจและเลือกซื้อสินค้าดังกล่าว จนเกิดการแข่งขันทางด้านราคาของผลิตภัณฑ์ ทั้งจากห้างสรรพสินค้า ร้านขายส่ง ตลาดสด หรือแม้แต่ผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ที่ชำแหละเองหน้าฟาร์ม ดังนั้นการศึกษาถึงกำลังการซื้อ ส่วนแบ่งการตลาดและเหตุผลในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ที่กลุ่มตัวอย่างพ่อค้า-แม่ค้าในเขตอำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน เลือกซื้อเพื่อนำไปแปรรูปและจำหน่าย จึงเป็นวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วิธีการศึกษา

เก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม โดยการออกแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการสัมภาษณ์พ่อค้า-แม่ค้า ผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่ ที่จำหน่ายในตลาดสด เขตอำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน แบบสอบถามประกอบด้วยข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม ประเภทของผลิตภัณฑ์ที่ซื้อมาจำหน่าย และประเภทของผลิตภัณฑ์ที่จำหน่าย

กลุ่มตัวอย่าง เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยพิจารณาเลือกจากกลุ่มพ่อค้าแม่ค้าที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่ ที่จำหน่ายในตลาดสด จำนวน 13 แห่ง ในเขตอำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน รวมทั้งสิ้น 37 ราย วิเคราะห์ข้อมูลโดยนำข้อมูลที่ได้แจกแจงเป็นค่าความถี่ของข้อมูล แล้วหาค่าเฉลี่ย และร้อยละ

พื้นที่ที่ศึกษา ตลาดสดในเขตอำเภอเมืองน่าน จำนวน 13 แห่ง แบ่งออกเป็น ตลาดขนาดใหญ่ จำนวน 2 แห่ง ขนาดกลาง 4 แห่ง และขนาดเล็ก 7 แห่ง

ผลและวิจารณ์ผล

ข้อมูลพื้นฐาน

ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสำรวจ จากการสำรวจกลุ่มพ่อค้าแม่ค้าในตลาดสดเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐาน พบว่าส่วนมากร้อยละ 62.16 เป็นเพศหญิง และร้อยละ 37.84 เป็นเพศชาย มีช่วงอายุ ตั้งแต่ 30-40 ปี 40-50 ปี และ 20-30 ปี ตามลำดับ การศึกษาสูงสุดอยู่ในช่วง ประถมศึกษาร้อยละ 51.35 ปริญญาตรี ร้อยละ 24.32 มัธยมศึกษาตอนปลายร้อยละ 13.51 ระยะเวลาในการจำหน่ายส่วนมาก จะจำหน่ายมามากกว่า 10 ปีอยู่ถึงร้อยละ 48.65 5-10 ปีร้อยละ 37.84 น้อยกว่า 5 ปีร้อยละ 13.51 ช่วงเวลาที่จำหน่าย ส่วนมากร้อยละ 45.9 จำหน่ายเฉพาะช่วงเวลาเช้า ร้อยละ 32.43 จำหน่ายเฉพาะช่วงเวลาเย็น และร้อยละ 13.51 จำหน่ายตลอดทั้งวัน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม (จำนวน 37 ราย)

ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม		จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	14	37.84
	หญิง	23	62.16
อายุ	น้อยกว่า 20 ปี	0	0.00
	20-30 ปี	7	18.92
	30-40 ปี	13	35.14
	40-50 ปี	9	24.32
	50-60 ปี	5	13.51
	มากกว่า60 ปี	3	8.11
การศึกษาสูงสุด	ประถมศึกษา	19	51.35
	มัธยมศึกษาตอนต้น	4	10.81
	มัธยมศึกษาตอนปลาย	5	13.51
	ปริญญาตรี	9	24.32
	สูงกว่าปริญญาตรี	0	0
ระยะเวลาที่จำหน่าย	น้อยกว่า 5 ปี	5	13.51
	5-10 ปี	14	37.84
	มากกว่า 10 ปี	18	48.65
ช่วงเวลาที่ทำการจำหน่าย	เช้า	17	45.95
	เย็น	12	32.43
	ตลอดทั้งวัน	5	13.51
	เช้าและเย็น	3	8.11

ข้อมูลผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ที่ซื้อมาจำหน่าย

จากการสำรวจข้อมูลการซื้อสินค้าของผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์เนื้อไก่มาจำหน่าย ในเขตอำเภอเมืองน่าน พบว่าส่วนมากพ่อค้าและแม่ค้าจะซื้อเป็นเนื้อไก่สด มาจำหน่าย โดยมีทั้งไก่สดทั้งตัว ชิ้นส่วนไก่สด และมีสัดส่วนของการซื้อทั้งไก่สดและชิ้นส่วนไก่สดมาแปรรูปเพื่อจำหน่ายมากที่สุด (ร้อยละ 35.14) ในส่วนของสายพันธุ์ไก่นั้น พ่อค้า และแม่ค้านิยมใช้ไก่กระทงมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่ายต่อมากที่สุด (ร้อยละ 43.24) และเป็นไก่สามสายและไก่พื้นเมืองร้อยละ 27.03 ใกล้เคียงกับ อำนวยและคณะ (2553) รายงานว่าผู้บริโภคในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ พบว่าผู้บริโภคนิยมบริโภคไก่พื้นเมือง ร้อยละ 49.8 และไก่เนื้อ ร้อยละ 47.4 ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ สวัสดิ์ และคณะ (2549) ที่ทำการศึกษาตลาดของไก่พื้นเมืองในจังหวัดมหาสารคาม ซึ่งเป็นการซื้อขายกันในหมู่บ้าน พบว่ามีการเลี้ยงเพื่อบริโภคเอง แล้วส่งไปขายตลาดใหญ่ในจังหวัดและกรุงเทพ โดยมีลำดับความนิยมของการบริโภคเริ่มจากไก่พื้นเมืองพันธุ์แท้ ไก่ลูกผสม และไก่เนื้อโตเร็วตามลำดับ ซึ่งอาจเป็นเพราะความแตกต่างของพื้นที่ในการสำรวจ และรูปแบบการเลี้ยงไก่พื้นเมืองที่เป็นการเลี้ยงแบบหลังบ้าน พ่อค้าที่จะซื้อต้องไปรวบรวมและหาซื้อไก่จากเกษตรกรในหมู่บ้านต่างๆ ทำให้ได้ไก่ที่มีอายุต่างๆ กัน มีสุขภาพไม่ได้มาตรฐาน (ครุณี และคณะ, 2556) จึงทำให้ไก่พื้นเมืองหาซื้อยากกว่าไก่เนื้อ โดยเฉพาะตลาดในเขตเมือง การตัดสินใจเลือก

ซื้อไก่ของพ่อค้าแม่ค้าที่จำหน่ายในตลาด ในเขตอำเภอเมืองน่าน ส่วนมากจะเลือกซื้อจากร้านค้าส่งในจังหวัด (ร้อยละ 43.24) ห้างค้าส่งในจังหวัด (ร้อยละ 21.62) และรับมาจากโรงชำแหละในจังหวัด (ร้อยละ 13.51) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ที่ซื้อมาจำหน่าย

ข้อมูล	ผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ที่ซื้อมาจำหน่าย	จำนวน	ร้อยละ
ประเภทที่ซื้อมาจำหน่าย	ไก่สด	36	97.30
	ชิ้นส่วนไก่สด	1	2.70
	ไก่สดทั้งตัว	11	29.73
	ชิ้นส่วนไก่สด	12	32.43
	ทั้งไก่สดและชิ้นส่วนไก่สด	13	35.14
	อื่นๆ	1	2.70
สายพันธุ์ไก่ที่นำมาจำหน่าย	ไก่กระทง	16	43.24
	ไก่สามสาย	3	8.11
	ไก่พื้นเมือง	3	8.11
	อื่นๆ	4	10.81
	ไก่กระทงและไก่สามสาย	1	2.70
	ไก่กระทงและไก่พื้นเมือง	6	16.22
	ไก่สามสายและไก่พื้นเมือง	4	10.81
วิธีเลือกซื้อไก่	มีร้านค้าประจำ	25	67.57
	ให้บุคคลอื่นไปซื้อให้	5	13.51
	เลือกด้วยตนเอง	7	8.92
ราคาการซื้อและปริมาณการซื้อต่อวันโดยประมาณ	1-10 กิโลกรัม	10	27.03
	10-20 กิโลกรัม	14	37.84
	มากกว่า 20 กิโลกรัม	13	35.14
ปริมาณในการซื้อ	ต่ำสุด (กิโลกรัม)	4	
	สูงสุด (กิโลกรัม)	85	
	เฉลี่ย (กิโลกรัม/วัน)	65.7	
ราคาในการซื้อ	ต่ำสุด (บาท)	300	
	สูงสุด (บาท)	7,500	
	เฉลี่ย (บาท/วัน)	2,183.30	

ปริมาณการซื้อผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่เพื่อไปจำหน่ายนั้น พ่อค้าและแม่ค้า มีปริมาณการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่อยู่ในช่วง 10-20 กิโลกรัมต่อวัน และมากกว่า 20 กิโลกรัมต่อวัน (ร้อยละ 37.84 และ 35.14 ตามลำดับ) โดยปริมาณการซื้อผลิตภัณฑ์เพื่อไปจำหน่ายอยู่ที่ 4 - 85 กิโลกรัมต่อวัน ราคาที่ใช้ในการซื้อผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่ต่อวัน อยู่ที่ 300 – 7,500 บาทต่อวัน เมื่อสอบถามถึงวิธีการในการส่งเสริมการขายของร้านค้า เช่น ยินยอมให้ส่งคืนสินค้าหากพบปัญหากับผลิตภัณฑ์ในจำนวนมาก การลดราคาตามจำนวนการซื้อ ซึ่งพ่อค้าแม่ค้าที่ซื้อผลิตภัณฑ์เนื้อไก่เพื่อไปจำหน่ายนั้นส่วนใหญ่ไม่พบปัญหา

จากการซื้อผลิตภัณฑ์ มีเพียงร้อยละ 18.92 ที่พบปัญหาในการซื้อผลิตภัณฑ์ เช่น ปีกช้ำ ปีกหัก เนื้อไก่ช้ำ ผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ไม่สด ซึ่งกลุ่มพ่อค้าแม่ค้าเหล่านี้ เลือกวิธีการแก้ไขปัญหาคือ ไม่นำมาจำหน่าย หรือส่งคืนให้กับร้านค้าที่ตนได้ซื้อมาจำหน่าย แหล่งการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ จากพ่อค้าแม่ค้าที่ซื้อสินค้าจากร้านค้าส่งในจังหวัด ซึ่งส่วนใหญ่ (ร้อยละ 43.24) ระบุเป็นร้านเจ้หยุง ผู้ศึกษาจึงได้ทำการขอสอบถามข้อมูล และสัมภาษณ์เกี่ยวกับเทคนิคการขายเพิ่มเติม พบว่า ร้านค้าส่งแห่งนี้รับเนื้อไก่แช่เย็นมาจาก 3 บริษัทคือ บริษัทสหฟาร์ม จำกัด บริษัทเบทาโกร จำกัด และบริษัทเจริญโภคภัณฑ์ โดยมีตัวแทนจำหน่ายสินค้ามานำเสนอสินค้าและมาส่งสินค้าในทุกๆวัน โดยมีสัดส่วนคละกันไป นอกเหนือจากนั้นทางร้านยังจำหน่ายผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปชนิดอื่นๆ ของทั้ง 3 บริษัทร่วมด้วย ในส่วนของราคา มีราคากลางเท่ากับตลาดทั่วไป และประสบการณ์ทางด้านการขายมากกว่า 10 ปี ดังจะเห็นว่าร้านค้าส่งในจังหวัดมีการนำเอาทฤษฎีส่วนประสมทางการตลาด (ศิริวรรณ และคณะ, 2552) มาใช้ร่วมเพื่อสนองความถึงพอใจของผู้บริโภค ทั้งทางด้านผลิตภัณฑ์ คือ เลือกสินค้าที่มาจำหน่ายจากตัวแทนจำหน่ายที่ได้มาตรฐานได้คุณภาพ สินค้าต้องอยู่ในสภาพสดใหม่ ก่อนถึงมือลูกค้า ด้านราคา สินค้าที่จำหน่ายมีราคากลางที่สามารถสู้กับหลายๆ ยี่ห้อหลายๆ ร้านได้ ด้านการส่งเสริมการตลาด เจ้าของร้าน และบุคลากรภายในร้านมีอัธยาศัยดีและมีน้ำใจต่อลูกค้า สม่ำเสมอ เมื่อพบปัญหาเกี่ยวกับสินค้าลูกค้าสามารถส่งคืนได้ทันทีและสามารถเปลี่ยนคืนสินค้าได้ในกรณีที่พบสินค้าที่ไม่สดหรือมีปัญหาจำนวนมาก และรวมทั้งด้านการจัดจำหน่ายหรือสถานที่ในการจำหน่าย คือ ร้านค้าส่งนี้ตั้งอยู่ในบริเวณตลาดสดขนาดใหญ่ ของตัวอำเภอเมืองน่าน ทำให้พ่อค้าแม่ค้า สามารถแวะเวียนเข้ามาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ได้พร้อมๆ กับการเลือกซื้อสินค้าชนิดอื่นๆ

ข้อมูลประเภทของผลิตภัณฑ์ที่จำหน่าย

การสำรวจข้อมูลประเภทของผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายของกลุ่มพ่อค้าแม่ค้าที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่ พบว่าร้อยละ 73.68 เป็นร้านที่จำหน่ายไก่สดและชิ้นส่วนไก่สด ร้อยละ 26.32 จำหน่ายเฉพาะเฉพาะไก่สดทั้งตัว ในกลุ่มของพ่อค้าแม่ค้าที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์ประเภทไก่ปรุงสุก จะจำหน่ายในลักษณะแยกชิ้นส่วน มากถึงร้อยละ 84.21

ประเภทของการปรุง เรียงลำดับตามความถี่ของผลิตภัณฑ์ที่จำได้ ได้เป็น ไก่ต้ม ไก่ทอด ไก่ทอดและไก่ต้ม ไก่ทอดและไก่ย่าง ไก่ย่าง และอื่นๆ (ร้อยละ 48.65, 35.14, 8.11, 2.70, 2.70 และ 2.70 ตามลำดับ) และเมื่อสอบถามถึงความถี่ของผู้บริโภคในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์นั้นพบว่า ประเภทชิ้นส่วนไก่สด ผู้บริโภคนิยมอันดับการเลือกซื้อ น่องไก่ เครื่องในไก่ และสะโพกมากเป็นอันดับที่ 1 รองลงมาได้แก่ เนื้อหน้าอกไก่ ปีกไก่ โครงไก่ ตามลำดับ ส่วนประเภทชิ้นส่วนไก่ปรุงสุกนั้น ผู้บริโภคนิยมเลือกซื้อ เครื่องใน มากเป็นอันดับที่ 1 รองลงมาได้แก่ เนื้อหน้าอก ปีก สะโพก โครงไก่ น่องไก่ และอื่นๆ อันได้แก่ ส่วนของผิวหนังไก่ คอไก่ ส่วนเท้าไก่ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้ ผู้บริโภคนิยมในการเลือกซื้อไก่ที่ปรุงสุกแล้วเป็นชนิดไก่ต้ม เช่นเดียวกันกับ อำนวย และคณะ (2553) ที่รายงานว่าชนิดของอาหารที่ผู้บริโภคที่เป็นคนภาคเหนือตอนบน นิยมนำไปปรุงเป็นอาหารหรือบริโภค ได้แก่ แกง ยำจิ้นไก่ แกงอ่อม และนึ่ง ตามลำดับ ซึ่งล้วนเป็นอาหารประเภทต้ม แต่ขัดแย้งกับผลการสำรวจของ วิไลลักษณ์ และ วิรัตน์ (2553) ที่ทำการสำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภคเนื้อไก่ในเขตภาคกลางและภาคตะวันตก ถึงชนิดของอาหารที่ปรุงจากเนื้อไก่ (ร้อยละ 32.9) คืออาหารประเภททอด รองลงมา คือ การแกง ต้ม ยำ การย่าง การอบ ซึ่งอาจเป็นเพราะพื้นที่ในการสำรวจมีแตกต่างกันตามภูมิภาค สภาพการใช้ชีวิตประจำวันของผู้บริโภค ผู้จำหน่าย และความต้องการของตลาด

ตารางที่ 3 อันดับการเลือกซื้อชิ้นส่วนไก่สดและไก่ปรุงสุกที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค

อันดับการเลือกซื้อ	ชิ้นส่วนไก่สด	ชิ้นส่วนไก่ปรุงสุก
1	น่องไก่ เครื่องในไก่ และสะโพก	เครื่องใน
2	เนื้อหน้าอกไก่	เนื้อหน้าอก
3	ปีกไก่	ปีก และ สะโพก
4	โครงไก่	โครงไก่
5	อื่นๆ	น่องไก่
6	-	อื่นๆ

สรุปผลการวิจัย

จากการสำรวจส่วนแบ่งการตลาดของผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ จากพ่อค้าแม่ค้าในตลาดสด อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน พบว่า กลุ่มผู้ค้านิยมเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากร้านค้าส่งในจังหวัด มากกว่าการซื้อจากห้างสรรพสินค้า และการรับจากแหล่งที่ชำแหละแล้วภายในจังหวัด โดยผลิตภัณฑ์ที่หน่ายนิยมจำหน่ายแบบแยกชิ้นส่วน โดยมีความนิยมในการบริโภคและเลือกซื้อเครื่องในไก่ เป็นส่วนมากรองลงมาคือ เนื้อหน้าอกไก่ น่องไก่ ปีกไก่ สะโพกไก่ โครงไก่ ตามลำดับ ซึ่งร้านค้าส่งมีการทฤษฎีส่วนประสมทางการตลาดมาใช้เพื่อสนองความพึงพอใจของผู้บริโภคด้วย

เอกสารอ้างอิง

ดรุณี โสภา, ชูศักดิ์ ประภาสวัสดิ์, สุเทพ เหลาทอง, ประสิทธิ์ รัตนชวานนท์, ชัชวาล ประเสริฐ และ อำนวย เลี้ยวธารากุล. 2556. การซื้อและบริโภคไก่ของผู้บริโภคในจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม และเลย. วารสารแก่นเกษตร 41 (ฉบับพิเศษ) 1: 410-414.

วิไลลักษณ์ ชาวอุทัย และ วิรัตน์ สุมน. 2553. ความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมของผู้บริโภคเนื้อไก่ในภาคกลางและภาคตะวันตกของประเทศไทย. น. 292-299 **ใน** การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48: สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์, สุภร เสรีรัตน์, ปณิศา มีจินดา, อรทัย เลิศวรรณวิทย์, ปริญ ลักษิตานนท์, องอาจ ปทะวานิ และจิระวัฒน์ อนุชชานนท์. 2552. การบริหารการตลาดยุคใหม่ฉบับปรับปรุงใหม่ปี 2552. กรุงเทพฯ: ธรรมสาร.

สวัสดิ์ ธรรมบุตร, ศิริพันธ์ โมราถบ, บุญศักดิ์ เกลียวกมลทัต และ อัมพร ธรรมบุตร. 2549. คู่มือการเลี้ยงไก่พื้นเมือง. พิมพ์ครั้งที่ 5. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

สำนักงานคลังจังหวัดน่าน. 2560. รายงานประมาณการเศรษฐกิจการคลังจังหวัดน่าน ประจำไตรมาสที่ 3 เดือนกันยายน 2560. น่าน: สำนักงานคลังจังหวัดน่าน.

อำนวย เลี้ยวธารากุล, ชาตรี ประทุม และสันติ แพ่งเม้า. 2553. การซื้อและบริโภคไก่ของผู้บริโภคในภาคเหนือตอนบนและภาคอื่นๆ. น. 157-162 **ใน** การประชุมวิชาการสัตวแพทยศาสตร์ มข. ครั้งที่ 11. คณะสัตวแพทยศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ผลการเสริมใบเตยหอมในอาหารไก่ไข่และน้ำดื่มต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตและคุณภาพไข่

Effects of Pandanus Leaves Supplementation in Laying Hen Diet and Drinking Water on Productive Performances and Egg Quality

อรวดี ไชยพราหมณ์[1] เอกสิทธิ์ ทองใหญ่[1] และอาภรณ์ ส่งแสง[1*]

Orwadee Chaiphram[1*], EkasithThongyai [1] and Aporn Songsang [1]

บทคัดย่อ

ศึกษาผลการเสริมใบเตยหอมในอาหารและน้ำดื่มต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ใช้ไก่ไข่จำนวน 128 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำ กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารควบคุม กลุ่มที่ 2 3 และ 4 ได้รับอาหารควบคุมเสริมใบเตยหอมแห้ง 1.5 กรัม/ตัว/วัน ใบเตยสด 5 กรัมต่อตัวต่อวัน และน้ำใบเตยหอมในน้ำดื่มตามลำดับเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าการเสริมใบเตยหอมในอาหารและน้ำดื่ม มีผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักไข่เฉลี่ย มวลไข่ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นมวลไข่ เปอร์เซ็นต์ไข่แดง เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว เปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ ความหนาเปลือกไข่ สีไข่แดง และค่าฮอฟยูนิต แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ผลการประเมินค่าคะแนนความชอบด้านสีและกลิ่นในไข่ดิบมีแนวโน้มสูงขึ้นในกลุ่มที่ 2 (3.80 และ 3.33) และกลุ่มที่ 3 (3.67 และ 3.07) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 1 (3.13 และ 2.73) และกลุ่มที่ 4 (3.13 และ 3.33) แต่มีค่าแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่กลุ่มที่ 2 และ 3 มีค่าคะแนนความชอบโดยรวมในไข่ดิบสูงกว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมในไข่ต้ม

คำสำคัญ : ใบเตยหอม, ไก่ไข่, คุณภาพไข่

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effect of pandanus leaves supplementation in the diet or drinking water of laying hens on productive performance and egg quality. One hundred twenty eight laying hens were randomly allocated to 4 groups consisting of 4 replications. Group 1 received a control diet whereas Groups 2, 3 and 4 received control diet supplemented with dried pandanus leaves at 1.5 g/bird/day or fresh pandanus leaves at 5 g/bird/day or pandanus leaves juice in drinking water, respectively. The 4- week study showed that there were no significant differences ($P>0.05$) in egg production, feed intake, average egg weight, egg mass, feed efficiency per kilogram egg mass, percentage of yolk, albumen and shell, shell thickness, yolk color and Haugh unit. A tendency of higher panel score in color and odor of raw egg from group 2 (3.80 and 3.33) and group 3 (3.67 and 3.07) compared to group 1 (3.13 and2.73) and group 4 (3.13 and 3.33) were observed. While groups 2 and 3 had significant higher in satisfaction panel score of raw egg, compared to groups 1 and 4 ($p<0.05$). No significant differences in color, odor and overall satisfaction panel scores of boiled eggs was obtained.

Keyword: pandanus leaves, laying hen,egg quality

---

[1]สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ ตำบลบ้านพร้าว อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง 93210
ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : asongsang@hotmail.com

บทนำ

ไข่ไก่เป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพและนิยมบริโภคกันทั่วไป ส่งผลให้อุตสาหกรรมการผลิตไก่ไข่มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค มีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้ในกระบวน การผลิตเพื่อเพิ่มสมรรถภาพและลดต้นทุนการผลิต ในการจัดการด้านอาหารมีการใช้สารเสริมในอาหารเพื่อปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตและประสิทธิภาพการใช้อาหาร ซึ่งบางครั้งอาจก่อให้เกิดปัญหาการตกค้างในผลผลิต หรือปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมซึ่งส่งผลกระทบต่อตัวสัตว์และผู้บริโภค นอกจากนี้ในปัจจุบันผู้บริโภคได้ให้ความสนใจในเรื่องคุณภาพและความปลอดภัยของอาหารที่บริโภคมากขึ้น ดังนั้นผู้ผลิตเองจำเป็นจะต้องคำนึงถึงประเด็นดังกล่าวมากขึ้น การใช้สมุนไพรหรือผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติในการปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภค

เตยหอม **(Pandanus amaryllifolius** Roxb.**)** พบได้ทั่วไปในประเทศเขตร้อน ในประเทศไทยรวมถึงประเทศในแถบเอเชียนิยมใช้ใบในการปรุงแต่งกลิ่น และกลบกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ได้ (ศิวัฒ และสิรินาฏ, 2550) และใช้ปรุงแต่งสีของอาหาร เตยหอมมีสารหอมระเหยหลายชนิดเป็นองค์ประกอบทำให้เกิดเป็นกลิ่นเฉพาะตัว โดยมีองค์ประกอบหลักคือ 2-acetyl-1-pyrroline (Laksanalamai and Ilangantileke, 1993) นอกจากจะมีกลิ่นหอมเฉพาะตัวแล้วเตยหอมยังมีสรรพคุณทางยา โดยใบและรากสามารถใช้เป็นยาขับปัสสาวะ ส่วนใบเตยมีสรรพคุณช่วยในการบำรุงหัวใจ และนิยมนำมาใช้เป็นเครื่องดื่มสมุนไพรที่ทำให้ร่างกายสดชื่น (พิชามญชุ์, 2558) ใบเตยหอมมีคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นสารที่มีสีเขียว มีผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึม การหายใจ กระตุ้นการสร้างเม็ดเลือดแดง (สุภชัย และยุพา, 2543 อ้างโดย สุชาติ และคณะ, 2552) มีเบต้าแคโรทีน แอนโทไซยานิน (วันดี, 2538) และ สารประกอบฟีนอล (นรินทร์ และคณะ, 2560) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มีรายงานว่าการนำใบเตยหอมผงเสริมในอาหารที่ระดับเหมาะสมสามารถช่วยปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตในไก่ไข่และนกกระทาญี่ปุ่น (สุชาติ และคณะ, 2545; อัจฉรา, 2555) และยังมีผลช่วยลดกลิ่นคาวไข่ (สุชาติ และคณะ , 2545) ซึ่งเหมาะกับการนำไปใช้ในวัตถุประสงค์เฉพาะอย่าง เช่น ใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ (bakery) ขนมหวานของไทย เป็นต้น ซึ่งจะช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับไข่ การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเสริมใบเตยหอมในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ ใบเตยหอมผง ใบเตยหอมสด ในอาหารไก่ไข่ และน้ำใบเตยหอมในน้ำดื่ม ต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมใบเตยหอม มีการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. การเตรียมใบเตยหอมผง

นำใบเตยหอมทั้งใบมาล้างทำความสะอาด นำไปหั่นขนาดชิ้นเล็กๆ 0.3-0.4 เซนติเมตร จากนั้นนำเข้าอบในตู้อบ (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำไปบดด้วยเครื่องบดให้ละเอียดเพื่อนำมาใช้เสริมในอาหาร และนำใบเตยหอมผงไปวิเคราะห์โดยวิธี proximate พบว่ามีความชื้น 8.56 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 8.18 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 5.19 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 16.06 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใย 37.97 เปอร์เซ็นต์

2. การเตรียมใบเตยสด

นำใบเตยหอมสดมาล้างทำความสะอาด นำไปหั่นขนาดชิ้นเล็กๆ ประมาณ 0.3 เซนติเมตร และนำไปเสริมในอาหารไก่ไข่ในแต่ละวัน

3. การเตรียมน้ำใบเตยหอม

ใช้อัตราส่วนใบเตย 5 กรัม ต่อน้ำ 400 มิลลิลิตร โดยนำใบเตยหอมมาล้างทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ผสมกับน้ำตามสัดส่วน ทำการปั่นประมาณ 1.5 นาที และกรองด้วยผ้าขาวบาง โดยเตรียมน้ำใบเตยให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับน้ำดื่มแต่ละวัน

2. การจัดการสัตว์ทดลอง

ใช้ไก่ไข่พันธุ์ Isa Brown อายุ 66 สัปดาห์ จำนวน 128 ตัว เลี้ยงในกรงตับ โรงเรือนเปิด ให้ได้รับแสงวันละ 16 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ให้อาหารและน้ำดื่มอย่างเต็มที่ (**ad libitum**) ตลอดการทดลอง 4 สัปดาห์ ทำการสุ่มไก่ออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 8 ตัว ให้ได้รับอาหารทดลองดังนี้

กลุ่มที่ 1 อาหารควบคุม (อาหารสำเร็จรูปที่ใช้ในฟาร์มสัตว์ปีกมหาวิทยาลัยทักษิณ)

กลุ่มที่ 2 อาหารควบคุม +ใบเตยหอมผงที่ระดับ 1.5 กรัมต่อตัวต่อวัน

กลุ่มที่ 3 อาหารควบคุม+ ใบเตยหอมสดที่ระดับ 5 กรัมต่อตัวต่อวัน

กลุ่มที่ 4 อาหารควบคุม + ผสมน้ำใบเตยหอมในน้ำดื่ม

ไก่กลุ่มที่ 2 และ 3 ได้รับการเสริมใบเตยหอมผงและสดโดยการโรยบนอาหารทดลองในแต่ละวัน

3. การเก็บข้อมูล

1. สมรรถภาพการผลิต บันทึกข้อมูลปริมาณอาหารที่กินโดยการชั่งและบันทึกอาหารที่เหลือสัปดาห์ละ 1 ครั้ง บันทึกจำนวนไข่และน้ำหนักไข่ทุกวัน เพื่อนำไปคำนวณสมรรถภาพการผลิต ดังนี้

$$\text{ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินตลอดการทดลอง (กรัม)}}{\text{จำนวนไก่ X จำนวนวัน}}$$

$$\text{ผลผลิตไข่ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนไข่ตลอดการทดลอง X 100}}{\text{จำนวนวัน X จำนวนไก่}}$$

$$\text{น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัม/ฟอง)} = \frac{\text{น้ำหนักไข่ทั้งหมด}}{\text{จำนวนไข่ทั้งหมด}}$$

มวลไข่ = เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ X น้ำหนักไข่เฉลี่ยต่อฟอง (กรัม)

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นมวลไข่

$$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินตลอดการทดลอง(กรัม)}}{\text{มวลไข่}}$$

2. คุณภาพไข่ สัปดาห์สุดท้ายของการทดลองทำการสุ่มไข่ไก่ทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง กลุ่มละ 16 ฟอง นำไปศึกษาคุณภาพไข่โดยทำการแยกส่วนประกอบของไข่ ชั่งน้ำหนักไข่แดง และเปลือกไข่ ส่วนน้ำหนักไข่ขาวคำนวณได้จากน้ำหนักไข่ทั้งฟองลบด้วยน้ำหนักไข่แดงและเปลือกไข่ และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไข่แดง ไข่ขาว และเปลือกไข่ วัดความสูงไข่ขาวโดยใช้ Haugh Gauge เพื่อคำนวณค่าฮอฟ์ยูนิต วัดความหนาเปลือกไข่ โดยใช้ไมโครมิเตอร์ และวัดความเข้มสีไข่แดงโดยใช้พัดสี

ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยทดสอบความชอบในคุณลักษณะด้าน สี กลิ่น และความชอบโดยรวมในไข่ดิบ ความชอบในคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมในไข่ต้ม โดยวิธี 5- point Hedonic Scale โดยมีคะแนนความชอบ 1 = ไม่ชอบมาก 2 = ไม่ชอบเล็กน้อย 3 = เฉย ๆ 4 = ชอบเล็กน้อย 5 = ชอบมาก ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน เปรียบเทียบความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม (difference from control test)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสูตรอาหารโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์ผล

สมรรถภาพการผลิต

ปริมาณอาหารที่กิน ค่าเฉลี่ยของปริมาณอาหารที่กินต่อวันตลอดช่วง 4 สัปดาห์ของการทดลองมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ระหว่างกลุ่มทดลอง (ตารางที่ 1) ในขณะที่มีรายงานว่าไก่กลุ่มที่ได้รับการเสริมใบเตยหอมผงที่ระดับตั้งแต่ 1.5 เปอร์เซ็นต์ (สนามชัย และคณะ, 2556) และตั้งแต่ 2 เปอร์เซ็นต์ (สุชาติ และคณะ, 2545) มีผลทำให้มีปริมาณอาหารที่กินน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และการเสริมที่ระดับต่ำกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน (สนามชัย และคณะ, 2556) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้พบแนวโน้มเป็นไปในทางเดียวกัน โดยกลุ่มที่ได้รับใบเตยหอมผง 1.5 กรัมต่อตัวต่อวัน มีปริมาณการกินอาหารต่ำสุด (103 กรัม) สุชาติ และคณะ (2552) รายงานว่าการเสริมใบเตยหอมในอาหารนกกระทาญี่ปุ่นที่ระดับ 1 1.5 และ 2 กรัมต่อตัวต่อวัน ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันกับรายงานของอัจฉรา (2555) ที่พบว่าการเสริมใบเตยหอมผงในอาหารนกกระทาญี่ปุ่นที่ระดับ 3 5 และ 7 กรัมต่อตัวต่อวัน ไม่ส่งผลเสียต่อปริมาณอาหารที่กิน และการเสริมที่ระดับ 3 กรัมต่อตัวต่อวัน ยังช่วยเพิ่มปริมาณอาหารที่กินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เทียบกับกลุ่มควบคุม

ผลผลิตไข่ พบว่าผลผลิตไข่ของไก่กลุ่มที่ได้รับใบเตยหอมผงมีค่าต่ำสุด (90.29 เปอร์เซ็นต์) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มทดลอง สอดคล้องกับรายงานของสนามชัย และคณะ (2556) ที่พบว่าการเสริมใบเตยหอมผงที่ระดับ 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีผลผลิตไข่ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ในขณะที่การเสริมใบเตยหอมผงที่ระดับ 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ผลผลิตไข่ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (สุชาติ และคณะ, 2545) ในขณะที่การเสริมใบเตยหอมในอาหารนกกระทาญี่ปุ่นที่ระดับ 1 และ 1.5 กรัมต่อตัวต่อวัน มีผลผลิตไข่ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม แต่การเสริมที่ระดับ 2 กรัมต่อตัวต่อวัน ส่งผลให้ผลผลิตไข่ลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (สุชาติ และคณะ, 2552) ขัดแย้งกับผลการศึกษาของอัจฉรา (2555) ที่พบว่าการเสริมที่ระดับ 3 กรัมต่อตัวต่อวัน สามารถเพิ่มผลผลิตไข่ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และการเสริมที่ระดับสูงถึง 7 กรัมต่อตัวต่อวัน ไม่ส่งผลเสียต่อผลผลิตไข่

น้ำหนักไข่ พบว่าน้ำหนักไข่เฉลี่ยมีค่าระหว่าง 62.89-64.81 กรัม โดยกลุ่มที่ได้รับใบเตยหอมผงที่ระดับ 1.5 กรัมต่อตัวต่อวัน มีแนวโน้มที่จะมีน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ แต่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับรายงานของสนามชัย และคณะ (2556) ที่พบว่าไก่กลุ่มที่ได้รับใบเตยหอมผงที่ระดับ 0.5 1 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักไข่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นไปในทางเดียวกันกับ สุชาติ และคณะ (2545) ที่รายงานว่าการเสริมใบเตยหอมผงในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ไม่ส่งผลต่อน้ำหนักไข่ (P>0.05) แต่การเสริมที่ระดับสูง 4 เปอร์เซ็นต์ส่งผลให้น้ำหนักไข่ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (P<0.05)ในขณะที่การเสริมใบเตยหอมในอาหารนกกระทาญี่ปุ่นที่ระดับ ตั้งแต่ 1 ถึง 7 กรัมต่อตัวต่อวัน มีน้ำหนักไข่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (สุชาติ และคณะ, 2552; อัจฉรา, 2555)

ตารางที่ 1 ผลการเสริมใบเตยหอมผง ใบเตยหอมสด และน้ำใบเตยในน้ำดื่มต่อสมรรถภาพการผลิตไข่

สมรรถภาพการผลิตไข่	กลุ่มควบคุม	ใบเตยหอมผง	ใบเตยหอมสด	น้ำใบเตย
ผลผลิตไข่ (เปอร์เซ็นต์)	93.97±3.19	90.29±0.67	93.53±2.23	91.46±1.40
น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัม/ฟอง)	63.86±0.83	62.89±1.42	64.73±0.85	64.81±3.30
มวลไข่ (กรัม/ตัว/วัน)	60.00±2.22	56.80±1.40	60.56±1.35	59.24±2.15
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	106.95±1.09	103.14±2.82	106.72±0.53	104.68±3.19
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นมวลไข่	1.78±0.07	1.84±0.04	1.77±0.05	1.79±0.06

มวลไข่ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นมวลไข่ พบว่ากลุ่มที่เสริมใบเตยหอมผงมีมวลไข่ต่ำสุดเนื่องจากมีปริมาณอาหารที่กินต่ำ มีผลผลิตไข่ต่ำ ส่งผลให้มวลไข่มีค่าต่ำสุด (56.80) และมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นมวลไข่สูงสุด (1.84) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มที่เสริมใบเตยหอมผง ใบเตยหอมสด และกลุ่มที่เสริมน้ำใบเตยหอม สอดคล้องกับการทดลองของสนามชัย และคณะ (2556) ที่พบว่าการเสริมใบเตยหอมผงในระดับ 0.5 1 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อมวลไข่ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นมวลไข่

คุณภาพไข่

ผลการศึกษาคุณภาพไข่ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไข่แดง เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว เปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ ความหนาเปลือกไข่ ค่าฮอฟยูนิต คะแนนสีไข่แดง พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับรายงานของสนามชัย และคณะ (2556) ที่พบว่าการเสริมใบเตยหอมในอาหารที่ระดับ 0.5 1 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ มีคุณภาพไข่แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่สุชาติ และคณะ (2545) พบว่าการเสริมที่ระดับสูง 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้มีสีไข่แดงเข้มขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มที่เสริมในระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เป็นไปในทางเดียวกันกับรายงานการเสริมที่ระดับ 3 กรัมต่อตัวต่อวัน ในอาหารนกกระทาญี่ปุ่นที่พบว่ามีความเข้มสีไข่แดงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (อัจฉรา, 2555)

ตารางที่ 2 ผลการเสริมใบเตยหอมผง ใบเตยหอมสด และน้ำใบเตยในน้ำดื่มต่อคุณภาพไข่

คุณภาพไข่	กลุ่มควบคุม	ใบเตยหอมผง	ใบเตยหอมสด	น้ำใบเตย
เปอร์เซ็นต์ไข่แดง (กรัม)	25.63±0.75	25.11±0.65	25.44±0.64	24.94±1.16
เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว (กรัม)	63.72±0.32	64.24±0.53	63.75±0.82	64.87±1.53
เปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ (กรัม)	10.66±0.58	10.65±0.22	10.81±0.26	10.35±0.48
ความหนาเปลือกไข่ (มิลลิเมตร)	0.20±0.03	0.21±0.04	0.21±0.02	0.20±0.02
ค่าฮอฟยูนิต	83.81±0.32	83.71±0.33	84.12±0.35	83.64±0.48
คะแนนสีไข่แดง (วัดด้วยพัดสี)	8.06±0.24	7.94±0.13	8.19±0.13	8.06±0.13

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 3) พบว่าค่าคะแนนความชอบด้านสีและกลิ่นในไข่ดิบแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง โดยค่าคะแนนความชอบด้านสีและกลิ่นมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นในกลุ่มที่เสริมใบเตยหอมผง สด และ เสริมในน้ำดื่ม ในขณะที่ค่าคะแนนความชอบโดยรวมของไข่ดิบจากกลุ่มที่ได้รับใบเตยหอมทุกรูปแบบสูงกว่ากลุ่มควบคุม และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในกลุ่มที่เสริมใบเตยหอมผง และใบเตยหอมสด เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มที่ได้รับน้ำใบเตยหอมผสมในน้ำดื่มมีค่าคะแนนแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ความชอบโดยรวมที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่เสริมใบเตยหอมผงและใบเตยหอมสดของการศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของสุชาติ (2545) ที่รายงานว่าการเสริมใบเตยหอมในอาหารไก่ไข่สามารถลดกลิ่นคาวไข่ และปรากฏกลิ่นใบเตยหอมในไข่ซึ่งส่งผลต่อความชอบโดยรวมของไข่

ตารางที่ 3 ผลการเสริมใบเตยหอมผง ใบเตยหอมสด และน้ำใบเตยในน้ำดื่มต่อลักษณะประสาทสัมผัสของไข่

คุณลักษณะที่ทดสอบ	กลุ่มควบคุม	เสริมใบเตยผง	เสริมใบเตยสด	เสริมน้ำใบเตย
ไข่ดิบ				
สี	3.13±1.03	3.80±1.25	3.67±1.02	3.13±0.98
กลิ่น	2.73±1.20	3.33±0.86	3.07±1.06	3.33±1.26
ความชอบโดยรวม	3.07±1.06[b]	3.87±0.93[a]	3.87±0.83[a]	3.20±1.06[ab]
ไข่ต้ม				
สี	2.40±0.75	3.00±0.53	2.93±1.00	2.73±0.82
กลิ่น	1.93±0.62	2.13±0.58	2.20±0.53	2.33±0.67
รสชาติ	3.53±1.36	2.87±0.98	3.40±0.96	3.60±1.09
ความชอบโดยรวม	2.33±0.58	2.47±0.63	2.60±0.83	2.13±0.58

[ab]ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สำหรับการทดสอบลักษณะประสาทสัมผัสในไข่ต้มไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมทั้งนี้อาจเนื่องจากความร้อนในกระบวนการทำให้สุก อาจทำให้กลิ่นใบเตยหอมที่ปรากฏในไข่สูญเสียไป โดยเบญจวรรณ (2556) รายงานว่าการแปรรูปมีผลทำให้ องค์ประกอบของสารให้กลิ่นในใบเตยเกิดการเปลี่ยนแปลงทำให้กลิ่นของใบเตยลดลง หรือเปลี่ยนแปลงไปและส่งผลต่อความชอบโดยรวมของไข่ต้ม อย่างไรก็ตามพบแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของค่าคะแนนความชอบในกลุ่มที่เสริมใบเตยหอมผง ใบเตยหอมสด และเสริมในน้ำดื่ม

สรุปผลการวิจัย

การเสริมใบเตยหอมผงที่ระดับ 1.5 กรัมต่อตัวต่อวัน ใบเตยหอมสด 5 กรัมต่อตัวต่อวัน และการเสริมน้ำใบเตยหอมในน้ำดื่ม ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไข่แดงเปอร์เซ็นต์ไข่ขาวเปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ความหนาเปลือกไข่ค่าฮอฟยูนิต และสีไข่แดง การเสริมใบเตยหอมในอาหารและน้ำดื่มมีแนวโน้มที่จะเพิ่มความชอบในสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของไข่ไก่ แต่การแปรรูปไข่ด้วยความร้อนทำให้ค่าคะแนนความชอบโดยรวมของผู้ทดสอบลดลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน ที่สนับสนุนเงินทุนอุดหนุนการวิจัยซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาปัญหาพิเศษ นิสิตชั้นปีที่ 4 หลักสูตรสัตวศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

นรินทร์ ท้าวแก่นจันทร์, ภาวิณี อารีศรีสม, เทิดศักดิ์ โทณลักษณ์, วาริน สุทนต์ และ กอบลาภ อารีศรีสม. 2560. ผลของอายุการเก็บเกี่ยวและความเข้มแสงต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบเตยหอม. แก่นเกษตร 4 5(3):433-438.

เบญจวรรณ แจ่มใส. 2556. เปรียบเทียบการผลิตสีและกลิ่นใบเตยโดยวิธีการทาแห้งแบบพ่นฝอยกับวิธีการตกผลึกร่วมกับซูโครส. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พิชามญชุ์ คำยา. 2558. “สมุนไพรใกล้ตัว สารพัดประโยชน์” จดหมายข่าวแรงเทียน. ปีที่ 5 เดือนกุมภาพันธ์ 2558.

วันดี กฤษณพันธ์. 2538. สมุนไพรสารพัดประโยชน์. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

ศิวัฒ ไทยอุดม และ สิรินาฎ เนติสิริ. 2550. การปรับปรุงกลิ่นรสของไอศครีมที่มีโปรตีนและน้ำมันจากถั่วเหลืองด้วยสมุนไพรไทย. http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/5166/.../ fulltextSUT3-305-50-12-26.pdf, 25 เมษายน 2561.

สนามชัย แพนดี, ไพโชค ปัญจะ และ ดรุณี ศรีชนะ. 2556. อิทธิพลของการเสริมใบเตยหอมผงในอาหารไก่ไข่ต่อผลผลิตและคุณภาพของไข่. ว. วิทย. กษ.44 : 1 (พิเศษ) : 275-278.

สุชาติ สงวนพันธุ์, อรทัย ไตรวุฒานนท์, อรรถวุฒิ พลายบุญ และ สุกัญญา รัตนทับทิมทอง. 2545. การศึกษาผลการเสริมใบเตยหอมในสูตรอาหารต่อคุณภาพสมรรถภาพการให้ผลผลิตและการลดกลิ่นคาวไข่,น. 237-243. **ใน** รายงานการประชุมวิชาการสมุนไพรไทย, กรุงเทพฯ

สุชาติ สงวนพันธุ์, สรัสนันท์ สุขพิมาย และ เรญา ม้าทอง. 2552. ผลการเสริมใบเตยหอมในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ของนกกระทาญี่ปุ่นช่วงอายุต่าง ๆ ในสภาวะโรงเรือนปิด, น. 243-248. **ใน**รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 .มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

อัจฉรา นิยมเดชา. 2555. ผลการเสริมใบเตยหอม (**Pandanus amarylifolius** Roxb.) ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่นและคุณภาพไข่. รายงานผลการวิจัย. แหล่งที่มา:http://rms.pnu.ac.th/rdbms/fulltext/061117_122150f.pdf, 25 เมษายน 2561.

Lasanalamai, V. and Ilangantileke, S. 1993. Comparison of aroma compound (2-acetyl-1-pyrroline) in leaves from Pandan (**Pandanus amaryllifolius**) and Thai fragrant rice (Khao dawk mali-105). Cereal Chemistry. 70: 381-384.

การเปรียบเทียบชนิดของไข่แดงที่เป็นส่วนประกอบของสารเจือจางต่อคุณภาพน้ำเชื้อแพะลูกผสมพันธุ์บอร์

Comparison difference egg yolk semen extenders involved semen quality of cross breed Boer ram

โฆษิต อารีกิจ[1*] ธีระวิทย์ จันทร์ทิพย์[1] ธนะชัย ลิมปดาพันธ์[2] ตริตาภรณ์ สุทธิมากร[3] และ ปาลีญา รักษ์กำเนิด[4]

Kosit Areekit[1*] , Dhirawit Chanthip [1] ,Thanachai Limpadapan[2] ,Tritaporn Suttimakorn[3] and Paleeya Rackamnerd[4]

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบชนิดของไข่แดงในสารเจือจางน้ำเชื้อที่มีผลต่อคุณภาพน้ำเชื้อแพะลูกผสมพันธุ์บอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความแตกต่างกันของชนิดของไข่แดงแต่ละชนิดที่เป็นส่วนประกอบของสารเจือจางน้ำเชื้อ โดยสุ่มรีดน้ำเชื้อจากพ่อแพะลูกผสมพันธุ์บอร์ที่แตกต่างกันอายุ 2-5 ปีจำนวน 3 ตัว (1.พ่อพันธ์บอร์ 50 % x แพะพันธุ์คาราฮารี เรด 50% , 2.พ่อพันธุ์บอร์ 50% x แพะพันธุ์ซาแนน 50% และ3.พ่อพันธุ์บอร์ 50% x แพะพื้นเมือง 50%) แบ่งกลุ่มการทดลองออกกลุ่มน้ำเชื้อที่มีชนิดของไข่แดงที่ต่างกัน คือ ไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทา เพื่อหาค่าอัตราการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิ จำนวนตัวเป็นตัวตาย และค่าความเป็นกรด-ด่าง ในระยะเวลาการเก็บรักษาน้ำเชื้อที่ต่างกันคือ 0, 1, 7 และ14 วันตามลำดับ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าอัตราการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิในสารเจือจางน้ำเชื้อที่มีไข่แดงของไข่เป็ด มีอัตราการเคลื่อนที่ดีกว่าสารเจือจางน้ำเชื้อที่มีไข่แดงของไข่ไก่และไข่นกกระทาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จำนวนตัวเป็นตัวตายในสารเจือจางน้ำเชื้อที่มีไข่แดงของไข่เป็ดและไข่ไก่มีจำนวนตัวตายน้อยกว่าไข่นกกระทาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และค่าความเป็นกรด-ด่างในกลุ่มการทดลองทั้งหมดของวันที่เริ่มการทดลอง (วันที่ 0) มีค่าเท่ากับ 7.0 ซึ่งในการทดลองดังกล่าวมีแนวโน้มลดลงเท่ากับ 6.0 ของวันที่ 14 จากการทดลองสรุปได้ว่าไข่แดงของไข่เป็ดมีประสิทธิภาพในการทำสารเจือจางน้ำเชื้อของพ่อแพะลูกผสมพันธุ์บอร์ดีกว่าไข่ไก่และไข่นกกระทา

คำสำคัญ : สารเจือจางน้ำเชื้อ, ไข่แดง, คุณภาพน้ำเชื้อ

ABSTRACT

Comparison of between egg yolk semen extenders to involved semen quality of crossbred Boer ram. Therefore, the aim of this study was to comparison of between egg yolk semen extenders. Randomly selected 3 mature rams which the ages of 2-5 years from 3 kinds of crossbred Boer rams (1.) 50% Boer x 50% Kalahari Red, (2.) 50% Boer x 50% saanen, (3.) 50% Boer x 50% Thai Native. The raw semen samples were collected and transferred to 3 kinds of egg yolk semen extenders processing and cryopreservation step as, Chicken-egg yolk, Duck-egg yolk and Quail-egg yolk. Evaluation of the semen quality before (day 0) and after frozen processing as 1, 7 and 14 days respectively. The experiment to determine thepercentage of spermmotility, differential staining for live and dead sperm count and pH of diluted semen. The data analysis showed that the percentages of sperm motility was significant different compared to duck-egg yolk semen extender better than chicken and quail-egg yolk (**p**<0.05). Live and dead sperm count of duck and chicken-egg yolk semen extenders were found less than quail-egg yolk (**p**<0.05). The pH of all diluted semens showed 7.0 in day 0, and seemsexcessively low pH (6.0) in day 14. Finally, duck-egg yolk semen extenders showed the best semen quality for involved the diluted semen of crossbred boer ram.

Keyword: Semen extenders, Egg yolk, Semen quality

[1]คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตำบลทุ่งใหญ่ อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80240

[1] Faculty of Veterinary science, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Nakhon Si Thammarat, 80240, Thailand

[2]บริษัท โพรเทค แอนิมัล เฮลธ์ จำกัด แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210

[2] Protech Animal Health, Thungsonghong, Lakse, Bangkok, 10210, Thailand

[3]บริษัท เพ็ทเวิลด์ เซ็นเตอร์ จำกัด แขวงรามอินทรา เขตคันนายาว กรุงเทพมหานคร 10230

[3]Pet World Centre, Ramintra, Kunnayao, Bangkok, 10230, Thailand

[4]โรงพยาบาลสัตว์ชุมพรสัตวแพทย์ ตำบลท่าตะเภา อำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร 86000

[4]Chumporn Hospital, Tatapau, Meun Chumporn, Chumporn, 86000, Thailand

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : kositprung55@gmail.com

บทนำ

ในปัจจุบันเทคนิคการผสมเทียมได้เป็นที่ยอมรับและใช้กันอย่างกว้างขวางในวงการปศุสัตว์ของไทยโดยแต่เดิมจะมีเพียงภาคราชการและรัฐวิสาหกิจเท่านั้นที่ดำเนินการผลิตน้ำเชื้อและน้ำเชื้อแช่แข็งเพื่อการผสมเทียมภายใต้มาตรฐานการควบคุมคุณภาพและการควบคุมโรคติดต่อในปศุสัตว์ การเลี้ยงแพะขยายตัวอย่างกว้างขวางต้นทุนค่าอาหารสัตว์ที่สูงขึ้นประกอบกับความสนใจของเกษตรกรที่ต้องการได้ลูกที่เกิดจากพ่อพันธุ์ดีทำให้เกษตรกรเลิกเลี้ยงพ่อพันธุ์ไว้ในฟาร์มแต่หันมาใช้บริการผสมเทียมมากขึ้นการผสมเทียมเป็นเทคโนโลยีชีวภาพทางวิทยาการสืบพันธุ์ที่มีบทบาทต่อการปรับปรุงและขยายพันธุ์สัตว์มาอย่างแพร่หลายยาวนานโดยเฉพาะเมื่อมีการค้นพบวิธีการผลิตน้ำเชื้อแช่แข็งในช่วงปี 1950 (ช่วงพุทธศักราช 2490) และได้รับการพัฒนาต่อเนื่องจนเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพและสะดวกในการเก็บรักษารวมทั้งสามารถนำไปใช้ผสมพันธุ์ให้แก่ปศุสัตว์ได้กว้างขวางทั้งในประเทศและต่างประเทศ

ปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลในเชิงวิชาการทางสัตวแพทย์ที่เกี่ยวกับสารเจือจางน้ำเชื้อของแพะลูกผสมพันธุ์บอร์ ซึ่งจะมีความแตกต่างกันของชนิดของไข่แดง จึงทำให้กลุ่มวิจัยมีความสนใจที่จะเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเชื้อแช่แข็งแพะ เพื่อเพิ่มคุณภาพน้ำเชื้อแช่แข็ง โดยใช้อาหารเลี้ยงน้ำเชื้อ Egg yolk Tris ที่ใช้ไข่แดงของนกกระทา ไข่แดงของไก่ และไข่แดงของเป็ดเป็นองค์ประกอบ จะช่วยให้สามารถทราบว่าไข่แดงของสัตว์ปีกชนิดใดเหมาะสมในการทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายของตัวอสุจิจากการลดอุณหภูมิในขบวนการแช่แข็งของน้ำเชื้อแพะ เพื่อที่จะเพิ่มอัตราการผสมติดที่มากขึ้น

สารเจือจางน้ำเชื้อที่นิยมใช้ในการผลิตน้ำเชื้อแช่แข็งแพะ คือ อาหารเลี้ยงเชื้อ Egg yolk Tris ซึ่งมีองค์ประกอบหลัก คือ สารที่เป็นแหล่งพลังงานให้แก่ตัวอสุจิซึ่งได้แก่น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวและสารที่ทำหน้าที่เป็นสารป้องกันการแข็งตัว (Cryoprotectant) ซึ่งได้แก่ กลีเซอรอล และไข่แดง ทำหน้าที่ช่วยป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับอสุจิในกระบวนการแช่แข็ง (Foote, 1970)

ไข่แดงเป็นองค์ประกอบพื้นฐานในน้ำยาเจือจางน้ำเชื้อที่ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายของอสุจิจากการเกิดสภาวะช็อคอย่างกระทันหัน (Cold shock) และป้องกันความเสียหายจากขบวนการแช่แข็งและการละลายน้ำเชื้อก่อนนำไปใช้ (Salamon and Maxwell, 2000) ซึ่งเชื่อว่าการทำหน้าที่ของไข่แดงสามารถปกป้องตัวอสุจิในระดับเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) สารในไข่แดงที่เป็นตัวทำปฏิกิริยาดังกล่าว คือ สารในกลุ่มไลโปโปรตีน (Lipoprotein หรือ Phospholipid) (Bathqate et al., 2006) สารในกลุ่มไลโปโปรตีน (Lipoprotein) ที่อยู่ในไข่แดงของสัตว์ปีกต่างชนิดกันมีสัดส่วนแตกต่างกัน องค์ประกอบที่ซับซ้อนในไข่แดงประกอบด้วยของแข็งร้อยละ 50 สัดส่วนระหว่างไขมัน และโปรตีนคือ 2:1 ไขมันทั้งหมดในไข่แดงอยู่ในรูปของไลโปโปรตีน (Lipoprotein) องค์ประกอบต่างๆ ในไข่แดง เป็นตัวกำหนดพฤติกรรมการทำหน้าที่ต่างๆ ของไข่แดง โดยเฉพาะการเกิดเจล (Gel) และอิมัลชั่น (Emulsion) โดยมีไขมันที่ความหนาแน่นต่ำ (Low Density Lipoproteins หรือ LDL) เป็นตัวสำคัญในการเกิดปฏิกิริยา (ณัฐมล จินดาพรรณ, 2550) ไขมันที่ความหนาแน่นต่ำ (LDL) ส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารประกอบโคเลสเตอรอลและมีปริมาณต่างกันในไข่แดงของสัตว์ปีกต่างชนิดกัน เช่น ปริมาณโคเลสเตอรอลในไข่แดงของไก่ มี 1480 มิลลิกรัม/100 กรัม, ไข่แดงของเป็ดมี 1120 มิลลิกรัม/100 กรัม ซึ่งต่างจากไข่แดงของนกกระทาที่มีโคเลสเตอรอล 3640 มิลลิกรัม/100 กรัม

ดังนั้น เมื่อนำมาใช้เป็นองค์ประกอบในน้ำยาเจือจางน้ำเชื้อจึงน่าจะให้ผลการป้องกันความเสียหายที่เกิดกับตัวอสุจิต่างกัน จากการทดลองของ Briand-Amirat และคณะ (2006) พบว่า เมื่อเติมไขมันที่ความหนาแน่นต่ำ (LDL) ลงในน้ำยาเจือจางน้ำเชื้อโค สามารถเพิ่มอัตราการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิ และจำนวนตัวอสุจิที่มีชีวิตภายหลังการแช่แข็งได้ ส่วน Su และคณะ (2008) กล่าวว่า การใช้ไข่แดงของนกพิราบซึ่งมีปริมาณของโคเลสเตอรอลสูงกว่าไข่แดงจากสัตว์ปีกชนิดอื่นเป็นองค์ประกอบในน้ำยาเจือจางน้ำเชื้อชนิด Egg Yolk Tris ทำให้คุณภาพน้ำเชื้อภายหลังการแช่แข็งดีกว่าการใช้ไข่แดงของไก่ เป็ด นกกระทา และห่าน

วิธีดำเนินการวิจัย

การทดลองจะคัดเลือกพ่อพันธุ์แพะลูกผสมพันธุ์บอร์ จำนวน 3 ตัว อายุประมาณ 2-5 ปี โดยมีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ สามารถรีดเก็บน้ำเชื้อทั้ง 3 ตัวได้ซึ่งจะรีดสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ติดต่อกัน 3 สัปดาห์ โดยใช้ช่องคลอดเทียม (Artificial Vagina) ซึ่งมีกระบวนการเตรียมอุปกรณ์โดยการเติมน้ำอุ่นประมาณ 45°C ลงในกระบอกเก็บน้ำเชื้อ และมีแพะตัวเมียเป็นสัดเป็นตัวล่อในการเก็บน้ำเชื้อ จะมีการเก็บบันทึกปริมาตร ตรวจคุณภาพของน้ำเชื้อโดยจากดู สี ความหนืด การเคลื่อนไหวหมู่ (Mass Movement), อัตราการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิ (Motility), อัตราส่วนตัวอสุจิมีชีวิต (Live spermatozoa) ด้วยวิธีการย้อมสี Nigrosin-Eosin, ความผิดปกติของอโครโซม (Abnormal Acrosome) โดยการแช่ในน้ำยา Formaldehyde ตรวจสอบความเข้มข้นโดยใช้ Haemocytometer, จากนั้นนำน้ำเชื้อสดสำหรับใช้ทดลองที่มีคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้ คือ มีปริมาตร น้ำเชื้อสดที่รีดเก็บได้ $\geq$ 0.5 ม.ล., ความเข้มข้นของตัวอสุจิ $\geq$ 4,000x10^6 ตัว/ม.ล., และอัตราการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิ $\geq$ 70 % (Aboagla and Terada, 2004) แช่ในอ่างน้ำ ควบคุมอุณหภูมิที่ 37°C

หลังจากตรวจสอบคุณภาพน้ำเชื้อสดของตัวที่ 1, 2 และ3 ตามลำดับ ซึ่งใช้เวลาไม่ควรเกิน 5 นาที เมื่อได้ผลการตรวจแล้วจะนำน้ำเชื้อไปปั่นเหวี่ยงเพื่อนำเอา Seminal plasma ออกไป นำน้ำเชื้อแต่ละตัวมาแบ่งเป็นตัวละ 3 ส่วนที่เท่ากัน ส่วนที่หนึ่งเติม One step Tris 46 เปอร์เซ็นต์, น้ำกลั่น 34 เปอร์เซ็นต์, ไข่แดงของไข่ไก่ 20% และปรับค่า pH เป็น 7.0 ส่วนที่สองเติม One step Tris 46 เปอร์เซ็นต์, น้ำกลั่น 34 เปอร์เซ็นต์, ไข่แดงของไข่เป็ด 20% และปรับค่า pH เป็น 7.0 และส่วนที่สามเติม One step Tris 46 เปอร์เซ็นต์, น้ำกลั่น 34 เปอร์เซ็นต์, ไข่แดงของไข่ไก่ 20% และปรับค่า pH เป็น 7.0 ซึ่งแต่ละส่วนต้องให้มีความเข้มข้นของตัวอสุจิเป็น 600x10^6 ตัว/ม.ล. จากนั้นนำตัวอย่างทั้งสามกลุ่มไปลดอุณหภูมิ ที่ 4°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เมื่อสิ้นสุดการปรับอุณหภูมิ ตรวจอัตราการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิในน้ำเชื้อทั้งสามส่วนอีกครั้งเพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีขอผิดพลาดในการลดอุณหภูมิ หลังจากนั้นทำการบรรจุน้ำเชื้อในหลอดฟางขนาด 0.25 ม.ล. พร้อมกับอุดหลอดด้วยผงอุด แล้วนำไปแช่แข็งในกล่องโฟมโดยวางหลอดบรรจุน้ำเชื้อเหนือระดับไนโตรเจนเหลว ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ -120°C นาน 10 นาที จากนั้นนำหลอดนำเชื้อทั้งหมดไปแช่ลงในไนโตรเจนเหลว ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ -196°C ซึ่งมีการตรวจคุณภาพน้ำเชื้อหลังจากแช่แข็งแล้ว 24 ชั่วโมง, 7 วัน, 10 วัน และ14 วัน หลังจากทำการแช่แข็งตามลำดับ โดยจะละลายหลอดน้ำเชื้อแช่แข็งในน้ำอุ่น 37°C นาน 15 วินาที เพื่อตรวจดูคุณภาพของน้ำเชื้อบันทึกผลของการเคลื่อนไหวของน้ำเชื้อแช่แข็ง, ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเชื้อแช่แข็ง และตัวเป็นตัวตายของน้ำเชื้อแช่แข็ง

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำยาเจือจางน้ำเชื้อที่มีผลต่อคุณภาพน้ำเชื้อแพะลูกผสมสายพันธุ์บอร์ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Randomized Complete Block Design : RCBD) สิ่งที่ใช้ในการทดลอง (Treatment) 3 สิ่งการทดลองโดยกระทำสิ่งการทดลองละ 3 ซ้ำ (Replication) ซ้ำละ 27 หลอด รวม 81 หน่วยการทดลอง จัดวางหน่วยทดลองด้วยการสุ่มโดยวิธีการจับฉลาก

สิ่งทดลองที่ 1 อาหารเลี้ยงน้ำเชื้อที่มีส่วนผสมของไข่แดงของไข่ไก่

สิ่งทดลองที่ 2 อาหารเลี้ยงน้ำเชื้อที่มีส่วนผสมของไข่แดงของไข่เป็ด

สิ่งทดลองที่ 3 อาหารเลี้ยงน้ำเชื้อที่มีส่วนผสมของไข่แดงของไข่นกกระทา

โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณภาพน้ำเชื้อที่มีชนิดของไข่แดงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ต่างชนิดกันในแต่ละ Treatment และวิเคราะห์ Duncan multiple range test เพื่อหาความแตกต่างทางสถิติของคุณภาพน้ำเชื้อที่มีชนิดของไข่แดงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ต่างชนิดกันในแต่ละ Treatment

ผลและวิจารณ์ผล

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบชนิดของไข่แดงในสารเจือจางน้ำเชื้อที่มีผลต่อคุณภาพน้ำเชื้อแพะลูกผสมพันธุ์บอร์ ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดลองอัตราการเคลื่อนที่และจำนวนตัวเป็นตัวตายของตัวอสุจิของไข่แดงแต่ละชนิดกัน

	ประเภทของไข่	พันธุ์แพะ#	ระยะเวลาในการตรวจคุณภาพน้ำเชื้อ*			
			Day 0	Day1	Day7	Day14
อัตราการเคลื่อนที่(%)	ไข่ไก่	BK	80±0.00[a]	70±4.44[a]	65±19.33[a]	60±4.44[a]
		BS	80±0.00[a]	72±4.44[a]	65±19.33[a]	58±4.44[a]
		BN	80±0.00[a]	75±4.44[a]	75±19.33[a]	60±4.44[a]
	ไข่เป็ด	BK	80±0.00[b]	77±4.44[b]	75±19.33[b]	68±4.44[b]
		BS	80±0.00[b]	77±4.44[b]	73±19.33[b]	68±4.44[b]
		BN	80±0.00[b]	78±4.44[b]	75±19.33[b]	68±4.44[b]
	ไข่นกกระทา	BK	80±0.00[a]	75±4.44[a]	75±19.33[a]	53±4.44[a]
		BS	80±0.00[a]	70±4.44[a]	63±19.33[a]	55±4.44[a]
		BN	75±0.00[a]	72±4.44[a]	65±19.33[a]	55±4.44[a]
ตัวเป็นตัวตาย ($x10^6$)	ไข่ไก่	BK	40±0.00[a]	52±3.77[a]	56±10.27[a]	67±3.77[a]
		BS	46±0.00[a]	57±3.77[a]	61±10.27[a]	71±3.77[a]
		BN	50±0.00[a]	59±3.77[a]	61±10.27[a]	68±3.77[a]
	ไข่เป็ด	BK	39±0.00[a]	48±3.77[a]	49±10.27[a]	58±3.77[a]
		BS	31±0.00[a]	45±3.77[a]	47±10.27[a]	56±3.77[a]
		BN	34±0.00[a]	47±3.77[a]	46±10.27[a]	55±3.77[a]
	ไข่นกกระทา	BK	41±0.00[b]	60±3.77[b]	59±10.27[b]	77±3.77[b]
		BS	42±0.00[b]	64±3.77[b]	68±10.27[b]	79±3.77[b]
		BN	44±0.00[b]	61±3.77[b]	65±10.27[b]	79±3.77[b]

* sig. มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P < 0.05$

a,b คือ การจัดหมวดหมู่ที่คล้ายคลึงกัน

BK คือ พ่อพันธ์บอร์ 50 % x แพะพันธุ์คาราฮารี เรด 50%

BS คือ พ่อพันธุ์บอร์ 50% x แพะพันธุ์ซาแนน 50%

BN คือ พ่อพันธุ์บอร์ 50% x แพะพันธุ์พื้นเมือง 50%

ตารางที่ 2 ผลการทดลองค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของตัวอสุจิของไข่แดงแต่ละชนิดกัน

ประเภทของไข่	พันธุ์แพะ#	ระยะเวลาในการตรวจคุณภาพน้ำเชื้อ*			
		Day 0	Day1	Day7	Day14
ไข่ไก่	BK	7.0	7.0	7.0	6.0
	BS	7.0	7.0	7.0	6.0
	BN	7.0	7.0	7.0	6.0
ไข่เป็ด	BK	7.0	7.0	7.0	6.0
	BS	7.0	7.0	7.0	6.0
	BN	7.0	7.0	7.0	6.0
ไข่นกกระทา	BK	7.0	7.0	7.0	6.0
	BS	7.0	7.0	7.0	6.0
	BN	7.0	7.0	7.0	6.0

BK คือ พ่อพันธ์บอร์ 50 % x แพะพันธุ์คาราฮารี เรด 50%

BS คือ พ่อพันธุ์บอร์ 50% x แพะพันธุ์ซาแนน 50%

BN คือ พ่อพันธุ์บอร์ 50% x แพะพันธุ์พื้นเมือง 50%

จากการเปรียบเทียบชนิดของไข่แดงในสารเจือจางน้ำเชื้อที่มีผลต่อคุณภาพน้ำเชื้อแพะลูกผสมพันธุ์บอร์ โดยพิจารณาอัตราการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิ (Motility) ของลูกผสมทุกสายพันธุ์ พบว่า สารละลายเจือจางน้ำเชื้อที่มีไข่เป็ดเป็นส่วนประกอบของสารเจือจางน้ำเชื้อ มีค่าการเคลื่อนที่ของการทดสอบในวันที่ 0, 1, 7, 14 มีประสิทธิภาพดีกว่าสารเจือจางน้ำเชื้อที่มีส่วนผสมของไข่ไก่และไข่นกกระทา ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังผลการทดลองในตารางที่ 1

จากการเปรียบเทียบชนิดของไข่แดงในสารเจือจางน้ำเชื้อที่มีผลต่อคุณภาพน้ำเชื้อแพะลูกผสมพันธุ์บอร์ โดยพิจารณาจำนวนตัวเป็นตัวตาย (The live-dead sperm count) ของลูกผสมทุกสายพันธุ์ พบว่า สารละลายเจือจางน้ำเชื้อที่มีไข่เป็ดเป็นส่วนประกอบของสารเจือจางน้ำเชื้อ มีค่าการเคลื่อนที่ของการทดสอบในวันที่ 0, 1, 7, 14 มีประสิทธิภาพดีกว่าสารละลายเจือจางน้ำเชื้อที่มีส่วนผสมของไข่ไก่และไข่นกกระทา ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังผลการทดลองในตารางที่ 1

จากการเปรียบเทียบชนิดของไข่แดงในสารเจือจางน้ำเชื้อที่มีผลต่อคุณภาพน้ำเชื้อแพะลูกผสมพันธุ์บอร์ โดยพิจารณาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของลูกผสมทุกสายพันธุ์ พบว่า ในวันที่ 0 ถึง 7 ค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ที่ 7.0 และมีแนวโน้มที่จะลดลงจนอยู่ที่ระดับ 6.0 ของวันที่ 14 ดังตารางที่ 2 ซึ่งอาจมีผลสืบเนื่องมาจากการเสื่อมสภาพของน้ำเชื้อที่มีผลต่อค่าตัวเป็นตัวตาย ซึ่งจะมีค่าการตายมากขึ้นในวันที่ 14 ของการทดลองดังตารางที่ 2

สรุปผลการวิจัย

ไข่แดงของไข่เป็ดมีประสิทธิภาพในการทำสารเจือจางน้ำเชื้อของพ่อแพะลูกผสมพันธุ์บอร์ดีกว่าไข่ไก่และไข่นกกระทาเนื่องจากมีปริมาณไขมันที่ความหนาแน่นต่ำ (LDL) ในรูปสารประกอบโคเลสเตอรอลและมีปริมาณต่างกันในไข่แดงแต่ละชนิด โดยที่ไขแดงของเป็ดมี 1120 มิลลิกรัม/100 กรัม ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าในไข่แดงของไก่ที่มีปริมาณไขมันที่ความหนาแน่นต่ำอยู่ 1480 มิลลิกรัม/100 กรัม และไข่แดงของนกกระทาที่มีปริมาณไขมันที่ความหนาแน่นต่ำอยู่ 3640 มิลลิกรัม/

100 กรัม โดยจะช่วยป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับอสุจิในกระบวนการแช่แข็ง และนอกจากนี้ไขมันที่ความหนาแน่นต่ำ (LDL) สามารถเพิ่มอัตราการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิ และจำนวนตัวอสุจิที่มีชีวิตภายหลังการแช่แข็งได้ (Briand-Amirat and **et.al**, 2006)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ น.สพ.จักรภพ จันทร์สะอาด ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพสงขลาที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำงานวิจัย, นางสุชาดา วัชรภรณ์ นักวิชาการศูนย์วิจัยผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพสงขลา ที่ให้คำแนะนำในข้อมูลงานวิจัย, นศ.สพ.กฤตภาส ฏิระวณิชย์กุล นักศึกษาสัตวแพทยศาสตร์ ชั้นปีที่ 6 ที่ให้คำปรึกษาข้อมูลทางด้านสถิติ, น.สพ.จิตวัฒน์ รอดพันธ์ สัตวแพทย์ประจำมูลนิธิเพื่อสัตว์เกาะลันตา ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการทำโปสเตอร์

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพสงขลา 1 ถนนศรีภูวนารถใน อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ และคณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (ทุ่งใหญ่) ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จตุพร พงษ์เพ็ง และอภิชัย พูนชัย. 2552. การเปรียบเทียบน้ำยาเจือจาง EGG YOLK TRIS ที่มีไข่แดงของนกกระทา ไก่ และเป็ดเป็นองค์ประกอบต่อคุณภาพน้ำเชื้อแช่แข็ง โค. ศูนย์ผลิตน้ำเชื้อแช่แข็งพ่อพันธุ์ผสมเทียมลำพญากลาง ลำสนธิ ลพบุรี. (4) : 86-94.

นิภารัตน์ ศรีธเรศ และมาลี อภิเมธีธำรง. 2554. โครงการฝึกอบรมผสมเทียมแพะสำหรับเกษตรกร. คลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ : 58-62

ณัฐมล จินดาพรรณ. 2550. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม 3. (1) :14-20.

Bathqate, R., Maxwell, W.M. and Evans, G. 2006. Studies on the effect of supplementing boar semen cryopreservation media with different avian egg yolk types on in vitro post-thaw sperm quality. Reprod Domes Anim. 41(1): 68-73.

Briand-Amirat, L., Anton, M., Gerard ET, O., and Tainturier, D. 2006. In vitro bull semen fertility after freezing-thawing with egg yold LDL : a comparison with Optidyl a commercial egg yold extend. Revue Med Vet. 157 : 205-212.

Foot, R.H. 1970. Fertility of bull semen at high extension rates in tris - buffered extenders. J. Dair Sci.. (53): 1475-1477.

Salamon, S. and Maxwell, W.M.C. 2000. Storage of ram semen. Animal Reproduction Science. (62): 77-111.

Su, L., Li, X., Quan, J., Yang, S., Li, Y., He, X. and Tang, X. 2008. A comparison of the protective action of added egg yolks from five avian species to the cryopreservation of bull sperm. Anim Reprod Science. (3): 212-219.

Takahashi, T. 1992. Collection, processing,freezing semen. In: Artificial Insemination Manual For Cattle Part II, Chapter 1. Association of Livestock Technology, Japan. :114-125.

การตรวจสอบการติดเชื้อปรสิตปลิงใส (**Cichlidogyrus** spp.) จากเมือกบริเวณเหงือกของปลานิลด้วยเทคนิคพีซีอาร์

Detection of Monogenea (**Cichlidogyrus** spp.) from Gill Mucus of Nile Tilapia by Polymerase Chain Reaction Technique

สุไหลหมาน หมาดโหยด[1] จารวี ทองชัย[1] สุภาภรณ์ ขวัญนิมิต[1] สุภาพร หนูชู[1] และ สุวรรณา ผลใหม่[2]

Sulaiman Madyod[1] Jarawee Thongchai[1] Supaporn Khwannimit[1] Supaorn Hnuchu[1] and Suwanna Madyod[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้รายงานการใช้เทคนิคพีซีอาร์เพื่อพัฒนาการตรวจสอบเชื้อปรสิตปลิงใส (**Cichlidogyrus** spp.) จากเมือกบริเวณเหงือกของปลานิล ซึ่งปรสิตปลิงใสสามารถก่อให้เกิดโรคแทรกซ้อนที่จะนำไปสู่การติดเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และไวรัส โดยจะส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงปลานิลได้ การวิจัยนี้ได้มีการทดสอบประสิทธิภาพของไพรเมอร์ที่จำเพาะกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อปรสิตปลิงใสในปลานิล ซึ่งมีรายงานการพัฒนามาแล้ว จำนวน 5 คู่ไพรเมอร์ คือ ไพรเมอร์ Cicly 1 ถึง ไพรเมอร์ Cicly 5 โดยมีขนาดโมเลกุลเท่ากับ 188, 180, 150, 159 และ189 bp ตามลำดับ และจากการหาสภาวะที่เหมาะสมในปฏิกิริยาพีซีอาร์ พบว่าไพรเมอร์ Cicly 3 เหมาะสมต่อการใช้เป็นไพรเมอร์ตรวจสอบเนื่องจากให้ความจำเพาะกับนิวคลิโอไทด์ของเชื้อปรสิตปลิงใสที่ชัดเจนเมื่อตรวจสอบด้วยวิธีเจลอิเลคโตรโพริซีส และจากการนำดีเอ็นเอที่สกัดจากปรสิตปลิงใสในปริมาณที่ต่างกัน คือ 5, 10, 20 และ 30 ตัว พบว่าในปฏิกิริยาพีซีอาร์สามารถตรวจสอบได้ที่จำนวนปรสิตปลิงใส 10 20 และ 30 ตัว ซึ่งแสดงว่าในปฏิกิริยาพีซีอาร์ที่ตรวจสอบการติดเชื้อนั้น ปรสิตปลิงใสที่เกาะติดในเหงือกปลานิลจำนวน 10 ตัว สามารถตรวจสอบการติดเชื้อด้วยปฏิริยาพีซีอาร์ได้ และนำมาใช้เป็นชุดควบคุมเพื่อการแปลผลในครั้งต่อไป ซึ่งจากการเก็บตัวอย่างปลานิลจากจำนวน 3 พื้นที่คือ พื้นที่การเลี้ยงปลานิลในกระชังในแม่น้ำตาปี ในอำเภอฉวาง และอำเภอทุ่งใหญ่ และพื้นที่การเลี้ยงปลานิลในบ่อดินในอำเภอปากพนัง จำนวนทั้งสิ้น 87 ตัวอย่าง สามารถพบปลานิลที่มีการติดเชื้อปรสิตปลิงใส ซึ่งให้ผลเป็นบวกจำนวน 60 ตัว ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้พบว่าสามารถใช้เทคนิคพีซีอาร์สำหรับการวินิจฉัยการติดเชื้อปรสิตปลิงใสในปลานิลได้ ซึ่งสามารถช่วยลดเวลาในการตรวจวินิจฉัยแบบเดิมที่ต้องทำให้ปลาตายก่อนจึงสามารถนำมาตรวจสอบได้ การใช้เทคนิคพีซีอาร์ในการวิจัยนี้จะช่วยลดการตายของปลาระหว่างการตรวจสอบการติดเชื้อได้ ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ปัญหาการติดเชื้อแทรกซ้อนในระบบการเลี้ยงได้ทันท่วงที

คำสำคัญ : PCR technique, **Cichlidogyrus** spp., Nile tilapia

ABSTRACT

Using PCR technique in this research for Monogenea (**Cichlidogyrus** spp.) infected detection in Nile Tilapia from gill mucus which Monogenea (**Cichlidogyrus** spp.) caused of complication and lead to bacterial, fungal and viral infections will have an economic impact on the tilapia industry. This research has been conducted to test the efficiency of primers in the Nile Tilapia 5 pairs of primers have been reported that is primers Cicly 1 to primers Cicly 5 of molecular weights were 188, 180, 150, 159 and 189 bp, respectively and by finding the suitable conditions in the PCR reaction found that primers Cicly 3 suitable for using as primers. Because of the specificity of the neo-lytic pathogens of lepidopteran parasites when tested by gel electrophoresis. The DNA extracted from the parasitic leeches was different in 5, 10, 20 and 30 bodies. This indicates that in the PCR reaction, the infection is detectable. The parasite that attaches to 10 gilts of tilapia can detect infection with PCR and used as a control group in the next research. The sample was collected from three areas: tilapia culture in cages in the Tapi river in Chawang district and Thung Yai district and in ponds in Pak Panang district were 87 samples found that the positive result infected with leeches is 60 in Nile tilapia. Therefore, this study showed that PCR technique can be used to diagnose parasite infection in Tilapia. This can reduce the time to diagnose the same fish before it can be examined. The use of PCR techniques in this study will reduce the mortality of fish during infection screening. This will lead solve the problem of infected complications in the system in the fish farming system timely.

Keywords : PCR technique, **Cichlidogyrus** spp., Nile tilapia

---

[1] คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตำบลทุ่งใหญ่ อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80240

[1] Faculty of Veterinary, Rajamangala University of Technology, Thungyai Sub-district, Thungyai District, Nakhonsrithammarat Province, 80240 Thailand

[2] สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110

[2] Department of Science, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thum-Yai Sub-district, Thungsong District, Nakronsithammarat Province 80110, Thailand

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail: : smadyod@gmail.com)

บทนำ

ปลานิล (**Oreochromis niloticus**) เป็นปลาน้ำจืดที่มีความสำคัญมากทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตและการบริโภคทั้งในและต่างประเทศที่มีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงปลานิลในประเทศไทยมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนมีการขยายพื้นที่การเลี้ยงทั้งที่เป็นการเลี้ยงแบบบ่อดินและการเลี้ยงในกระชังในทุกพื้นที่ของประเทศไทย โดยเน้นการปล่อยปลาในอัตราที่หนาแน่นสูง ประกอบกับการเกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมอย่างเฉียบพลันในช่วงการเปลี่ยนฤดูกาล ทำให้เกิดสภาวะอากาศที่ร้อนจัดติดต่อกันหลายวันตามด้วยฝนตก สภาวะดังกล่าวนี้จะส่งผลให้ปลาเกิดสภาวะเครียดได้ง่ายและถูกโน้มนำให้เกิดโรคในที่สุด

สมาน และคณะ (2544) ได้กล่าวว่า ปลิงใส (monogenea) เป็นหนอนพยาธิตัวแบนกลุ่มหนึ่ง ซึ่งเป็นปรสิตภายนอก (ectoparasite) เกาะอยู่ที่เหงือกและผิวหนังของปลา มีลำตัวใส โดยวัฏจักรชีวิต (life cycle) ของปลิงใสจะต้องการตัวให้อาศัย (host) เพียงตัวเดียวซึ่งเป็นตัวให้อาศัยโดยตรง(direct host) โดยปลิงใสที่เกาะเหงือกปลาอาจไม่ทำให้ปลาตายโดยตรงแต่จะทำให้ปลามีอาการผิดปกติ เช่นรอยแผลที่เกิดจากการเกาะของปลิงใสจะเป็นโอกาสให้แบคทีเรียและเชื้อราเข้าไปทำลายต่อเนื่อง(secondary infection) ต่อจากนั้นจะทำให้ปลามีภูมิต้านทานลดลง และการมีปลิงใสเกาะติดกับเหงือกและครีบปลาจะเป็นต้นเหตุทำให้ประชากรปลาลดลง

ชนกันต์ (2556) ได้รายงานว่า ส่วนใหญ่ปลิงใสพบเกาะอยู่ตามซี่เหงือกและบริเวณ ผิวหนัง ที่พบบ่อยในปลาน้ำจืด คือ ไจโรแดคทิลัส (**Gyrodactylus** sp.) และแดคทิโรไจรัส (**Dactylogyrus** sp.) ส่วนปลิงใสที่มักพบในปลานิล ชื่อว่า ซิคลิโดไจรัส (**Cichlidogyrus** sp.) ปลาที่มีปรสิตพวกนี้เกาะ อาจจะมีสีตัวเข้มกว่าปกติ กินอาหารน้อยลง หากปรสิตเกาะบริเวณซี่เหงือกในปริมาณมาก ทำให้เหงือกบวม อักเสบและการแลกเปลี่ยนอากาศของปลาลดลง มีผลให้ปลาตายได้เช่นกัน

เอกรัฐ (2544) ได้ศึกษาปรสิตปลิงใสจากปลาทับทิมที่เลี้ยงในกระชัง โดยได้นำตัวอย่างปลาทับทิมที่มีชีวิตมายังห้องปฏิบัติการ ตัดซี่เหงือกปลาทับทิมแต่ละตัวแยกเก็บไว้ที่ตู้เย็น -20 ^{O}C จนกว่าจะนำมาตรวจหาปรสิตปลิงใส นำเหงือกปลาทับทิมแต่ละตัวมาตรวจหาปรสิตโดยวางซี่เหงือกในจานแก้วที่มีน้ำสะอาด ใช้เข็มเขี่ยปลายงอขูดเนื้อเยื่อเหงือกให้หลุดมาอยู่ในน้ำแล้วนำไปตรวจหาปรสิตด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ เก็บตัวอย่างด้วยน้ำยาคงสภาพ ammonium-picrate และแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ หรือน้ำยาฟอร์มาลีน 10 เปอร์เซ็นต์ นำตัวอย่างที่ได้ไปจำแนกชนิดของปรสิตภายใต้กล้องจุลทรรศน์ Phase Contrast Microscope การจำแนกชนิดของปลิงใส ปรสิตปลิงใสที่ตรวจพบบริเวณเหงือกปลาทับทิม พบปรสิตปลิงใส 6 ชนิด ได้แก่ **Cichlidogyrus halli**, **C. rognoni**, **C. sclerosus**, **C. thurstonae**, **C. tilapiae** และ **Scutogyrus longicornis**

วุฒิชัย และธีรวุฒิ เลิศสุทธิชวาล (2557) ได้ศึกษาปรสิตโมโนจีเนียนบริเวณเหงือกของปลาทับทิมที่เลี้ยงในกระชังในแม่น้ำตาปี จังหวัดนครศรีธรรมราช พบจำนวน 2 สกุล 6 ชนิด ได้แก่ **C. sclerosus**, **C.tubicirrus**, **C. thurstonae**, **C. tilapiae**, **Cichlidogyrus** spp. และ **S. longicornis**

มีรายงานมากมายในการศึกษาปรสิตปลิงใสในปลานิลที่ยังคงใช้วิธีการศึกษาแบบพื้นฐาน ซึ่งการศึกษาดังกล่าวสามารถวินิจฉัยว่าต้นเหตุเกิดจากเชื้อตัวใด แต่ต้องมีการสังเกตร่วมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงต้นของการติดเชื้อจะสังเกตอาการทางคลินิกของปลาได้ค่อนข้างยาก แต่จะสังเกตเห็นเมื่อมีการติดเชื้ออย่างรุนแรง และมีการตายเกิดขึ้น อาการของปลาที่ติดเชื้อปรสิต พบปลาหายใจถี่ขึ้น ช่องเหงือกเปิดกว้างออก เหงือกบวมและมีสีซีด ปลาเกิดระคายเคืองที่เหงือก หายใจไม่สะดวก มีการหลั่งเมือกมากขึ้น ปลาจะว่ายน้ำช้า และว่ายบริเวณผิวน้ำ หลังจากนั้นอาจมีการติดเชื้อต่อเนื่องจากแบคทีเรียหรือในส่วนของเนื้อเยื่อที่เกิดจากการติดเชื้อแล้วก่อนหน้านี้ ซึ่งปัจจุบันการตรวจสอบการติดเชื้อจากปรสิตจะทำหลังจากปลาตายแล้ว แล้วนำปลามาตรวจเพื่อหาสาเหตุปลาตาย เป็นการวิเคราะห์โดยการพิจารณาจากสัณฐานวิทยา และขนาดของ

haptor และอวัยวะสืบพันธุ์ แม้ว่าวิธีนี้จะเป็นวิธีมาตรฐานที่ใช้กันโดยทั่วไปก็ตาม แต่วิธีการนี้ต้องทำให้ปลาตายก่อน จากนั้นขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ตรวจสอบ

Shoemaker และคณะ (2006) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการติดเชื้อพร้อมกันในปลานิลที่เพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติโดยพยาธิตัวแบนกลุ่ม monogenetic และตามด้วยการติดเชื้อแบคทีเรียต่อเนื่องจาก **Streptococcus iniae** พบว่าเกิดการตายอย่างมีนัยสำคัญที่สูงกว่า (ประมาณ 42%) เมื่อเทียบกับการติดเชื้อด้วยการแช่ **S. iniae** อย่างเดียว (7%) และปรสิต **Gyrodactylus niloticus** เพียงอย่างเดียว (0%) ซึ่งสันนิษฐานได้ว่าแบคทีเรียจะแพร่กระจายอย่างรวดเร็วเนื่องจากความเสียหายของเยื่อบุผิวปลา และที่น่าสนใจคือ ปลานิลเริ่มติดเชื้อ **S. iniae** ที่ 24 และ 72 ชั่วโมง ซึ่งชี้ให้เห็นว่า **G. niloticus** อาจถ่ายทอด **S. iniae** จากปลาไปสู่ปลา

ปัจจุบันเมื่อมีการพัฒนาเทคนิคทางพีซีอาร์ในการตรวจสอบการติดเชื้อในสัตว์น้ำ ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ตรวจสอบการติดเชื้อแบคทีเรีย จนกระทั่ง Ek-Huchim และคณะ (2012) ได้พัฒนาการตรวจสอบการติดเชื้อปรสิตปลิงใสจากเมือกที่เหงือกของปลานิลโดยไม่ก่อให้เกิดการตายของปลา ซึ่งพบว่าสามารถพัฒนาความจำเพาะของไพรเมอร์จำนวน 5 คู่ คือ ที่ได้จากยีน 28S rRNA ของปลิงใส **Cichlidogyrus** spp. และมีขนาดโมเลกุลเท่ากับ 188, 180, 150, 159 และ 189 bp. ตามลำดับ และจากการตรวจสอบพบว่าให้ความแม่นยำถึง 100 % ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถใช้วิธีดังกล่าวในการตรวจสอบดีเอ็นเอว่ามีเชื้อ **Cichlidogyrus** spp. หรือไม่ที่เมือกของเหงือกในปลานิล

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ตัวอย่างปลานิล

โดยการสุ่มเก็บปลานิล (**O. niloticus**) จากพื้นที่การเลี้ยงในพื้นที่ 3 อำเภอในจังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวนอำเภอละ 5 ตัว คือพื้นที่การเลี้ยงปลานิลในกระชัง อำเภอทุ่งใหญ่ อำเภอฉวาง และพื้นที่การเลี้ยงปลานิลในบ่อดินของพื้นที่อำเภอเชียรใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช จากนั้นนำมาห้องปฏิบัติการเพื่อแยกปรสิตปลิงใสจากเหงือกปลานิลเพื่อหาดีเอ็นตั้งต้นที่ใช้เป็นชุดควบคุม (Positive control)

2. การแยกเชื้อปรสิตปลิงใสปลานิล

แยกปรสิตปลิงใสจากเหงือกปลาเพื่อสกัดดีเอ็นเอโดยใช้ชุดสกัดโดยดัดแปลงขั้นตอน ของ Ek-Huchim และคณะ (2012) แบ่งการดำเนินงานเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำพีซีอาร์ปรสิตปลิงใสเพื่อใช้เป็นชุดควบคุม (positive control)

เก็บปรสิตปลิงใสจากเหงือกปลานิล จำนวน 3 ชุด ดังต่อไปนี้

ชุดที่ 1 สกัดดีเอ็นเอจำนวน 10 ตัว

ชุดที่ 2 สกัดดีเอ็นเอจำนวน 20 ตัว

ชุดที่ 3 สกัดดีเอ็นเอจำนวน 30 ตัว

จากนั้นสกัดดีเอ็นเอตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก ของ Ek-Huchim และคณะ (2012) และทดสอบประสิทธิภาพของไพรเมอร์ที่จำเพาะกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อปรสิต ซึ่งใช้ไพรเมอร์ จำนวน 5 คู่ ที่ได้รับการพัฒนามาจากยีน 28S rRNA ของปลิงใส **Cichlidogyrus** spp. โดยปรับสภาวะที่เหมาะสมของการเกิดปฏิกิริยาของพีซีอาร์เพื่อใช้เป็นชุดควบคุมในการตรวจสอบการติดเชื้อ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ไพรเมอร์ที่ใช้เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายของ **Cichlidogyrus** spp.

ชุดไพรเมอร์	ลำดับนิวคลีโอไทด์ของไพรเมอร์ 5'-3'	ขนาดชิ้นดีเอ็นเอเป้าหมาย (bp)
Cicly 1	F 5'-GCTTGTACCTGGGATCGTGT-3'	188
	R 5'-GCCTTGGATGGAGTTTACCA-3'	
Cicly 2	F 5'-CCGTGAGGGAAAGTTGAAAA-3'	180
	R 5'-TTGAAGCGCATTCAGAACAC-3'	
Cicly 3	F 5'-GCGAGTGAACGGAGATTAGC-3'	150
	R 5'-GACTTTCACCCGCTATGGAA-3'	
Cicly 4	F 5'-GAGGGATTGATGVTGAGAGC-3'	159
	R 5'-CTGTGCAGCGAGGAATACAA-3'	
Cicly 5	F 5'-GAGGGATTGATGCTGAGAGC-3'	189
	R 5'-GCCTTGGATGGAGTTTACCA-3'	

(ที่มา: Ek-Huchim และคณะ (2012)

ขั้นตอนที่ 2

สุ่มเก็บตัวอย่างเมือกปลานิลจำนวณ 87 ตัว จากพื้นที่การเลี้ยงปลานิลทั้ง 3 อำเภอ ตามข้อที่ 1 (อ.ฉวาง 30 ตัว อ.ทุ่งใหญ่ 30 ตัว และ อ.ปากพนัง 27 ตัว) โดยเก็บตัวอย่างปลานิลที่มีอายุ 2-3 เดือน นำเมือกปลานิลบริเวณเหงือก มาสกัดดีเอ็นเอ ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก ของ Ek-Huchim และคณะ (2012) ตรวจสอบการติดเชื้อตามขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาของเทคนิคทาง PCR โดยนำลำดับนิวคลิโอไทด์ และผลจากขั้นตอนที่ 1 เป็นชุดควบคุมเปรียบเทียบ (Positive Control)

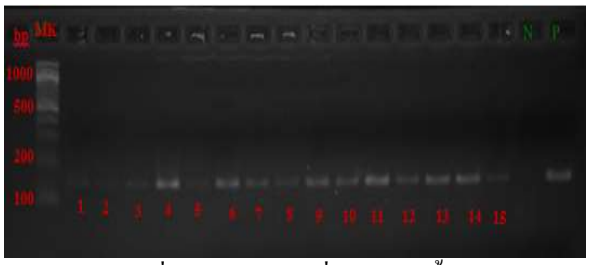
ผลและวิจารณ์ผล

จากการนำปลานิลที่ยังมีชีวิตมาเก็บปรสิตปลิงใสจากเหงือกปลานิล จำนวน 3 ชุด และเมื่อสกัดดีเอ็นเอตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก ของ Ek-Huchim และคณะ (2012) และเมื่อทดสอบประสิทธิภาพของไพรเมอร์ที่จำเพาะกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อปรสิตจากไพรเมอร์ จำนวน 5 คู่ คือ Cicly 1 ถึง Cicly 5 จากยีน 28S rRNA ของปรสิตปลิงใส **Cichlidogyrus** spp. โดยมีขนาดโมเลกุล เท่ากับ 188, 180, 150, 159 และ 189 bp. ตามลำดับนั้น เพื่อใช้เป็นชุดควบคุมในการตรวจสอบการติดเชื้อ จำนวน 10 20 และ 30 ตัวของปรสิตปลิงใส พบว่าไพรเมอร์ Cicly 3 เหมาะต่อการใช้เป็นชุดควบคุมในการตรวจสอบการติดเชื้อ เนื่องจากไพรเมอร์ Cicly 3 สามารถเพิ่มจำนวนปริมาณดีเอ็นเอของปลิงใสในปริมาณที่น้อยได้ที่จำนวน 10 ตัวขึ้นไป (ภาพที่ 1)

ผลจากการเก็บตัวอย่างเมือกปลานิลบริเวณเหงือก จำนวน 87 ตัว มาสกัดดีเอ็นเอ ตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก ของ Ek-Huchim และตรวจสอบการติดเชื้อตามขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาของเทคนิคทาง PCR พบว่าปลานิลทั้งหมด 60 ตัวพบการติดเชื้อปรสิตปลิงใส (**Cichlidogyrus** spp.) โดยการใช้เทคนิคทางพีซีอาร์สำหรับการวินิจฉัยการติดเชื้อปรสิตปลิงใส (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 1 การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายซึ่งปรากฏแถบดีเอ็นเอที่จำเพาะต่อปลิง**Cichlidogyrus** spp



ภาพที่ 2 ตัวอย่างปลาที่ตรวจพบเชื้อปรสิตปลิงใส ขนาด 150 คู่เบส.

หมายเหตุ ภาพที่ 1 : MK คือ ดีเอ็นมาตรฐาน, 10 คือชุดที่ 1 ปรสิตปลิงใส 10 ตัว, 20 คือชุดที่ 2 ปรสิตปลิงใส 20 ตัว, 30 คือชุดที่ 3 ปรสิตปลิงใส 30 ตัว

หมายเหตุ ภาพที่ 2 : MK คือดีเอ็นมาตรฐาน, 1-15 คือ ตัวอย่างเมือกบริเวณเหงือกของปลานิลตัวที่ 1-15 , N คือ Negative control, P คือ Positive control

มีรายงานมากมายในการศึกษาปรสิตปลิงใสในปลานิลที่ยังคงใช้วิธีการศึกษาแบบพื้นฐาน ซึ่งการศึกษาดังกล่าวสามารถวินิจฉัยว่าต้นเหตุเกิดจากเชื้อตัวใด แต่ต้องมีการสังเกตร่วมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงต้นของการติดเชื้อจะสังเกตอาการทางคลินิกของปลาได้ค่อนข้างยาก แต่จะสังเกตเห็นเมื่อมีการติดเชื้ออย่างรุนแรง และมีการตายเกิดขึ้น อาการของปลาที่ติดเชื้อปรสิต โดยปลาหายใจถี่ขึ้น ช่องเหงือกเปิดกว้างออกเหงือกบวมและมีสีซีด ปลาเกิดระคายเคืองที่เหงือก เหงือกบวม หายใจไม่สะดวก มีการหลั่งเมือกมากขึ้น ปลาจะว่ายน้ำช้า และว่ายบริเวณผิวน้ำ หลังจากนั้นอาจมีการติดเชื้อต่อเนื่องจากแบคทีเรีย หรือในส่วนของเนื้อเยื่อที่เกิดจากการติดเชื้อแล้วก่อนหน้านี้ ซึ่งปัจจุบันการตรวจสอบการติดเชื้อจากปรสิตจะทำหลังจากปลาตายแล้ว แล้วนำปลามาตรวจเพื่อหาสาเหตุปลาตาย เป็น การวิเคราะห์โดยการพิจารณาจากสัณฐานวิทยา และขนาดของ haptor และอวัยวะสืบพันธุ์ แม้ว่าวิธีนี้จะเป็นวิธีมาตรฐานที่ใช้กันโดยทั่วไปก็ตาม แต่วิธีการนี้ต้องทำให้ปลาตายก่อน จากนั้นขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ตรวจสอบ

ปัจจุบันเมื่อมีการพัฒนาเทคนิคทางพีซีอาร์ในการตรวจสอบการติดเชื้อในสัตว์น้ำ ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ตรวจสอบการติดเชื้อแบคทีเรีย ในการศึกษานี้เรามีการทดสอบโดยใช้ PCR ซึ่งสามารถตรวจจับ DNA ได้โดยตรงของปรสิตปลิงใส **Cichlidogyrus** spp. จาก DNA ในเมือกบริเวณเหงือกปลานิล ซึ่งจะช่วยลดการตายของปลานิลจากผลการตรวจสอบได้ 100% ซึ่งจากรายงานนี้ได้เก็บตัวอย่างเมือกปลานิลบริเวณเหงือกจำนวน 87 ตัว มาสกัดดีเอ็นเอ และตรวจสอบการติดเชื้อตามขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาของเทคนิคทาง PCR พบปลานิลที่ติดเชื้อได้ทั้งหมด 67 ตัว (ภาพที่ 2) สอดคล้องกับรายงานของ Ek-Huchim และคณะ (2012) ซึ่งวินิจฉัยปรสิตปลิงใสด้วยเทคนิคพีซีอาร์ พบว่ามีความไวและความจำเพาะถึง 100% จากปลิงใสทั้งหมด 5 ชนิด (**C. tilapiae**, **C. sclerosus**, **C. dossui**, **C. haplochromii** และ **C. longicornis**) ในปลานิล **Oreochromis aureus** และ **O. niloticus**

และจากการศึกษาก่อนหน้านี้ โดยวุฒิชัย และธีรวุฒิ (2557) ได้ศึกษาปรสิตโมโนจีเนียนบริเวณเหงือกของปลาทับทิมที่เลี้ยงในกระชังในแม่น้ำตาปี จังหวัดนครศรีธรรมราช พบจำนวนปรสิตปลิงใส 2 สกุล 6 ชนิด ได้แก่ **C. sclerosus**, **C.tubicirrus**, **C. thurstonae**, **C. tilapiae**, **Cichlidogyrus** spp. และ **S. longicornis**

การใช้ลำดับเบสเฉพาะจากยีน 28S rRNA ของ **Cichlidogyrus** spp. สำหรับการวินิจฉัยระดับโมเลกุล การทดสอบสันนิษฐานนี้สามารถใช้ร่วมกับการทดสอบทางพยาธิวิทยาและการตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจหาเชื้อปรสิตในระยะเริ่มต้นเพื่อหลีกเลี่ยงการระบาดของเชื้อโรคในระบบเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การตรวจสอบ DNA จากเมือกปลานิลบริเวณเหงือก

เป็นวิธีการใหม่ที่ไม่ทำให้เหงือกเสียหายและทำให้ปลาตาย ดังนั้นวิธีนี้อาจช่วยในการใช้การทดสอบเพื่อหลีกเลี่ยงความสูญเสียทางเศรษฐกิจในฟาร์มปลานิลได้

สรุปผลการวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพของไพรเมอร์ที่จำเพาะกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อปรสิต ซึ่งใช้ไพรเมอร์จำนวน 5 คู่ที่ได้รับการพัฒนามาจากนิวคลีโอไทด์ของ **Cichlidogyrus** spp. คือ 28S rRNA ที่ขนาดโมเลกุล 189 bp และ Cicly 1 ถึง Cicly 5 โดยมีขนาดโมเลกุลเท่ากับ 188, 180, 150, 159 และ189 bp ตามลำดับ ผลการวิจัยพบว่าไพรเมอร์ Cicly 3 เหมาะต่อการเป็นชุดควบคุมในการตรวจสอบการติดเชื้อปรสิตปลิงใสได้ เนื่องจากไพรเมอร์ Cicly 3 สามารถเพิ่มจำนวนปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายได้เพียงแค่สัตว์มีการติดเชื้อปรสิตปลิงใสจำนวน 10 ตัว และสามารถเพิ่มจำนวนปริมาณดีเอ็นเอปลิงใสที่เก็บจากตัวอย่างจากเมือกบริเวณเหงือกโดยสามารถพบปลานิลที่มีการติดเชื้อปรสิตปลิงใสได้จำนวน 60 ตัว จากตัวอย่างปลานิล 87 ตัว การใช้เทคนิคพีซีอาร์สำหรับการวินิจฉัยการติดเชื้อปรสิตปลิงใสในปลานิล ช่วยลดเวลาในการตรวจวิเคราะห์แบบเดิมและการลดการตายของปลาระหว่างการตรวจสอบได้ ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ปัญหาการติดเชื้อในระบบการเลี้ยงได้ทันท่วงที

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเรื่อง การตรวจสอบและยืนยันเชื้อเชื้อปรสิตปลิงใส, **ichlidogyrus** spp. (Monogenea, Ancyrocephalinae) จากเมือกบริเวณเหงือกปลานิลที่มีการเลี้ยงใน จ.นครศรีธรรมราช ด้วยเทคนิคทางพีซีอาร์ โดยได้รับงบประมาณจากงบอุดหนุนการวิจัย ประเภทเงินรายได้ ประจำปี 2560 ขอขอบคุณ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (ทุ่งใหญ่) ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างงานและวิเคราะห์ตัวอย่างวิจัย และขอขอบพระคุณเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในกระชังทั้ง 3 พื้นที่สำหรับตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์

เอกสารอ้างอิง

ชนกันต์ จิตมนัส. 2556. โรคปลานิล. เชียงใหม่สัตวแพทยสาร. 11: 75-86. ฉัตรศิรินทร์ นาคหฤทัย นนทวิทย์ อารีย์ชน และประพันธ์ศักดิ์ ศิรษะภูมิ. มปป. การศึกษาโครงสร้างทางอณูวิทยาของ Complementary DNA และการแสดงออกของยีน CC chemokine ในปลานิล (**Oreochromis niloticus**). อรวัสสา เผือกสุข, ชัยศักดิ์ จันศรีนิยม และ มยุรี กัลยาวัฒนกุล. 2547. ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดเห็ดฟางเพื่อใช้ประโยชน์ทางเครื่องสำอาง. สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง. มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง จ. เชียงราย.

วุฒิชัย ทองบำรุง และธีรวุฒิ เลิศสุทธิชวาล. 2557. ปรสิตโมโนจีเนียนที่พบในปลานิลแดงที่เลี้ยงในกระชังบริเวณแม่น้ำตาปี จังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 16:32-40.

สมาน แก้วไวยุทธ นิตยา เลาหะจินดา สุปราณี ชินบุตร และประไพสิริ สิริกาญจน์. 2544. พยาธิสภาพของเหงือกปลาปลาไซพรินิดที่เกิดจากปรสิตปลิงใส. หน้า 103-109 **ใน** การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาวิทยาศาสตร์ สาขาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกรัฐ วงศ์สวัสดิ์. 2544. ปรสิตปลิงใสบริเวณเหงือกปลาทับทิมที่เพาะเลี้ยงในกระชัง. น. 1500-1504 **ใน**การประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาศิลปากรระดับชาติ / นานาชาติ ครั้งที่ 1 เรื่อง " การศึกษาเชิงสร้างสรรค์ " มหาวิทยาลัยศิลปากร.

Ek-Huchim,J.P., Jimenez-Garcia, I., Pérez-Vega, J.A., and Rodríguez-Canul, R. 2012. Non-lethal detection of DNA from **Cichlidogyrus** spp. (Monogenea, Ancyrocephalinae) in gill mucus of the Nile tilapia **Oreochromis niloticus**. Dis .Aquat .Org. 98: 155–162.

Halliwell, B.1994. Antioxidant :sense or speculation. Nutrition Today.29 : 15-19.

Shoemaker C. A., Xu De-Hai, J. J. Evans and P. H. Klesius. 2006. Parasites and Diseases. **In** C. Lim and C.D. Webster (eds) Tilapia: Biology, Culture and Nutrition (pp. 561-582). The Haworth Press, Inc., Binghamton, NY.

ปัจจัยด้านอาหารที่มีผลต่อการลอกคราบของกุ้งเครย์ฟิช

Food Nutrient Factors that Affect The Molting of Crayfish

สุไหลหมาน หมาดโหยด[1] ชุตินันท์ จริตงาม[1] แสนภูมิ บุณยรัตน์[1] ชลธิชา คงเรือง

Sulaiman Madyod[1] , Chutinan Jaritngam[1] , Sanpoom Bunyarat[1] and Chonticha Khongrueang[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยด้านอาหารที่มีผลต่อการลอกคราบของกุ้งเครย์ฟิช เพื่อเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งเครย์ฟิช ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ความถี่ในการลอกคราบสูงที่สุดได้แก่อาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ **Schizochytrium** sp. 10% อาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ ไคโตซาน กลุ่มควบคุมอาหารสำเร็จรูปกุ้งเครย์ฟิช และ อาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับวิตามินรวมสัตว์น้ำ (1.60±0.35, 1.43±0.55, 1.33±0.35 และ 1.27 ±0.26 ครั้ง/ตัว/เดือน ตามลำดับ) ส่วนในด้านการเจริญเติบโต พบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ **Schizochytrium** sp. กับกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับเสริมด้วยไคโตซาน มีค่าเท่ากัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (2.63±2.07 และ 2.63±2.05 เซนติเมตรตามลำดับ) ทั้งสองชุดการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มควบคุม (1.45±1.95เซนติเมตร) ($P<0.05$) และอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ วิตามินรวมสัตว์น้ำ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับทั้งสามชุดการทดลอง (2.03±2.08 เซนติเมตร) ($P>0.05$) และในอัตราการตาย พบว่ากุ้งมีอัตราการตายดังนี้ โดยเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ อาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ **Schizochytrium** sp. กับอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ ไคโตซานมีอัตราการตายที่เท่ากัน (36.67±15.28 %) และมีอัตราการตายน้อยที่สุด คือ อาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ วิตามินรวมสัตว์น้ำ (50.00±18.75%) ส่วนกลุ่มควบคุมมีอัตราการตายมากที่สุด (63.33±25.17%) ดังนั้นการใช้ **Schizochytrium** sp. และไคโตซานเสริมในอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาว พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโต และความถี่ในการลอกคราบสูงขึ้น มีอัตราการตายต่ำ แต่เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีเพียงอัตราการเจริญเติบเท่านั้นที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้ยังเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรในการช่วยตัดสินใจในการเลี้ยงกุ้ง

คำสำคัญ: การลอกคราบ กุ้งก้ามแดง

ABSTRACT

A study of some factors that affects molting of Crayfish to be alternative for Crayfish farmers. In this study, it was found that the highest molting frequency was White shrimp pellets with **Schizochytrium** sp. 10%, White shrimp pellets with chitosan 400 ppm., the control group of Crayfish pellets and White shrimp pellets with marine animal multivitamin (1.60 ± 0.35, 1.43 ± 0.55, 1.33 ± 0.35 and 1.27 ± 0.26 times / head / month, respectively). For the growth rate, it was found that Crayfish fed with white shrimp **Schizochytrium** sp. 10% and Crayfish fed with White shrimp pellets supplemented with Chitosan were no statistically significant difference (P> 0.05) (2.63 ± 2.07 cm. and 2.63 ± 2.05 cm. respectively). However, both groups were different from the control group (P <0.05) (1.45±1.95 cm.) and in the group fed with white shrimp pellets with marine animal multivitamin there were no statistically significant differences between those three groups (P> 0.05) (2.03 ± 2.08 cm). For mortality rates, sorted by ascending order as follows White shrimp pellets with **Schizochytrium** sp.10% and White shrimp pellets supplemented with 400 ppm chitosan had the same mortality rates (36.67 ± 15.28%) and had the lowest mortality, the second is White shrimp pellets with marine animal multivitamin (50.00 ± 18.75%), and the control group had the highest mortality rates (63.33 ± 25.17%). Therefore, the use of **Schizochytrium** sp. and chitosan supplemented with white shrimp pellets, it was found that the growth rate and the frequency of molting rate were higher with low mortality rates (P<0.05). However, the statistical analysis showed that only the growth rate had significantly difference and this study is also an alternative for agriculture for making decision on shrimp farming.

Key words: molting, **Cherax quadricarinatus**

---

[1] คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตำบลทุ่งใหญ่ อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80240

[1] Faculty of Veterinary, Rajamangala University of Technology, Thungyai Sub-district, Thungyai District, Nakhonsrithammarat Province, 80240 Thailand

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail: : smadyod@gmail.com)

บทนำ

กุ้งก้ามแดง หรือกุ้งเครย์ฟิชมีชื่อสามัญว่า Redclaw crayfish และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า **Cherax quadricarinatus** เป็นกุ้งน้ำจืดชนิดหนึ่งที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปออสเตรเลีย มีการแพร่กระจายในทางตอนเหนือของรัฐควีนส์แลนด์ (Austin **et al**., 2009) และมีการแพร่กระจายไปยังประเทศต่างๆ เช่น แอฟริกาใต้ จาไมกา และสิงคโปร์ (Shane and Yeo, 2007) กุ้งชนิดนี้ความสำคัญทางเศรษฐกิจของทวีปออสเตรเลีย มีการเพาะเลี้ยงเพื่อการบริโภค โดยในช่วง ปี 2544-2554 มีผลผลิตรวมมากกว่า 400 ตัน (FAO, 2011) ส่วนประเทศไทยนำเข้ากุ้งชนิดนี้มาตั้งแต่ปี 2548 มาเพาะเลี้ยงเพื่อการบริโภค ด้วยรูปร่างและลักษณะที่มีความสวยงาม จึงมีการนำเอากุ้งชนิดนี้มาเลี้ยงเป็นสัตว์สวยงามในตู้ปลา และได้รับความนิยมมาจนถึงปัจจุบัน (พรเทพ และคณะ,2557) อีกทั้งยังมีการนำมาประกอบอาหารอีกหลายชนิดด้วยกัน ดังนั้นจึงมีการศึกษาอย่างกว้างขวางถึงการเสริมสารบางชนิดเพื่อเพิ่มผลผลิตในการลอกคราบ และการเจริญเติบโตของกุ้ง ไคโตซานที่เหมาะสมที่ใช้ในการเคลือบอาหารกุ้งกุลาดำคือ 400 ppm. ส่งผลให้อัตรารอดของลูกกุ้งมากที่สุด 78.97 % (ปิยะบุตร, 2552) จากบทความของสถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง การเสริมวิตามินและแร่ธาตุที่เหมาะสมแก่กุ้งทะเล และกุ้งอื่นๆ สามารถช่วยลดอัตราการตาย ส่งเสริมให้เปลือกกุ้งมีการแข็งตัวที่รวดเร็วหลังจากการลอกคราบ การเสริม **Schizochytrium** sp. 10% ในอาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของกุ้งก้ามกราม มีอัตราการรอดตาย 71.11±10.18% (อนุสรณ์ และคณะ, 2556)

การลอกคราบถือเป็นส่วนสำคัญในการเจริญเติบโตของกุ้งเครย์ฟิช ทั้งเป็นการเพิ่มขนาด การเปลี่ยนสีสัน และการซ่อมแซมร่างกาย จึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญนี้และได้ทำการศึกษาการลอกคราบของกุ้ง เพื่อเป็นทางเลือกใหม่ๆในการช่วยให้กุ้งเจริญเติบโตเร็วขึ้นและลอกคราบสมบูรณ์ ส่งผลให้ลดปัญหาการตายของลูกกุ้งวัยอ่อนได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กุ้งก้ามแดงที่ใช้ในการทดลอง และการเตรียมการทดลอง

เป็นกุ้งก้ามแดง สายพันธุ์ **Cherax quadricarinatus** จากฟาร์มเอกชนในจังหวัดสุราษฎร์ธานีมาพักในบ่อพลาสติกขนาดบรรจุน้ำ 300 ลิตร เพื่อปรับสภาพกุ้งให้เข้ากับสภาพแวดล้อมและระบบการทดลองในโรงเพาะฟักเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ให้อาหารสำเร็จรูปกุ้งเครย์ฟิช วันละ 2 มื้อ คือ เช้า และเย็น

คัดเลือกกุ้งที่มีความแข็งแรง ขนาดประมาณ 2.3-2.6 เซนติเมตร ปล่อยในบ่อพลาสติก ขนาดความจุน้ำ 200 ลิตร (เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร) จำนวนบ่อละ 30 ตัว ใช้วิธีการเลี้ยงเดี่ยวโดยใช้แก้วพลาสติกเป็นอุปกรณ์การเลี้ยงและให้อยู่ภายในบ่อทดลอง มีการใช้น้ำจืดที่ผ่านการกรอง และปรับคุณภาพของน้ำให้เหมาะสมต่อการเลี้ยง เติมน้ำในบ่อเลี้ยงปริมาตร 45 ลิตร และมีอุปกรณ์ให้อากาศ มีการให้อาหารวันละ 2 ครั้ง (8.00 น. และ 16.00 น.) โดยให้อาหารตามชุดการทดลองที่กำหนด ทำการดูดตะกอน และทำความสะอาดบ่อ และเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ทุกๆ 2 สัปดาห์ ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 2 เดือน

2. การทดลองและการวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) มี 4 ชุดการทดลองๆละ 3 ซ้ำดังนี้

ชุดทดลองที่ 1 เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปกุ้งเครย์ฟิช (ชุดควบคุม)
ชุดทดลองที่ 2 เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ ไคโตซาน 10 ml/kg
ชุดทดลองที่ 3 เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ **Schizochytrium** sp. 10%
ชุดทดลองที่ 4 เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ วิตามินรวมสัตว์น้ำ 5 mg/kg

3.การเก็บข้อมูล

ทำการวัดความยาวกุ้งก่อนการทดลอง และ ทุกๆ 1 เดือน บันทึกความถี่ในการลอกคราบของกุ้งทุกวัน และนับจำนวนกุ้งที่เหลือเพื่อหาอัตราการตาย และวิเคราะห์คุณภาพน้ำทุกครั้งที่มีการเก็บข้อมูล

4.การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลความยาวเฉลี่ย ความถี่ในการลอกคราบ และอัตราการตาย ที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี One way ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี LSD (Least Significant Difference) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลและวิจารณ์ผล

1.ความถี่ในการลอกคราบ

ความถี่ในการลอกคราบของกุ้งเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติทั้งในเดือนที่หนึ่งและเดือนที่สองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าโดยเรียงลำดับจากความถี่ในการลอกคราบสูงไปต่ำ ได้แก่ ในเดือนที่หนึ่ง อาหารกุ้งสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ **Schizochytrium** sp. ,อาหารกุ้งสำเร็จรูปกุ้งขาวรวมกับ ไคโตซาน, อาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ วิตามินรวมสัตว์น้ำ และกลุ่มควบคุม (1.60±0.35, 1.43±0.55, 1.33±0.35 และ1.27 ±0.26 ครั้ง ตามลำดับ) ในเดือนที่สองของการทดลอง ความถี่ในการลอกคราบสูงที่สุดได้แก่ อาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับไคโตซาน, กลุ่มควบคุม, อาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ**Schizochytrium** sp. และ อาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ วิตามินรวมสัตว์น้ำ (0.43±0.39, 0.40±0.31, 0.37±0.33 และ 0.23±0.22ครั้ง ตามลำดับ) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าความถี่ในการลอกคราบของกุ้งเครย์ฟิช (ครั้ง/ตัว/เดือน) ในระยะเวลา 2 เดือน

อาหาร	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2
อาหารกุ้งสำเร็จรูปกุ้งเครย์ฟิช (control)	1.33±0.35[a]	0.40±0.31[a]
อาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับไคโตซาน	1.43±0.59[a]	0.43±0.39[a]
อาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ **Schizochytrium** sp.	1.60±0.35[a]	0.37±0.33[a]
อาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับวิตามินรวมสัตว์น้ำ	1.27±0.26[a]	0.23±0.22[a]

หมายเหตุ: ค่าที่กำกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

2. การเจริญเติบโต

การวัดการเจริญเติบโตของกุ้งจะวัดจากความยาวของลำตัวกุ้ง เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าในเดือนที่หนึ่ง กุ้งมีความยาวมากที่สุดในกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวรวมกับ ไคโตซาน กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวรวมกับ **Schizochytrium** sp. เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวรวมกับ วิตามินรวมสัตว์น้ำ และกลุ่มควบคุม ตามลำดับ (3.12±0.30, 3.07±0.22, 2.96±0.25 และ2.84±0.60 เซนติเมตร) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวรวมกับ ไคโตซาน 400 ppm. กับกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวรวมกับ **Schizochytrium** sp. ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวรวมกับวิตามินรวมสัตว์น้ำ และกลุ่มควบคุม (P<0.05) และในกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวรวมกับ วิตามินรวมสัตว์น้ำ และกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ในเดือนที่สองพบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวรวมกับ **Schizochytrium** sp. กับกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวรวมกับ ไคโตซาน มีค่าเท่ากัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ (2.63±2.07 และ 2.63±2.05 เซนติเมตร ตามลำดับ) ทั้งสองชุดการทดลองมีความแตกต่าง

กันทางสถิติกับกลุ่มควบคุม(1.45±1.95 เซนติเมตร) (P<0.05) และอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ วิตามินรวมสัตว์น้ำ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับทั้งสามชุดการทดลอง (2.03±2.08 เซนติเมตร) (P>0.05) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยความยาวของลำตัวกุ้งเครย์ฟิช (เซนติเมตร) ในระยะเวลา 2 เดือน

อาหาร	เริ่มต้นทดลง	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2
อาหารกุ้งสำเร็จรูปกุ้งเครย์ฟิช (control)	2.41 ± 0.11[a]	2.84±0.60[a]	1.45±1.95[a]
อาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับไคโตซาน	2.40 ± 0.08[a]	3.12±0.30[b]	2.63±2.05[b]
อาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ **Schizochytrium** sp.	2.37 ± 0.09[a]	3.07±0.22[b]	2.63±2.07[b]
อาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับวิตามินรวมสัตว์น้ำ	2.40 ± 0.07[a]	2.96±0.25[a]	2.03±2.08[ab]

หมายเหตุ: ค่าที่กำกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

3. อัตราการตาย

เมื่อนำอัตราการตายในแต่ละเดือนมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ทั้งสี่ชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ในเดือนแรกกุ้งที่ใช้ในการทดลองทั้งหมดไม่พบการตาย แต่ในเดือนที่สองพบว่ากุ้งมีอัตราการตายดังนี้ โดยเรียงจากน้อยไปมาก ได้แก่ อาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ **Schizochytrium** sp. กับอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ ไคโตซาน มีอัตราการตายที่เท่ากัน (36.67±15.28 % กับ 36.67±15.27 % ตามลำดับ) และมีอัตราการตายน้อยที่สุดรองมาเป็นอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ วิตามินรวมสัตว์น้ำ (50.00±10.00%) ส่วนกลุ่มควบคุมมีอัตราการตายมากที่สุด (63.33±25.17%) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 อัตราการตายเฉลี่ย (%) ของกุ้งเครย์ฟิช ในระยะเวลา 2 เดือน

อาหาร	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2
อาหารกุ้งสำเร็จรูปกุ้งเครย์ฟิช (control)	0	63.33±25.17[a]
อาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับไคโตซาน	0	36.67±15.27[a]
อาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ**Schizochytrium** sp.	0	36.67±15.28[a]
อาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับวิตามินรวมสัตว์น้ำ	0	50.00±10.00[a]

หมายเหตุ:ค่าที่กำกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

4. คุณภาพน้ำ

คุณสมบัติของน้ำที่เลี้ยงนั้นอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำโดยพบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 7.34 – 8.36 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าอัลคาไลน์มีค่าอยู่ที่ 69-139 มิลลิกรัม/ลิตร ความกระด้างมีค่าอยู่ในช่วง 800-1000 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าไนไตรท์ 0 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณของแคลเซียม 40 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณของแมกนีเซียม 100 – 200 มิลลิกรัม/ลิตร ความเป็นกรด-ด่างมีค่าอยู่ระหว่าง 7.63 – 8.34 และอุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 25 –28.0 ºC ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดง

ตารางที่ 4 ค่าคุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้ง 2 เดือน

ระยะเวลา	pH	ออกซิเจนละลายน้ำ (มก./ล)	อัลคาไลน์ (มก./ล)	ความกระด้าง (มก./ล)	ไนไตรท์ (มก./ล)	แคลเซียม (มก./ล)	แมกนีเซียม (มก./ล)	อุณหภูมิ ˚C
60 วัน	7.63 -8.34	7.34 - 8.36	69 - 139	800 - 1000	0	40	100 - 200	25 - 28

การใช้ **Schizochytrium** spp. ผสมกับอาหารสำเร็จรูปเพื่อใช้เป็นอาหารเสริมจึงเป็นทางเลือกหนึ่งให้แก่เกษตรกร เนื่องจากใน **Schizochytrium** spp. สามารถเพิ่มปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่จำเป็นสูง (polyunsaturated fatty acid; PUFA) การศึกษาของสถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่งพบว่าวิตามินและแร่ธาตุหลายชนิด มีผลในการลอกคราบ ทำให้เปลือกกุ้งแข็งหลังลอกคราบที่รวดเร็ว เสริมระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ไคโตซานเคลือบอาหารกุ้ง 400 ppm สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารและเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตในกุ้งกุลาดำได้มากขึ้น (ปิยะบุตร,2552) ซึ่งจากการทดลองพบว่ากลุ่มการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับ **Schizochytrium** spp. มีการลอกคราบที่สูงที่สุด แต่พบว่าไม่มีความแตกต่างทางนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของอนุสรณ์ และคณะ(2558) ที่การเสริมด้วย **Schizochytrium** spp. อัตราส่วน 7.5% ผสมอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามกรามสามารถเพิ่มการเจริญเติบโต

กุ้งมีความต้องการกรดไขมันจำเป็นจากอาหารเพื่อการเจริญเติบโต เนื่องจากกุ้งไม่สามารถสังเคราะห์กรดไขมันเหล่านี้ได้เอง (Cuzon **et al**.,2004) ซึ่งการใช้ **Schizochytrium** spp. ผสมกับอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาว เพื่อใช้เป็นอาหารเสริมซึ่งมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่จำเป็นสูง โดยเฉพาะกรดไขมันไม่อิ่มตัวในกลุ่มโอเมก้า 3 คือ decosahexaenoic acid (DHA;22:6n3) (มยุรา, 2549 และ Jiang **et al**., 2004) จากการศึกษาพบว่ากุ้งที่ได้รับ **Schizochytrium** spp. มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าอาหารกุ้งสำเร็จรูปกุ้งเครย์ฟิช (control)และกลุ่มอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาวร่วมกับวิตามินรวมสัตว์น้ำ สอดคล้องกับการทดลองของปิยารมณ์ (2552) ที่ได้ทำการศึกษาการใช้ **Schizochytrium** spp. เสริมอาหารในการเลี้ยงกุ้งขาวมีผลทำให้การเจริญเติบโตของกุ้งสูงขึ้นทั้งที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำและความเค็มปกติ และจากการศึกษา กุ้งก้ามกรามขนาดเล็กที่ได้รับ **Schizochytrium** spp อัตราส่วน 7.5 เปอร์เซ็นต์ หรือ 75 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัมในฟาร์มเลี้ยงนั้นมีอัตราการเจริญเติบโตที่สูง (อนุสรณ์, 2558) ส่วนการเสริมด้วยไคโตซาน ให้แก่กุ้งมีผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้ **Schizochytrium** spp. ผสมกับอาหารกุ้งสำเร็จรูป สอดคล้องกับการทดลองการใช้ไคโตซานเคลือบอาหารกุ้งสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารและเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตในกุ้งกุลาดำ ได้มากขึ้น ปริมาณไคโตซานที่เหมาะสมที่ใช้ในการเคลือบอาหารกุ้ง คือ 400 ppm. (ปิยะบุตร, 2552) นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบของ cofactor ของระบบเอ็นไซม์ต่างๆ ได้แก่ hydrogenase enzymes, alcohol, glutamate, lactate, glyceraldehyde-3-P, ribonuclease, carcoxypeptiase, DNA polymerase และ alkaline phosphatase และ ปริมาณฟอสฟอรัสในอาหาร 0.4% เพียงพอต่อการเจริญเติบต่อและการรอดตายของลูกกุ้ง **Penaeus vannamei** ในระยะ Postlavae เมื่อมีอัตราส่วนของ Ca : P เท่ากับ 1 : 2 (Velasco **et al.,**1998) จากการทดลองได้ทำการเสริมแร่ธาตุรวมสัตว์น้ำ ซึ่งไม่มีส่วนประกอบของฟอสฟอรัส ให้ผลไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความถี่ในการลอกคราบของกุ้ง

กุ้งที่ได้รับ **Schizochytrium** sp.ในอัตราส่วน 7.5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตรารอดตายสูงสุดแตกต่างจากกุ้งที่ไม่ได้รับ **Schizochytrium** spp. ซึ่งมีอัตรารอดตายต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งที่เลี้ยงด้วยความเค็ม 5 และ 25 พีพีที สอดคล้องกับการศึกษาของ Lim et al.(1997) ที่ทำการศึกษาอาหารที่ผสมกรดไขมันจากแหล่งต่างๆทั้งพืชและสัตว์รวม 7 ชนิดต่ออัตรารอดตายและน้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งขาวแวนนาไมระยะ juvenile พบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารผสม menhaden fish oil ซึ่งมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวในกลุ่มโอเมก้า 3 สูงสุด มีอัตรารอดตายและน้ำหนักเฉลี่ยสูงที่สุด จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่ากุ้งมีอัตราการตายต่ำ เมื่อเสริมด้วย **Schizochytrium** spp. และไคโตซาน สอดคล้องกับผลของ ปิยะบุตร (2552) ได้ศึกษาสารละลายไคโตซานมาใช้เคลือบบนอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ในพื้นที่ความเค็มต่ำประมาณ 5±2 พีพีที ของบ่อขนาด 2 ไร่ พบว่าการใช้ไคโตซานเคลือบอาหารกุ้งสามารถช่วยเพิ่มอัตรารอดของลูกกุ้งมากที่สุด 78.97 % ยิ่งไปกว่านั้น การใช้ไคโตซานเคลือบอาหารกุ้งยังมีผลทำให้กุ้ง มีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ดีมาก และกลุ่มที่เสริมด้วยวิตามินรวมสัตว์น้ำ เนื่องจากการศึกษาของ Cuzon **et al.**(2004) วิตามินอี มีความสามารถในการปกป้องการเกิดปฏิกิริยาเติมหมู่ออกซิเจน (peroxidation) ในกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง (PUFA) และทำหน้าที่ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ในระบบภูมิคุ้มกัน และทำหน้าที่ลด

การหลั่งของสารชนิด peroxides ที่เกิดจากระบบภูมิคุ้มกันperoxides ที่เกิดจากระบบภูมิคุ้มกันน้ำเลือดที่จะทำลายผนังเซลล์ของเม็ดเลือด (hemocyte) และ พบว่าปริมาณของวิตามินซีลดลงอย่างรวดเร็วในขณะที่กุ้งขาววางไข่และในลูกกุ้งแรกฟักระยะนอเพลียส ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าวิตามินซีมีความจำเป็นอย่างยิ่งสาหรับกุ้งในช่วงระยะเวลาที่ไข่กำลังพัฒนาและในขณะฟักออกเป็นตัว Shaobo **et al.** (2004) ผลของกลุ่มที่มีการเสริมวิตามินรวมสัตว์น้ำมีอัตรารอดตายดีกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (0<0.05)

สรุปผลการวิจัย

การใช้ **Schizochytrium** sp. และไคโตซานเสริมในอาหารสำเร็จรูปกุ้งขาว พบว่าอัตราการเจริญเติบโตความถี่ในการลอกคราบ และมีอัตราการตายมีแนวโน้มที่ดีกว่ากลุ่มการทดลองอื่น เพราะเมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีเพียงอัตราการเจริญเติบโตเท่านั้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้ยังเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรในการช่วยตัดสินใจในการเลี้ยงกุ้ง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราชที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และห้องปฏิบัติการในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ นบชนก ธนพงศธร และ สุวลี จันทร์กระจ่าง. 2552. การใช้ไคติน-ไคโตซานเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในกุ้งกุลาดำ. **ใน** การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39

พรเทพ เนียมพิทักษ์ สุธี วงศ์มณีประทีป ศิริภาวี เจริญวัฒนศักดิ์ และประภวิษณุ์ ยศวิจิตร. 2557. ผลของระดับความเค็มต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และการลอกคราบของกุ้งก้ามแดง. วารสารเกษตรพระวรุณ. 11 ฉ(1): 39-46

มยุรา ประยูรพันธ์. 2549. กรดไขมันในทรอสโทคิทริดส์ที่คัดแยกได้จากใบไม้ป่าชายเลน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยบูรพา.

อนุสรณ์ ศรีสุวงศ์ ชะลอ ลิ้มสุวรรณ นิติ ชูเชิด และสุธี วงศ์มณีประทีป. 2558. ผลของการเสริม **Schizochytrium** sp. ในอาหารต่อการเจริญเติบโต และอัตรารอดตายของกุ้งก้ามกราม. วารสารแก่นเกษตร 43 (1): 53-60.

Austin, C.M., Jones, C. and Wingfield, M .2009.**Cherax quodricarinatus**. JUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.Intemational Union for Conservation of Nature Bodin Subpratatsave.2016.Molting of crayfish. Crayfish Aquatic Pets.

Cuzon , G., Lawrence , A., Gaxiola, G. , Rosas, C. and Guillaume. J. 2004. Nutrition of Litopenaeus vannamei reared in tanks or in ponds. Aquaculture 235: 513-551.

FAO (Food and Agriculture Organization).2011.Rrdclaw crayfish production [online].[Accessed January 14,2014] Available from:URL http://www.fao.org/fishery/statistics/en

Jiang, Y., Fan, K. W. R., Wong, T. Y. and Chen, F.. 2004. Fatty Acid Composition and Squalene Content of the Marine Microalgae **Schizochytrium mangrovei**. J. Agric. Food Chem. 52: 1196-1200.

Lim, C., Ako,,H., Brown, C. L. and Hahn, K.. 1997. Growth response and fatty acid composition of juvenile **Penaeus vannamei** fed different sources of dietary lipid. Aquaculture. 151: 143-153.

Shaobo, D., Hu, C. and Shen, Q. 2004. Effect of dietary ascorbic acid levels on reproductive performance of shrimp, **Litopenaeus vannamei** (boone), broodstock. Journal of Shellfish Research. 23(1): 251-255

Velasco, M., Lawrence A. L. and . Neill, W. H. 1998. Effects of dietary phosphorus level and inorganic source on survival and growth of **Penaeus vannamei** postlarvae in zero-water exchange culture tanks. Aquat. Living Resour. 11: 29 - 33

การใช้พืชต่างชนิดเป็นอาหารสมทบสำหรับเลี้ยงปลาแรดในกระชัง

The Use of different Plants as a Feed Supplement for Rearing Giant gourami (**Ospronemus goramy**, Lacepede)

ยุพิน พูนดี[1*]

Yupin Phoondee[1*]

บทคัดย่อ

การใช้พืชต่างชนิดเป็นอาหารสมทบสำหรับเลี้ยงปลาแรดในกระชัง ใช้แหน เปลือกกล้วย และซังข้าวโพด ซึ่งมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลากินพืช นำมาผสมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูป ใช้อัตราส่วน 1:1 โดยใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นชุดควบคุม ทำการศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และคุณภาพน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ จากการทดลองด้านน้ำหนักเฉลี่ย พบว่าอาหารปลาแรดที่ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมเปลือกกล้วยมีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักมากที่สุด เท่ากับ 30.14±1.30 กรัมต่อตัว รองลงมาคืออาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมซังข้าวโพด, อาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมแหน และอาหารเม็ดสำเร็จรูป และมีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุด ($P\leq0.05$) ด้านความยาวเฉลี่ยพบว่า อาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมเปลือกกล้วยมีความยาวเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 15.58±1.32 เซนติเมตรต่อตัว รองลงมาคืออาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมแหน, อาหารเม็ดสำเร็จรูปผสมซังข้าวโพด และอาหารเม็ดสำเร็จรูป และมีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุด ($P\leq0.05$) และพบว่าอัตราการรอดตายทุกชุดการทดลองเท่ากับร้อยละ 100 ส่วนคุณภาพน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงปลาแรดพบว่า อุณหภูมิน้ำและความเป็นกรด-ด่างอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงปลาแรด ส่วนปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงปลาแรด แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาแรด ดังนั้นการใช้พืชมาเป็นอาหารสมทบเพื่อเลี้ยงปลาแรด สามารถใช้เป็นแนวทางในการใช้พืชให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

คำสำคัญ : อาหารสมทบ, ปลาแรด, คุณภาพน้ำ, การเจริญเติบโต, อัตราการรอดตาย

---

[1] สาขาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ตำบลหันตรา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

[1] Department of Fishery science Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Huntra, Phra Nakhon Si Ayutthaya, Phra Nakhon Si Ayutthaya 13000, Thailand

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : Phoondee@hotmail.com

ABSTRACT

The use of different plants as a feed supplement for rearing Giant gourami (**Ospronemus goramy**, Lacepede) in the case using duck weed, banana peal and corn cob, It was has the right properties for fish feeding. Mixed with ready-to-eat foods in 1: 1 ratio, the used of pellet feed as control. Study on growth, survival rate and water quality are water temperature, pH, dissolved oxygen (DO) and ammonium-nitrogen for a period of 6 weeks. Average weight It were found that the diet of pellet feed with banana peel had the highest growth rate of 30.14±1.30 g / body, followed by pellet feed with corn cob, pellet feed with duck weed and pellet feed the lowest average weight ($P \leq 0.05$). The average length were found that the diet of pellet feed with banana peel had the highest growth rate of 15.58±1.32 cm / body, followed by pellet feed with duck weed , pellet feed with corn cob and pellet feed the lowest average weight ($P \leq 0.05$). And the survival rate of all treatments was 100%. The water quality used in rearing Giant gourami, the study found that water temperature and pH were suitable for aquaculture. Ammonium-nitrogen were not suitable for aquaculture of fish, but not affect the growth and survival rate of Giant gourami. The utilization of plants as feed supplement for rearing Giant gourami provided good possibility for guideline to use the most beneficial plants.

Keywords : Feed supplement, Giant gourami, Water quality, Growth, Survival rate

บทนำ

ปลาแรด มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า **Ospronemus goramy**, Lacepede (Robert, 1992) และมีชื่อสามัญว่า Giant gourami ปลาแรดเป็นปลาน้ำจืดขนาดใหญ่ชนิดหนึ่ง ปลาแรดจัดเป็นปลาตระกูลเดียวกับปลาหมอไทย ปลาหมอตาล ปลากริม ปลากัด ปลากระดี่นาง ปลากระดี่หม้อ ปลาสลิด (ยุพินท์, 2537) เมื่อโตเต็มวัยมีรูปร่างขนาดใหญ่ โดยขนาดที่วัดได้ยาวประมาณ 60 เซนติเมตร น้ำหนัก 9 กิโลกรัม (Pillay, 1990) เป็นปลาที่เลี้ยงง่าย กินอาหารได้ทั้งพืชและสัตว์ ได้แก่ ผัก ผลไม้ พืชต่างๆ เศษอาหาร รวมทั้งสัตว์ขนาดเล็กๆ นอกจากนี้ยังสามารถอาศัยอยู่ในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนน้อยๆได้ เนื่องจากมีอวัยวะช่วยในการหายใจ (labyrinth organ) ทนได้ในสภาพที่มีอุณหภูมิและ pH ต่ำ เจริญเติบโตได้ดีทั้งน้ำจืดและน้ำกร่อย (เฉิดฉันและคณะ, 2538 และ สมประสงค์และคณะ, 2534) มีถิ่นกำเนิดแถบหมู่เกาะสุมาตรา, ชวา และบอร์เนียวประเทศอินโดนีเซีย ส่วนในประเทศไทยพบอยู่ทั่วไปตามแหล่งน้ำต่างๆ เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา, แม่น้ำโขง, แม่น้ำป่าสัก, แม่น้ำตาปี และแม่น้ำสะแกกรัง ปลาแรดจัดเป็นปลาตระกูลเดียวกับปลาหมอไทย, ปลาหมอตาล, ปลากริม, ปลากัด, ปลากระดี่นาง, ปลากระดี่หม้อ และปลาสลิด (ยุพินท์, 2537) เมื่อนำมาประกอบอาหารส่วนของเนื้อปลาแรดนุ่มมีรสชาติอร่อย ไม่ค่อยมีก้าง จึงเป็นที่นิยมของผู้บริโภคมาก นอกจากนี้ยังเป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจสามารถเลี้ยงได้ทั้งบ่อดินและกระชังและจำหน่ายเป็นได้ทั้งปลาเนื้อและปลาสวยงามในราคาสูง ซึ่งต้นทุนการผลิตเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยคิดเป็นค่าอาหารประมาณร้อยละ 50 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด (ยม, 2545) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ถ้าเราสามารถนำพืชหรือของเหลือทิ้งที่ปลาแรดกินเป็นอาหารได้ หาง่ายในท้องถิ่น ราคาถูก ได้แก่ เปลือกกล้วย แหนเป็ด ซังข้าวโพด นำมาใช้เป็นส่วนผสมในสูตรอาหารร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปลาแรดในกระชัง เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และคุณภาพน้ำบางประการ ทั้งนี้ยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหารและเป็นทางเลือกหนึ่งของกลุ่มเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาได้อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวางแผนการทดลอง

การเตรียมปลาและกระชังที่ใช้ในการทดลอง ทำการเตรียมกระชัง ขนาด 1 x 1 x 1 เมตรจำนวน 12 กระชัง ทำการจับสลากสุ่มสิ่งทดลองตามแผนการทดลองที่วางไว้ ปล่อยลูกปลาแรดขนาด ประมาณ 1 นิ้ว ในอัตราปล่อย 8 ตัวต่อตารางเมตรศึกษาชนิดของอาหารปลาจากพืชที่เหมาะสมในการเลี้ยงลูกปลาแรด ต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ อัตราการรอดตาย ใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) โดยแบ่งสิ่งทดลองออกเป็น 4 สิ่งทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 อาหารเม็ดสำเร็จรูป (ไฮเกรด)
สิ่งทดลองที่ 2 แหนเป็ด:อาหารเม็ดสำเร็จรูป (1:1)
สิ่งทดลองที่ 3 เปลือกกล้วย:อาหารเม็ดสำเร็จรูป (1:1)
สิ่งทดลองที่ 4 ซังข้าวโพด:อาหารเม็ดสำเร็จรูป (1:1)

2. การเตรียมการทดลอง

ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Designs); CRD โดยการจับฉลากแต่ละสิ่งทดลองทั้ง 4 สิ่งทดลอง จากนั้นเตรียมกระชังสำหรับทำการทดลองใช้กระชังขนาด 1×1×1 เมตร จำนวน 12 ใบ ในบ่อดินใส่ลูกปลาแรดที่มีความยาวเฉลี่ย 7.51±0.1 โดยใส่กระชังละ 8 ตัว รวม 96 ตัว ให้อาหารลูกปลาแรดจนกว่าจะอิ่ม โดยให้อาหารร้อยละ 5 ของน้ำหนักตัว แบ่งให้ 2 มื้อต่อวัน ในเช้าเวลา 08.00 น. และเย็นเวลา 17.00 น. อาหารที่ใช้ในการเลี้ยงลูกปลาแรดจะให้ตามสิ่งทดลองข้างต้น

3. ทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของลูกปลาแรด ได้แก่ ทางด้านน้ำหนักและความยาวเฉลี่ย อัตราการรอดตาย ตามสูตรดังนี้

สูตรการหาน้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/ตัว)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาทั้งหมดที่ใช้ในการชั่ง}}{\text{จำนวนปลาที่ใช้ในการชั่ง}}$$

สูตรการหาความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร/ตัว)

$$= \frac{\text{ความยาวปลาทั้งหมดใช้ในการวัด}}{\text{จำนวนปลาที่ใช้วัด}}$$

สูตรการหาอัตราการรอดตาย

$$= \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มการทดลอง}} \times 100$$

4. การศึกษาข้อมูลด้านคุณภาพน้ำ

การเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงลูกปลาแรด เมื่อเริ่มการทดลองและทุกๆ สัปดาห์ เพื่อจะได้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง, อุณหภูมิน้ำ, ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และแอมโมเนียม-ไนไตรเจน (Eaton **et al**., 2005)

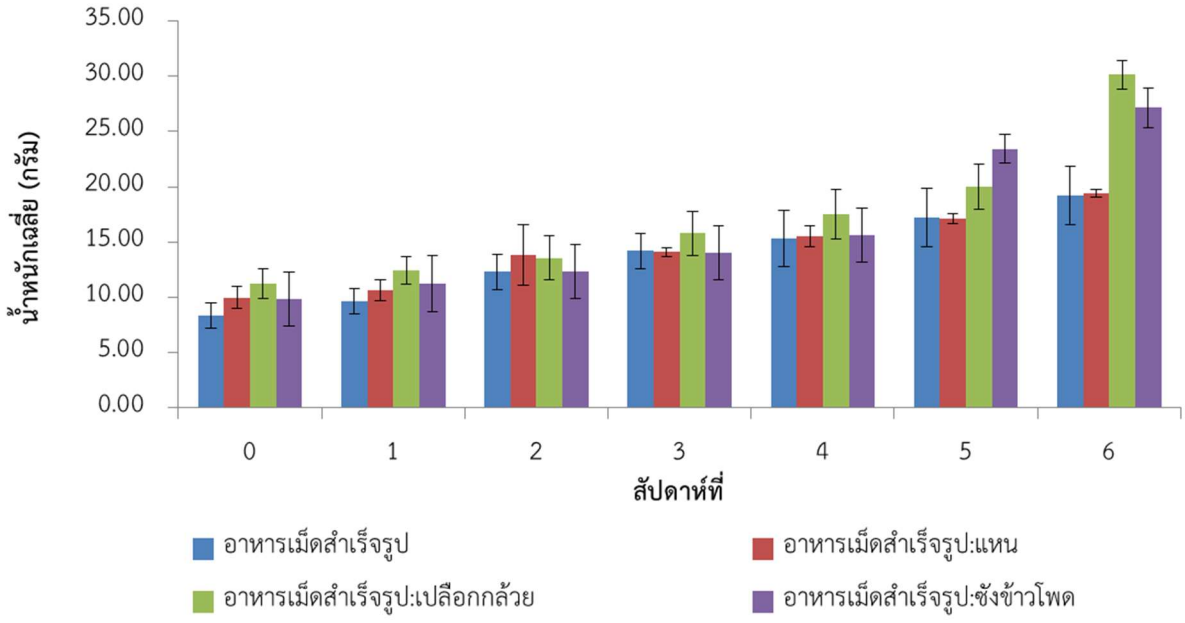
ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาศึกษาการเจริญเติบโตอัตราการรอดตายและอัตราการแลกเนื้อของลูกปลาแรดด้วยสูตรอาหารต่างชนิดได้กำหนดการอนุบาลเลี้ยงลูกปลาแรดด้วยอาหารต่างชนิดกันพบว่าได้ผลการศึกษาค้นคว้าดังกราฟแสดงผล ดังนี้

1. ด้านการเจริญเติบโตของลูกปลาแรด

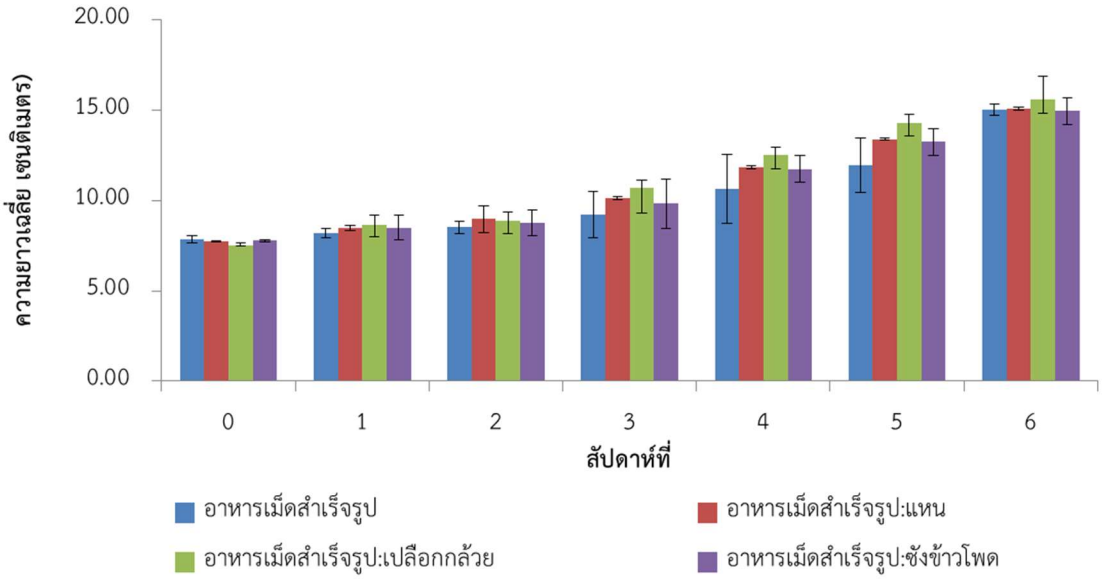
จากการการทดลองเลี้ยงลูกปลาแรดด้วยอาหารต่างกัน 4 ชนิดคือ สิ่งทดลองที่ 1 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป) สิ่งทดลองที่ 2 (แหน:อาหารเม็ดสำเร็จรูป = 1:1) สิ่งทดลองที่ 3 (เปลือกกล้วย:อาหารเม็ดสำเร็จรูป = 1:1) สิ่งทดลองที่ 4 (ซังข้าวโพด:อาหารเม็ดสำเร็จรูป = 1:1) เลี้ยงในกระชังขนาด 1x1x1 ลูกบาศก์เมตร เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า

1.1 น้ำหนักเฉลี่ยของลูกปลาแรด (กรัมต่อตัว) ลูกปลาแรดที่เลี้ยงในกระชังด้วยอาหารที่ต่างกัน 4 คือ สิ่งทดลองที่ 1 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป) สิ่งทดลองที่ 2 (แหน:อาหารเม็ดสำเร็จรูป) สิ่งทดลองที่ 3 (เปลือกกล้วย:อาหารเม็ดสำเร็จรูป) สิ่งทดลองที่ 4 (ซังข้าวโพด:อาหารเม็ดสำเร็จรูป) โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 8.39±1.13, 8.95±0.97, 9.70±1.32 และ 9.99±2.41 กรัมต่อตัว ตามลำดับ หลังจากการให้อาหารสมทบต่างชนิดกันพบว่าการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเฉลี่ยจนสิ้นสุดการทดลองนาน 6 สัปดาห์ สิ่งทดลองที่ 3 เปลือกกล้วย:อาหารเม็ดสำเร็จรูป มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 30.14±16.30 กรัมต่อตัว ตามด้วยสิ่งทดลองที่ 4 ซังข้าวโพด:อาหารเม็ดสำเร็จรูป มีน้ำหนักเท่ากับ 27.15±0.82 กรัมต่อตัว, สิ่งทดลองที่ 2 แหน:อาหารเม็ดสำเร็จรูป มีน้ำหนักเท่ากับ 19.38±0.34 กรัมต่อตัว และ สิ่งทดลองที่ 1 อาหารเม็ดสำเร็จรูป มีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 19.20±2.65 กรัมต่อตัว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ระดับร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ซึ่งอาจจะอธิบายได้ว่าปลาแรดเป็นปลากินพืชดังนั้นอาหารเสริมที่ใส่ลงไปเพื่อลดต้นทุนค่าอาหารเช่น สารอาหารจากเปลือกกล้วยจึงส่งผลทำให้ลูกปลาแรดมีอัตราการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกับการเลี้ยงอาหารเม็ดที่มีโปรตีนสูง 40 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเฉลี่ยของปลาแรดเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันจนสิ้นสุดการทดลองตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 6 สัปดาห์

1.2 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตรต่อตัว) ลูกปลาแรดที่เลี้ยงในกระชังด้วยอาหารที่ต่างกัน 4 คือ สิ่งทดลองที่ 1 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป) สิ่งทดลองที่ 2 (แหน:อาหารเม็ดสำเร็จรูป) สิ่งทดลองที่ 3 (เปลือกกล้วย:อาหารเม็ดสำเร็จรูป) สิ่งทดลองที่ 4 (ซังข้าวโพด:อาหารเม็ดสำเร็จรูป) โดยมีความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น 7.85±0.20, 7.73±0.02 7.51±0.1 และ 7.77±0.05 เซนติเมตรต่อตัว ตามลำดับ การเจริญเติบโตด้านความยาวเฉลี่ยเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารต่างกันจนสิ้นสุดการทดลอง เป็นระยะเวลานาน 6 สัปดาห์พบว่า สิ่งทดลองที่ 3 เปลือกกล้วย:อาหารเม็ดสำเร็จรูป มีความยาวเฉลี่ยมากที่สุด คือ 15.58±1.32 เซนติเมตรต่อตัว ตามด้วย สิ่งทดลองที่ 2 แหนต่ออาหารเม็ดสำเร็จรูป เท่ากับ 15.11±0.09 เซนติเมตรต่อตัว, สิ่งทดลองที่ 1 อาหารเม็ดสำเร็จรูป เท่ากับ 15.01±0.24 เซนติเมตรต่อตัว และสิ่งทดลองที่ 4 ซังข้าวโพด:อาหารเม็ดสำเร็จรูปมีความยาวเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 14.95±0.75 เซนติเมตรต่อตัว ซึ่งอาจจะอธิบายได้ว่าปลาแรดเป็นปลากินพืชดังนั้นอาหารเสริมที่ใส่ลงไปเพื่อลดต้นทุนค่าอาหารเช่น สารอาหารจากเปลือกกล้วยจึงส่งผลทำให้ลูกปลาแรดมีอัตราการเจริญเติบโตที่ใกล้เคียงกับการเลี้ยงอาหารเม็ดที่มีโปรตีนสูง 40 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การเจริญเติบโตด้านความยาวเฉลี่ยของปลาแรดเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันจนสิ้นสุดการทดลอง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 6 สัปดาห์

ค่าอาหารในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของเกษตรกร มีต้นทุนไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด (Bhujel, 2011; ยม, 2545) และค่าอาหารสำเร็จรูปมีราคาแพง ทำให้เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงได้กำไรจากการผลิตปลาน้อย จึงต้องมีการลดต้นทุนในเรื่องอาหาร โดยการประยุกต์ใช้วัตถุดิบจากพืชที่มีในท้องถิ่นเพื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสำหรับการเลี้ยงปลา จากการศึกษาของ Fasakin และคณะ (1999) พบว่าสามารถใช้แหนเป็ดที่เป็นพืชท้องถิ่นมาทดแทนอาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดได้ถึงร้อยละ 30 ในการเลี้ยงปลานิล นอกจากนี้การใช้เปลือกกล้วยและซังข้าวโพดเป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์น้ำ ยังเป็นการใช้วัตถุดิบทางการเกษตรให้เกิดประโยชน์สูงสุด เนื่องจากเป็นของเหลือทิ้งจำนวนมากและมีการนำมาใช้น้อย ดังนั้นจึงใช้พืชดังกล่าวมาเป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตด้านอาหาร (อมรรัตน์ และคณะ, 2548) ซึ่งเหมาะสมในการผลิตอาหารสัตว์น้ำไว้ใช้เองโดยใช้วัตถุดิบที่มีในท้องถิ่น

1.4 อัตราการรอดตายของลูกปลาแรด (เปอร์เซ็นต์) ลูกปลาแรดที่เลี้ยงในกระชังด้วยอาหารที่ต่างกัน 4 คือ สิ่งทดลองที่ 1 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป) สิ่งทดลองที่ 2 (แหน:อาหารเม็ดสำเร็จรูป) สิ่งทดลองที่ 3 (เปลือกกล้วย:อาหารเม็ดสำเร็จรูป) สิ่งทดลองที่ 4 (ข้าวโพด:อาหารเม็ดสำเร็จรูป) โดยมีความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น 7.85±0.20, 7.73±0.02 7.51±0.1 และ

7.77±0.05 พบว่ามีอัตราการรอดตาย ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 0 จนถึงสิ้นสุดการทดลองพบว่า อัตราการรอดตายของลูกปลาแรด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ทุกสิ่งทดลองแสดงให้เห็นว่าลูกปลาแรดสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมและยอมรับอาหารที่ใช้เลี้ยงได้

2. ค่าคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงลูกปลาแรดในกระชัง

2.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในบ่อที่ใช้เลี้ยงลูกปลาแรดตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 6 สัปดาห์มีค่าอยู่ในช่วง 6.24 – 7.60 ซึ่งค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลามีค่าที่เหมาะสม เท่ากับ 6.5-9.0 (สมประสงค์และคณะ,2534)

2.2 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) อุณหภูมิของน้ำในบ่อที่ใช้เลี้ยงลูกปลาแรดในกระชังตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 6 สัปดาห์ ที่ทำการทดลองพบว่า ทุกสิ่งทดลองมีค่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ที่ 32.11 - 28.42 องศาเซลเซียส แต่ค่าที่เหมาะสมในการเลี้ยงลูกปลาแรดให้เจริญเติบโตอยู่ที่ 21 – 28 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิของน้ำที่ใช้เลี้ยงลูกปลาแรดครั้งนี้ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาแรด เนื่องจากปลาแรดสามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำกร่อย และทนอุณหภูมิต่ำได้ถึง 15 องศาเซลเซียส (เฉิดฉันและคณะ, 2538)

2.3 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อที่ใช้เลี้ยงลูกปลาแรดตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 6 สัปดาห์อยู่ที่ 1.14 - 2.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งน้อยกว่าค่ามาตรฐานที่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของปลามีค่ามากกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นไป ซึ่งค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่ใช้เลี้ยงลูกปลาแรดครั้งนี้อยู่ที่ 1.14 – 2.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งน้อยกว่าค่าที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลา แต่จากข้อมูลพบว่าลูกปลาแรดมีการเจริญเติบโตตามปกติ เนื่องจากปลาแรดสามารถอาศัยอยู่ในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนน้อย เพราะปลาแรดมีอวัยวะพิเศษช่วยในการหายใจ (labyrinth organ) (Pillay, 1990) ซึ่งปกติค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำไม่ควรต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร (Boyd and Tucker, 1992)

2.4 แอมโมเนียม-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำในบ่อที่ใช้เลี้ยงลูกปลาแรดตลอดระยะเวลาการทดลอง 6 สัปดาห์ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.326 – 0.538 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาแรดควรมีค่าน้อยกว่า 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตรถึงแม้ว่าปริมาณแอมโมเนียมที่เป็นสารพิษมีค่ามากแต่ไม่ส่งผลต่ออัตราการรอดตายและอัตราการเจริญเติบโตอาจจะมีสาเหตุมาจาก ตัวปลาแรดมีอวัยวะช่วยหายใจ สามารถที่จะรับออกซิเจนจากอากาศโดยตรง แอมโมเนียม-ไนโตรเจน ไม่เกิน 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (FAO, 2014)

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำบางประการของน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงปลาแรดเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	อุณหภูมิน้ำ (C°)	pH	DO (mg/l)	แอมโมเนียม–ไนโตรเจน (mg/l)
0	30.21	7.45	1.14	0.389
1	30.25	6.89	1.67	0.370
2	30.25	7.12	1.34	0.538
3	29.14	7.33	1.64	0.512
4	28.42	7.56	1.60	0.489
5	30.62	7.60	1.98	0.435
6	32.11	6.24	2.01	0.326

สรุปผลการวิจัย

การเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของลูกปลาแรดที่เลี้ยงด้วยอาหารสมทบต่างชนิดจำนวน 4 สิ่งทดลอง ได้แก่ สิ่งทดลองที่ 1 (อาหารเม็ดสำเร็จรูป) สิ่งทดลองที่ 2 (แหน:อาหารเม็ดสำเร็จรูป) สิ่งทดลองที่ 3 (เปลือกกล้วย:อาหารเม็ดสำเร็จรูป) สิ่งทดลองที่ 4 (ซังข้าวโพด:อาหารเม็ดสำเร็จรูป) โดยมีอัตราส่วน 1:1 ซึ่งการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และคุณภาพน้ำของลูกปลาแรดที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิด ซึ่งตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 6 สัปดาห์ พบว่า ลูกปลาแรดที่เลี้ยงด้วยเปลือกกล้วย:อาหารสำเร็จรูปมีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเฉลี่ยและความยาวเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนอัตราการรอดตายพบว่ามีอัตราการรอดตายร้อยละ 100 ทุกสิ่งทดลอง และคุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลาแรดทุกพารามิเตอร์มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาแรด ข้อมูลจากการศึกษาครั้งนี้มีประโยชน์โดยสามารถนำไปเผยแพร่และส่งเสริมให้เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาแรดและปลากินพืชชนิดอื่นๆ นำไปใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการนำพืชวัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นมาใช้ได้อีกทางหนึ่ง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิที่ได้สนับสนุนงบประมาณสำหรับการทำวิจัย และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตหันตรา ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

เฉิดฉัน อมาตยกุล, เพ็ญพรรณ ศรีสกุลเตียว, สนธิพันธ์ ผาสุขดี, สุรางค์ สุมโนจิตราภรณ์, ประดิษฐ์ ศรีภัทรประสิทธ์, สุอินทร์ ฤทธิ์จรุง, นาวิน มหาวงศ์ และกาญจนรี พงษ์ฉวี. 2538. ปลาแรด. กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 52 หน้า.

ยม กลิ่นสุมาลย์. 2545. การจัดการการเลี้ยงปลานิลในกระชัง บริเวณอ่างเก็บน้ำลำประทาว อ.แก้งคร้อ จ.ชัยภูมิ. รายงานการศึกษาอิสระ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ยุพินท์ วัฒเนชัยเศรษฐ์.ม.ป.ป. การเลี้ยงปลาแรด.งานเอกสารคำแนะนำ. กองส่งเสริมการประมง กรมประมง,กรุงเทพฯ. 16 หน้า.

สมประสงค์ โมบัณฑิต, ประวิทย์ ละออบุตร และฉวีวรรณ รัตนเลิศ. 2534. การทดลองเลี้ยงปลาแรดในบ่อดินด้วยอาหารชนิดต่างๆ. รายงานสัมมนาวิชาการประจำปี 2533. กรมประมง. กรุงเทพฯ. หน้า 703-711.

อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล, พิสมัย สมสืบ, นุชนรี ทองศรี และ สาวิตรี วงศ์สุวรรณ. 2548. อาหารและการผลิตอาหารสัตว์น้ำ. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Bhujel, R.C. 2011. Tilapia farming faces expansion issue in Thailand. Global Aquaculture Advocate: 16-18 (May/June).

Boyd, C.E. and Tucker, C.S. 1992. Water quality and pond soil analysis for aquaculture. Alabama: Auburn University.

Eaton, A.D., Clessceri, L.S., Rice, E.W., and Greenberg, A.E. (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Water Association, Virginia.

FAO-FIES, 2014. Aquaculture resources State of world aquaculture. Retrieved from http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Clarias_gariepinus/en

Fasakin, E.A., Balogun, A.M., and Fasuru, B.E. 1999. Use of duckweed, **Spirodela polyrhiza** L. Schleiden, as a protein feedstuff in practical diets for tilapia, **Oreochromis niloticus** L.. Aquacult. Res., 30 (5): 313-318

Pillay, T.V.R. 1990. Aquaculure : Principle and Practices. Aquaculture Development and Coordination Programe. Food and Agriculture Organisation of United Nations, Rome, Italy. p. 412-415.

Roberts, T.R. 1992. Systematic Revision of the Southeast Asian Anabantoid Fish Genus Osphronemus, with descriptions of two new species. Ichthyology. Exploration Freswaters. 2 : 4 : 351-360.

การเจริญเติบโตและรูปแบบการเจริญเติบโตของปลาการ์ตูนดำ-ขาว (**Amphiprion ocellaris** Cuvier, 1830) ที่เลี้ยงในความเค็มที่แตกต่างกัน

Growth Performance and Growth Pattern of Black and White Ocellaris Clownfish (**Amphiprion ocellaris** Cuvier, 1830) Rearing in Different Salinities

วิกิจ ผินรับ[1*] และวรวุฒิ เกิดปราง[1]

Wikit Phinrub[1*] and Worawut Koedprang[1]

บทคัดย่อ

ผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตของปลาการ์ตูนดำ-ขาว (**Amphiprion ocellaris** Cuvier, 1830) โดยทำการเลี้ยงปลาในตู้กระจกเป็นระยะเวลา 90 วัน มี 4 ชุดการทดลอง (26 28 30 และ 32 ส่วนในพันส่วน) ปลาการ์ตูนดำ-ขาว มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยก่อนทดลองเท่ากับ 0.14±0.01 0.14±0.00 0.14±0.01 และ 0.14±0.01 กรัม ตามลำดับ และมีความยาวเหยียดเฉลี่ยเท่ากับ 1.88±0.02 1.93±0.03 1.95±0.15 และ 1.95±0.02 เซนติเมตร ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.94±0.10 0.90±0.07 0.99±0.07 และ 0.90±0.04 กรัม ตามลำดับ และมีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 3.46±0.15 3.45±0.11 3.52±0.08 และ 3.47±0.02 เซนติเมตร ตามลำดับ มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 2.10±0.11 2.03±0.15 2.17±0.01 และ 2.05±0.09 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ น้ำหนักเพิ่มต่อวันเท่ากับ 0.09±0.01 0.08±0.01 0.09±0.01 และ 0.09±0.01 กรัมต่อวัน ตามลำดับ น้ำหนักเพิ่มเท่ากับ 541.94±0.94 583.80±0.91 588.46±0.38 และ 562.55±0.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และอัตราการรอดตายเท่ากับ 83.33±0.87 100±0.00 100±0.00 และ 96.66±0.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งน้ำหนักเพิ่มต่อวัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**P**<0.05) แต่อัตราการรอดตาย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (**P**>0.05) และพบรูปแบบการเจริญเติบโตเป็นแบบไอโซเมตริก มีสมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของปลาการ์ตูนดำ-ขาว รวมเพศ คือ $W = 0.015TL^{3.21}$ ($R^2 = 0.97$) $W = 0.018TL^{3.07}$ ($R^2 = 0.97$) $W = 0.016TL^{3.20}$ ($R^2 = 0.97$) และ $W = 0.018TL^{3.09}$ ($R^2 = 0.97$) โดยปลาการ์ตูนดำ-ขาว สามารถเลี้ยงได้ดีในระดับความเค็ม 28 และ 30 ส่วนในพันส่วน ซึ่งมีน้ำหนักเพิ่มต่อวันและมีอัตราการรอดตายที่สูงกว่า

คำสำคัญ : การเจริญเติบโต, การเลี้ยงปลา, คุณภาพน้ำ, ปลาการ์ตูน

[1, *] สาขาเทคโนโลยีการประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150

[1, *] Department of Fisheries Technology, Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology, Srivijaya, Maifad Sub-district, Sikao District, Trang Province 92150, Thailand

* ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, E-mail address) wikit_ph@hotmail.com

ABSTRACT

Effect of salinity on growth performance of black and white ocellaris clownfish (**Amphiprion ocellaris** Cuvier, 1830) was studied. The fish cultured for ninety days in the glass aquarium. The experiment was divided into four treatments (26 28 30 and 32 parts per thousand, ppt). The initial average body weights and total lengths of fish were 0.14±0.01 0.14±0.00 0.14±0.01 and 0.14±0.01 gram, and 1.88±0.02 1.93±0.03 1.95±0.15 and 1.95±0.02 centimeter, respectively. The results showed the average weight were 0.94±0.10 0.90±0.07 0.99±0.07 and 0.90±0.04 gram, respectively and the average lengths were 3.46± 0.15 3.45±0.11 3.52±0.08 and 3.47± 0.02 centimeter, respectively. The specific growth rates were 2.10±0.11 2.03±0.15 2.17±0.01 and 2.05±0.09 percent per day, respectively. The average diary growths were 0.09±0.01 0.08±0.01 0.09±0.01 and 0.09±0.01 grams per day, respectively. The weight gains were 541.94±0.94 583.80±0.91 588.46±0.38 and 562.55±0.98 percent, respectively.The survival rates were 83.33±0.87 100±0.00 100±0.00 and 96.66±0.76 percent, respectively. The weight gains were significant difference (**P<**0.05) but the survival rate were not significant difference (**P>**0.05). The length-weight relationships of mixed sexes are isometric growth pattern and equations of the black and white ocellaris clownfish were $W = 0.015TL^{3.21}$ ($R^2 = 0.97$) $W = 0.018TL^{3.07}$ ($R^2 = 0.97$) $W = 0.016TL^{3.20}$ ($R^2 = 0.97$) and $W = 0.018TL^{3.09}$ ($R^2 = 0.97$). The black and white ocellaris clownfish can be culture at salinity range of 28 and 30 ppt, the both weight gains and survival rate, trends to be higher.

Keywords: Growth Performance, Fish Culture, Water Quality, **Amphiprion ocellaris**

บทนำ

ปลาการ์ตูนเป็นปลาเศรษฐกิจที่มีสีสันสวยงาม เป็นที่นิยมในตลาดปลาสวยงามสามารถจำหน่ายได้ในราคาสูง จัดเป็นสินค้าประมง ที่มีศักยภาพทางการตลาดและสามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก ปัจจุบันนักวิชาการไทยประสบความสำเร็จในการเพาะฟักปลาการ์ตูนได้จำนวนหลายชนิด ทำให้ธุรกิจการเพาะปลาการ์ตูนในประเทศขยายเพิ่มมากขึ้น วรวุฒิ (2549) กล่าวว่าคุณภาพน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการเลี้ยงปลาการ์ตูนเนื่องจากปลาต้องอาศัยอยู่ในน้ำที่มีคุณภาพที่เหมาะสมตลอดเวลา คุณสมบัติของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลายังมีผลโดยตรงกับสีสันความสวยงามและสุขภาพของปลา ดังนั้นผู้ที่เลี้ยงปลาการ์ตูนจำเป็นต้องศึกษาคุณสมบัติของน้ำทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ซึ่งมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาการ์ตูนโดยเฉพาะความเค็ม ความเค็มเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ โดยเฉพาะระบบการควบคุมปริมาณน้ำในร่างกาย (Water regulatory system) ซึ่งมีผลแตกต่างของแรงดัน**ออสโมติก (Osmotic pressure)** ระหว่างภายในตัวสัตว์น้ำและน้ำภายนอก ปลามีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้พลังงานในการควบคุม Osmotic pressure เพื่อรักษาสมดุลของร่างกายไม่ให้แสดงอาการป่วย ซึ่งถ้าหากรุนแรงก็อาจจะทำให้ปลาตายได้ (สราวุธ และคณะ, 2551) ปลาการ์ตูนดำ-ขาว มีชื่อวิทยาศาสตร์เหมือนกับปลาการ์ตูนส้มขาว และถือเป็นปลาชนิดเดียวกันแต่มีการผันแปรของสี โดยส่วนที่เป็นสีส้มหรือส้มเหลืองถูกแทนที่ด้วยสีดำ ลักษณะลำตัวมีสีดำ มีแถบสีขาว 3 แถบ พาดบริเวณส่วนหัว ลำตัวและบริเวณหางในแหล่งน้ำธรรมชาติ พบปลาชนิดนี้ได้ในถิ่นเฉพาะ คือ ทางเหนือของออสเตรเลีย (ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงอันดามันตอนล่าง, 2559) ปลาการ์ตูนแต่ละชนิดจะมีรูปแบบสีที่เป็นเอกลักษณ์ซึ่งปกติจะประกอบไปด้วยสีส้ม แดง ดำ เหลือง และส่วนใหญ่จะมีแถบสีขาวพาดขวางลำตัว 1-3 แถบ ซึ่งถือเป็นเอกลักษณ์ของปลาการ์ตูนก็ว่าได้อย่างไร

ก็ตามแม้จะเป็นปลาการ์ตูนชนิดเดียวกันแต่มักมีสีแตกต่างกันบ้าง ปลาที่อาศัยต่างสถานที่กันอาจมีสีที่แตกต่างกันได้เรียกลักษณะเช่นนี้ว่าความผันแปรของสี (ธรณ์, 2544)

ปัจจุบันพบว่า ปลาการ์ตูนดำ-ขาว เป็นปลาสวยงามที่นิยมเลี้ยงกันในตู้กระจก สามารถเลี้ยงได้อย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นการเลี้ยงในครอบครัวเพื่อเป็นงานอดิเรก หรือตามหน่วยงานต่างๆ เนื่องจากการเลี้ยงปลาสวยงามจะสร้างความเพลิดเพลินให้แก่ผู้พบเห็น แต่จากการศึกษายังไม่มีรายงานว่าระดับความเค็มที่ปลาการ์ตูนดำ-ขาว สามารถเจริญเติบโตได้ดีและมีอัตรารอดสูงนั้นอยู่ที่ระดับใด ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับการเจริญเติบโตในระดับความเค็มที่ต่างกันในตู้กระจกนั้น จึงเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายปลาการ์ตูนดำ-ขาว เพื่อนำข้อมูลที่ได้เผยแพร่ให้แก่ผู้ที่นิยมเลี้ยงปลาการ์ตูนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การวางแผนการทดลอง

แผนการทดลองแบ่งการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design: CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง (Treatments) คือ การเลี้ยงปลาการ์ตูนดำ-ขาว ในน้ำทะเลที่ระดับความเค็ม 26 28 30 32 ส่วนในพันส่วน (ppt = part per thousand) จำนวน 3 ซ้ำ (Replications) ซ้ำละ 10 ตัว

2. การเตรียมการทดลอง

เตรียมตู้ปลาจำนวน 12 ตู้ เศษเปลือกหอยทะเล โดยล้างทำความสะอาด ตากให้แห้ง ติดตั้งระบบให้อากาศ ทำการคำนวณความเค็มของแต่ละระดับ โดยใช้สูตร $N_1V_1 = N_2V_2$ เติมน้ำทะเลแต่ละระดับความเค็มจำนวน 22 ลิตร ใส่เปลือกหอยทะเลให้กระจายทั่วพื้นตู้ปลา และทำการเตรียมสัตว์ทดลอง ซื้อสัตว์ทดลองมาจากศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งตรัง พักในถังพักเป็นระยะเวลา 7 วัน และปรับระดับความเค็มวันละ 2 ppt และทำการพักสัตว์ทดลองอีก 7 วัน

3. ขั้นตอนการทดลอง

เลี้ยงปลาการ์ตูนดำ-ขาว อายุ 40 วัน เป็นระยะเวลา 90 วัน ให้กินอาร์ทีเมียและอาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นอาหาร โดยให้กินจนอิ่มวันละ 2 มื้อ เวลา 09.00 น.และ 16.00 น. ดูดตะกอนและถ่ายน้ำทุก 2 วัน ครั้งละ 50 เปอร์เซ็นต์ (%)

4. วิธีเก็บข้อมูล

ชั่งน้ำหนัก วัดความยาว ก่อนเริ่มการทดลอง ระหว่างทดลองชั่งน้ำหนักและวัดความยาวทุก 30 วัน นำข้อมูลมาคำนวณหาค่าน้ำหนักเฉลี่ย ความยาวเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอดตาย น้ำหนักเพิ่มต่อวัน และน้ำหนักเพิ่ม ตามสูตรของ วิมลและคณะ (2535) ดังนี้

4.1. น้ำหนักเฉลี่ย (Weight average)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลารวม (กรัม)}}{\text{จำนวนปลา}}$$

4.2. ความยาวเฉลี่ย (Length average)

$$= \frac{\text{ความยาวปลารวม (เซนติเมตร)}}{\text{จำนวนปลา}}$$

4.3. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate; SGR) (เปอร์เซ็นต์/วัน)

$$= 100 \times \frac{(\ln \text{นน.ปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{นน.ปลาเมื่อเริ่มการทดลอง})}{\text{จำนวนวันที่ทดลอง}}$$

4.4. อัตรารอดตาย (Survival rate; SR %)

$$= \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$$

4.5. น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (Average diary growth; ADG, g/day)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง-น้ำหนักปลาเริ่มต้น}}{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง}}$$

4.6. น้ำหนักเพิ่ม (Weight gain; WG, %)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง-น้ำหนักปลาเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น}} \times 100$$

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูล น้ำหนัก และอัตราการรอดตาย ของปลาการ์ตูนดำ-ขาว มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design: CRD) ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One Way Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละชุดการทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (SigmaStat 3.5)

6. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก

นำข้อมูลน้ำหนักและความยาวเหยียด ไปวิเคราะห์ตามวิธีการของ Rounsefell และ Everhart (1953) และ Ricker (1979) ในรูปของสมการยกกำลัง

$$W = aL^b$$

หรืออยู่ในรูปของ $\log W = \log a + b \log L$ ซึ่งเป็นสมการเส้นตรง

โดย W = น้ำหนักเป็นกรัม L = ความยาวเป็นเซนติเมตร a และ b = เป็นค่าคงที่

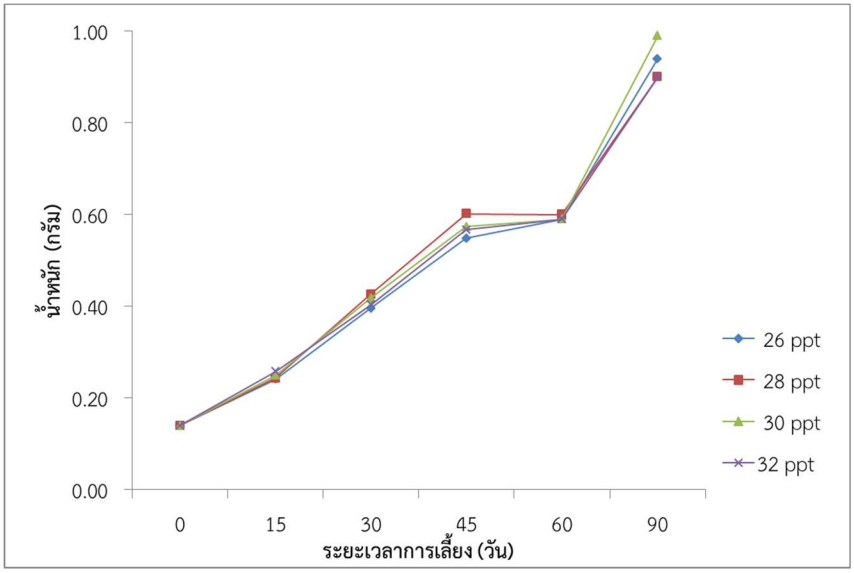
ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1.น้ำหนักเฉลี่ย (Weight average)

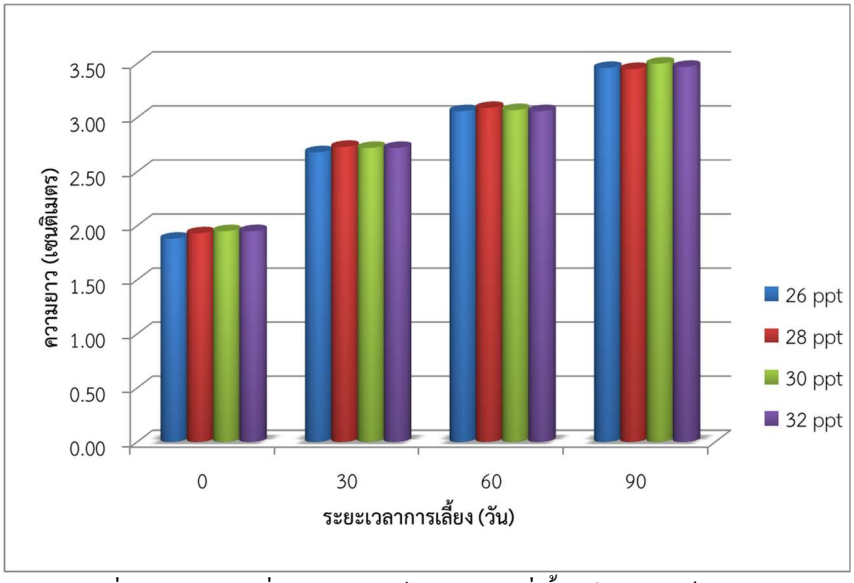
ปลาการ์ตูนดำ-ขาว ที่เลี้ยงด้วยระดับความเค็ม 26 28 30 และ 32 ส่วนในพันส่วน (ppt) มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 0.14±0.01 0.14±0.00 0.14±0.01 และ 0.14±0.01 กรัม และมีน้ำหนักเฉลี่ยในระยะการเลี้ยง 90 วัน เท่ากับ 0.94±0.10 0.90±0.07 0.99±0.07 และ 0.90±0.04 กรัม ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปลาการ์ตูนดำ-ขาว มีน้ำหนักเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**P**>0.05) ดังภาพที่ 1

2. ความยาวเฉลี่ย (Length average)

ปลาการ์ตูนดำ-ขาว ที่เลี้ยงด้วยระดับความเค็ม 26 28 30 และ 32 ppt มีความยาวเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 1.88±0.02 1.93±0.03 1.95±0.15 และ 1.95±0.02 เซนติเมตร ตามลำดับ ในระยะการเลี้ยง 90 วัน มีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 3 .46±0.15 3.45±0.11 3.52±0.08 และ 3.47±0.02 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปลาการ์ตูนดำ-ขาว มีความยาวเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**P**>0.05) ดังภาพที่ 2



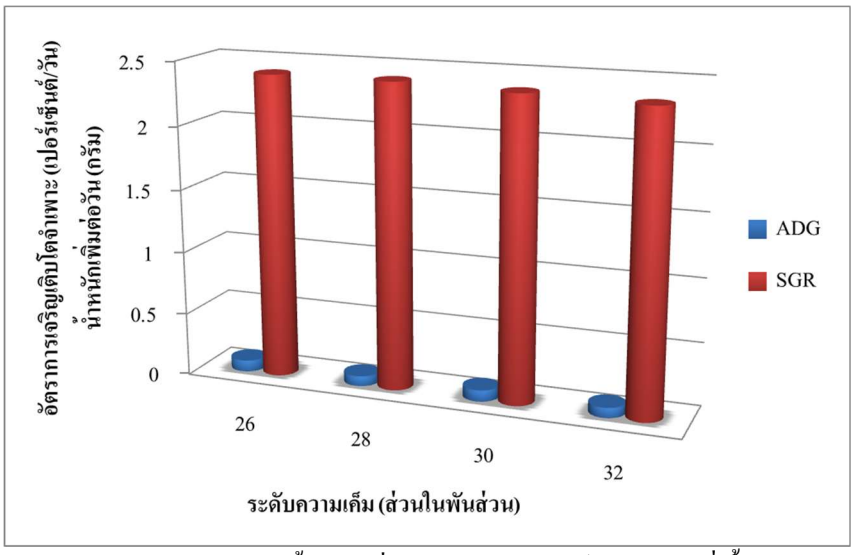
ภาพที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ยของปลาการ์ตูนดำ-ขาว ที่เลี้ยงด้วยความเค็ม 4 ระดับ



ภาพที่ 2 ความยาวเฉลี่ยของปลาการ์ตูนดำ-ขาว ที่เลี้ยงด้วยความเค็ม 4 ระดับ

3. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate)

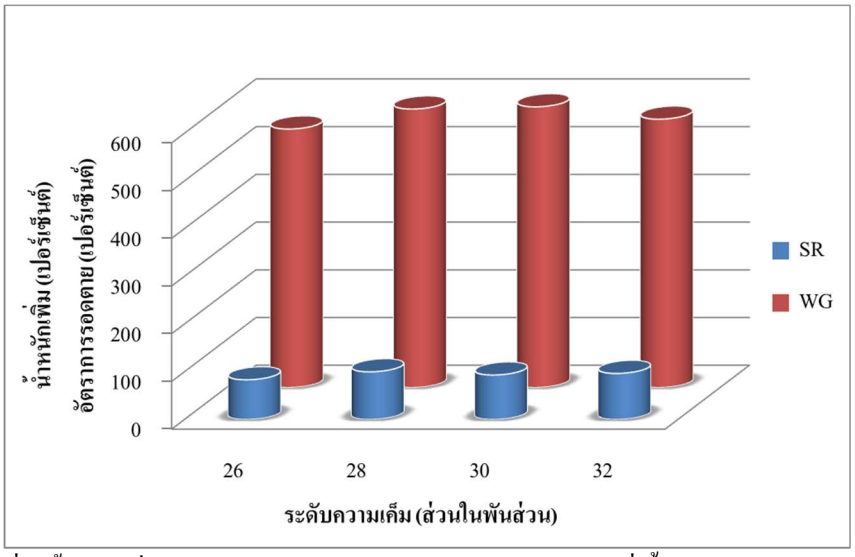
ปลาการ์ตูนดำ-ขาว ที่เลี้ยงด้วยระดับความเค็ม 26 28 30 และ 32 ppt ในระยะเวลา 90 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.10±0.11 2.03±0.15 2.17±0.01 และ 2.05±0.09 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปลาการ์ตูนดำ-ขาว ที่เลี้ยงในความเค็มต่างกัน 4 ระดับ โดยมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**P**>0.05) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและน้ำหนักเพิ่มต่อวัน ของปลาการ์ตูนดำ-ขาว ที่เลี้ยงด้วยความเค็ม 4 ระดับ

4. น้ำหนักเพิ่ม (Weight gain)

ปลาการ์ตูนดำ-ขาว ที่เลี้ยงด้วยระดับความเค็ม 26 28 30 และ 32 ppt ในระยะเวลา 90 วัน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 541.94±0.94 583.80±0.91 588.46±0.38 และ 562.55±0.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปลาการ์ตูนดำ-ขาว ที่เลี้ยงในความเค็มต่างกัน 4 ระดับ น้ำหนักเพิ่มมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**P**<0.05) ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 น้ำหนักเพิ่มและอัตราการรอดตาย ของปลาการ์ตูนดำ-ขาว ที่เลี้ยงด้วยความเค็ม 4 ระดับ

5.น้ำหนักเพิ่มต่อวัน (Average diary growth)

ปลาการ์ตูนดำ-ขาว ที่เลี้ยงด้วยระดับความเค็ม 26 28 30 แล 32 ppt ในระยะเวลา 90 วัน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.09±0.01 0.08±0.01 0.09±0.01 และ 0.09±0.01 กรัมต่อวัน ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปลาการ์ตูนดำ-ขาว ที่เลี้ยงในความเค็มต่างกัน 4 ระดับ มีน้ำหนักที่เพิ่มต่อวันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**P**>0.05) ดังภาพที่ 3

6. อัตราการรอดตาย (Survival rate)

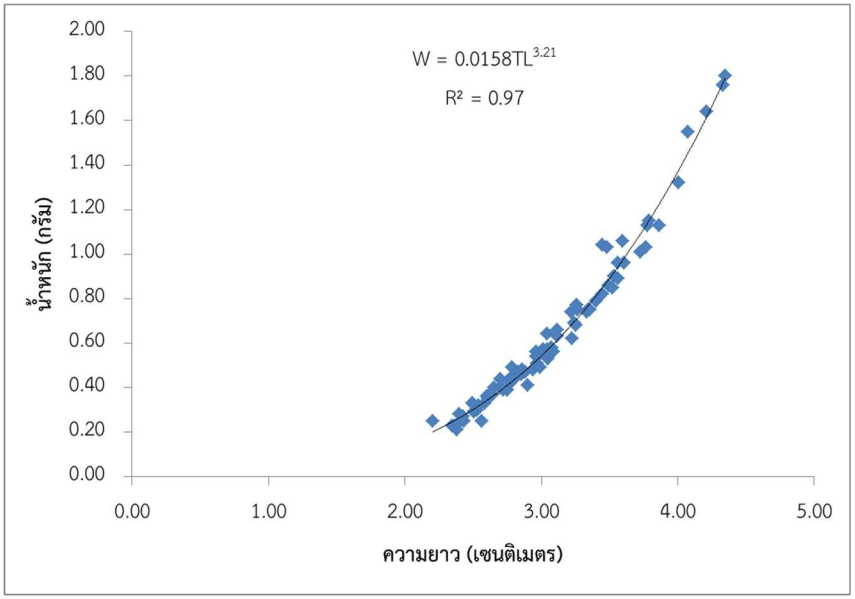
ปลาการ์ตูนดำ-ขาว ที่เลี้ยงด้วยระดับความเค็ม 26 28 30 และ 32 ppt ในระยะเวลา 90 วัน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 83.33±0.87 100±0.00 100±0.00 และ 96.66±0.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปลาการ์ตูนดำ-ขาว ที่เลี้ยงในความเค็มต่างกัน 4 ระดับ มีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**P**>0.05) ดังภาพที่ 4

7. ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก

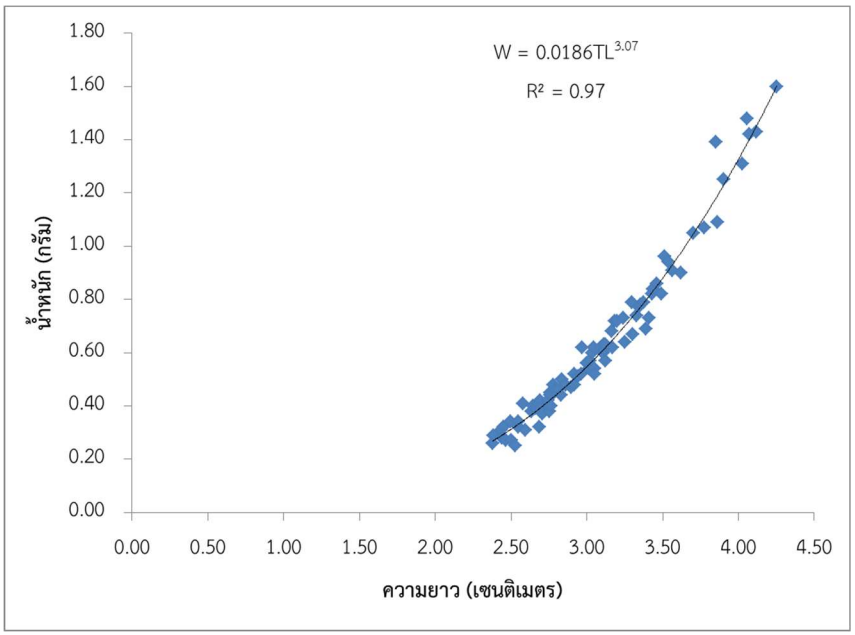
ปลาการ์ตูนดำ-ขาว ที่เลี้ยงด้วยระดับความเค็ม 26 28 30 และ 32 ppt ในระยะเวลา 90 วัน มีรูปแบบการเจริญเติบโตเป็นแบบไอโซเมตริก มีสมการความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของปลาการ์ตูนดำ-ขาว รวมเพศ คือ $W = 0.015TL^{3.21}$ ($R^2 = 0.97$) $W = 0.018TL^{3.07}$ ($R^2 = 0.97$) $W = 0.016TL^{3.20}$ ($R^2 = 0.97$) และ $W = 0.018TL.^{3.09}$ ($R^2 = 0.97$) ดังภาพที่ 5-8

การเจริญเติบโตของปลาการ์ตูนดำ-ขาว

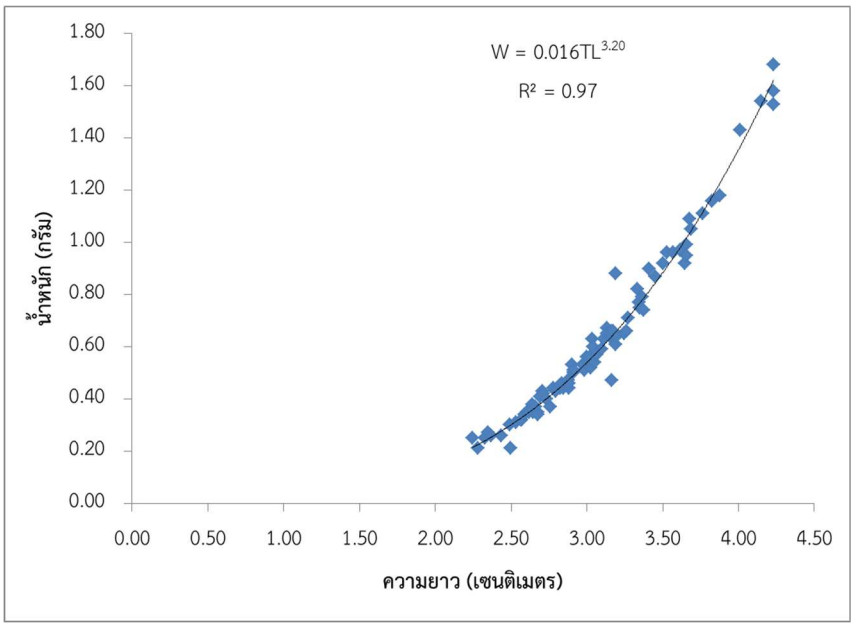
การเจริญเติบโตของปลาการ์ตูนดำ-ขาว ด้านน้ำหนักและความยาว พบว่า ที่เลี้ยงด้วยระดับความเค็ม ทั้ง 4 ระดับ มีน้ำหนักเพิ่มต่อวัน เท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**P**<0.05) ที่ระดับความเค็ม 28 และ 30 ppt มีน้ำหนักเพิ่มต่อวัน สูงกว่าที่ระดับความเค็ม 26 และ 32 ppt แต่ที่ระดับความเค็ม 30 ppt มีน้ำหนักและความยาวสูงกว่าทุกระดับที่ศึกษา อาจเป็นเพราะว่าปลาการ์ตูนดำ-ขาว ที่เลี้ยงสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่ค่อยๆ เปลี่ยนไปได้ ได้รับสารอาหารที่เพียงพอ วิธีการเลี้ยงและการปรับสภาพแวดล้อมที่เลี้ยงมีความเหมาะสม จึงทำให้การเจริญเติบโตของปลาการ์ตูนดำ-ขาว ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อุธร (2550) กล่าวว่า การเจริญเติบโตของปลาจะเป็นไปอย่างรวดเร็วในระยะแรกเมื่อปลาอายุน้อยและช้าลงเมื่อปลาอายุมากขึ้นถ้าสภาพแวดล้อมที่ปลาอยู่อาศัยมีความเหมาะสมและปลาได้รับสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตอย่างเพียงพอก็จะมีอัตราการเจริญเติบโตสูง หากปลาที่เลี้ยงในตู้มีความหนาแน่นหรือน้ำหนักรวมมากเกินไป ทำให้การ เจริญเติบโตลดต่ำลง



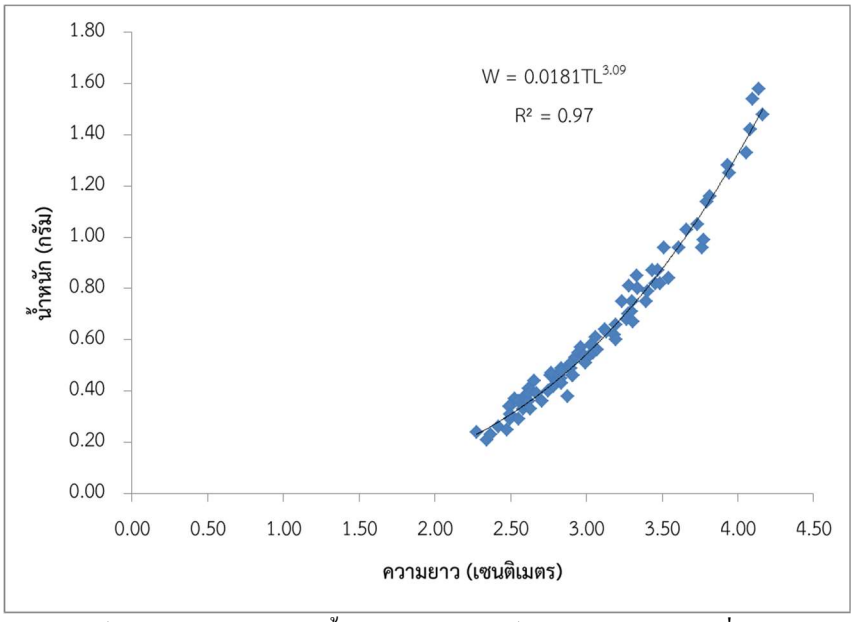
ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของปลาการ์ตูนดำ-ขาว รวมเพศ ที่ระดับความเค็ม 26 ppt



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของปลาการ์ตูนดำ-ขาว รวมเพศ ที่ระดับความเค็ม 28 ppt



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของปลาการ์ตูนดำ-ขาว รวมเพศ ที่ระดับความเค็ม 30 ppt



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของปลาการ์ตูนดำ-ขาว รวมเพศ ที่ระดับความเค็ม 32 pptซ

อัตราการรอดตายของปลาการ์ตูนดำ-ขาว และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก

อัตราการรอดตายของปลาการ์ตูนดำ-ขาว ที่เลี้ยงด้วยระดับความเค็ม ทั้ง 4 ระดับ นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**P**>0.05) แต่ที่ระดับความเค็ม 28 และ 30 ppt มีอัตราการรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเพราะว่าระดับความเค็มที่เลี้ยงนั้นเหมาะสมกับปลาการ์ตูนชนิดนี้ ซึ่งสอดคล้องกับ โกวิทย์ (2549) ที่เลี้ยงปลาการ์ตูนส้มขาวและปลาการ์ตูนอานม้า ในน้ำทะเลความเค็ม 30 ppt มีอัตราการรอดตาย 100 เปอร์เซ็นต์ โดยตู้กระจกมีการติดตั้งระบบกรอง เตรียมน้ำไว้ 1 เดือน ก่อนการเลี้ยง โดยเลี้ยงปลาการ์ตูนร่วมกับหอยนมสาว และกุ้งมดแดง แต่แตกต่างจากการศึกษานี้ที่เตรียมน้ำก่อนการเลี้ยงเพียง 15 วัน (ใส่น้ำในตู้กระจก ใส่เปลือกหอยทะเลรองพื้นตู้ และใส่กุ้งขาวที่ตายแล้วลงไป 1 ตัว รอให้กุ้งขาวย่อยสลาย มีตะไคร่น้ำเกาะเปลือกหอยทะเลและน้ำในตู้กระจกใส) และเลี้ยงปลาการ์ตูนดำ-ขาว เพียงชนิดเดียว ดำรงค์ (2546) กล่าวว่า ความเค็มของน้ำมีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ โดยเฉพาะระบบควบคุมปริมาณน้ำภายในร่างกายซึ่งมีผลมาจากความแตกต่างของแรงดันออสโมติกภายในตัวสูงกว่าน้ำภายนอก แต่อย่างไรก็ตามสัตว์น้ำทั่วไปสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพน้ำที่มีความเค็มได้ แต่ต้องค่อยเป็นค่อยไปอย่างช้าๆ การศึกษานี้ สอดคล้องกับ Dhaneesh (2012) การเพาะพันธุ์ การพัฒนาวัยอ่อนและการทนความเค็มของปลาการ์ตูนอินเดียนแดง ที่ระดับความเค็ม 20 25 30 35 และ 40 ppt พบว่าที่ความเค็ม 30 และ 35 ppt มีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ ความเค็ม 40 ppt มีอัตราการรอด 88 เปอร์เซ็นต์ ความเค็ม 20 และ 25 ppt มีอัตราการรอด 76 เปอร์เซ็นต์ และ Ajith (2010) ศึกษาการเลี้ยงปลาการ์ตูนวัยอ่อนโดยใช้น้ำทะเล ความเค็ม 22-24 ppt มีอัตราการรอดตาย 55 เปอร์เซ็นต์ และผลของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนัก ของปลาการ์ตูนดำ-ขาว รวมเพศ ในความเค็มทั้ง 4 ระดับ ไม่ทำให้รูปแบบการเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งยังเป็นแบบไอโซเมตริก

สรุปผลการวิจัย

การเลี้ยงปลาการ์ตูนดำ-ขาว เพื่อสวยงามสามารถเลี้ยงได้ในระดับความเค็ม 26-32 ppt แต่ถ้าต้องการเลี้ยงเพื่อเป็นพ่อแม่พันธุ์ควรเลี้ยงที่ระดับความเค็ม 28 และ 30 ppt เพราะว่ามีน้ำหนักเพิ่มต่อวันที่ดีกว่า และไม่มีการตาย และผลของความเค็มทั้ง 4 ระดับ มีน้ำหนักจะเป็นสัดส่วนกับความยาว การเลี้ยงปลาการ์ตูนดำ-ขาว ถ้าได้รับสารอาหารเพียงพอกับความ

ต้องการ มีสภาพแวดล้อม และ คุณภาพน้ำโดยเฉพาะความเค็ม อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการเลี้ยงปลาการ์ตูนดำ-ขาว ทำให้มีการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายสูงขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณญิชกานต์ หยงสตาร์ และคุณนิศรา เล็กสุทธิ์ ซึ่งเป็นผู้ช่วยวิจัยที่ช่วยเหลือในด้านการเลี้ยงปลาการ์ตูน การเก็บข้อมูล ของการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ในการสนับสนุนด้านสถานที่สำหรับการทำวิจัย และขอขอบคุณ นักวิทยาศาสตร์ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

โกวิทย์ เก้าเอี้ยน. 2549. การเลี้ยงปลาการ์ตูน 2 ชนิด ในน้ำทะเลและน้ำทะเลผสม. แหล่งที่มา: http://www.coastalaqua.com, 29 มีนาคม 2561.

ดำรงค์ โลหะลักษณาเดช. 2546. เอกสารประกอบการสอนคุณภาพน้ำทางการประมง. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ตรัง. 192 น.

ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์. 2544. ป๊ะป๋า ปลาการ์ตูน. แอดวานซ์ ไทยแลนด์ จีโอกราฟฟิค. 6 (46) : 248-290.

วรวุฒิ เกิดปราง. 2549. ปลาการ์ตูน (Anemone fish). พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

วิมล จันทรโรทัย ประเสริฐ สีตะสิทธิ์ ศิริมล ชุ่มสูงเนิน และ สมฤกษ์ ชินมุข. 2535. อาหารที่ระดับโปรตีนต่างกันแต่พลังงานคงที่ต่อการเจริญเติบโตและไขมันสะสมในปลาสวาย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 124. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงอันดามันตอนล่าง (สตูล). 2559. ปลาการ์ตูน Anemonefish. แหล่งที่มา: http://www.fisheries.go.th, 29 มีนาคม 2561.

สราวุธ คำพุช สมพงษ์ ดุลย์จินดาชบาพร และ ประภาส โฉลกพันธรัตน์. 2551. ผลของระดับความเค็มต่อการอนุบาลลูกปลากดเหลือง. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก 1(2): 32-39.

อุธร ฤทธิลึก. 2550. การเลี้ยงปลาเพื่อการค้า. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

Ajith K., Setu T.T., Murugesan S.K., Balasubramanian P., 2010. Studies on captive breeding and larval rearing of clownfish (**Amphiprion sebae** Bleeker, 1853) using estuarine water. **Indian Journal** of **Marine Science**s. 39 (1): 114-119.

Dhaneesh, K.V. Devi, K.N. Kumar T.T.A., Balasubramanian, T., Tissera, K . 2012. Breeding, embryonic deveopment and salinity tolerance of Skunk clownfish **Amphiprion akallpisos**. Journal of King Saud University-Science 24 (3): 201-209.

Ricker, W.E. 1979. Growth rate and models' in Fish Physiology. Vol. VIII. London: W.S. Academic Press.

Rounsefell, G.A. and Everhar, W.H. 1953. Fishery Science. New York: John Wiley and Sons Inc.

ปรสิตโมโนจีเนียนและปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในปลานิลแดง ที่เลี้ยงในกระชังบริเวณแม่น้ำน่าน จังหวัดพิษณุโลก

Monogeneans and Total Bacterial Count in Cage-Cultured Red Tilapia in Nan River, Phitsanulok

เกรียงศักดิ์ สิทธิวงษา[1] ลัดดาวัลย์ บุญรักษ์[1] สุภาพร เกตุแก้ว [1] และ รุ่งระวี ทองดอนเอ[1*]

Kriangsak Sittiwongsa[1], Laddawan Boonrak[1], Supaporn Ketkaew[1] and Rungrawee Thongdon-A[1*]

บทคัดย่อ

การแพร่กระจายของปรสิตโมโนจีเนียนและปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในตับของปลานิลแดง (**Oreochromis niloticus** x **O. mossambicus**) และในน้ำที่มีการเลี้ยงปลานิลแดงในกระชังบริเวณแม่น้ำน่าน จังหวัดพิษณุโลก ได้ดำเนินการศึกษาจากตัวอย่างปลานิลแดงจำนวนทั้งหมด 90 ตัว โดยนำเหงือกปลามาตรวจหาปรสิตโมโนจีเนียน จัดจำแนกชนิด หาความชุกชุมและความหนาแน่นเฉลี่ย และนำตับของปลาและตัวอย่างน้ำในกระชังมาตรวจนับปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดโดยวิธี spread plate ผลการศึกษาพบว่าปลานิลแดงมีปรสิตโมโนจีเนียนเกาะที่เหงือกจำนวน 74 ตัว คิดเป็นร้อยละ 82.2 ของปลาทั้งหมด และมีความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 21.7 ตัวต่อปลา 1 ตัว เมื่อนำมาจำแนกชนิดพบปรสิตทั้งหมด 2 สกุล 5 ชนิด ได้แก่ **Cichlidogyrus sclerosus**, **C. halii**, **C. thurstonae**, **C. tilapiae** และ **Scutogyrus longicornis** โดยชนิดที่มีความชุกชุมและความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุด คือ **C. sclerosus** มีค่าเท่ากับ 76.7% และ 13.7 ตัวต่อปลา 1 ตัว ตามลำดับ และน้อยสุดคือ **C. tilapiae** มีค่าเท่ากับ 35.6 % และ 1.9 ตัวต่อปลา 1 ตัว ตามลำดับ ส่วนชนิด **C. thurstonae**, **C. halii** และ **S. longicornis** มีค่าความชุกชุมเท่ากับ 56.7%, 55.6% และ 50.0% ตามลำดับ และความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 3.4, 4.9 และ 4.0 ตัวต่อปลา 1 ตัว ตามลำดับ สำหรับปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่ตรวจพบในตับปลานิลแดงและในน้ำเลี้ยงปลานิลในกระชัง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $6.26 \pm 10.28 \times 10^5$ ซีเอฟยูต่อกรัม และ $2.90 \pm 3.06 \times 10^4$ ซีเอฟยูต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

คำสำคัญ : โมโนจีเนียน, ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด, ปลานิลแดง, การเลี้ยงปลาในกระชัง

ABSTRACT

A study was conducted to investigate the distribution of monogeneans and total bacterial count of cage-cultured red tilapia (**Oreochromis niloticus** x **O. mossambicus**) in Nan River, Phitsanulok province. Total number of 90 fish specimens were examined for identification, prevalence and mean intensity of gills monogeneans. Liver of fish specimens and water samples in cage of red tilapia culture were collected for measuring the total bacterial count by spread plate technique. The results of this research revealed that 74 fish were infested with a prevalence of 82.2% and mean intensity of 21.7 parasites per infected fish. Five species of gills monogenean were found, namely **Cichlidogyrus sclerosus**, **C. halii**, **C. thurstonae**, **C. tilapiae** and **Scutogyrus longicornis**. The highest of prevalence and intensity was observed for **C. sclerosus** with 76.7% and 13.7 parasites per infected fish, respectively. **C. tilapiae** showed the lowest of prevalence and intensity with 35.6% and 1.9 parasites per infected fish, respectively. The prevalence of **C. thurstonae**, **C. halii** and **S. longicornis** were 56.7%, 55.6% and 50.0%, respectively and mean intensity of them were 3.4, 4.9 and 4.0 parasites per infested fish, respectively. The densities of total bacteria from the liver of red tilapia and from the water were 6.26±10.28 x 10^5 CFU/g and 2.90±3.06 x 10^4 CFU/ml, respectively.

Keyword: Monogenean, total bacteria count, red tilapia, cage culture

---

[1] สาขาสัตวศาสตร์และประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

[1] Department of Animal science and fisheries, Faculty of Science and agricultural technology, Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok, Bankrang Sub-district, Muang District, Phitsanulok Province 65000, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : rungrawee@rmutl.ac.th

บทนำ

ปลานิลเป็นปลาเศรษฐกิจที่ได้รับความนิยมในการเลี้ยงและบริโภคทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย เนื่องจากเลี้ยงง่าย ปรับตัวกับสภาพแวดล้อมได้ดี เจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว อีกทั้งเนื้อมีรสอร่อย จึงสามารถส่งออกไปสู่ตลาดต่างประเทศได้ จึงทำให้ปลานิลเป็นที่ต้องการของตลาดเพิ่มขึ้น รูปแบบการเลี้ยงปลานิลในปัจจุบันมีทั้งการเลี้ยงในบ่อดินและในกระชังตามแม่น้ำสาธารณะ ซึ่งเลี้ยงในเชิงพานิชย์มากขึ้น โดยเฉพาะการเลี้ยงปลาในกระชังสามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำสาธารณะ เช่น แม่น้ำ อ่างเก็บน้ำ เป็นต้น ซึ่งสะดวกในการดูแลจัดการเคลื่อนย้าย รวมทั้งการเก็บเกี่ยวผลผลิตและมีการลงทุนต่ำกว่ารูปแบบการเลี้ยงอื่น ๆ แต่ทำให้ได้ผลผลิตและผลตอบแทนต่อพื้นที่สูง (กรมประมง, 2557) อย่างไรก็ตามปัญหาการเลี้ยงปลานิลในกระชังยังพบปัญหาหลายด้าน นอกจากจะไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมและคุณภาพน้ำต่าง ๆ ได้แล้ว ปัญหาสำคัญประการหนึ่งที่เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในกระชังประสบคือการเกิดโรค เนื่องจากเกษตรกรนิยมปล่อยปลาที่อัตราความหนาแน่นสูง และขาดการจัดการที่ดี รวมทั้งสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนสูง (ชนกันต์, 2556) ทำให้เกิดการตาย ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้ค่อนข้างต่ำ ซึ่งสาเหตุของการเกิดโรคส่วนใหญ่ในปลานิลมาจากปรสิตและเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมาจากในน้ำ

ปรสิตเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่เปิดโอกาสให้เชื้อโรคต่าง ๆ เข้าสู่เจ้าบ้านได้ เนื่องจากปรสิตสามารถเข้าเกาะกับเจ้าบ้านได้โดยตรง โดยเฉพาะกลุ่มโมโนจีเนียน เป็นปรสิตกลุ่มหนอนตัวแบน (Phylum Platyhelminthes) หรือที่รู้จักกันในชื่อ “ปลิงใส” มีอวัยวะยึดเกาะที่ท้ายตัว (Opisthaptor) ส่วนมากพบเกาะบริเวณเหงือกของปลานิล และพบได้ตลอดทั้งปี ปรสิตกลุ่มนี้ทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อของเจ้าบ้านให้เกิดความเสียหาย เมื่อปรสิตเคลื่อนที่ไปตามอวัยวะต่าง ๆ จะเกิดบาดแผลและทำให้เชื้อก่อโรคต่าง ๆ เช่น แบคทีเรีย เชื้อรา ไวรัส เข้าไปในตัวเจ้าบ้านได้ (Bichi and Dawaki, 2010) โดยเฉพาะบริเวณเหงือกซึ่งเป็นที่แลกเปลี่ยนออกซิเจน ผลมาจากการใช้ตะขอยึดเกาะทำให้เนื้อเยื่อบริเวณนั้นเกิดการฉีกขาด บวมและอักเสบได้ (สมาน และคณะ, 2544) ส่งผลให้ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนแก๊สที่เหงือกลดลง ปลาอ่อนแอ และติดเชื้อโรคในภายหลังได้ง่าย นอกจากปรสิตแล้ว เชื้อแบคทีเรียก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคโดยปนเปื้อนมากับน้ำและเข้าสู่ตัวปลาได้จากการกินอาหารและทางบาดแผลบริเวณภายนอกตัว เมื่อมีการติดเชื้อแบคทีเรียเกิดขึ้นส่งผลให้เกิดความผิดปกติ บริเวณอวัยวะภายใน โดยเฉพาะบริเวณตับซึ่งเป็นอวัยวะที่ได้รับผลกระทบโดยตรง และเห็นความผิดปกติได้อย่างชัดเจน เนื่องจากมีขนาดใหญ่ ความผิดปกติที่พบ เช่น การตกเลือก สีซีด มีก้อนสีขาว เป็นต้น

การศึกษาทางด้านโรคปลานิลจึงเป็นประโยชน์สำหรับเกษตรกร โดยเฉพาะผู้เลี้ยงปลานิลบริเวณแม่น้ำน่านซึ่งเป็นแม่น้ำสายสำคัญของภาคเหนือที่มีการเลี้ยงปลานิลในกระชังจำนวนมาก ซึ่งยังไม่มีรายงานข้อมูลทางด้านโรคปรสิตและปริมาณแบคทีเรีย ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านความหลากหลายของชนิดปรสิตโมโนจีเนียน และข้อมูลปริมาณแบคทีเรียในน้ำและตับปลานิลแดงได้ ดังนั้น การหาข้อมูลชนิด ความชุกชุมและความหนาแน่นเฉลี่ยของปรสิตโมโนจีเนียนที่พบบริเวณเหงือกของปลานิลแดงเลี้ยงในกระชังแม่น้ำน่าน จังหวัดพิษณุโลก ตลอดจนปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด จะสามารถนำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้นในด้านการจัดการด้านโรคและข้อมูลทางนิเวศวิทยาในการจัดการการเลี้ยงปลานิล และเฝ้าระวังเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดโรคปลานิลในอนาคตได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างปลา

เก็บตัวอย่างปลานิลแดงขนาดความยาวเฉลี่ย 15 .2±0.85 เซนติเมตร ที่เลี้ยงในกระชังแม่น้ำน่าน บริเวณ ต.วงฆ้อง อ.พรหมพิราม จ.พิษณุโลก โดยรวบรวมตัวอย่างครั้งละ 15 ตัว ทุก 10 วัน เป็นเวลา 60 วัน ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2559

ถึง มกราคม 2560 นำตัวอย่างปลาใส่ในถังพลาสติกที่มีการให้อากาศตลอดการ ขนส่งมายังอาคารห้องปฏิบัติการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก เพื่อนำกลับไปศึกษาต่อไป

2. การศึกษาทางด้านปรสิตวิทยาและการวิเคราะห์ข้อมูล

นำตัวอย่างปลานิลแดงมาทำให้สลบโดยใช้น้ำมันกานพลู แล้วนำไปตรวจหาปรสิตกลุ่มโมโนจีเนียนตามวิธีของ Thonguthai et al (1999) โดยตัดแยกแกนเหงือกและซี่เหงือกวางใส่จานเพาะเชื้อ (petri dish) ที่มีน้ำสะอาดอยู่ แล้วส่องตรวจดูใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ ใช้เข็มเขี่ยปลายแหลมแยกปรสิตออกจากซี่เหงือก แล้วใช้หลอดหยดขนาดเล็ก (dropper) ดูดปรสิตขึ้นมาวางบนกระจกสไลด์ ปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์ ผนึกด้วยน้ำยาทาเล็บแบบใสบนมุมของกระจกปิดสไลด์ ตรึงและรักษาสภาพตัวอย่างปรสิตด้วยน้ำยา ammonium – pricrate glycerineให้แทรกผ่าน ทิ้งไว้ 1 คืน แล้วจึงปิดทับขอบของกระจกปิดสไลด์ทั้ง 4 ด้านด้วยน้ำยาทาเล็บแบบใสอีกครั้ง แล้วจึงนำไปจำแนกชนิดปรสิตตามเอกสารของ Pariselle และ Euzet (1995a, b) Thongdon-A และคณะ (2012) Maneepitaksanti และคณะ (2014) และ Lerssutthichawal และคณะ (2016)

นับจำนวนปรสิตโมโนจีเนียนที่แยกได้จากเหงือกปลานิลแดงนำมาวิเคราะห์หาค่าความชุกชุม (Prevalence) และความหนาแน่นเฉลี่ย (Mean intensity) ตามวิธีของ Margolis et al. (1982) ดังสูตร

$$\text{ความชุกชุม (Prevalence)} = \frac{\text{จำนวนปลาที่พบปรสิตแต่ละชนิด}}{\text{จำนวนของปลาทั้งหมด}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{ความหนาแน่นเฉลี่ย (Mean intensity)} = \frac{\text{จำนวนปรสิตแต่ละชนิดที่พบทั้งหมด}}{\text{จำนวนปลาที่พบปรสิตแต่ละชนิด}} \quad (2)$$

3. การแยกเชื้อแบคทีเรียจากตับปลา

ดำเนินการแยกเชื้อแบคทีเรียจากตับโดยเทคนิคปลอดเชื้อ (Aseptic technique) ใช้มีดผ่าตัดผ่าเปิดท้องตัวอย่างปลาแต่ละตัว เช็ดอวัยวะภายในด้วยแอลกอฮอล์ 75% และใช้คีมและกรรไกรตัดตับออกมาชั่งน้ำหนักให้ได้ 1 กรัม นำไปบดให้ละเอียด แล้วใส่ในหลอดทดลองที่มีน้ำเกลือเข้มข้น 0.85% ที่ฆ่าเชื้อแล้ว ลงไป 9 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาเจือจางสารละลายแบคทีเรียครั้งละ 10 เท่า ด้วยน้ำเกลือ 0.85% ที่ฆ่าเชื้อแล้วที่ความเข้มข้น $10^{-1} – 10^{-5}$ แล้วดูดสารละลายจำนวน 100 ไมโครลิตร ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar (Difco, USA) โดยแต่ละความเข้มข้นทำ 2 ซ้ำ บ่มที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนีต่อจานเลี้ยงเชื้อเท่านั้น

4. การแยกเชื้อแบคทีเรียในน้ำในกระชังเลี้ยงปลา

เก็บตัวอย่างน้ำในกระชังเลี้ยงปลาจำนวน 5 จุด ใส่ลงในหลอดพลาสติกที่ผ่าการฆ่าเชื้อแล้ว นำมาเจือจางครั้งละ 10 เท่า ด้วยน้ำเกลือ 0.85% ที่ฆ่าเชื้อแล้วที่ความเข้มข้น $10^{-1} – 10^{-5}$ แล้วดูดสารละลายจำนวน 100 ไมโครลิตร ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar (Difco, USA) โดยแต่ละความเข้มข้นทำ 2 ซ้ำ บ่มที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนีต่อจานเลี้ยงเชื้อเท่านั้น

ผลและวิจารณ์ผล

1. ชนิดและการแพร่กระจายของปรสิตโมโนจีเนียนในปลานิลแดงที่เลี้ยงในกระชัง

จากตัวอย่างปลานิลแดงที่เลี้ยงในกระชังแม่น้ำน่านทั้งหมด 90 ตัว พบปลาที่มีปรสิตโมโนจีเนียนเกาะที่เหงือกจำนวน 74 ตัว คิดเป็นร้อยละ 82.2 ของปลาทั้งหมด ความหนาแน่นของปรสิตเฉลี่ย 21.7 ตัวต่อปลา 1 ตัว โดยปรสิตที่พบในการศึกษาครั้งนี้มีจำนวน 2 สกุล ได้แก่ **Cichlidogyrus** และ **Scutogyrus** โดย **Cichlidogyrus** จำแนกได้ 4 ชนิด ได้แก่ **C. halii**, **C. sclerosus**, **C. thurstonae** และ **C. tilapiae** ส่วน **Scutogyrus** จำแนกได้ 1 ชนิด **คือ S. longicornis** โดยชนิดที่พบมีการแพร่กระจายมากที่สุด คือ **C. sclerosus** พบในปลาสูงถึง 76.7 % ของปลาทั้งหมด มีความหนาแน่นเฉลี่ย 13.7 ตัวต่อปลา 1 ตัว รองลงมาคือ **C. thurstonae**, **C. halii**, **Scutogyrus longicornis** และ **C. tilapiae** ตามลำดับ(ตารางที่ 1)

ปรสิตโมโนจีเนียนในเหงือกของปลานิลที่เลี้ยงในกระชังตามแม่น้ำต่าง ๆ ในประเทศไทย พบมีรายงานเกือบทุกภาค ทั้งภาคกลาง (วรกฤต, 2556; Thongdon-A **et al,** 2012), ภาคเหนือ (กานดา และ วรวิทย์, 2557), ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ศุภมาศ, 2552), และภาคใต้ (วุฒิชัย และ ธีรวุฒิ, 2557; สุไหลมาน, 2557;) ส่วนใหญ่รายงานพบปรสิตโมโนจีเนียน 2 สกุล ได้แก่ **Cichlidogyrus** และ **Scutogyrus** พบทั้งในปลานิลดำและปลานิลแดง จากการศึกษาในครั้งนี้ผลการศึกษาตรงกับการรายงานของ Maneepitaksanti **et al**. (2014) พบปรสิตโมโนจีนในเหงือกทั้ง 5 ชนิดเหมือนกัน ทั้งในปลานิลดำและปลานิลแดงใน 14 จังหวัดของประเทศไทย และส่วนใหญ่พบ **C. sclerosus** มีความชุกชุมและการแพร่กระจายมากกว่าชนิดอื่น ๆ และยังสามารถพบได้เกือบทุกพื้นที่ (Thongdon-A **et al**, 2012; Maneepitaksanti et al. 2014) นอกจากนี้ Lerssutthichawal et al. (2016) รายงานพบโมโนจีนชนิดใหม่ คือ **C. mbirizei** ในปลานิลแดงที่เลี้ยงในกระชังบริเวณจังหวัดกาญจนบุรีและนครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นรายงานการพบครั้งแรกในประเทศไทย ซึ่งโดยปกติจะพบในปลานิลชนิด **Oreochromis tanganicae** เนื่องจากปรสิตกลุ่มนี้มีความจำเพาะกับเจ้าบ้านซึ่งเป็นกลุ่มปลานิลสูงจึงมีการกระจายตามเจ้าบ้านไปด้วย

ตารางที่ 1 ความชุกชุม (Prevalence) และความหนาแน่น (Mean intensity) ของปรสิตโมโนจีนในปลานิลแดงที่เลี้ยงในกระชังแม่น้ำน่าน

Monogenean	Prevalence (%)	Intensity (parasite/fish)
Cichldogyrus halii	55.6	4.9
C. sclerosus	76.7	13.7
C. thurstonae	56.7	3.4
C. tilapiae	35.6	1.9
Scutogylus longicornis	50.0	4.0
Total	82.2	21.7

2. ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำและตับปลานิลแดงที่เลี้ยงในกระชังแม่น้ำน่าน

จากการแยกเชื้อแบคทีเรียในตับปลานิลแดงทั้งหมด 90 ตัว พบมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ย $6.26\pm10.28 \times 10^5$ ซีเอฟยูต่อกรัม และแบคทีเรียในน้ำที่เลี้ยงปลานิลแดงในกระชังมีปริมาณเฉลี่ย $2.90\pm3.06 \times 10^4$ ซีเอฟยูต่อมิลลิลิตร ซึ่งจากการศึกษาพบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในตับปลานิลแดงมีปริมาณสูงกว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำที่เลี้ยงในกระชัง (ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตามในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้ไม่พบปลามีอาการผิดปกติแต่อย่างใด ตับมีลักษณะปกติ สีน้ำตาลเข้ม ไม่พบอาการตกเลือดและสีซีด ซึ่งอาจบ่งชี้ได้ว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในตับปลานิลและในน้ำที่ปรากฏในผลการศึกษาครั้งนี้ไม่ทำให้เกิดการแสดงอาการของโรคได้ อย่างไรก็ตาม ควรดำเนินการศึกษาการจำแนกชนิดของแบคทีเรียต่อไป เพื่อให้ทราบชนิดของเชื้อแบคทีเรียซึ่งอาจเป็นเชื้อก่อโรคได้ ชนิดแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคปลานิล ได้แก่ **Aeromonas hydrophila**,

Streptococcus spp., **Flavobacterium columnarae**, **Pseudomonas** sp. และ **Francisella** sp. เป็นต้น (ชนกันต์, 2556; Al-Harbi and Uddin, 2006; Jantrakajorn and Wongtavatchai 2016) ซึ่งสามารถแยกได้จากตัวปลา น้ำ และตะกอน เมื่อมีการเพิ่มจำนวนมากขึ้น จะส่งผลให้เกิดการติดเชื้อในปลานิลได้

ส่วนคุณภาพน้ำในกระชังเลี้ยงปลานิลแดงในแม่น้ำน่านมีอุณหภูมิเฉลี่ย 26.7±0.7 องศาเซลเซียส, ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ย 5.4±0.9 มิลลิกรัมต่อลิตร, พีเอชมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.6±0.4 และค่าความขุ่น มีค่าเฉลี่ย 120.5±20.6 NTU ซึ่งค่าคุณภาพน้ำดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำ ทั้งนี้อาจเนื่องจากบริเวณที่เก็บตัวอย่างอยู่ใกล้กับเขื่อนนเรศวรมีการระบายน้ำออกจากเขื่อนลงสู่แม่น้ำน่าน ทำให้มีการไหลของน้ำผ่านกระชังมากขึ้น ทำให้คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี อย่างไรก็ตาม ฤดูกาลมีผลต่อคุณภาพน้ำเช่นกัน โดยเฉพาะในฤดูร้อนที่พบปัญหาการตายของปลานิลในแหล่งน้ำธรรมชาติค่อนข้างมาก (ชนกันต์ และคณะ, 2554) ดังนั้นควรเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงฤดูร้อนซึ่งเป็นช่วงที่มีการแพร่กระจายของเชื้อมากขึ้น เปรียบเทียบกับช่วงอื่น ๆ เพื่อจะได้ทราบข้อมูลที่ชัดเจนขึ้น

ตารางที่ 2 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในตับปลานิลแดงและน้ำที่เลี้ยงปลานิลในกระชัง

ครั้งที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด	
	ตับปลานิลแดง (CFU/g)	น้ำในกระชัง (CFU/ml)
1	$6.83\pm1.85 \times 10^5$	$0.89\pm1.59 \times 10^4$
2	$5.06\pm0.59 \times 10^5$	$1.98\pm1.21 \times 10^4$
3	$5.53\pm1.18 \times 10^5$	$2.21\pm1.05 \times 10^4$
4	$1.70\pm1.09 \times 10^5$	$1.56\pm0.64 \times 10^4$
5	$6.25\pm9.03 \times 10^5$	$2.78\pm2.16 \times 10^4$
6	$8.95\pm6.59 \times 10^5$	$7.97\pm3.80 \times 10^4$

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของปรสิตโมโนจีนในปลานิลแดงที่เลี้ยงในกระชังบริเวณแม่น้ำน่าน พบปรสิตโมโนจีนในเหงือกทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ **C. halii**, **C. sclerosus**, **C. thurstonae**, **C. tilapiae** และ **Scutogyrus longicornis** โดยชนิดที่พบมากที่สุด คือ **C. sclerosus** ส่วนปริมาณแบคทีเรียในตับปลานิลแดงมีปริมาณสูงกว่าในน้ำที่เลี้ยงปลานิลแดงในกระชัง ซึ่งควรจะต้องมีการศึกษาในเรื่องการจำแนกชนิดแบคทีเรียเพิ่มเติม เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการจัดการป้องกันโรคปลานิลต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ เกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลแดงในกระชังบ้านย่านยาว ต.วงฆ้อง อ.พรหมพิราม จ.พิษณุโลก ที่ได้เอื้อเฟื้อตัวอย่างปลานิลแดงในการทำวิจัย และอำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่าง

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2557. การเลี้ยงปลานิลในกระชัง. กองพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง. กรุงเทพฯ.

กานดา คลาดกองทุกข์ และ วรวิทย์ มณีพิทักษ์สันติ. 2557. ปลิงใสบนเหงือกปลานิลแดง จากการเลี้ยงในกระชัง บริเวณเขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล จังหวัดเชียงใหม่. วารสารสัตวศาสตร์แห่งประเทศไทย 1(3): 26-32.

ชนกันต์ จิตมนัส. 2556. โรคปลานิล. เชียงใหม่สัตวแพทยสาร 11(1): 75-86.

ชนกันต์ จิตมนัส, นิวุฒิ หวังชัย, ธวัชชัย พริกทอง, Tomoaki Itayama และ Zen Kawabata. 2554. แบคทีเรียดื้อยาในปลานิลแดงที่เลี้ยงในกระชังบริเวณแม่น้ำปิงตอนบนของจังหวัดเชียงใหม่, น. 383-390. **ใน** การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 (สาขาประมง). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วรกฤต วรนันทกิจ. 2556. การศึกษาชนิดของปรสิตภายนอกในปลานิลแดงที่เพาะเลี้ยงในกระชัง. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

วุฒิชัย ทองบำรุง และ ธีรวุฒิ เลิศสุทธิชวาล. 2557. ปรสิตโมโนจีเนียนที่พบในปลานิลแดงที่เลี้ยงในกระชัง บริเวณแม่น้ำตาปีจังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 16(1): 32-40.

ศุภมาศ ศรีวงศ์พุก. 2552. ปรสิตในปลาทับทิม (**Oreochromis niloticus**) ที่เลี้ยงในแม่น้ำมูล ภาคตะวันออกเฉียงเหนือประเทศไทย. วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ 4(1): 7-16.

สมาน แก้วไวยุทธ, นิตยา เลาหะจินดา, สุปราณี ชินบุตร และ ประไพสิริ สิริกาญจน. 2544. พยาธิสภาพของเหงือกปลาไซพรินิดที่เกิดจากปรสิตปลิงใส, น. 103-109. **ใน** การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 (สาขาวิทยาศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุไหลหมาน หมาดโหยด. 2557. การจำแนกชนิดของปรสิตปลิงใสกลุ่มโมโนจีเนียนในปลานิล (**Oreochromis niloticus**) ที่เลี้ยงในกระชังในแม่น้ำตาปี บริเวณพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารวิชาการมทร.สุวรรณภูมิ 2(10): 97-108.

Al-Harbi, A.H. and M.N. Uddin. 2006. Seasonal changes in bacterial flora of fish pond sediments in Saudi Arabia. J. Appl. Aquacult. 18 (2): 35-45.

Bichi, A. H., and Dawaki, S.S. 2010. A survey of ectoparasites on the gill, skin and fins of **Oreochromis niloticus** at Bagauda Fish Farm Kani, Nigeria. Bajopas 3: 83-86.

Jantrakajorn, S. and J. Wongtavatchai. 2016. Francisella Infection in Cultured Tilapia in Thailand and the Inflammatory Cytokine Response. J Aquat Anim Health. 28(2): 97-106.

Lerssutthichawal, T., W. Maneepitaksanti and W. Purivirojkul. 2016. Gill monogeneans of potentially cultured tilapias and first record of **Cichlidogyrus mbirizei** Bukinga et al., 2012, in Thailand. Walailak J. Sci & Tech. 13(7): 543-553.

Maneepitaksanti, W., W. Worananthakij, P. Sriwilai and T. Laoprasert. 2014. Identification and distribution of gill monogeneans from Nile tilapia and red tilapia in Thailand. Chiang Mai Veterinary Journal 12(1): 57-68.

Margolis, L. and Z. Kabata. 1984. General introduction. In Guide to the parasites of fish of Canada. Part I. Can. Publ. Fish. Aquat. Sci. 74 (209): 1-4.

Pariselle, A. and Euzet, L. 1995a. Gill parasites of the genus **Cichlidogyrus** Paperna, 1960 (Monogenea, Ancyrocephalidae) from **Tilapia guineensis** (Bleeker, 1862), with descriptions of six new species. Systematic Parasitology 30: 187-198.

Pariselle, A. and Euzet, L. 1995b. "**Scutogyrus** gen. n. (Monogenea: Ancyrocephalidae) for **Cichlidogyrus longicornis** minus Dossou, 1982, **C**. l. **longicornis**, and **C**. l. **gravivaginus** Paperna and Thurston, 1969, with description of three new species parasitic on African cichlids". Journal of the Helminthological Society of Washington 62(2): 157-173.

Thongdon-A, L., Limsuwan, C. and Chuchird, N. 2012. Seasonality of gill monogeneans in red hybrid tilapia (**Oreochromis** sp.) cage culture systems in central Thailand. Kasetsart University Fisheries Research Bulletin 36(3): 43-53.

Tonguthai, K., Chinabut, S., Limsuwun, C., Somsiri, T., Chanratchakool, P. and Kanchanakhan, S. 1999. Diagnostic Procedures for Finfish Diseases, "Blue Book". Aquatic Animal Health Research Institute. Department of Fisheries, Bangkok.

การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ : กรณีศึกษาชุมชนชายฝั่งบ้านน้ำราบ ตำบลบางสัก อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

Community Participation in Ecotourism Management: A Case Study in Ban-Namrab Coastal Community, Bangsak Sub-district, Kantang District, Trang Province

อภิรักษ์ สงรักษ์[1*] กิตติชัย เพียรดี[2] และ รัตนาพร อนันตสุข[1]

Apirak Songrak[1*] Kittichai Paindee[2] and Rattanaporn Anantasuk[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ กรณีศึกษาชุมชนชายฝั่ง บ้านน้ำราบ ตำบลบางสักอำเภอกันตัง จังหวัดตรัง มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาระดับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ โดยสุ่มสัมภาษณ์ตัวอย่างชาวประมงพื้นบ้านในชุมชนจำนวน 53 คน ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 81.1 มีอายุมากกว่า 50 ปี ร้อยละ 35.8 ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพการประมงชายฝั่งร้อยละ 75.5 และมีรายได้ต่อเดือน ต่ำกว่า 10,000 บาท ร้อยละ 94.3

ผลการวัดระดับการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จำแนกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ การมีส่วนร่วมในด้านการปฏิบัติ อยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ย 2.38±0.40 คะแนน ส่วนการมีส่วนร่วมในด้านการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในด้านการประเมินผล และการมีส่วนร่วมในการได้รับประโยชน์ อยู่ในระดับต่ำ มีคะแนนเฉลี่ย 2.31±0.63, 2.25±0.65 และ 1.33±0.51 คะแนน ตามลำดับ

คำสำคัญ : การมีส่วนร่วมของชุมชน, การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ, จังหวัดตรัง

---

[1] สาขาเทคโนโลยีการประมง, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150

[1] Department of Fishery Technology, Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Maifad Subdistrict, Sikao District, Trang Province 92150, Thailand

[2] หลักสูตรการจัดการประมงและธุรกิจสัตว์น้ำ สาขาเทคโนโลยีการประมง, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 92150

[2] Program of Fishery Management and Aquatic Business, Department of Fishery Technology, Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Maifad Subdistrict, Sikao District, Trang Province 92150, Thailand

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): songrak@hotmail.com

ABSTRACT

This study aimed to measures the level of participation in ecotourism managements of Ban-Namrab community, Bangsak subdistrict, Kantang district, Trang province. The study was conducted by interviewing 53 fishers who represented as the samples of a study. The results showed that most of the samples are male (81.1%). A large number of them are more than 50 years old (35.8%). Their main occupation is coastal fishery (75.5%) which generated income below 10,000 baht per month (94.3%).

The results on participation in ecotourism management process of the fishers classified into 4 parts as followed; they participated in tacking action at moderate level with an average score of 2.38±0.40 while participated in decision-making process, evaluation process and gain benefit from participation at low level with average scores of 2.31±0.63, 2.25±0.65 and 1.33±0.51, respectively.

Keywords: Community Participation, Ecotourism, Trang Province

บทนำ

ประเทศไทยมีชายฝั่งทะเลยาวประมาณ 2,614 กิโลเมตรครอบคลุมพื้นที่ 23 จังหวัด ตั้งแต่ฝั่งอ่าวไทยจากจังหวัดตราดถึงจังหวัดนราธิวาสมีความยาว 1,660 กิโลเมตรและทางด้านชายฝั่ง อันดามัน ตั้งแต่จังหวัดระนองจนถึงจังหวัดสตูลมีความยาว 954 กิโลเมตร ชายฝั่งทะเลจึงมีความสำคัญเป็นที่ตั้งของประชากรชายฝั่งมากกว่า 12 ล้านคน (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2551) ฐานระบบนิเวศชายฝั่งมีความอุดมสมบูรณ์และเป็นปัจจัยเกื้อหนุนต่อชุมชนชายฝั่งในการประกอบอาชีพประมง และอาชีพอื่นๆ ที่เกิดขึ้นบริเวณชายฝั่งมากมาย เช่น การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การท่องเที่ยวและอุตสาหกรรม ชุมชนชายฝั่งเริ่มมีปัญหาวิกฤตการลดลงของทรัพยากรทะเล ทำให้ชาวประมงจับสัตว์น้ำได้น้อยลง การแย่งชิงใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทะเลชายฝั่งด้านสัตว์น้ำเพิ่มขึ้น

การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งทางด้านการท่องเที่ยวได้รับความนิยมมากขึ้น เช่น การท่องเที่ยวทางทะเล การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ การท่องเที่ยวชุมชน เป็นมิติใหม่ของกลุ่มนักท่องเที่ยว ที่ต้องการแสวงหาความรู้และสัมผัสธรรมชาติ การท่องเที่ยวในชุมชนเป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่ได้รับความนิยมสูง เช่น ฟาร์มสเตย์ โฮมสเตย์ หรือการศึกษาดูงาน ข้อมูลปี 2559 พบว่าการท่องเที่ยวในประเทศไทยมีนักท่องเที่ยวเข้ามาปริมาณ 32,500,000 คน ซึ่งในจำนวนนี้พบนักท่องเที่ยวที่เข้ามาท่องเที่ยวในชุมชนร้อยละ 60 ซึ่งรวมถึงการท่องเที่ยวทางทะเล (กองเศรษฐกิจการท่องเที่ยวและกีฬา, 2560)

จังหวัดตรังเป็นอีกจังหวัดหนึ่งที่มีการประกอบอาชีพทำประมงปูม้าจำนวนมาก ทรัพยากรปูม้าเป็นอาชีพที่มีความสำคัญต่อวิถีการดำรงชีวิตและสภาพทางเศรษฐกิจของชาวประมงขนาดเล็กในชุมชนชายฝั่ง อย่างไรก็ตามพบว่าในปัจจุบันสถานภาพของปูม้าในหลายพื้นที่ของทะเลตรังอยู่ในสภาพเสื่อมโทรม การจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งโดยชุมชนส่วนร่วมเป็นแนวทางการบริหารจัดการในปัจจุบัน ซึ่งพื้นที่แนวเขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำวัยอ่อนสี่หมู่บ้านจังหวัดตรัง เป็นพื้นที่การอนุรักษ์ที่ชุมชนประมงชายฝั่ง 4 หมู่บ้าน จากตำบลบางสัก ตำบลเกาะลิบง อำเภอกันตัง และตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ใช้ประโยชน์โดยการทำประมงร่วมกันในพื้นที่กว่า 27,500 ไร่ ครอบคลุมตลอดแนวชายฝั่ง แนวหญ้าทะเลซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของปูม้าขนาดเล็ก บริเวณอ่าวหน้าเกาะมุกด์ หน้าหาดหยงหลำและเขาแบ-นะ จนสามารถประกาศเป็นเขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์น้ำวัยอ่อนสี่หมู่บ้าน (เขตเล-เสบ้าน) เพื่อให้ชาวประมงในชุมชน ทั้ง 4 หมู่บ้านร่วมกับส่วนราชการที่เกี่ยวข้องกำหนดมาตรการบริหารจัดการประมงชายฝั่งร่วมกัน เนื่องจากประสบปัญหาการใช้เครื่องมือประมงที่ไม่เหมาะสม เช่นนำลอบปูม้าที่มีขนาดตาอวนต่ำกว่า 2.0 นิ้ว ส่งผลให้ทรัพยากรปูม้าลดจำนวนลงอย่างเห็นได้ชัด รวมถึงการควบคุมเครื่องมือประมงบางชนิดที่ส่งผลกระทบระบบนิเวศหญ้าทะเลและเป็นอันตรายต่อพะยูน ควบคู่ไปกับมาตรการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรประมงมาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2550 (ดาวรรณ, 2555)

นอกจากการอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งร่วมกันระหว่างชุมชนแล้ว ชุมชนประมงพื้นบ้าน บ้านน้ำราบ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ยังเป็นชุมชนที่มีความโดดเด่นของทรัพยากรธรรมชาติได้แก่ ป่าชายเลน ระบบนิเวศที่อุดมสมบูรณ์และมีวิถีอาชีพทำประมงปูม้า ประมงปลาอวนทราย อวนปลาอีกมากมาย แต่อย่างไรก็ตามผลจับสัตว์น้ำจากการประมงมีจำนวนลดน้อยลง เนื่องจากทรัพยากรเสื่อมโทรม และการแย่งชิงในการใช้ประโยชน์ การริเริ่มกิจกรรมการท่องเที่ยวในชุมชนบ้านน้ำราบเกิดขึ้นโดยการนำทรัพยากรที่อุดมสมบูรณ์ คือระบบนิเวศป่าชายเลน มาเป็นกิจกรรมส่งเสริมการท่องเที่ยวในชุมชน โดยการล่องแพ การศึกษาระบบนิเวศป่าชายเลน ช่วยเพิ่มรายได้เสริมให้กับชุมชนชายฝั่งในพื้นที่ ปัจจุบันกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในชุมชนบ้านน้ำราบอยู่ระหว่างการเริ่มต้น และได้รับความสนใจอย่างต่อเนื่อง แต่ชุมชนยังมีข้อจำกัดด้านบริการและการเตรียมบุคลากรรองรับการท่องเที่ยว รวมถึงการเตรียมความพร้อมของชุมชน ดังนั้นเพื่อให้การจัดการท่องเที่ยวในชุมชน สอดคล้องตรงตามองค์ประกอบของหลักการท่องเที่ยวโดยชุมชน จำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาการมีส่วน

ร่วมในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชน เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนารูปแบบการบริการให้ชุมชนสามารถจัดการท่องเที่ยวได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง

การศึกษาการมีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนของชุมชนบ้านน้ำราบ จะช่วยให้ทราบถึงข้อมูลความต้องการและระดับการมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อนำมาสู่การเสนอแนะแนวทางการส่งเสริมการจัดการการท่องเที่ยวในชุมชนบ้านน้ำราบ อันจะเป็นการสร้างรายได้เสริมและรักษาทรัพยากรบ้านน้ำราบให้ยั่งยืน อีกทั้งจะสามารถรองรับการขยายตัวของกลุ่มนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในจังหวัดตรังได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาข้อมูลทั่วไปของชาวประมงชายฝั่งในชุมชนบ้านน้ำราบ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง
2. เพื่อศึกษาระดับการมีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของชุมชนบ้านน้ำราบ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรศึกษา (Population) ชาวประมงพื้นบ้าน บ้านน้ำราบ ตำบลบางสัก อำเภอบางสัก จังหวัดตรัง จำนวน 60 ราย

1.2 กลุ่มตัวอย่าง กำหนดกลุ่มตัวอย่าง เป็นตัวแทนชาวประมงพื้นบ้าน บ้านน้ำราบ ตำบลบางสัก อำเภอบางสัก จังหวัดตรัง กำหนดโดยใช้สูตรของ Yamane (1973) ดังนี้

$$n = \frac{N}{[1 + Ne^2]}$$

เมื่อ N = จำนวนประชากร (ชาวประมงพื้นบ้าน)

n = จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการสุ่ม

e = ความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่างในที่นี้กำหนดให้มีความคลาดเลื่อนไม่เกิด **5** % ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

$$n = \frac{60}{1+60\ (0.05^2)} = 53$$

ดังนั้น จำนวนกลุ่มตัวอย่างชาวประมงพื้นบ้าน ในการศึกษา 53 ราย

2. วิธีการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 การสุ่มตัวอย่าง กำหนดการสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความน่าจะเป็น (Probability sampling) โดยใช้การจับฉลากเลือกสมาชิกในชุมชนจากกลุ่มประชากร กำหนด 1 ครอบครัวสัมภาษณ์ 1 คน

2.2 วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของชาวประมงทะเลพื้นบ้าน โดยใช้สถิติสถิติเชิงพรรณนาประกอบด้วยความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.3 การวิเคราะห์ระดับการมีส่วนร่วม กำหนดเกณฑ์เป็น 3 ระดับ ตามช่วงคะแนนเฉลี่ยต่อไปนี้

ระดับการมีส่วนร่วมต่ำ	ช่วงค่าเฉลี่ยคะแนน 1.00 - 2.33 คะแนน
ระดับการมีส่วนร่วมปานกลาง	ช่วงค่าเฉลี่ยคะแนน 2.34 - 3.66 คะแนน
ระดับการมีส่วนร่วมมาก	ช่วงค่าเฉลี่ยคะแนน 3.67 - 5.00 คะแนน

3. สถานที่และระยะเวลา

3.1 สถานที่เก็บข้อมูล กลุ่มประมงพื้นบ้านน้ำราบ ตำบลบางสัก อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

3.2 สถานที่วิเคราะห์ข้อมูล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

3.3 ระยะเวลาที่ทำการศึกษา ตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2560 – มีนาคม 2561

ผลและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาการมีส่วนร่วมของชาวประมงพื้นบ้านในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ : กรณีศึกษาชุมชนชายฝั่งบ้านน้ำราบ ตำบลบางสัก อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง เพื่อศึกษาสภาวะทั่วไป และการมีส่วนร่วมของกลุ่มตัวอย่างชาวประมงทะเลพื้นบ้าน โดยการสุ่มสัมภาษณ์ชาวประมงจำนวน 53 ราย มีผลศึกษาดังต่อไปนี้

1. สภาวะทั่วไปของชาวประมงทะเลพื้นบ้านในตำบลบางสัก อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

สภาวะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างชาวประมงพื้นบ้าน ตำบลบางสัก อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 81.1 รองลงมาเพศหญิงร้อยละ 18.9 อายุของกลุ่มตัวอย่างพบว่า มีอายุ 50 ปีขึ้นไป ร้อยละ 35.8 รองลงมาคือ อายุ 40-49 ปี อายุ 30-39 ปี อายุ 20-29 ปี ร้อยละ 34.0, 18.9, 11.33 ตามลำดับ ด้านการนับถือศาสนาพบว่าส่วนใหญ่นับถือศาสนาอิสลาม ร้อยละ 69.8 รองลงมาศาสนาพุทธ ร้อยละ 30.2 ด้านสถานภาพทางครอบครัว พบว่าสมรส (อยู่ด้วยกัน) มากที่สุด ร้อยละ 69.8 รองลงมาคือ โสด, สมรส (แยกกันอยู่) และเป็นหม้าย ร้อยละ 18.9, 9.4, 1.9 ตามลำดับ จำนวนสมาชิกในครัวเรือน พบว่ามีสมาชิก 2-4 คน และสมาชิก 5-7 คน ร้อยละ 47.2 เท่ากัน รองลงมาคือสมาชิก 8 คนขึ้นไป ร้อยละ 5.6 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของชาวประมงทะเลพื้นบ้านในตำบลบางสัก อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (ราย)	ร้อยละ	ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
เพศ			สถานภาพ		
ชาย	43	81.1	สมรส(อยู่ด้วยกัน)	37	69.8
หญิง	10	18.9	โสด	10	18.9
อายุ			สมรส(แยกกันอยู่)	5	9.4
20-29 ปี	6	11.3	เป็นหม้าย	1	1.9
30-39 ปี	10	18.9	จำนวนสมาชิกในครัวเรือน		
40-49 ปี	18	34.0	2-4 คน	25	47.2
50 ปีขึ้นไป	19	35.8	5-7 คน	25	47.2
ศาสนา			8 คนขึ้นไป	3	5.6
อิสลาม	37	69.8			
พุทธ	16	30.2			

กลุ่มตัวอย่าง ชาวประมงพื้นบ้าน ประกอบอาชีพหลักคือ การทำประมงชายฝั่ง ร้อยละ 75.5 รองลงคือ เกษตรกรรมรับจ้างทั่วไป และแปรรูปสัตว์น้ำ ร้อยละ 15.1, 7.5 และ 1.9 ตามลำดับ ส่วนการประกอบอาชีพเสริม พบว่าไม่มีอาชีพเสริม

ร้อยละ 45.3 รองลงมาคือประมงชายฝั่ง ร้อยละ 24.4, รับจ้างทั่วไป ร้อยละ 22.6 เกษตรกรรมและการค้าขาย ร้อยละ 3.8 เท่ากัน ด้านการปรับเปลี่ยนอาชีพการทำประมงพบว่า ไม่เปลี่ยน ร้อยละ 81.1 รองลงมาคือ ปรับเปลี่ยน ร้อยละ 18.9 โดยพบว่าสาเหตุที่ชาวประมงเลือกตัดสินใจการปรับเปลี่ยนอาชีพคือ การจับสัตว์น้ำได้น้อยลง ร้อยละ 33.3 รองลงมาคือรายได้น้อยไม่คุ้มทุน ร้อยละ 27.8, มีอาชีพสำรองและถูกกดราคาจากแพรับซื้อ ร้อยละ 16.7 เท่ากัน และมีความเสี่ยงต่อชีวิต ร้อยละ 5.5 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การประกอบอาชีพของชาวประมงพื้นบ้านในตำบลบางสัก อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

การประกอบอาชีพ	จำนวน (ราย)	ร้อยละ	การประกอบอาชีพ	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
อาชีพหลัก			การปรับเปลี่ยนอาชีพ		
ประมงชายฝั่ง	40	75.5	ไม่ปรับเปลี่ยน	43	81.1
เกษตรกรรม	8	15.1	ปรับเปลี่ยน	10	18.9
รับจ้างทั่วไป	4	7.5	สาเหตุการปรับเปลี่ยนอาชีพ *		
แปรรูปสัตว์น้ำ	1	1.9			
อาชีพเสริม			จับสัตว์น้ำได้น้อยลง	6	33.3
ไม่มีอาชีพเสริม	24	45.3	รายได้น้อยไม่คุ้มทุน	5	27.8
ประมงชายฝั่ง	13	24.5	มีอาชีพสำรอง	3	16.7
รับจ้างทั่วไป	12	22.6	ถูกกดราคาแพรับซื้อ	3	16.7
เกษตรกรรม	2	3.8	มีความเสี่ยงต่อชีวิต	1	5.5
การค้าขาย	2	3.8			

สภาวะเศรษฐกิจของชาวประมงพื้นบ้าน พบว่าส่วนใหญ่มีรายได้ต่อเดือนของครัวเรือน ต่ำกว่า 10,000 บาท ร้อยละ 94.3 รองลงมาคือรายได้ 10,000-30,000 บาท ร้อยละ 5.7 ส่วนภาวะหนี้สินในครัวเรือน พบว่ามีหนี้สิน ร้อยละ 50.9 และพบว่าไม่มีหนี้สิน ร้อยละ 49.1 และสาเหตุการเกิดหนี้สินของชาวประมงพื้นบ้าน พบว่าส่วนใหญ่เป็น การประกอบอาชีพอื่นๆ ร้อยละ 41.5 รองลงมาคือ การประกอบอาชีพประมง, ค่าใช้จ่ายในชีวิตประจำวัน, การศึกษาของสมาชิกครัวเรือน และรักษาสุขภาพ ร้อยละ 36.6, 9.8, 7.3 และ 4.8 ตามลำดับ (ดังตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 สภาวะทางเศรษฐกิจของชาวประมงพื้นบ้านในตำบลบางสัก อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

การประกอบอาชีพ	จำนวน (ราย)	ร้อยละ	การประกอบอาชีพ	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
รายได้ต่อเดือนของครัวเรือน			สาเหตุหนี้สิน		
ต่ำกว่า 10,000 บาท	50	94.3	การประกอบอาชีพอื่นๆ	17	41.5
10,000-30,000 บาท	3	5.7	การประกอบอาชีพประมง	15	36.6
ภาวะหนี้สินในครัวเรือน			ค่าใช้จ่ายในชีวิตประจำวัน	4	9.8
มีหนี้สิน	27	50.9	การศึกษา	3	7.3
ไม่มีหนี้สิน	26	49.1	รักษาสุขภาพ	2	4.8

2. การมีส่วนร่วมของชุมชนชายฝั่งในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

ผลจากการศึกษาระดับการมีส่วนร่วมของชาวประมงพื้นบ้านในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

2.1 การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจของชาวประมงพื้นบ้าน

กลุ่มตัวอย่าง ชาวประมงพื้นบ้านมีระดับการมีส่วนร่วมด้านการตัดสินใจ ต่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ พบว่าการมีส่วนร่วมในการให้ความรู้และสร้างจิตสำนึกในคุณค่า, การมีส่วนร่วมรับฟังปัญหาและความต้องการของชุมชน, การมีส่วนร่วมรับรู้เรื่องการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ, การมีส่วนร่วมรับทราบปัญหาแนวทางในการท่องเที่ยว, การมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็น เสนอแนะ แก้ไขปัญหา และการมีส่วนร่วมกำหนดแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรชายฝั่ง ในระดับปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ย 2.70±0.89, 2.68±0.70, 2.53±0.67, 2.47±0.75, 2.45±0.83 และ 2.40±1.10 ตามลำดับ โดยระดับการมีส่วนร่วมของชาวประมงพื้นบ้านในการตัดสินใจในภาพรวม พบว่าอยู่ในระดับต่ำ มีคะแนนเฉลี่ย 2.31±0.63

2.2 การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติของชาวประมงพื้นบ้าน

ระดับการมีส่วนร่วมด้านการปฏิบัติของชาวประมงพื้นบ้าน พบว่าการมีส่วนร่วมสอดส่องดูแล ป้องกันพวกมิจฉาชีพ, การมีส่วนร่วมปรับปรุงสิ่งแวดล้อมทั่วไป, การมีส่วนร่วมดูแลรักษาความสะอาดของทรัพยากรชายฝั่ง, การมีส่วนร่วมคัดแยกประเภทขยะมูลฝอยก่อนนำไปทิ้ง และการมีส่วนร่วมในการดำเนินงานตามแผนงานที่วางไว้ มีระดับการมีส่วนร่วมปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ย 3.58±0.59, 3.25±0.59, 3.19±0.52, 2.87±0.69 และ 2.36±0.79 ตามลำดับ โดยระดับการมีส่วนร่วมของชาวประมงพ้นบ้านด้านการปฏิบัติ ในภาพรวม พบว่าอยู่ในระดับปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ย 2.38±0.40

2.3 การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ของชาวประมงพื้นบ้าน

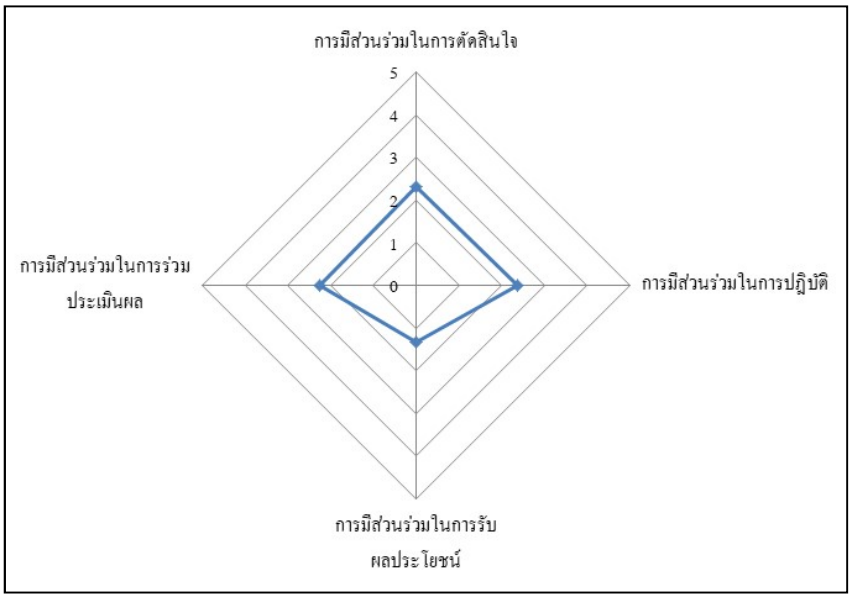
การวัดระดับการมีส่วนร่วมด้านการรับประโยชน์ในการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ พบว่ากลุ่มตัวอย่าง มีระดับการมีส่วนร่วมในภาพรวมระดับต่ำทุกด้าน มีคะแนนเฉลี่ย 1.33±0.51 คะแนน

2.4 การมีส่วนร่วมในการร่วมประเมินผลของชาวประมงพื้นบ้าน

การวัดระดับการมีส่วนร่วมด้านการร่วมประเมินผลต่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ พบว่าการได้มีส่วนร่วมเกี่ยวข้องในการให้ข้อมูลและร่วมมือในการ ตอบแบบสอบถาม เพื่อใช้ในการประเมินผล, การได้มีส่วนร่วมในการเฝ้าดูแลชุมชนบ้านน้ำราบ, การได้มีส่วนร่วมเอาใจใส่ในการช่วยเหลือของชุมชน, การได้มีส่วนร่วมติดตามกิจกรรมต่างๆ จากแหล่งท่องเที่ยว และการได้มีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็น เพื่อนำมาปรับปรุง มีระดับการมีส่วนร่วมปานกลาง มีคะแนนเฉลี่ย 2.75±0.93 , 2.55±0.86, 2.43±1.02, 2.40±0.86 และ 2.36±0.64 ตามลำดับ โดยระดับการมีส่วนร่วมด้านการประเมินผลของชาวประมงพื้นบ้านในภาพรวม พบว่าอยู่ในระดับต่ำ มีคะแนนเฉลี่ย 2.25±0.65

ตารางที่ 4 ระดับการมีส่วนร่วมของชาวประมงพื้นบ้านต่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

การมีส่วนร่วม	คะแนน	ระดับการมีส่วนร่วม
1. การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจของชาวประมงพื้นบ้าน	2.31±0.63	ระดับต่ำ
2. การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติของชาวประมงพื้นบ้าน	2.38±0.40	ระดับปานกลาง
3. การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ของชาวประมงพื้นบ้าน	1.33±0.51	ระดับต่ำ
4. การมีส่วนร่วมในการร่วมประเมินผลของชาวประมงพื้นบ้าน	2.25±0.65	ระดับต่ำ



ภาพที่ 1 ระดับการมีส่วนร่วมของชาวประมงพื้นบ้านต่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

สรุปผลการวิจัย

ระดับการมีส่วนร่วมของชาวประมงพื้นบ้านในชุมชนบ้านน้ำราบต่อการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จำแนกเป็น การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ, การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ, การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ และการมีส่วนร่วมในการร่วมประเมินผล พบว่าชาวประมงพื้นบ้าน มีส่วนร่วมในด้านการปฏิบัติภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง มีส่วนร่วมในด้านการตัดสินใจภาพรวมอยู่ในระดับต่ำ มีส่วนร่วมในด้านการรับผลประโยชน์อยู่ภาพรวมอยู่ในระดับต่ำ และมีส่วนร่วมในด้านประเมินผลมากภาพรวมอยู่ในระดับต่ำ

ทั้งนี้พบว่าระดับการมีส่วนร่วมของชุมชนชายฝั่งในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของบ้านน้ำราบ ตำบลบางสัก อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ชุมชนจะมีส่วนร่วมในระดับปานกลางถึงระดับต่ำ สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของภิญโญ (2556) ที่พบว่าเมื่อถึงระดับการจัดการทรัพยากรร่วมกันนั้น ชุมชนจะเข้าถึงระดับการมีส่วนร่วมในเกณฑ์ต่ำ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงปัญหาการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศของชุมชน ที่คล้ายคลึงกับพื้นที่อื่นๆ ที่ขาดกลไกการทำงานแบบมีส่วนร่วม อันจะกลายเป็นปัญหาความแตกแยกได้ในอนาคต แนวทางการพัฒนาคุณภาพการจัดการท่องเที่ยวและเสริมความเข้มแข็งของชุมชน เพื่อสร้างการมีส่วนร่วมในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ให้เกิดความเข้มแข็งภายในชุมชน ควรเปิดโอกาสให้สมาชิกและประชาชนในชุมชนมีส่วนในการตัดสินใจ เสนอแนะ และเรียนรู้สิ่งใหม่ๆในทางการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศได้อย่างเหมาะสม รวมถึงรับฟังสมาชิกให้มากขึ้น และเพิ่มการกระจายผลประโยชน์จากการท่องเที่ยวในชุมชน ให้สมาชิกและคนในชุมชนได้รับผลประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมอย่างทั่วถึง เช่น การแบ่งผลกำไรจากกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศให้ถึงผู้ที่ไม่ได้เข้าร่วมกิจกรรม การนำไปพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนในชุมชน รวมถึงการเปิดโอกาสให้มีการประเมินผลจากกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ และใช้ผลการประเมินไปปรับปรุงการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ

เอกสารอ้างอิง

การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย. 2545. โครงการศึกษาเพื่อจัดทำแผนปฏิบัติการพัฒนาการท่องเที่ยวกระบี่, ตรัง, สตูล, และพัทลุง กรุงเทพฯ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

กองเศรษฐกิจการท่องเที่ยวและกีฬา. 2560. สถิตินักท่องเที่ยวเดินทางเข้ามาประไทย. [ออนไลน์]. เข้าได้ถึงจาก http://www.mots.go.th/more_news.php (วันที่ 13/ ม.ค./61)

ชนิศา วณิชชานุกร. 2546. แนวทางการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในประเทศไทย. คณะวิทยาการจัดการ สถาบันราชภัฏสวนดุสิต. กรุงเทพมหานคร.

นคร สาเภาทิพย์. 2542. การมีส่วนร่วมของประชาชนในโครงการพัฒนาเพื่อความมั่นคงพื้นที่ อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาพัฒนาสังคม, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิสาลักษณ์ ทองสุก. 2552. ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการท่องเที่ยวของนักท่องเที่ยวชาวไทยในตลาดนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม. วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการจัดการ, มหาวิทยาลัยศรี-นครินทรวิโรฒ.

บุญเลิศ จิตตั้งวัฒนา. 2542. การวางแผนพัฒนาการท่องเที่ยวแบบยั่งยืน. คณะมนุษยศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไพรัตน์ กุณฑีทอง. 2557. การมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนาชุมชนเทศบาล เมืองชะอำ จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานโยบายสาธารณ, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ราชภัฏสวนดุสิต.

ภิญโญ ปรางหมู่. 2556. การมีส่วนร่วมในการจัดการป่าชายเลนของชุมชนบางค้างคาว อำเภอสิเกาจังหวัดตรัง. ปัญหาพิเศษ ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาการจัดการประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง.

รัตนา เอมพันธุ์. 2552. การพัฒนาการท่องเที่ยวโดยชุมชนและการจัดกิจกรรมโฮมสเตย์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

ศิริพงษ์ กิจดำเนิน. 2550. ผลกระทบของการท่องเที่ยวในด้านสังคมและวัฒนธรรม กรณีศึกษาชุมชนป่าตอง อำเภอกะทู้ จังหวัดภูเก็ต. รายงานการศึกษาอิสระปริญญารัฐประศาสนาศาสตร์บัณฑิต. สาขาวิชาการปกครองท้องถิ่น, มหาวิทยาลัยของแก่น.

สกุล สุพงษ์พันธุ์. 2546. วิธีการมีส่วนร่วมในการจัดการประมงโดยชุมชน. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 1 / 2546. กลุ่มอำนวยการและการประสานงานวิชาการ. การประมง.

อรวรรณ เกิดจันทร์. 2557. การมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศป่าชายเลนคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการจัดการท่องเที่ยว, คณะการท่องเที่ยวและการโรงแรม, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

Yamanae, Taro, 1973, Statistics : An Introdugtory And Iysis. Tokyo : Harper International dition.

ความชุกของโรคและความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคอาการตายด่วนของกุ้งขาววานาไม ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

The prevalence and risk factors associated with early mortality syndrome (EMS) in **Litopenaeus vannamei** at Surattani

พิมวรางค์ สุขการัณย์

Pimwarang Sukkarun

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความชุกของโรคและความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคอาการตายด่วนหรือโรคตับและตับอ่อนวายแบบเฉียบพลันของกุ้งขาววานาไมที่เลี้ยงในจังหวัดสุราษฎร์ธานีในช่วงระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2558 พบความชุกของโรคเท่ากับ 11.25 เปอร์เซนต์ ซึ่งการวินิจฉัยโรคในงานวิจัยครั้งนี้ ทำโดยการเพาะแยกเชื้อและทดสอบคุณสมบัติของเชื้อแบคทีเรีย **Vibrio parahaemolyticus** และนำตับและตับอ่อนศึกษาทางจุลพยาธิวิทยา พบลักษณะรอยโรคที่สำคัญ คือ พบความเสื่อมของตับและตับอ่อนแบบเฉียบพลัน โดยมีการลดลงของเซลล์เยื่อบุท่อตับและตับอ่อนชนิด R B และ F และมีการลดกระบวนการ mitotic activity ของเซลล์ชนิด E ซึ่งการเสื่อมดังกล่าวจะเริ่มจากส่วนต้น (proximal) ไปยังส่วนท้าย (distal) เซลล์จะมีลักษณะกลมขึ้น และหลุดลอกเข้าไปในท่อเป็นผลให้สามารถพบเชื้อแบคทีเรียแทรกซ้อน และทำให้เกิดความเสียหายอย่างรุนแรง ระหว่างท่อพบการสะสมของเม็ดเลือด haemocyte ซึ่งจัดเป็นการตอบสนองการอักเสบ การศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคด้วยการสอบถามข้อมูลการจัดการฟาร์มจากเกษตรกรผู้เลี้ยง พบว่าเกษตรกรมีการจัดการความหนาแน่นของกุ้งที่ปล่อย ก่อนทำการเลี้ยงได้มีจัดการบ่อ และน้ำก่อนปล่อยเลี้ยงกุ้ง มีการเลือกแหล่งที่มาของลูกพันธุ์ที่น่าเชื่อถือ ใช้ลูกกุ้งระยะพี 10 หรือมากกว่า มีการตรวจสอบความสมบูรณ์ของลูกพันธุ์ มีการชำลูกพันธุ์ก่อนปล่อยลงในบ่อดิน มีการจัดการด้านอาหาร มีการใช้ probiotic ผสมอาหารให้กุ้งกิน ในระหว่างการเลี้ยงมีการดูดตะกอนเลน และเติมน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อทุกวัน รวมไปถึงการเติมจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ลงในน้ำ มีการเฝ้าระวังโรคที่ดี มีการติดตามข้อมูลการเฝ้าระวังและการแก้ไขปัญหา

คำสำคัญ : โรคอาการตายด่วน, โรคตับและตับอ่อนวายแบบเฉียบพลันของกุ้งขาววานาไม

ABSTRACT

This study investigated the prevalence and risk factors associated with early mortality syndrome or Acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND) in **Litopenaeus vannamei** cultured in Surattani province between July to September 2016. The prevalence of EMS/AHPND was 11.25%. The AHPND was diagnosed by bacterial isolation and biochemistry test for **Vibrio parahaemolyticus** with histopathological lesion. Histopathological features of hepatopancreas were acute progressive degeneration of HP, with decrease of R, B and F hepathepancreatic epithelial cells and reduce of mitotic activity in E cells. The development of lesion is noticed from proximal to distal of HP tubule cells. HP tubule cells showed karyomegaly and rounding and sloughing into the HP tubule, resulting in massive secondary bacterial infection and complete devastation of HP at the fatal phase of disease. Intertubular haemocytic aggregation is seen inflammatory response in infected shrimp. Risk factors associated with EMS/AHPND were studied by a structured questionnaire such as stocking density, pond preparation and water treatment, source of post larvae, stocking as post larvae 10 or above, healthy and quality of stocking test, feed management, probiotic in feed, management of pond and water during culture and disease mornitoring.

Keyword: Early mortality syndrome, Acute hepatopancreatic necrosis disease, Pacific white shrimp

---

[1] คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช 80240

[1] Faculty of Veterinary Science, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thungyai District, Nakhon Si Thammarat, 80240, Thailand
ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : pimwarang.s@gmail.com

บทนำ

การเลี้ยงกุ้งขาววานาไมมีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยในด้านอุตสาหกรรมและการส่งออกเป็นอย่างมาก เนื่องจากประเทศไทยเป็นผู้นำ และมีความสามารถในการผลิตกุ้งขาววานาไมเป็นอันดับหนึ่งของโลก แต่พบว่าเมื่อปี 2556 ปริมาณผลผลิตกุ้งของไทยอยู่ที่ 250,000 ตัน ลดลงจากปี 2555 อยู่ที่ 540,000 ตัน หรือลดลงประมาณร้อยละ 45 ทำให้ประเทศไทยสูญเสียตำแหน่งผู้นำการส่งออกในตลาดหลักที่สำคัญ (สถาบันวิจัยสุขภาพสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2557) ทั้งนี้ผู้ผลิตในอีกหลายๆ ประเทศก็ประสบปัญหาเช่นเดียวกันคือ ปัญหาการเกิดโรคตับวายเฉียบพลัน (Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease, AHPND) หรือเรียกว่าโรคตายด่วน (Early Mortality Sym- drome, EMS) ระบาด ซึ่งส่งผลกระทบต่อการเพาะเลี้ยงกุ้งขาววานาไมเป็นวงกว้าง การเกิดโรคตับวายเฉียบพลันมีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย **V. parahaemolyticus** ชนิดที่มีการสร้างสารพิษ เพื่อเข้าไปทำลายตับและตับอ่อน อาการของกุ้งที่พบคือ ในระยะแรกนั้นไม่พบการติดเชื้อโรค และไม่พบการอักเสบ แต่เมื่อเกิดการตายของกุ้ง พบการอักเสบอย่างเฉียบพลันของเนื้อเยื่อตับและตับอ่อน โดยกุ้งที่ติดโรคจะเริ่มทยอยตายตั้งแต่ 10-14 วัน หลังจากปล่อยลูกกุ้งลงสู่บ่อเลี้ยง บางรายพบอัตราการตายถึง 100 เปอร์เซนต์ โดยปกติ **V. parahaemolyticus** สามารถเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิ 9.5-45 องศาเซลเซียส มักพบตามสภาพแวดล้อมทั่วไป ในระบบการเพาะเลี้ยงกุ้งขาววานาไม แบคทีเรียชนิดนี้ใช้สารอินทรีย์เป็นแหล่งอาหารในการเพิ่มจำนวนและเจริญเติบโต ทำให้สามารถพบเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ได้ในตะกอนสารอินทรีย์ที่เกิด จากของเสียสะสมในระหว่างการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ อาหารที่เหลือ ของเสียจากการขับถ่ายของกุ้ง ซากกุ้งที่ตายระหว่างการเลี้ยง เป็นต้น ส่งผลให้แบคทีเรียชนิดนี้สามารถแพร่กระจายและเจริญเติบโตได้ดีในระบบการเลี้ยง อาการของโรคตับวายเฉียบพลันหรือโรคตายด่วน ทำให้เกิดการตายของกุ้งเป็นจำนวนมาก ความเสียหายของการเพาะเลี้ยงกุ้ง เมื่อเกิดการระบาดของโรคตับวายเฉียบพลัน ในอำเภอเมืองและอำเภอคลองเขื่อน จังหวัดฉะเชิงเทรา บริเวณปากน้ำ ประแส ตำบลทางเกวียน อำเภอแกลง จังหวัดระยอง และตำบล บางกะไชย อำเภอแหลมสิงห์และ ตำบล ตะกาดเง้า อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี ประมาณความเสียหายร้อยละ 40 การตรวจวินิจฉัย โรคตับวายเฉียบพลันประกอบด้วย การเพาะแยกเชื้อแบคทีเรีย ร่วมกับการตรวจลักษณะทางพยาธิวิทยา และเทคนิค polymerase chain reaction (PCR) (Flegel, 2012; Lightner, 2012) ในการศึกษาความชุกของโรค และความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคอาการตายด่วนของกุ้งขาววานาไมในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งจะทำให้ทราบถึง ความชุกของโรคและปัจจัยที่ก่อให้เกิดโรค เพื่อนำไปสู่แนวทางการจัดการ และป้องกันปัจจัยต่างๆ มีผลทำให้กุ้งรอดจากการเกิดโรคตายด่วน หรือประสบความสำเร็จในการเลี้ยงได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะเป็นการลดความสูญเสียต่ออุตสาหกรรมกุ้งไทย ทั้งระบบตั้งแต่ผู้ประกอบการเพาะเลี้ยงกุ้ง ผู้ประกอบ การผลิตอาหารและปัจจัยการผลิตต่างๆ ตลอดจนผู้ประกอบการแปรรูปกุ้ง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ในการศึกษา

การศึกษาความชุกของโรคและความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคอาการตายด่วน ของกุ้งขาววานาไม ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

2. ตัวอย่างและการเก็บตัวอย่าง

ผู้วิจัยเก็บตัวอย่างกุ้งขาววานาไม โดยการสุ่มตัวอย่างกุ้งจำนวน 30 ตัว ซึ่งอ้างอิงมา จากค่าความชุกคาดหวังที่ 10% ที่ค่าความเชื่อมั่นที่ 95% จากจำนวนฟาร์มกุ้งขาววานาไมด์ใน จังหวัดสุราษฎร์ธานีทั้งหมด 84 ฟาร์ม เป็นจำนวน 8 ฟาร์ม ในช่วงระหว่างเดือน กรกฎาคม ถึง 30 กันยายน 2558 ทาการสุ่มเก็บตัวอย่างมาด้วยการทอดแหในบ่อที่ปล่อยกุ้งในบ่อเลี้ยงช่วง 20-30 วันแรก นำมาเก็บอวัยวะเป้าหมายในห้องปฏิบัติด้วยวิธีปลอดเชื้อ ซึ่งอวัยวะเป้าหมายคือ ตับและตับอ่อน (hepatopancreas)

3. เทคนิคทางจุลชีววิทยา

นำกุ้งตัวอย่างมาแยกเชื้อแบคทีเรียจากตับและตับอ่อน โดยชั่งตับและตับอ่อน 1 กรัม ใส่ในโกร่งบดที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นเติม alkaline peptone water และ 3% NaCl นำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 8,000 รอบต่อนาที นำมาผสมกับ alkaline peptone water 10 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง จากนั้นนำมา spread plate ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Thiosulphate Citrate Bile Salt Sucrose (TCBS) บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง และพิสูจน์เชื้อ **V. parahaemolyticus** ด้วยวิธีทางชีวเคมี

4. เทคนิคทางจุลพยาธิวิทยา

นำตับและตับอ่อนของกุ้งขาววานไมในตะกร้าเตรียมชิ้นเนื้อ แช่ในน้ำยาตรึงสภาพ Davidson's fixation เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำตะกร้าเตรียมชิ้นเนื้อใส่เครื่อง tissue processing จากนั้นทาบล๊อคชิ้นเนื้อ และตัดชิ้นเนื้อด้วยเครื่องตัดชิ้นเนื้อความหนาสำหรับ trimming 50 ไมโครเมตร และ sectioning 5 ไมโครเมตร ตัดบล๊อคชิ้นเนื้อให้เป็นแถบต่อกันเหมือนริบบิ้น ประมาณ 6-7 แถบ วางลงในอ่างน้ำอุ่นที่มีอุณหภูมิประมาณ 43-45 องศาเซลเซียส ใช้สไลด์ตักแถบชิ้นเนื้อ และนำแผ่นสไลด์ที่ได้ไปอบในตู้ลมร้อน ย้อมสีชิ้นเนื้อเยื่อด้วยสี haematoxylin and eosin

ปิดสไลด์ด้วยกระจกปิดสไลด์ โดยใช้ mountants (dibuthylphthalate-polystyrene-xylene) เป็นตัวกลางเชื่อมระหว่างชิ้นเนื้อเยื่อบางๆที่อยู่บนกระจกสไลด์กับกระจกปิดสไลด์ เพื่อปิดและป้องกัน แผ่นเนื้อเยื่อที่ได้จากการย้อมสีและทำให้เหมาะสม ที่จะนำสไลด์ที่ได้มาตรวจความผิดปกติทางพยาธิวิทยา

5. ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคอาการตายด่วนของกุ้งขาววานาไม

ปัจจัยเสี่ยงที่ต้องการศึกษา ได้แก่ คุณภาพลูกกุ้ง ระยะในการปล่อยลูกกุ้ง การจัดการเลน ก้นบ่อ การบำบัดสารอินทรีย์ที่พื้นก้นบ่อ การเติมน้ำเข้าบ่อเลี้ยง การควบคุมเชื้อแบคทีเรียในตัวกุ้ง ระหว่างการเลี้ยง ซึ่งในการศึกษาปัจจัยเสี่ยงดังกล่าวจะทำแบบสอบถาม (Questionnaire) เพื่อให้สามารถเข้าถึงปัจจัยเสี่ยงดังกล่าว

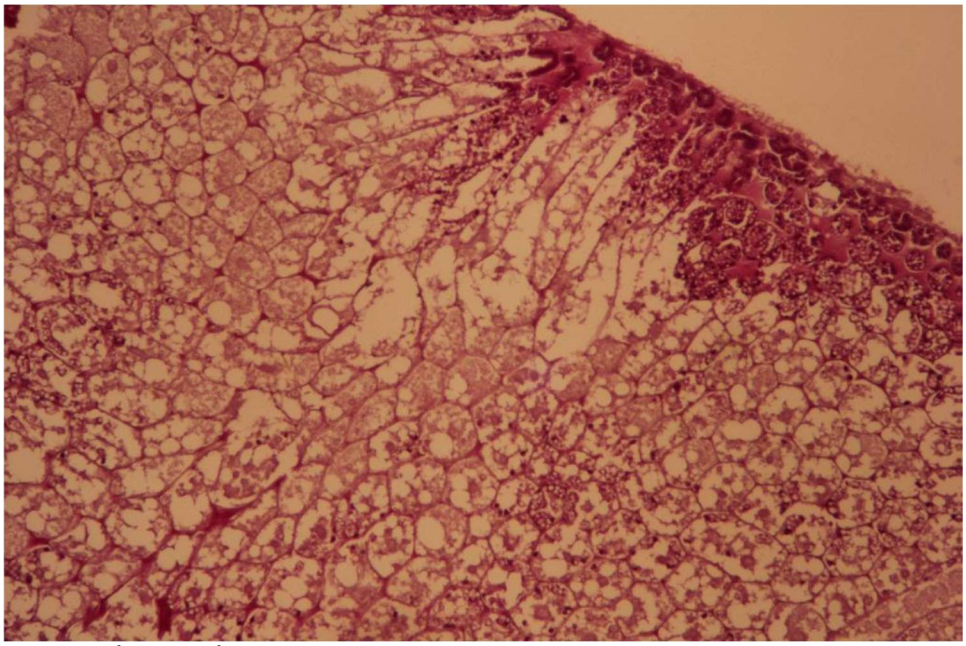
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

รวบรวมข้อมูลกุ้งขาววานาไมที่เป็นโรคอาการตายด่วนหรือตับและตับอ่อนวายเฉียบพลันจากเทคนิคทางจุลชีววิทยา และเทคนิคทางจุลพยาธิวิทยา มาคำนวนหาเปอร์เซนต์ของความชุกของโรคอาการตายด่วน และวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงของการเกิดโรคอาการตายด่วน ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติเชิงพรรณนาในรูปร้อยละ

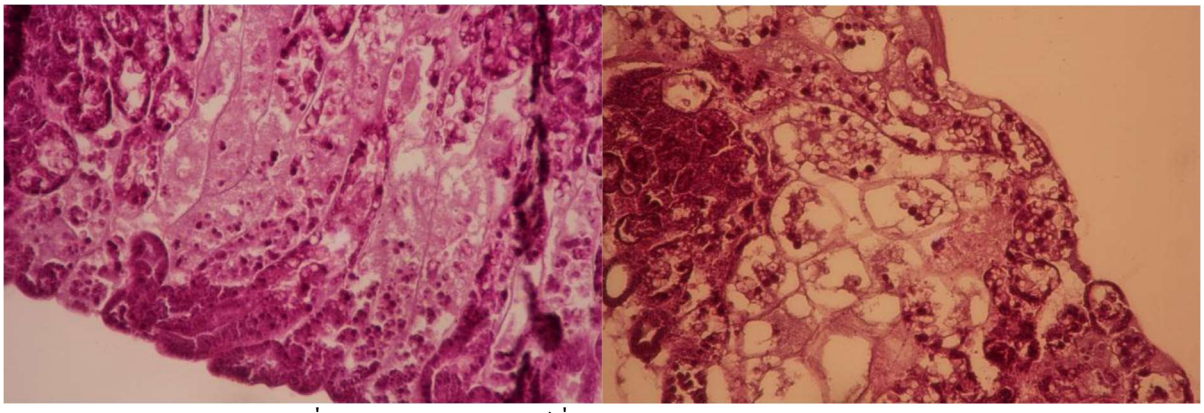
ผลและวิจารณ์ผล

การศึกษาหาความชุกของโรคอาการตายด่วน หรือตับและตับอ่อนวายแบบเฉียบพลันในกุ้งขาววานาไม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

จากผลการศึกษาความชุกของโรคอาการตายด่วนในกุ้งขาววานาไม จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยการเก็บตัวอย่างจำนวน 240 ตัว จากจำนวนฟาร์มกุ้ง 8 ฟาร์ม ฟาร์มละ 30 ตัว ทำการสุ่มจับด้วย การทอดแห และเก็บอวัยวะเป้าหมาย คือ ตับและตับอ่อน มาเพาะแยกเชื้อแบคทีเรีย และทดสอบคุณสมบัติชีวเคมี พบเชื้อแบคทีเรีย **V. parahaemolyticus** เป็นจำนวน 93 ตัวอย่าง และในตัวอย่างที่พบ **V. parahaemolyticus** จากการเพาะแยกเชื้อ และทดสอบคุณสมบัติชีวเคมี พบรอยโรคจากเทคนิคทางจุลพยาธิวิทยา ที่บ่งบอกว่าเป็นโรคตับและตับอ่อนวายแบบเฉียบพลัน เป็นจำนวน 27 ตัวอย่าง คิดเป็นความชุกของโรคอาการตายด่วน หรือ ตับและตับอ่อนวายแบบเฉียบพลันในกุ้งขาววานาไมค์เท่ากับ 11.25 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 1 ความเสื่อมเริ่มจากปรากฏจากส่วนต้นของท่อไปส่วนปลายท่อตับและตับอ่อน



ภาพที่ 2 มีการลดลงของเซลล์เยื่อบุท่อตับและตับอ่อนชนิด R B และ F

การศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคอาการตายด่วน หรือตับและตับอ่อนวาย แบบเฉียบพลันในกุ้งขาววานาไมด์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคอาการตายด่วนในกุ้งขาววานาไมด์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยการสอบถามข้อมูลการจัดการในฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้งขาววานาไมด์ด้วย การทำแบบสอบถาม จากการสอบถามเกษตรกรผู้เลี้ยงพบว่า เกษตรกรทุกรายพบโรคตายด่วนคิด เป็น 100 % ได้สัมผัสกับปัจจัยเสี่ยงที่มีต่อการเกิดโรค โดยผู้วิจัยได้แยกประเด็น และคานวนออกมา ในรูปของร้อยละ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 3 ปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการเกิดโรคที่มีการสอบถามเกษตรกรผู้เลี้ยง

ปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการเกิดโรค	เปอร์เซนต์
จำนวนกุ้งที่ปล่อยต่อบ่อในอัตรา 150,000 ตัวต่อไร่	62.5
ก่อนทำการเลี้ยง เกษตรกรได้ทำการดูดตะกอนเลนทิ้ง	87.5
ก่อนทำการเลี้ยง เกษตรกรมีการฆ่าเชื้อในบ่อ	100
ก่อนทำการเลี้ยง เกษตรกรมีการฆ่าเชื้อในน้ำ	100
ก่อนทำการเลี้ยง เกษตรกรมีตรวจเช็คคุณภาพน้ำ และปรับคุณภาพน้ำ	100

แหล่งที่มาของลูกพันธุ์ น่าเชื่อถือได้	87.5
เกษตรกรใช้ลูกกุ้งระยะพี 10 และมากกว่า	100
เกษตรกรมีการตรวจสอบความสมบูรณ์ของลูกพันธุ์	100
เกษตรกรมีการชำลูกพันธุ์ก่อนปล่อยลงในบ่อดินก่อน	50
ทุกครั้งที่ให้อาหาร มีอาหารเหลืออยู่	87.5
เกษตรกรมีการให้อาหารพวก probiotic แก่กุ้ง	87.5
ในระหว่างการเลี้ยง มีการดูดตะกอนเลนทุกวัน	87.5
ในระหว่างการเลี้ยง มีการเติมน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อ	100
ในระหว่างการเลี้ยง เกษตรกรมีการเติมจุลลินทรีย์ที่มีประโยชน์ลงในน้ำ	87.5
เกษตรกรมีการตรวจคุณภาพน้ำทุกวัน	100
เกษตรกรมีการเฝ้าระวังโรค	100
เกษตรกรเมื่อเห็นกุ้งตายมีการตักทันทีหรือไม่	100
เกษตรกรมีการติดตามข้อมูลการเฝ้าระวังโรค และการแก้ไขปัญหา	100

สรุปผลการวิจัย

จากการสำรวจความชุกของโรคอาการตายด่วนในกุ้งขาววานาไมด์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในช่วงระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง กันยายน 2558 พบความชุกของโรคเท่ากับ 11.25 เปอร์เซนต์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการศึกษาที่ผ่านมาในจังหวัดระยองและจันทบุรีที่ค่าความชุกของโรคเท่ากับ 33.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการวินิจฉัยโรคอาการตายด่วนหรือตับและตับอ่อนวายแบบเฉียบในงานวิจัยครั้งนี้ทำโดยการเพาะแยกเชื้อแบคทีเรียและทดสอบคุณสมบัติของเชื้อแบคทีเรีย เพื่อตรวจหาเชื้อแบคทีเรีย **Vibrio parahaemolyticus** และนำเนื้อเยื่อตับและตับอ่อนที่มีการตรวจพบเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้มาศึกษาทางจุลพยาธิวิทยา ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้พบลักษณะรอยโรคที่ สำคัญคือ พบความเสื่อมของเนื้อเยื่อตับและตับอ่อนแบบเฉียบพลัน โดยมีการลดลงของเซลล์เยื่อบุ ท่อตับ และตับอ่อนชนิด R B และ F ตามลาดับ และมีการลดกระบวนการ mitotic activity ของเซลล์ชนิด E ซึ่งการเสื่อมดังกล่าวจะเริ่มจากส่วนต้น (proximal) ไปยังส่วนท้าย (distal) ร่วมกับ การสูญเสียการทำงานของเซลล์เยื่อบุท่อตับและตับอ่อนชนิด R B F และ E และพบเซลล์เยื่อบุท่อตับและตับอ่อนมีนิวเคลียสขนาด ใหญ่ (karyomegaly) และเซลล์จะมีลักษณะกลมขึ้น และหลุดลอกเข้าไปในท่อตับและตับอ่อน เซลล์ที่หลุดลอกนั้นเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียให้เจริญเติบโต เป็นผลให้สามารถพบเชื้อแบคทีเรียแทรกซ้อน และทำให้ตับและตับอ่อนเกิดความเสียหายอย่าง รุนแรง ระหว่างท่อตับและตับอ่อนพบการสะสมหรือรวมกลุ่มของเม็ดเลือด haemocyte และ เซลล์เม็ดเลือด haemocytes ห่อหุ้ม (haemocytes encapsulation) เนื้อตายของท่อตับและตับอ่อน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Tran et al., 2014 และการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคอาการตายด่วนในกุ้งขาววานาไมด์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยการสอบถามข้อมูลการจัดการฟาร์มด้วยการทำแบบสอบถามจากเกษตรกรผู้เลี้ยง พบว่าเกษตรกรนิยม การปล่อย กุ้งจำนวน 150,000 ตัวต่อไร่ เพียง 62.5 % ก่อนทำการเลี้ยงเกษตรกรส่วนใหญ่ ได้มีจัดการบ่อ และน้ำก่อนปล่อยเลี้ยงกุ้ง ด้วยการดูดตะกอนเลนทิ้ง ฆ่าเชื้อภายในบ่อ และก่อนปล่อยกุ้งมีการตรวจเช็คคุณภาพน้ำและปรับคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการเลี้ยง เกษตรกรส่วนใหญ่มีการเลือก แหล่งที่มาของลูกพันธุ์ที่น่าเชื่อถือ ใช้ลูกกุ้งระยะพี 10 หรือมากกว่า มีการตรวจสอบความสมบูรณ์ของลูกพันธุ์ แต่ยังมีเพียง 50 % ของเกษตรกรทั้งหมดที่มีการชำลูกพันธุ์ก่อนปล่อยลงในบ่อดิน และเกษตรกรส่วนใหญ่ มีการจัดการด้านอาหาร มีการใช้ probiotic ผสมอาหารให้กุ้งกิน ในระหว่างการเลี้ยงมีการดูดตะกอนเลนและเติมน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อทุกวัน รวมไปถึงการเติมจุลินทรีย์ที่มี ประโยชน์ลงในน้ำ เกษตรกรส่วนใหญ่มีการเฝ้าระวังโรคที่ดี เมื่อเห็นกุ้งตายมีการตักขึ้นทิ้ง

ทันที และเกษตรกรส่วนใหญ่มีการติดตามข้อมูลการเฝ้าระวังและการแก้ไขปัญหา ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้สูงที่การจัดการปัจจัยเสี่ยงที่ดีดังกล่าวจึงเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมความสำเร็จในการเลี้ยงกุ้ง หรือลดการตายของกุ้งในขณะที่มีการระบาดของโรคตายด่วนได้ ซึ่งจากการสอบถามเชิงลึกพบว่าปัจจัยหนึ่งที่จะส่งเสริมการเลี้ยงให้ประสบความสาเร็จได้ชัดเจน คือ การจัดการบ่อและคุณภาพน้ำทั้งก่อนและ ระหว่างการเลี้ยง ที่จะต้องมีฉีดเลนและตากบ่อมากกว่า 1 เดือน มีการใช้ปูนขาวฆ่าเชื้อในดิน หรือ เทคนิคต่างๆ เพื่อบาบัดสารอินทรีย์ที่พื้นก้นบ่อ การเลือกลูกพันธุ์จากฟาร์มที่น่าเชื่อถือและใช้ ลูกพันธุ์ที่ระยะพี 15 ขึ้นไปในการปล่อยลงบ่อดิน หากได้ลูกพันธุ์ที่มีระยะพีน้อยกว่าให้ทำการชำลูกกุ้งก่อนปล่อยลงบ่อดิน เพราะกุ้งจะมีสุขภาพดีและแข็งแรง สามารถต้านทานโรคได้มากขึ้น ทั้งนี้ในการศึกษาครั้งนี้เกษตรกรยังปล่อยในอัตราความหนาแน่นที่มากกว่าแสนตัวต่อไร่ ซึ่งอาจจะ เป็นการจัดการที่ยังคงไม่เหมาะสมอยู่ เนื่องจากการปล่อยที่ความหนาแน่นสูงจะทำให้มีการสะสมของสารอินทรีย์ในบ่อที่สูง และเป็นอาหารให้แก่แบคทีเรียเจริญเติบโต การเฝ้าระวังโรค เกษตรกร ส่วนใหญ่เห็นความสำคัญรวมไปถึงเกษตรกรมีการสร้างเครือข่ายหรือจัดประชุม เพื่อติดตามข้อมูล การเฝ้าระวังและการแก้ไขปัญหา แลกเปลี่ยนประสบการณ์การเลี้ยงกับเกษตรกรที่ประสบความ สำเร็จ เพื่อนำมาปรับใช้กับฟาร์มของตนเอง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณรายได้ประจาปี พ.ศ. 2559 คณะผู้จัดทาขอขอบคุณ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่อนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการ และเครื่องมือวิจัยขั้นสูง ทาให้งานวิจัยชิ้นนี้ประสบผลสาเร็จ

เอกสารอ้างอิง

Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease Card, NACA . 2014. Disease library, available at: http://www.enaca.org/modules/library/publication.php?tag_id =244&label_ type=1&title=disease-library

Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease Etiology Epidemiology Diagnosis Prevention and Control, OIE Technical Disease Cards. 2013. Available at: http://www.oie.int/ leadmin/Home/eng/ Internationa_Standard_ Setting/docs/pdf/ Aquatic_ Commission/AHPND_DEC_2013.pdf

Flegel T.W. 2012. Historic emergence, impact and current status of shrimp pathogens in Asia. **Journal of Invertebrate Pathology**. 110: 166-173.

Flegel TW. 2013. Center of Excellence for Shrimp Molecular Biology and Biotechnology, Faculty of Science, Mahidol University, available at: http://www.shrimpnews.com /FreeReportsFolder/ NewsReportsFolder/ ailandTaiwanFreeEMStests.html Lightner DV (2012). Biology and pathology of early mortality syndrome of shrimp, Global outlook for aquaculture leadership, Bangkok, p.40.

Lightner DV, Redman CR, Pantoja BL, Noble LM, Nunan, Loc Tran. 2013. Documentation of an Emerging Disease (Early Mortality Syndrome) in SEAsia & Mexico. OIE Reference Laboratory for Shrimp Diseases, Department of Veterinary Science & Microbiology, School of Animal and Comparative Biomedical Sciences.

Tran LH, Nunan L, Redman RM, Mohney LL, Pantoja CR, Fitzsimmons K, Lightner DV. 2013. Determination of the infectious nature of the agent of acute hepatopancreatic necrosis syndrome aecting penaeid shrimp. Dis. Aqua. Organ. 105(1):45-55.

Zorriehzahra MJ and Bannaederakhshan R.(2015). Early Mortality Syndrome (EMS) as new Emerging Threat in Shrimp Industry. Adv.Anim. Vet.Sci.3(2s): 64-72.

ผลของการเคลือบผิวอิมัลชันน้ำมันปาล์มต่อการเก็บรักษาเงาะและแครอท

Effect of Palm Oil Emulsion Waxing on the Storage of Rambutans and Carrots

รุ่งทิพย์ จูฑะมงคล[1*] กาญจนา นวลแก้ว[2] สุกัญญา โรจนจิรางกูร[2]

Rungtip Jutamongkon[1*] Kanjana Nuangkao[2] and Sukalaya Rojanajiragon[2]

บทคัดย่อ

การเคลือบผิวเงาะและแครอทด้วยอิมัลชันไข 3 สูตรคือ อิมัลชันไขปาล์ม (PS) อิมัลชันไขผสมปาล์มกับคาร์นูบา (CP)และไขคาร์นูบา(CW)ซึ่งผลิตขึ้นเองที่ระดับความเข้มข้นไขต่างกัน 4 ระดับแล้วจึงตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของเงาะและแครอทพบว่าการเปลี่ยนแปลงของเงาะและแครอทเคลือบด้วยอิมัลชันไขทั้ง 3 สูตรมีผลต่อการลดการสูญเสียน้ำหนักได้เด่นชัด เงาะเคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มความเข้มข้นไข 10 เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนัก 6.10 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับไม่เคลือบไขสูญเสียน้ำหนัก 17.10 เปอร์เซ็นต์เมื่อเก็บไว้ 10 วันที่อุณหภูมิ 4°ซ แครอทเคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มเข้มข้นไข 8 เปอร์เซ็นต์ สูญเสียน้ำหนัก 16.20 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับไม่เคลือบไขสูญเสียน้ำหนัก 44.14 เปอร์เซ็นต์เมื่อเก็บไว้ 8 วันที่อุณหภูมิ 29-32 °ซ การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดปริมาณกรดทั้งหมดของเงาะและแครอทเคลือบไขน้อยกว่าที่ไม่เคลือบไข

คำสำคัญ: ไขปาล์ม,ไขคาร์นูบา, อิมัลชันไข, เงาะ, แครอท

ABSTRACT

Rambutans and carrots were coated with three wax emulsions, namely palm stearin (PS) or carnauba wax (CW) alone and their combinations (CP). Those emulsions were produced and diluted to four levels of concentration. After waxing, samples were both physically and chemically examined. All emulsions used were effective in reducing weight loss. Dipping rambutan with 10% PS had 6.10% weight loss after 10 days storage at 4 °C while the unwaxed ones had 17.10% weight loss. Carrots waxed with 8% PS had 16.20% weight loss whereas unwaxed samples had 44.14% weight loss after 8 days storage at 29-32 °C. Waxing reduced changes in firmness, total soluble solids and total acidity.

Keywords: Palm stearin, carnauba wax, wax emulsion, rambutans, carrots

---

[1] สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตำบลทุ่งใหญ่ อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80240

[1] Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-industry, Srivichai Ratchamangala University, Sub-district Thungyai, District Thungyai , Province Nakhon Si Thammarat 80240, Thailand

[2] สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตำบลทุ่งใหญ่ อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80240

[2] Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-industry, Srivichai Ratchamangala University, Sub-district Thungyai, District Thungyai, Province Nakhon Si Thammarat 80240, Thailand

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : jutamongkon@yahoo.com

การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10 “ราชมงคลขับเคลื่อนนวัตกรรมก้าวไกลสู่ Thailand 4.0”

บทนำ

ประเทศไทยมีผักและผลไม้สดมากมายหลายชนิดในปริมาณมากพอที่จะส่งขายอาเซียนได้ ปริมาณผักส่งออก 87 ตัน มูลค่า 1,425 ล้านบาท ปริมาณผลไม้ส่งออก 605 ตัน มูลค่า 12,967 ล้านบาท พ.ศ. 2557 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ,2558) แต่มีการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว ดังนั้นการปฏิบัติการหลังเก็บเกี่ยวที่ถูกต้องเป็นสิ่งจำเป็นที่ช่วยลดการสูญเสียและทำให้ผักและผลไม้สด มีสีสวยเป็นที่ดึงดูดใจของผู้บริโภคเมื่อถึงจุดหมายปลายทางเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตผลอีกด้วย การให้ความเย็นในระหว่างการขนส่งเพียงอย่างเดียวมีข้อเสียคือทำให้ผลสุกผิดปกติและคุณภาพลดลง การเคลือบไขเป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเสริมการใช้ห้องเย็นซึ่งช่วยยืดอายุการเก็บรักษา ป้องกันการคายน้ำและทำให้ลักษณะปรากฏดึงดูดใจผู้บริโภคอีกด้วย

ในประเทศจีนเมื่อศตวรรษที่ 12 และ 13 การเคลือบไขช่วยชะลอการแห้งของผลไม้รสเปรี้ยว ไขพาราฟินร้อนใช้เคลือบผลไม้รสเปรี้ยวในประเทศอเมริกาในปี ค.ศ.1930 และไขคาร์นูบาและอิมัลชันน้ำมันในน้ำ (O/W)ใช้เคลือบผักผลไม้สดตั้งแต่ ค.ศ. 1950 มีความพยายามที่จะใช้น้ำมันพืชและไขพืชจากธรรมชาติแทนการใช้ไขจากปิโตรเลียมและจากสัตว์ เพราะส่งผลต่อสุขภาพผู้บริโภคและเป็นแหล่งวัตถุดิบใหม่ (Baldwin และคณะ,1997) นอกจากนี้มีการทดลองผลิตอิมัลชันโพลีแซคคาไรด์ผสมน้ำมันถั่วเหลืองเคลือบมะนาวและเลมอนยืดอายุการเก็บรักษา (John, 1994)ผลของการเคลือบแครอทจะให้สีแดงเข้ม กำจัดลักษณะสีเทาและรอยแตกของแครอท(Platenius, 1939) เมื่อศึกษาผลของการเคลือบผิวพบว่าผลเงาะที่เคลือบด้วย sucrose fatty acid ester ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ การเกิดสีน้ำตาลของขนและการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกเงาะได้ดีที่สุด มีอายุการเก็บรักษา 11 วัน(สมัครและนพรัตน์, 2558)เมื่อเคลือบผิวเงาะโรงเรียนด้วย sucrose fatty acidester: M-1695, P-1670 และ S-1670 ที่ความเข้มข้น 3,000 ppm เก็บที่อุณหภูมิ 2 ± 1°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเงาะไม่เคลือบผิวมีอายุการเก็บนาน 8-10 วัน ส่วนเงาะเคลือบผิวมีอายุการเก็บ 12 วัน เงาะเคลือบผิวที่ M-1695 มีคุณภาพดีที่สุดทั้งภายในและภายนอก เงาะเคลือบผิวทั้งสามชนิดมีอัตราการผลิตเอทธิลีน การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนสีและกลิ่นรสลดลง (Srilaong และคณะ, 1998)และที่เคลือบผิวด้วยสาร Sucrose fatty acid ester (M1695) ความเข้มข้นร้อยละ 0.1, 0.3, 0.5 และ 0.7 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสพบว่าทุกความเข้มข้นมีผลต่อการชะลอการเสื่อมสภาพของผลเงาะได้ดีกว่าผลเงาะที่ไม่ได้เคลือบผิว โดยลดการสูญเสียน้ำหนัก อัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีนและชะลอการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือก แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ โดยมีอายุการเก็บรักษานาน 12 วัน(Laddawan , 2006)

ดังนั้นการผลิตอิมัลชันไขปาล์ม และอิมัลชันไขปาล์มผสมคาร์นูบาที่เหมาะสมเพื่อเคลือบผักและผลไม้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาจึงเป็นการเพิ่มมูลค่าปาล์มที่เป็นพืชเศรษฐกิจมาทดแทนไขจากสัตว์ เช่น ขี้ผึ้งหรือน้ำมันถั่วเหลือง เป็นต้น วัตถุประสงค์การทดลองนี้ศึกษาพฤติกรรมการเก็บรักษาเงาะและแครอทเคลือบอิมัลชันไขที่ผลิตขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เตรียมอิมัลชันไขคาร์นูบา (CW) ตามสูตรและวิธีของ Warth (1956) ที่เป็นสูตรอิมัลชันไขมาตรฐาน ประกอบด้วย ไขคาร์นูบา 121 กรัม กรดโอเลอิก 37 กรัม ไตรเอทธาโนลามีน 22กรัม น้ำ 56 กรัมและ ไขพาราฟิน 48 กรัม จากนั้นให้เตรียมอิมัลชัน ไขผสมปาล์มกับคาร์นูบา (CP) ในอัตราส่วน 50:50 ที่อัตราส่วนของไตรเอทธาโนลามีนต่อกรดโอเลอิกโดยน้ำหนัก คือ 28 : 43 และเตรียมอิมัลชันไขปาล์ม (PS) โดยใช้ไขปาล์ม 121 กรัม กรดโอเลอิก 42 กรัม ไตรเอทอาโนลามีน 28 กรัม น้ำ 56 กรัม และไขพาราฟิน 48 กรัม

2. เตรียมเงาะล้างทำความสะอาดด้วยเบนโนบิล 1000 ppm ผึ่งให้แห้ง แครอทล้างทำความสะอาดด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรด์ 20 ppm ผึ่งให้แห้ง นำเงาะและแครอทมาจุ่ม อิมัลชันไขที่เจือจางแล้วนำผักผลไม้ทั้งหมดมาวางบนตะแกรงผึ่งให้แห้งภายใต้พัดลม

3. ศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของผักและไม้เคลือบไข โดยนำเงาะและแครอทไปวางบนกะบะและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 98-100 เปอร์เซ็นต์ และ 29-32 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 40-70 เปอร์เซ็นต์ วางแผนการทดลองแบบ 3x5 factorial in CRD การทดลองประกอบด้วย 2 ปัจจัยคือ ชนิดและความเข้มข้นไข ดังนี้คือ

ทรีตเมนท์ที่ 1 ไม่เคลือบไข
ทรีตเมนท์ที่ 2 เคลือบด้วยอิมัลชันไข 4 เปอร์เซ็นต์
ทรีตเมนท์ที่ 3 เคลือบด้วยอิมัลชันไข 6 เปอร์เซ็นต์
ทรีตเมนท์ที่ 4 เคลือบด้วยอิมัลชันไข 8 เปอร์เซ็นต์
ทรีตเมนท์ที่ 5 เคลือบด้วยอิมัลชันไข 10 เปอร์เซ็นต์

4. การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ สี และการเหี่ยวลงของตัวอย่างผักผลไม้ที่เคลือบไขและไม่เคลือบไขที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

5. การสูญเสียน้ำหนัก แบ่งเงาะมาทรีตเม็นท์ละ 2 ซ้ำ ๆ ละ 4 ผลและแครอทมาชั่งน้ำหนักทรีตเม็นท์ละ 2 ซ้ำ ๆละ 2 ผล ชั่งน้ำหนักเงาะทุก 2 6 8 และ 10 วัน และชั่งแครอททุก 1 3 5 และ 7 วัน

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสีย} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา- น้ำหนักหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$$

6. การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ แบ่งแครอทมาทำทรีตเม็นท์ละ 2 ซ้ำ ๆละ 2 ผล แครอทจะวัดที่บริเวณกึ่งกลางทั้ง 2 ข้าง ๆ ละ 2 จุดห่างกัน ปอกเปลือกก่อนวัดด้วย Effegi เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร หน่วยเป็นกิโลกรัมในวันที่ 2, 4, 6, และ 8 วัน

7. ปริมาณกรดทั้งหมด แบ่งเงาะมา 2 ซ้ำ ๆ ละ 4 ผลคั้นน้ำและกรองด้วยผ้าขาวบางและวัดปริมาณกรดทั้งหมด

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดซิตริก} = \frac{\text{NaOH(N) x ปริมาตร(ml) x 0.06404}}{\text{ปริมาณน้ำคั้น(ml)}} \times 100$$

8. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด แบ่งแครอทมาทำ 2 ซ้ำ ๆ ละ 2 ผล ส่วนเงาะแบ่งมา 2 ซ้ำ ๆ ละ 4 ผลมาคั้นน้ำกรองด้วยผ้าขาวบางและวัดด้วยเครื่องรีแฟรกโตมิเตอร์

ผลและวิจารณ์ผล

1. การเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏ

ลักษณะปรากฏเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเงาะไม่เคลือบไขและเคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มความเข้มข้นไขต่างกันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ เปอร์เซ็นต์ พบว่าเงาะที่ไม่เคลือบไขมีสีแดงทึบและเหี่ยวสูญเสียน้ำหนักไป 14.15 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ผลเคลือบไขความเข้มข้นไข 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์คงเป็นสีแดง สูญเสียน้ำหนัก 9.55 และ 9.30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนผลเคลือบไขความเข้มข้นไข 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์คงเป็นเป็นสีแดงสูญเสียน้ำหนักไป 7.30 และ 5.05 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 8 ตามลำดับ เงาะที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขผสมปาล์มกับคาร์นูบาและไขคาร์นูบาให้ผลลักษณะเดียวกันและสอดคล้องกับผลการทดลองของ Mendoza และคณะ(1972) ซึ่งพบว่าการเคลือบผิวเงาะที่ความเข้มข้นไขสูงขึ้นสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าที่ความเข้มข้นไขต่ำและไม่เคลือบไข

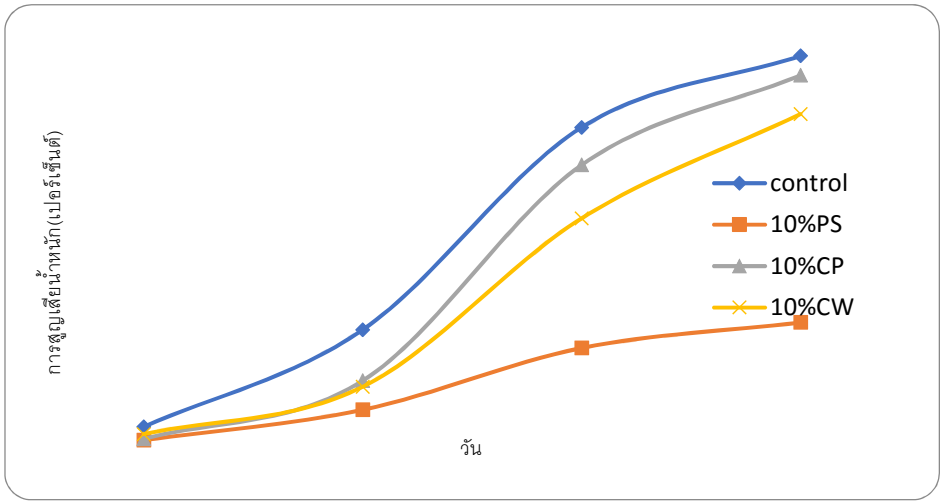
ลักษณะปรากฏเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแครอทไม่เคลือบไขและเคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มความเข้มข้นไขต่างกันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29-32°ซ.ความชื้นสัมพัทธ์ 40-70 เปอร์เซ็นต์นาน 12 วัน พบว่าแครอทเคลือบไขมีสีไม่แตกต่างกับไม่เคลือบไข สอดคล้องกับ Platenius (1939) ที่กล่าวว่าการเคลือบไขแครอทคงสีแดงไว้ได้ดี แครอทที่ไม่เคลือบไขและเคลือบไขไม่เห็นอาการเหี่ยวเฉาชัดเจนซึ่งแครอทที่ไม่เคลือบไขสูญเสียน้ำหนักไป 44.14 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 7 ขณะที่แครอทเคลือบไขความเข้มข้นไข 4, 6, 8 และ10 เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักไป 22.67, 19.27, 17.70 และ 16.20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แครอทที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขคาร์นูบาและไขผสมปาล์มกับคาร์นูบาให้ผลในลักษณะเดียวกัน

การเคลือบไขช่วยชะลอการเปลี่ยนสีเขียวป้องกันการเหี่ยวเฉาและที่ความเข้มข้นมากขึ้นชะลอการเปลี่ยนสีนานมากขึ้นในเงาะ เนื่องจากการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนน้อยลงทำให้เกิดออกซิเดชันของคลอโรฟิลล์น้อยลง(Wills และคณะ, 1981)และทำให้เอททิลีนที่ช่วยเสริมให้มีการยอ่ยสลายของคลอโรฟิลล์ระหว่างการสุกน้อยลง(Watada, 1986)สอดคล้องกับที่ Trout และคณะ (1952) ซึ่งพบว่าการเคลือบไขแอปเปิลช่วยชะลอการเปลี่ยนสี โดยพบว่าภายในผลมีก๊าซออกซิเจนปริมาณน้อยกว่าไม่เคลือบไข แต่อิมัลชันไขทั้ง 3 สูตรที่ทุกระดับความเข้มข้นไขไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของแครอท

2. การสูญเสียน้ำหนัก

การสูญเสียน้ำหนักของเงาะที่ไม่เคลือบไขและเคลือบไขเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ พบว่ามีแนวโน้มสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา เงาะไม่เคลือบไขสูญเสียน้ำหนัก 14.15 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 8 มากกว่าเงาะที่เคลือบไขที่ทุกระดับความเข้มข้นไข เงาะที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มและไขผสมปาล์มกับคาร์นูบา 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักมากกว่าที่ 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเงาะที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขคาร์นูบาที่ความเข้มข้นไข 4 เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักมากกว่าที่ 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์

เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเงาะที่ไม่เคลือบไขกับเคลือบไข, ที่ความเข้มข้นไข 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์เทียบกับ 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ อิมัลชันไขคาร์นูบาและไขผสมปาล์มกับคาร์นูบาเทียบกับอิมัลชันไขปาล์ม($P \leq 0.05$) ดังตารางที่ 1 และเมื่อเปรียบเทียบสูตรอิมัลชันไขทั้ง 3 ที่ความเข้มข้นไขที่สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดเป็นดังนี้คือ ผลที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์ม ไขผสมปาล์มกับคาร์นูบาและไขคาร์นูบาที่ความเข้มข้นไข 10 เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนัก 6.10, 14.7 และ 16.25 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 10 ตามลำดับดังภาพที่ 1 ดังนั้นควรเลือกอิมัลชันไขปาล์มความเข้มข้นไข 10 เปอร์เซ็นต์เคลือบเงาะซึ่งจะมีความหนาของฟิล์มไขมากจึงป้องกันการสูญเสียน้ำได้ดีที่สุด (Claypool และ King, 1941)



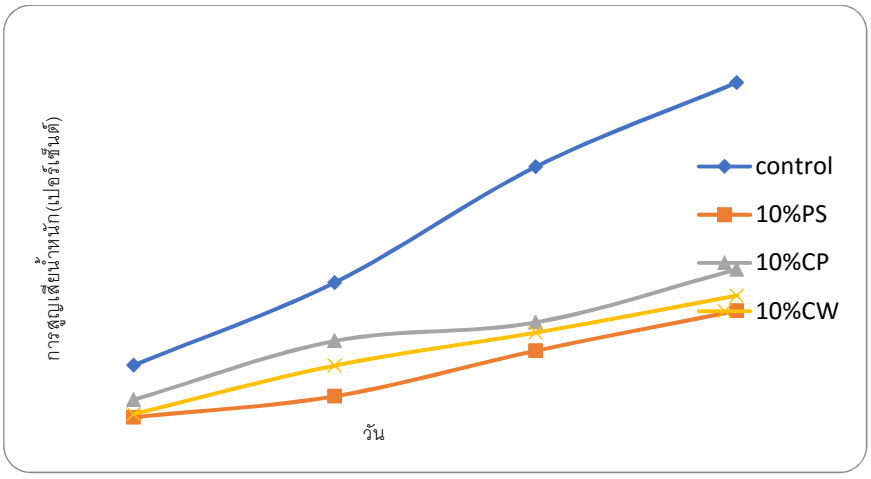
ภาพที่ 1 เปรียบเทียบอิมัลชันไข 3 สูตรที่ความเข้มข้นไขต่างกันที่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักเงาะน้อยที่สุดเก็บที่อุณหภูมิ 4 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 98-100 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1 เงาะเคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์ม อิมัลชันไขคาร์นูบา และอิมัลชันไขผสมปาล์มกับคาร์นูบาเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 98– 100 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 วัน

อิมัลชันไข	การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (องศาบริกซ์)	ปริมาณกรดทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)
ไขปาล์ม	13.90[b]	17.50[a]	0.40[a]
ไขคาร์นูบา	16.74[a]	16.50[b]	0.34[c]
ไขผสมปาล์มและคาร์นูบา	16.13[a]	16.70[b]	0.36[b]
ความเข้มข้นไข (เปอร์เซ็นต์)			
ไม่เคลือบไข	17.10[a]	16.00[d]	0.500[a]
4	16.28[ba]	16.50[c]	0.266[d]
6	15.83[b]	17.00[b]	0.333[c]
8	13.90[c]	17.33[ab]	0.333[c]
10	12.35[d]	17.66[a]	0.400[b]

การสูญเสียน้ำหนักของแครอทไม่เคลือบไขและเคลือบไขเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29-32°ซ พบว่ามีแนวโน้มสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา แครอทไม่เคลือบไขสูญเสียน้ำหนักถึง 44.1 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 7 มากกว่าแครอทที่เคลือบไขทุกระดับความเข้มข้นไข แครอทที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มความเข้มข้นไขเพิ่มขึ้นสูญเสียน้ำหนักน้อยลง อิมัลชันไขผสมปาล์มกับคาร์นูบาที่ความเข้มข้นไข 4, 6 และ 10 เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักมากกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ อิมัลชันไขคาร์นูบาที่ความเข้มข้นไข 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักมากกว่า 4 และ 10 เปอร์เซ็นต์

เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างแครอทไม่เคลือบไขเทียบกับเคลือบไขที่ทุกความเข้มข้นไข($P\leq0.05$)แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างอิมัลชันไขทั้ง 3 สูตร($P>0.05$) ดังตารางที่ 2 และเมื่อเปรียบเทียบสูตรอิมัลชันไขทั้ง 3 ที่ความเข้มข้นไขซึ่งสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดดังภาพ 2 ดังนี้คือ แครอทที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มและอิมัลชันไขคาร์นูบาความเข้มข้นไข 10 เปอร์เซ็นต์ สูญเสียน้ำหนัก 16.20 และ 21.25 เปอร์เซ็นต์ แครอทที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขผสมปาล์มกับคาร์นูบาความเข้มข้นไข 8 เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนัก 18.05 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 7 จะเห็นได้ว่าแครอทที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด เพราะอิมัลชันไขคาร์นูบาและไขผสมปาล์มกับคาร์นูบาเคลือบได้ไม่ทั่วผิวหน้าแครอทที่มีผิวหน้าไม่เรียบและมีคอร์ค (Claypool และ King, 1941) ทำให้น้ำซึมผ่านคิวติเคิลและคอร์คได้ดีกว่าสูญเสียน้ำหนักมากกว่า ดังนั้นควรเลือกอิมัลชันไขปาล์มความเข้มข้นไข 10 เปอร์เซ็นต์เคลือบแครอทจึงป้องกันการสูญเสียน้ำหนักได้ดีที่สุด



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบอิมัลชันไข 3 สูตรที่ความเข้มข้นไขต่างกันที่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักแครอทน้อยที่สุดเก็บที่อุณหภูมิ 29-32 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 40-70 เปอร์เซ็นต์

3. การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดและปริมาณกรดทั้งหมด

เงาะไม่เคลือบไขจะมีปริมาณของแข็งลดลงจาก 20 องศาบริกซ์ เป็น 16 องศาบริกซ์ ส่วนเงาะที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขทั้ง 3 สูตร จะมีค่าลดลงเล็กน้อย เงาะที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มที่ระดับความเข้มข้นไข 10 เปอร์เซ็นต์จะลดลงน้อยที่สุดจาก 20.0 เป็น 19.0 องศาบริกซ์ สอดคล้องกับสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดด้วย เงาะเป็น non- climateric ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาล(Will และคณะ, 1981) จึงมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดของเงาะเคลือบอิมัลชันไขทั้งสามชนิดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างอิมัลชันไขปาล์มเทียบกับไขคาร์นูบาและไขผสมคาร์นูบากับปาล์ม แต่ที่ระดับความเข้มข้นไข 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($P>0.05$) ดังตารางที่ 1 เงาะที่เคลือบและไม่เคลือบไขมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดไม่แตกต่างกัน เงาะที่ไม่เคลือบไขปริมาณกรดเพิ่มขึ้นจาก 0.2 เปอร์เซ็นต์เป็น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเงาะที่เคลือบอิมัลชันไขทั้ง 3 สูตร ปริมาณกรดจะเพิ่มจาก 0.2 เปอร์เซ็นต์เป็น 0.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อรับประทานรสชาติจะเหมือนเดิมไม่มีรสเปรี้ยว

ปริมาณของแข็งทั้งหมดของแครอทที่เคลือบอิมัลชันทั้ง 3 สูตร และไม่เคลือบไขจะเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา แครอทที่ไม่เคลือบไขจะมีปริมาณของแข็งจะเพิ่มจาก 8.05 เป็น 17.17 องศาบริกซ์ ส่วนแครอทที่เคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มที่ระดับความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์เพิ่มจาก 8 องศาบริกซ์ เป็น 8.05 องศาบริกซ์ สอดคล้องกับเมื่อเคลือบอิมัลชันไขปาล์ม 10 เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด และมีปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้นต่ำที่สุด แครอทเป็น non-climateric ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาล(Will และคณะ, 1981)จึงมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดของแครอทเคลือบอิมัลชันไขทั้งสามชนิดพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P\leq0.05$) แต่ที่ระดับความเข้มข้นไข 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($P>0.05$) ดังตารางที่ 2

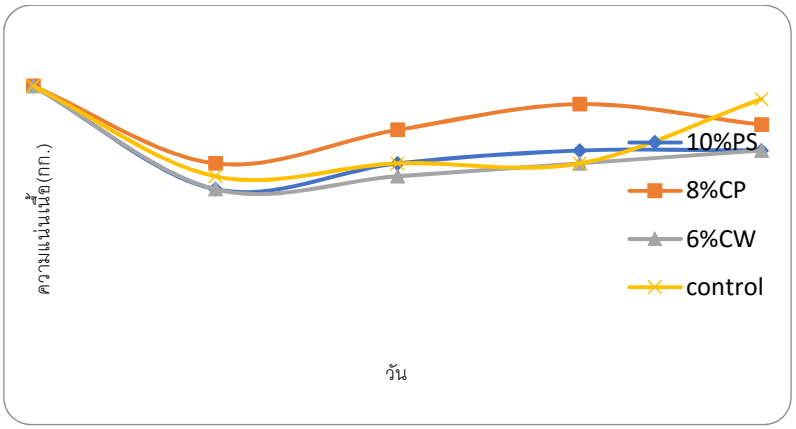
ตารางที่ 2 แครอทเคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์ม อิมัลชันไขคาร์นูบา และอิมัลชันไขผสมปาล์มและคาร์นูบาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 29-32°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 40-70 เปอร์เซ็นต์นาน 8 วัน

อิมัลชันไข	สูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)	ความแน่นเนื้อ (กิโลกรัม)	ปริมาณของแข็งทั้งหมด (องศาบริกซ์)
ไขปาล์ม	24.00[b]	9.23[b]	9.20[c]
ไขคาร์นูบา	28.35[a]	10.17[a]	11.00[a]
ไขผสมปาล์มกับคาร์นูบา	27.49[a]	10.33[a]	10.20[b]
ความเข้มข้นไข (เปอร์เซ็นต์)			
ไม่เคลือบไข	44.14[a]	11.50[a]	11.17[a]
4	25.85[b]	11.17[c]	10.50[b]
6	21.42[bc]	9.45[b]	9.33[c]
8	20.70[bc]	10.06[bc]	9.33[c]
10	18.50[c]	9.35[c]	10.00[bc]

4. การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของแครอทดังนี้คือแครอทเริ่มต้นมีความแน่นเนื้อ 12 กิโลกรัม เมื่อสูญเสียน้ำจะทำให้ความแน่นเนื้อลดลง ค่าที่วัดได้จะลดลงและเมื่อสูญเสียน้ำมากขึ้นทำให้เนื้อเหนียวมาก วัดได้ค่าความแน่นเนื้อมากขึ้นอีกครั้ง ดังนั้นแครอทที่รักษาความแน่นเนื้อได้นานที่สุดจะมีค่าความแน่นเนื้อลดลงน้อยและนานที่สุด(ก่อนเพิ่มขึ้นอีกครั้ง) จึงดีที่สุด แครอทที่ไม่เคลือบไขในวันที่ 8 มีค่าความแน่นเนื้อ 11.5 กิโลกรัม อิมัลชันไขปาล์มความเข้มข้นไข 10 เปอร์เซ็นต์มีค่าความแน่นเนื้อ 8.5 กิโลกรัม อิมัลชันไขผสมปาล์มกับคาร์นูบาความเข้มข้นไข 8 เปอร์เซ็นต์มีค่าความแน่นเนื้อเป็น 10.5 กิโลกรัม แครอทเคลือบด้วยอิมัลชันไขคาร์นูบาที่ความเข้มข้นไข 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์มีค่าความแน่นเนื้อเป็น 9.5 กิโลกรัม แต่ควรเลือกความเข้มข้นไข 6 เปอร์เซ็นต์เพราะประหยัดไขได้มากแต่รักษาความแน่นเนื้อได้ดีเหมือนกัน

เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างแครอทไม่เคลือบไขกับเคลือบไขความเข้มข้นไขและสูตรอิมัลชันไข($P>0.01$) และเมื่อเปรียบเทียบอิมัลชันไขทั้ง 3 สูตรที่ความเข้มข้นไขเก็บรักษาความแน่นเนื้อได้นานที่สุดดังภาพที่ 3 พบว่า แครอทเคลือบอิมัลชันไขปาล์มความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ให้ค่าความแน่นเนื้อ 8.5 กิโลกรัม เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 8 วัน มีความแน่นเนื้อสูงและรักษาความแน่นเนื้อได้นานกว่าอิมัลชันไขอีกสองสูตร



ภาพที่ 3 ความแน่นเนื้อของแครอทเคลือบด้วยอิมัลชันไขความเข้มข้นต่างกันที่อุณหภูมิ 29-32 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 40-70 เปอร์เซ็นต์

สรุปผลการวิจัย

การเปลี่ยนแปลงของเงาะและแครอทเคลือบด้วยอิมัลชันไขทั้ง 3 สูตรมีผลต่อการลดการสูญเสียน้ำหนักอย่างเด่นชัด เงาะเคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มความเข้มข้นไข 10 เปอร์เซ็นต์ สูญเสียน้ำหนัก 6.10 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับไม่เคลือบไขสูญเสียน้ำหนัก 17.10 เปอร์เซ็นต์เมื่อเก็บไว้ 10 วันที่อุณหภูมิ 4 °ซ แครอทเคลือบด้วยอิมัลชันไขปาล์มเข้มข้นไข 8 เปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนัก 16.20 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับไม่เคลือบไขสูญเสียน้ำหนัก 44.14 เปอร์เซ็นต์เมื่อเก็บไว้ 8 วันที่อุณหภูมิ 29-32 °ซ การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ปริมาณกรดทั้งหมดของเงาะและแครอทเคลือบไขน้อยกว่าที่ไม่เคลือบไข

เอกสารอ้างอิง

สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. 2558 .Report monitoring the situation of agricultural trade under AFTA and FTA for the year.

Baldwin, E.A., M.O. Nisperos, P.D. Hagenmaies and R.A. Baker. 1997. Use of lipid in coating for food products. **Food Technol**. 51 : 56-63.

Claypool, L. L. and J.R. King. 1941. Fruit waxing in relation to character of cover. **Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.** 38: 261-265.

John, M.K., E.A. Baldwin and M.N., Carriedo. 1994. **Edible Coatings and Films to Improve Food Quality**. Technomic Publshing Co., Inc.

Laddawan Kaosa-ard 2006. **Effects of Anti-transpirant and Surface Coating on Quality and Storage Life of Rambutan cv.Tong Muang Trad** Master of Science (Postharvest Technology), Faculty of School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi. 124 p.

Mendoza, D.B., E.B. Pantastico and F.B. Javier. 1972. Storage and handling of rambutan (**Nephelium lappaceum** L.). **The Philippines Agriculturist**. 55:322-332.

Platenius, H. 1939. Wax Emulsions for Vegetables. Cornell Univ. **Agric. Ep. Sta. Bull**. No. 723.

Srilaong V., S. Kanlayanarat, H. Gemma. 1998. Effect of sucrose fatty acid ester on quality and storage life of rambutan cv. rong-rein. The Symposium and 1998 Spring Meeting of **Japanese Society for Horticultural** S**cience in Commenoration of the 75th Anniversary,Japan** PP.325.

Samak Kaewsuksaeng and Nopparat Tatmala. 2558. Color change and effect of coating with sucrose fatty acid ester on postharvest quality and storage life on off-season rambutan cv. Rongrian KHON KAEN AGR. J. 43 SUPPL. 1 : (2015).

Trout, S.A., E.G. Hall and S.M. Sykes. 1952. Effect of skin coating on the behavior of apples in storage**. Aust. J. Agric. Res**. 4:57-81.

Watada, A.E. 1986. Effect of ethylene on the quality of fruits and vegetables. **Food Technol.** 40(5) :82-85.

Wills R.B.H., T.H. Lee, D. Graham, W.B. McGlassom and E.G. Hall. 1981. **Postharvest: An introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables**. New South Wales University Press,New South Wales.101 p.

Warth, A. H. 1956**. The chemistry and technology wax** 2nd edition.Reinhold Publishing Corp. New York. 1-940 p.

ปริมาณความเข้มข้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จ

The Concentration of Karanda for Prepared Sauces

บุษยมาลี ถนนทิพย์[1*] ดนุสรณ์ โอนหอม[1] และ ศิรดา พุ่มพยุง[2]

Budsayamalee Tanontip [1*], Dnusorn Onhom [1] and Sirada Poompayung [1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณความเข้มข้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เหมาะสม คุณภาพ และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยทดลองจากตำรับซอสผัดไทย 3 ตำรับ เพื่อหาตำรับที่ผู้บริโภคยอมรับ นำมาศึกษาปริมาณเนื้อมะม่วงหาวมะนาวโห่ทดแทนน้ำมะขามเปียก 3 ระดับ คือ ร้อยละ 50 60 และ 70 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete block Design, RCBD) นำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) นำผลมาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test, (DMRT) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ นำผลที่ได้มาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

จากการศึกษา ปริมาณเนื้อมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ใช้ทดแทนน้ำมะขามเปียกที่ระดับร้อยละ 70 มีคะแนนค่าเฉลี่ยมากที่สุด นำมาวิเคราะห์ ความแปรปรวน เปรียบเทียบความแตกต่างพบว่าด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ศึกษาการยอมรับ ของผู้บริโภคอยู่ที่ระดับความชอบปานกลางถึงชอบมากและผู้บริโภคให้การยอมรับที่ร้อยละ 98.0

คุณลักษณะทางกายภาพของปริมาณเนื้อมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ใช้ทดแทนน้ำมะขามเปียกทั้งหมด พบว่า มีค่าสี คือ ค่า Hue เท่ากับ 10 PR ค่า Value เท่ากับ 3 ค่า Chroma เท่ากับ 4 คุณค่าทางโภชนาการ พบว่า พลังงาน 277 กิโลแคลอรี่ มีคาร์โบไฮเดรต 68.3 ไขมัน 0.44 กรัม ความชื้น 26.9 กรัม ใยอาหาร 1.74 กรัม เถ้า 4.36 กรัมและมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.64 ต่อตัวอย่าง

คำสำคัญ : ซอสปรุงสำเร็จ, มะม่วงหาวมะนาวโห่

ABSTRACT

The study of concentration karanda in prepared saucesis to study the proper quantity of the Karanda fruit in the product, the quality in the product's processed the consumers' acceptance (Consumer Test) for Karanda sauce ready to cooked. The processed products are Experiments from 3. To get the Pad Thai sauce accepted by the consumer. And to study quantity of the Karanda fruit Substitute Tamarind juice 3 levels at 50, 60 and 70%. The product has been tested by Randomized Complete Block Design (RCBD) method. The process was consisted with offering a tasting and evaluated in color, smell, taste, Texture and overall satisfaction by giving 9point Hedonic scale. Analytical results Difference of mean by Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) by an instant statistical analysis software. and The results of the study on consumer acceptance.

The results to studies, it has been found that, Pad Thai sauce The most accepted is first recipe Pad Thai sauce and Karanda fruit substitutes in products, The most accepted is levels at 70 %. Analysis of Variance descriptive statistics is DMRT This process consists of tasting and evaluation by color, taste, flavor and overall satisfaction And has been compared the difference of average means at 95%trustiness And from the acceptance study. the consumers' acceptance for Karanda sauce ready to cooked at the medium to maximum satisfaction at 98.0 %.

Keyword : prepared sauces, Karonda fruit

---

[1] สาขา.อุตสาหกรรมการบริการอาหาร คณะเทคโนโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ .168 ถ.ศรีอยุธยา แขวง วชิรพยาบาล เขต ดุสิต .. จังหวัด.กรุงเทพฯ.... 10300

[1] Department of Food Service Industry, Faculty of Home Economics of Technology , University rajamangala university of technology phra nakhon , 168- Thanon Si Ayutthaya Khwaeng Wachira Phayaban, Khet Dusit, Province Bangkok 10300, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : jamink1123@gmail.com

บทนำ

ปัจจุบันคนในชุมชนมีการรวมกลุ่มทำการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนหรือสินค้า OTOP ซึ่งเป็นการพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรที่มีอยู่ในท้องถิ่นทำให้ชุมชนมีรายได้ คนในชุมชนมีงานทำ มีเงินหมุนเวียนในชุมชน เป็นการกระจายรายได้ให้ทุกครอบครัวในชุมชนอีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้คนในชุมชนประกอบอาชีพอย่างสุจริต ทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตผลทางการเกษตรแบบยั่งยืน สอดคล้องตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ยุทธศาสตร์ที่ 2 การสร้างความเป็นธรรมและลดความเหลื่อมล้ำในสังคม ซึ่งตรงกับเป้าหมายที่ 3 เพิ่มศักยภาพชุมชนและเศรษฐกิจฐานรากให้มีความเข้มแข็ง เพื่อให้ชุมชนพึ่งพาตนเองได้และรับส่วนแบ่งผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจมากขึ้น และส่งเสริมให้เกิดชุมชนแห่งการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิจัย และการถ่ายทอด องค์ความรู้ในชุมชนเพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาในพื้นที่และการต่อยอด องค์ความรู้ไปสู่เชิงพาณิชย์ ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสร้างการจัดการความรู้ในชุมชน (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2559) อีกทั้งผลักดันให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางของเอเชียในการผลิตนวัตกรรม อาหารและสินค้าเกษตรแปรรูปที่มีมูลค่าเพิ่มจากการวิจัยและพัฒนา รวมทั้งส่งเสริมการเชื่อมโยงธุรกิจเพื่อ สร้างและพัฒนาเครือข่ายของคลัสเตอร์อุตสาหกรรมเกษตรแปรรูปและอาหาร ส่งเสริมการผลิตสินค้าเกษตรตามความเหมาะสมของพื้นที่ให้เกิดความสมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทาน ลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

มะม่วงหาวมะนาวโห่หรือหนามขี้แฮดเป็นผลไม้พื้นบ้านไทยชนิดหนึ่ง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า **Carissa carandas** L. อยู่ในวงศ์ Apocynaceae มีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายมากมาย ผลสุกสีม่วง เข้ม ประกอบด้วยสารกลุ่มแอนโทไซยานิน มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (จุฑามาศ, ทานตะวัน และศิริพร, 2556) และเป็นโภชนาเภสัช (nutraceutical) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเป็นผลจากการมีสารประกอบฟีนอลิกและ กรดแอสคอบิก (Sarma**(et.al,)**2015) มะม่วงหาวมะนาวโห่ ได้รับความสนใจจากผู้ที่รักสุขภาพเป็นอย่างมากเนื่องจากคุณสมบัติที่สำคัญดังกล่าว จึงทำให้ผลไม้พื้นบ้านชนิดนี้ได้รับความนิยม หาซื้อมารับประทาน ตลอดจนหามาปลูกไว้เป็นไม้ประดับภายในบริเวณบ้านอีกด้วย (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการเสริมสุขภาพ, 2560) ปัจจุบันได้มีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผลม่วงหาวมะนาวโห่ให้มีความหลากหลายมากขึ้น เช่น เยลลี่ น้ำพร้อมดื่ม ไอศกรีม แยม น้ำผลไม้เข้มข้น เป็นต้น ส่วนมาก แปรรูปประเภทของหวานและเครื่องดื่ม ล้วนเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถเป็นที่ต้องการและยอมรับของผู้บริโภคได้เป็นอย่างดี

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาปริมาณความเข้มข้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จ

เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จจากมะม่วงหาวมะนาวโห่

เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จจากมะม่วงหาวมะนาวโห่

วิธีดำเนินการวิจัย

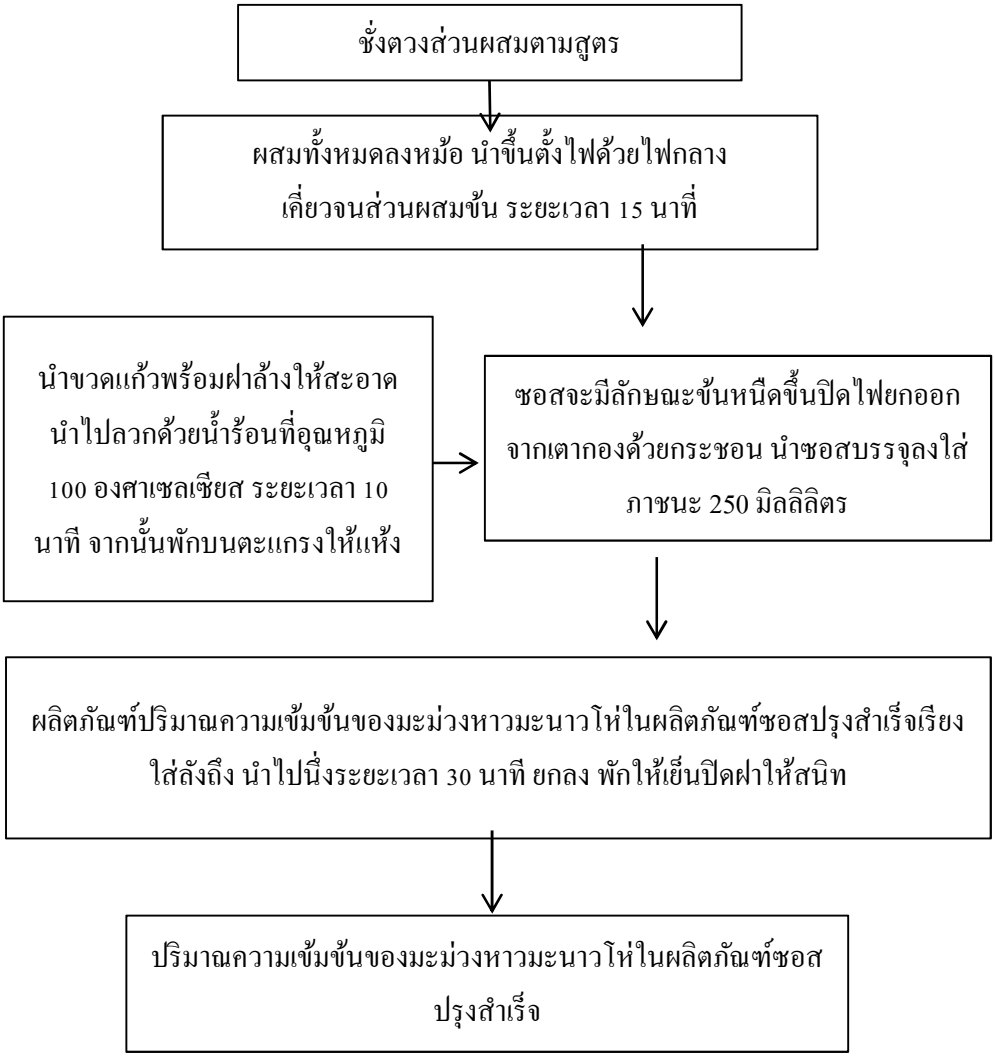
1. การศึกษาปริมาณความเข้มข้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จ

1.1 การศึกษาตำรับพื้นฐาน

การทดลองในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาตำรับพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ซอสผัดไทย จำนวน 3 ตำรับ ดังแสดงตารางที่ 1 เพื่อคัดเลือกตำรับที่มีคุณลักษณะที่ดี และนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) และความชอบโดยรวม

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณส่วนผสมตำรับพื้นฐานของซอสผัดไทย

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)		
	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่3
น้ำมะขามเปียก	41.49	16.07	38.80
น้ำตาลมะพร้าว	22.41	35.71	42.76
น้ำตาลทราย	15.35	-	4.35
น้ำปลา	20.75	16.07	9.50
น้ำส้มสายชู	-	-	3.96
น้ำสะอาด	-	10.72	-
ซอสพริก	-	21.43	-
เกลือ	-	-	0.63
ที่มา	แพรวพรรณ, (ม.ป.ป.)	สี่ลานโพธิ์, (2554)	กมลพิพัฒน์, (2557)



แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการทำซอสมะม่วงหาวมะนาวโห่ในผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จ

1.2 ศึกษาระดับความเข้มข้นของมะม่วงม่วงหาวมะนาวโห่

นำตำรับที่ผ่านการยอมรับ ดำเนินการศึกษาระดับความเข้มข้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อน้ำ 3 ระดับ คือ 50:50 60:40 70:30 ได้เป็นน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่เข้มข้น นำไปทดแทนปริมาณทั้งหมดของน้ำมะขามเปียก

2. การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จที่มีมะม่วงหาวมะนาวโห่

นำตำรับซอสมะม่วงหาวมะนาวโห่ทดแทนน้ำมะขามเปียกในผลิตภัณฑ์ซอสผัดไทยที่เหมาะสมจากข้อที่ 1 มาตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมี

2.1 ตรวจสอบคุณลักษณะทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จที่มีมะม่วงหาวมะนาวโห่

2.1.1 การวัดค่าสีโดยใช้ The munsell book of color เพื่อหาค่าสี

2.1.2 การวัดหาค่าความหวานโดยใช้เครื่อง refractometer (Brix)

2.2 ตรวจสอบคุณลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จที่มีมะม่วงหาวมะนาวโห่

2.2.1) พลังงาน วิเคราะห์ตามวิธีการ AOAC (2012)

2.2.2) ค่าคาร์โบไฮเดรต วิเคราะห์ตามวิธีการ AOAC (2012)

2.2.3) โปรตีน วิเคราะห์ตามวิธีการ AOAC (2012)

2.2.4) ไขมัน วิเคราะห์ตามวิธีการ AOAC (2012)

2.2.5) ความชื้น วิเคราะห์ตามวิธีการ AOAC (2012)

2.2.6) ใยอาหาร วิเคราะห์ตามวิธีการ AOAC (2012)

2.2.7) ค่าเถ้า วิเคราะห์ตามวิธีการ AOAC (2012)

2.2.8) ค่าความเป็นกรดทั้งหมด วิเคราะห์ตามวิธีการ AOAC (2012)

3. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จที่มีมะม่วงหาวมะนาวโห่

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยทำการทดสอบแบบ (home use test) ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาภายในคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และกลุ่มครัวเรือน ที่เป็นบุคคลทั่วไป คนงานลูกจ้าง พนักงานเอกชน ข้าราชการ รัฐวิสาหกิจ และพ่อบ้านแม่บ้าน ในเขตอำเภอเมืองจังหวัดนนทบุรีบริเวณใกล้กับศาลาว่าการหลังเก่า จำนวนทั้งหมด 50 ครัวเรือน โดยให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (5 – point hedonic scal) (คะแนน 5 หมายถึง ชอบมากที่สุด คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากสุด) ทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากกฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

การประเมินคุณค่าทางประสาทสัมผัส

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized(Complete(block(Design, (RCBD) (สายชล, 2546) โดยศึกษาตำรับพื้นฐานของซอสผัดไทย 3 ตำรับ ด้วยวิธีชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-poin hedonic scale) (เพ็ญขวัญ, 2549) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 70 คน ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) และความชอบโดยรวม ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ สาขาวิชาอุตสาหกรรมการบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จากนั้นศึกษาระดับความเข้มข้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อน้ำ 3 ระดับ คือ 50:50 60:40 70:30 ในการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จ

การวิเคราะห์ผล

โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิเคราะห์ตามแผน (Randomized Complete Block Design, RCBD) (สายชล, 2546) ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ข้อมูลและอภิปรายผล

1. ปริมาณความเข้มข้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จ

1.1 การศึกษาตำรับพื้นฐาน

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซอสผัดไทยตำรับพื้นฐานทั้ง 3 ตำรับ มีคะแนนค่าเฉลี่ยความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) และความชอบโดยรวมของซอสผัดไทยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยตำรับที่ 3 เป็นตำรับพื้นฐานที่มีคะแนนมากที่สุดใน 4 ด้าน คือด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ย 7.13 6.84 7.10 และ 7.20 ตามลำดับ เนื่องจากมีความข้นหนืดมากและกลิ่นรสที่ดีตามคุณลักษณะมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนซอสผัด (สำนักงานมาตรฐานการผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2556) ผู้ศึกษาจึงคัดเลือกผลิตภัณฑ์ซอสผัดไทย ตำรับที่ 3 เป็นตำรับพื้นฐานที่จะนำไปทดลองในขั้นต่อไปโดยการใช้มะม่วงหาวมะนาวโห่ทดแทนน้ำมะขามเปียกทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จ

ตารางที่ 2 คะแนนค่าเฉลี่ยความชอบตำรับพื้นฐานของซอสผัดไทย 3 ตำรับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนค่าเฉลี่ยความชอบ		
	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3
ลักษณะที่ปรากฏ^{ns}	6.64±1.60	7.04±1.49	7.13±1.63
สี	6.36±1.81^{b}	7.16±1.53^{a}	6.94±1.45^{a}
กลิ่น	6.19±1.75^{b}	6.29±1.76^{b}	6.84±1.44^{a}
รสชาติ^{ns}	6.06±1.75	7.30±1.36	6.91±1.43
เนื้อสัมผัส^{ns} (ความข้นหนืด)	6.54±1.87	6.74±1.56	7.01±1.43
ความชอบโดยรวม^{ns}	6.69±1.66	7.01±1.49	7.20±1.20

หมายเหตุ : 1) a - b อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05
2) ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.2 ระดับความเข้มข้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เหมาะสม

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในปริมาณความเข้มข้นของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่เข้มข้นที่ใช้ทดแทนน้ำมะขามเปียกในผลิตภัณฑ์ซอสผัดไทย ร้อยละ 70 ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) และความชอบโดยรวม โดยมีคะแนนเฉลี่ย 8.00 7.83 7.56 7.89 7.70 และ 7.70 ตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 3 เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างทางสถิติพบว่า ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ในระดับ 0.05 และด้านกลิ่น ทั้ง 3 ตำรับ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากองค์ประกอกหลักของซอสประกอบไปด้วยผลมะม่วงหาวมะนาวโห่

ตารางที่ 3 คะแนนค่าเฉลี่ยความชอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่เข้มข้นที่ใช้แทนน้ำมะขามเปียกทั้งหมด ต่างกัน 3 ระดับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนค่าเฉลี่ยความชอบ		
	ร้อยละ 50	ร้อยละ 60	ร้อยละ 70
ลักษณะที่ปรากฏ	6.86±0.89[c]	7.37±1.04[b]	8.00±0.88[a]
สี	6.59±1.11[b]	7.56±1.11[a]	7.83±0.83[a]
กลิ่น[ns]	7.24±1.18	7.41±0.97	7.56±1.04
รสชาติ	7.24±1.27[b]	7.63±1.16[ab]	7.89±1.10[a]
เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด)	7.11±1.02[b]	7.53±1.07[a]	7.70±1.07[a]
ความชอบโดยรวม	7.06±1.06[b]	7.69±1.03[a]	7.70±1.07[a]

หมายเหตุ : 1) a-b และ c อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
2) ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จที่มีมะม่วงหาวมะนาวโห่ใน

2.1 คุณลักษณะทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จที่มีมะม่วงหาวมะนาวโห่

ปริมาณความเข้มข้นของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ในผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จ มีค่าสี คือ ค่า Hue เท่ากับ10 PR ค่า Value เท่ากับ 3 และค่า Chroma เท่ากับ 4 ดังตารางที่ 4 จึงทำให้มีลักษณะทางกายภาพ ด้านสี มีสีแดงม่วงของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ เนื่องจากมะม่วงหาวมะนาวโห่ระยะการสุกสีแดงเข้มถึงม่วงปริมาณของสารแอนโทไซน์ยานินเป็นสารสีม่วงแดงเป็นรงควัตถุใน กลุ่ม ฟลาโวนอยด์ที วชิราภรณ์ และคณะ, (2556) และการใช้มะม่วงหาวมะนาวโห่ทดแทนน้ำมะขามเปียกในผลิตภัณฑ์ซอสผัดไทยมีค่าความหวาน 70 °brix

ตารางที่ 4 คุณภาพทางกายภาพ (ค่าสี, ความหวาน) น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ในผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จ

คุณภาพทางกายภาพ	ค่าสี			ความหวาน (°Brix)
	Hue	Value	Chroma	
ซอสมะม่วงหาวมะนาวโห่ปรุงสำเร็จ	10 RP	3	4	70

หมายเหตุ : 1) Hue คือค่าเนื้อสี 2) Value คือ ค่าความสว่างของสี 3) Chroma คือ ค่าความสดใส / ความเข้มข้น

2.2 คุณลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จที่มีมะม่วงหาวมะนาวโห่

จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมีของซอสมะม่วงหาวมะนาวโห่ปรุงสำเร็จ พบว่า ปริมาณซอสต่อหน่วยบริโภค 100 กรัมให้พลังงาน 277 กิโลแคลอรี่ มีคาร์โบไฮเดรต 68.3 กรัม ไขมัน 0.44 กรัม ความชื้น 26.9 กรัม ใยอาหาร 1.74 กรัม เถ้า 4.36 ดังตารางที่ 5 และมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.64 กรัม สอดคล้องมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนซอสผัดไทยค่าความเป็นกรด-ด่าง ต้องไม่เกิน 4.5 (สำนักงานมาตรฐานการผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2556) ตรวจไม่พบโปรตีน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของ จิตติมา (2558) ได้กล่าวว่า การเสียสภาพของโปรตีนอาจเกิดจากกระบวนการผ่านความร้อนในการเคี่ยวที่ใช้ระยะเวลา ค่อนข้างนาน จึงอาจส่งผลต่อการเสื่อมสลายของโครงสร้างโปรตีน หรือค่าพีเอชที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโปรตีน

ตารางที่ 5 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จที่มีมะม่วงหาวมะนาวโห่(ปริมาณหน่วยบริโภค 100 กรัม)

คุณค่าทางเคมี	ผลิตภัณฑ์ซอสมะม่วงหาวมะนาวโห่ปรุงสำเร็จ
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	277
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	68.3
โปรตีน (กรัม)	ND
ไขมัน (กรัม)	0.44
ความชื้น (กรัม)	26.9
ใยอาหาร (กรัม)	1.74
เถ้า (กรัม)	4.36
กรด-ด่าง (PH)	3.64

3.การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จที่มีมะม่วงหาวมะนาวโห่

การทดสอบารยอมรับในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่ามีค่าเฉลี่ย 3.98 3.80 4.00 4.00 4.10 และ 4.24 ตามลำดับ ดังแสดงตารางที่ 6 ซอสมะม่วงหาวมะนาวโห่ปรุงสำเร็จ จะมีลักษณะทางกายภาพลักษณะข้นเหลว มีสีม่วงเข้มอมแดง มีกลิ่นหอม จากมะม่วงหาวมะนาวโห่ มีรสชาติเปรี้ยว หวาน เค็ม เนื้อสัมผัสข้นหนืดมาก ทำให้ผู้บริโภคชื่นชอบและสอดคล้องกับที่ผู้ทดสอบชิมส่วนใหญ่ให้การยอมรับซอสมะม่วงหาวมะนาวโห่ปรุงสำเร็จ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 6 คะแนนค่าเฉลี่ยความชอบต่อผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จที่มีมะม่วงหาวมะนาวโห่

คุณลักษณะ	คะแนนค่าเฉลี่ยความชอบ
ลักษณะปรากฏ	3.98±0.82
สี	3.80±0.70
กลิ่น	4.00±0.76
รสชาติ	4.00±0.78
เนื้อสัมผัส	4.10±0.68
ความชอบโดยรวม	4.24±0.72

ผู้บริโภคให้การยอมรับการใช้ซอสมะม่วงหาวมะนาวโห่ปรุงสำเร็จมะขามเปียกในผลิตภัณฑ์ซอสผัดไทย จำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 98.00 ดังตารางที่ 7 สอดคล้องกับเหตุผลหลักในการยอมรับการใช้ซอสมะม่วงหาวมะนาวโห่ปรุงสำเร็จ ตารางที่ 4.11 ผู้บริโภคไม่ยอมรับ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.00 เพราะไม่รู้จักผลมะม่วงหาวมะนาวโห่

ตารางที่ 7 ข้อมูลการทดสอบการยอมรับการใช้ประโยชน์จากซอสมะม่วงหาวมะนาวโห่ปรุงสำเร็จ

ข้อมลทดสอบการยอมรับ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ยอมรับ	49	98.00
ไม่ยอมรับ	1	2.00

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จ พบว่าปริมาณความเข้มข้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จ ใช้มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีระดับความเข้มข้น ที่ร้อยละ 70 ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านลักษณะที่ปรากฏ 8.00 สี 7.83 กลิ่น 7.56 รสชาติ 7.89 เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) 7.70 และความชอบโดยรวม 7.70 การศึกษาปริมาณความเข้มข้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จทางกายภาพพบว่าซอสมะม่วงมะนาวโห่พร้อมปรุงมีค่า HUE ที่ 10 RP ค่า Value ที่ 3 และค่า Chroma ที่ 4 และ มีรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จทางเคมีปริมาณ 100 กรัม พบว่าให้พลังงาน 277 กิโลแคลอรี่ มีคาร์โบร์ไฮเดรต 68.3 กรัม ไขมัน 0.44 ใยอาหาร 1.74 กรัม เถ้า 4.36 และตรวจไม่พบโปรตีน ผู้บริโภคให้การยอมรับในการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จ ได้รับคะแนนสูงสุด จำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 98.00 เหตุผลหลักในการยอมรับเพราะสะดวกในการใช้งานจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 48.00 การตัดสินใจในการเลือกซื้อของผู้บริโภค ได้รับคะแนนสูงสุด จำนวน 45 คิดเป็นร้อยละ 90.00

ข้อเสนอแนะ

1 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่ ในผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จ

2 การศึกษาปริมาณความเข้มข้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จ ในรูปแบบต่างๆ

3 ศึกษาต้นทุนในการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในผลิตภัณฑ์ซอสปรุงสำเร็จ และการวางแผ่นเพื่อจำหน่าย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขอบคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสละเวลาในการทดสอบตัวอย่าง

เอกสารอ้างอิง

กมลพิพัฒน์ ชนะสิทธิ์. 2557. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาอาหารไทย. สาขาวิชาอุตสาหกรรมการบริการอาหาร. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

จิตติมา เจริญพานิช. 2558. หลักวิศวกรรมโปรตีน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

จุฑามาศ สื่อประสาร ทานตะวัน พิรักษ์ และศิริพร เรียบร้อย. 2556. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสม สำหรับการสกัดสารแอนโทไซยานินจากผลหนามแดง. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51 . สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 7 (3) 55-64

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2549. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส. กรุงเทพฯ :มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

แพรวพรรณ แพรพิไล. ม.ป.ป. อาหารจานเด็ด สูตรเพื่อการขาย. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ แพรธรรม.

วชิราภรณ์ ผิวล่อง สุรศักดิ์ สัจจบุตรและศิริลักษณ์ สิงห์เพชร. 2556. อิทธิพลของระยะเวลาสุกต่อ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของมะม่วงหาวมะนาวโห่. วิทยาศาสตร์การเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ. นครนายก 44 (2) พิเศษ.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการเสริมสุขภาพ. สรรพคุณของมะม่วงหาวมะนาวโห่ (ระบบออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : https://medthai.com/มะม่วงหาวมะนาวโห่ (1 ธันวาคม 2560)

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2559. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2564. กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี

สำนักงานมาตรฐานการผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2556. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำซอสผัดไทย มผช. 497/2556. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม

สายชล สินสมบรูณ์. 2546. สถิติกับการวางแผนการทดลง. พิมพ์ครั้งที่ 3. คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงแทพฯ.

สี่ลานโพธิ์. 2554. อาหารเส้นทำเงินและสเต๊กสูตรเด็ด. กรุงเทพฯ : สำนัก พิมพ์มติชน.A.O.A.C. 2012. Official Method of Analysis. 17th The association of official Analytical Chemists,Washington D.C.USA.

Sarma A., Sarmah P.,Kashyap D., Dutta S.& Mahanta Mahanta M. 2015. Antioxidant activity and nutraceutical property of the fruits of an ethno-medicinal plant: Carissa carandas L. found in Brahmaputra valley agro-climatic condition. Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 7(2)45-51

สมบัติการเป็นโปรไบโอติกของแบคทีเรียแลกติกที่คัดแยกจากปลาดุกและปลาตะเพียน

Probiotic Properties of Lactic Acid Bacteria Isolated from Catfish and Silver Barb Fish

สายใจ แก้วอ่อน[1*]

Saichai Kaew-on[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาสมบัติการเป็นโปรไบโอติกเบื้องต้นของแบคทีเรียแลกติกจำนวน 4 ไอโซเลท ที่คัดแยกจากปลาดุก (CF-01 และ CF04) และปลาตะเพียน (SB-01 และ SB-04) โดยศึกษาการทนกรด การย่อยโปรตีน ไขมัน และแป้ง การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบ และการต้านทานสารปฏิชีวนะ ผลการทดสอบพบว่าแบคทีเรียแลกติกทั้ง 4 ไอโซเลท ทนพีเอช 2, 3 และ 4 เป็นเวลา 3 ชั่วโมงได้ และแบคทีเรียแลกติก CF-04 และ SB-01 ย่อยโปรตีน ไขมัน และแป้งได้ แบคทีเรีย CF-01, SB-01 และ SB-04 ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบ **Staphylococcus aureus**, **Bacillus cereus**, **Salmonella** sp. และ **Escherichia coli** นอกจากนั้นแบคทีเรีย SB-01 ต้านทานสารปฏิชีวนะ polymyxin ในขณะที่ SB-04 ต้านทานสารปฏิชีวนะ polymyxin และ bacitracin ส่วนแบคทีเรีย CF-01 และ CF-04 ต้านทานสารปฏิชีวนะทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบได้แก่ polymycin, bacitracin, penicillin G และ tetracycline ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าแบคทีเรียแลกติกที่คัดแยกได้จากปลาดุกและปลาตะเพียนสามารถนำไปพัฒนาใช้เป็นโปรไบโอติกได้ เนื่องจากสามารถทนต่อสภาวะกรดในกระเพาะอาหารของเจ้าบ้าน บางสายพันธุ์สามารถช่วยย่อยอาหารประเภทโปรตีน ไขมันและแป้ง เพิ่มการดูดซึมของสารอาหาร ช่วยยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค และการต้านทานสารปฏิชีวนะช่วยให้โปรไบโอติกมีประสิทธิภาพในการทำงานในสภาวะที่เจ้าบ้านจำเป็นต้องใช้สารปฏิชีวนะร่วมด้วย

คำสำคัญ : โปรไบโอติก, แบคทีเรียแลกติก, ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย

---

[1] สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ต.ทุ่งใหญ่ อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช 80240

[1] Department of Biotechnology, Faculty of Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thungyai, Nakorn Sri Thammarat 80240, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : saijai.k@rmutsv.ac.th, Tel.: 075-489625-6

ABSTRACT

This research studied the primary probiotic properties of 4 strains of lactic acid bacteria (LAB) isolated from Catfish (CF-01 and CF04) and Silver barb (SB-01 and SB-04) fish. The acid tolerance, protein, lipid and starch digesting capabilities, antibacterial activity and antibiotic resistance were determined. The results showed that all stains tolerated acid conditions at pH 2-4 for 3 hours. The CF-04 และ SB-01 strains exhibited protein, lipid and starch digestion on agar plate. The CF-01, SB-01 and SB-04 strains showed antibacterial activity against **Staphylococcus aureus**, **Bacillus cereus**, **Salmonella** sp. and **Escherichia coli**. In addition, SB-01 strain resisted polymyxin while the SB-04 strain resisted to polymyxin and bacitracin. Moreover, the CF-01 and CF-04 strains resisted all test antibiotics including polymyxin, bacitracin, penicillin G and tetracycline. This research study indicated that LAB isolated from Catfish and Silver barb fish could potentially be used as probiotics. These LAB tolerated acid conditions in the host's stomach. Some strain showed protein, lipid and starch digestion which could increase nutrient adsorption. These strains inhibited growth of pathogenic bacteria. Moreover, the antibiotic resistance indicated that they were effective probiotics even if the host take antibiotics.

Keyword: probiotics, lactic acid bacteria, antibacterial activity

บทนำ

จุลินทรีย์โปรไบโอติกกลุ่มที่ได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายในปัจจุบันคือแบคทีเรียแลกติก เนื่องจากเป็นแบคทีเรียที่มีคุณลักษณะเด่นด้านความปลอดภัย ได้รับการรับรอง GRAS (Generally Recognized as Safe) (Klayraung **et al**, 2008) และมีความสามารถในการสร้างสารยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค ได้แก่ แบคเทอริโอซิน ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ไดอะซิติล และกรดอินทรีย์ เป็นต้น (Daeschel, 1989) นอกจากนั้นโปรไบโอติกแบคทีเรียแลกติกอาจมีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญของเจ้าบ้าน (host) เนื่องจากคุณสมบัติในการย่อยอาหาร ส่งเสริมประสิทธิภาพการย่อยและดูดซึมสารอาหารของเจ้าบ้าน ทั้งนี้การที่แบคทีเรียแลกติกจะสามารถเป็นโปรไบโอติกที่มีประโยชน์ต่อผู้บริโภคได้นั้น แบคทีเรียนี้จะต้องทนต่อสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญในทางเดินอาหารของผู้บริโภค ได้แก่ ความเป็นกรดสูงภายในกระเพาะอาหาร ความเป็นด่างสูงและเกลือน้ำดีในลำไส้เล็ก เพื่อที่จะรอดชีวิต ยึดเกาะและเจริญในลำไส้ของเจ้าบ้าน และสร้างสารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค (Devi **et al**., 2015)

การวิจัยเกี่ยวกับแบคทีเรียแลกติกที่มีคุณสมบัติการเป็นโปรไบโอติกคัดเลือกจากแหล่งที่หลากหลาย เช่น อาหารหมัก สัตว์น้ำ ได้แก่ ปลา และกุ้ง เป็นต้น สัตว์ปีกที่ได้รับความนิยม ได้แก่ ไก่ ตลอดจนถึงแหล่งจากมนุษย์ เช่น อุจจาระเด็กเป็นต้น สายใจ และคณะ (2558) คัดแยกแบคทีเรียแลคติกจากอาหารหมักได้จำนวน 50 ไอโซเลท และพบว่าสายพันธุ์ N-1, BD-5 และ SA-2 ซึ่งคัดแยกมาจากแหนม บูดู และไส้อั่ว ตามลำดับ ยับยั้งแบคทีเรีย **Escherichia coli, Staphylococcus aureus** และ **Vibrio parahaemolyticus** และเจริญได้ดีในอาหารที่มีความเป็นกรดและด่างสูง Oh **et al**. (2018) คัดแยกแบคทีเรียแลคติกจากถั่วเหลืองหมักแบบเกาหลี พบแบคทีเรีย 7 สายพันธุ์ มีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะเป็นโปรไบโอติก เนื่องจากทนต่อสภาวะในทางเดินอาหาร มีความสามารถในการยึดเกาะลำไส้ และต้านทานสารปฏิชีวนะหลายชนิด Buntin **et al**. (2008) คัดแยกแบคทีเรียแลกติกจากปลา กุ้งและหอยได้ พบ 3 สายพันธุ์ ทนกรดได้ดี และยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย **S. aureus**, **Listeria monocytogenes**, **Salmonella** sp. และ **E. coli**

การวิจัยนี้ผู้วิจัยมีจุดประสงค์ในการศึกษาคุณสมบัติการเป็นโปรไบโอติกของแบคทีเรียแลกติกจำนวน 4 สายพันธุ์ ที่คัดแยกได้จากปลาดุกและปลาตะเพียน โดยทดสอบการทนกรด การย่อยโปรตีน ไขมันและแป้ง การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบ และการต้านทานสารปฏิชีวนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการนำแบคทีเรียที่มีคุณสมบัติเหล่านี้ไปใช้เป็นโปรไบโอติกต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมแบคทีเรีย

เพาะเลี้ยงแบคทีเรียแลกติกสายพันธุ์ CF-01, CF-04, SB-01 และ SB-04 ที่คัดแยกจากปลาดุกและปลาตะเพียนโดยคัดเลือกโคโลนีที่สร้างกรดในอาหารเหลว de Man-Rogosa-Sharpe (MRS) ที่เติมแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.5 ติดสีแกรมบวก และไม่สร้างเอนไซม์คะตาเลส นำแบคทีเรียเหล่านี้มาเพาะเลี้ยงในอาหารเหลว MRS บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

แบคทีเรียทดสอบได้แก่ **S. aureus**, **Bacillus cereus**, **Salmonella** sp. และ **E. coli** เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวBrain Heart Infusion (BHI) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2. การทนกรด

ถ่ายแบคทีเรียแลกติกลงในอาหารเหลว MRS ที่ปรับพีเอชเป็น 2, 3 และ4 ด้วยกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1N ปริมาตร 6 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นับจำนวนเซลล์โดยวิธีการ pour plate บนอาหารแข็ง MRS

3. การย่อยโปรตีน ไขมัน และแป้ง

ทดสอบความสามารถในการย่อยโปรตีน ไขมัน และแป้ง ตามวิธีการของ Michael and Pelezar (1995) นำแบคทีเรียแลกติกมา streak บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Milk agar, Casein agar, Tributyrin agar และ Starch agar บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48-72 ชั่วโมง ตรวจสอบการย่อยโปรตีนโดยวัดบริเวณใสรอบๆ โคโลนีบนอาหาร Milk agar และ Casein agar ย่อยไขมันโดยวัดบริเวณใสรอบๆ โคโลนีบนอาหาร Tributyrin agar และการย่อยแป้งโดยหยดสารละลายไอโอดีนบนอาหาร Starch agar หากมีการย่อยแป้งสีจะเกิดบริเวณใสรอบๆ แบคทีเรีย

4. การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบ

การทดสอบความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคใช้วิธีหยดบนอาหารแข็ง (Agar spot diffusion) (Spelhaug and Harlander, 1989) นำแบคทีเรียแลกติกมาปรับความเข้มข้นให้มีความขุ่นเท่ากับ 0.5 McFarland (10^7 CFU/mL) จากนั้นนำแบคทีเรียปริมาณ 5 ไมโครลิตร หยดลงบนผิวหน้าอาหารแข็ง MRS เมื่อผิวหน้าอาหารแห้ง นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเททับด้วยอาหารกึ่งแข็ง BHI ปริมาตร 7 มิลลิลิตร ซึ่งมีแบคทีเรียทดสอบปริมาณ 10^6 CFU/mL อยู่ด้วย บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบซึ่งมีบริเวณใสจากขอบแบคทีเรียแลกติกจนสุดขอบวงใสมากกว่า 10 มิลลิเมตร

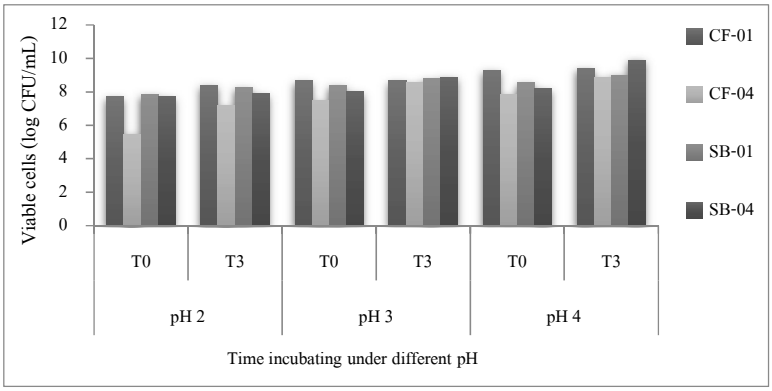
5. การต้านทานสารปฏิชีวนะ

ทดสอบการต้านทานต่อสารปฏิชีวนะโดยวิธี disc diffusion (Bauer et al., 1966) โดยนำสำลี (cotton swab) จุ่มในแบคทีเรียความเข้มข้น 10^8 CFU/mL และเกลี่ยบนผิวหน้าอาหารแข็ง BHI เมื่อผิวหน้าอาหารแห้งนำแผ่นยาปฏิชีวนะจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ penicillin G (10 µg), bacitracin (10 µg), tetracycline (30 µg), และ polymycin B (300 U) วางบนผิวหน้าอาหารแข็ง บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจผลโดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณใส รายงานผลเป็น susceptible (S), intermediate (I) และ resistant (R) ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้สำหรับสารปฏิชีวนะแต่ละชนิด

ผลและวิจารณ์ผล

1. การทนกรด

การทนต่อกรดเป็นคุณสมบัติสำคัญอันดับแรกของจุลินทรีย์โปรไบโอติก เนื่องจากโปรไบโอติกจะถูกบริโภคผ่านทางหลอดอาหารไปยังกระเพาะอาหารซึ่งมีสภาวะเป็นกรด เมื่อบ่มแบคทีเรียแลกติกทั้ง 4 สายพันธุ์ ที่พีเอช 2, 3 และ 4 เป็นเวลา 3 ชั่วโมงพบว่าแบคทีเรียทั้ง 4 สายพันธุ์สามารถทนต่อสภาวะพีเอชต่ำ โดยยังคงมีอัตราการรอดชีวิตสูง ทั้งนี้ในภาพรวมเซลล์มีอัตราการเจริญสูงกว่าอัตราการตาย ผลการทดลองดังแสดงใน ภาพที่ 1 ทั้งนี้โดยทั่วไปแบคทีเรียแลกติกจะชะลอการเจริญเมื่อเลี้ยงในสภาวะที่มีค่าเป็นกรดหรือด่างสูง (ฐิติรัตน์ และ นงนุช, 2555) อย่างไรก็ตามการที่ CF-01, CF-04, SB-01 และ SB-04 ทนต่อกรดได้ดีอาจเกิดจากแบคทีเรียนี้มีเอนไซม์ H^+-ATPase ซึ่งขับโปรตอนผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ดีในปริมาณสูง ส่งผลต่อการรักษาพีเอชของไซโตพลาสซึมให้คงที่ (Matsumoto et al., 2004; Ventura et al., 2004) จึงลดผลกระทบของกรดได้ สอดคล้องกับรายงานการทนกรดของแบคทีเรีย **Lactobacillus acidophilus** และ **Enterococcus hirae** ซึ่งพบกิจกรรมของเอนไซม์นี้เพิ่มขึ้น (Lorca and Valdez, 2001; Kobayashi et al, 1986)



ภาพที่ 1 Viability of lactic acid bacteria isolated from Catfish and Silver barb fish incubated in acid condition at pH 2, 3 and 4 for 3 hours

2. การย่อยโปรตีน ไขมันและแป้ง

การทดสอบการย่อยโปรตีน ไขมันและแป้ง พบว่าแบคทีเรียแลกติกสายพันธุ์ CF-04 และ SB-01 สามารถย่อยโปรตีน ไขมัน และแป้งได้ (ดังแสดงในตารางที่ 1) การที่แบคทีเรียย่อยโปรตีน ไขมันและแป้งได้เป็นคุณสมบัติที่บ่งชี้ว่าแบคทีเรียนั้นสามารถเพิ่มอัตราการเจริญของเจ้าบ้าน (host) ได้ เนื่องจากช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยและเพิ่มโอกาสในการดูดซึมอาหารได้เร็วขึ้น (วิลาวัณย์ และคณะ, 2550)

ตารางที่ 1 Proteolytic, lipolytic and amylolytic properties of lactic acid bacteria isolated from Catfish and Silver barb fish

Strains	Substrates		
	Protein	Lipid	Starch
CF-01	-	-	-
CF-04	+	+	+
SB-01	+	+	+
SB-04	-	-	-

Note: +, hydrolyse; -, can not hydrolyse

5. การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทดสอบ

การคัดเลือกแบคทีเรียเป็นโปรไบโอติกมีคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งคือยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียในอาหาร ในที่นี้คัดเลือกแบคทีเรีย **S. aureus**, **B. cereus**, **Salmonella** sp. และ **E. coli** มาทดสอบ เนื่องจากเป็นแบคทีเรียที่พบได้บ่อยในอาหาร และเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหารระบุให้มีการตรวจสอบ (ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2560) ผลการทดสอบพบแบคทีเรียแลกติก SB-01, SB-04 และ CF-01 ยับยั้งการเจริญของ **S. aureus**, **B. cereus**, **Salmonella** sp. และ **E. coli** โดยแสดงบริเวณใสมากกว่า 10 มิลลิเมตร (ดังแสดงในตารางที่ 2) ทั้งนี้การยับยั้งการเจริญอาจเกิดมาจากกรด ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ แบคเทอริโอซิน หรือสารยับยั้งตัวอื่นๆ ที่สร้างโดยแบคทีเรียแลกติก (Verschuere **et al.**, 2000) แต่เนื่องจากแบคเทอริโอซินยับยั้งได้เฉพาะแบคทีเรียที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกัน ดังนั้นการยับยั้งแบคทีเรียทดสอบน่าจะมาจากบทบาทของพวกกรดอินทรีย์ เช่น กรดแลกติก สอดคล้องกับการยับยั้งการเจริญของ **Pediococcus pentosaceus** LM2, **P. pentosaceus** SL4 and **Ent. faecium** SF ต่อ **S. aureus**, **L. monocytogenes**, **Salmonella** sp. และ **E. coli** ซึ่งเกิดจากกรดและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Buntin **et al.**, 2008)

ตารางที่ 2 Antibacterial activity of lactic acid bacteria isolated from Catfish and Silver barb fish against indicator bacteria

Strains	indicator bacteria			
	S. aureus	**B. cereus**	**Salmonella** sp.	**E. coli**
CF-01	+	+	+	+
CF-04	-	-	-	-
SB-01	+	+	+	+
SB-04	+	+	+	+

Note: +, inhibit; -, not inhibit

6. การต้านทานสารปฏิชีวนะ

ความสามารถต้านทานต่อสารปฏิชีวนะถือเป็นคุณสมบัติที่น่าสนใจอย่างหนึ่งของโปรไบโอติก เนื่องจากแม้คนหรือสัตว์ได้รับโปรไบโอติก หากแต่เมื่อเกิดโรคติดเชื้ออาจมีความจำเป็นต้องใช้สารปฏิชีวนะร่วมด้วย ดังนั้นการใช้โปรไบโอติกที่ต้านทานสารปฏิชีวนะจึงน่าจะมีผลดีต่อคนหรือสัตว์นั้นในแง่ที่โปรไบโอติกจะไม่ถูกทำลายโดยยาปฏิชีวนะ ในงานวิจัยนี้ทดสอบความสามารถในการต้านทานสารปฏิชีวนะทดสอบของแบคทีเรียแลกติกต่อสารปฏิชีวนะ 4 ชนิด พบว่าแบคทีเรียแลกติก CF-01 และ CF-04 ต้านทานสารปฏิชีวนะทุกชนิดที่ใช้ทดสอบ ในขณะที่ SB-01 ต้านทานเฉพาะ polymycin (ดังแสดงในตารางที่ 3) แม้ว่ามีวิตกในประเด็นที่ว่าแบคทีเรียที่ต้านสารปฏิชีวนะอาจเป็นพาหะถ่ายทอดยีนต้านทานสารปฏิชีวนะไปยังสิ่งมีชีวิตอื่น อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานการถ่ายทอดยีนต้านทานสารปฏิชีวนะจากแบคทีเรียแลกติกไปสู่จุลินทรีย์ประจำถิ่นในทางเดินอาหารมนุษย์ และแบคทีเรียก่อโรค (Mathur and Singh, 2005)) มีรายงานการต้านทานสารปฏิชีวนะของ Lactobacilli ต่อสารปฏิชีวนะ tetracycline, neomycin, kanamycin, streptomycin, gentamicin และ vancomycin ว่าเกิดจากยีนที่มีอยู่เองและไม่ถ่ายทอดไปยังแบคทีเรียอื่น (Danielsen and Wind, 2003; Zhao and Zhang, 2005; Klare et al., 2007; Saarela et al., 2000) นอกจากนั้นการต้านทานนี้อาจเกิดในประเด็นของการปรับตัวในสภาวะที่มีสารปฏิชีวนะ เป็นไปได้ว่ามีการใช้สารปฏิชีวนะในการเลี้ยงปลาที่นำมาคัดแยกเชื้อเป็นเหตุให้พบการต้านทานสารปฏิชีวนะในแบคทีเรียแลกติกที่คัดแยกได้ ซึ่งสารปฏิชีวนะนั้นอาจส่งผลกระทบทางลบต่อผู้บริโภค ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันจึงควรจะใช้วิธีการอื่นที่ปลอดภัยกว่า เช่น การใช้จุลินทรีย์โปรไบโอติกในการเลี้ยงปลา เป็นต้น

Table 3 Antibiotic susceptibility profiles of lactic acid bacteria isolated from Catfish and Silver barb fish

Strains	Antibiotic susceptibility profiles			
	tetracycline	penicillin G	bacitracin	polymycin
CF-01	R	R	R	R
CF-04	S	I	R	R
SB-01	S	I	I	R
SB-04	R	R	R	R

R, resistant; I, intermediate; S, susceptible

สรุปผลการวิจัย

การทดสอบคุณสมบัติการเป็นโปรไบโอติกของแบคทีเรียแลกติกที่คัดแยกได้จากปลาดุกและปลาตะเพียน พบว่าแบคทีเรีย CF-01, CF-04, SB-01 และ SB-04 มีศักยภาพเป็นโปรไบโอติกด้วยคุณสมบัติทนต่อกรด มีความสามารถในการย่อยโปรตีน ไขมันและแป้ง ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย **S. aureus**, **B. cereus**, **Salmonella** sp. และ **E. coli** และมีความต้านทานสารปฏิชีวนะ โดยเฉพาะสายพันธุ์ SB-01 ซึ่งคัดแยกได้จากปลาตะเพียนมีคุณสมบัติเหมาะสมทุกการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

ฐิติรัตน์ รัตนวิวัลย์ และ นงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2555. การคัดแยกแบคทีเรียแลกติกที่มีคุณสมบัติในการเป็นโปรไบโอติกจากระบบทางเดินอาหารปลาทะเล, น. 220-229. **ใน** การประชุมวิชาการงานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 10 (เกษตรภาคเหนือตอนล่าง) ความมั่นคงทางอาหารภายใต้ภาวะภัยพิบัติทางธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2560. เรื่อง เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 3. แหล่งที่มา http://www.dmsc.moph.go .th/dmscnew/userfiles/files/1S__1286203.pdf, 30 เมษายน 2561.

วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล ดวงพร คันธโชติ และ วราภรณ์ วุฑฒะกุล. 2550. โปรไบโอติกแบคทีเรียแลกติกสำหรับประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารมังสะวิรัติ. วารสารสงขลานครินทร์ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 29(4): 981-991.

สายใจ แก้วอ่อน กิบรียา หะยะเจ๊ะแว และ ณูรีซัน หะยีมิง. 2558. การคัดแยกแบคทีเรียกรดแลกติกที่มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคและความทนต่อกรด-ด่างจากอาหารหมัก, น. 100-107. **ใน** งานประชุมวิชาการ ระดับชาติครั้งที่ 4 ประจำปี 2558 เรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาท้องถิ่นสู่ประชาคมอาเซียน. มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์, นราธิวาส.

Bauer, A., Kirby, W., Sherris, J. and Turck, M. 1966. Antibiotic susceptibility testing by standardized single disc method. American Journal of Clinical Pathology. 45: 493-496.

Buntin, N., Chanthachum, S. and Hongpattarakere, P. 2008. Screening of lactic acid bacteria from gastrointestinal tracts of marine fish for their potential use as probiotics. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 30(1): 141-148.

Daeschel, M.A. 1989. Antimicrobial substances from lactic acid bacteria for use as food preservatives. Food Technology. 43: 164-166.

Danielsen, M. and Wind, A. 2003. Susceptibility of **Lactobacillus** spp. to antimicrobial agents. International Journal of Food Microbiology. 82(1): 1-11.

Devi, S.M., Archer, A.C. and Halami, P.M. 2015. Screening, characterization and **in vitro** evaluation of probiotic properties among lactic acid bacteria through comparative analysis. Probiotics and Antimicrobial Proteins. 7(3): 181-192.

Klare, I., Konstabel, C., Werner, G., Huys, G., Vankerckhoven, V., Kahlmeter, G., Hildebrandt, B., Müller-Bertling, S., Witte, W. and Goossens, H. 2007. Antimicrobial susceptibilities of **Lactobacillus**, **Pediococcus** and

Lactococcus human isolates and cultures intended for probiotic or nutritional use. Journal of Antimicrobial Chemotherapy. 59(5): 900-912.

Klayraung, S, Okonogi, S., Sirithunyalug, J. and Viermstein, H. 2008. Comparative probiotic properties of **Lactobacillus fermentum** isolated from Thai traditional fermented foods: Miang and Nham. Research Journal of Biological Sciences. 3(9): 1119-1124.

Kobayashi, H., Suzuki, T. and Unemoto, Y. 1986. Streptococcal cytoplasmic pH is regulated by changes in amount and activity of a proton-translocating ATPase. Journal of Biological Chemistry. 261:627-630.

Lorca, G.L. and Valdez, G.F. 2001. A low-pH-inducible, stationary-phase acid tolerance response in **Lactobacillus acidophilus** CRL639. Current Microbiology. 42: 21-25.

Matsumoto, M., Ohishi, H. and Benno, Y. 2004. H^+-ATPase activity in Bifidobacterium with special reference to acid tolerance. International Journal of Food Microbiology. 93(1): 109-113.

Michael, J. and Pelezar, J. 1995. Hydrolysis of polysaccharide protein and lipid. pp. 126-188. **In** Laboratory Exercise in Microbiology. MC Graw – Hill, New York.

Mathur, S. and Singh, R. 2005. Antibiotic resistance in food lactic acid bacteria-a review. International Journal of Food Microbiology. 105: 281-295.

Oh, A., Daliri, E.B. and Oh, D.H. 2018. Screening for potential probiotic bacteria from Korean fermented soybean paste: **in vitro** and **Caenorhabditis elegans** model testing. LWT - Food Science and Technology. 88: 132-138.

Saarela, M., Mogensen, G., Fondén, R., Mättö, J. and Mattila-Sandholm, T. 2000. Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. Journal of Biotechnology. 84: 197-215.

Spelhaug, S.R. and Harlander, S.K. 1989. Inhibition of foodborne bacterial pathogens by bacteriocins from **Lactococcus lactis** and **Pediococcus pentosaceous**. Journal of Food Protection. 52(12): 856-862.

Ventura, M., Canchaya, C., van Sinderen, D., Fitzgerald, G.F. and Zink, R. 2004. **Bifidobacterium lact**is DSM 10140: identification of the atp (atpBEFHAGDC) operon and analysis of its genetic structure, characteristics, and phylogeny. Applied and Environmental Microbiology. 70(5): 3110-3121.

Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P. and Verstraete W. 2000. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. Microbiology and Molecular Biology Reviews. 64(4): 655-671.

Zhao, G. and Zhang, G. 2005. Effect of protective agents, freezing temperature, rehydration media on viability of malolactic bacteria subjected to freeze-drying. Journal of Applied Microbiology. 99(2): 333-338.

กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

Karanda Gummy Jelly (Ma Muang Haow Ma Nao Ho)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรัชญา แพมงคล[1*] พิชชากร พิพัฒน์จามีกร[1] และวิธวินท์ สุขดี[1]

Assistant Professor Prachya Paemongkol[1*] Phichakorn Phiphatchamikon[1] and Witthawin Sukdee[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อน้ำสะอาดในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 50:50, 60:40 และ70:30 ศึกษาปริมาณอัตราส่วนที่เหมาะสมของกลูโคสไซรัปต่อน้ำตาลทรายในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 50:50, 60:40 และ70:30 และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยวางแผนทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Book Design, RCBD) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี, กลิ่น, รสชาติ, เนื้อสัมผัส (ความยืดหยุ่น) และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 70 คน แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยการสุ่มแบบไม่เจาะจง (accidental sampling) ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 150 คน

จากการศึกษาพบว่าอัตราส่วนน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อน้ำสะอาดในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ คือ 60:40 กลูโคสไซรัปต่อน้ำตาลทราย คือ 50:50 และผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ ร้อยละ 87.30

คำสำคัญ : กัมมี่เยลลี่, มะม่วงหาวมะนาวโห่, กลูโคสไซรัป

ABSTRACT

The purpose of this study is to study the basic formulation of gummy jelly, Study of quantity of Karanda water for Karanda gummy jelly (Ma Muang Haow Ma Nao Ho) 3 different levels of water consumption is all 50:50 60:40 and 70:30 of the total amount of water. Study of quantity of glucose syrup for Karanda gummy jelly (Ma Muang Haow Ma Nao Ho) in 3 different levels of sugar consumption is all, 50:50 60:40 and 70:30 of the total amount of sugar. The experiment was a randomized complete block (RCBD) and sensory evaluation of product in appearance, color, aroma, taste, texture (elasticity) and overall with a taste of the scores of the 9 scales (9-Point Hedonic Scale) Using a sample of 70 people and compared the difference of the average level of confidence 95 percent By Duncan's New Multiple Range Test (DMRT).

The result showed that the suitable ratio of Karanda water and water is 60:40 and the suitable ratio of glucose syrup and sugar is 50:50. Customer acceptance test found that 87.30 percent of tester's acceptable of Karanda gummy jelly. (Ma Muang Haow Ma Nao Ho)

Keywords : Gummy Jelly, Karanda (Ma Muang Haow Ma Nao Ho), Glucose Syrup

---

[1] สาขาอุตสาหกรรมการบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ตำบลวชิรพยาบาล อำเภอดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10300

[1] Department of Food Service Industry, Faculty Home Economics of Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Wachira Phayaban Sub-district, Dusit District, Bangkok Province 10300, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : first_lowmance2@hotmail.com

บทนำ

กัมมี่เยลลี่ (gummy jelly) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมในกลุ่มของวัยเด็กจนถึงวัยรุ่น จัดเป็นของหวานที่นิยมบริโภคกันทั่วไป เนื่องจากหาซื้อได้ง่าย มีรูปร่างและสีสันที่สวยงาม มีรสชาติเปรี้ยวและหวานถูกปาก สามารถรับประทานได้สะดวกรวดเร็ว มีลักษณะเฉพาะคือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นเจล มีความใส เนื้อสัมผัสเนียนไม่หยาบสาก ได้จากการนำสารที่ทำให้เกิดเจล เช่น เจลาติน คาราจีแนน เพคติน และอะการ์ ผสมกับสารให้ความหวาน แต่งสีผสมอาหาร สารให้กลิ่นรสมาผสมให้เข้ากัน จนมีความข้นเหนียว หยอดใส่พิมพ์ หรือตัดเป็นชิ้นหลังจากทิ้งไว้ให้เย็น ส่วนประกอบสำคัญที่ใช้ในการทำกัมมี่เยลลี่อีกอย่างก็คือ น้ำผลไม้ที่ได้จากการคั้นหรือสกัดจากผลไม้ โดยนิยมเป็นผลไม้ที่มีรสชาติหวานหรือเปรี้ยว เช่น ส้ม มะนาว แอปเปิ้ล สับปะรด มะขาม ลิ้นจี่ องุ่น เป็นต้น มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่เป็นหนึ่งในผลไม้ที่มีทั้งรสหวานและเปรี้ยวจึงเป็นผลไม้ที่สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ได้ (สุวรรณ, 2543)

มะม่วงหาวมะนาวโห่ หรือชื่อตามพื้นเมืองเช่น มะนาวโห่ หนามแดง และหนามขี้แฮด ผลไม้พื้นบ้านของไทย เป็นไม้พุ่มยืนต้นดอกมีสีชมพูแดงหรือแดงอ่อน ผลอ่อนจะมีสีชมพูอ่อน รสชาติเปรี้ยว และเข้มขึ้นเป็นสีแดง จนกระทั่งสุกกลายเป็นสีม่วงดำจึงมีรสชาติหวานขึ้น เป็นพืชที่ปลูกและเจริญเติมโตง่าย เป็นพืชที่ทนแล้ง สามารถปรับตัวกับสภาพแวดล้อมได้ดี จึงมีการปลูกกันอย่างแพร่หลาย ส่งผลให้ปัจจุบันมะม่วงหาวมะนาวโห่ได้รับความสนใจจากเกษตรกรไทยและผู้บริโภคที่เริ่มให้ความสนใจอย่างมาก ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่าน ผลของต้นมะม่วงหาวมะนาวโห่มาช่วยรักษาอาการต่างๆ มากมาย อาทิ แก้ไอ โรคลักกะปิดลักกะเปิด เจ็บคอ ขับเสมหะ มีวิตามินซีสูง และมีปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าผักและผลไม้ตามท้องตลาดทั่วไป จึงนิยมนำมะม่วงหาวมะนาวโห่ไปแปรรูปได้หลายอย่างอาทิเช่น แยม น้ำผลไม้ แช่อิ่ม เป็นต้น (พรทิพย์, 2551)

จากข้อมูลดังกล่าว ผู้ศึกษามีแนวคิดที่จะนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลผลิตทางการเกษตร ส่งเสริมอาชีพให้กับเกษตรกรไทย ยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตและทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ให้รสชาติเฉพาะตัว มีความหลากหลายให้กับผู้บริโภค เป็นการพัฒนาผลไม้พื้นบ้านของไทยให้มีการยอมรับอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อน้ำสะอาดในผลิตภัณฑ์ กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

2. เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของกลูโคสไซรัปต่อน้ำตาลทรายในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

3. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาตำรับมาตรฐานผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

1.1 การศึกษาตำรับพื้นฐาน

การทดลองครั้งนี้ได้ทำการศึกษาตำรับพื้นฐานของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ จำนวน 3 ตำรับ แสดงดังตารางที่ 1 และแสดงขั้นตอนการทำดังแผนภูมิที่ 1 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized complete block desing (RCBD) (สายชล, 2546) โดยใช้การวิธีประเมินให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) (เพ็ญขวัญ, 2549) ใช้ผู้ทดสอบสอบชิม 70 คน ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance: ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test, (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 1 ตำรับพื้นฐานของกัมมี่เยลลี่ 3 ตำรับ

วัตถุดิบ	น้ำหนัก(ร้อยละ)		
	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3
น้ำสะอาด	40.60	40.49	41.38
น้ำตาลทราย	40.60	40.49	39.40
เจลาติน	12.82	13.16	13.30
กรดซิตริก	0.64	0.81	0.99
แป้งข้าวโพด (สำหรับคลุก)	5.34	5.05	4.93

ที่มา : ตำรับที่ 1 ซิสต้าร์คาเฟ่ดอทคอม (2559)

ตำรับที่ 2 คุ้กกี้พลัสดอทคอม (2559)

ตำรับที่ 3 ฟู้ดทราเวลดอทคอม (2559)

1.2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อน้ำสะอาดในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

นำตำรับพื้นฐานของกัมมี่เยลลี่ที่ผ่านการคัดเลือกจากตำรับพื้นฐาน นำมาศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ใช้ทดแทนน้ำสะอาดในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยใช้ น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อน้ำสะอาดที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 50:50 60:40 และ 70:30 นำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้การวิธีประเมินให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) (เพ็ญขวัญ, 2549) ใช้ผู้ทดสอบสอบชิม 70 คน ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance: ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test, (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

1.3 ศึกษาอัตราส่วนของกลูโคสไซรัปต่อน้ำตาลทรายในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

นำตำรับปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อน้ำสะอาดในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการคัดเลือก มาศึกษาปริมาณกลูโคสไซรัปแทนน้ำตาลทรายในตำรับที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 50:50 60:40 และ 70:30 ของปริมาณน้ำตาลทรายทั้งหมด นำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้การวิธีประเมินให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) (เพ็ญขวัญ, 2549) ใช้ผู้ทดสอบสอบชิม 70 คน ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมและ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance: ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test, (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

1.4 ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์เยลลี่กัมมี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

นำตำรับเยลลี่กัมมี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ผ่านการทดสอบจากข้อ 1.3 มาตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ

1.4.1 การวัดค่าสีโดยใช้(The(munsell(book(of(color เพื่อหาค่าสี

1.4.2 การวัดหาค่าความหวานโดยใช้เครื่อง refractometer((Brix)

2. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

โดยนำตำรับกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ได้รับการยอมรับมาทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยการทดสอบกับผู้บริโภค (consumer test) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

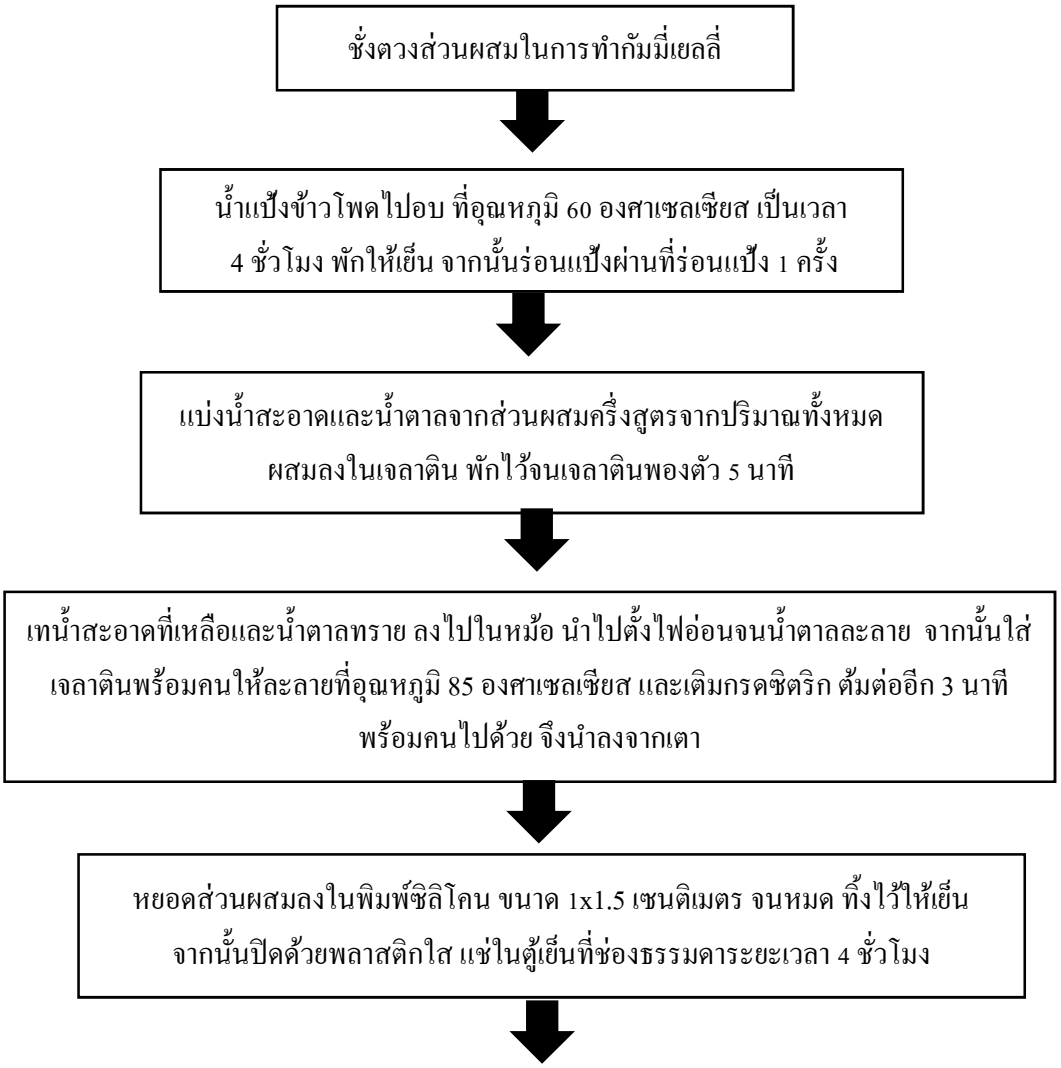
ทางด้าน ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความยืดหยุ่น) และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 150 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษา คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ และบุคคลทั่วไปในพื้นที่บริเวณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ซึ่งได้จากการ สุ่มแบบไม่เจาะจง โดยให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (5 – point hedinic scale) (คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 5 หมายถึง ชอบมากที่สุด) (ธานินทร์, 2553)

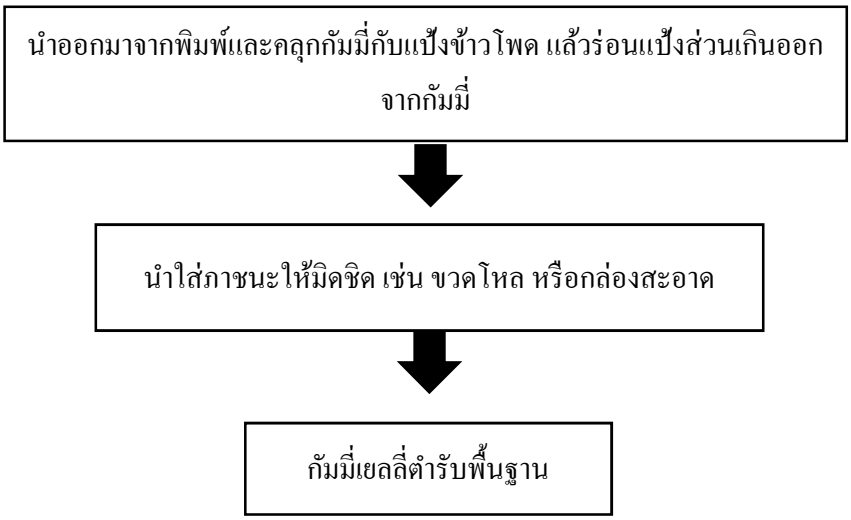
การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) (สายชล, 2546) โดยการศึกษาตำรับพื้นฐานของน้ำตาลโตนดพร้อมดื่ม 3 ตำรับ โดยใช้วิธีประเมินการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Hedonic Scale) (เพ็ญขวัญ, 2549) ใช้ผู้ทดสอบสอบชิม 70 คน และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษา สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและเทคโนโลยีการอาหาร และสาขาวิชาอุตสาหกรรมการบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance: ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test, (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95





แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการทำกัมมี่เยลลี่ตำรับพื้นฐาน

ผลและวิจารณ์ผล

1.ผลการศึกษาตำรับพื้นฐานกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

1.1 ผลการศึกษาตำรับพื้นฐาน

การทดสอบชิมให้การยอมรับตำรับพื้นฐานกัมมี่เยลลี่ผลไม้ตำรับที่ 2 ในด้านลักษณะที่ปรากฏด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส และด้านความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ย 7.70, 7.17, 6.74, 6.11, 7.49 และ 7.31 ตามลำดับ (ดังแสดงตารางที่ 2) ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตำรับพื้นฐานกัมมี่เยลลี่ผลไม้ จำนวน 3 ตำรับ ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบชิมจากการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติ ที่มีการยอมรับมากที่สุด 6 ด้าน คือลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความยืดหยุ่น) และความชอบโดยรวม เนื่องจากปริมาณ เจลาตินเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความหนืด hardness cohesiveness chewiness และ gumminess เพิ่มขึ้น ส่วนเมื่ออัตราส่วนความเป็นกรดเพิ่มขึ้นจะทำให้ความหนืด hardness และค่า chewiness ลดลง (ไพศาล และคณะ, 2546) ซึ่งตำรับที่ 2 มีปริมาณ น้ำสะอาด น้ำตาลทราย เจลาติน และกรด สมดุลกันมากที่สุด ทำให้ลักษณะของกัมมี่เยลลี่ตำรับที่ 2 มีความสอดคล้องกับลักษณะของกัมมี่เยลลี่คือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความคงตัว ยืดหยุ่น เหนียว มีเนื้อสัมผัสที่แตกต่าง กันออกไปตั้งแต่อ่อนนุ่มแต่มีความยืดหยุ่นสูง จนเหนียวแข็งกัดขาดได้ยาก (สุวรรณ, 2543) ผู้ศึกษาจึงเลือกผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ตำรับที่ 2 เพื่อใช้เป็นตำรับพื้นฐาน ในการศึกษาพัฒาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อไป

ตารางที่ 2 คะแนนค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสตำรับพื้นฐานของกัมมี่เยลลี่ผลไม้ จำนวน 3 ตำรับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนค่าเฉลี่ย		
	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3
ลักษณะที่ปรากฏ^{ns}	7.30±1.25	7.70±1.16	7.46±1.55
สี^{ns}	6.97±1.40	7.17±1.31	7.17±1.53
กลิ่น^{ns}	6.09±2.05	6.47±1.92	6.27±2.07
รสชาติ^{ns}	5.73±2.06	6.11±2.18	5.74±2.27
เนื้อสัมผัส (ความยืดหยุ่น)	6.71±1.37^{b}	7.49±1.29^{a}	6.73±2.06^{b}
ความชอบโดยรวม	6.73 ±1.33^{b}	7.31±1.38^{a}	6.74±1.55^{b}

หมายเหตุ : 1) a – b อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 2) ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

1.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อน้ำสะอาดในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

ปริมาณน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อน้ำสะอาดในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ตำรับที่ 2 ใน ด้านสี ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส และด้านความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ย 7.99 8.09 7.96 และ 7.83 ตามลำดับ (ดังแสดงตารางที่ 3)ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของอัตราส่วนน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อน้ำสะอาดในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ 3 ตำรับ ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับตำรับพื้นฐานกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ตำรับที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบจากการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติ ด้านลักษณะที่ปรากฏ และด้านกลิ่น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เนื่องจากปริมาณอัตราส่วนน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ของตำรับที่ 2 นั้นอยู่ในระดับกลางจากทั้ง 3 ตำรับ โดยน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ มีค่า pH อยู่ที่ 4.1 และเมื่ออัตราส่วนความเป็นกรดกรดเพิ่มขึ้นจะทำให้ความหนืด hardness และค่า chewiness ลดลง (ไพศาล และคณะ, 2546) ส่งผลให้กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ตำรับที่ 3 ที่มีอัตราส่วนน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่สูงที่สุด มีเนื้อสัมผัสที่นิ่มไม่ยืดหยุ่น และมีกลิ่นและความเข้มข้นน้อย จากผลของปริมาณน้ำมะม่วงที่น้อยที่สุดในตำรับที่ 1 ผู้ศึกษาจึงคัดเลือกผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ตำรับที่ 2 เพื่อใช้ ในการศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อไป

ตารางที่ 3 คะแนนค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของอัตราส่วนน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อน้ำสะอาดในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่แตกต่างกัน 3 ระดับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนค่าเฉลี่ย		
	50 : 50	60 : 40	70 : 30
ลักษณะที่ปรากฏ^{ns}	8.29±0.85	8.20±0.83	8.13±0.83
สี	7.83±1.69^{a}	7.99±1.50^{a}	7.27±1.48^{b}
กลิ่น^{ns}	7.50±1.75	7.46±1.68	7.56±1.86
รสชาติ	7.46±1.49^{b}	8.09±1.14^{a}	7.40±1.47^{b}
เนื้อสัมผัส(ความยืดหยุ่น)	7.51±1.15^{b}	7.96±1.27^{a}	7.61±1.23^{ab}
ความชอบโดยรวม	7.21±1.23^{b}	7.83±1.14^{a}	7.20±1.67^{b}

หมายเหตุ : 1) a – b อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 2) ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

1.3 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของกลูโคสไซรัปต่อน้ำตาลทรายในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

อัตราส่วนที่เหมาะสมของกลูโคสไซรัปต่อน้ำตาลทราย ในผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาว มะนาวโห่ตำรับที่ 1 ด้าน ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส (ความยืดหยุ่น) และความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ย 8.21 7.76 และ 8.16 ตามลำดับ (ดังแสดงตารางที่ 4)ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตำรับพื้นฐานกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ 3 ตำรับ ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับตำรับพื้นฐานกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ตำรับที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบจากการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติ ด้านลักษณะที่ปรากฏ และด้านกลิ่น และเนื้อสัมผัส (ความยืดหยุ่น) ไม่มีความแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เนื่องจากปริมาณกลูโคสไซรัปที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้กัมมี่เยลลี่มีความหนืดเพิ่มมากขึ้น เกิดการตกผลึกที่ช้าลง ทำให้น้ำตาลเกิดการรัดตัวเร็วขึ้น และทำให้เนื้อสัมผัสมีความยืดหยุ่นมาก แต่หากมีปริมาณกลูโคสมากก็จะส่งผลกัมมี่เยลลี่นั้นเหนียวได้ (วิชัย และคณะ, 2548) และ จากตารางเปรียบเทียบค่าความหวานกับน้ำตาลทราย โดยค่าความหวานของน้ำตาลทรายคือ 1 ส่วนกลูโคสมีค่าความหวานอยู่ที่ 0.7 (สุรีย์ และอนันต์, 2557) ส่งผลให้กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ตำรับที่ 3 ที่มีการอัตราส่วนของกลูโคสมากที่สุด จึงจืดลงและเหลือแต่รสชาติเปรี้ยว ผู้ศึกษาจึงเลือกผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ตำรับที่ 2 ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพด้านรสชาติเปรี้ยว และหวาน ด้านประสาทสัมผัสมีความยืดหยุ่นไม่เหนียว สอดคล้องกับลักษณะของกัมมี่เยลลี่ที่ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความ คงตัว ยืดหยุ่น มีเนื้อสัมผัสที่แตกต่าง กันออกไปตั้งแต่อ่อนนุ่ม แต่มีความยืดหยุ่นสูง (สุวรรณ, 2543)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของอัตราส่วนกลูโคสไซรัปต่อน้ำตาลทรายใน ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่แต่งต่างกัน 3 ระดับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ค่าเฉลี่ยและความชอบโดยรวม		
	50 : 50	60 : 40	70 : 30
ลักษณะที่ปรากฏ^{ns}	7.87±1.33	7.93±1.09	8.01±1.34
สี	7.63±1.94^{ab}	7.80±1.75^{a}	7.09±1.67^{b}
กลิ่น^{ns}	6.76±1.52	7.04±1.77	6.83±1.83
รสชาติ	8.21±1.13^{a}	7.44±1.19^{b}	7.10±1.47^{b}
เนื้อสัมผัส(ความยืดหยุ่น)^{ns}	7.76±1.46	7.57±1.27	7.39±1.27
ความชอบโดยรวม	8.16±1.09^{a}	7.71±1.07^{b}	7.73±1.20^{c}

หมายเหตุ : 1) a – b อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 2) ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2. การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ของกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

ผลการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่มีค่าสี คือ ค่า Hue เท่ากับ10RP ค่า Value เท่ากับ 2 และค่า Chroma เท่ากับ 2 จึงทำให้มีลักษณะทางกายภาพด้านสีมีสีแดงเข้มของมะม่วงหาวมะนาวโห่ และพบว่าผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่มีค่ากรด-ด่างเท่ากับ 3.60 มีค่าความหวานที่ 55 องศาบริกซ์ สอดคล้องกับความเป็นกรดเป็นด่างมีอิทธิพลต่อการแข็งตัวของเจลโดยปกติความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของเยลลี่อยู่ ระหว่าง pH 2.8-3.6 ส่วน ค่า pH ที่เหมาะสมที่สุดคือ pH 3.2 และปริมาณน้ำตาลที่ใช้ไม่ควรสูงกว่า 70 องศาบริกซ์ (ชุติมา, 2550) จึงทำให้กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่มีลักษณะด้านกายภาพที่คงตัวมีเนื้อสัมผัสยืดหยุ่น มีรสชาติที่หวานจากน้ำตาลทราย กลูโคสไซรัป และความเปรี้ยวจากน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ และกรดซิตริก(ดังแสดงตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 คุณภาพทางกายภาพ (ค่าสี กรด-ด่าง, ความหวาน) ของกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

คุณภาพทางกายภาพ	ค่าสี			กรด-ด่าง (ph meter)	ความหวาน (^{o}Brix)
	Hue	Value	Chroma		
กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่	10RP	2	2	3.60	55

หมายเหตุ : Hue คือค่าเนื้อสี ; Value คือ ค่าความสว่างของสี ; ค่า Chroma คือ ค่าความสดใส / ความเข้มข้น

3. ผลการศึกษายอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีคะแนนเฉลี่ย 4.51 4.52 4.13 4.29 4.41 และ 4.41 ตามลำดับ (ดังแสดงตารางที่ 6) ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่จะมีลักษณะทางกายภาพ คงตัว สีแดงเข้ม มีกลิ่นหอมของมะม่วงหาวมะนาวโห่ มีรสชาติเปรี้ยวจากน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่และกรดซิตริกและรสชาติหวานจากน้ำตาลทรายและกลูโคสไซรัป เนื้อสัมผัสมีความเนียน และยืดหยุ่นกำลังดี ซึ่งได้จากการ สุ่มแบบไม่เจาะจง โดยให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (5 – point hedinic scale) (คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 5 หมายถึง ชอบมากที่สุด) (ธานินทร์, 2553)ทำให้ผู้บริโภคชื่นชอบและสอดคล้องกับที่ผู้ทดสอบชิมส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ จำนวน 137 คน คิดเป็นร้อยละ 91.30 รองลงมาคือ ไม่แน่ใจ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 8.00 และไม่ยอมรับจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.07 เพราะเนื้อสัมผัสที่ไม่ยืดหยุ่นพอ ควรจะมีความเหนียวมากกว่านี้ คิดเป็นร้อยละ 0.70

ตารางที่ 6 ผลการศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ (N=150)

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ	
ลักษณะที่ปรากฏ	4.51±0.50	
สี	4.52±0.53	
กลิ่น	4.13±0.71	
รสชาติ	4.29±0.81	
เนื้อสัมผัส	4.41±0.68	
ความชอบโดยรวม	4.41±0.65	
การยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ยอมรับ	137	91.30
ไม่แน่ใจ	12	8.00
ไม่ยอมรับ	1	0.70

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาตำรับพื้นฐานมะม่วงหาวมะนาวโห่ ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับกัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ตำรับที่ 1 ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส (ความยืดหยุ่น) และความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ย 8.21 7.76 และ 8.16 ตามลำดับ เนื่องจากมี ลักษณะสีแดงเข้ม มีกลิ่นมะม่วงหาวมะนาวโห่ มีรสชาติหวานมากกว่าเปรี้ยว และมีความยืดหยุ่นดี การวิเคราะห์ทางกายภาพ พบว่ากัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่มีค่าสี คือ ค่า Hue เท่ากับ 10RP ค่า Value เท่ากับ 2 และค่า Chroma เท่ากับ 2 มีค่ากรด-ด่างเท่ากับ 3.60 และค่าความหวาน 55 องศาบริกซ์ ผลการศึกษาพบว่า ด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความยืดหยุ่น) และความชอบโดยรวม มีคะแนนเฉลี่ยที่ 4.51 4.52 4.13 4.29 4.41 และ 4.41 ตามลำดับ และผู้ทดสอบชิมส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ จำนวน 137 คน คิดเป็นร้อยละ 91.30 ไม่แน่ใจ จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 8.00 และไม่ยอมรับจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.70

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาครั้งนี้ไม่มีการศึกษาอายุการเก็บรักษา และเชื้อจุลินทรีย์ของกัมมี่เยลลี่ จึงควรศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ และพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มีอายุการเก็บรักษาที่นานยิ่งขึ้น

2. ควรศึกษาการนำมะม่วงหาวมะนาวโห่มาแปรรูปมาเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ เพื่อสร้างทางเลือกและความหลากหลายในการบริโภคมะม่วงหาวมะนาวโห่มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาอาจารย์ เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ นักศึกษาสาขาวิชาอุตสาหกรรมการบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่มีส่วนร่วมในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และทุกๆ กำลังใจทำให้งานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และบุคคลในครอบครัวทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนด้านกำลังใจ กำลังทรัพย์ และความห่วงใยอย่างไม่เคยขาดหาย ขอขอบพระคุณคุณครูอาจารย์ทุกท่านผู้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ แก่คณะผู้จัดทำโครงงานพิเศษ หากโครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นประโยชน์แก่ผู้ใดก็ตาม คณะผู้จัดทำขอมอบความดีนี้ทั้งหมด แก่ทุกท่านที่กล่าวมา

เอกสารอ้างอิง

คุ้กกี้พลัสดอทคอม. 2559. เยลลี่น้ำตาล. (ระบบออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://www.cookie-plus.com (2 ธันวาคม 2560).

ชุติมา อัศวเสถียน. 2550. การทำเยลลี่ผลไม้ด้วยตัวเอง. นสพ.กสิกร กรมวิชาการเกษตร. 80(4).

ซิสต้าร์คาเฟ่ดอทคอม. 2559. เยลลี่กัมมี่. (ระบบออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : https://www.istacafe.com/summaries/17256 (2 ธันวาคม 2560).

ธานินทร์ ศิลป์จารุ. 2553. คู่มือการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS. วิ. อินเตอร์ พริ้นท์ : กรุงเทพฯ.

พรทิพย์ เต็มวิเศษ. 2551. ประมวลสรรพคุณสมุนไพรไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กลุ่มงานพัฒนาวิชาการแพทย์แผนไทยและสมุนไพร : นนทบุรี

เพ็ญขวัญ ชมปรีชา. 2549. เอกสารประกอบการสอนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพฯ.

ไพศาล วุฒิจำนงค์ และคณะ. 2546. ผลของเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไซรัป และกรดซิตริกต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพฯ.

ฟู้ดทราเวลดอทคอม. 2559. เยลลี่กัมมี่. (ระบบออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : https://www.foodtravel.tv (2 ธันวาคม 2560).

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2546. สถิติการวางแผนการทดลองการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง : กรุงเทพฯ.

สุรีย์ ภูมิภมร และอนันต์ คำคง. 2557. ไม้อเนกประสงค์กินได้. โรงพิมพ์ บริษัท เฟื่องฟ้าพริ้นติ้งจำกัด : กรุงเทพฯ.

สุวรรณ สุถิมารส. 2543. เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกแลต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพฯ.

มะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อมสำหรับตกแต่งผลิตภัณฑ์เค้ก

Karanda Preserved in Syrup for Decorating Cake Product

บุษยมาลี ถนนทิพย์[1*] กฤกฤษ ฉายศรี [1] และ ยสวัฒน์ สายตา[1]

Budsayamalee Tanontip[1*] , Karukrit Chaisri [1] and Yasawat Saita [1]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตำรับพื้นฐานของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม และเพื่อศึกษาปริมาณความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่เหมาะสมกับมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่างกัน 3 ระดับ คือ น้ำตาลร้อยละ 50 60 และ 70 ของปริมาณน้ำเชื่อมรวมถึงการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม โดยการวางแผนทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCBD) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ ด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 70 คน แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ นำผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อมมาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคโดยสุ่มแบบไม่เจาะจง (Accidental sampling) โดยมีผู้ทดสอบจำนวน 150 คน

จากการศึกษาพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับความเข้มข้นของน้ำเชื่อมปริมาณน้ำตาลร้อยละ 70 ในด้านลักษณะที่ปรากฏ ด้านสี ด้านกลิ่น และความชอบโดยรวม ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ พบว่ามะม่วงหาวมะนาวโห่มีค่าสี Hue เท่ากับ 3.75R Value เท่ากับ 7 และ Chroma เท่ากับ 3 มีค่า pH เท่ากับ 3.8 และมีค่าความหวานของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม 73 องศาบริกซ์ ผู้บริโภคร้อยละ 78.67 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อมและมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อมมีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 108.53 บาท

คำสำคัญ : น้ำเชื่อม, มะม่วงหาวมะนาวโห่

ABSTRACT

The purpose of this study is to study the basic formulation of karanda in syrup for study of syrup concentration appropriate for karanda sugar 3 different levels is 50 60 and 70 percent of quantity syrup include consumer acceptance toward karanda in syrup. The experiment was a randomized complete block (RCBD) sensory evaluation of product in appearance color aroma taste texture and overall with a taste of the scores of the 9 scales (9-point hedonic scale) using a sample of 70 people then analyze the average and compared the difference. By Duncan's new multiple range test (DMRT). Analyze with statistical program and study consumer acceptance toward karanda in syrup. The experiment was an accidental sampling using a sample of 150 people

From study it found tester acceptance sugar content in syrup appropriate for karanda is quantity sugar 70 percent. The test by tasting the most in terms of appearance color aroma and overall. Physical quality analysis results it found karanda has a color hue of 3.75R a color value of 7 and a khroma of 3 the value of pH is 3.8 and the value of brix karanda in syrup is 73 brix. 78.67 percent of consumers accepted karanda preserved in syrup and has cost of production is 108.53 baht.

Keywords : Syrup, karanda

---

[1] สาขาอุตสาหกรรมการบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ตำบลวชิรพยาบาล อำเภอดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10300

[1] Department of Food Service Industry, Faculty Home Economics of Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Wachira Phayaban Sub-district, Dusit District, Bangkok Province 10300, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

(Correspondingauthor,e mail) : Jamink1123@gmail.com

บทนำ

ขนมเค้กเป็นเบเกอรี่ประเภทหนึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ซึ่งขนมเค้กมีส่วนผสมแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับประเภทและการออกแบบคิดค้นของผู้ผลิต ขนมเค้กในปัจจุบันมีอัตราการเติบโตในตลาดตลอดเวลา จะเห็นได้จากการที่มีผู้ประกอบการรายใหม่จำนวนมาก ทำให้มีการพัฒนาขนมเค้กโดยการนำสินค้าเกษตรไปเป็นส่วนประกอบในการผลิตและตกแต่ง เช่น สตรอเบอรี่ เชอรี่ เป็นต้น ทำให้มะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นตัวเลือกหนึ่งที่ควรนำมาแปรรูป เพราะมะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นผลไม้เศรษฐกิจในปัจจุบันรวมถึงเป็นผลไม้ท้องถิ่น จึงเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าของสินค้าเกษตรและยังเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรอีกทางด้วย

มะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นผลไม้ที่กำลังได้รับความสนใจภายในประเทศ เนื่องด้วยเป็นพืชที่ทนต่อสภาพอากาศและเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนกับเขตอบอุ่นสามารถเพาะปลูกได้ทุกพื้นที่และดินเกือบทุกชนิด ปัจจุบันเกษตรกรไทยจึงหันมาทำสวนมะม่วงหาวมะนาวโห่กันมากขึ้นลักษณะของผลมีสีตั้งแต่ชมพูอ่อน แดง จนถึงสีม่วงเข้ม สำหรับรสชาติของผลสุกจะออกรสหวาน แต่หากยังไม่สุกจะมีรสเปรี้ยว มีสรรพคุณทางยาหลายด้าน จึงมีการนำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต่างๆ มะม่วงหาวมะนาวโห่จึงเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผลไม้ในน้ำเชื่อมเพื่อใช้สำหรับตกแต่งผลิตภัณฑ์เค้กได้ (เมดไทย, 2560)

ผลิตภัณฑ์ผลไม้ในน้ำเชื่อม เป็นการถนอมอาหารโดยการใช้น้ำตาลยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ช่วยทำให้เก็บรักษาอาหารให้อยู่ได้นานโดยไม่เน่าเสีย เป็นการนำเอาผักหรือผลไม้ไปแช่ในน้ำเชื่อม เพื่อให้น้ำเชื่อมค่อยๆ ซึมเข้าสู่ผักหรือผลไม้ ผลไม้ที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นผลไม้ที่มีรสจัด รสเปรี้ยว จึงเป็นสิ่งน่าสนใจในการนำมะม่วงหาวมะนาวโห่มาพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ เนื่องจากการแปรรูปโดยการนำผลไม้ไปแช่ในน้ำเชื่อม นิยมใช้ผลไม้ที่มีรสจัด ซึ่งมะม่วงหาวมะนาวโห่เป็นผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวและฝาด เหมาะสมกับการแปรรูปชนิดนี้ (แพรวพรรณ, 2537)

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงมีแนวคิดในการศึกษาผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อมเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลไม้ชนิดนี้ นอกจากนี้การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผลผลิตทางเกษตรให้ตรงตามความต้องการของตลาดทั้งยังเป็นกลไกหนึ่งในการส่งเสริมรายได้และการพัฒนาของชุมชนให้เป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่เหมาะสมกับมะม่วงหาวมะนาวโห่
2. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม
3. เพื่อศึกษาต้นทุนการผลิตมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาตำรับมาตรฐานมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม

1.1 การศึกษาตำรับพื้นฐานของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม

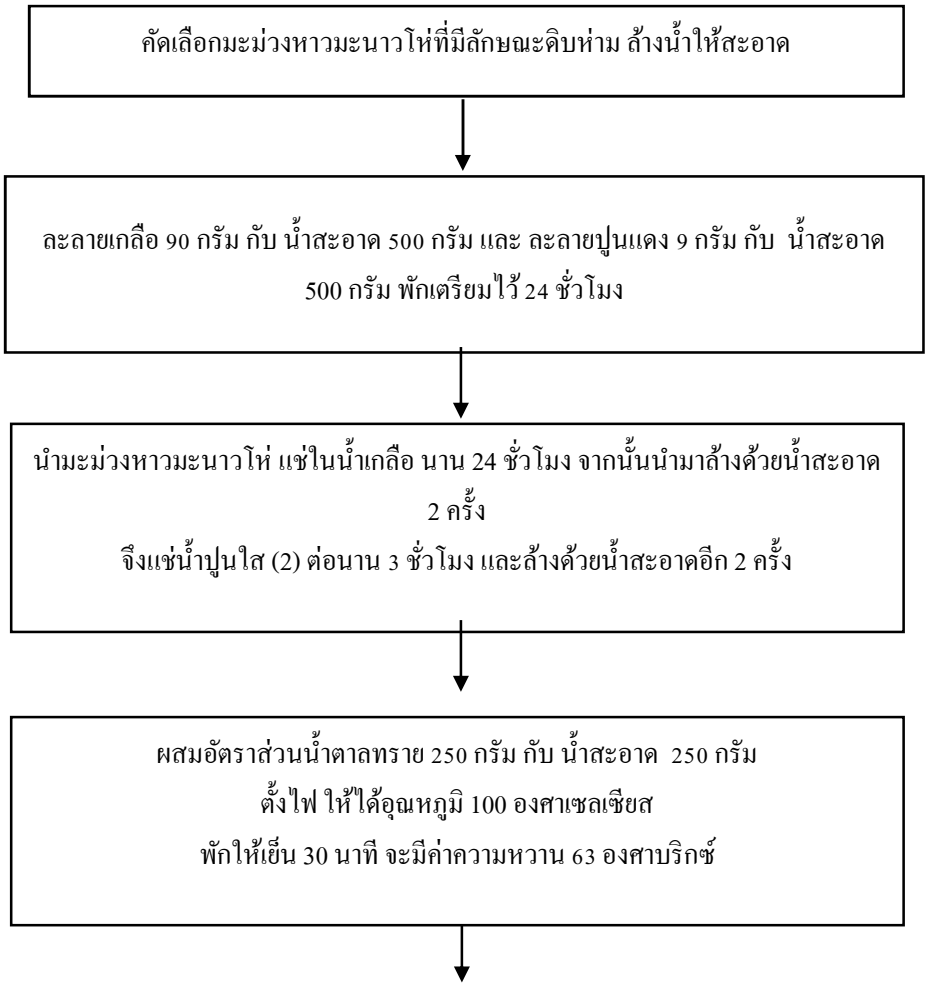
การทดลองครั้งนี้ได้ทำการศึกษาตำรับพื้นฐานจำนวน 3 ตำรับ ดังแสดงตารางที่ 1 และขั้นตอนการทำแช่อิ่มตำรับพื้นฐาน ดังแผนภูมิที่ 1 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) (สายชล, 2546) และนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 70 คน ซึ่งเป็นอาจารย์นักศึกษาปริญญาตรีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยใช้วิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale)

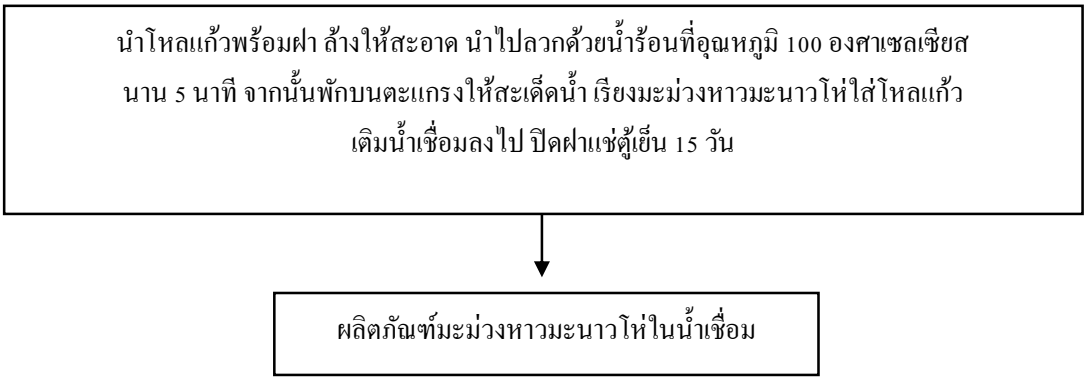
(เพ็ญขวัญ, 2549) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) และวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ตารางที่ 1 ตำรับพื้นฐานของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม 3 ตำรับ

	น้ำหนัก (ร้อยละ)		
วัตถุดิบ	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3
มะม่วงหาวมะนาวโห่	23.40	31.44	31.88
น้ำสะอาด	23.40	15.72	31.88
น้ำตาลทราย	23.40	15.72	31.88
น้ำปูนใส	28.08	31.44	0.00
แคลเซียมคลอไรด์	0.00	0.00	1.16
กรดซิตริก	0.00	0.00	1.16
เกลือ	1.72	5.68	2.04
ที่มา	ฟู้ดทราเวล, (2560)	อะลางชิตี้, (2560)	ไซส์กูเกิ้ล, (ม.ป.ป.)

หมายเหตุ : 1) สูตรตำรับพื้นฐานจำนวน 3 ตำรับ เป็นตำรับดัดแปลง





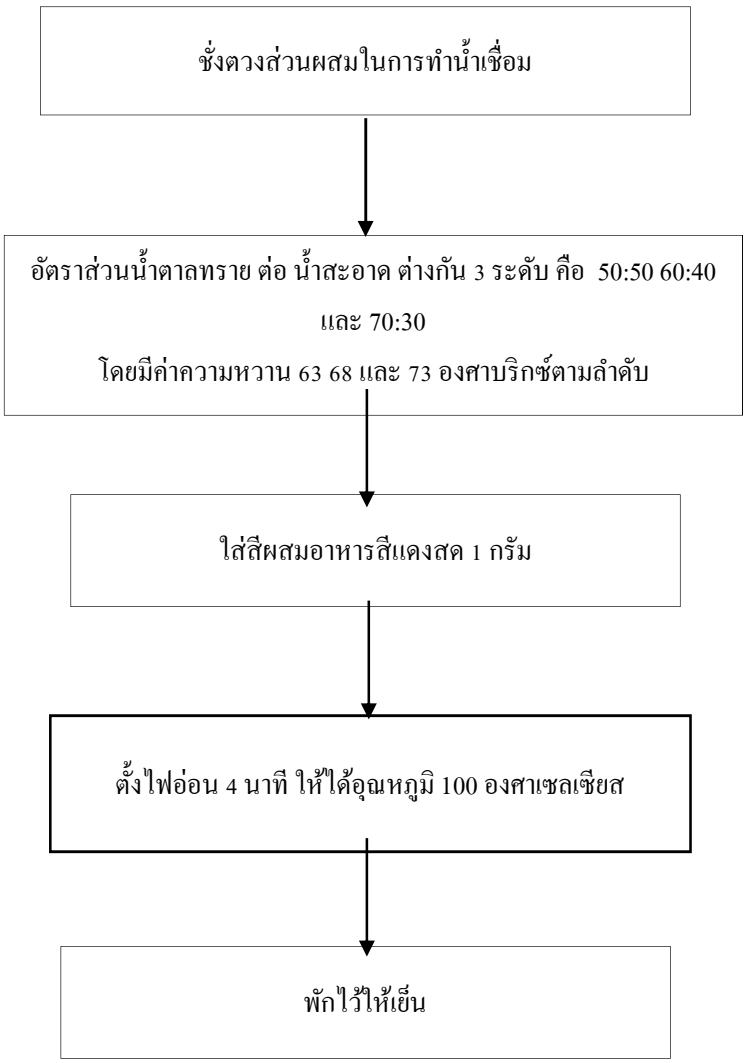
แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการทำมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อมตำรับพื้นฐาน

1.2 การศึกษาความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม

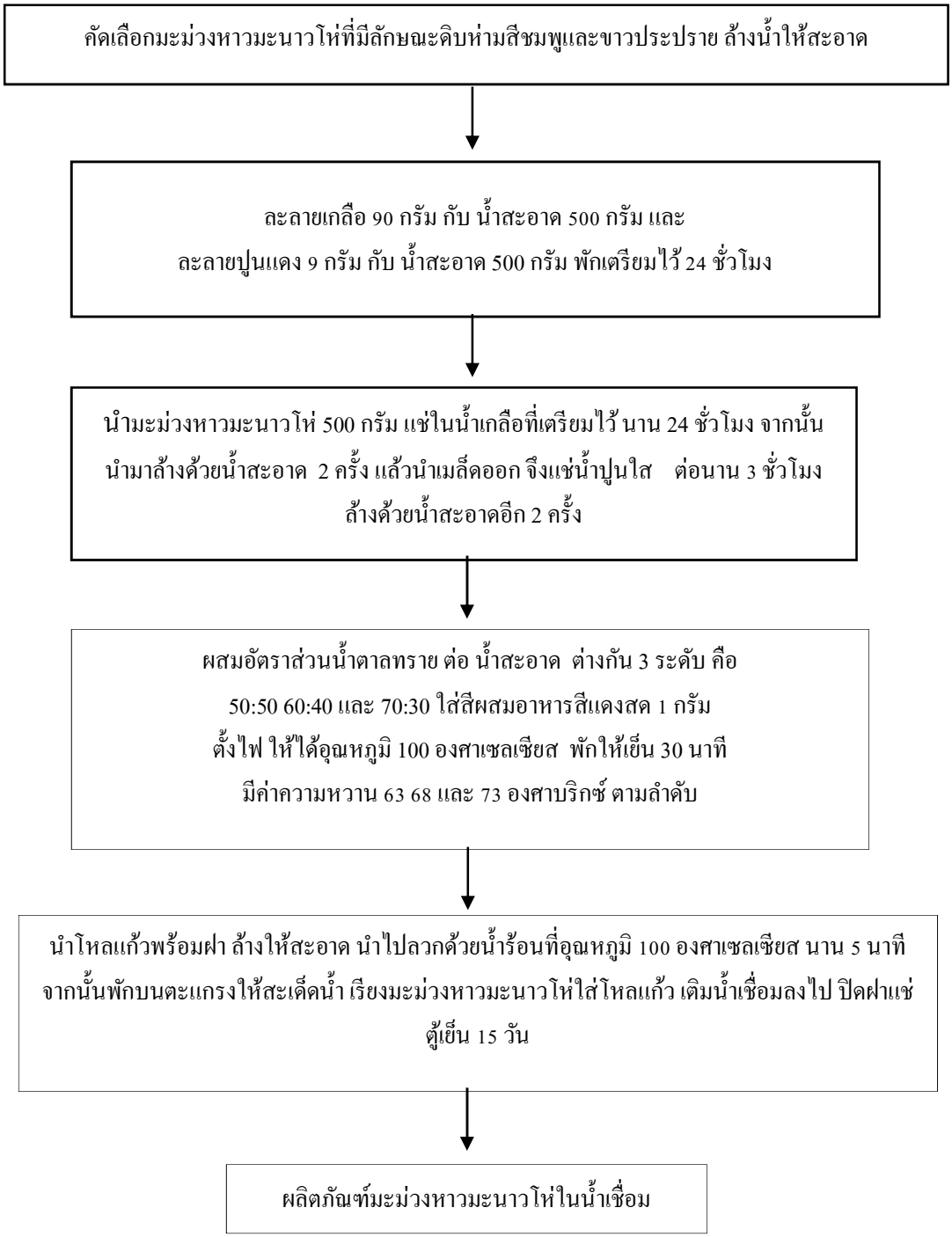
จากการศึกษาตำรับพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 1.1 ที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมาดำเนินการทดลอง โดยการศึกษาอัตราส่วนของน้ำตาลต่อน้ำสะอาด ที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ 50:50 60:40 และ 70:30 ของน้ำเชื่อม ดังแสดงตารางที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมน้ำเชื่อม ที่แผนภูมิที่ 2 และขั้นตอนการทำมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม ดังแผนภูมิที่ 3 โดยวางแผนการสุ่มแบบบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) (สายชล, 2546) และนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) (เพ็ญขวัญ, 2549) ค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 70 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษา คณะเทคโนโลยี คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ตารางที่ 2 ปริมาณความเข้มข้นของน้ำเชื่อมต่างกัน 3 ระดับ

วัตถุดิบ	ปริมาณ (ร้อยละ)		
	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3
น้ำสะอาด	50	60	70
น้ำตาลทราย	50	40	30



แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนการทำน้ำเชื่อม



แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนการทำมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม

2. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม โดยนำผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อมที่ได้รับการยอมรับนำมาวางไว้บนหน้าเค้กและนำมาทดสอบชิมโดยให้คะแนนความชอบแบบ 5 ระดับ (5-point hedonic scale) (เพ็ญขวัญ, 2549) (โดยคะแนน 1 หมายถึง ไม่พึงพอใจ คะแนน 5 หมายถึง พึงพอใจที่สุด) ทางด้านประสาทสัมผัส ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม วางแผนใช้การสุ่มตัวอย่างแบบ

ไม่เจาะจง (Accidental sampling) โดยทดสอบกับผู้บริโภค (Consumer test) เป็นจำนวน 150 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษา คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3. ศึกษาต้นทุนการผลิตมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม

จำนวนต้นทุนการผลิตมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อมโดยต้นทุนการผลิต คือ ราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบที่ใช้จริงทั้งหมด รวมกับ ต้นทุนอื่นๆ ร้อยละ 5 ของต้นทุนจริง รายละเอียดของราคาต้นทุนต่างๆ คือ ราคาต่อหน่วย (Unit price) ตามราคาที่จ่ายจริงหรือเป็นไปตามใบส่งของ (Invoice) และคิดเป็นต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้ เมื่อรวมต้นทุนทั้งหมดแล้วจะต้องเพิ่มต้นทุนอื่นๆ (Addition cost) ส่วนใหญ่จะประมาณการเป็นร้อยละ 5 จากต้นทุนจริง ผลรวมทั้งหมดจะได้ค่าต้นทุนอาหารต่อ 1 สูตร

การวิเคราะห์ผล

โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิเคราะห์ตามแผน (Randomized complete block design, RCBD) (สายชล, 2546) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) และหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลวิจัยและวิจารณ์

1. การศึกษาตำรับมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อมให้ได้มาตรฐาน

1.1 การศึกษาตำรับพื้นฐาน

ผู้ชิมให้การยอมรับตำรับพื้นฐานมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อมตำรับที่ 2 ในด้านลักษณะที่ปรากฏ ด้านสี ด้านรสชาติ และด้านความชอบโดยรวมโดยมีค่าเฉลี่ย 6.97, 7.11, 6.97 และ 7.03 ตามลำดับ (ดังแสดงตารางที่ 3)เมื่อพิจารณาผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตำรับพื้นฐานมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม 3 ตำรับ ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับตำรับพื้นฐานตำรับที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบจากการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติ พบว่าด้านกลิ่น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 จึงเลือกตำรับที่ 2 เนื่องจากตำรับที่ 2 มีการแช่น้ำเกลือเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งคุณสมบัติของเกลือที่ช่วยลดค่า a_w ของอาหาร เมื่อค่า a_w ต่ำ จะมีแรงดันออสโมติกสูง มะม่วงหาวมะนาวโห่ จึงมีการออสโมซิสน้ำเข้าไปจนมีผิวตึง (อรพิน, 2555) รวมถึงการแช่น้ำเกลือทำให้สีของมะม่วงหาวมะนาวโห่ซีดลงทำให้สีมีความสม่ำเสมอกันทั้งลูก (อรวรรณ, 2543) กลิ่นแอลกอฮอล์ของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม เกิดจากการหมักดองโดยเป็นกระบวนการที่เกิดจากจุลินทรีย์ย่อยน้ำตาลภายใต้สภาพที่มีหรือไม่มีอากาศทำให้เกิดแอลกอฮอล์ขึ้นในอาหาร (จิตธนาและอรอนงค์, 2544)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและค่าความแตกต่างตำรับพื้นฐานของมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม 3 ตำรับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ค่าเฉลี่ยและความชอบโดยรวม		
	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3
ลักษณะที่ปรากฏ	6.40^{b}±1.51	6.97^{a}±1.64	6.57^{ab}±1.47
สี	6.49^{b}±1.69	7.11^{a}±1.68	6.74^{ab}±1.82
กลิ่น^{ns}	6.11±1.77	6.57±1.45	6.66±1.47
รสชาติ	5.31^{c}±1.77	6.97^{a}±1.31	6.29^{b}±1.44
เนื้อสัมผัส	5.53^{b}±1.71	6.41^{a}±1.48	6.53^{a}±1.40
ความชอบโดยรวม	5.94^{b}±1.60	7.03^{a}±1.35	6.74^{a}±1.30

หมายเหตุ : 1) a, b และ c อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 2) ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.2 การศึกษาความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม

ผู้ชิมให้การยอมรับมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อมตำรับที่ 3 ในด้านลักษณะที่ปรากฏ ด้านสี ด้านกลิ่น และด้านความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ย 8.09 8.20 7.77 และ 8.11 ตามลำดับ (ดังแสดงตารางที่ 4) ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปริมาณน้ำตาลและน้ำสะอาดที่ใช้ทำน้ำเชื่อมเข้มข้นสำหรับทำมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อมจำนวน 3 ตำรับ ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อมตำรับที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบจากการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ และด้านเนื้อสัมผัส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 จึงเลือกอัตราร้อยละ 70 เนื่องจากการใช้ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 70 ของปริมาณน้ำเชื่อม ทำให้น้ำเชื่อมมีความเข้มข้นมากกว่าตำรับอื่น เมื่อน้ำเชื่อมมีความเข้มข้นสูงขึ้นทำให้น้ำเชื่อมสามารถเคลือบมะม่วงหาวมะนาวโห่ได้ดีขึ้นส่งผลให้มีสีแดงเข้มและมันวาว (ภัทธิรา, 2553) และสารละลายที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลสูง จะทำให้มีค่า a_w ที่ต่ำ ทำให้เกิดแรงดันออสโมติกมากขึ้นส่งผลให้เกิดการออสโมซิสน้ำเชื่อมเข้าสู่ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่จนมีผิวตึงและสีเข้ม (อรพิน, 2555)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปริมาณน้ำตาลและน้ำสะอาดที่ใช้ทำน้ำเชื่อมเข้มข้นสำหรับทำมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อมจำนวน 3 ตำรับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ค่าเฉลี่ยและความชอบโดยรวม		
	ร้อยละ 50	ร้อยละ 60	ร้อยละ 70
ลักษณะที่ปรากฏ	7.77^{b}±1.02	8.06^{ab}±0.80	8.09^{a}±0.81
สี	7.71^{b}±1.09	8.06^{a}±0.90	8.20^{a}±0.79
กลิ่น^{ns}	7.60±1.13	7.71±1.01	7.77±1.02
รสชาติ^{ns}	7.97±1.11	7.86±1.00	7.89±0.75
เนื้อสัมผัส^{ns}	7.71±1.07	7.94±0.96	7.77±0.94
ความชอบโดยรวม	7.80^{b}±0.96	8.06^{ab}±0.90	8.11^{a}±0.75

หมายเหตุ : 1) a และ b อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% 2) ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม

ผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อมมีค่าสี (ดังแสดงตารางที่ 5) คือ ค่า Hue เท่ากับ3.75R ค่า Value เท่ากับ 7 และค่า Chroma เท่ากับ 3 จึงทำให้มีลักษณะทางกายภาพด้านสีมีสีแดง และพบว่าผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อมมีค่ากรด-ด่างเท่ากับ 3.8 ตรงกับค่าที่เหมาะสมของผลไม้แช่อิ่มโดยมีค่า pH ที่เหมาะสมคืออยู่ในช่วง 3.0-4.0 ที่เป็นกรดอ่อน (พิมพ์เพ็ญ, 2556) และค่าความหวาน 73 องศาบริกซ์ อยู่ในช่วงค่าความหวานที่เหมาะสมของผลไม้แช่อิ่มที่น้ำเชื่อมต้องมีค่าความหวาน 60-75 (อรพิน, 2555)

ตารางที่ 5 คุณภาพทางกายภาพ (ค่าสี กรด-ด่าง, ความหวาน) มะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม

คุณภาพทางกายภาพ	ค่าสี			กรด-ด่าง (pH meter)	ความหวาน (°Brix)
	Hue	Value	Chroma		
มะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม	3.75R	7	3	3.8	73

หมายเหตุ : Hue คือค่าเนื้อสี; Value คือ ค่าความสว่างของสี; ค่า Chroma คือ ค่าความสดใสของสี

3. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม

ผู้ทดสอบชิมมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อมให้การยอมรับในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีคะแนนเฉลี่ย 4.28 4.00 3.88 3.80 3.67 และ 3.93 ตามลำดับ (ดังแสดงตารางที่ 6)และพบว่าผู้ทดสอบชิมส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ จำนวน 118 คน คิดเป็นร้อยละ 78.67 ไม่แน่ใจ จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 19.33 และ ไม่ยอมรับ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 2.00 ตามลำดับ เนื่องจากผู้ชิมมีพฤติกรรมการบริโภคที่ไม่ชื่นชอบผลิตภัณฑ์แช่อิ่ม

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ	
ลักษณะที่ปรากฏ	4.28±0.90	
สี	4.00±1.02	
กลิ่น	3.88±0.96	
รสชาติ	3.80±1.07	
เนื้อสัมผัส	3.67±1.13	
ความชอบโดยรวม	3.93±1.00	
ข้อมูลการยอมรับในภาพรวม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ยอมรับ	118	78.67
ไม่แน่ใจ	29	19.33
ไม่ยอมรับ	3	2.00

4. การศึกษาต้นทุนการผลิตมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม

ต้นทุนวัตถุดิบ : มะม่วงหาวมะนาวโห่ $\frac{500 \times 150}{1,000} = 75$ บาท | น้ำตาล $\frac{350 \times 23}{1,000} = 8.05$ บาท

สีผสมอาหารสีแดงสด $\frac{1 \times 20}{28} = 0.71$ บาท | เกลือ $\frac{90 \times 23}{1,000} = 1.17$ บาท

น้ำเนสเล่ $\frac{650 \times 16}{1,500} = 6.93$ บาท | โหลแก้ว = 11.50 บาท

รวม = 75 + 8.05 +1.17 + 0.71 +6.93 + 11.50 = 103.36

ค่าใช้จ่ายการผลิต : ค่าต้นทุนอื่นๆ (ร้อยละ 5 ของต้นทุน) $\frac{103.36 \times 5}{100} = 5.17$

ต้นทุนการผลิต = 103.36 + 5.17 = 108.53

สรุผลการวิจัย

การศึกษาตำรับพื้นฐานมะม่วงหาวมะนาวโห่ในน้ำเชื่อม พบว่า ตำรับที่ 3 ซึ่งมีอัตราส่วนน้ำตาลต่อน้ำสะอาดที่ร้อยละ 70 ต่อ 30 ของปริมาณน้ำเชื่อม เป็นตำรับที่ได้รับการยอมรับสูงที่สุด เนื่องจากการใช้ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 70 ของปริมาณน้ำเชื่อม ทำให้น้ำเชื่อมมีความเข้มข้นมากกว่าตำรับอื่น เมื่อน้ำเชื่อมมีความเข้มข้นสูงขึ้นทำให้น้ำเชื่อมสามารถเคลือบมะม่วงหาวมะนาวโห่ได้ดีขึ้นส่งผลให้มีสีแดงเข้มและมันวาว (ภัทธิรา, 2553) และสารละลายที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลสูงจะทำให้มีค่า a_w ที่ต่ำ ทำให้เกิดแรงดันออสโมติกมากขึ้นส่งผลให้เกิดการออสโมซิสน้ำเชื่อมเข้าสู่ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่จนมีผิวตึงและสีเข้ม (อรพิน, 2555) การวิเคราะห์กายภาพ พบว่า ปริมาณค่ากรด-ด่าง อยู่ที่ 3.8 และค่าความหวาน 73 องศาบริกซ์ ผลการศึกษา พบว่า ด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีคะแนนเฉลี่ย 4.28 4.00 3.88 3.80 3.67 และ 3.93 ตามลำดับ ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์มะม่วงหาวมะนาวโห่ร้อยละ 78.67 และมีต้นทุนการผลิต 108.53 บาท

ข้อเสนอแนะ

1. ควรปรับปรุงเรื่องกลิ่นแอลกอฮอล์ของผลิตภัณฑ์ให้มีกลิ่นน้อยลง
2. ควรปรับปรุงรสชาติให้มีความหวานมากขึ้น
3. ควรมีสีสันหลากหลายมากกว่านี้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขอบคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสละเวลาในการทดสอบเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2544. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพฯ.

ไซส์ภูเกิ้ล. ม.ป.ป. ผลไม้แช่อิ่ม. (ระบบออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : https://sites.google.com/site/63processed fruits2556 (29 ธันวาคม 2560).

เพ็ญขวัญ ชมปรีชา. 2549. เอกสารประกอบการสอนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร วิทยาเขตบางเขน มหาวิทยาลัยมหิดล.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2556. กรดซิตริก. (ระบบออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : http://www.foodnetwork solution.com (2 ธันวาคม 2560).

แพรวพรรณ แพรพิไล. 2537. การแปรรูปผักและผลไม้ไว้กินนาน. แพรธรรม : กรุงเทพฯ.

ฟู้ดทราเวล. 2560. มะม่วงแช่อิ่ม. (ระบบออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : http://www.foodtravel.tv/ recipe. aspx?viewid=4107 (2 ธันวาคม 2560)

ภัทธิรา เลิศปฤงคพ. 2553. น้ำตาล. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลกรุงเทพ : กรุงเทพฯ.

เมดไทย. 2560. มะม่วงหาวมะนาวโห่. (ระบบออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : https://medthai.com/ (12 พฤศจิกายน 2560)

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2546. สถิติการวางแผนการทดลองการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า คุณทหารลาดกระบัง : กรุงเทพฯ.

อรพิน ชัยประสพ. 2555. การถนอมอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยรามคำแหง : กรุงเทพฯ.

อรวรรณ ชินตระกูล. 2543. เกลือกับอุตสาหกรรมอาหาร. จาร์พา. 7 (3) 157-167.

อะลางชิตี้. 2560. ผลไม้แช่อิ่ม. (ระบบออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : www.alangcity.blogspot.com (2 ธันวาคม 2560)

การพัฒนาพาสต้าเส้นสดจากแป้งข้าวกล้องสินเหล็กเสริมก้านเห็ดหอมแห้ง

Development of Fresh Pasta from Sinlek Brown Rice Flour Supplemented with Dried Shiitake Mushroom Stalk

วรลักษณ์ ป้อมน้อย[1*] สุธิดา กิจจาวรเสถียร[1] และวรธร ป้อมเย็น[1]

Woralak Pomnoi[1*] Suthida Kitjaworasatien[1] and Vorathon Pomyen[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาพาสต้าเส้นสดจากแป้งข้าวกล้องสินเหล็กและก้านเห็ดหอมแห้ง จากการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของพาสต้าเส้นสดจำนวน 3 สูตร โดยใช้แป้งสาลีต่างชนิดกันได้แก่ สูตรที่ 1 แป้งสาลี สูตรที่ 2 แป้งสาลีเซโมลิน่า และสูตรที่ 3 แป้งสาลีผสมแป้งสาลีเซโมลิน่า เมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า สูตรที่ 2 ที่ใช้แป้งสาลีเซโมลิน่าได้รับการยอมรับสูงที่สุด ($p\leq0.05$) จึงเลือกสูตรนี้มาศึกษาการทดแทนแป้งสาลีเซโมลิน่าบางส่วนด้วยแป้งข้าวกล้องสินเหล็กที่ระดับร้อยละ 10 20 และ 30 โดยน้ำหนัก พบว่าเมื่อปริมาณแป้งข้าวกล้องสินเหล็กเพิ่มขึ้น ค่าสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น แต่ค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลทางประสาทสัมผัสที่พบว่าเมื่อปริมาณแป้งข้าวกล้องสินเหล็กเพิ่มมากขึ้นคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมลดลง ($p\leq0.05$) พาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องสินเหล็กที่ระดับร้อยละ 20 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากสูตรพื้นฐาน ($p>0.05$) จึงเลือกสูตรนี้มาศึกษาต่อในการเสริมก้านเห็ดหอมแห้งที่ต่างกัน 3 ระดับ คือร้อยละ 10 20 และ 30 โดยน้ำหนัก พบว่าเมื่อปริมาณก้านเห็ดหอมแห้งเพิ่มมากขึ้นค่าความสว่าง (L*) ลดลงผลทางประสาทสัมผัสพบว่าปริมาณก้านเห็ดหอมแห้งที่ระดับร้อยละ 20 ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงสุดไม่แตกต่างจากสูตรที่ไม่ใส่ก้านเห็ดหอม ($p>0.05$)

คำสำคัญ: พาสต้า แป้งสาลีเซโมลิน่า แป้งข้าวกล้องสินเหล็ก ก้านเห็ดหอมแห้ง

ABSTRACT

The objective of this research was to develop fresh pasta from Sinlek brown rice flour and dried shiitake mushroom stalk. The basic formula of fresh pasta was selected by varying three types of flour (wheat flour, semolina flour and wheat flour mixed with semolina flour). The result of sensory score was found that fresh pasta with semolina flour was the highest score for overall acceptability ($p \leq 0.05$). Therefore, it was selected as the basic formula to study the substitution of semolina flour with Sinlek brown rice flour. Semolina flour was substituted with Sinlek brown rice flour at 10, 20 and 30% by weight. The results showed that the redness value (a*) increased, while the lightness (L*) and yellowness values (b*) decreased with increasing Sinlek brown rice flour. Consistent with the sensory scores, the appearance, color, taste, texture and overall acceptability were decreased with increasing Sinlek brown rice flour ($p \leq 0.05$). However, the overall acceptability score of fresh pasta with 20% Sinlek brown rice flour was not significantly different from basic formula ($p > 0.05$). Therefore, fresh pasta containing 20% Sinlek brown rice flour was selected to study the supplementation of dried shiitake mushroom stalk. Dried shiitake mushroom stalk was supplemented in fresh pasta at 10, 20 and 30% by weight. The results showed that the lightness (L*) decreased with increasing dried shiitake mushroom stalk ($p \leq 0.05$). The sensory scores, the appearance, color, flavor, taste, texture and overall acceptability of fresh pasta with dried shiitake mushroom stalk were not significantly different from fresh pasta without dried shiitake mushroom stalk ($p > 0.05$).

Keywords: pasta, semolina flour, Sinlek brown rice flour, dried shiitake mushroom stalk

---

[1] สาขาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิระ เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

[1] Department of Foods and Nutrition, Faculty of Home Economics, Rajamangala University of Technology Pra Nakhon, Si Ayutthaya Road, Vachira, Dusit, Bangkok 10300, Thailand

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : woralak.pom@gmail.com Tel:086-343-6476

บทนำ

เนื่องจากวิถีชีวิตที่เร่งรีบและการการได้รับวัฒนธรรมการบริโภคจากตะวันตกเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้ปัจจุบันคนไทยส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการบริโภคที่ไม่เหมาะสม ที่ผลต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเสียชีวิตเป็นอันดับต้นๆของคนไทย ยังส่งผลให้คนไทยเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังได้เช่นกัน พาสต้าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่นิยมบริโภคเป็นอาหารหลักในแถบเมดิเตอร์เรเนียนของอิตาลี และประเทศในแถบยุโรป และความนิยมนี้ก็ได้แพร่หลายมายังประเทศไทยด้วยเช่นกัน ซึ่งส่วนประกอบหลักของพาสต้าจะประกอบด้วยแป้งสาลี ไข่ น้ำมันมะกอก และน้ำเท่านั้น จึงทำให้พาสต้ามีคาร์โบไฮเดรตสูง และใยอาหารต่ำ เมื่อรับประทานในปริมาณที่มากเกินไป จะส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ ปัจจุบันจึงมีการนำเอาพาสต้ามาพัฒนาเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยใช้ธัญชาติต่างๆทั้งถั่วแดง (จิรนาถและสุภักษร, 2552) ข้าวฟ่าง (Benhur **et al**., 2015) รวมไปถึงใช้แป้งข้าว (Silva **et al**., 2016; หทัยชนกและคณะ, 2561) ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย

นอกจากข้าวจะเป็นพืชเศรษฐกิจของไทยแล้ว คนไทยยังบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก แต่จากข้อมูลการบริโภคข้าวของคนไทยนั้นพบว่าในอนาคตแนวโน้มการบริโภคข้าวจะลดลงตามการพัฒนาของสังคมเมือง ที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะเริ่มห่วงเรื่องสุขภาพ และกังวลถึงการรับประทานอาหารจำพวกข้าวซึ่งมีคาร์โบไฮเดรตสูง (อนันต์, 2559) ผู้บริโภคจึงเลือกบริโภคข้าวที่มีคุณภาพและได้รับประโยชน์มากขึ้น ดังนั้นการพัฒนาข้าวไทยจึงช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและมูลค่าของข้าว ทำให้ลดการเกิดโรคเรื้อรังและสามารถนำข้าวไทยไปสู่ตลาดอาหารเชิงบำบัดในอนาคตได้ ข้าวกล้องสินเหล็กเป็นหนึ่งในพันธุ์ข้าวที่ได้รับการพัฒนามาเพื่อตอบสนองต่อความต้องการด้านสุขภาพของคนไทย โดยข้าวกล้องสินเหล็กนั้นเป็นข้าวที่มาจากการผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลและข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทำให้ได้ข้าวที่มีธาตุเหล็กสูงที่สามารถดูดซึมและนำไปใช้ในร่างกายได้ดี (ริญและนิรภัย, 2554) มีค่าดัชนีน้ำตาลปานกลาง (GI = 58) ช่วยควบคุมระดับคอเลสเตอรอลและน้ำตาลในเลือด จึงจัดเป็นข้าวต้านเบาหวาน (อภิชาติและรัชนี, 2551) เหมาะสำหรับนำมาบริโภคเป็นประจำ หรือใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ

เห็ดหอมเป็นเห็ดที่นิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลาย รวมทั้งเป็นแหล่งของสารอาหารที่สำคัญคือวิตามินบี 2 บี 5 และบี 6 รวมไปถึงยังเป็นแหล่งของพฤษเคมีที่สำคัญอีกหลายชนิด มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาหลายอย่าง จึงทำให้เห็ดหอมได้รับการยอมรับว่าเป็นหนึ่งในเห็ดทางการแพทย์ (ศัลยา, 2554; ธีรดาและคณะ, 2559) นอกจากนี้เห็ดหอมยังมีสารให้รสชาติที่รู้จักกันในชื่อที่เรียกว่า อูมามิ (Umami) หรือรสอร่อย ซึ่งอยู่ในรสชาติพื้นฐาน คือ เปรี้ยว หวาน เค็ม และขม เมื่อบริโภคอาหารที่มีสารอูมามิเข้าไปจะให้ความรู้สึกคล้ายคลึงกับผงชูรส (Fuke and Shimizu, 1993) โดยส่วนใหญ่แล้วเห็ดหอมส่วนที่มักนำมาประกอบอาหารคือเห็ดหอมส่วนดอก ในขณะที่ส่วนของก้านเห็ดมักถูกนำไปทิ้ง แต่เนื่องมาจากก้านเห็ดก็ยังคงมีสารต้านอนุมูลอิสระและสารอาหารใกล้เคียงกับส่วนของดอกเห็ด จึงทำให้ปัจจุบันก้านเห็ดหอมถูกนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพิ่มมากขึ้น และเพื่อที่จะเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในพาสต้าเส้นสด งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลศึกษาผลทางประสาทสัมผัสและค่าสีของการทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องสินเหล็กและเสริมด้วยก้านเห็ดหอมแห้งในปริมาณที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ เพื่อที่จะสนับสนุนการใช้ข้าวไทย ลดการเหลือทิ้งของวัตถุดิบ และช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่พาสต้าเส้นสด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมแป้งข้าวสินเหล็ก

นำข้าวกล้องสินเหล็กมาบดละเอียด โดยใช้เครื่องบดความละเอียดสูง แล้วนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช อบไล่ความชื้นด้วยเตาอบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 55°C นาน 20 นาที (Wonglao et al., 2013) ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง บรรจุในถุงพลาสติกลามิเนตด้วยอลูมิเนียมฟอยด์ ถุงละ 500 กรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

2. ศึกษาสูตรต้นแบบของการผลิตพาสต้าเส้นสด

คัดเลือกสูตรพื้นฐานของพาสต้าเส้นสดซึ่งมีส่วนประกอบหลักคือแป้ง ไข่ไก่ เกลือ และน้ำสะอาดในอัตราส่วนที่เท่ากันทุกสูตรซึ่งดัดแปลงจากสูตรของสุธิดา, 2560 โดยแปรชนิดของแป้งสาลีออกเป็น 3 ชนิด คือ สูตรที่ 1 แป้งสาลีเอนกประสงค์ สูตรที่ 2 แป้งสาลีเซโมลิน่า และสูตรที่ 3 แป้งสาลีเอนกประสงค์ผสมแป้งสาลีเซโมลิน่าในอัตราส่วน 1:1 (ตารางที่ 1) จากนั้นนำส่วนผสมทั้งหมดมาผสมให้เข้ากัน นวดจนขึ้นโด แล้วนำมารีดด้วยเครื่องรีด จน แผ่นแป้งมีความหนา 0.05 มิลลิเมตร ตัดเป็นเส้นกว้าง 0.48 มิลลิเมตร ยาว 30 เซนติเมตร นำเส้นพาสต้าที่ได้ไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที หยุดความร้อนด้วยน้ำเย็น จากนั้นนำไปประเมินผลทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบทดสอบ 9-point hedonic scale เพื่อประเมินด้านความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 30 คน

ตารางที่ 1 สูตรต้นแบบของพาสต้าเส้นสด

ส่วนประกอบ (ร้อยละ)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งสาลี	55.40	-	27.70
แป้งเซโมลิน่า	-	55.40	27.70
ไข่ไก่ทั้งฟอง	33.24	33.24	33.24
ไข่แดงไข่ไก่	4.99	4.99	4.99
น้ำมันมะกอก	4.15	4.15	4.15
เกลือ	2.22	2.22	2.22

3. ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องสินเหล็กในพาสต้าเส้นสด

เตรียมพาสต้าเส้นสดโดยใช้แป้งข้าวกล้องสินเหล็กทดแทนแป้งสาลีที่ 3 ระดับคือ ร้อยละ 10, 20 และ 30 โดยน้ำหนัก เปรียบเทียบกับสูตรต้นแบบ จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพคือค่าสี CIE (L*, a* และ b*) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer วัดทั้งหมด 3 ซ้ำ จากนั้นประเมินผลทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบทดสอบ 9-point hedonic scale เพื่อประเมินด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 30 คน นำสูตรที่ดีที่สุดไปศึกษาผลของการเสริมก้านเห็ดหอมแห้งในพาสต้าแป้งข้าวกล้องสินเหล็ก

4. ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการเสริมก้านเห็ดหอมแห้งในพาสต้าข้าวกล้องสินเหล็ก

นำพาสต้าข้าวกล้องสินเหล็กสูตรที่ได้รับการคัดเลือกมาเสริมด้วยก้านเห็ดหอมที่ปริมาณ 3 ระดับคือ ร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้ง จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพคือค่าสี CIE (L*, a* และ b*) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer วัดทั้งหมด 3 ซ้ำ จากนั้นประเมินผลทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบทดสอบ 9-point hedonic scale เพื่อประเมินด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 30 คน

5. สถิติที่ใช้ในการวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผล

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สำหรับการวิเคราะห์ค่าสี และ Randomized Completed Block Design (RCBD) สำหรับการประเมินผลทางประสาทสัมผัส นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ผลและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาสูตรต้นแบบของพาสต้าเส้นสดพบว่าสูตรที่ 2 ที่ใช้แป้งสาลีเซโมลิน่าเพียงอย่างเดียวได้รับคะแนนความชอบโดยรวมจากผู้บริโภคมากที่สุด ($p\leq0.05$) โดยมีความชอบโดยรวมอยู่ในระดับ 8 ซึ่งอยู่ในระดับชอบมาก เมื่อเทียบกับสูตรที่มีแป้งสาลีเอนกประสงค์ (ตารางที่ 2) เนื่องมาจากแป้งสาลีเซโมลิน่าซึ่งเป็นแป้งที่ได้จากข้าวสาลีดูรัมมีปริมาณโปรตีนกลูเตนสูงเมื่อเทียบกับแป้งสาลีชนิดอื่น เมื่อทำให้เป็นโดจึงมีความเหนียว แต่ไม่ยืดง่ายเหมือนแป้งชนิดอื่น จึงทำให้ได้เส้นพาสต้าที่เหนียวนุ่ม แต่ไม่ขาดง่าย นอกจากนี้แป้งเซโมลิน่ายังมีปริมาณแคโรทีนอยด์ในปริมาณสูง จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองสวยมากกว่าใช้แป้งสาลีเอนกประสงค์ (ปิยมาศ, 2546)

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของพาสต้าเส้นสดสูตรต้นแบบ

คุณลักษณะ	สูตรที่ 1 (แป้งสาลีเอนกประสงค์)	สูตรที่ 2 (แป้งสาลีเซโมลิน่า)	สูตรที่ 3 (แป้งสาลีเอนกประสงค์ผสมแป้งสาลีเซโมลิน่า)
ความชอบโดยรวม	7.20 ± 0.76^{c}	8.47 ± 0.51^{a}	7.53 ± 0.51^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

ผลของการนำพาสต้าเส้นสดสูตรต้นแบบไปทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องสินเหล็กในด้านค่าสีพบว่าเมื่อปริมาณแป้งข้าวกล้องสินเหล็กเพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้ค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) ลดลง แต่ค่าสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น ($p\leq0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรต้นแบบที่ไม่มีแป้งข้าวกล้องสินเหล็ก (ตารางที่ 3) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวรรธรและคณะ, 2558 ที่ศึกษาการใช้แป้งข้าวกล้องสินเหล็กในขนมกลีบลำดวน พบว่าเมื่อปริมาณแป้งข้าวกล้องสินเหล็กเพิ่มมากขึ้น ค่าความสว่างจะมีแนวโน้มลดลง โดยค่าความสว่างที่ลดลงเป็นผลเนื่องมาจากแป้งข้าวกล้องสินเหล็กมีสีที่เข้มกว่าแป้งสาลี นอกจากนี้แป้งข้าวกล้องสินเหล็กยังมีปริมาณใยอาหารสูงกว่าแป้งสาลีเซโมลิน่า ซึ่งปริมาณใยอาหารที่เพิ่มขึ้นนั้นจะส่งผลสำคัญที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีที่คล้ำลง (Wanyo **et al.**, 2009) นอกจากนี้ ใยอาหารยังมีผลต่อการประเมินทางประสาทสัมผัส ยิ่งผลิตภัณฑ์มีใยอาหารสูงคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสจะยิ่งลดลง (Aravind **et al.**, 2012) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ที่พบว่าเมื่อปริมาณแป้งข้าวกล้องสินเหล็กเพิ่มมากขึ้นคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส (ความเหนียวนุ่ม) และความชอบโดยรวมมีแนวโน้มลดลง ($p\leq0.05$) (ตารางที่ 4) โดยพาสต้าที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องสินเหล็กที่ระดับร้อยละ 10 และ 20 มีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่นรส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกับสูตรต้นแบบ ($p>0.05$) โดยคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส (ความเหนียวนุ่ม) ที่ระดับร้อยละ 20 และ 30 มีแนวโน้มลดลงเนื่องจากพาสต้าสูตรต้นแบบทำมาจากแป้งสาลีเซโมลิน่าที่มีกลูเตนสูง ซึ่งเกิดจากไกลอะดินและกลูเตนินในปริมาณใกล้เคียงกัน เมื่อมีการรวมตัวกันจะได้ก้อนแป้งที่มีลักษณะที่ดี มีโครงสร้างแข็งแรง มีความยืดหยุ่นสูง และมีความเหนียวนุ่ม แต่เมื่อทดแทนแป้งสาลีเซโมลิน่าด้วยแป้งข้าวกล้องสินเหล็กในพาสต้าแล้ว ทำให้ปริมาณกลูเตนที่อยู่ในแป้งสาลีลดลง จึงส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของพาสต้า ความเหนียวนุ่มลดลง คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสจึงลดลง (จิรนาถ

และสุภักษร, 2552) แต่อย่างไรก็ตามแป้งข้าวกล้องสินเหล็กที่ร้อยละ 20 เป็นปริมาณสูงสุดที่สามารถใช้ทดแทนแป้งสาลีเซโมลิน่าในพาสต้าเส้นสดได้

ตารางที่ 3 ค่าสีของเส้นพาสต้าสดทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องสินเหล็ก

ค่าสี	ปริมาณข้าวกล้องสินเหล็ก (ร้อยละ)			
	0	10	20	30
L*	69.25±0.16^{a}	64.58±0.17^{b}	63.40±0.33^{c}	62.38±0.14^{d}
a*	6.53±0.15^{c}	7.03±0.16^{b}	7.38±0.10^{a}	7.61±0.15^{a}
b*	25.58±0.36^{a}	23.72±0.34^{b}	20.44±0.59^{c}	19.40±0.20^{d}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของเส้นพาสต้าสดทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้องสินเหล็ก

คุณลักษณะ	ปริมาณแป้งข้าวกล้องสินเหล็ก (ร้อยละ)			
	0 (สูตรต้นแบบ)	10	20	30
ลักษณะที่ปรากฏ	7.37±0.67^{a}	7.13±0.63^{ab}	7.00±0.83^{b}	6.03±0.81^{c}
สี	7.70±0.47^{a}	7.53±0.57^{a}	7.53±0.51^{a}	6.60±0.77^{b}
กลิ่นรส	7.93±0.69^{a}	7.83±0.91^{a}	7.87±0.73^{a}	6.47±0.73^{b}
เนื้อสัมผัส	7.93±0.69^{a}	7.80±0.41^{ab}	7.63±0.49^{b}	6.40±0.50^{c}
ความชอบโดยรวม	7.57±0.86^{a}	7.50±0.82^{a}	7.47±0.68^{a}	6.57±0.68^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เมื่อได้พาสต้าเส้นสดที่ทดแทนด้วยข้าวกล้องสินเหล็กที่ระดับร้อยละ 20 แล้วเสริมด้วยก้านเห็ดหอมแห้ง พบว่าเมื่อปริมาณก้านเห็ดหอมแห้งเพิ่มขึ้นค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) ลดลง ในขณะที่ค่าสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรที่ไม่ใส่ก้านเห็ดหอมแห้ง (ตารางที่ 5) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ **Reis Correia** et al., 2017 ที่ศึกษาการใช้ผงเห็ดหอมในพาสต้าเส้นสดที่พบว่าเมื่อปริมาณเห็ดหอมเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) ลดลง ในขณะที่ค่าสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น สำหรับผลทางประสาทสัมผัสพบว่าปริมาณ ก้านเห็ดหอมแห้งที่ปริมาณร้อยละ 20 ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างจากพาสต้าข้าวกล้องสินเหล็กสูตรที่ไม่ได้ใส่ก้านเห็ดหอม ($p > 0.05$) และเมื่อเพิ่มปริมาณก้านเห็ดหอมแห้งเป็นร้อยละ 30 พบว่าคะแนนความชอบในด้านประสาทสัมผัสลดลงในทุกด้าน ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 6) โดยปริมาณของก้านเห็ดหอมที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลทำให้ความเหนียวนุ่มของเส้นพาสต้าลดลง จึงทำให้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสลดลง (**Reis Correia et al.**, 2017)

ตารางที่ 5 ค่าสีของเส้นพาสต้าสดแป้งข้าวกล้องสินเหล็กเสริมก้านเห็ดหอมแห้ง

ค่าสี	ปริมาณก้านเห็ดหอมแห้ง (ร้อยละ)			
	0	10	20	30
L*	63.73±0.15^{a}	60.24±0.07^{b}	59.69±0.11^{c}	57.31±0.12^{d}
a*	6.71±0.23^{c}	7.17±0.13^{b}	7.37±0.17^{ab}	7.69±0.14^{a}
b*	20.14±0.05^{a}	18.14±0.05^{b}	16.69±0.53^{c}	16.38±0.28^{c}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 6 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของเส้นพาสต้าสดแป้งข้าวกล้องสินเหล็กเสริมก้านเห็ดหอมแห้ง

คุณลักษณะ	ปริมาณก้านเห็ดหอมแห้ง (ร้อยละ)			
	0	10	20	30
ลักษณะที่ปรากฏ	7.67±0.48[a]	7.60±0.50[a]	7.67±0.61[a]	6.47±0.51[b]
สี	7.47±0.51[a]	7.27±0.45[a]	7.13±0.73[ab]	6.80±0.76[b]
กลิ่นรส	7.33±0.48[a]	7.40±0.50[a]	7.47±0.51[a]	6.77±0.73[b]
เนื้อสัมผัส	7.37±0.72[a]	7.13±0.57[a]	7.17±0.75[a]	6.07±0.69[b]
ความชอบโดยรวม	7.53±0.57[a]	7.40±0.86[a]	7.37±0.61[a]	6.40±0.50[b]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สรุปผลการวิจัย

ชนิดของแป้งสาลีที่เหมาะสมสำหรับนำมาทำพาสต้าคือแป้งสาลีเซโมลิน่า โดยเมื่อนำไปทดแทนบางส่วนด้วยแป้งข้าวกล้องสินเหล็กพบว่าปริมาณที่เหมาะสมอยู่ที่ปริมาณร้อยละ 20 เนื่องจากได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากสูตรต้นแบบ และเมื่อนำไปศึกษาปริมาณการเสริมด้วยก้านเห็ดหอมแห้งพบว่าปริมาณก้านเห็ดหอมแห้งที่เหมาะสมอยู่ที่ปริมาณร้อยละ 20 ซึ่งได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากพาสต้าข้าวกล้องสินเหล็กสูตรที่ไม่ได้เสริมก้านเห็ดหอม

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิจัยเรื่องการพัฒนาพาสต้าเส้นสดจากแป้งข้าวกล้องสินเหล็กและก้านเห็ดหอมแห้งสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จิรนาถ ทิพย์รักษา และ สุภักษร นุดวงแก้ว. 2552. พาสต้าเสริมเส้นใยจากแป้งถั่วแดงหลวง. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม 4(1): 16-22.

ธีรดา อินทรสุข, สราลี ศรัทธาพงษ์สกุล, วริษฎา ศิลาอ่อน, ไพจิตร ศรีธนานุวัฒน์, ตันติมา กำลัง และ อุษณา พัวเพิ่มพูลศิริ. 2559. การพัฒนาสูตรตำรับเห็ดอัดเม็ดจากเห็ดหอม เห็ดนางรม และเห็ดนางฟ้า. วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน 11: 14-24.

ปิยมาศ มหาบุญญานนท์. 2546. คุณลักษณะทางกายภาพและโครงสร้างภายในของพาสตาข้าวเจ้าที่ได้จากการอัดพองโดยใช้ข้าวพันธุ์ต่าง ๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ริญ เจริญศิริ และ นิรภัย สายธิไชย. 2554. สถาบันโภชนาการร่วมมือกับม.เกษตรศาสตร์ พัฒนาพันธุ์ข้าวป้องกันโรค. มหิดลสาร 6: 22-23.

วรธร ป้อมเย็น, วรางคณา ศรีจำนงค์, ฉัตรภา หัตถโกศล และ พร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญากุล. 2558. ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องสินเหล็กและแป้งรำข้าวต่อคุณภาพของขนมกลีบลำดวน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 46(3): 589-592.

ศัลยา คงสมบูรณ์เวช. 2554. เห็ดทางการแพทย์กับสุขภาพ. วารสารอาหาร 41(4): 361-366.

สุธิดา กิจจาวรเสถียร. 2560. พาสต้า. เอกสารประกอบการสอนวิชาอาหารยุโรป. 48. สาขาอาหารและโภชนาการ.คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

หทัยชนก ศรีประไพ, ฉัตรชนก บุญไชย และ ยศสินี หัวดง. 2561. การพัฒนาผลิตภัณฑ์พาสต้าสดจากแป้งข้าวกล้อง. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 7(1): 58-69.

อนันต์ สุวรรณรัตน์. 2559. คนไทยกินข้าวน้อยลง-'บิ๊กฉัตร'บี้ 3 กรมเร่งจัดทำแผนข้าว ตั้งเป้า 5 ปีราคาจะดีขึ้น. มติชนออนไลน์. แหล่งที่มา: https://www.matichon.co.th/economy/news_347479, 25 เมษายน 2561.

อภิชาติ วรรณวิจิตร และ รัชนี คงคาฉุยฉาย. 2551. โครงการบูรณาการเทคโนโลยีชีวภาพในการสร้างพันธุ์ ข้าวเพื่อเพิ่มมูลค่าและคุณค่าสูง. ทำเนียบผลการวิจัย เล่มที่ 16 ประจำปี 2551. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 37-40.

Aravind, N., Sissons, M., Egan, N. and Fellows, C. 2012. Effect of insoluble dietary fibre addition on technological, sensory, and structural properties of durum wheat spaghetti. Food Chemistry 130: 299-309.

Benhur, D.R., Bhargavi, G. and Kalpana, K. 2015. Development and standardization of sorghum pasta using extrusion technology. Journal of Food Science and Technology 52(10): 6828–6833.

Fuke, S. and Shimizu, T. 1993. Sensory and preference aspects of umami. Trends in Food Science & Technology 4(8): 246-251.

Reis Correia, P.M. dos, Esteves, S.A. and Guinél, R.P. 2017. Effect of mushroom powder in fresh pasta development. FoodBalt: 134-139.

Silva, E.M.M.DA., Ascheri, J.L.R. and Ascheri D.P.R. 2016. Quality assessment of gluten-free pasta prepared with a brown rice and corn meal blend via thermoplastic extrusion. Food Science and Technology 68: 698-706.

Wanyo, P., Chomnawang, C. and Siriamornpun, S. 2009. Substitution of wheat flour with rice flour and rice bran in flake products: effects on chemical, physical and antioxidant properties. World Applied Sciences Journal 7(1): 49-56.

Wonglao, K., Srichamnong, W., Hudthagosol, C., Suttisansanee, U. and Somboonpanyakul, P. 2013. Effect of particle size of Sinlek brown rice flour as a partially substituent of wheat flour on biscuits quality. Agricultural Science Journals 44(2): 181-4.

การใช้ผงลูกเดือยทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้

Using Job's Tears Powder Substitute Wheat Flour In Cookies

จิราภัทร โอทอง[1*] เบญจวรรณ แม้นประสิทธิ [1] และ เจ้าพระยา พิลิแก้ว [1]

Jirapat Othong[1*] Benjawan Manprasit[1] Chaopraya Pilikaew[1]

บทคัดย่อ

ลูกเดือยเป็นธัญพืชประเภทคาร์โบไฮเดรตเช่นเดียวกับข้าวโพด ข้าว และข้าวสาลี นิยมนำมาเป็นส่วนผสมในอาหารหรือขนมหวาน โดยลูกเดือยเป็นธัญพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร ฟอสฟอรัส และวิตามินบี 1 งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ผงลูกเดือยทดแทนแป้งสาลีบางส่วนต่อลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ โดยใช้ผงลูกเดือยทดแทนแป้งสาลี 3 ระดับ คือ 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแป้งสาลี เปรียบเทียบกับคุกกี้สูตรควบคุมที่ใช้แป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นศึกษาลักษณะทางกายภาพโดยวัดค่าสี ความกว้าง ความหนา และอัตราการแผ่ตัวของคุกกี้ และศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผลการทดลองเมื่อปริมาณผงลูกเดือยเพิ่มขึ้นคุกกี้จะมีค่าความเป็นสีแดง (a*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ความกว้างและอัตราการแผ่ตัวเพิ่มขึ้นด้วย แต่ปริมาณผงลูกเดือยที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้คุกกี้มีค่าความสว่าง (L*) และความหนาที่ลดลง เมื่อทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่าคุกกี้ที่ใช้ผงลูกเดือยทดแทนแป้งสาลีทั้ง 3 ระดับ มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสในทุกด้านที่ไม่แตกต่างกับคุกกี้จากแป้งสาลีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีคะแนนความชอบในระดับชอบปานกลาง

คำสำคัญ : คุกกี้, ผงลูกเดือย, ลักษณะทางกายภาพ, ลักษณะทางประสาทสัมผัส

ABSTRACT

Job's tears are type of carbohydrate cereal that like corn, rice and wheat. That cereal was used in food or dessert. Job's tears are rich in the nutrients value such as carbohydrate, fiber, phosphorus and thiamine. The objective of research were to study using of job's tears powder substituted wheat flour on physical and sensory characteristics of cookie. The job's tears powder were used to replace wheat flour as 30, 40 and 50 percent of wheat flour weight, and were compared with control sample (100 percent of wheat flour). Physical characteristics was study of color, width, thickeness and spread ratio of cookie, and sensory characteristics was study of appearance, color, order, flavor, texture and overall liking. The result shown that, when job's tears powder increased, the color of a* values and b* values, width and spread ratio of cookie were increasing. The job's tears powder caused an decreasing in lightness (L*) and thickeness of cookie. The result from sensory evaluation shown that the cookie were used job's tears powder in 3 levels, the testers were accepted not different with control sample ($p>0.05$) and this was rated as " like moderately"

Keywords: cookie, job's tears powder, physical characteristic, sensory characteristic

---

[1] สาขาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร แขวงวชิระพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

[1] Department of Food and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Vachira Phayaban Dusit Bangkok 10300, Thailand

* ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): Jirapat.O@rmutp.ac.th

บทนำ

ลูกเดือย (Job's tear) เป็นธัญพืชตระกูลเดียวกับหญ้า (**Andovopogoneae**) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ **Coix lachry-jobi Linn var mayuen Stapt** มีถิ่นกำเนิดในแถบเทือกเขาหิมาลัย และแพร่เข้าสู่ทวีปเอเชียตะวันออกผ่านทาง ชาวจีน ในประเทศไทยนั้นปลูกมากในแถบภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะในจังหวัดเลยที่ปลูกมากเป็นอันดับหนึ่งจากพื้นที่ปลูกทั้งหมดในประเทศ (ม.ป.ป.) ลูกเดือยที่นิยมปลูกเพื่อจำหน่ายและนำมารับประทานนั้นมีอยู่ 2 สายพันธุ์ คือ ลูกเดือยข้าวเหนียว และลูกเดือยข้าวเจ้า โดยลูกเดือย ข้าวเหนียวจะเป็นที่นิยมรับประทานมากกว่าลูกเดือยข้าวเจ้า เพราะเมื่อต้มสุกจะให้แป้งที่มีความเหนียวนุ่ม และมีกลิ่นหอมมากกว่า เนื่องจากมีสัดส่วนอะไมโลเพคตินสูงกว่าลูกเดือยข้าวเจ้า (ญาณีและปาริสุทธิ์, 2559)

แพทย์แผนจีนได้จัดลูกเดือยให้เป็นยาเย็น ช่วยกำจัดความร้อนออกจากร่างกาย ช่วยบำรุงม้าม ไต และปอด นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันอาการท้องร่วง อาเจียน ฝีในปอด และโรคมะเร็ง (Li, D-P., 2006) ลูกเดือยเป็นธัญพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ได้แก่ ฟอสฟอรัส (435 มิลิกรัม/ 100 กรัม) แคลเซียม (25 มิลิกรัม/ 100 กรัม) และธาตุเหล็ก (5 กรัม/100 กรัม) และยังมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ คือ Coixenolide ซึ่งมีในปริมาณ 0.02 μg/g (จิราภรณ์, 2552) สารชนิดนี้มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเนื้องอกและป้องกันการเกิดมะเร็ง และ Coixol มีฤทธิ์ช่วยคลายความตึงของกล้ามเนื้อ ป้องกันการเกิดอาการหดเกร็งของกล้ามเนื้อ โดย จะออกฤทธิ์คล้ายกับยาคลายกล้ามเนื้อ (Coix lacryma-jobi, n.d.) ลูกเดือยมีสารประกอบ Polyphenolic ที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระป้องกันอนุมูลอิสระทำลายเซลล์ภายในร่ายกาย โดยมีปริมาณอยู่ที่ 7.33-7.93 mgGAE/g ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกว่าข้าวกล้อง ข้าวบาร์เล่ ถั่วเขียว และข้าวเจ้า (จิราภรณ์, 2552) และยังมีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติก (Prebiotic) เพราะลูกเดือยมีปริมาณแป้งทนย่อย (Resistance starch) สูงถึง 40.98% TS (Total starch) โดยแป้งทนย่อยนี้มีคุณสมบัติเหมือนกับพรีไบโอติก จึงช่วยป้องกันหรือลดภาวะการเกิดโรคอ้วน โรคหัวใจและหลอดเลือด ความดันโลหิตสูง และโรคเบาหวานได้ นอกจากนี้ยังมีแป้งย่อยช้า (Slowly digested starch) สูงถึง 45.03% TS (Total starch) (จิราภรณ์, 2552) ทำให้ลูกเดือยจัดอยู่ในกลุ่มอาหารที่มีค่า GI (Glycermic Index) ต่ำ จึงเหมาะกับผู้ป่วยโรคเบาหวาน โรคอ้วน และโรคหัวใจและหลอดเลือด

จากประโยชน์ข้างต้นเห็นได้ว่าลูกเดือยเป็นธัญพืชที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเป็นอย่างมาก แต่การนำลูกเดือยมาใช้ประโยชน์ยังมีค่อนข้างจำกัด ส่วนใหญ่เป็นการนำลูกเดือยมาใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องเต้าหู้ น้ำลูกเดือย และโจ๊กลูกเดือย เป็นต้น ด้วยเหตุนี้จึงมีงานวิจัยการนำลูกเดือยมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ Kutschera, and Krasaekoopt, (2012) ศึกษาการใช้แป้งลูกเดือยทดแทนแป้งเค้กในเค้กเนยสด โดยปริมาณแป้งลูกเดือยที่เหมาะสมในการทดแทนแป้งเค้ก คือ 15% ญาณีและปาริสุทธิ์ (2559) พัฒนาขนมขบเคี้ยวจากลูกเดือยรสสมุนไพร คุกกี้เป็นขนมที่ได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีรสชาติดีและมีรูปแบบที่หลากหลาย สามารถรับประทานได้ง่าย และรับประทานได้ทุกเพศทุกวัย ส่วนผสมหลักของคุกกี้ คือ แป้งสาลี เนย น้ำตาล และไขมัน จากส่วนผสมดังกล่าวส่งผลให้คุกกี้เป็นขนมที่มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ ด้วยเหตุนี้การนำผงลูกเดือยมาทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในคุกกี้จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่คุกกี้ นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการนำลูกเดือยมาใช้ประโยชน์ และเป็นการสร้างทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้บริโภคอีกด้วย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ผงลูกเดือยทดแทนแป้งสาลีบางส่วนต่อลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมคุกกี้

เตรียมคุกกี้โดยแปรปริมาณผงลูกเดือยต่อการทดแทนแป้งสาลีในอัตราส่วน 0:100 (ตัวอย่างควบคุม), 30:70, 40:60 และ 50:50 โดยส่วนผสมที่ใช้ในการทำคุกกี้มีดังนี้ เนยสดชนิดเค็ม 100 กรัม เนยขาว 50 กรัม น้ำตาลไอซิ่ง 120 กรัม เกลือป่น 1.5 กรัม ผงฟู 10 กรัม ไข่ไก่ 50 กรัม และกลิ่นวนิลาชนิดน้ำ 15 กรัม วิธีการทำคุกกี้มีดังนี้ อุ่นเตาอบทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 160 องศา

เซลเซียส จากนั้นร่อนแป้งสาลี ผงลูกเดือย และผงฟูเข้าด้วยกันพักไว้ ตีเนยสด เนยขาว น้ำตาล เกลือป่น และไอซิ่งให้เข้ากันที่ความเร็วระดับ 3 นาน 7 นาที ที่ความเร็วระดับ 1 นาน 1 นาที จากนั้นเติมแป้งสาลี ผงลูกเดือยและผงฟูที่ร่อนแล้วตีต่อไปอีก 1 นาที ให้ส่วนผสมเข้ากัน จากนั้นตักส่วนผสมที่ได้ใส่ในกระบอกสำหรับกดคุกกี้ กดคุกกี้ลงบนถาดที่ทาด้วยเนยขาว นำเข้าเตาอบอบนาน 10 นาที นำออกมาพักไว้ให้เย็น จากนั้นบรรจุไว้ในถุงพลาสติกและเก็บไว้ในที่แห้ง

2. การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ

นำคุกกี้ที่เตรียมไว้ทั้ง 4 ตัวอย่างมาวัดค่าสี L*,a* และ b* ด้วยเครื่องวัดสี (Hunter Lab; Color Flex, China) วัดความกว้างเฉลี่ยของคุกกี้ วัดความหนาเฉลี่ยของคุกกี้ โดยวางคุกกี้เรียงกันเป็นแนวตั้งจำนวน 5 ชั้น จากนั้นใช้ ไม้บรรทัดวัดความสูงของชั้นคุกกี้ และคำนวณอัตราการแผ่ตัวของคุกกี้ โดยการเอาค่าความกว้างหารด้วยความหนา (ดัดแปลงจาก ดุลย์จิรา และคณะ, 2560)

3. การประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัส

ประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 80 คน

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาหาค่าเฉลี่ย (mean) วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple's Range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลและวิจารณ์ผล

1. ผลของการทดแทนผงลูกเดือยต่อค่าสีของคุกกี้

เมื่อนำคุกกี้จากแป้งสาลีและคุกกี้ที่ทดแทนผงลูกเดือยทั้ง 3 ระดับ คือ 30%, 40% และ 50% มาวัดค่าสี โดยวัดค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีเขียว-แดง (a*) และค่าความเป็นสีน้ำเงิน-เหลือง (b*) พบว่าผงลูกเดือยส่งผลต่อค่าสีของคุกกี้ ดังแสดงในตารางที่ 1 คุกกี้ที่ทดแทนผงลูกเดือยทั้ง 3 ระดับมีค่าความสว่าง (L*) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับคุกกี้จากแป้งสาลี โดยคุกกี้จากแป้งสาลีมีค่าความสว่าง (L*) สูงที่สุด และคุกกี้ที่ทดแทนผงลูกเดือยที่ระดับ 50% มีค่าความสว่างน้อยที่สุด

ตารางที่ 1 ผลการใช้ผงลูกเดือยทดแทนแป้งสาลีต่อค่าสีของคุกกี้

ตัวอย่าง	L*	a*^{ns}	b*
แป้งสาลี 100%	64.54±2.14^{a}	11.67±1.21	32.16±0.46^{c}
ผงลูกเดือย 30%	61.04±2.05^{b}	12.43±1.22	34.83±0.49^{b}
ผงลูกเดือย 40%	60.09±2.15^{b}	12.64±1.22	35.41±0.51^{b}
ผงลูกเดือย 50%	58.83±1.20^{b}	12.89±1.17	36.41±0.66^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ns = Non-significant differences

ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของค่า L* และ b* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่าความเป็นสีแดง (a*) ของคุกกี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนค่าความเป็นสีเหลือง (b*) พบว่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับคุกกี้จากแป้งสาลี โดยคุกกี้ที่ทดแทนผงลูกเดือยที่ระดับ 50% มีค่าความเป็นสีเหลืองสูงที่สุด และคุกกี้จากแป้งสาลีมีค่าความเป็นสีเหลืองน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากผงลูกเดือยมีสีน้ำตาลอ่อนๆซึ่งเป็นสีที่เข้มกว่าแป้งสาลีที่เป็นสีขาวล้วน ทำให้เมื่อนำมาทดแทนแป้งสาลีจึงส่งผลให้คุกกี้มีค่าความสว่าง (L*) ลดลง และสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น

2. ผลของการทดแทนผงลูกเดือยต่อลักษณะทางกายภาพของคุกกี้

จากผลการทดลองพบว่าผงลูกเดือยส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพของคุกกี้ ดังแสดงในตารางที่ 2 เมื่อปริมาณผงลูกเดือยเพิ่มขึ้นค่าความกว้างและอัตราการแผ่ตัวของคุกกี้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับคุกกี้จากแป้งสาลี โดยคุกกี้จากแป้งสาลีมีความกว้างและอัตราการแผ่ตัวน้อยที่สุด ซึ่งมีความกว้างที่ 4.46 เซนติเมตรและอัตราการแผ่ตัวที่ 6.94 และคุกกี้ที่ทดแทนผงลูกเดือยที่ระดับ 50% มีค่าความกว้างและอัตราการแผ่ตัวมากที่สุด โดยมีค่า 4.56 เซนติเมตร และ 7.419 ตามลำดับ ส่วนความหนาของคุกกี้นั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 2 ผลการใช้ผงลูกเดือยทดแทนแป้งสาลีต่อลักษณะทางกายภาพของคุกกี้

ตัวอย่าง	ความกว้าง (ซม.)	ความหนา^{ns} (ซม.)	อัตราการแผ่ตัว
แป้งสาลี	4.46±0.05^{b}	0.64±0.03	6.94±0.34^{b}
ผงลูกเดือย 30%	4.50±0.07^{ab}	0.63±0.02	7.17±0.37^{ab}
ผงลูกเดือย 40%	4.52±0.08^{ab}	0.62±0.02	7.35±0.33^{ab}
ผงลูกเดือย 50%	4.56±0.05^{a}	0.62±0.01	7.41±0.17^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ns = Non-significant differences

ตัวอักษร a, b ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยของค่าความกว้าง และ อัตราการแผ่ตัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

สาเหตุที่คุกกี้จากแป้งสาลีมีความกว้างและอัตราการแผ่ตัวที่น้อยกว่าคุกกี้ที่ทดแทนผงลูกเดือยทั้ง 3 ระดับ เนื่องจากแป้งสาลีมีโปรตีนซึ่งเมื่อผสมกับน้ำหรือของเหลวชนิดอื่นจะเกิดเป็นกลูเตนซึ่งเป็นสารที่มีลักษณะเหนียว เป็นยาง มีความยืดหยุ่น และเป็นโครงสร้างให้แก่ผลิตภัณฑ์ (ฉนนท์, 2559) ด้วยเหตุนี้กลูเตนที่มีอยู่ในแป้งสาลีนั้น ทำให้แป้งคุกกี้ก่อนอบมีความหนืดมาก ทำให้เมื่อกดขึ้นรูปจึงแผ่ตัวได้น้อยส่งผลให้คุกกี้มีความกว้างน้อยหลังจากอบแล้ว แต่เมื่อลดปริมาณแป้งสาลีและเพิ่มผงลูกเดือยซึ่งไม่มีกลูเตนลงไป ส่งผลให้ปริมาณของกลูเตนในคุกกี้ลดลง แป้งคุกกี้ก่อนอบจึงมีความหนืดน้อยลงและแผ่ตัวที่มากขึ้น ทำให้คุกกี้มีความกว้างมากขึ้นหลังจากผ่านการอบ

3. ผลของการทดแทนผงลูกเดือยต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าผงลูกเดือยไม่ส่งผลต่อคะแนนคุณภาพทางสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของคุกกี้

ตารางที่ 3 ผลการใช้ผงลูกเดือยทดแทนแป้งสาลีต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของคุกกี้

ตัวอย่าง	ลักษณะทางประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏ^{ns}	สี^{ns}	กลิ่น^{ns}	รสชาติ^{ns}	เนื้อสัมผัส^{ns}	ความชอบโดยรวม^{ns}
แป้งสาลี	7.88±0.93	7.83±0.99	7.70±1.01	7.83±0.96	7.90±1.04	7.93±0.91
ผงลูกเดือย 30%	7.80±0.92	7.71±0.97	7.85±0.96	7.79±0.99	7.91±0.97	7.89±0.93
ผงลูกเดือย 40%	7.89±0.90	7.86±0.91	7.85±0.97	7.86±0.88	7.94±0.92	7.98±0.89
ผงลูกเดือย 50%	7.69±1.03	7.71±1.02	7.74±0.99	7.74±1.04	7.86±0.98	7.88±1.01

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ns = Non-significant differences

จากตารางที่ 3 พบว่าคุกกี้ที่ทดแทนผงลูกเดือยทั้ง 3 ระดับ คือ 30%, 40% และ 50% มีคะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกด้านที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับคุกกี้จากแป้งสาลี โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7 ซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลาง

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการใช้ผงลูกเดือยทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในคุกกี้ พบว่าเมื่อปริมาณผงลูกเดือยเพิ่มขึ้นส่งผลให้คุกกี้มีค่าความสว่าง (L*) และความหนาลดลง แต่มีค่าความเป็นสีแดง (a*) ความเป็นสีเหลือง (b*) ความกว้าง และอัตราการแผ่ตัวเพิ่มขึ้น โดยคุกกี้ที่ทดแทนผงลูกเดือยทั้ง 3 ระดับ มีลักษณะปรากฏ กลิ่น และรสชาติที่ไม่แตกต่างจากคุกกี้จากแป้งสาลี แต่มีสีเข้มกว่าเล็กน้อยและมีเนื้อสัมผัสที่กรอบและร่วนกว่า ซึ่งเมื่อประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับคุกกี้จากแป้งสาลี ด้วยเหตุนี้สามารถใช้ผงลูกเดือยทดแทนแป้งสาลีได้ถึง 50% เพราะเป็นปริมาณที่ยังคงรักษาโครงสร้างของคุกกี้ไว้ได้และเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่คุกกี้ได้สูงที่สุด โดยงานวิจัยนี้สามารถนำไปต่อยอดได้ด้วยการพัฒนาคุกกี้ให้เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ และเป็นแนวทางในการนำผงลูกเดือยมาใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลพระนคร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จิราภรณ์ ชัยศิริเจริญกุล. 2552. องค์ประกอบทางเคมีและโครงสร้างของลูกเดือย และผลของกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อนต่อคุณสมบัติทางเคมีและเคมีกายภาพของแป้งลูกเดือย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ญาณี พุ่มเจริญ และปาริสุทธิ์ เฉลิมชัยวัฒน์. 2559. ผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพและการยอมรับขนมขบเคี้ยวจากลูกเดือยปรุงรสสมุนไพร, น. 1047- 1055. **ใน**การประชุมทางวิชาการ ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่54. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ณนนท์ แดงสังวาล. 2559. เบเกอรี (Bakery). คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยราชมงคลพระนคร, กรุงเทพฯ.

ดุลย์จิรา สุขบุญญสถิตย์, บุษยา เรืองศักดิ์, วาทิตย์ ศรีทอง และ โสภิดา เชื้อขุดทด. 2560. ผลของการใช้แป้งมันเทศทดแทนแป้งสาลีต่อคุณลักษณะของคุกกี้. แก่นเกษตร 45 ฉบับพิเศษ 1 : 1060 - 1065.

ลูกเดือย สรรพคุณ และการปลูกลูกเดือย. ม.ป.ป. แหล่งที่มา : http://puechkaset.com/%E0%B8 %A5%E0%B8%B9%E0%B8%81%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%A2/, 9 พฤษภาคม 2561

Coix lacryma-jobi. n.d. แหล่งที่มา : www.medicinacomplementar.com.br/biblioteca/pdfs/Fitoterapia/fi- 0395.pdf, 9 พฤษภาคม 2561.

Kutschera, M. and Krasaekoopt, W. 2012. The Use of Job's Tear (**Coix lacryma-jobi** L.) Flour to Substitute Cake Flour in Butter Cake. AU J.T. 15(4): 233-238.

Li, D-P. 2006. Research advance on ethenopharmacology, pharmacodynamics,pharmacokinetics and clinical therapeutics of Coix seed and its preparation, Kanglaite injection. Asian Journal of Pharmacodynamics and Pharmacokinetics 6(2): 83-102.

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพ องค์ประกอบทางเคมี และจุลินทรีย์ ในระหว่างการแปรรูปและเก็บรักษาน้ำนมถั่วแดงอะซูกิ

Changes in Qualities, Chemical Properties and Microbiology during Process and Storage of Adzuki Bean (**Phaseolus angularis**) Milk

ณัฏฐา มูลธร[1] สุธิดา สุขเจริญ[1] วิทยา ศาสนอนันต์[1] พุดกรอง พันธุ์อุโมงค์[1*] และกิติศาสตร์ กระบวน[1]

Nattha Moonthorn[1] Suthida Sukjarearn[1] Witthaya Sardsananan[1] Putkrong Phanumong[1*] and Kitisart Kraboun[1]

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทาง เคมี และจุลินทรีย์ ในระหว่างการแปรรูปและเก็บรักษาน้ำนมถั่วแดงอะซูกิ 2 สายพันธุ์ ได้แก่ อียู และปางดะ ทำการคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมจากความคงตัวของแอนโทไซยานิน และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในระหว่างการแปรรูป ได้แก่ ถั่วสด ถั่วที่แช่น้ำ (8 ชั่วโมง) และน้ำนมหลังการพาสเจอไรส์ (60 และ 70 °C; 30 นาที) พบว่า ถั่วสดและถั่วภายหลังการแช่น้ำมีการสูญเสียปริมาณแอนโทไซยานิน (11-13%) และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (11-27%) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ผลของอุณหภูมิในการพาสเจอไรส์ไม่มีผลต่อปริมาณสารทั้งสอง ที่อุณหภูมิ 60 และ 70°C ปริมาณแอนโทไซยานินในน้ำนมถั่วแดงพันธุ์อียูและปางดะมีค่าลดลง 57-75 และ 46-56% ตามลำดับ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระลดลง 31-32% และ 46-53% ตามลำดับ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทาง เคมี และจุลินทรีย์ของน้ำนมถั่วแดงอะซูกิพันธุ์ปางดะในระหว่างการเก็บรักษาที่ 4±1°C พบว่า แอนโทไซยานิน ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา 11 วัน ค่าพีเอชมีค่าลดลงในวันที่ 7 สอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ที่เพิ่มขึ้น อายุการเก็บรักษาของน้ำนมถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์ปางดะไม่เกิน 5 วัน โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 5 วันไม่พบโคลิฟอร์ม และมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 10^{-4} CFU/mL ผู้ทดสอบยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วแดงอะซูกิที่เติมน้ำตาลในปริมาณ 5%

คำสำคัญ : น้ำนมถั่วแดงอะซูกิ, แอนโทไซยานิน, ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ, การแปรรูป, คุณภาพ

---

[1] สาขาเทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120

[1] Department of Food Safety Management and Technology, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep, Nanglinchei road, Thungmahamek, Sathorn, Bangkok, Thailand, 10120

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : putkrong.p@mail.rmutk.ac.th

ABSTRACT

Changes in qualities, chemical properties and microbiology during process and storage of two cultivars of Adzuki bean (**cv.** EU and Pangda) milk were studies. The steps of milk processing **e.g.**, fresh bean, soaked bean (8 hr) and a milk after pasteurization (60 and 70°C; 30 min), were studied for the stabilities of anthocyanin content and antioxidation capacity. Percentage loss of anthocyanin content (11-13%) and antioxidation capacity (11-27%) of fresh bean and soaked bean were not significant different ($p > 0.05$) between treatments. Both of temperatures pasteurization were not affected on anthocyanin content and antioxidation capacity. At the temperature of 60 and 70°C, anthocyanin contents of Adzuki bean milk **cv.** EU and Pangda decreased by 57-75 and 46-56%, respectively. The antioxidation capacity decreased by 31-32% and 46-53%, respectively. Next experiment were studied the changes in qualities, chemical properties and microbiology of Adzuki bean milk **cv.** Pangda during storage at 4±1°C. The results showed that anthocyanin content, antioxidation capacity and total soluble solid decreased during the storage periods. The pH was significantly decreased ($p \leq 0.05$) after storage for 7 days which was correlated with an increase in titratable acidity. Shelf-life of Adzuki bean milk was up to 5 days. Coliform was not detected throughout the storage periods. During 5 day storage, total bacteria count was not exceeded than 10^{-4} CFU/mL. An acceptable of the proportion of sugar content in Adzuki bean milk by panelist was 5%.

Keywords: Adzuki bean milk, anthocyanin, antioxidant capacity, processing, quality

บทนำ

ถั่วแดงอะซูกิ (**Phaseolus angularis**) เป็นธัญพืชที่นิยมนำมาบริโภคทั้งเป็นอาหารคาวหรืออาหารหวานโดยเฉพาะในทวีปเอเชีย เช่น ญี่ปุ่น จีน เกาหลี (Kim **et al**., 2011; Song and Yu, 2017) และประเทศไทย ซึ่งในประเทศไทยนั้นปลูกกันมากในแถบภาคเหนือตอนบน เพราะสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 23-35°C (ปรีชา, 2553) ในถั่วแดงอะซูกิเป็นแหล่งของโปรตีนและเกลือแร่ที่สำคัญ มีการรายงานว่าในถั่วอะซูกิ 100 กรัม มีเหล็ก 7.1 มิลลิกรัม แมกนีเซียม 162 มิลลิกรัม โพแทสเซียม 422 กรัม สังกะสี 3.1 มิลลิกรัม และแคลเซียม 94.5 มิลลิกรัม นอกจากนี้ยังมีกรดอะมิโนต่างๆ ที่จำเป็นต่อร่างกายโดยกรดอะมิโนที่พบมากสุดคือ กลูตาเมต (glutamate) (3,608 มิลลิกรัม / 100 กรัม) กรดแอสพาร์ติก (aspartaye), ลิวซีน (leucine), ไลซีน (lysine) และอาร์จีนีน (arginine) ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คือ สารประกอบโพลีฟีนอล (polyphenols) ได้แก่ แอนโทไซยานิน (anthocyanin) แคเทชิน (catechin) และอะซูกิสปอนิน (adzukisaponin) เป็นต้น ซึ่งเป็นที่รู้จักกันว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ลดระดับความดันโลหิตสูง ลดระดับไตรกลีเซอร์ไรด์ในเลือด ลดระดับน้ำตาลในเลือด และป้องกันการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็ง (Song and Yu., 2017) แอนโทไซยานินในถั่วแดงอะซูกิชนิดที่พบมากคือ ไซยานิดินทรีโอกลูโคไซม์ (cyaniding-3-0-glucoside) มีฤทธิ์ต่อต้านการอักเสบและโรคกระดูกพรุน (Kim **et al**., 2016) ในประเทศจีนมียาชนิดหนึ่งชื่อ Shozu-to ซึ่งมีถั่วอะซูกิเป็นองค์ประกอบหลัก ใช้เพื่อรักษาอาการท้องผูก (constipation) โรคเหน็บชา (beriberi) ไตอักเสบ (nephritis) และหญิงให้นมบุตรที่มีนมไม่เพียงพอหลังคลอด (insufficient postpartum lactation) (Maruyama **et al**., 2008)

จากคุณประโยชน์ดังกล่าวทำให้มีการนำถั่วแดงอะซูกิมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ หลากหลายชนิด เช่น น้ำถั่วแดงอะซูกิ (Maruyama **et al.,** 2008) น้ำนมถั่วแดงอะซูกิงอกหมัก (Song and Yu., 2017) และขนมปังถั่วแดงอะซูกิ (มูลนิธิโครงการหลวง, 2561) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม สารสำคัญที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยเฉพาะแอนโทไซยานิน ซึ่งมีคุณสมบัติละลายได้ในน้ำ และสลายตัวได้เมื่อได้รับความร้อน ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วแดงอะซูกิหลายชนิดจำเป็นต้องมีการนำเมล็ดถั่วแช่ในน้ำเป็นเวลาหลายชั่วโมง อีกทั้งกระบวนการแปรรูปต่างๆ เช่น การลวก การต้ม การพาสเจอร์ไรส์ การอบแห้ง จึงส่งผลให้สูญเสียสารดังกล่าวได้ อย่างไรก็ตาม การให้ความร้อนเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ นอกจากจะช่วยทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคแล้ว ยังช่วยยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซิจีเนส (lypoxigenase) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ในน้ำนมธัญพืชได้ (Mital and Steinkraus, 1979) การนำถั่วแดงอะซูกิมาแปรรูปเป็นน้ำนมถั่วแดงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจ สามารถเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่เป็นมังสวิรัติ และบุคคลที่สนใจเรื่องสุขภาพ อีกทั้งยังไม่มีผลรายงานเกี่ยวกับสารไฟโตเคมีคอลที่เป็นสารจำเป็นและยังมีประโยชน์ต่อร่างกาย ที่สูญเสียในระหว่างกระบวนการแปรรูปและเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์จากถั่วแดงอะซูกิ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคงตัวของแอนโทไซยานินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในระหว่างกระบวนการแปรรูปและการเก็บรักษาน้ำนมถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์อียูและปางดะ รวมถึงศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์ และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วแดงอะซูกิในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1°C

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบและกระบวนการแปรรูปน้ำนมถั่วแดงอะซูกิ

เมล็ดถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์ EU (Naturol & Premium Food; บริษัท แนชเชอรัล แอนด์ พรีเมี่ยม ฟู้ดจำกัด) และสายพันธุ์ปางดะ(โครงการหลวง; เชียงใหม่) เตรียมน้ำนมถั่วแดงอะซูกิสูตรมาตรฐานตามกรรมวิธีของ Song and Yu (2017) นำถั่วแดงอะซูกิแช่น้ำกรองเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง ใช้ถั่วแดงแช่ในน้ำในอัตราส่วน 1 : 5 (w/v) ปั่นด้วยเครื่องผสมอาหาร

(Hamilton Beach, Japan) ความเร็วระดับ 1 กรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ครั้ง เติม Skim Milk Powder (Dalry Farm, Australia) ความเข้มข้น 5 % กรองด้วยผ้าขาวบาง ปั่นด้วยเครื่องผสมอาหาร 1 นาที ระดับความเร็วระดับ 1 พัก 15 วินาที ปั่นด้วยเครื่องผสมอาหาร 1 นาที ระดับความเร็วระดับ 1 ต้มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 60 และ70°C เป็นเวลา 30 นาที บรรจุน้ำนมในขวดโพลีโพพีลินขนาด 150 cc (บริษัท สยามแม็คโคร, ประเทศไทย) ปิดฝาแล้วทำให้เย็นลงทันทีในน้ำเย็น

ศึกษาความคงตัวของแอนโทไซยานินและความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำนมถั่วแดงอะซูกิ 2 สายพันธุ์ ก่อน ระหว่าง และภายหลังกระบวนการแปรรูปน้ำนมถั่วแดงอะซูกิ ได้แก่ ก่อนการแปรรูป คือเมล็ดถั่วแดงอะซูกิสด ระหว่างการแปรรูป คือ หลังการแช่ถั่วในน้ำกรองเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง และภายหลังการแปรรูป คือ หลังการพาสเจอไรส์น้ำนมถั่วแดงอะซูกิที่อุณหภูมิ 60 และ70°C เป็นเวลา 30 นาที

2. ปริมาณแอนโทไซยานิน

ปริมาณแอนโทไซยานินในน้ำนมถั่วแดงอะซูกิวิเคราะห์ตามวิธีของ Ranganna (1986) ชั่งตัวอย่างถั่วแดงสด ถั่วแดงแช่น้ำ และน้ำนมถั่วแดงอะซูกิ 1.5 กรัม ทำการสกัดตัวอย่างด้วยสารละลายผสมเอทานอล (95%) กับกรดไฮโดรคลอริก (1.5 N) ที่ผสมกันในอัตราส่วน 85:15 นำตัวอย่างถั่วที่ชั่งแล้วน้ำหนัก 1.5 กรัมเติมสารละลายผสมดังกล่าวแล้วปรับปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันปิดฝาขวด นำขวดที่บรรจุสารละลายตัวอย่างไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง centrifuge (Hetaich Mikro 22R, Japan) ความเร็วรอบ 6000 rpm เป็นเวลา 15 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV- VIS 1700 Spectophotomrter, Japan) ที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายเอทานอลผสมกรดไฮโดรคลอริกปรับค่าเป็นศูนย์ก่อนวัด คำนวณปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดโดยใช้ค่า Extinction coefficient (E1 เปอร์เซ็นต์) เท่ากับ 982 ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด โดยคำนวณดังสมการที่ 1 และ 2

$$\text{ค่าดูดกลืนแสงทั้งหมด} = \frac{(\text{ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น } 535\ (nm) \times \text{ปริมาตรสุดท้าย}(mL) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}\ (g)} \qquad (1)$$

$$\text{ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (mg/ 100 g น้ำหนักสด)} = \frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสงทั้งหมด}}{98.2} \qquad (2)$$

3. ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดักจับอนุมูลอิสระ DPPH ตามวิธีของ Chan **et al.** (2007) สกัดตัวอย่างถั่วแดงสด ถั่วแดงแช่น้ำ และน้ำนมถั่วแดงอะซูกิ ด้วยเมทานอลในอัตราส่วน 1 : 3 (w/v) เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร (KS 260 basic, Japan) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง centrifuge (Hetaich Mikro 22R, Japan) ที่อุณหภูมิ 4°C ความเร็วรอบ 6000 rpm เป็นเวลา 15 นาที เก็บตัวอย่างส่วนใสเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ทำโดยปิเปตสารละลายตัวอย่างปริมาตร 100 μL ลงในหลอดทดลองที่มีสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 2.0 mM และตัวทำละลายเมทานอล 3 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ที่มืดเป็นเวลา 30 นาที วัดค่าดูดกลืนแสงเครื่องสเปรกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV- VIS 1700 Spectophotomrter, Japan) ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร คำนวณ % inhibition จากสมการที่ 3

$$\%\ \text{inhibition} = 1 - \frac{A\ \text{ตัวอย่าง}}{A\ control} \times 100 \qquad (3)$$

เมื่อ $A_{ตัวอย่าง}$ = absorbance ที่วัดได้ของสารสกัดตัวอย่างที่ผสมกับ Methanolic DPPH radical

$A_{control}$ = absorbance ที่วัดจาก Methanolic DPPH radical ผสมกับเมทานอล

4. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำนมถั่วแดงอะซูกิในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1°C

ถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์ที่ดีที่สุดจากการทดลองในหัวข้อที่ 1-3 จะนำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมี จุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำนมถั่วแดงอะซูกิที่บรรจุในขวดโพลีโพพีลินขนาด 150 cc (บริษัท สยามแม็คโคร, ประเทศไทย) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1°C ในตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ (Sunyo, Japan) จากนั้นนำตัวอย่างมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้แก่ ปริมาณแอนโทไซยานิน (ตามวิธีการในข้อ 2) ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (ตามวิธีการในข้อ 3) พีเอช ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และจุลินทรีย์ ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และโคลิฟอร์ม ทุกๆ 2-3 วัน จนสิ้นอายุการเก็บรักษา

5. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid ; TSS) ค่าพีเอช (pH) และปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (Titratable Acidity ; TA)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้วัดโดยใช้เครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ (Atago, Japan) ก่อนทำการวัดใช้น้ำกลั่นปรับค่าให้เป็นศูนย์ จากนั้นนำตัวอย่างหยอดตัวอย่างให้ท่วมช่องใส่ตัวอย่าง รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์ ค่าพีเอชวัดโดยใช้เครื่องวัดพีเอช (pH Meter; รุ่น Waterproofphtestr30, USA) นำหัวอิเล็คโทรดนำไปปรับเทียบสารละลายมาตรฐานบัฟเฟอร์ พีเอช 4, 7 และ 10 ล้างหัวอิเล็คโทรดด้วยน้ำกลั่น ซับด้วยกระดาษทิชชู่จุ่มหัวอิเลคโทรดลงในตัวอย่างน้ำนมถั่วแดงอะซูกิแล้วอ่านค่า วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ ตามวิธีของ AOAC (2000) โดยปิเปตตัวอย่างน้ำนมถั่วแดงอะซูกิ 5 mL ลงในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำกลั่น 45 mL หยดฟีนอพทาลีน 2 หยด ไทเทรตจนกระทั่งถึงจุดยุติ (สีชมพู) คำนวณเปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ในรูปของกรดแลคทิก ดังสมการที่ 4

$$\%TA = \frac{\text{ความเข้มข้น NaOH (N)} \times \text{ปริมาณ NaOH} \times \text{meq wt of reference acid} \times 100}{\text{ML of sample}} \quad (4)$$

6. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์ม

วิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดตามวิธีของ BAM (2001a) ดูดตัวอย่างน้ำนม 1 mL ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีสารละลายเปปโตน (Merck, Germany) ความเข้มข้น 0.1% จำนวน 9 mL เขย่าให้เข้ากัน จะได้ตัวอย่างที่มีความเจือจาง 10^{-1} ทำการเจือจาง โดยดูดตัวอย่างที่มีความเจือจาง 10^{-1} ปริมาตร 1 mL ใส่ลงในหลอดทดลองหลอดใหม่ที่มีสารละลายเปปโตน ความเข้มข้น 0.1% จำนวน 9 mL จนอยู่ในระดับความเจือจางที่เหมาะสม ดูดตัวอย่างที่เจือจางแล้วปริมาตร 1 mL ใส่ลงตรงกลางจานเพาะเชื้อ เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA; Merck, Germany) หมุนจานเพาะเชื้อเล็กน้อย ทิ้งให้อาหารแข็งแล้วนำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อควบคุมอุณหภูมิ (Modell 100-800, Japan) ที่ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ ซ้ำละ 2 จาน ตรวจนับจำนวนโคโลนีโดยใช้เครื่องนับโคโลนี (Suntex, Taiwan) รายงานผลเป็น CFU/mL

วิเคราะห์โคลิฟอร์มโดยวิธี MPN แบบ 3 หลอด (BAM, 2001b) ดูดตัวอย่างน้ำนม 1 mL ที่ระดับความเจือจางที่เหมาะสมจำนวน 3 ระดับ ใส่ในหลอดทดลองที่มีอาหาร Lauryl Sulfate Tryptose broth (LST; Himedia Laboratories, India) ปริมาตร 9 mL ที่มีหลอดดักแก๊ส ความเจือจางละ 3 หลอด แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนหลอดที่เกิดแก๊ส หลอดที่เกิดแก๊สนำไปยืนยันผลโดยถ่ายตัวอย่างจากหลอดที่เกิดแก๊สจำนวน 1 ลูป ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant Green Bile Broth (BGLB; Himedia Laboratories, India) จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนหลอดที่เกิดแก๊ส รายงานผลเป็น MPN/100 cm^3

7. ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับน้ำนมถั่วแดงอะซูกิ

นำน้ำนมถั่วแดงอะซูกิสูตรมาตรฐานตามข้อ 1 มาปรับสูตร โดยใช้น้ำตาลในอัตราส่วน 1, 3 และ 5% ของส่วนประกอบทั้งหมด มาทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัสโดยทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วแดงอะซูกิ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส การตกตะกอน และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-point Hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คน โดยคุณสมบัติด้านลักษณะปรากฏจะพิจารณาจาก สี และความข่น และคุณลักษณะด้านกลิ่นรส พิจารณาจาก กลิ่นถั่ว กลิ่นรสหวาน

8. การวิเคราะห์ทางสถิติ

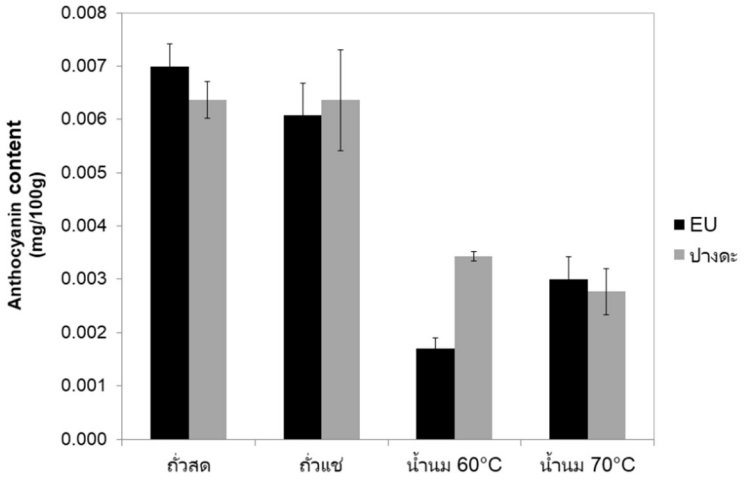
การทดลองนี้วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทำการทดลองซ้ำทั้งหมด 3 ซ้ำ รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS (IBM Company, USA)

ผลและวิจารณ์ผล

1. ความคงตัวของแอนโทไซยานินและประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระระหว่างการแปรรูปน้ำนมถั่วแดงอะซูกิ 2 สายพันธุ์

1.1 แอนโทไซยานิน

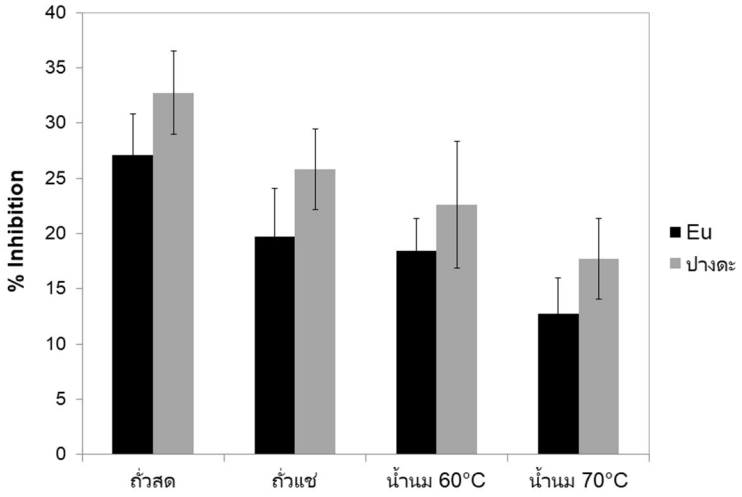
ความคงตัวของแอนโทไซยานินของถั่วแดงอะซูกิสด ถั่วที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง และน้ำนมถั่วแดงอะซูกิที่ผ่านกระบวนการพาสเจอไรส์ที่อุณหภูมิ 60 และ 70°C เป็นเวลา 30 นาที แสดงในรูปที่ 1 ผลการทดลองพบว่าปริมาณแอนโทไซยานินในถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์อียูและปางดะมีค่าเท่ากับ 0.0070และ 0.0064 mg/100 g ตามลำดับ แอนโทไซยานินมีปริมาณลดลงทั้งในระหว่างกระบวนการแปรรูปและภายหลังการแปรรูป โดยการแช่ถั่วในน้ำเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ส่งผลให้แอนโทไซยานินในถั่วอะซูกิทั้งสองสายพันธุ์ในรูปที่ 1 ปริมาณแอนโทไซยานินในถั่วพันธุ์ปางดะไม่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียแอนโทไซยานินของเมล็ดถั่วอะซูกิภายหลังการแช่น้ำอยู่ในช่วง 12-30% การพาสเจอร์ไรส์น้ำนมที่อุณหภูมิ 60 และ 70°C ส่งผลให้ปริมาณแอนโทไซยานินในถั่วอะซูกิทั้งสองพันธุ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำนมถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์อียูมีปริมาณแอนโทไซยานินลดลง 75 และ 57% ตามลำดับ และสายพันธุ์ปางดะลดลง 46 และ 56% ตามลำดับ



รูปที่ 1 ความคงตัวของแอนโทไซยานินของถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์อียูและปางดะในระหว่างกระบวนการแปรรูปและภายหลังการแปรรูปน้ำนมถั่วแดงอะซูกิที่อุณหภูมิ 60 และ 70°C

1.2 ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

ประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของถั่วแดงอะซูกิสด ถั่วที่แช่น้ำเป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง และน้ำนมถั่วแดงอะซูกิที่ผ่านกระบวนการพาสเจอไรส์ที่อุณหภูมิ 60 และ 70°C แสดงในรูปที่ 2 ผลการทดลองพบว่า ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์อียูและปางดะมีค่าเท่ากับ 25.24 และ 30.91% ตามลำดับ การพาสเจอร์ไรส์น้ำนมถั่วแดงอะซูกิส่งผลให้มีการสูญเสียความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วสด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อย่างไรก็ตามอุณหภูมิในการพาสเจอไรส์ทั้งสองอุณหภูมิ (60 และ 70°C) ส่งผลต่อการสูญเสียความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ภายหลังการพาสเจอร์ไรส์น้ำนมถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์อียูสูญเสียความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ 32-52% สายพันธุ์ปางดะสูญเสีย 31-45%



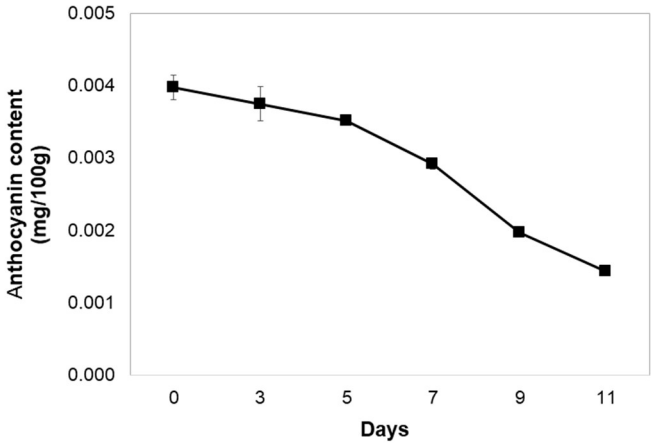
รูปที่ 2 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์อียูและปางดะในระหว่างกระบวนการแปรรูปและภายหลังการแปรรูปน้ำนมถั่วแดงอะซูกิที่อุณหภูมิ 60 และ 70°C

จากผลการทดลองในข้อ 1.1 และ 1.2 พบว่าทั้งสองสายพันธุ์มีการสูญเสียปริมาณแอนโทไซยานิน ไม่แตกต่างกัน แต่สายพันธุ์ปางดะมีการสูญเสียความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่าสายพันธุ์อียูแต่มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากต้นทุนแล้ว พบว่าสายพันธุ์ปางดะมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำสายพันธุ์อียู จึงเลือกสายพันธุ์ปางดะมาทำการทดลองเพื่อศึกษาหาอายุการเก็บรักษาต่อไป

2. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำนมถั่วแดงอะซูกิพันธุ์ปางดะในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1°C

2.1 แอนโทไซยานิน

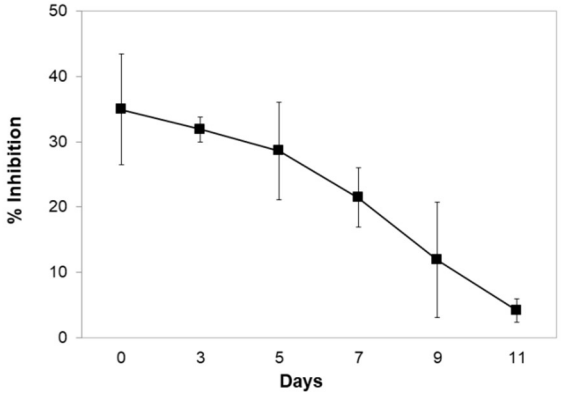
การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินในน้ำนมถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์ปางดะระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1°C แสดงในรูปที่ 3 พบว่า ปริมาณแอนโทไซยานินมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา 11 วัน โดยมีค่าลดลงจากวันเริ่มต้นคือ 0.0039 mg/100 g ถึง 0.0014 mg/100 g คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเท่ากับ 64% สำหรับการเก็บรักษาเป็นเวลา 3, 5, 7 และ 9 วันมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเท่ากับ 6, 12, 27 และ 50% ตามลำดับ แอนโทไซยานินเป็นสารประกอบฟลาโวนอยด์ ปัจจัยที่มีผลต่อความเสถียร และการสลายตัวของแอนโทไซยานินขึ้นกับ โครงสร้าง ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ และแสงสว่าง (นิธิยา, 2547)



รูปที่ 3 ปริมาณแอนโทไซยานินของน้ำนมถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์ปางดะระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1°C

2.2 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในน้ำนมถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์ปางดะระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1°C แสดงในรูปที่ 4 พบว่า ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเริ่มต้นในน้ำนมถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์ปางดะมีค่าเท่ากับ 34.95% และมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาเช่นเดียวกับปริมาณแอนโทไซยานิน โดยการเก็บรักษาเป็นเวลา 3, 5, 7, 9 และ 11 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียเท่ากับ 8, 18, 39, 67 และ 88% ตามลำดับ มีการรายงานว่าแอนโทไซยานินมีสมบัติเป็นสารที่ออกฤทธิ์ช่วยต้านอนุมูอิสระ ลดการทำลายจากอนุมูลอิสระอันตรายที่สำคัญได้แก่ DPPH, OH, O_2 และ H_2O_2 (Changlian **et al**., 2006) ดังนั้น การสูญเสียความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระอาจเนื่องมาจากการลดลงของปริมาณแอนโทไซยานินในระหว่างการเก็บรักษาด้วย

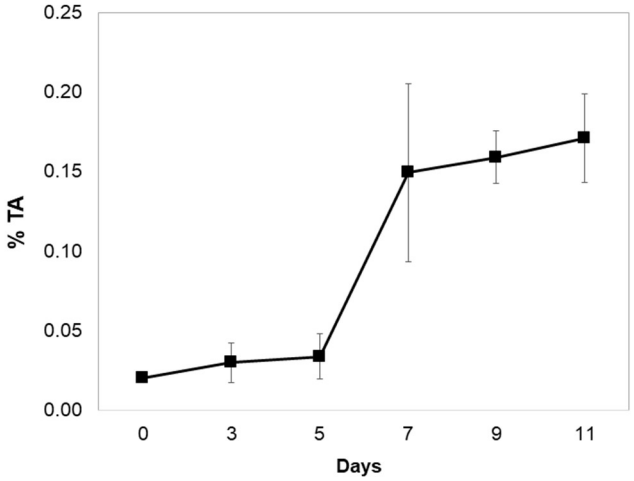


รูปที่ 4 ความสามารถในการเป็นสารยับยั้งอนุมูลอิสระของน้ำนมถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์ปางดะระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1°C

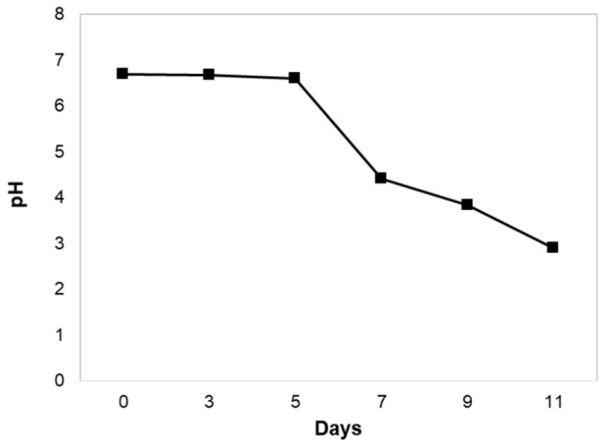
2.3 TSS pH และ TA

การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS, pH และ TA แสดงในรูปที่ 5-7 ปริมาณ TSS เริ่มต้นของน้ำนมถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์ปางดะมีค่าเท่ากับ 13.43% และมีค่าลดลงเหลือ 9.93% ภายหลังเก็บรักษาเป็นเวลา 11 วัน เปอร์เซ็นต์ TA เริ่มต้นของ

น้ำนมถั่วแดงอะซูกิมีค่าเท่ากับ 0.021% และมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา ในวันที่ 3-5 โดยมีค่าเท่ากับ 0.034% ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา %TA มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เป็น 0.149% และค่อยๆ เพิ่มขึ้นถึง 0.171% ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ค่า pH เริ่มต้นของน้ำนมถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์ปางดะมีค่าเท่ากับ 6.70 และมีค่าลดลงเล็กน้อยในระว่างการเก็บรักษา 3-5 วัน และลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เป็น 4.42 ในวันที่ 7 และมีค่าลดลงเหลือ 2.91 ในวันสุดท้ายการเก็บรักษา



รูปที่ 5 เปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ของน้ำนมถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์ปางดะระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1°C



รูปที่ 6 พีเอชของน้ำนมถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์ปางดะระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1°C

การลดลงของค่า pH ในวันที่ 7 สอดคล้องกับ %TA ที่มีค่าเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกิดกระบวนการหมักโดยจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตในระหว่างการเก็บรักษา โดยจุลินทรีย์สามารถใช้ในน้ำตาลในกระบวนการหมัก ส่งผลให้มี %TSS ลดลง ซึ่ง TSS หรือปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ หมายถึงของแข็งทั้งหมดที่สามารถละลายได้ในน้ำ อาจเป็นน้ำตาล หรือกรดอินทรีย์ต่างๆ เช่น กรดซิตริก, ทาทาร์ริก, ออกซาลิก, แอสคอร์บิก, ไกลโคลิก, ซักซินิก, ไพรูวิก, ออกซาโลแอซีติก, กลูทาริก และกรดแอมิโน (ลักขณาและนิธิยา, 2544) ดังนั้น เมื่อมีการใช้น้ำตาลโดยจุลินทรีย์ในการหมักจึงทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (TA) มีค่าเพิ่มขึ้น และ pH มีค่าลดลง

2.4 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์ม

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์มในน้ำนมถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์ปางดะในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1°C แสดงในตารางที่ 2 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในวันเริ่มต้นและภายหลังเก็บรักษา 4 วัน อยู่ในช่วง 2×10^{-4}-9×10^{-4} CFU/mL และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 8 วัน จำนวนจุลินทรีย์มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เป็น 4.1×10^{-5} CFU/mL และในวันที่ 12 ของการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 7.9×10^{-5} CFU/mL (ตารางที่ 2) และตรวจไม่พบโคลิฟอร์มในน้ำนมถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์ปางดะตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดเกี่ยวกับคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำนมถั่วแดงอะซูกิ ดังนั้น เมื่อใช้เกณฑ์มาตรฐานของเครื่องดื่มพาสเจอร์ไรส์ที่มีค่า pH > 4.6 (pH น้ำนมถั่วอะซูกิ ~6.7) กำหนดให้โคลิฟอร์มจะต้องน้อยกว่า 10/mL (The National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods (NACMCF), 2014)

ตารางที่ 2 จุลินทรีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์มในน้ำนมถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์ปางดะในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1°C

วันที่	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/mL)	โคลิฟอร์ม (MPN /100 cm^3)
0	2×10^{-4}	ไม่พบ
4	9×10^{-4}	ไม่พบ
8	4.1×10^{-5}	ไม่พบ
12	7.9×10^{-5}	ไม่พบ

2.5 ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับน้ำนมถั่วแดงอะซูกิ

ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับน้ำนมถั่วแดงอะซูกิที่ทดสอบโดยผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงในตารางที่ 3 ผลการทดสอบพบว่าผู้ทดสอบยอมรับน้ำนมถั่วแดงอะซูกิที่เติมน้ำตาล 5% มากที่สุด โดยได้รับคะแนนด้านกลิ่นรส การตกตะกอน และความชอบโดยรวมสูงที่สุด อย่างไรก็ตาม การเติมน้ำตาลในปริมาณ 5% ได้คะแนนความชอบทางคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในทุกด้านไม่แตกต่างกับน้ำนมถั่วแดงอะซูกิที่เติมน้ำตาลในปริมาณ 3% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วแดงอะซูกิที่เติมน้ำตาล 1, 3 และ 5%

ปริมาณน้ำตาล (%)	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรส	การตกตะกอน	ความชอบโดยรวม
1	5.50^{b}	3.65^{b}	3.95^{b}	4.40^{b}
3	6.50^{a}	6.10^{a}	6.20^{a}	6.60^{a}
5	5.95^{a}	6.65^{a}	6.85^{a}	7.45^{a}

สรุปผลการวิจัย

ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าสารคำคัญที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพในถั่วแดงอะซูกิทั้งสองสายพันธุ์ (อียูและปางดะ) ได้แก่ แอนโทไซยานิน และความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มีการสูญเสียเนื่องจากกระบวนการแปรรูปน้ำนม โดยกระบวนการแช่เมล็ดถั่วในน้ำไม่ส่งผลต่อการสูญเสียสารดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่การสูญเสียสาร

คำคัญที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพส่วนใหญ่จะเนื่องมาจากกระบวนการให้ความร้อนและในระหว่างการเก็บรักษา อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำนมถั่วแดงอะซูกิสายพันธุ์ปางดะมีอายุการเก็บรักษาเป็นเวลาไม่เกิน 5 วัน โดยมีจำนวนโคลิฟอร์มน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานเครื่องดื่มพาสเจอร์ไรส์ (pH >4.6) (NACMCF, 2014) และมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 10^{-4}-10^{-5} CFU/mL การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ได้แก่ ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้และค่าพีเอชมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)ในวันที่ 7 ของการเก็บรักษา ซึ่งบ่งชี้ถึงการสิ้นสุดของอายุการเก็บรักษาของน้ำนมถั่วแดงอะซูกิ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่อนุคราะห์สถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการทำวิจัย ขอขอบคุณสาขาวิชาชีววิทยา ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

เอกสารอ้างอิง

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2547. เคมีอาหาร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. หน้า 421-428.

ปรีชา เพ็ชร์เม็ด. 2553. การส่งเสริมการปลูกถั่วอะซูกิ (Azuki bean). ศูนย์ส่งเสริมการเกษตรที่สูง จังหวัดเชียงใหม่. แหล่งที่มา: http://www.haec03.doae.go.th/news_file/2014-06-21-21-35-18bean.pdf, 29 เมษายน 2561.

มูลนิธิโครงการหลวง. 2561. ผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป: ขนมปังถั่วอะซูกิ. แหล่งที่มา: http://www.royalprojectmarket.com /productDetail.php?pid=495, 29 เมษายน 2561.

ลักขณา รุจนะไกรกานต์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2544. หลักการวิเคราะห์อาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

AOAC. 2000. Official methods of analysis of AOAC. International 17th edition; Gaithersburg, MD, USA Association of Analytical Communities.

Bacteriological Analytical Manual (BAM). 2001a. Aerobic plate count. Available Source: https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm063346.htm, November 24, 2017.

Bacteriological Analytical Manual (BAM). 2001b. Enumeration of **Escherichia Coli** and the coliform bacteria. Available Source:https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/UCM064948_F, November 24, 2017.

Chan, E. W. C., Lim, Y. Y. and Omar, M. 2007. Antioxidant and antibacterial activity of leaves of Etlingera species (**Zingiberaceae**) in Peninsular Malaysia. Food Chemistry 104 (4): 1586-1593.

Changlian, P., Hummer, K. E. and Finn, C. E. 2006. The anti-photooxidation of anthocyanins-rich leaves of a purple rice cultivar. Science in China Series C: Life Sciences 49: 543-551.

Kim, E. H., Song, H .K., Park, Y.J. and Lee, J. R. 2011. Determination of Phenolic Compounds in Adzuki bean (**Vigna angularis**) Germplasm. Korean Journal of Crop Science 56 (4): 375-384

Kim, S., Hong, J., Jeon, R. and Kim, H.-S. 2016. Adzuki bean ameikorates hepatic lipogenesis and proinflammatory mediator expression in mine fed a hing-cholesterol and high-fat diet to induce nonalcoholic fatty liver disease. Nutrition Research 36: 90-100.

Maruyama, C., Araki, R., Kawamura, M., Kondo, N., Kigawa, M., Kawai, Y.,. Takanami, Y., Miyashita, K. and Shimomitsu, T. (2008). Azuki Bean Juice Lowers Serum Triglyceride Concentrations in Healthy Young Women. Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition 43(1): 19–25.

Mital, B. K. and Steinkraus, K. H. 1979. Fermentation of Soy Milk by Lactic Acid Bacteria. A Review. Journal of Food Protection 42 (2): 895-899.

National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods (NACMSF). 2014. Microbiological Limits for Juices and Drinks, Pasteurized and Refrigerated. Available Source: https://www.fsis.usda. gov/wps/wcm /connect/7fb1a71f-27fa-4b04-a065-82f65e21cb03/NACMCF-Process-Control-111714.pdf?MOD=AJPERES, April 30, 2017.

Ranganna, S. 1986. Manual of Analysis of Fruit and Vegetables Products. Tats Mafran-Holl Publishing Company Limited, India.

Song, Y. H. and Yu, R. C. 2017. Optimization of culture conditions for gamma-aminobutyric acid production in fermented adzuki bean milk. Journal of Food and Drug Analysis 26 (1): 74-81.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมันเทศของตำบลทับน้ำ อำเภอบางปะหัน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

Product Development of Sweet Potato Cracker of Tub Num Sub district, Bang Pa-han District, Phra Nakhon Si Ayutthaya Province

วรรภา วงศ์แสงธรรม[1*] จันทร์เพ็ญ บุตรใส[1] และ พาขวัญ ทองรักษ์[1]

Wanpa Wongsaengtham Janpen Butsai and Phakwan Tongruk

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากมันเทศ โดยศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิต ข้าวเกรียบมันเทศ จากมันเทศพันธุ์กะปิแท้และพันธุ์ไข่ พบว่า สูตรที่เหมาะสม คือ การใช้อัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังต่อเนื้อมันเทศนึ่งสุก 300 ต่อ 500 กรัม ข้าวเกรียบมันเทศจากมันเทศพันธุ์กะปิแท้และพันธุ์ไข่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 7.63 และ 6.77 คะแนน และมีอัตราการพองตัวเฉลี่ยเท่ากับ 1.68 และ 1.71 ตามลำดับ ศึกษาการใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนแป้งมันสำปะหลัง ในการผลิตข้าวเกรียบมันเทศ พบว่า การใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนแป้งมันในปริมาณ 0, 50, 100, 150 และ 200 กรัม ไม่ส่งผลต่อการพองตัวของข้าวเกรียบเมื่อนำไปทอด ค่าแรงกดสูงสุดของข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์กะปิแท้และข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์ไข่มีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนแป้งมันสำปะหลังมากขึ้น สอดคล้องกับคะแนนความชอบด้านความกรอบของข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์กะปิแท้ด้านความกรอบที่มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย เมื่อใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนแป้งมันสำปะหลังมากขึ้น การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินและเบตาแคโรทีนในข้าวเกรียบ พบว่า ข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์กะปิแท้มีปริมาณแอนโทไซยานินก่อนและหลังทอดเท่ากับ 148.76±0.09 และ 125.90±0.99 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ส่วนข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์ไข่มีปริมาณเบต้าแคโรทีนก่อนและหลังทอด เท่ากับ 65.10±0.75 และ 97.80±0.32 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ

คำสำคัญ : มันเทศ, ข้าวเกรียบ, แอนโทไซยานิน, เบต้าแคโรทีน

ABSTRACT

This research was aimed to developed food product from sweet potato. The optimum formula for sweet potato cracker making from Ka-Pi Tae and Kai varieties was studied and found that the optimum ratio of tapioca flour and 300 g mixed with steamed sweet potato was 300:500. The overall acceptance scores of the Ka-Pi Tae and Kai sweet potato crackers were 7.63 and 6.77, and the expansion ratios of these crackers were 1.68 and 1.71, respectively. The replacement of tapioca flour in sweet potato cracker with modified tapioca flour at 0, 50, 100, 150 and 200 g was studied. The expansion ratio of sweet potato cracker was not significantly affected by the replacement of tapioca flour with modified tapioca flour. The maximum force of the Ka-Pi Tae and Kai sweet potato crackers tend to decease with increasing the amount of modified tapioca flour. The anthocyanin contents of raw and fried Ka-Pi Tae sweet potato crackers were 148.76±0.09 and 125.90±0.99 mg/100 g, whereas the beta- carotene contents of raw and fried Kai sweet potato crackers were 65.10±0.75 and 97.80±0.32 mg/100 g, respectively.

Keyword: sweet potato, cracker, anthocyanin, beta-carotene

---

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา หันตรา ตำบลหันตรา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

[1]Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Huntra, Phra Nakhon Si Ayutthaya, 13000 Thailan

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) wanpa21@hotmail.com, Tel. 08-1349-3521

บทนำ

บ้านทับน้ำมีประชากรทั้งสิ้น จำนวน 4,531 คน โดยส่วนใหญ่ประกอบอาชีพการทำเกษตรกรรม พื้นที่ของบ้านทับน้ำเป็นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึงจึงเหมาะแก่การทำการเกษตร อีกทั้งยังมีลำคลองเชื่อมต่อหลายสาย มีสภาพดินร่วนปนทราย เหมาะแก่การเพาะปลูกทำให้เกษตรกรในพื้นที่มีน้ำสำหรับทำการเกษตรเกือบตลอดทั้งปี อาชีพหลักของชุมชนได้แก่ การทำนา ปลูกเผือก ปลูกมันเทศ จากการปลูกมันเทศ พบว่า มีผลผลิตมันเทศที่ไม่ได้ขนาด ที่คัดทิ้งประมาณร้อยละ 10 ของผลผลิตทั้งหมดหรือประมาณ 400,000 กิโลกรัมต่อฤดูกาล ซึ่งบางส่วนจะทิ้งในแหล่งน้ำชุมชน ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ ทำให้เกิดปัญหามลพิษ น้ำเน่าเสีย และเกษตรกรสูญเสียรายได้

การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้เพื่อแก้ปัญหาชุมชน จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการลดการสูญเสียผลผลิต ด้วยการนำมาแปรรูปเป็นอาหารจำหน่าย เป็นการเพิ่มมูลค่า ลดการสูญเสีย และลดปัญหาสิ่งแวดล้อมอีกด้วย นอกเหนือจากการนำมาแปรรูปเป็นอาหาร จำเป็นต้องมีการศึกษาถึงคุณค่าทางโภชนาการ สารที่สำคัญของมันเทศและผลิตภัณฑ์ เพื่อนำมาใช้ในการประชาสัมพันธ์ให้กับผู้บริโภครับรู้ถึงประโยชน์ และปรับเปลี่ยนทัศนคติ หันมาบริโภคมันเทศกันมากขึ้น

ข้าวเกรียบ เป็นอาหารว่างที่มีส่วนประกอบหลัก เป็นแป้ง อาจมีส่วนประกอบของเนื้อสัตว์หรือผักหรือผลไม้บดผสมให้เข้ากับเครื่องปรุงรส แล้วนำมาขึ้นรูปเป็นรูปทรงตามต้องการ นึ่งให้สุก ตัดให้เป็นแผ่นบางๆ แล้วนำไปทำให้แห้งด้วยแสงแดดหรือวิธีอื่นที่เหมาะสมอาจทอดก่อนบรรจุหรือไม่ก็ได้ เนื่องจากส่วนประกอบหลักของข้าวเกรียบคือ แป้ง จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมีคุณค่าทางโภชนาการค่อนข้างน้อย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำมันเทศ ซึ่งเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการมาทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ โดยใช้วิธีการที่ไม่ซับซ้อน เพื่อให้กลุ่มผู้แปรรูปสามารถนำผลการวิจัยที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างแท้จริง และเป็นการนำวัตถุดิบที่มีอยู่ในพื้นที่และมีราคาถูกมาใช้ในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตข้าวเกรียบมันเทศ และการตรวจสอบปริมาณสารสำคัญของมันเทศหลังการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การพัฒนาสูตรข้าวเกรียบมันเทศ

1.1 การผลิตข้าวเกรียบมันเทศ

ทำการผลิตข้าวเกรียบจากมันเทศที่ปลูกในเขตบางปะหัน จำนวน 2 สายพันธุ์ คือ กะปิแท้และไข่บางปะหัน โดยศึกษาอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังต่อเนื้อมันเทศนึ่งสุกที่แตกต่างกัน 4 อัตราส่วน คือ 600 ต่อ 200, 500 ต่อ 300, 400 ต่อ 400 และ 300 ต่อ 500 และส่วนผสมอื่นๆ คือ น้ำตาล 10 กรัม เกลือ 5 กรัม และน้ำเดือด 200 มิลลิลิตร ผสมส่วนผสมทั้งหมดและนวดด้วยน้ำเดือดจนเข้ากันดี ปั้นเป็นแท่งแล้วห่อด้วยพลาสติกหุ้มอาหารแล้วนำไปนึ่งด้วยไอน้ำเป็นเวลา 40 นาที จากนั้นนำข้าวเกรียบที่นึ่งสุกแล้วไปแช่เย็นจนกระทั่งแข็งแล้วนำมาหั่นเป็นแผ่นหนาประมาณ 1.5-2.0 มิลลิเมตร นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสจนแห้ง จากนั้นนำข้าวเกรียบที่ได้มาทอดแล้วนำไปตรวจสอบการพองตัวและคุณภาพทางประสาทสัมผัส คัดเลือกอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังต่อเนื้อมันเทศนึ่งสุก ที่นำมาทำข้าวเกรียบแล้วมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบเพื่อนำไปศึกษาในขั้นต่อไป

1.2 การใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนแป้งมันสำปะหลัง

ทำการศึกษาการใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรสำหรับอาหาร (สั่งซื้อจาก บริษัท เอี่ยมเฮง โมดิฟาย สตาร์ช จำกัด) ทดแทนแป้งมันสำปะหลัง โดยใช้ศึกษาปริมาณแป้งดัดแปรทดแทนปริมาณแป้งมันสำปะหลังในปริมาณที่แตกต่างกัน คือ 0,

50, 100, 150 และ 200 กรัมตามลำดับ จากนั้นนำข้าวเกรียบไปทอดและตรวจสอบคุณภาพตามวิธีการในข้อ 2 คัดเลือกสูตรที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบมากที่สุด นำไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีต่อไป

2. การวิเคราะห์คุณภาพของข้าวเกรียบ

2.1 การวิเคราะห์ทางกายภาพ

นำข้าวเกรียบมันเทศที่คัดเลือกสูตรที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบมากที่สุด นำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพดังนี้

ค่าสี L* a* และ b* โดยใช้เครื่องวัดสี Hunter Lab (Juki, 801. Japan)

การพองตัว ตามวิธีของ ปิยภรณ์ และคณะ(2557) วัดลักษณะเนื้อสัมผัสโดยเครื่อง TA-XT2 texture analyzer (Micro Stable System, UK) โดยใช้หัววัดทรงกลม (spherical probe) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 นิ้ว โดยวัดแรงกดบริเวณตรงกลางของตัวอย่าง ความเร็วการเคลื่อนของหัววัด 1 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะในการเคลื่อนที่ของหัววัด 3 มิลลิเมตร รายงานค่าแรงสูงสุดในหน่วยของนิวตัน

2.2 การวิเคราะห์ทางเคมี

นำข้าวเกรียบมันเทศสูตรที่คัดเลือกทั้งก่อนและหลังทอด มาวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินและปริมาณเบต้าแคโรทีน ตามวิธีของ Sutharut และคณะ(2012)

2.3 การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

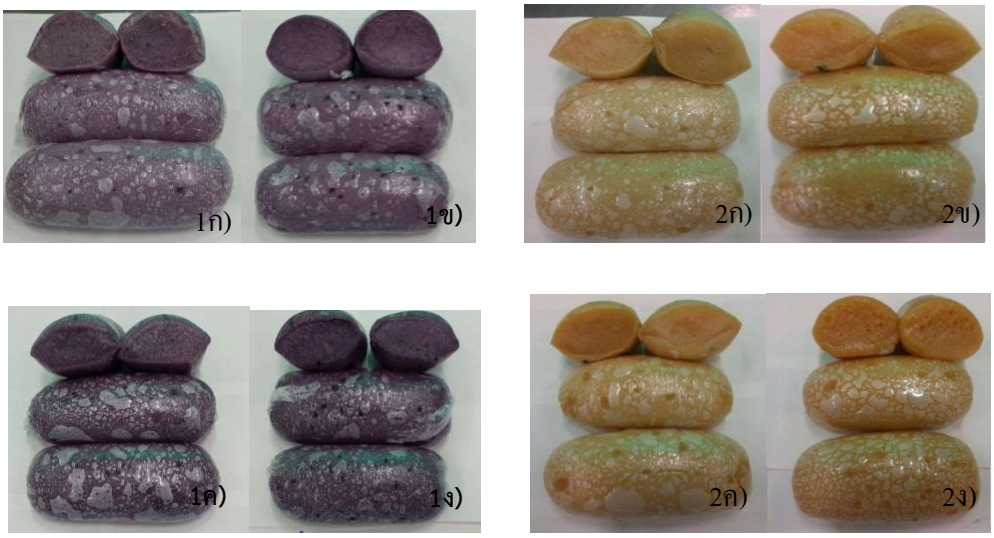
วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale test) โดยประเมินการยอมรับ ด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และ ความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

3. การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแบบ ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

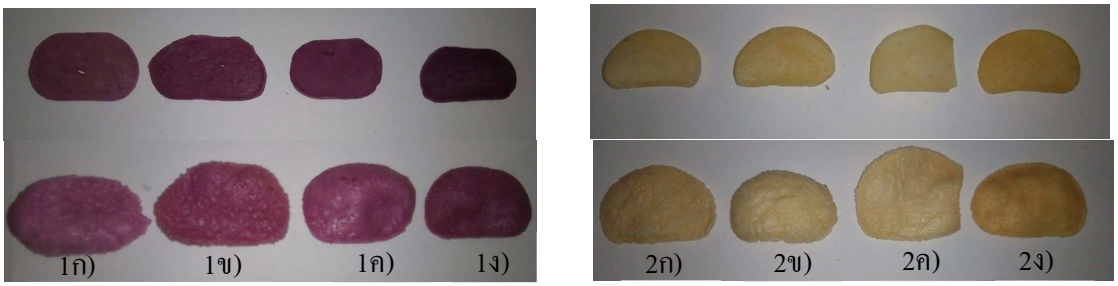
ผลและวิจารณ์ผล

ผลการศึกษาการผลิตข้าวเกรียบจากมันเทศ หลังจากผสมส่วนผสมแล้วนำไปนึ่งด้วยไอน้ำเป็นเวลา 40 นาที นำข้าวเกรียบที่นึ่งแล้วมาหั่น เพื่อดูความสุกของแป้ง ได้ผลดังแสดงในภาพที่ 1 พบว่า หลังจากนึ่งส่วนผสมแป้งข้าวเกรียบเป็นระยะเวลา 40 บาที แป้งจะสุกทั้งหมด โดยตัวอย่างที่มีส่วนผสมของเนื้อมันเทศน้อยจะมีลักษณะเนียนเป็นเนื้อเดียวกันมากกว่าตัวอย่างที่มีส่วนผสมของเนื้อมันเทศมากกว่า



ภาพที่ 1 ลักษณะของโดข้าวเกรียบจากแป้งมันสำปะหลังและเนื้อมันเทศพันธุ์กะปิแท้ (1) และ โดข้าวเกรียบจากแป้งมันสำปะหลังและเนื้อมันเทศพันธุ์ไข่ (2) หลังนึ่ง 40 นาที เมื่ออัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อมันเทศเป็น ก) 600:200, ข) 500:300, ค) 400:400 และ ง) 300:500

ลักษณะปรากฏของข้าวเกรียบก่อนและหลังทอดแสดงในภาพที่ 2 พบว่า ข้าวเกรียบที่มีส่วนผสมของเนื้อ มันเทศนึ่งสุกเพิ่มมากขึ้นเมื่อนำไปทอด ให้ข้าวเกรียบที่มีลักษณะเนื้อเรียบเนียนมากกว่าข้าวเกรียบที่มีแป้งมันสำปะหลังมากกว่าเนื้อมันเทศนึ่งสุก ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมากจากคุณสมบัติการเกิดเจลของแป้งมันสำปะหลัง โดยตัวอย่างที่มีปริมาณแป้งมันสำปะหลังมากจะเกิดเจลได้ดี เมื่อนำไปทำแห้งแล้วนำมาทอดจึงเกิดการพองตัวขึ้น นำข้าวเกรียบที่ทอดแล้วไปตรวจสอบการพองตัว ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อมันเทศนึ่งสุกลงในส่วนผสมข้าวเกรียบ มีผลทำให้การพองตัวของข้าวเกรียบเมื่อนำไปทอดมีอัตราการพองตัวลดลง



ภาพที่ 2 ลักษณะของข้าวเกรียบมันเทศที่ผสมแป้งมันสำปะหลังและเนื้อมันเทศพันธุ์กะปิแท้ (1) และ ข้าวเกรียบที่ผสมแป้งมันสำปะหลังเนื้อมันเทศพันธุ์มันไข่บางปะหัน (2) ก่อนและหลังทอด เมื่ออัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังและเนื้อมันเทศเป็น ก) 600:200, ข) 500:300, ค) 400:400 และ ง) 300:500

ตารางที่ 1 อัตราการพองตัวของข้าวเกรียบมันเทศ

ชนิดของข้าวเกรียบ	อัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังต่อเนื้อมันเทศนึ่งสุก	อัตราการพองตัว
ข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์กะปิแท้	600:200	2.23±0.15[a]
	500:300	2.16±0.27[a]
	400:400	1.98±0.15[ab]
	300:500	1.68±0.12[b]
ข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์มันไข่	600:200	1.90±0.07[b]
	500:300	2.17±0.13[a]
	400:400	1.80±0.07[bc]
	300:500	1.71±0.02[c]

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษภายในคอลัมน์เดียวกันที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบมันเทศโดยผู้ทดสอบจำนวน 30 คน (ตารางที่ 2) พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม ข้าวเกรียบที่ใช้อัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังต่อเนื้อมันเทศนึ่งสุกเป็น 300 ต่อ 500 มากที่สุด

ตารางที่ 2 ผลคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบมันเทศ

ชนิดของข้าวเกรียบ	อัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังต่อ เนื้อมันเทศนึ่งสุก	คะแนนความชอบ				
		สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม
ข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์กะปิแท้	600:200	4.40[c]	4.67[c]	4.60[c]	6.70[b]	5.73[c]
	500:300	6.60[b]	5.40[b]	5.67[b]	7.53[a]	6.73[b]
	400:400	7.43[a]	5.63[ab]	6.13[ab]	7.33[ab]	7.13[ab]
	300:500	6.93[ab]	6.33[a]	6.73[a]	7.53[a]	7.63[a]
ข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์มันไข่	600:200	5.80[ns]	4.67[b]	5.23[b]	6.53[ns]	5.73[c]
	500:300	5.57	5.27[a]	5.97[a]	6.60	6.37[ab]
	400:400	6.27	5.30[a]	6.20[a]	6.87	6.17[b]
	300:500	6.17	5.43[a]	5.83[a]	6.97	6.77[a]

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษภายในคอลัมน์เดียวกันที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การเพิ่มปริมาณมันเทศนึ่งสุกทั้งสองชนิด มีแนวโน้มทำให้คะแนนความชอบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านความกรอบในข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์มันไข่ ดังนั้น จึงคัดเลือกอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังต่อเนื้อมันเทศนึ่งสุกเป็น 300 ต่อ 500 เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

ศึกษาการใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนแป้งมันสำปะหลังในการผลิตข้าวเกรียบเมื่อแป้งมันสำปะหลังที่ใช้ในสูตร คือ 300 กรัม โดยทดแทนปริมาณแป้งมันสำปะหลังด้วยแป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนในปริมาณ 0, 50, 100, 150 และ 200 กรัม นำข้าวเกรียบมันเทศที่ใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนแป้งมันสำปะหลัง ไปทอดแล้วตรวจสอบการพอง

ตัว ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันสำปะหลังดัดแปรลงในส่วนผสมข้าวเกรียบไม่ส่งผลต่อการพองตัวของข้าวเกรียบ โดยมีอัตราการพองตัวไม่แตกต่างทางสถิติจากข้าวเกรียบมันเทศที่ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมเพียงอย่างเดียว ($p>0.05$)

ตารางที่ 3 อัตราการพองตัวของข้าวเกรียบมันเทศที่ใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนในแป้งมันสำปะหลัง

ชนิดของข้าวเกรียบ	ปริมาณแป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนแป้งมันสำปะหลัง 300 กรัม	อัตราการพองตัว[ns]
ข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์กะปิแท้	0	1.76±0.18
	50	1.75±0.20
	100	1.71±0.16
	150	1.65±0.06
	200	1.72±0.16
ข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์มันไข่	0	1.74±0.06
	50	1.76±0.18
	100	1.77±0.08
	150	1.73±0.07
	200	1.73±0.06

หมายเหตุ: [ns] หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

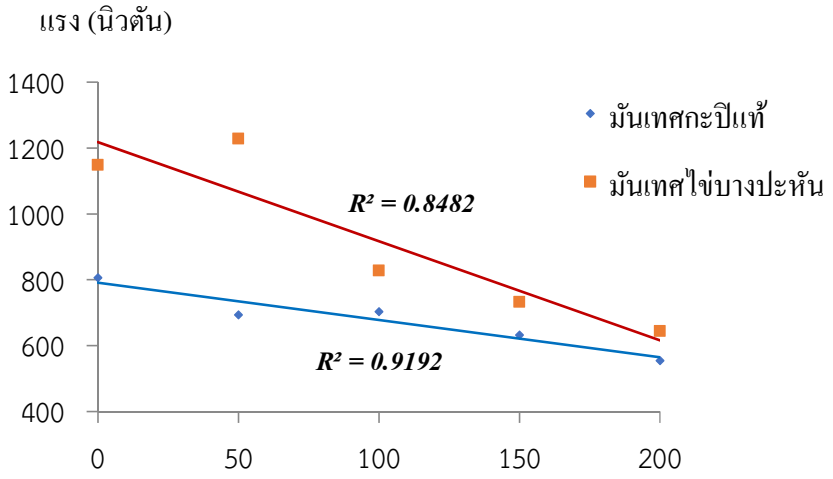
จากการศึกษาค่าสีของข้าวเกรียบมันเทศที่ใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนในแป้งมันสำปะหลังโดยใช้เครื่อง Hunter Lab Digital Color Difference Meter (ตารางที่ 4) พบว่า ข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์กะปิแท้และข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์มันไข่ทุกตัวอย่าง มีค่าค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ไม่แตกต่างทางสถิติ โดยข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์กะปิแท้มีสีม่วงแดงออกคล้ำ (Darker, Less Red, Bluer) และข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์มันไข่มีสีเหลืองสว่างออกแดงเล็กน้อย (Lighter, Less Red, Yellower)

ตารางที่ 4 ค่าสีของข้าวเกรียบมันเทศที่ใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนในแป้งมันสำปะหลัง

ชนิดของข้าวเกรียบ	ปริมาณแป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนแป้งมันสำปะหลัง 300 กรัม	ค่าสี [ns]		
		L*	a*	b*
ข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์กะปิแท้	0	17.63±1.56	6.31±1.37	0.69±0.17
	50	15.36±2.64	6.70±0.79	0.22±0.05
	100	20.18±3.29	8.73±1.35	0.98±0.18
	150	15.50±3.07	6.42±1.16	0.21±0.06
	200	16.93±1.81	7.04±0.98	0.18±0.07
ข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์มันไข่	0	29.88±4.89	9.22±0.64	19.65±3.15
	50	28.30±3.19	9.05±0.81	17.76±1.68
	100	29.66±8.58	9.01±0.59	20.41±2.32
	150	28.62±3.63	9.62±0.73	18.54±2.27
	200	27.96±1.94	9.13±0.94	20.56±1.37

หมายเหตุ: [ns] หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบ โดยการวัดค่าแรงกดสูงสุด (นิวตัน) ด้วยเครื่อง Texture Analyser พบว่าค่าแรงกดสูงสุดของข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์กะปิแท้และข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์มันไข่มีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนแป้งมันสำปะหลังมากขึ้น (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ค่าแรงกดสูงสุดของข้าวเกรียบมันเทศที่ใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนแป้งมันสำปะหลัง

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบมันเทศที่ใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนแป้งมันสำปะหลัง จำนวน 30 คน แสดงดังตารางที่ 5 พบว่า การใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนแป้งมันสำปะหลังในข้าวเกรียบทั้งสองชนิด ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบในด้านสีและรสชาติในทุกระดับที่ใช้ สอดคล้องกับค่าสีที่วัดได้ โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 7.30-7.80 และ 7.00-7.60 (ชอบปานกลาง-ชอบมาก) ตามลำดับ และไม่มีผลต่อคะแนนความชอบข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์มันไข่ในด้านความกรอบและความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 7.03-7.57 และ 7.20-7.70 (ชอบปานกลาง-ชอบมาก) คะแนนความชอบข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์กะปิแท้และพันธุ์มันไข่ในด้านกลิ่นและคะแนนความชอบข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์กะปิแท้ด้านความกรอบมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย (6.87-7.60, 6.90-7.50 และ 6.97-8.27 ตามลำดับ) สอดคล้องกับค่าแรงกดสูงสุดที่มีแนวโน้มลดลง ซึ่งแสดงถึงความกรอบมีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนแป้งมันสำปะหลังในข้าวเกรียบปริมาณเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5 ผลคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบมันเทศที่ใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนแป้งมันสำปะหลัง

ชนิดของข้าวเกรียบ	ปริมาณแป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนแป้งมันสำปะหลัง 300 กรัม	คะแนนความชอบ				
		สี ns	กลิ่น	รสชาติ ns	ความกรอบ	ความชอบโดยรวม
ข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์กะปิแท้	0	7.30	7.20^{ab}	7.17	7.80^{a}	7.23^{ab}
	50	7.80	7.60^{a}	7.60	7.70^{a}	7.57^{ab}
	100	7.53	7.30^{ab}	7.45	8.27^{a}	7.80^{a}
	150	7.57	6.87^{b}	7.17	6.97^{b}	7.13^{b}
	200	7.63	6.87^{b}	7.00	7.10^{b}	7.17^{ab}

ข้าวเกรียบมัน	0	7.47	7.50[a]	7.40	7.57[ns]	7.70[ns]
เทศพันธุ์มันไข่	50	7.57	6.97[b]	7.07	7.30[ns]	7.23[ns]
	100	7.47	7.20[ab]	7.30	7.50[ns]	7.57[ns]
	150	7.77	6.90[b]	7.00	7.37[ns]	7.43[ns]
	200	7.30	6.70[b]	7.07	7.03[ns]	7.20[ns]

หมายเหตุ: ตัวอักษรภาษาอังกฤษภายในคอลัมน์เดียวกันที่แตกต่างกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิต ($p \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินและปริมาณเบต้าแคโรทีนของข้าวเกรียบ มันเทศทั้งสองชนิดก่อนและหลังทอดทั้งสองชนิด แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ปริมาณแอนโทไซยานินและปริมาณเบต้าแคโรทีนของข้าวเกรียบมันเทศ

ชนิดของข้าวเกรียบ	ปริมาณแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัมต่อ100 กรัม)	ปริมาณเบต้าแคโรทีน (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)
ข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์กะปิแท้ก่อนทอด	148.76±0.09	-
ข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์กะปิแท้หลังทอด	125.90±0.99	-
ข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์มันไข่ก่อนทอด	-	65.10±0.75
ข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์มันไข่หลังทอด	-	97.80±0.32

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินและปริมาณเบต้าแคโรทีน พบว่า ในข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์กะปิแท้ก่อนทอดมีปริมาณแอนโทไซยานิน 148.76±0.09 มิลลิกรัมต่อ100 กรัมหลังจากผ่านการทอดแล้วปริมาณแอนโทไซยานินลดลงเหลือ 125.90±0.99 มิลลิกรัมต่อ100 กรัมคิดเป็นลดลงร้อยละ 15.37 สอดคล้องกับการศึกษาของ Hiemori และคณะ ได้ศึกษาองค์ประกอบและความเสถียรทางความร้อน ของแอนโทไซยานินใน black rice พบว่า ความร้อนจากกระบวนการหุงข้าว black rice เป็นสาเหตุทำให้ปริมาณของแอนโทไซยานินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับการทดลองของพรประภาและคณะ(2556) พบว่า การอบกากเม่าผงที่อุณหภูมิสูงมีผลให้ปริมาณ แอนโทไซยานินและแทนนินมีปริมาณต่ำกว่าการอบที่อุณหภูมิต่ำ นั้นแสดงว่าปริมาณแอนโทไซยานินและแทนนินแปรผกผันกับอุณหภูมิ ส่วนปริมาณเบต้าแคโรทีนในข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์มันไข่ก่อนทอดมีปริมาณเบต้าแคโรทีน 65.10±0.75 มิลลิกรัมต่อ100 กรัมหลังจากผ่านการทอดแล้วปริมาณเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้นเป็น 97.80±0.32 มิลลิกรัมต่อ100 กรัมซึ่งจากผลการศึกษาของ Azizah และคณะ(2009) พบว่า ฟักทองที่ผ่านการต้มเป็นเวลา 2 และ 4 นาที มีปริมาณเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้น แต่ลดลงเมื่อผ่านการต้มเป็นเวลา 6 นาที เนื่องจากความร้อนช่วยเพิ่มชีวประสิทธิผล (bioavailability) ของแคโรทีนอยด์ ทั้งนี้ปริมาณเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้นในข้าวเกรียบมันเทศหลังทอดอาจเป็นผลจากปริมาณเบต้าแคโรทีนในน้ำมันปาล์มที่ใช้ทอด เนื่องจากน้ำมันปาล์มมีสารคาโรทีนอยด์ในปริมาณมาก

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเทศ พบว่า อัตราส่วนของ ของแป้งมันสำปะหลังต่อเนื้อมันเทศนึ่งสุกที่เหมาะสมในการผลิตข้าวเกรียบมันเทศ คือ 300 ต่อ 500 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่นรสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวมสูงสุด เมื่อคะแนนความชอบในลักษณะทางประสาทสัมผัสส่วนใหญ่ของข้าวเกรียบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเพิ่มปริมาณของมันเทศนึ่งสุกทั้งสองชนิด การใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนแป้งมันสำปะหลังในการผลิตข้าวเกรียบมันเทศไม่มีผลต่ออัตราการพองตัวและค่าสี (L* a* และ b*) ของข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์กะปิแท้และข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์มันไข่ ค่าแรงกดสูงสุด (นิวตัน) ของข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์ทั้งสองชนิดมีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้แป้งมัน

สำปะหลังดัดแปรทดแทนแป้งมันสำปะหลังมากขึ้น การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบมันเทศที่ใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรทดแทนแป้งมันสำปะหลัง พบว่า ข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์กะปิแท้และข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์มันไข่มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินและปริมาณเบต้าแคโรทีน พบว่า ข้าวเกรียบมันเทศพันธุ์กะปีแท้ที่ผ่านการทอดมีปริมาณแอนโทไซยานิน 125.90±0.99 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม โดยลดลงจากปริมาณก่อนทอดคิดเป็นลดลงร้อยละ 15.37 ในขณะที่ปริมาณเบต้าแคโรทีนในข้าวเกรียบมันเทศหลังทอดมีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 65.10±0.75 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เป็น 97.80±0.32 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ทั้งนี้อาจเป็นผลจากปริมาณเบต้าแคโรทีนในน้ำมันปาล์มที่ใช้ทอด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากได้รับงบประมาณสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ โดยหน่วยวิจัยนวัตกรรมเพื่อชุมชนและสังคม สถาบันวิจัยและพัฒนา

เอกสารอ้างอิง

ปิยภรณ์ สุริยะ, ฉิชมน ธรรมรักษ์, สุปราณี แก้วเทียน, ริมฤทัย โภคารัตน์ และ กรผกา อรรคนิตย์. 2557. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบถั่วแปจ่อ, น. 276-283. **ใน** การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ แม่โจ้–แพร่ วิจัย ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.

พรประภา ชุนถนอม, รวีพร ศรีสำราญ และ อรนุช สีหามาลา. 2556. ผลของวิธีการอบแห้งต่อสมบัติของกากเม่า. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ สาขาอาหาร เกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ. น.301-307.

พาขวัญ ทองรักษ์, ทศพร นามโฮง, นัยวิท เฉลิมนนท์, เสน่ห์ บัวสนิท, วิจิตรา เหลียวตระกูล, วชิรญา เหลียวตระกูล, สุภาวดี รอดศิริ, วรรภา วงศ์แสงธรรม, วรรณา ขันธชัย, นิษฐกานต์ ประดิษฐ์ศรีกุล, สุภาพร พาเจริญ และจันทร์เพ็ญ บุตรใส. 2559. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากมันเทศที่ปลูกในชุมชนทับน้ำ อำเภอบางปะหัน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, พระนครศรีอยุธยา.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยารัตนาปนนท์. ม.ป.พ. ข้าวเกรียบ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน/มผช. แหล่งที่มา:http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3719/ricecracker, 2 เมษายน 2561.

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี. ม.ป.พ. วิชาการปาล์มน้ำมัน. แหล่งที่มา:http://www.doa.go.th/palm/linkTechnical/usefulness.html, 21 กุมภาพันธ์ 2559.

Azizah, A. H., Wee, K.C., Azizah, O. and Azizah, M. 2009. Effect of boiling and stir frying on total phenolics, carotenoids and radical scavenging activity of pumpkin (**Cucurbita moschato**)." International Food Research Journal. 16: 45-51.

Hiemori , M., Koh, E. and Mitchell, A.E. 2009. Influence of Cooking on Anthocyanins in Black Rice (Oryza sativa L. japonica `ar. SBR). J. Agric. Food Chem. 57: 1908-1914.

Sutharut, J. and Sudarat, J. 2012. Total anthocyanin content and antioxidant activity of germinated colored rice. International Food Research Journal. 19(1): 215-221.

การศึกษาปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร

Study on the Amount of Purple Sweet Potato Flour Replacing Rice Flour in Ray Rai (Rice flour dumpling topped coconut milk)

เปรมระพี อุยมาวีรหิรัญ[1*] ปริยานุช พวงทอง[2] และ สมิทธ์ รักษ์สมิทธ์สันติ[2]

Premraphi Ooaymaweerahirun[*] Priyanut Phuangthong[1] and Samit Raksamitsanti[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์แรกเพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเรไร ซึ่งเป็นขนมไทยโบราณทำจากแป้งข้าวเจ้าและน้ำกะทิ เพื่อศึกษาปริมาณการใช้แป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร และเพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของขนมเรไรสูตรที่พัฒนาได้ ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานโดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยใช้ ผู้ทดสอบชิมจำนวน 80 คน พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบขนมเรไร สูตรที่ 4 มากที่สุด ผลการศึกษาปริมาณการใช้แป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งมันเทศสีม่วงในระดับร้อยละ 25 มากกว่าสูตรที่ทดแทนร้อยละ 50 และ 75 และมากกว่าสูตรควบคุมที่ใช้แป้งข้าวเจ้าอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งมันเทศสีม่วงในระดับร้อยละ 25 ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เป็น 8.38, 8.38, 8.19, 8.21, 8.16 และ 8.36 ตามลำดับ การทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งมันเทศสีม่วงที่ร้อยละ 50 และ 75 ทำให้ขนมเรไรมีเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการ ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี พบว่าขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งมันเทศสีม่วงร้อยละ 25 มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้า เท่ากับร้อยละ 57.72, 5.58, 0.73, 0.85 และ 0.33 ตามลำดับ โดยปริมาณความชื้น โปรตีน และเถ้า ไม่แตกต่างกับขนมเรไรสูตรพื้นฐาน ($p>0.05$) แต่มีปริมาณไขมันและเยื่อใยสูงกว่าสูตรพื้นฐานที่เป็นแป้งข้าวเจ้า ($p<0.05$) การทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งมันเทศสีม่วงร้อยละ 25 จึงเป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตขนมเรไร การใช้แป้งมันเทศสีม่วงมาทดแทนแป้งข้าวเจ้าจึงเป็นการทำให้ขนมเรไรมีสีม่วงและยังเพิ่มคุณประโยชน์จากสารแอนโทไซยานินที่มีประสิทธิภาพต้านอนุมูลอิสระและต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันอีกด้วย

คำสำคัญ : มันเทศสีม่วง, แป้งมันเทศสีม่วง, ขนมเรไร

ABSTRACT

The first objective of this research was to study the basic formulas of Ray Rai products, a traditional Thai dessert which is made from rice flour and coconut milk. The second, to study the amount of purple sweet potato flour replacing rice flour in Ray Rai and to study the proximate analysis of developed Ray Rai products. The result of basic formulas study of Ray Rai products by sensory evaluation which determined using 9-Point Hedonic Scale, the sensory quality in terms of appearance, color, odor, taste, texture, and overall satisfaction was scored by 80 participants. The results of this study indicated that the panelist rated the 4 formula most favorite tastes. The acceptance scores of Ray Rai with 25% of purple sweet potato flour were significant the highest than the control and the Ray Rai with 50% and 75% of purple sweet potato flour ($p<0.05$). The acceptance scores of Ray Rai with 25% of purple sweet potato flour were 8.38 for appearance, 8.38 for color, 8.19 for odor, 8.21 for taste, 8.16 for texture, and 8.36 for overall satisfaction. Ray Rai with 50% and 75% of purple sweet potato flour had a hard texture, not a good property. Proximate analysis of Ray Rai with 25% of purple sweet potato flour as moisture, protein, fat, fiber and ash contents were 57.72 5.58 0.73 0.85 and 0.33%, respectively. The moisture protein and ash content do not differ from basic Ray Rai formula but fat and fiber were higher than basic Ray Rai formula. This study showed that using 25% of purple sweet potato flour replaced the rice flour is the appropriate recipe for making a Ray Rai. Not only the advantage for purple color of Ray Rai but also benefit from the high amount of anthocyanin which is reported to have the antioxidant capacity and reduced lipid oxidation.

Keywords: Purple Sweet Potato, Purple Sweet Potato Flour, Ray Rai Dough Press

---

[1] สาขาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

[1] Department of Food and Nutrition Faculty of Home Economics Technology Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Wchira Phayaban, Dusit, Bangkok 10300, Thailand

* ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : Premraphi.o@rmutp.ac.th

บทนำ

ขนมเรไร หรือ รังไร เป็นขนมไทยโบราณ ที่เรียกว่าขนมเรไรเพราะมีลักษณะเหมือนรังนก เป็นขนมไทย ที่มีส่วนผสมหลักคือ แป้งข้าวเจ้า โดยอาจจะผสมแป้งท้าวยายม่อมหรือแป้งมันสำปะหลัง เพื่อช่วยให้ขนมจับตัวดีขึ้น นอกจากส่วนผสมหลักที่เป็นแป้งแล้ว ยังมีส่วนผสมของมะพร้าวทึนทึกขูด หัวกะทิ น้ำตาลทราย เกลือ และงาคั่ว ความหอมจะได้จากน้ำลอยดอกมะลิในขณะที่นวดแป้ง ส่วนสีของขนมเรไรได้มาจากสีธรรมชาติของวัตถุดิบ เช่น สีเขียวจากใบเตย สีฟ้าจากอัญชัน (นลิน, 2553) นอกจากนี้อาจมีการเพิ่มความหลากหลายของสีให้กับขนมเรไรด้วยสีจากธรรมชาติจากวัตถุดิบอื่นๆ ที่มีคุณประโยชน์ เช่น สีม่วงจากมันเทศสีม่วง

มันเทศอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายหลากหลายชนิด เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินซี และวิตามินอี แร่ธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และเหล็ก ใยอาหารและคาร์โบไฮเดรต มันเทศสีม่วงมีสารพฤกษเคมีในกลุ่มสีม่วงมีสารแอนโทไซยานินปริมาณสูงเมื่อเปรียบเทียบกับมันเทศสีขาว สีเหลือง และสีส้ม สารแอนโทไซยานินมีประสิทธิภาพต้านอนุมูลอิสระ ต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน และต้านมะเร็ง รวมทั้งยังช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล (กรรณิการ์, 2557)

คณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไรด้วยแป้งมันเทศสีม่วง เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับเกษตรกรผู้ปลูกมันเทศสีม่วง เป็นการอนุรักษ์ขนมไทย อีกทั้งยังสร้างทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค

วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบและอุปกรณ์

1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษาปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร ประกอบด้วย แป้งมันเทศสีม่วงที่ได้จากการเตรียมมันเทศสีม่วง พันธุ์พิจิตร 1 (Ipomoea batatas (L.) Lam จากเกษตรกรผู้ปลูกมันเทศสีม่วง จังหวัดกาญจนบุรี วันที่ 22 สิงหาคม 2560) แป้งข้าวเจ้า (ตราช้างสามเศียร) แป้งมันสำปะหลัง(ตราปลามังกร) น้ำตาลทราย (ตรามิตรผล) เกลือป่น (ตราระฆังทอง) งาขาว กะทิ มะพร้าวทึนทึก และกลิ่นมะลิ (ตราวินเนอร์)

1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร ได้แก่
1.เครื่องชั่งดิจิตอล 2.ช้อนตวง 3.ถ้วยตวง 4.พายยาง 5.พายไม้ 6.ถ้วยสแตนเลส 7.กระทะทองเหลือง 8.อ่างผสม สแตนเลส 9.พิมพ์ขนมเรไร 10. ผ้าขาวบาง 11.ลังถึง 12.ถาดอลูมิเนียม 13.ตะแกรงร่อนขนาด 80 Mesh 14.เครื่องอบลมร้อน

1.3 อุปกรณ์สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่
1. ส้อมพลาสติก 2. ถ้วยพลาสติกสำหรับชิม 3. แบบประเมินทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ คะแนนที่ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คะแนน หมายถึง ชอบมากที่สุด (เพ็ญขวัญ, 2549)

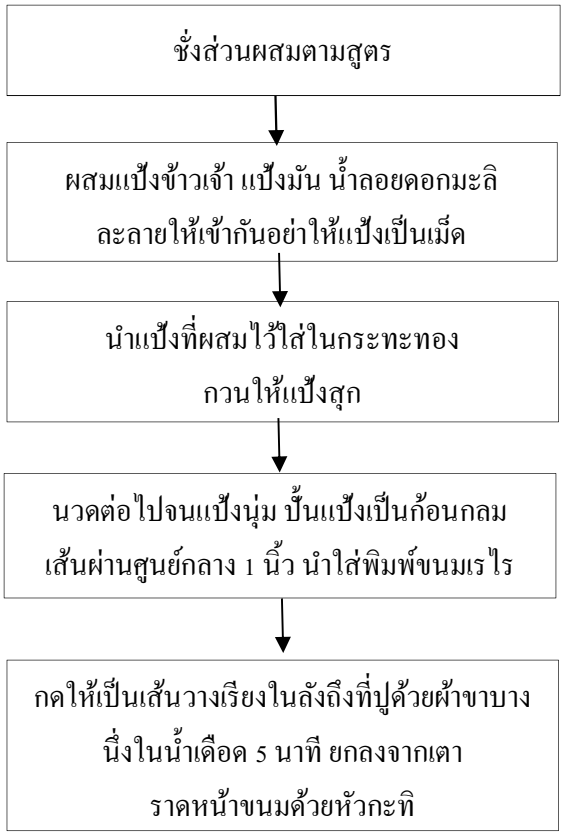
2.2 การผลิตแป้งมันเทศสีม่วง

นำหัวมันเทศสีม่วงสด จำนวน 4 กิโลกรัม ล้างทำความสะอาดโดยเปิดก็อกให้ไหลผ่านหัวมันเทศสีม่วงและปอกเปลือก หั่นเป็นแผ่นหนา 2 มิลลิเมตร นึ่งที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 20 นาที พักให้เย็น 30 นาทีอบที่อุณหภูมิ 60 °C นาน 7 ชั่วโมง ด้วยเครื่องอบลมร้อน นำเนื้อมันเทศสีม่วงที่อบแห้งจนมีความชื้นร้อยละ 8 มาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นเป็นเวลา 2 นาที (ธนาภรณ์ และคณะ, 2559) ร่อนแป้งผ่านตะแกรงร่อนขนาด 80 Mesh มันเทศสีม่วง จำนวน 4 กิโลกรัม สามารถผลิตได้แป้งมันเทศสีม่วง จำนวน 400 กรัม

2.3 การศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเรไร

การทดลองสูตรพื้นฐานขนมเรไรจำนวน 4 สูตรคัดเลือกตำรับพื้นฐานในการผลิตขนมเรไรดังนี้ คือ ขนมเรไรสูตรที่ 1 (เยาวภา, 2554) ขนมเรไรสูตรที่ 2 (ธนศักดิ์ และรัชวิชญ์, 2554) ขนมเรไรสูตรที่ 3 (อบเชย, 2551) และ ขนมเรไรสูตรที่ 4

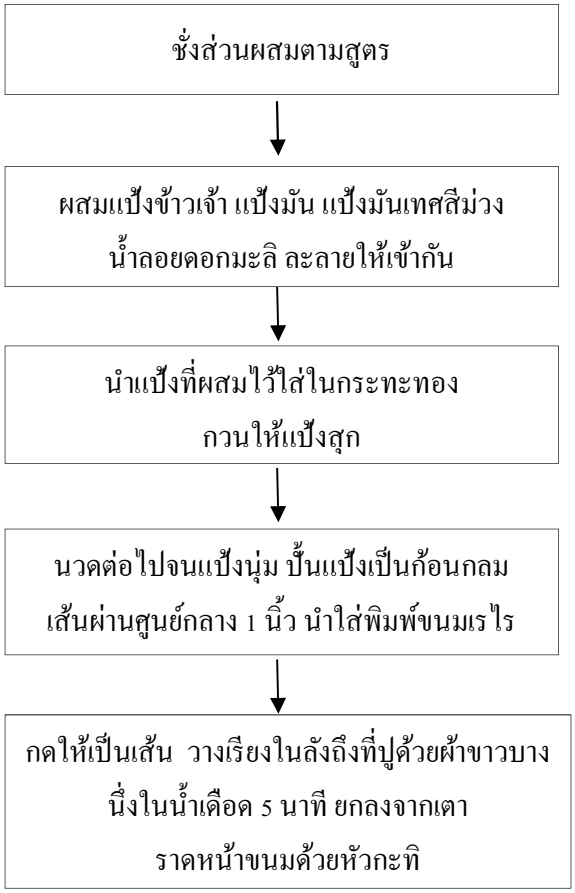
(ศรีนวล และคณะ, 2535) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์(Randomized Complete Block Design, RCBD) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) (เพ็ญขวัญ, 2549) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 80 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทำขนมเรไรสูตรพื้นฐาน

2.4 การทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไรด้วยแป้งมันเทศสีม่วง

นำสูตรพื้นฐานขนมเรไรที่ผ่านการคัดเลือกจากหัวข้อ 2.3 มาศึกษาการทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร ด้วยแป้งมันเทศสีม่วงที่ระดับต่างกัน ซึ่งทำให้ได้สูตรขนมเรไร 4 สูตร ได้แก่ สูตรควบคุม (ใช้แป้งข้าวเจ้า) สูตรทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งมันเทศสีม่วงร้อยละ 25 ร้อยละ 50 และ ร้อยละ 75 มีขั้นตอนการทำขนมเรไร ดังภาพที่ 2 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) (เพ็ญขวัญ, 2549) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 80 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษา คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการทำขนมเรไรที่ใช้แป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้า

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลที่ได้จากการศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเรไร และการศึกษาปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไรมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test, (DMRT) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Statistic Package for the Social Science (SPSS) Version 11

ผลและวิจารณ์ผล

1. ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเรไร

ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเรไร 4 สูตร โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คะแนนความชอบในคุณลักษณะต่าง ๆ ทางประสาทสัมผัสของขนมเรไรสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ขนมเรไรสูตรพื้นฐาน			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
ลักษณะปรากฏ^{ns}	8.10 ± 0.95	7.75 ± 1.03	8.03 ± 0.86	8.05 ± 1.05
สี^{ns}	8.05 ± 0.87	7.83 ± 1.00	7.88 ± 0.79	8.05 ± 0.84
กลิ่น	7.83 ± 0.98^{a}	7.33 ± 1.09^{b}	7.70 ± 0.75^{a}	7.83 ± 0.95^{a}
รสชาติ	7.78 ± 0.89^{a}	7.40 ± 0.84^{b}	7.45 ± 1.05^{b}	7.93± 0.96^{a}
เนื้อสัมผัส	7.55 ± 0.98^{b}	7.23 ± 0.86^{c}	7.38 ± 1.00^{bc}	8.03 ± 0.94^{a}
ความชอบโดยรวม	7.90 ± 0.84^{a}	7.53 ± 0.98^{b}	7.80 ± 0.88^{ab}	8.03 ± 0.89^{a}

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ns ในแนวนอน หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานขนมเรไร เมื่อนำคะแนนความชอบขนมเรไรทั้ง 4 สูตรมาวิเคราะห์ ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่าง พบว่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ และด้านสีของขนมเรไรทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่คะแนนความชอบ ด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบสูตรที่ 1 มากที่สุดในด้านกลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกับสูตรที่ 4 ($p<0.05$) แต่ได้คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสน้อยกว่าสูตรที่ 4 ($p>0.05$) คะแนนความชอบของสูตรที่ 4 ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีค่าคะแนนเฉลี่ย 8.05, 7.83, 7.93, 8.03 และ 8.03 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก

คะแนนความชอบขนมเรไรทั้ง 4 สูตรแตกต่างกัน เนื่องมาจากวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมและวิธีการทำขนมที่แตกต่างกัน จากการสังเกตระหว่างการผลิตขนมเรไรพบว่า สูตรที่ 1 ขณะกวนแป้งจะสุก และจับตัวเป็นก้อนได้เร็ว ลักษณะเนื้อแป้งที่กวนสุกแล้วเนื้อแป้งจะนิ่มมากไปเวลากดก้อนแป้งลงในพิมพ์กดขนมเรไรจะไม่ค่อยอยู่ตัว สูตรที่ 2 ขณะกวนแป้งสุกช้า ลักษณะเนื้อแป้งเมื่อสุกจะค่อนข้างแข็งการกดแป้งลงพิมพ์ทำได้ยาก แต่เส้นของขนมค่อนข้างสวยจับตัวเป็นรังนก เมื่อนึ่งสุกแป้งแข็งไม่นุ่ม สูตรที่ 3 ขณะกวนแป้งสุก และจับตัวเป็นก้อนได้ช้าลักษณะแป้งเมื่อสุกมีความนิ่ม การกดแป้งลงพิมพ์กดค่อนข้างง่าย เส้นขนมสวย อยู่ตัว สูตรที่ 4 ขณะกวนแป้งสุกจับตัวเป็นก้อนเร็ว ลักษณะแป้งที่สุกจะเหนียวนุ่ม เวลากดลงพิมพ์กดง่ายออกมาเป็นเส้นสวย อยู่ทรงเหมือนรังนก เมื่อนึ่งสุกขนมเรไรจะนุ่ม จากลักษณะของขนมเรไรที่ทำได้ ทำให้ขนมเรไรสูตรที่ 4 ได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าสูตรอื่นๆ ในทุกด้าน ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 4 เป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร เพราะมีเนื้อสัมผัสตามลักษณะของขนมเรไรที่ดี มีเส้นสวย อยู่ทรงเหมือนรังนก เมื่อนึ่งสุกขนมเรไรจะนุ่ม และมีคะแนนความชอบโดยรวมซึ่งผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุด

2. ผลการศึกษาปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร

ผลการศึกษาการทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไรด้วยแป้งมันเทศมีม่วง โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผลการทดลองดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบในคุณลักษณะต่าง ๆ ของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งมันเทศสีม่วงที่ระดับต่าง ๆ

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้า (ร้อยละ)			
	สูตรควบคุม	25	50	75
ลักษณะปรากฏ	7.50 ± 1.03^{b}	8.38 ± 0.64^{a}	7.26 ± 0.76^{b}	6.84 ± 0.85^{c}
สี	7.43 ± 0.96^{b}	8.38 ± 0.77^{a}	7.35 ± 0.83^{b}	6.73 ± 0.86^{c}
กลิ่น	7.31 ± 1.00^{b}	8.19 ± 0.78^{a}	7.43 ± 0.87^{b}	6.93 ± 0.87^{c}
รสชาติ	7.28 ± 1.04^{b}	8.21 ± 0.74^{a}	7.21 ± 0.74^{b}	6.94 ± 0.92^{c}
เนื้อสัมผัส	7.31 ± 1.05^{b}	8.16 ± 0.75^{a}	7.25 ± 0.79^{b}	6.88 ± 0.85^{c}
ความชอบโดยรวม	7.38 ± 0.93^{b}	8.36 ± 0.70^{a}	7.25 ± 0.82^{b}	6.93 ± 0.79c

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการศึกษาการทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไรด้วยแป้งมันเทศสีม่วง พบว่า เมื่อนำคะแนนความชอบของขนมเรไรทั้ง 4 สูตร ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย พบว่า คุณลักษณะในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของขนมเรไรที่มีการทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งมันเทศสีม่วงแตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งมันเทศสีม่วงที่ระดับร้อยละ 25 มากที่สุด ในทุกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ทดสอบโดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมเป็น 8.38, 8.38, 8.19, 8.21, 8.16 และ 8.36 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยดังกล่าว มีค่าอยู่ในระดับความชอบมาก

ผลการสังเกตระหว่างการผลิตขนมเรไรพบว่า ขนมเรไรสูตรควบคุม ขณะกวนแป้งจะสุกจับตัวเป็นก้อนเร็ว ลักษณะแป้งที่สุกจะเหนียวนุ่ม กดพิมพ์ง่ายเป็นเส้นสวย อยู่ทรงเหมือนรังนก เมื่อนึ่งสุกขนมเรไรมีความนุ่ม สูตรที่ 2 ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งมันเทศสีม่วงที่ระดับร้อยละ 25 ขณะกวนแป้งสุกจับตัวเป็นก้อน เส้นสีม่วงเข้ม จับตัวกันดี อยู่ทรงเหมือนรังนก เมื่อนึ่งสุกเนื้อสัมผัสเหนียว นุ่ม มีกลิ่นหอมของมันเทศสีม่วง สูตรที่ 3 ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งมันเทศสีม่วงที่ระดับร้อยละ 50 ขณะกวน แป้งสุกจับตัวเป็นก้อนค่อนข้างช้าใช้เวลาในการกวนเพิ่มอีก 2นาทีเพราะแป้งติดกระทะทำให้ความร้อนไม่ถึงตัวแป้งที่กวน ลักษณะแป้ง ที่สุก เหนียว ไม่ค่อยนุ่ม การกดพิมพ์ใช้แรงในการกดมาก เส้นค่อนข้างติดกัน เมื่อนึ่งสุกขนมมีความนุ่มเล็กน้อยสีม่วงเข้มตัวขนมแน่นมีกลิ่นแป้งมันเทศสีม่วง สูตรที่ 4 ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งมันเทศสีม่วงที่ระดับร้อยละ 75 ขณะกวน แป้งสุกจับตัวเป็นก้อนค่อนข้างช้ามากเวลาในการกวนเพิ่มอีก 3 นาทีเพราะแป้งที่ติดกระทะมากทำให้ความร้อนไม่ถึงตัวแป้งที่กวน ลักษณะแป้งที่สุก ค่อนข้างเหนียวเละ การกดพิมพ์ใช้แรงกดค่อนข้างมาก เส้นค่อนข้างติดกันมาก เมื่อนึ่งสุกขนมไม่ค่อยนุ่ม สีขนมเรไรเป็นสีม่วงเข้มมากกว่าสูตรที่ 3 ตัวขนมแน่นขึ้นมากมีกลิ่นแป้งงมันเทศสีม่วงมาก

จากลักษณะของขนมเรไรที่ทำได้ ทำให้ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าที่ระดับร้อยละ 25 ได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าสูตรที่ทดแทนระดับร้อยละ 50 และ 75 และยังได้คะแนนสูงกว่าสูตรควบคุมที่ไม่มีแป้งมันม่วงในทุกด้าน ($p< 0.05$) จากผลการทดลองข้างต้นจึงเลือกสูตรขนมเรไรที่มีการทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งมันเทศสีม่วงที่ระดับร้อยละ 25 เป็นสูตรที่เหมาะสม นำตัวอย่างขนมเรไรจากสูตรที่เหมาะสมนี้ไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านสี และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีต่อไป

3. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

คุณสมบัติทางกายภาพด้านลักษณะปรากฏ และสีของขนมเรไรสูตรพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือก (สูตรควบคุม) และขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งมันเทศสีม่วงที่ระดับร้อยละ 25 แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางกายภาพของขนมเรไรสูตรควบคุม และสูตรทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งมันเทศสีม่วงร้อยละ 25

คุณสมบัติทางกายภาพ	ขนมเรไร	
	สูตรควบคุม	สูตรแป้งมันเทศสีม่วงร้อยละ 25
ลักษณะปรากฏ	เส้นสีขาวขุ่นจับตัวกันดี เส้นสวย อยู่ทรงเหมือนรังนก เมื่อนึ่งสุกขนมเรไรจะนุ่ม	เส้นสีม่วงเข้ม จับตัวกันดี อยู่ทรงเหมือนรังนก เมื่อนึ่งสุกเนื้อสัมผัสเหนียว นุ่ม มีกลิ่นหอมของมันเทศสีม่วง
ค่าสี L*	60.19 ± 1.04^{a}	47.16 ± 1.28^{b}
a*	-0.88 ± -0.09^{b}	3.67 ± 0.46^{a}
b*	1.25 ± 0.15^{a}	-1.68 ± -0.28^{b}

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและสีของขนมเรไรสูตรควบคุมและสูตรปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงร้อยละ 25 พบว่าขนมเรไรสูตรควบคุมลักษณะเส้นสีขาวขุ่นจับตัวกันดี เส้นสวย อยู่ทรงเหมือนรังนก เมื่อนึ่งสุกขนมเรไรจะนุ่ม ส่วนสูตรปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงร้อยละ 25 ลักษณะเส้นสีม่วงเข้ม จับตัวกันดี อยู่ทรงเหมือนรังนก เมื่อนึ่งสุกเนื้อสัมผัสเหนียว นุ่มมีกลิ่นหอมของมันเทศสีม่วง พิจารณาจากค่า ความสว่าง (L*) ที่ยิ่งลดลง ค่า a* (สีแดง) และค่า b* (สีเหลือง) ค่า L* ขนมเรไร สูตรปริมาณแป้งมันเทศสีม่วง ร้อยละ 25 มีแนวโน้ม ค่า L* ลดลงกว่าสูตรควบคุม เนื่องจากเมื่อทดแทนด้วยแป้งมันเทศสีม่วงสีที่ได้จะมีความเข้มขึ้น ค่า a* สูตรปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงร้อยละ 25 จะมีค่าใกล้กับสีแดงมากกว่าสูตรควบคุม ส่วนค่า b* เมื่อขนมเรไรทดแทนด้วยปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงจะมีค่าติดลบ เพราะแป้งมันเทศสีม่วงมีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงจึงทำให้ค่า b* ติดลบ ซึ่งสารแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ซึ่งเป็นเม็ดสีที่ละลายน้ำได้ เป็นสารให้สีตามธรรมชาติที่จัดอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ สีของแอนโทไซยานินจะเปลี่ยนไปตามสภาวะความเป็นกรด-ด่าง เป็นสารที่ให้สีตั้งแต่สีน้ำเงินเข้มหรืออาจไม่มีสีเลยเมื่ออยู่ในสภาวะด่าง (pH>7) จะเปลี่ยนเป็นสีม่วงเมื่ออยู่ในสภาวะที่เป็นกลาง (pH=7) และจะเปลี่ยนเป็นสีแดงถึงแดงเข้มได้ในสภาวะเป็นกรด (pH<7) (นิศารัตน์, 2559) การเพิ่มปริมาณแป้งมันเทศมีม่วงในขนมเรไรมีความแตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

องศ์ประกอบทางเคมีของขนมเรไรสูตรควบคุม และสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งมันเทศสีม่วงที่ระดับร้อยละ 25 แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของขนมเรไรสูตรควบคุม และสูตรปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 25

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (ร้อยละ)	
	สูตรควบคุม	สูตรแป้งมันเทศสีม่วงร้อยละ 25
ความชื้น ns	57.74 ± 0.39	57.72 ± 1.75
โปรตีน ns	5.66 ± 0.14	5.58 ± 0.17
ไขมัน	0.48 ± 0.21b	0.73 ± 0.15a
เถ้า ns	0.29 ± 0.05	0.33 ± 0.01
เยื่อใย	0.26 ± 0.01b	0.85 ± 0.34a

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ns ในแนวนอน หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของขนมเรไรสูตรควบคุม และขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งมันเทศสีม่วงที่ระดับร้อยละ 25 มีค่าองค์ประกอบเคมีของขนมเรไรในส่วนของปริมาณไขมัน และเยื่อใยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งมันเทศสีม่วงที่ระดับร้อยละ 25 จะมีค่าปริมาณไขมันและเยื่อใยที่เพิ่มขึ้น ด้วยปริมาณของไขมันและเยื่อใยในแป้งมันเทศสีม่วงมีมากกว่าในแป้งข้าวเจ้า (กรรณิการ์, 2014;l; สวนิตและคณะ, 2547) จึงมีผลให้ปริมาณไขมันและเยื่อใยในขนมเรไรที่มีส่วนผสมของแป้งมันเทศร้อยละ 25 มีมากกว่าในขนมเรไรที่ทำจากแป้งข้าวเจ้าเพียงชนิดเดียว ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของค่าความชื้น โปรตีน และเถ้า ของขนมเรไรสูตรควบคุม และขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งมันเทศสีม่วงที่ระดับร้อยละ 25 ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สรุปผลการวิจัย

การเพิ่มปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไรมากขึ้น มีผลให้การกดขนมเรไรลงพิมพ์ทำได้ยากขึ้น หลังผ่านการนึ่งขนมเรไรมีเนื้อสัมผัสที่เหนียว ไม่นุ่ม ซึ่งผิดจากลักษณะของขนมเรไรที่ดี นอกจากนี้ขนมเรไรยังมีสีม่วงมากขึ้น การศึกษาการทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไรด้วยแป้งมันเทศสีม่วง พบว่าสามารถใช้แป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้าได้ร้อยละ 25 ของน้ำหนักแป้ง โดยขนมเรไรนี้ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมจากผู้ทดสอบชิมสูงที่สุด ขนมเรไรที่ได้มีความคงรูปที่ดี มีความเหนียวนุ่ม และมีปริมาณใยอาหารสูงกว่าขนมเรไรสูตรควบคุมที่ไม่มีการเติมแป้งมันเทศสีม่วง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การศึกษาปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเรไร ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คณะผู้วิจัย ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่สนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ให้การสนับสนุนเครื่องมืออุปกรณ์ และสถานที่ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ กุลยะณี. 2557. “มันเทศสีม่วง มีดีกว่าที่คุณเห็น”. วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี. 8, (2): 211-217.

ธนศักดิ์ ตั้งทองจิตร และรัชวิชญ์ อนันต์กิจพานิช. 2554. ขนมไทย. เพชรประกาย, กรุงเทพฯ.

ธนาภรณ์ เสียบทอง, คนันท์นาฎ เรืองสกุล, ทิตยา ชนะกุล,อินทัช สาระกุล, สิริโสภา จุนเด็น. 2559. การศึกษาคุณลักษณะทางเคมีและการยอมรับของแป้งไดฟูกุที่ผลิตด้วยผงมันเทศสีม่วงบางส่วน, น.170 **ใน** รายงานงานประชุมทางวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติของมหาวิทยาลัยรังสิต. มหาวิทยาลัยรังสิต.

นลิน คูอมรพัฒนะ. 2553. เส้นทางขนมไทย. แสงแดด, กรุงเทพฯ.

นิศารัตน์ ศิริวัฒนเมธานนท์. 2559. “อาหารหลากสี มีประโยชน์หลากหลาย (ตอนที่ 3) : สารเคมีที่มีประโยชน์จากผักผลไม้ที่มีสีม่วงและสีน้ำเงิน”. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/knowledge/article/152/. วันที่เข้าถึง : 9 มีนาคม 2559.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2549. เอกสารประกอบการสอนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เยาวภา ขวัญดุษฎี. 2554. ขนมนึ่ง. แสงแดด, กรุงเทพฯ.

สวนิต อิชยาวณิชย์ มณฑิรา นพรัตน์ และ พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์. 2547. คุณสมบัติทางเคมี กายภาพและรีโอโลจีของแป้งข้าวเจ้าที่ผลิตโดยกระบวนการโม่เปียกและโม่แห้งในระดับอุตสาหกรรม. วารสารวิจัยและพัฒนา. 27 (3) : 357-374.

ศรีนวล โกมลวานิช และคณะ. 2535. สำรับเครื่องว่างและขนมไทย. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งกรุ๊พ จำกัด, กรุงเทพฯ.

อบเชย อิ่มสบาย, บรรณาธิการ. 2551. ขนมไทย 2. พิมพ์ครั้งที่ 10. แสงแดด, กรุงเทพฯ.

การศึกษาสภาวะในการให้ความร้อนที่เหมาะสมในการเกิดเจลกุ้งขาว

Study on the Optimum Heat Treatment Conditions for White Shrimp Gel

ธิติมา พานิชย์[1*]

Thitima Panich[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะในการให้ความร้อนที่เหมาะสมในการเกิดเจลกุ้งขาวเพื่อใช้ประโยชน์จากกุ้งขาวที่มีขนาดเล็ก (120-140 ตัว/กิโลกรัม) ในการผลิตผลิตภัณฑ์เจลกุ้ง เช่น ลูกชิ้นกุ้ง และไส้กรอกกุ้ง เป็นต้น โดยนำกุ้งมาปอกเปลือก ผ่าหลัง สับผสมกับเกลือร้อยละ 2.5 นำมาอัดลงในไส้เทียมแบบคอลลาเจนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80, 85 และ 90 องศาเซลเซียส นาน 5, 10 และ 15 นาที แล้วนำมาวัดค่าสี พบว่าเจลกุ้งขาวมีสีส้มอมแดง โดยเจลที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่า a* สูงกว่าที่อุณหภูมิ 85 และ 90 องศาเซลเซียส ($p<0.05$) ส่วนค่า L* และ b* มีค่าไม่แตกต่างกัน เมื่อทำการวัดค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ พบว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการให้ความร้อนทำให้เจลกุ้งมีความสามารถในการอุ้มน้ำเพิ่มขึ้น จากการตรวจสอบรูปแบบของโปรตีน พบว่าการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 และ 90 องศาเซลเซียส สามารถทำให้เกิดการสร้างพันธะไดซัลไฟด์ได้มากกว่าที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นอกจากนี้การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ทำให้เจลมีค่าแรงเจาะทะลุต่ำกว่าที่อุณหภูมิ 85 และ 90 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ในขณะที่การให้ความร้อนที่ระยะเวลาสั้นทำให้เจลมีค่าระยะทางก่อนเจาะทะลุสูงกว่าที่ระยะเวลานาน การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการเกิดเจลกุ้งขาว เนื่องจากมีค่าความแข็งแรงของเจลสูงที่สุด ($p<0.05$) โครงข่ายของเจลมีลักษณะแน่นทึบและต่อเนื่อง

คำสำคัญ : กุ้งขาว, เจลกุ้ง, การให้ความร้อน

---

[1] โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

[1] Program of Food Science and technology, Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University, Khaoroopchang, Muang, Songkhla, 90000, Thailand

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : uangjan@hotmail.com

การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10 “ราชมงคลขับเคลื่อนนวัตกรรมก้าวไกลสู่ Thailand 4.0”

ABSTRACT

The objective of this research was to study the optimum heat treatment conditions for white shrimp gel in order to use as a guideline for utilization of small white shrimp (a size of 120-140 shrimps/kg) in shrimp gel products such as shrimp balls and shrimp sausages. The shrimp were peeled, deveined and chop with 2.5% NaCl. Then sol were stuffed in collagen casing with a diameter of 1.5 cm. Directed heat treatment was performed at 80, 85 and 90 ^{o}C for 5, 10 and 15 min. After that, the color was determined. It was found that the color of all heat treated gels were orange-red. The a* value of 80 ^{o}C heated treated gel was higher than 85 and 90 ^{o}C ($p<0.05$). Whereas, the difference between the samples in L* and b* values was not found. The water holding capacity of shrimp gels were increased with increasing the heated temperature. The SDS-PAGE pattern revealed that heated gel with 85 and 90 ^{o}C contained disulfide bond more than that of 80 ^{o}C. Breaking force of 80 ^{o}C treated gels were lower than treated gel with 85 and 90 ^{o}C, respectively, whereas the deformation of samples heated with short time was higher than long time heated gel. Heating gel at 90 ^{o}C for 10 min was the suitable condition to set shrimp gel due to the highest gel strength ($p<0.05$) and containing the ordered and dense network with continuous protein strand.

Keyword: White shrimp, Shrimp gel, Heat treatment

บทนำ

กุ้งขาว (**Litopenaeus vannamei**) เป็นกุ้งชนิดหนึ่งที่นิยมเลี้ยงกันในปัจจุบัน แต่เดิมเป็นกุ้งที่มีถิ่นกำเนิดในต่างประเทศ แต่มีการนำเข้ามาเพาะเลี้ยงในประเทศไทยทดแทนปริมาณกุ้งกุลาดำ เนื่องจากประสบปัญหาความไม่พอเพียงของปริมาณพ่อและแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำทำให้ไม่สามารถรองรับอุตสาหกรรมการผลิตกุ้งได้ ตลอดจนกุ้งขาวมีอัตราการเจริญเติบโตและทนทานต่อโรคได้ดีกว่า (Miranda, 2010) กุ้งขาวที่มีการเลี้ยงในประเทศไทยเป็นกุ้งที่มีการปรับปรุงพันธุ์ให้มีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์ ผลจากการปรับปรุงพันธุ์และการนำกุ้งขาวเข้ามาเลี้ยงทำให้ประเทศไทยสามารถยกระดับกำลังการผลิตได้มากขึ้น โดยในปี 2560 มีปริมาณการส่งออกกุ้งขาว 175,146.12 ตัน มูลค่า 58,933.34 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 82.50 และร้อยละ 84.33 ของปริมาณและมูลค่าการส่งออกกุ้งทะเลทั้งหมด ตามลำดับ (สุธาสินี, 2561) ผลิตภัณฑ์จากกุ้งที่นิยมแปรรูปและมีความสำคัญต่อมูลค่าทางเศรษฐกิจของไทย ได้แก่ กุ้งแช่เยือกแข็ง ซึ่งมีปริมาณการส่งออกจำนวน 277,752 ตัน/ปี คิดเป็นมูลค่า 75,666 ล้านบาท โดยมีการส่งออกไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศในหลากหลายรูปแบบ เช่น แบบกุ้งสดทั้งตัวแช่เยือกแข็ง แบบกุ้งปอกเปลือกไว้หางแช่เยือกแข็ง และกุ้งต้มปอกเปลือกแช่เยือกแข็ง นอกจากผลิตภัณฑ์กุ้งแช่เยือกแข็งแล้ว ยังมีผลิตภัณฑ์กุ้งแปรรูปชนิดอื่นๆ เช่น กุ้งต้มบรรจุกระป๋อง และกุ้งแห้ง วางจำหน่ายในท้องตลาดอีกด้วย แต่เนื่องจากในปัจจุบันอุตสาหกรรมกุ้งของไทยกำลังประสบปัญหาในด้านคู่แข่งในการผลิตกุ้ง และมีจำนวนผลิตภัณฑ์เข้ามาแข่งขันในตลาดโลกเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ ประเทศเอกวาดอร์ อินเดีย และอินโดนีเซีย ประกอบกับตลาดหลักในการส่งออกกุ้งของไทยในสหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป และญี่ปุ่น (Gillett, 2008) ยังประสบปัญหาเศรษฐกิจภายในประเทศ โดยเฉพาะปัญหาหนี้สินในสหภาพยุโรปและปัญหาทางการคลังของสหรัฐอเมริกา และปัญหาการกีดกันทางการค้าจากประเทศผู้นำเข้าซึ่งส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมกุ้งของประเทศไทย ดังนั้นทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมกุ้งไทยต้องร่วมมือกันและเร่งปรับตัว โดยผู้ส่งออกควรเน้นการแปรรูปผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าให้มีความหลากหลายมากขึ้น (กัลชิญา, 2561) ซึ่งนอกจากปัญหาจะเกิดขึ้นในภาคอุตสาหกรรมแล้วในภาคการเกษตรก็ประสบปัญหาด้วยเช่นกัน กล่าวคือ เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงกุ้งขาวบริเวณชายฝั่งในพื้นที่ภาคใต้ซึ่งเป็นพื้นที่หลักประสบปัญหาน้ำท่วมฟาร์มกุ้งเป็นประจำในช่วงฤดู

ฝน ทำให้เกษตรกรจำเป็นจะต้องดำเนินการจับกุ้งก่อนครบระยะเวลาการเลี้ยงและจำหน่ายกุ้งในราคาถูก ประสบปัญหาขาดทุน เนื่องจากกุ้งมักมีขนาดเล็กและไม่เป็นที่ต้องการของโรงงานอุตสาหกรรมกุ้ง

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการนำกุ้งขาวขนาดเล็กมาใช้ประโยชน์ในการผลิตผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าจากกุ้งขาว โดยผลิตภัณฑ์เพิ่มมูลค่าชนิดหนึ่งที่มีความน่าสนใจและมีความเป็นไปได้ในการใช้ประโยชน์จากกุ้งขนาดเล็ก ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เจลกุ้ง เช่น ไส้กรอกกุ้ง และลูกชิ้นกุ้ง เป็นต้น ซึ่งวิธีการเตรียมเจลสามารถทำโดยการนำเนื้อกุ้งมาบดให้ละเอียด เติมเกลือ และส่วนผสมอื่นๆ นำมาขึ้นรูปและนำมาเซ็ทเจลโดยการให้ความร้อน ซึ่งปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดเจล คือ สภาวะในการให้ความร้อน ได้แก่ อุณหภูมิ และเวลาในการให้ความร้อนซึ่งส่งผลต่อความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของเจล และกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอสที่มีผลต่อการทำลายโครงสร้างของเจล ทั้งนี้ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นที่จะทำการศึกษาสภาวะอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการเกิดเจลของกุ้งขาวโดยใช้กุ้งขาวขนาดเล็กประมาณ 120-140 ตัวต่อกิโลกรัม เป็นวัตถุดิบในการศึกษา ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นพื้นฐานในการเซ็ทเจลด้วยความร้อนในผลิตผลิตภัณฑ์เจลชนิดต่างๆ จากกุ้ง เช่น ไส้กรอกกุ้ง ลูกชิ้นกุ้ง เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกุ้งชนิดอื่น ๆ เช่น กุ้งทะเลซึ่งพบมากในท้องถิ่นบางฤดูกาล หากเพิ่มทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากกุ้งขนาดเล็กให้กับโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้นจะเป็นวิธีการหนึ่งในการแก้ปัญหาให้กับเกษตรกร และเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์จากกุ้งในท้องตลาดให้มีมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมกุ้งขาว

กุ้งขาวขนาดประมาณ 120-140 ตัว/กิโลกรัม ซื้อมาจากฟาร์มเพาะเลี้ยงกุ้ง ในเขตจังหวัดสงขลา โดยมีระยะเวลาตั้งแต่การจับกุ้งจนเริ่มทำการทดลองไม่เกิน 5 ชั่วโมง โดยกุ้งจะถูกเก็บรักษาในกล่องโฟมมีอัตราส่วนของกุ้งต่อน้ำแข็งเท่ากับ 1:3 ในระหว่างการขนส่งมายังห้องปฏิบัติการโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ภายใน 1 ชั่วโมง

2. การเตรียมโซลกุ้งขาว

นำกุ้งมาล้างน้ำให้สะอาด ตัดหัว ปอกเปลือก และผ่าหลังเพื่อดึงเส้นดำออก นำกุ้งมาหั่นตัดขวางเพื่อให้ง่ายต่อการสับผสม สับผสมให้เนื้อละเอียดนาน 1 นาที เติมเกลือร้อยละ 2.5 ของปริมาณเนื้อกุ้งหั่น จากนั้นสับผสมต่อไป เติมน้ำเย็นจัดเพื่อปรับปริมาณความชื้นสุดท้ายให้มีค่าเท่ากับร้อยละ 80 สับผสมจนเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้เวลาทั้งหมดไม่เกิน 4 นาที นำมาอัดลงไปในไส้เทียมสำหรับไส้กรอกแบบคอลลาเจนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร แล้วมัดให้เป็นท่อน ความยาวท่อนละ 10 เซนติเมตร

3. ศึกษาสภาวะในการให้ความร้อนที่เหมาะสมในการเกิดเจลกุ้งขาว

ทำการเซ็ทเจลแบบขั้นตอนเดียว (Direct heat) โดยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 80, 85 และ 90 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการให้ความร้อนที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 5, 10 และ 15 นาที จากนั้นทำให้เย็นทันที นำตัวอย่างมาเก็บรักษาในน้ำแข็งและเก็บไว้ในห้องเย็น จนกระทั่งนำไปตรวจสอบคุณสมบัติ ดังนี้

3.1 ค่าสี ทำการวัดค่าสีในระบบ CIE Lab โดยใช้เครื่องวัดค่าสี Hunter Lab เมื่อ L* คือค่าความสว่าง ค่า a* คือ ค่าความเป็นสีแดง (+) และสีเขียว (-) และ b* คือ ค่าความเป็นสีเหลือง (+) และสีน้ำเงิน (-)

3.2 ค่าสูญเสียน้ำหนัก โดยคำนวณจากค่าความแตกต่างของน้ำหนักของตัวอย่างก่อนและหลังการให้ความร้อนเทียบกับน้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น ซึ่งมีวิธีการคำนวณดังสมการที่ (1)

$$\text{ค่าการสูญเสียน้ำหนัก (\%)} = [(W_1-W_2) / W_1] \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ W_1 : น้ำหนักตัวอย่างก่อนการให้ความร้อน (น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น)

W_2 : น้ำหนักตัวอย่างหลังการให้ความร้อน

3.3 ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยคำนวณหาปริมาณน้ำที่มีอยู่ในตัวอย่างภายหลังการหมุนเหวี่ยงเทียบกับปริมาณน้ำทั้งหมดที่มีในตัวอย่าง ตามวิธีของ Jatupong **et al.,** (2000) ซึ่งมีวิธีการคำนวณดังสมการที่ (2)

ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (%) = [(IWC-WL) / IWC] x 100 (2)

เมื่อ IWC : ความชื้นของตัวอย่าง x น้ำหนักของตัวอย่าง

WL : น้ำหนักของน้ำที่ปลดปล่อยออกจากตัวอย่างภายหลังการหมุนเหวี่ยง

3.4 ตรวจสอบรูปแบบโปรตีนไมโอไฟบริล โดยใช้เทคนิคอิเลคโตรโฟรีซีส (Sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis : SDS-PAGE) ดัดแปลงจากวิธีของ Leammli (1970) โดยใช้ชุดอิเลคโตรโฟรีซีสแบบมินิเจล (Mini protein II model, Bio-rad, USA) โดยตัวอย่างเจลกุ้งที่ผ่านการให้ความร้อนที่สภาวะต่าง ๆ จะถูกนำมาเตรียมในสารละลายบัฟเฟอร์ที่มีและไม่มี 10% β-mercaptoethanol เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบโปรตีนแบบรีดิวซิง (reducing) และนอนรีดิวซิง (non-reducing) ตามลำดับ โดยใช้ polyacrylamide gel ที่ประกอบด้วย 10% running gel และ 4% stacking gel และใช้ Coomassie Brilliant Blue R-250 ในการย้อมสีโปรตีน และใช้โปรตีนมาตรฐานที่ทราบน้ำหนักโมเลกุล High Molecular Weight (Sigma) ประกอบด้วย myosin, β-galactosidase, phosphorylase b, fructose-6-phosphate kinase, albumin, glutamic dehydrogenase, ovalbumin, glyceraldehydes-3-phosphate dehydrogenase มีน้ำหนักโมเลกุล 250, 116, 97, 84, 66, 55, 45 และ 36 KDa ตามลำดับ

3.5 คุณลักษณะเนื้อสัมผัส โดยการวัดค่าแรงเจาะทะลุ (breaking force) และระยะทางก่อนเจาะทะลุ (deformation) โดยดัดแปลงจากวิธีของ Lanier (1992) โดยใช้เครื่องวัดคุณลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyser) (TA-XT2i model, Stable Micro System, UK) โดยใช้หัวเข็มแบบลูกตุ้มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร และใช้ความเร็วในการวัด 60 มิลลิเมตรต่อนาที

3.6 โครงสร้างทางจุลภาค โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) ทำการคัดเลือกตัวอย่างเจลกุ้งที่มีค่าความแข็งแรงของเจลสูงเป็นสองลำดับแรกมาตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาคของเจลโดยใช้วิธี Nip and Moy (1988) เตรียมตัวอย่างโดยการแช่ในสารละลายกลูทาราลดีไฮด์ร้อยละ 2.5 ใน 0.2 โมลาร์ ฟอสเฟตบัฟเฟอร์พีเอช 7.2 นาน 2 ชั่วโมง ทำการดึงน้ำออกจากตัวอย่างโดยการแช่ในสารละลายแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ10, 30, 50, 70, 90 และ 100 จากนั้นนำตัวอย่างมาทำให้แห้งและนำมาฉาบด้วยทองแล้วทำการตรวจสอบโครงสร้างโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (JSM 5800 LV, JEOL,Tokyo)

3.7 การวิเคราะห์ทางสถิติ

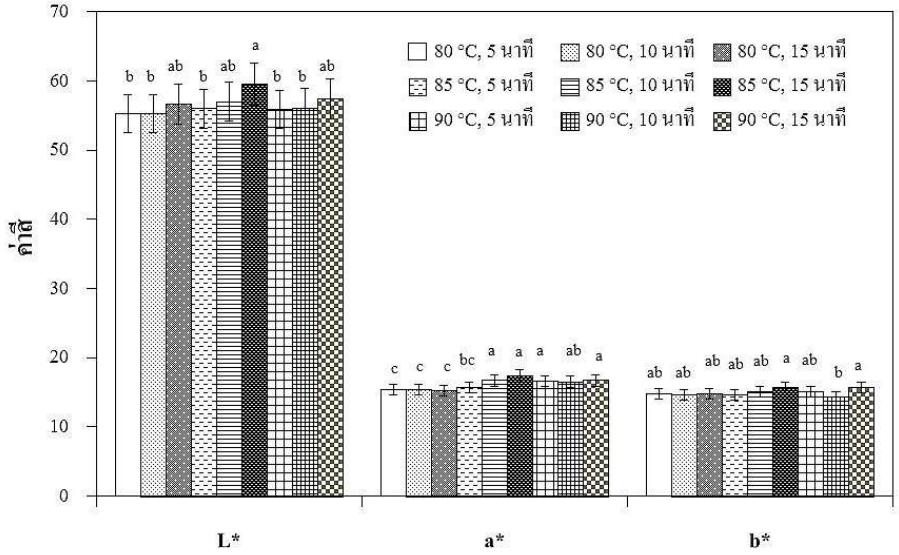
วางแผนทดลองแบบเฟคเทอเรียล (3x3) ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Factorial (3x3) in CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำในแต่ละชุดการทดลอง ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้วิธี Duncan's multiple rang test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลและวิจารณ์ผล

1. ผลของสภาวะในการให้ความร้อนต่อค่าสีของเจลกุ้งขาว

จากการตรวจสอบค่าสีของเจลกุ้งโดยการวัดค่าสี ในระบบ CIE Lab พบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบเจลกุ้งขาวที่ผ่านการให้ความร้อนและระยะเวลาในการให้ความร้อนที่ระดับต่างๆ พบว่าทุกชุดการทดลองมีค่า L*, a* และ b* ที่ใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามที่สภาวะอุณหภูมิในการให้ความร้อนเดียวกัน ค่า L* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการให้ความร้อน และเมื่อเปรียบเทียบที่ระยะเวลาในการให้ความร้อนที่เท่ากัน พบว่า ค่า a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการให้ความร้อน (ภาพที่ 1) ทั้งนี้โซลกุ้งขาวในทุกชุดการทดลองจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสีจากสีเทาดำกลายเป็นสีส้มอมแดงภายหลังการ

ให้ความร้อน ทั้งนี้โดยทั่วไปในชั้นของหนังที่อยู่ภายใต้เปลือกกุ้งจะเป็นบริเวณที่มีสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างโปรตีนและแคโรทีนอยด์ในกลุ่มแอสตาแซนทีนที่เรียกว่า แคโรทีโนโปรตีน (carotenoprotein) ซึ่งมีสีเทาอมน้ำเงิน (Okada **et al**., 1995) ในระหว่างกระบวนการให้ความร้อนทำให้เกิดทำลายโครงสร้างเชิงซ้อนดังกล่าว ส่งผลให้โปรตีนเกิดการเสียสภาพและเกิดการแยกตัวออกของแคโรทีนอยด์ออกจากโปรตีนมาอยู่ในรูปของแอสตาแซนทีนอิสระ จึงทำให้สีส้มแดงของแอสตาแซนทีนมีความโดดเด่นขึ้น (Von Elbe and Schwartz, 1996) อย่างไรก็ตามสีจะเข้มขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการให้ความร้อนจนถึงจุดที่เกิดการเสียสภาพของโปรตีนอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นจึงทำให้ค่า a* ของเจลกุ้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการให้ความร้อน

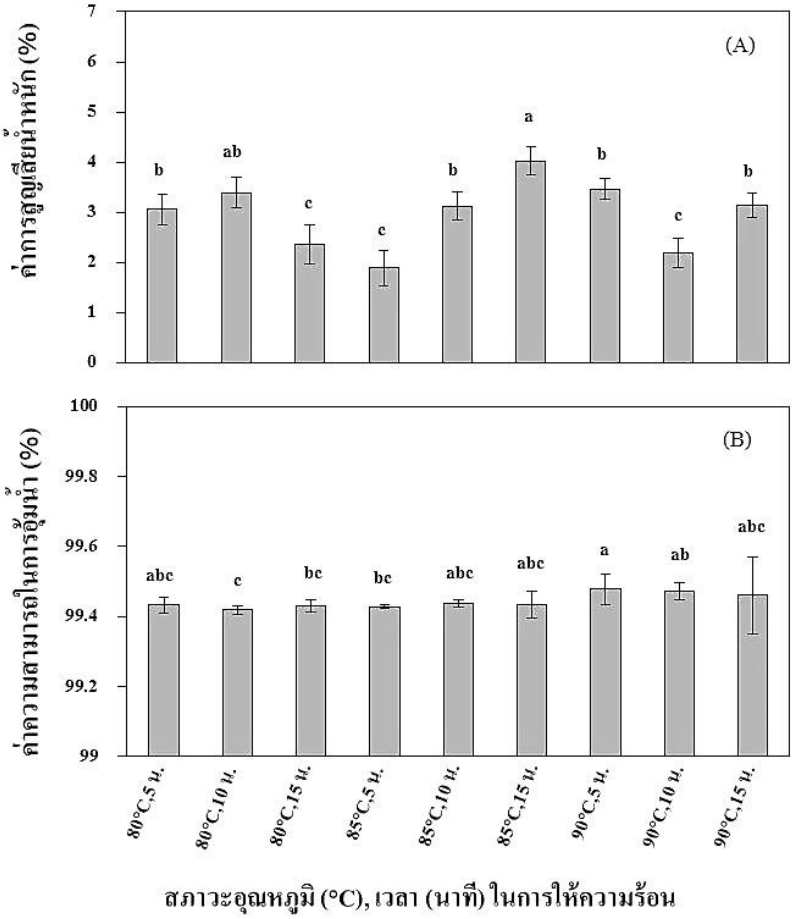


ภาพที่ 1 ค่าสีของเจลกุ้งขาวที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาแตกต่างกัน

หมายเหตุ ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่เหมือนกันของปัจจัยค่าสีเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \geq 0.05$)

2. ผลของสภาวะในการให้ความร้อนต่อค่าการสูญเสียน้ำและความสามารถในการอุ้มน้ำของเจลกุ้งขาว

จากการตรวจสอบค่าการสูญเสียน้ำหนักและค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเจลกุ้งขาวที่ผ่านการให้ความร้อนที่สภาวะต่างๆ ให้ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการให้ความร้อนที่ระยะเวลาสั้นๆ เพียง 5 นาที จะเกิดการสูญเสียน้ำได้มากอันเป็นผลมาจากโปรตีนมีการเกิดเจลที่ไม่สมบูรณ์ ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำออกไปจากโครงสร้าง ในขณะที่การให้ความร้อนที่นาน 15 นาที ก็เป็นระยะเวลาในการให้ความร้อนที่นานเกินไปจนทำให้เกิดการสูญเสียน้ำออกจากโครงข่ายของเจล ดังภาพที่ 2A โดยจะพบว่าค่าการสูญเสียน้ำหนักของเจลกุ้งที่ผ่านการให้ความร้อนที่สภาวะอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที มีค่าต่ำที่สุด รองลงมาได้แก่ อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที และที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ($p \geq 0.05$) ในขณะที่ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเจลกุ้งในทุกชุดการทดลองมีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ($p \geq 0.05$) เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการให้ความร้อนทำให้ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเจลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการให้ความร้อนที่เพิ่มขึ้นสามารถสร้างพันธะระหว่างโมเลกุลของโปรตีนได้มากขึ้นส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเจล โดยค่าความสามารถในการอุ้มน้ำที่มีค่ามากที่สุดสามลำดับแรก ได้แก่ ที่สภาวะอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 5, 10 และ 15 นาที ตามลำดับ จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่า การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที มีแนวโน้มที่จะให้เจลที่มีคุณลักษณะที่ดีที่สุด คือมีค่าการสูญเสียน้ำหนักที่ต่ำ และความสามารถในการอุ้มน้ำค่อนข้างสูง รองลงมาคือเจลที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

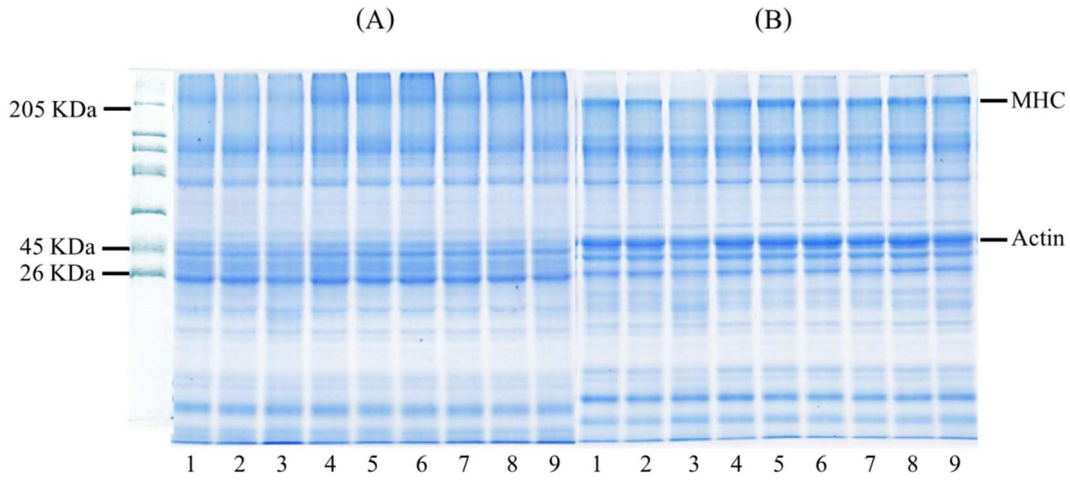


ภาพที่ 2 ค่าการสูญเสียน้ำหนัก (A) และค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (B) ของเจลกุ้งขาวที่ผ่านการให้ความร้อนที่สภาวะอุณหภูมิและเวลาแตกต่างกัน

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในกราฟเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \geq 0.05$)

3. ผลของสภาวะในการให้ความร้อนต่อรูปแบบของโปรตีนไมโอไฟบริลของเจลกุ้งขาว

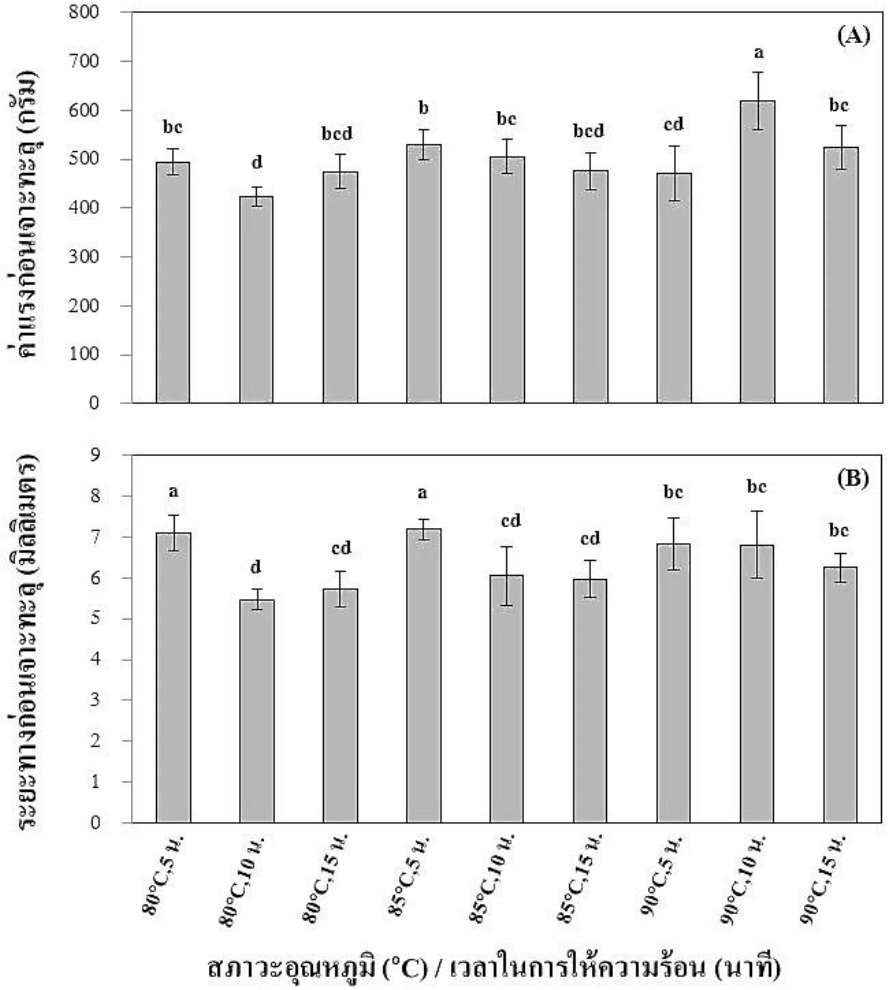
จากการตรวจสอบรูปแบบของโปรตีนไมโอไฟบริลของเจลกุ้งขาวที่เซ็ทเจลโดยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาที่แตกต่างกัน ทำการตรวจสอบโดยใช้เทคนิคอิเลคโตรโฟรีซีส แบบนอนรีดิวซิงและรีดิวซิง ให้ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 3A และ 3B ตามลำดับ เมื่อสังเกตแถบของโปรตีนไมโอซินเส้นหนัก (MHC) ของตัวอย่างที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 และ 90 องศาเซลเซียส มีความหนาของแถบโปรตีน MHC มากกว่าเจลที่ผ่านการให้ความร้อนที่ 80 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าการให้ความร้อนที่ระดับ 85 และ 90 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการสร้างพันธะไดซัลไฟด์ในเจลกุ้งขาวได้มากกว่าที่ระดับ 80 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากการให้ความร้อนที่สภาวะอุณหภูมิสูงจะเร่งการสร้างพันธะไดซัลไฟด์ได้มาก มีรายงานว่าการให้ความร้อนแก่โซลของปลาที่อุณหภูมิสูงกว่า 60-70 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการสร้างพันธะพันธะไดซัลไฟด์ระหว่างโมเลกุลของโปรตีน มีผลต่อการเกิดโครงข่ายของเจล ทั้งนี้โปรตีนสามารถคลายเกลียวได้สูงขึ้นที่อุณหภูมิสูง มีผลทำให้หมู่ซิสเตอีนภายในโมเลกุลเป็นอิสระและสามารถเกิดพันธะไดซัลไฟด์ระหว่างพอลิเพปไทด์ได้มากขึ้น (สุทธวัฒน์, 2549) อย่างไรก็ตามระยะเวลาในการให้ความร้อนที่แตกต่างกันไม่ได้ทำให้ความหนาของแถบโปรตีน MHC มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน



ภาพที่ 3 รูปแบบของโปรตีนเมื่อทำการตรวจสอบโดยใช้เทคนิคอิเลคโตรโฟรีซีสของเจลกุ้งขาวที่เตรียมจากกุ้งขาวที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 5, 10 และ 15 นาที (แถบ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ) อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 5, 10 และ 15 นาที (แถบ 4, 5 และ 6 ตามลำดับ) และอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 5, 10 และ 15 นาที (แถบ 7, 8 และ 9 ตามลำดับ) โดยภาพ A เป็นโปรตีนที่ไม่มี β-mercaptoethanol, ภาพ B เป็นโปรตีนที่มี β-mercaptoethanol และ MHC: ไมโอซินเส้นหนัก

4. ผลของสภาวะในการให้ความร้อนต่อคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของเจลกุ้งขาว

จากการตรวจสอบคุณลักษณะเนื้อสัมผัสของเจลกุ้งขาวโดยการวัดค่าแรงเจาะทะลุ และระยะทางก่อนเจาะทะลุของเจลที่เตรียมจากกุ้งขาวที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิและเวลาแตกต่างกัน พบว่าเจลกุ้งที่เตรียมจากตัวอย่างที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มจะมีค่าแรงเจาะทะลุต่ำกว่าที่อุณหภูมิ 85 และ 90 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (ภาพที่ 4A) ทั้งนี้การให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลให้เกิดการสร้างพันธะบางชนิดที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างความแข็งแรงของเจล ได้แก่ พันธะไฮโดรโฟบิค ซึ่งจะเกิดได้มากขึ้นที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง (สุทธวัฒน์, 2549) ซึ่งเจลที่เตรียมจากกุ้งขาวที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที มีค่าแรงเจาะทะลุสูงกว่าการให้ความร้อนที่สภาวะอื่นอย่างชัดเจน ($p<0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ค่าแรงเจาะทะลุมีค่าลดลง ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการให้ความร้อนที่นานเกินไปจะทำให้เกิดการสะสมพลังงานความร้อนที่มากเกินพอที่จะทำลายพันธะระหว่างโมเลกุลของโปรตีนได้ ส่งผลให้เจลมีความแข็งแรงลดลง (สุทธวัฒน์, 2549) ส่วนค่าระยะทางก่อนเจาะทะลุพบว่าเมื่อให้ความร้อนในการเซ็ทเจลที่ระยะเวลาสั้นๆ จะมีค่าระยะทางก่อนเจาะทะลุจะมีค่าสูงกว่าการให้ความร้อนเป็นระยะเวลานาน (ภาพที่ 4B)



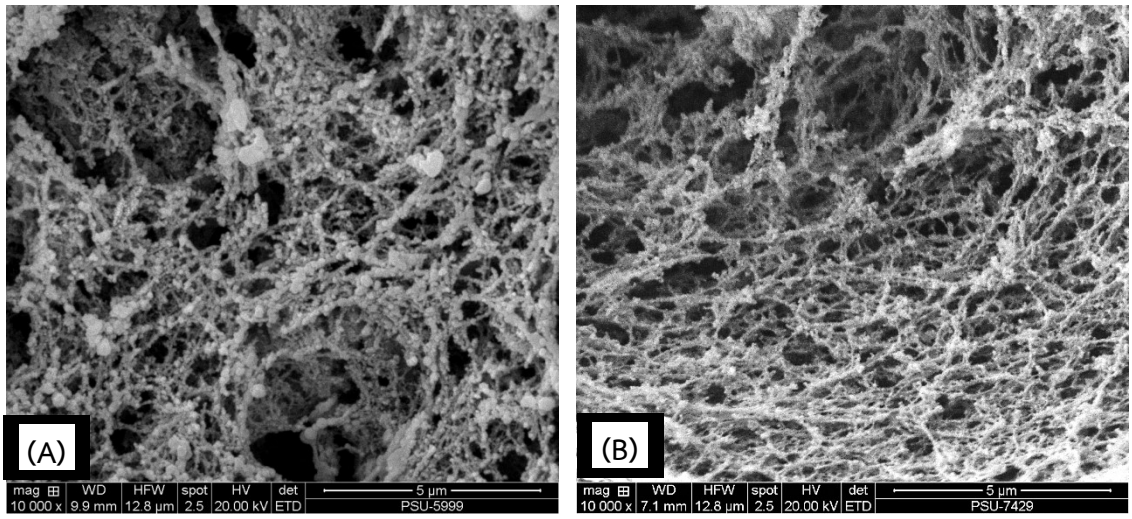
ภาพที่ 4 ค่าแรงเจาะทะลุ (A) และค่าระยะทางก่อนเจาะทะลุ (B) ของเจลกุ้งขาวที่ผ่านการให้ความร้อนที่สภาวะอุณหภูมิและเวลาแตกต่างกัน

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในกราฟเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \geq 0.05$)

5. ผลของสภาวะในการให้ความร้อนต่อโครงสร้างทางจุลภาคของเจลกุ้งขาว

นำเจลกุ้งขาวมาทำการตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาค โดยการคัดเลือกเจลที่มีค่าความแข็งแรงของเจลสูงเป็นสองลำดับแรกมาทำการตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาคโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด โดยตัวอย่างที่คัดเลือก ได้แก่ เจลที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที และเจลที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 5

จะเห็นได้ว่าเจลกุ้งขาวที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที (ภาพที่ 5B) มีโครงข่ายของเส้นใยโปรตีนที่หนาแน่น ซับซ้อน แน่นทึบ และเส้นใยโปรตีนจะมีลักษณะต่อเนื่อง มีช่องว่างภายในโครงข่ายโปรตีนน้อย ในขณะที่โครงข่ายเจลโปรตีนที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที จะมีช่องว่างเกิดขึ้นอย่างชัดเจน เส้นใยโปรตีนจะขาด และไม่ต่อเนื่อง (ภาพที่ 5A) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองค่าการสูญเสียน้ำหนักโดยพบว่าเจลที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที มีค่าการสูญเสียน้ำหนักต่ำ (ภาพที่ 2A) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการที่โครงข่ายของเจลที่หนาแน่นทึบ ทำให้สามารถกักเก็บน้ำไว้ในโครงข่ายของเจลได้ มากกว่า



ภาพที่ 5 โครงสร้างทางจุลภาคของของเจลกุ้งขาวที่เตรียมจากกุ้งขาวที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที (A) และ 90 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที (B) (กำลังขยาย 10,000 เท่า)

สรุปผลการวิจัย

จากการเตรียมเจลจากกุ้งขาวที่มีขนาดเล็กประมาณ 120-140 ตัว/กิโลกรัม ทำการปอกกุ้ง ผ่าหลังเอาเส้นดำออกก่อน แล้วทำการสับผสมกับเกลือร้อยละ 2.5 แล้วทำการเซ็ทเจลโดยการให้ความร้อน โดยสภาวะในการให้ความร้อนที่เหมาะสมคือที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที โดยเจลที่ได้จะมีค่าการสูญเสียน้ำหนักต่ำ มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูง มีค่าแรงเจาะทะลุและระยะทางก่อนเจาะทะลุสูง เจลมีความแข็งแรงและยืดหยุ่น อันเป็นผลมาจากการสร้างพันธะภายในโมเลกุลของโปรตีนซึ่งส่งผลทำให้เจลมีโครงข่ายที่แน่นทึบ ซับซ้อน และต่อเนื่อง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณกองทุนสนับสนุนการวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาที่สนับสนุนเงินทุนในการทำวิจัย และขอขอบคุณโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่สนับสนุนด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กัลป์ชิญา เพชรล้ำ. 2561. Fact sheet กุ้ง มี.ค. 61. สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรม. กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. แหล่งที่มา : http://www.ditp.go.th/ditp_pdf.php?filename=contents_attach226611/226611/.pdf&title=226611, 12 พฤษภาคม 2561.

สุทธวัฒน์ เบญจกุล. 2549. ซูริมิวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเนื้อปลาบด. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

สุทธสินี สนธิรัตน. 2561. สถานการณ์สินค้ากุ้งทะเลและผลิตภัณฑ์ ปี 2560 และแนวโน้มปี 2561. กลุ่มเศรษฐกิจการประมง กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง. แหล่งที่มา: http://www.fisheries.go.th/strategy/UserFiles/files/shimp.pdf, 12 พฤษภาคม 2561.

Gillett, R. 2008. Global study of shrimp fisheries. FAO Fisheries Technical Paper 475. FAO. Rome.

Jatupong, V., Barbosa-canovas, G., and Swanson, B.G. 2000. The influence of temperatue on functional properties of high hydrostatic pressure surimi gels. pp. 111-112. **In** G.V. Barbosa-Canoas and G.W., Gould, eds. Innovations in food processing. Technomic Publishing Co. Inc, New York.

Laemmli, U.K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature. 227: 680-685.

Lanier, T.C. 1992. Measurement of surimi composition and functional properties. pp.123-163. **In** T.C. Lanier and C.M. Lee, eds. Surimi Technology. Marcel Dekker, Inc. New York.

Miranda, I.T. 2010. Farmed Pacific white shrimp **Litopenaeus vannamei**: Thailand seafood watch seafood report. Scandinavian Fishing Yearbook. September 1.

Nip, W.K. and Moy, J.H. 1988. Microstructural changes of ice-chilled and cooked freshwater prawn, **Machrobrachium rosenbergii**. Journal of Food Science. 53: 319-322.

Okada, S., Nur-E-Borhan, S.A. Watabe, S. and Yamaguchi, K. 1995. Changes in body color appearance of black tiger prawn **Penaeus monodon** by varied composition of carotenoids soluble as carotenoprotein and remaining insoluble after collagenase treatment for the muscular epithelium. Fisheries Science. 61: 964-967.

Von Elbe, J.H., and Schwatz, S.J. 1996. Colorants, pp. 943-1012. **In** O.R. Fennema, ed. Food Chemistry. Marcel Dekker, Inc., New York.

คุณสมบัติทางกายภาพเคมีและคุณลักษณะการทำงานของเอนไซม์โพลิฟีนอลออกซิเดสในแห้วตัดแต่งจากสุพรรณบุรี

The physicochemical and characterization properties of polyphenol oxidase (PPO) on fresh-cut water chestnut from Suphan Buri

สุภาพร พาเจริญ[1] ,สเหน่ส์ บัวสนิท[1], จันทร์เพ็ญ บุตรใส[1] และ วรรภา วงศ์แสงธรรม[1]

Supaporn Pajareon, Sane Buasanit, Janpen Butsai, Wanpa Wongsaengtham

บทคัดย่อ

แห้วเป็นผลผลิตทางการเกษตรของจังหวัดสุพรรณบุรี โดยจะมีการจำหน่ายในจังหวัดต่างๆในประเทศไทย ปัญหาหลักคือ การที่แห้วมีสีคล้ำหลังจากการปอกเปลือก ซึ่งมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจุดดำในแห้วหลังการตัดแต่งทั้ง 3 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเปลือก จุดดำ และ เนื้อแห้ว ในด้าน กายภาพเคมี ได้แก่ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก, ความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น นอกจากนั้น ยังศึกษาคุณลักษณะของ เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดรส(PPO) ในแห้วตัดแต่ง จากผลการทดลองพบว่า สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดใน เปลือก จุดดำ และเนื้อแห้ว พบว่ามีค่าเท่ากับ 148.43, 89.50 และ75.25 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (DPPH)ในปลือกแห้ว 72.65%,จุดดำ 63.10% และเนื้อแห้ว 45.16% ตามลำดับ ปริมาณโปรตีน 0.33±0.01 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และมี PPO activity เท่ากับ 0.087±0.001 ยูนิตต่อมิลลิกรัมโปรตีนของ PPO เนื้อแห้วมี ความเป็นกรดเบสที่เหมาะสม เท่ากับ 5.0 มีกิจกรรมเหลืออยู่ 34.18 % ที่ pH 3.0 และเหลืออยู่ 11.23 % ที่ pH 9.0 โดยเอนไซม์ยังมีกิจกรรมเหลืออยู่ 70 % เมื่อบ่มในสารละลายบัฟเฟอร์ที่ช่วง pH 4.0 – 9.0 อุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 30 นาที ในแห้วมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเท่ากับ 5.54 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง โดยมีน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ1.27 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง และมีน้ำตาลนอนรีดิวซ์เท่ากับ 4.27กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง จากงานวิจัยนี้ได้ค้นพบว่า จุดดำในแห้วนั้นไม่มีผลเสียต่อสุขภาพผู้บริโภค สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการส่งออกแห้วตัดแต่งส่งออกต่อไป

คำสำคัญ : แห้ว, จุดดำ, ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก, ความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น

ABSTRACT

Water chestnut (WC) was agricultural product from Suphan Buri has sale in area in Thailand. Main problem has black spots in fresh-cut water.This study aim to investigated black point after cut 3 part as peel, black spots and pulp in physicochemical property and characterization of polyphenol oxidase (PPO)in WC fresh cut. The result showed that the total phenolic content on WC peel as 148.43 mg GAE/100g, black point as 89.50 mg GAE/100g and WC as 75.25 mg GAE/100g. Moreover, DPPH scavenging activity in WC peel as 72.65%, black point as 63.10% and WC peel as 45.16% has protein content as 0.33±0.01 µg/g respectively. PPO activity as 0.087±0.001 units/mg protein, crude PPO from WC pulp has optimum pH at pH5, activity PPO remain 34.18% at pH3 as 11.23% and pH 9 remain 70%. In addition, the total sugar as 5.54 g/100g, reducing sugar as 1.27g/100g and non-reducing as 4.27/100g.The result found that black spots not have effect for health consumer. It can use in industry for exports of fresh cut water chestnut.

Keywords : water chestnut, total phenolic content, DPPH scavenging activity

[1]สาขา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พระนครศรีอยุธยา13000

[1]Department of Food Science and Technology Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry Rajamangala University of Technology Suvannabhumi Phranakhon Sri Ayutthaya 13000

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : supapornpa24@gmail.com

บทนำ

แห้วที่ศรีประจันต์เป็นแห้วจีน แห้วจีน (Eleocharisdulcis Trin.) มีชื่อภาษาอังกฤษว่า water nut หรือ Chinese water chestnut หรือ Matai และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า **Eleocharisdulcis Trin**. อยู่ในตระกูล Cyperaceae เป็นพืชเศรษฐกิจท้องถิ่นที่สำคัญของจังหวัดสุพรรณบุรี แห้วเป็นพืชปีเดียวขึ้นในน้ำเหมือนข้าว ลำต้นแข็ง อวบ ลำต้นกลวง ตั้งตรงมีความสูง 1-1.5 เมตร ต้นเล็กเรียวคล้ายต้นหอม หรือใบกก หรือใบหญ้าทรงกระเทียม ใบน้อยดอกเกิดที่ยอดของลำต้นเหนือน้ำ แล้วจึงเกิดดอกตัวผู้ตามมา เมล็ดมีขนาดเล็ก รากหรือหัวเป็นพวกไรโซมหรือ คอร์ม (rhizomes or corms) มี 2 ประเภท

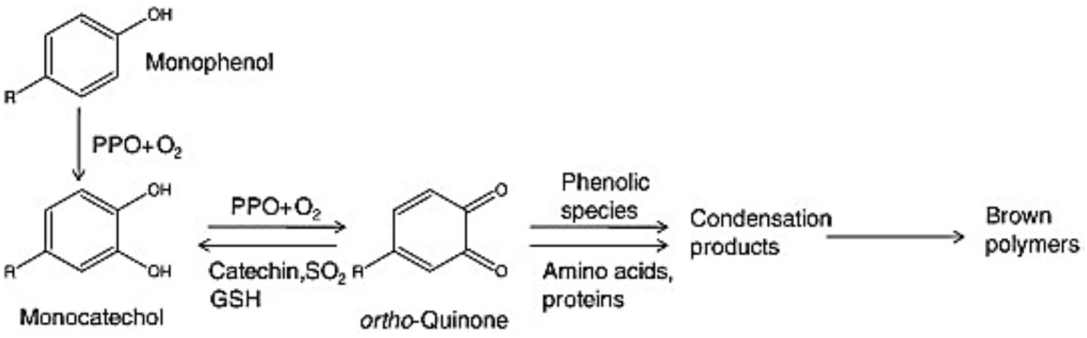
หัวประเภทแรก เกิดเมื่อต้นแห้วอายุ 6-8 สัปดาห์ ทำให้เกิดต้นแห้วขยายเพิ่มขึ้น

หัวประเภทที่สอง เกิดหลังจากแห้วออกดอกเล็กน้อยโดยทำมุม 45 องศากับระดับดิน และลึกประมาณ 12 เซนติเมตรจากระดับดิน

หัวแห้วระยะเริ่มแรกเป็นสีขาว ต่อมาเกิดเป็นเกล็ดหุ้มสีน้ำตาลไหม้ จนกระทั่งแก่ หัวมีขนาดแตกต่างกัน เนื้อสีขาว มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-5 เซนติเมตร ต้นหนึ่ง ๆ แตกหน่อออกไปมากและได้หัวประมาณ 7-10 หัวโดยส่วนใหญ่จะขายแห้วในรูปหัวแห้วสด ซึ่งได้ ราคาไม่ดีนัก ทำให้เกษตรกรผู้ปลูกแห้วประสบปัญหาขายผลผลิตแห้วไม่ได้ตามที่ต้องการ(กรมวิชาการ เกษตร, 2545) จึงนำมาปอกเปลือกขายทำให้ได้ราคาดีขึ้น แต่ก็เกิดปัญหาจุดดำหรือการมีสีคล้ำลงหลังจากปอกเสร็จ

ผักผลไม้รวมทั้งแห้วด้วยมักจะเกิดสีคล้ำหรือสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว เมื่อเนื้อเยื่อถูกทำลายในระหว่างการเตรียมวัตถุดิบ เช่น ระหว่างการแปรรูป หรือระหว่างการเก็บเพื่อรอจำหน่าย ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ เมื่ออาหารเกิดสีน้ำตาล อายุการวางจำหน่ายจะสั้นลง สูญเสียคุณค่าทางโภชนาการ และมูลค่าทางการตลาดลดลง ฉะนั้น การเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์จึงจัดว่าเป็นปัญหาสำคัญในการแปรรูปผักและผลไม้หลายชนิด หากสามารถพัฒนาการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้เหล่านี้ให้เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือก จะช่วยเพิ่มมูลค่า หรือลดต้นทุนได้อีกทางหนึ่ง

การเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์ (enzymatic browning) เป็นปฏิกิริยาที่จะเกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อพืชเมื่อเซลล์ถูกทำลายทางกลทำให้ monophenol ที่อยู่ในเซลล์พืชสัมผัสกับออกซิเจน และมีเอนไซม์กลุ่ม polyphenol oxidase (PPO) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา hydroxylation ได้เป็น **o**-diphenol สารนี้จะถูก oxidize ต่อเป็น **o**-quinone ซึ่ง quinone ที่เกิดขึ้นจะรวมตัวกันและเกิดปฏิกิริยากับสารประกอบฟีนอลิกอื่นๆหรือกับกรดอะมิโน ได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำตาล (นิธิยา, 2557)



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสสารต้านออกซิเดชั่นและความสามารถในการต้านออกซิเดชั่นและการทำงานของเอนไซม์ PPO ของแห้วตัดแต่ง เพื่อเป็นการตอบคำถามงานวิจัยว่าจุดดำในแห้วนั้นคืออะไร

วิธีดำเนินการวิจัย

1.อุปกรณ์และวิธีการ

1.1วัตถุดิบ

แห้วสดจาก อำเภอ ศรีประจันต์ จังหวัด สุพรรณบุรี



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะของผลแห้วที่นำมาใช้ในการทดลอง

1.2 ศึกษาการเกิดลักษณะจุดดำในแห้วทางกายภาพและเคมี

ศึกษาการเกิดจุดดำในแห้วโดยทำการศึกษาเกี่ยวกับสีดำส่วนกลางของแห้ว โดยนำแห้วมาปอกเปลือกและนำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบที่มีผลต่อการเกิดสีในแห้ว โดยวิเคราะห์ค่าทางกายภาพ ทางเคมี ดังนี้

1.2.1การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านออกซิเดชั่นในแห้วตัดแต่ง

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ตามวิธีที่ดัดแปลงจาก Kim **et al**. (2002)

สารละลายมาตรฐาน (0-100 microgram/ml) หรือตัวอย่างปริมาตร 0.4 ml (3 ซ้ำ)เติม Folin-Ciocalteu 2 ml. ทิ้งไว้ 4 นาทีเติมสารละลาย Na_2CO_3 1.6 ml. เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที(สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ความเข้มของสีตามความเข้มข้นของแกลลิค ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5000 rpm 10 นาที นำสารละลายส่วนใสวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 nm.(ใช้น้ำกลั่นเป็น blank) พลอตกราฟมาตรฐานระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและความเข้มข้นของ gallic acid (microgram/ml) คำนวณปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในตัวอย่าง

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Free radical scavenging assay) ตามวิธีที่ดัดแปลงจาก Jung **et al**.(2006) ศึกษาค่าการดูดกลืนแสงที่ลดลงของสารละลาย DPPH ซึ่งเป็นสารอนุมูลอิสระที่ มีสีม่วงเข้มดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เมื่อทำปฏิกิริยากับสารที่สามารถให้อิเล็กตรอนแก่ DPPH แล้วจะเกิดเป็นสารประกอบที่ ทำให้สีม่วงจางลง ซึ่งตรวจสอบได้โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสง นำสารละลายตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร จำนวน 50 ไมโครลิตรใน 96-well Microplates ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืดนาน 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 515 นาโนเมตร คำนวณหาค่าความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเทียบกับความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของกรดวิตามินซี วิตามินอี และ BHT คำนวณเป็น

$$\% \text{ Inhibition} = A_0 - Ac / A_0 \times 100$$

โดย A_0 คือค่า การดูดกลืนแสงเริ่มต้นของ DPPH

A_c คือค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างที่ทำปฏิกิริยากับ DPPH

1.3 การศึกษาคุณสมบัติของ crude PPO ในเนื้อแห้วตัดแต่ง

1.3.1 การเตรียม crude enzyme จากเนื้อแห้วตัดแต่ง

เนื้อแห้วปลอกเปลือก 200 กรัม มาปั่นรวมกับ สารละลาย phosphate buffer pH 7.0 ความเข้มข้น 0.2 M ปริมาณ 200 มิลลิลิตร ด้วยเครื่องปั่น (Warning Commercial Laboratory Blender รุ่น BE-12) นาน 25 วินาที นำไปหมุนเหวี่ยงในเครื่องปั่นเหวี่ยงแบบควบคุมอุณหภูมิ (อุณหภูมิ 4 ºC) ที่ความเร็ว 8,000 รอบ/นาที นาน 10 นาที นำส่วนใสมาตกตะกอนโปรตีนด้วย 80 % saturation ammonium sulphate ที่อุณหภูมิ 0 ºC จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงใน เครื่องปั่นเหวี่ยงแบบควบคุมอุณหภูมิ ที่ความเร็ว 8,000 รอบ/นาที นาน 10 นาที นำตะกอนที่ได้มาละลายด้วย สารละลาย phosphate buffer pH 7.0 ความเข้มข้น 0.2 M ปริมาตร 4 มิลลิลิตร เก็บ crude enzyme ที่อุณหภูมิ 0 ºC

1.3.2 วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนใน crude enzyme จากเนื้อแห้ว ตามวิธีของ Bradford (1976)

1.3.3 วิเคราะห์ PPO activity ตามวิธีของ Duangmal และ Owusu-Apenten (1999) นำ crude enzyme มา 200 ไมโครลิตร มาทำปฏิกิริยากับสารละลาย catechol ความเข้มข้น 20 mM ในสารละลาย phosphate buffer pH 7.0 ความเข้มข้น 0.2 M ปริมาตร 2.80 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 25 °C วัดการเปลี่ยนแปลงของค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 nm โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ คำนวณอัตราเร็วเริ่มต้นจากความชันของกราฟความสัมพันธ์ ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับเวลา คำนวณ PPO activity โดยให้เอนไซม์ 1 หน่วย (unit) เท่ากับการ เปลี่ยนแปลงค่าการดูดกลืนแสง 0.001 หน่วยต่อนาที

1.3.4 ศึกษา optimum pH ของ crude PPO ใน เนื้อแห้ว ตามวิธีของสิริรัฐ (2546) นำ crude enzyme มา 200 ไมโครลิตร มาทำ ปฏิกิริยากับสารละลาย catechol ความเข้มข้น 20 mM ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH 3.0 – 9.0 ปริมาตร 2.80 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 25 °C วิเคราะห์ PPO activity คำนวณ PPO activity ที่ได้ในแต่ละค่า pH ในรูปของ % relative activity โดยให้ PPO activity ที่มีค่าสูงสุดเป็น 100 % เลือกค่า pH ที่ให้ PPO activity สูงที่สุดไปใช้ใน การศึกษา pH stability ของ crude PPO ในเนื้อแห้ว

1.3.5 ศึกษา pH stability ของ crude PPO ใน เนื้อแห้ว ตามวิธีของสิริรัฐ(2546) นำ crude enzyme มาผสมกับสารละลาย บัฟเฟอร์ช่วง pH 3.0-9.0 ในอัตราส่วน 1 ต่อ 4 บ่มที่ อุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นน้ำสารละลาย ที่ได้ปริมาตร 200 ไมโครลิตร มาวิเคราะห์ PPO activity ที่อุณหภูมิ 25°C โดยใช้สารละลาย catechol ความ เข้มข้น 20 mM ในสารละลายบัฟเฟอร์ที่มี pH ตามที่ เลือกไว้ในข้อ 1.3.4 ปริมาตร 2.80 มิลลิลิตร เป็น สับสเตรท เปรียบเทียบกับ crude enzyme ใน สารละลาย phosphate buffer pH 7.0 อัตราส่วน 1 ต่อ 4 ที่ไม่ได้ผ่านการบ่ม (control) คำนวณ PPO activity แต่ละค่า pH ในรูปของ % Relative activity โดยให้ PPO activity ที่วิเคราะห์ได้จาก control มี % Relative activity เท่ากับ 100 %

1.3.6 ศึกษา optimum temperature ของ crude PPO ในเนื้อแห้วตามวิธีของ สิริรัฐ (2546) นำ crude enzyme มา 200 ไมโครลิตร มาทำ ปฏิกิริยากับสารละลาย catechol ความเข้มข้น 20 mM ในสารละลายบัฟเฟอร์ช่วง pH ทีเลือกไว้ในข้อ 1.3.4 ปริมาตร 2.80 มิลลิลิตร วิเคราะห์ PPO activity โดย แปรอุณหภูมิในช่วง 10 - 90 °C ควบคุมอุณหภูมิโดยใช้อ่างควบคุมอุณหภูมิคำนวณ PPO activity ที่ได้ในแต่ละอุณหภูมิ เป็น % relative activity โดยให้ PPO activity ที่มีค่าสูง ที่สุดมี relative activity เท่ากับ 100% เลือกระดับ อุณหภูมิที่ให้ PPO activity สูงที่สุดไปใช้ในการศึกษา temperature stability ของ crude PPO ในเนื้อแห้ว

1.3.7 การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Total and reducing sugars) ตามวิธีของ Lane และ Eynon

การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซิงในแห้วสามารถทำได้โดยการไทเทรตกับสารละลาย Fehling ที่ทราบปริมาตรแน่นอน แล้วนำปริมาตรของสารละลายน้ำตาลรีดิวซิงที่ใช้ไปนำไปเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำตาล ในตารางมาตรฐานของปริมาณน้ำตาล

แต่ละชนิด เช่น น้ำตาลอินเวิร์ตกลูโคส ฟรุกโทส มอลโทส หรือแลคโทส ที่สมมูลกับปริมาตรของสารละลาย Fehling ที่ทำปฏิกิริยา

1.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติจากผลการการทดลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS และวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ Completely Random Design (CRD) และวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$)

ผลและวิจารณ์ผล

1.การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและความสามารถในการต้านออกซิเดชั่นในแห้วตัดแต่ง

จากการศึกษาพบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดของแห้วที่มีสีดำตรงกลาง และในเนื้อแห้ว(ภาพที่ 3) ค่อนข้างสูงโดยพบในเปลือกแห้ว 148.43 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง เฉพาะจุดดำตรงกลาง 89.50 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง และส่วนที่เป็นเนื้อ 75.25 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และศึกษา % ความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (DPPH scavenging activity) ของจุดดำและเนื้อแห้ว พบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยพบในเปลือกแห้ว 72.65 % เฉพาะจุดดำตรงกลาง 63.10 % และส่วนที่เป็นเนื้อ 45.16% ตามลำดับ



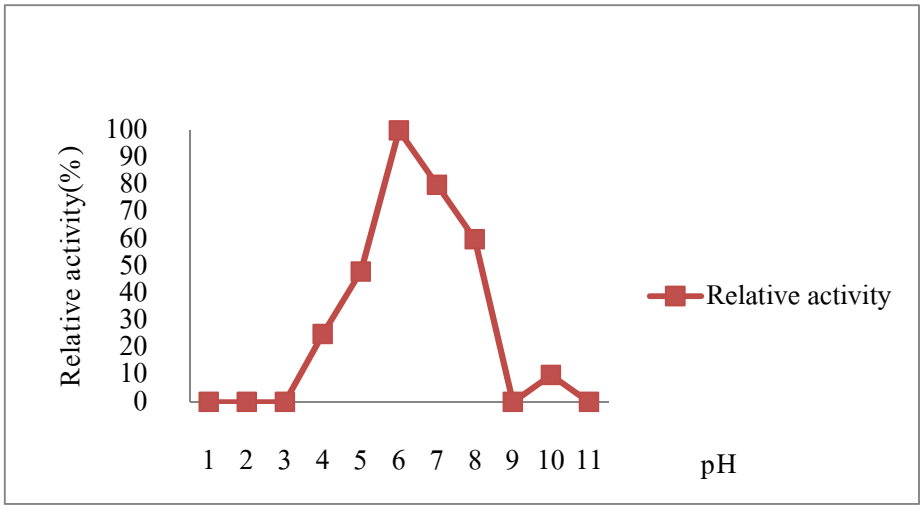
ภาพที่ 3 แสดงลักษณะของการเกิดสีน้ำตาลในแห้วแห้วปอกเปลือกดิบ และแห้วปอกเปลือกนึ่ง

2.วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนใน crude enzyme จากเนื้อแห้ว

ผลการศึกษาสมบัติของ crude PPO ในเนื้อ การเตรียม crude PPO จากเนื้อแห้ว 200 กรัม จะได้ crude PPO ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ที่มีลักษณะ ขาวขุ่น มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 0.33±0.01 ไมโครกรัมต่อกรัม และมี PPO activity เท่ากับ 0.087±0.001 ยูนิตต่อมิลลิกรัมโปรตีนของ PPO

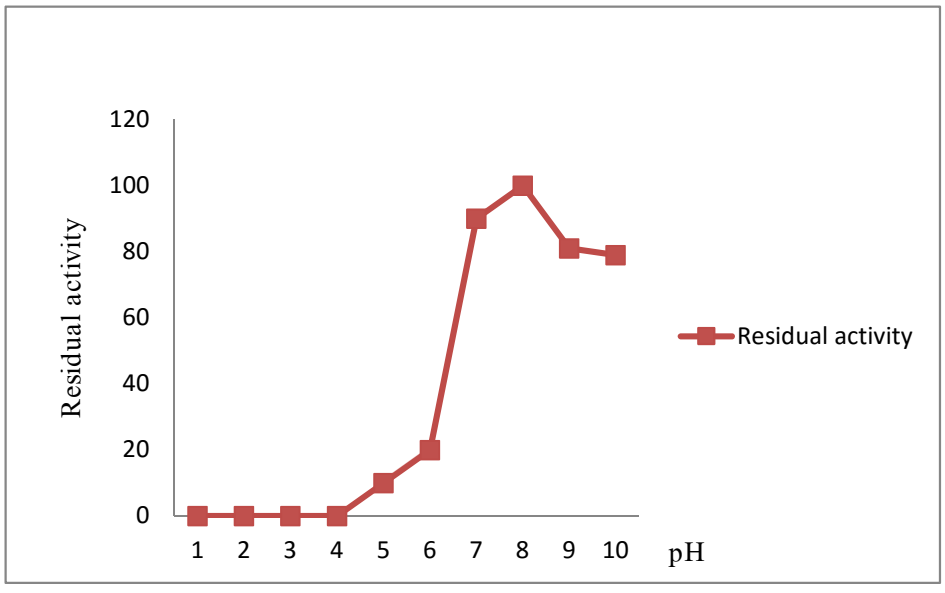
2.1 ผลการศึกษา optimum pH และ pH stability ของ crude PPO

จากการศึกษาพบว่า crude PPO จากเนื้อแห้วมี optimum pH เท่ากับ 5.0 (ภาพที่ 4) มี activity เหลืออยู่ 34.18 % ที่ pH 3.0 และเหลืออยู่ 11.23 % ที่ pH 9.0 โดยเอนไซม์ยังมี activity เหลืออยู่ 70 % เมื่อบ่มในสารละลายบัฟเฟอร์ที่ช่วง pH 4.0 – 9.0 อุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 30 นาที



ภาพที่ 4 pH activity profile ของ crude PPO จากเนื้อแห้วตัดแต่ง เมื่อใช้สารละลาย catechol ความเข้มข้น 20 mM ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH 5.0 เป็นสับสเตรท

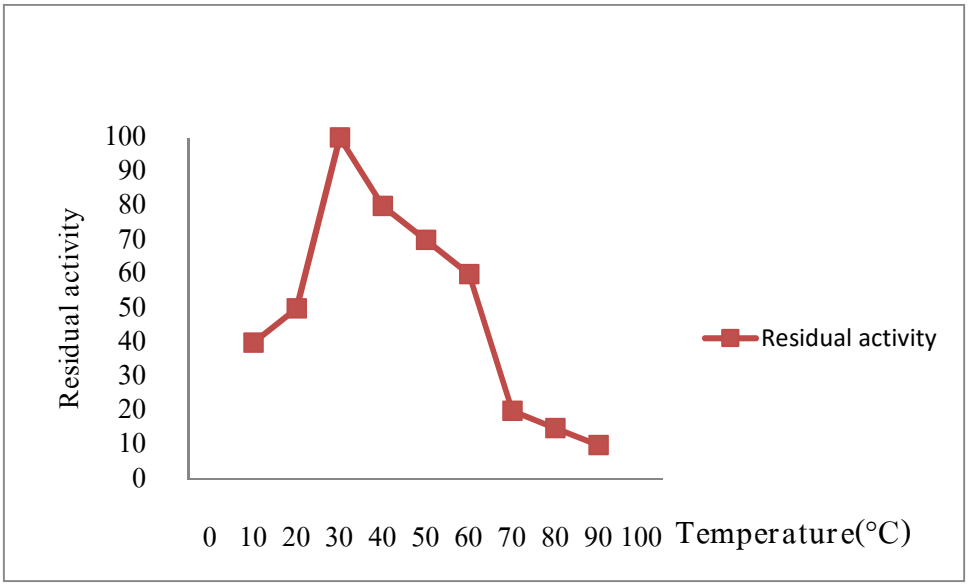
optimum pH คือ pH ที่ enzyme มี activity สูง ที่สุด เมื่อระบบมี pH มากหรือน้อยกว่า optimum pH ของเอนไซม์ก็จะท้าให้เอนไซม์มี activity ลดลง โดย pH ไปมีผลต่อการเกิด ionization ของ prototropic group ที่ บริเวณ active site ของเอนไซม์ ซึ่งจะทำหน้าที่จับกับสับสเตรทหรือเปลี่ยนสับสเตรทให้เป็นผลิตภัณฑ์ และเนื่องจากเอนไซม์เป็นโปรตีน เมื่อมีกาเปลี่ยนแปลง ของ pH จึงส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงรูปสามมิติของ โครงสร้างโปรตีน ซึ่งน้าไปสู่การเบี่ยงเบนของการจับสับสเตรท เอนไซม์จึงมี activity ลดลง ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับ Yang และคณะ (2000) ศึกษา pH stabitity ของ PPO บริสุทธิ์ ที่สกัดจากกล้วย (Musa sapientum Linn.) โดยมีสับสเตรท เป็น สารละลาย dopamine ซึ่งพบว่าเอนไซม์มีเสถียรภาพดีที่ pH 5 -11 แต่จะมี activity ลดลงที่ pH < 5



ภาพที่ 5 pH stability profile ของ crude PPO จากเนื้อแห้วที่อุณหภูมิ 25 °C เมื่อใช้สารละลาย catechol ความเข้มข้น 20 mM ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH 5.0 เป็นสับสเตรท

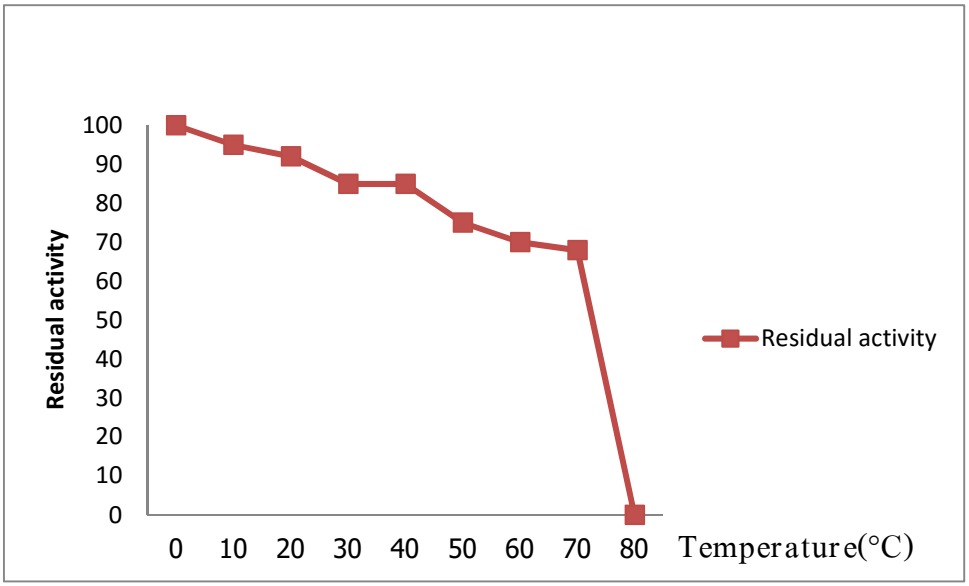
2.2 ผลการศึกษา optimum temperature และ temperature stability ของ crude PPO

จากผลการทดลองพบว่า crude PPO จากเนื้อแห้วตัดแต่งมี optimum temperature เท่ากับ 30 °C และที่อุณหภูมิ 55 °C crude PPO มี activity เหลือ 60.11 % (ภาพที่ 6) ซึ่ง optimum temperature เป็น อุณหภูมิที่เอนไซม์มี activity สูงที่สุด ดังนั้นหาก อุณหภูมิในระบบสูงหรือต่ำกว่า optimum temperature ของเอนไซม์ก็จะทำให้เอนไซม์มี activity ลดลง ผลที่ได้สอดคล้องกับรายงานของ Whitaker (1996) ที่ สรุปว่าโดยปกติ PPO จะมี optimum temperature อยู่ ในช่วง 25-35°C และผลการทดลองของ Yang และคณะ (2000) ที่ศึกษา optimum temperature ของ PPO บริสุทธิ์ ที่สกัดจากกล้วย (Musa sapientum Linn.) และ พบว่า optimum temperature ของ crude PPO มีค่า เท่ากับ 30 °C



ภาพที่ 6 Temperature activity profile ของ crude PPO จากเนื้อแห้วตัดแต่ง

เมื่อวิเคราะห์โดยใช้สารละลาย catechol ความ เข้มข้น 20 mM ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH 5.0 เป็น สับสเตรทเมื่อบ่มที่อุณหภูมิช่วง 0 – 60 °C เป็นเวลา 10 นาที Crude PPO ยังคงรักษา activity ไว้ได้ โดยมี activity เหลืออยู่ 79.70 % หลังจากการบ่มที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 10 นาทีซึ่ง activity จะลดลง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น และสามารถยับยั้ง activity ของ crude PPO ได้อย่างสมบูรณ์เมื่อบ่มที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 10 นาที (รูปที่ 11) ผลที่ได้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Galeazzi, Sgarbieri และ Constantinides (1981) ที่พบว่าความร้อนมีผลต่อการทำงานของ PPO จากกล้วยหอมเขียวค่อม (Musa (AAA group) "Kluai Hom Khieo Khom") โดยความร้อนสามารถ ยับยั้งการทำงานของ PPO ได้เนื่องจากความร้อนจะทำ ให้เอนไซม์ซึ่งเป็นโปรตีนเสียสภาพตามธรรมชาติ และ ไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาได้



ภาพที่ 7 Temperature stability profile ของ crude PPO ในแห้วตัดแต่ง หลังจากบ่มที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 10 นาที เมื่อวิเคราะห์ที่อุณหภูมิ 30 °C และใช้สารละลาย catechol ความเข้มข้น 20 mM ในสารละลายบัฟเฟอร์ pH 5.0 เป็นสับสเตรท

1.3 การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมด (Total and reducing sugars)

จากผลการทดลองพบว่าในผลแห้วมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด เท่ากับ 5.54 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่างโดยมีน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ1.27 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่างและมีน้ำตาลนอนรีดิวซ์เท่ากับ 4.27 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่างตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองพบว่า การที่แห้วมีสีคล้ำหลังจากการปอกเปลือกพบว่า เกิดจากการเกิดสีน้ำตาลจากการทำงานของเอนไซม์เป็นผลมาจาก เอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (Polyphenol Oxidase: PPO) ภายในเซลล์ของแห้ว ที่เมื่อปอกเปลือกแล้วมีโอกาสสัมผัส และทำปฏิกิริยากับสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) เกิดเป็นสารประกอบพวกเมลานิน (melanin) ที่มีสีน้ำตาล ทั้งนี้มีปัจจัยหลายประการที่ ส่งผลต่อคุณลักษณะ และ Activity ของ PPO เช่น pH อุณหภูมิ กระบวนการในการตัดแต่งหรือปอกเปลือกแห้วศึกษาจุดดำในแห้วหลังการตัดแต่งทั้ง 3 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเปลือก จุดดำ และ เนื้อแห้ว ในด้าน กายภาพเคมี ได้แก่ ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก, ความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น นอกจากนั้นยังศึกษาคุณลักษณะของ เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส(PPO) ในแห้วตัดแต่ง จากผลการทดลองพบว่า สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดใน เปลือก จุดดำ และเนื้อแห้ว พบว่ามีค่าเท่ากับ 148.43 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง, 89.50 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง, 75.25 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้งความสามารถในการต้านออกซิเดชั่น (DPPH)ในปลือกแห้ว 72.65%,จุดดำ 63.10% และเนื้อแห้ว 45.16% ตามลำดับ ปริมาณโปรตีน 0.33±0.01 ไมโครกรัมต่อกรัม และมี PPO activity เท่ากับ 0.087±0.001 นิตต่อมิลลิกรัมโปรตีนของ PPO เนื้อแห้วมี optimum pH เท่ากับ 5.0 มี activity เหลืออยู่ 34.18 % ที่ pH 3.0 และเหลืออยู่ 11.23 % ที่ pH 9.0 โดยเอนไซม์ยังมี activity เหลืออยู่ 70 % เมื่อบ่มในสารละลายบัฟเฟอร์ที่ช่วง pH 4.0 – 9.0 อุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 30 นาที ในแห้วมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด เท่ากับ 5.54 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง โดยมีน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ1.27กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง และมีน้ำตาลนอนรีดิวซ์เท่ากับ 4.27 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณแหล่งทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) เรื่องการศึกษาการลดการเกิดจุดดำในแห้วต้มและการใช้ประโยชน์จากเปลือกแห้วหลังกระบวนการตัดแต่ง ปีงบประมาณ 2559

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549. การผลิตสินค้าเกษตรที่ปลอดภัย ได้มาตรฐานและกระบวนการส่งเสริม. แหล่งข้อมูล: https://goo.gl/tU0G3I. ค้นเมื่อ 18 สิงหาคม 2560.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2557. เคมีอาหาร Food Chemistry. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สานักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

สิริรัฐ สุดประเสริฐ. 2546. การควบคุมการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์กล้วย **Musa sapientum** L. ปริญญานิพนธ์. สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.กรุงเทพมหานคร

Bradford, MM. 1976. A rapid and sensitive for the quantitation of microgram quantitites of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry. 72: 248-254.

Duangmal, K. and Owusu-Apenten, R. K. 1999. A comparative study of polyphenoloxidase from taro (**Colocasia esculenta**) and potato (**Solanum tuberosum** var. Romano). Food Chemistry. 64: 351-359.

Galeazzi, M. A. M., Sgarbieri, V. C., and Constantinides, S.M. 1981. Isolation, purification and physiochemical characterization of polyphenol oxidase (PPO) from a dwarf variety of banana (**Musa cavendishii** L.). Journal of Food Science. 46: 150-155.

Kim, D.O. and C.Y. Lee. 2002. Extraction and Isolation of Polyphenolics. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. R.E. Wrolstad. New York, Wiley: 11.2.1-11.2.12.

การศึกษาสารพฤกษเคมีของเห็ดเสม็ดในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต พังงา และกระบี่

Phytonutrients of **Boletus griseipurpureus** Corner from Phuket, Phang Nga and Krabi Province Area

สุวรรณา ผลใหม่ [1*] สุไหลหมาน หมาดโหยด[2] สุณิษา คงทอง[2] และอนุรักษ์ ใสยัง[1]

Suwanna Pholmai [1*] Sulaiman Madyod[2] Sunisa Khongthong and Anurak Saiyang[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารพฤกษเคมีของเห็ดเสม็ดจากจังหวัดภูเก็ต พังงา และกระบี่ โดยนำเห็ดทั้งหมดมาสกัดด้วย 95% เอทานอล ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วระเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุนเพื่อให้ได้เป็นสารสกัดเห็ด จากนั้นนำสารสกัดที่ได้มาวิเคราะห์หาสารพฤกษเคมี ผลการทดลองพบว่า สารสกัดเห็ดเสม็ดจากกระบี่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงสุด (156.2 $\pm$ 0.00 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระถูกตรวจสอบโดยวิธี DPPH ผลการทดลองพบว่า สารสกัดจากจังหวัดกระบี่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด (66.30% $\pm$ 0.03) ปริมาณโปรตีนรวมวิเคราะห์โดยวิธี Lowry assay พบว่า สารสกัดเห็ดจากจังหวัดภูเก็ตมีปริมาณโปรตีนสูงสุดที่ 2.47 กรัมต่อมิลลิลิตร การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ดัดแปลงโดยใช้ dinitrosalicylic acid (DNS) พบว่าสารสกัดเห็ดจากจังหวัดภูเก็ต พังงาและกระบี่ มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ เท่ากับ 0.967 $\pm$ 0.20 , 0.913 $\pm$ 0.08 และ 0.980 $\pm$ 0.14 กรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

คำสำคัญ : ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิก เห็ดเสม็ด

---

[1]สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110

[1] Department of science, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Tumyai Sub-district, Thungsong District, Nakhon Si Thammarat Province 80110, Thailand

[2] คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตำบลทุ่งใหญ่ อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช 80240

[2] Faculty of Veterinary Science, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thungyai Sub-district, Thungyai District, Nakhon Si Thammarat Province 80240, Thailand

[*]ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author: joy067@yahoo.com)

ABSTRACT

The objective of this research was to study of phytonutrients to **Boletus griseipurpureus** Corner from Phuket, Phang Nga and Krabi. All of mushroom were extracted by solvent extraction of 95% ethyl alcohol at room temperature (at 48 hr) and evaporating by rotary vacuum evaporator for crude mushroom extract. The crude mushroom extract from Krabi had the highest content of total phenolic compounds. (156.2 $\pm$ 0.00 µgGAL/ml) The scavenging properties were detected by DPPH method; it was show that the extract obtained from Krabi had the highest antioxidant activity. (66.30% ± 0.03) The obtained protein were analyzed the protein content using the Lowry assay. The mushroom extract from Phuket had highest protein content at 2.47 g/ml. The crude mushroom extract from Phuket Phang Nga and Krabi had the content of total reducing sugar, 0.967 ± 0.20, 0.913 ± 0.08 and 0.980 ± 0.14 g/ml respectively.

Keyword: antioxidant activity, phenolic compounds, **Boletus griseipurpureus** Corner

บทนำ

ปัจจุบันทั้งอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง อาหารและยา ให้ความสนใจกับพืชสมุนไพรเป็นอย่างมาก เนื่องจากกลัวความเป็นพิษและอาการข้างเคียงที่เกิดจากสารสังเคราะห์และยาปัจจุบัน ทำให้ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์จากพืชเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารและสุขภาพมากขึ้น พืชสมุนไพรที่ใช้มีมากมาย โดยพืชสมุนไพรแต่ละชนิดประกอบด้วยสารเคมีที่แสดงฤทธิ์ทางชีวภาพแตกต่างกัน การศึกษาสารออกฤทธิ์ในพืชจึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการรักษาโรคและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับพืชนั้น ๆ อีกด้วย

โรคหลายชนิดเกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการเสื่อมทำลายของเซลล์และอวัยวะต่าง ๆ เกิดจากปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ (free radical) ซึ่งอนุมูลอิสระนี้สามารถเกิดขึ้นได้เอง เมื่อร่างกายได้รับสารอินทรีย์บางชนิด และในขณะที่มีออกซิเจนจะทำให้เกิดกระบวนการออกซิเดชันขึ้นได้เอง เรียกว่า ออโทออกซิเดชัน (autooxidation) การเกิดอนุมูลอิสระเริ่มต้นจากโมเลกุลที่เป็นสารตั้งต้นได้รับความร้อน แสง หรืออิเล็กตรอน จากโมเลกุลที่เป็นสาร รีดิวซ์ (reducing agent) ถ้าร่างกายได้รับสารอนุมูลอิสระเพิ่มและสะสมในร่างกายมาก ก็ก่อให้เกิดความเสียหายและอันตรายต่อร่างกาย นำไปสู่การเกิดพยาธิสภาพของโรคบางโรคได้หรือทำให้เซลล์ผิดปกติ โรคที่เกิดจากร่างกายมีอนุมูลอิสระสะสมในระดับสูง เช่น โรคมะเร็ง โรคหลอดเลือด โรคหัวใจ โรคข้ออักเสบ โรคแก่ก่อนวัย โรคอัลไซเมอร์ สารต้านอนุมูลอิสระสามารถป้องกันโรคต่าง ๆ ข้างต้นได้ สารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ เบต้าแคโรทีน วิตามินซี วิตามินอี และสารกลุ่มฟีนอลิก (บรรทด, 2550)

สารพฤกษเคมี (phytonunutrients) พบในพืช ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ ได้แก่ แอนทราควิโนนไกลโคไซด์ (anthraquinone glycoside) มีฤทธิ์เป็นยาระบาย (Sakulpanich and Grissanapan, 2008) สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) และสารฟลาโวนอยด์ (flavonoids) มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน (Beer **et al**., 2002; Pourmorad **et al**., 2006) ต้านการอักเสบ (Sharma **et al**., 2011) ในปัจจุบันสารพฤกษเคมีที่ได้รับความสนใจมาก ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์ เนื่องจากสารกลุ่มนี้มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลายโดยเฉพาะฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (พิชญ์อร, 2549; พิสมัย, 2548; Ghasemzadeh **et al**., 2010)

เห็ดเสม็ด (**Boletus griseipurpureus** Corner) จัดอยู่ในวงศ์ Boletaceae พบเป็นเห็ดธรรมชาติที่ขึ้นตามพื้นดินที่มีใบไม้ปกคลุมในป่าเสม็ดขาว หรือตามป่าในช่วงที่พื้นดินน้ำแห้งและบางทีก็ขึ้นตามพื้นในป่ายูคาลิปตัส จะพบอยู่ในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยเท่านั้น รสชาติของเห็ดเสม็ดมีรสขม เป็นเห็ดหายากและราคาแพงมาก ซึ่งรับประทานได้แค่ปีละครั้งในฤดูฝนของภาคใต้ โดยมากแล้วเห็ดเสม็ดจะขึ้นหลังจากที่ฝนตกหนัก 3-4 วัน จากการวิจัยคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า เห็ดเสม็ดมีคาร์โบไฮเดรตต่ำกว่าเห็ดกินได้อื่น ๆ โดยมีอัตราคาร์โบไฮเดรตอยู่ที่ประมาณ 6-11% มีไขมันต่ำ มีโปรตีนที่ค่อนข้างสูง และยังมีไฟเบอร์อีกด้วย ด้วยคุณสมบัติข้างต้นเห็ดเสม็ดจึงเป็นเห็ดที่เหมาะสมในการรับประทานสำหรับผู้ที่ควบคุมน้ำหนัก ไฟเบอร์ที่สูง ช่วยลดอาการท้องผูก ทำให้ระบบขับถ่ายดีขึ้น ช่วยลดคอเลสเตอรอล น้ำตาลรีดิวซ์ในเลือด มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และช่วยชะลอความชราได้ด้วย ผู้วิจัยจึงสนใจในเห็ดชนิดนี้มาก เพราะมีสรรพคุณทางยาอย่างหลากหลาย และที่สำคัญคือหากินได้ยาก มีราคาสูงในช่วงฤดูเก็บเกี่ยว และคาดว่าจะมีสารต้านอนุมูลอิสระที่สูงมาก ถือว่าเป็นผลการวิจัยใหม่ที่ยังไม่มีการศึกษา

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ตรวจสอบสารพฤกษเคมีจากเห็ดเสม็ด เพื่อหาปริมาณโปรตีน น้ำตาลรีดิวซ์ วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สำหรับเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาและใช้ประโยชน์ทางด้านเภสัชวิทยาของเห็ดเสม็ดต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมสารสกัดจากเห็ดเสม็ด

เตรียมตัวอย่างเห็ดเสม็ดในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต พังงา และกระบี่ จังหวัดละ 200 กรัม นำมาล้างทำความสะอาดหั่นเป็นชิ้นบางๆ นำไปอบให้แห้งสนิทที่อุณหภูมิ 50ºC เป็นเวลา 12-24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเห็ดที่อบแห้งแล้ว มาชั่งโดยใช้จังหวัดละ 3 กรัม มาสกัดด้วย 95% เอทานอล ปริมาตร 30 มิลลิลิตร (ทำ 3 ซ้ำ) ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำสารสกัดด้วยตัวทำละลายไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 2 จากนั้นนำสารละลายที่ได้มาทำให้เข้มข้นด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (Rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 50°C เพื่อระเหยเอาตัวทำละลายออก แล้วนำสารสกัดไปเก็บไว้ที่ -20ºC เพื่อไว้ศึกษาต่อไป

2. การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม

การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric ดัดแปลงจากวิธีของ Lourith และคณะ (2009) โดยเตรียมสารสกัดเห็ดเสม็ด (100 µg / ml) ด้วย 0.1 M Tris-HCl pH 6.8 ดูดสารสกัดเห็ดเสม็ดมาปริมาตร 100 ไมโครลิตร แล้วเติม H_2O ปริมาตร 900 ไมโครลิตร เติมสารละลาย Folin ciocalteu (1:9) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 7 นาที หลังจากนั้นเติม 10% Na_2CO_3 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายที่ได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 725 นาโนเมตร แล้วเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

3. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay ดัดแปลงจากวิธีของ Lourith และคณะ (2009) โดยเตรียมสารละลาย DPPH [2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl] ที่ความเข้มข้น 6 x 10^{-5} โมลาร์ ใน เอทานอล จากนั้นเตรียมสารสกัดเห็ดเสม็ดที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วย 0.1 โมลาร์ Tris-HCl pH 6.8 เติมสารสกัดเห็ดเสม็ดที่เตรียมไว้ ปริมาตร 100 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 900 ไมโครลิตร และเติมสารละลาย DPPH [2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl] ความเข้มข้น 6 x 10^{-5} โมลาร์ ปริมาตร 1000 ไมโครลิตร ลงไปในหลอดทดลองและผสมให้เข้ากัน เขย่านาน 1 นาที เก็บไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับสารควบคุม (control) นำค่าที่ได้ไปคำนวณหา % inhibition ดังนี้

$$\% \text{ Inhibition activeity} = \frac{(A_{control} - A_{sample}) \times 100}{A_{control}}$$

โดย $A_{control}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของสารควบคุม

A_{sample} = ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

4. การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ดัดแปลงโดยใช้ dinitrosalicylic acid (DNS) (Chaplin, 1986) โดยนำสารสกัดเห็ดเสม็ดแต่ละจังหวัดมาเจือจางกับน้ำกลั่น อัตราส่วน 1:1 โดยดูดสารสกัดเห็ดเสม็ดมาปริมาตร 500 ไมโครลิตร และน้ำกลั่นปริมาตร 500 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลอง หลังจากนั้นเติม DNS ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วนำสารละสายไปต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำไปแช่น้ำเย็นทันที หลังจากนั้นนำสารละลายมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 570 นาโนเมตร แล้วเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานน้ำตาลรีดิวซ์

5. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน

การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ดัดแปลงจากปฏิกิริยา Lowry (Lowry **et al**., 1951) โดยนำสารสกัดเห็ดเสม็ดแต่ละจังหวัดมาเจือจางกับน้ำกลั่น อัตราส่วน 1:10 โดยดูดสารสกัดเห็ดเสม็ดมาปริมาตร 100 ไมโครลิตร และน้ำกลั่นปริมาตร 900 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลอง หลังจากนั้นเติมสารละลาย D ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้ววางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเติมสารผสม E ปริมาตร 200 ไมโครลิตร แล้ววางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นนำสารละลายที่ได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร แล้วเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน BSA

หมายเหตุ* A = 2% $NaHCO_3$ ใน 0.1 M NaOH

* B = 0.5% $CuSO_4$

* C = 1% potassium sodium tartrate ($KNaC_4H_4O_6$)

* D = สารผสมระหว่าง A:B:C ในอัตราส่วน 98:1:1)

* E = สารผสมระหว่าง Folin-ciocateau reagent และน้ำในอัตราส่วน 1:1 (ผสมก่อนใช้)

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม

จากการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดเห็ดเสม็ดจากจังหวัดภูเก็ต พังงา และกระบี่ พบว่าจังหวัดกระบี่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงสุด (156.2 $\pm$ 0.00 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร) ส่วนปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมต่ำสุดของสารสกัดเห็ดเสม็ดจากจังหวัดพังงา (135.4 ± 0.05 ไมโครกรัมกรด แกลลิกต่อมิลลิลิตร) (ตารางที่ 1) จากการทดลองพบค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกน้อยกว่าการทดลองของ Nick, K. **et al**, (2013) พบปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดจากเห็ดทั้งห้าสายพันธุ์ คือ (**Lactarius deliciosus**, **L.sanguifluus**, **L.semisanguifluus**, **Russula delica** และ **Suillus bellinii**) ที่เกาะ Lesvos ในกรีซ มีค่าอยู่ระหว่าง 6.0-20.8 มิลลิกรัม GAE/100 gfw เช่นเดียวกับการทดลองของอรวัสสา และคณะ (2547) พบปริมาณฟีนอลิกรวมสูงที่สุดในเห็ดฟาง (324.48+2.70 mg GAE/100 g crude)

ตารางที่ 1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมของสารสกัดเห็ดเสม็ด

ตัวอย่างเห็ดเสม็ด	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมเฉลี่ย (ไมโครกรัมกรดแกลลิก/มิลลิลิตร) $\pm$ SE
ภูเก็ต	155.9 ± 0.02
พังงา	135.4 ± 0.05
กระบี่	156.2 ± 0.00

2. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

จากการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเห็ดเสม็ดจากจังหวัดภูเก็ต พังงา และกระบี่ พบว่าจังหวัดกระบี่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด (ร้อยละ 66.30 ± 0.03) ส่วนฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำสุดของสารสกัดเห็ดเสม็ดจากจังหวัดภูเก็ต (ร้อยละ 54.50 ± 0.05) (ตารางที่ 2) จากการทดลองพบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่าการทดลองของ อรวัสสา และคณะ (2547) พบว่าในสารสกัดเห็ดฟางที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง แสดงร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุดร้อยละ 82.08+3.17 ที่ 250 mg/ml แต่ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากเห็ดหอมที่สกัดด้วยน้ำ พบร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุดร้อยละ (55.4%) ที่ความเข้มข้น 6 mg/ml

(Cheung **et al**.,2003) จากการทดลองยังพบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิก โดยถ้ามีค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงก็จะมีค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงด้วย

ตารางที่ 2 ค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเห็ดเสม็ด

ตัวอย่างเห็ดเสม็ด	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (% Inhibition activity) ± SE
ภูเก็ต	54.50 ± 0.05
พังงา	62.94 ± 0.07
กระบี่	66.30 ± 0.03

3. การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์

จากการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของสารสกัดเห็ดเสม็ดจากจังหวัดภูเก็ต พังงา และกระบี่ พบว่า จังหวัดกระบี่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุด (0.980 ± 0.14 กรัม/มิลลิลิตร) ส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่ำสุดของสารสกัดเห็ดเสม็ดจากจังหวัดพังงา (0.913 ± 0.08 กรัม/มิลลิลิตร) (ตารางที่ 3) จากการทดลองพบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าการทดลองของเบญจญาภาและพิชญาภรณ์ (2015) พบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 0.36± 0.15 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร จากเส้นใยเห็ดหอม **Lentinus Edodes** เช่นเดียวกับการทดลองของ Roy **et al.**, (2015) พบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเห็ดนางรมและเห็ดหลินจือเป็น 3.22 และ 4.39 g% ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของสารสกัดเห็ดเสม็ด

ตัวอย่างเห็ดเสม็ด	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม/มิลลิลิตร) ± SE
ภูเก็ต	0.967 ± 0.20
พังงา	0.913 ± 0.08
กระบี่	0.980 ± 0.14

4. การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนของสารสกัดเห็ดเสม็ดจากจังหวัดภูเก็ต พังงา และกระบี่ พบว่า จังหวัดภูเก็ตมีปริมาณโปรตีนสูงสุด (2.47 กรัม/มิลลิลิตร) ส่วนปริมาณโปรตีนต่ำสุดของสารสกัดเห็ดเสม็ดจากจังหวัดพังงา (1.73 กรัม/มิลลิลิตร) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ปริมาณโปรตีนของสารสกัดเห็ดเสม็ด

ตัวอย่างเห็ดเสม็ด	ปริมาณโปรตีน (กรัม/มิลลิลิตร)
ภูเก็ต	2.47
พังงา	1.73
กระบี่	2.40

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาปริมาณสารพฤกษเคมีของเห็ดเสม็ดจากจังหวัดภูเก็ต พังงา และกระบี่ โดยนำเห็ดทั้งหมดมาสกัดด้วย 95% เอทานอล ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วระเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุนเพื่อให้ได้เป็นสารสกัดเห็ด จากนั้นนำสารสกัดที่ได้มาวิเคราะห์หาสารพฤกษเคมี ผลการทดลองพบว่า สารสกัดเห็ดเสม็ดจากกระบี่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงสุด (156.2 ± 0.00 ไมโครกรัมกรดแกลลิกต่อมิลลิลิตร) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระถูกตรวจสอบโดยวิธี DPPH ผลการทดลองพบว่า สารสกัดจากจังหวัดกระบี่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด (66.30% ± 0.03) ปริมาณโปรตีนรวมวิเคราะห์โดยวิธี Lowry assay พบว่า สารสกัดเห็ดจากจังหวัดภูเก็ตมีปริมาณโปรตีนรวมสูงสุดที่ 2.47 กรัมต่อมิลลิลิตร การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ดัดแปลงโดยใช้ dinitrosalicylic acid (DNS) พบว่าสารสกัดเห็ดจากจังหวัดภูเก็ต พังงา และกระบี่ มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (0.967 ± 0.20 , 0.913 ± 0.08 และ 0.980 ± 0.14 กรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่อง “ความหลากหลายทางพันธุกรรม ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ต้านจุลชีพของเห็ดเสม็ดในพื้นที่ภาคใต้ตามการกระจายของลักษณะชีวภูมิศาสตร์กำเนิด” ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากงบอุดหนุนการวิจัย ประจำปี 2560 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ขอขอบพระคุณสาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่อนุเคราะห์เครื่องมือวิจัยในห้องปฏิบัติการ และอาคารปฏิบัติการเพื่อการวิจัยจนงานวิจัยประสบผลสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

เบญจญาภา สวนสระแก้ว และพิชญาภรณ์ สุวรรณกูฏ. 2015. การหาสภาวะที่เหมาะสมและการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของเส้นใยเห็ดหอม **Lentinus Edodes**. **ใน** เอกสารรายงานประชุมวิชาการ North Eastern Science and Technology Conference 2015.

พิชญ์อร ไหมสุทธิสกุล. 2549. การใช้สารประกอบฟีนอลิกของพืชเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. 26(3): 222-238.

พิสมัย เหล่าภัทรเกษม. 2548. บทบาทของผลิตภัณฑ์ธรรมชาติในการป้องกันและรักษามะเร็ง. ศรีนครินทร์เวชสาร. 20(3): 180-189.

อรวัสสา เผือกสุข ชัยศักดิ์ จันศรีนิยม และมยุรี กัลยาวัฒนกุล. 2547. ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดเห็ดฟางเพื่อใช้ประโยชน์ทางเครื่องสำอาง .สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง จ. เชียงราย.

Beer,D., Joubert, E., Gelderblom, W.C.A. and Manley, M. 2002. Phenolic compounds: A review of their possible role as **in vivo** antioxidants of wine. South African Journal of Ecology and Viticulture. 23(2): 48-61.

Chaplin, M. F., 1986, “Monosaccharides”, In Carbohydrate Analysis : A Practical Approach, Chaplin M.F. and Kennedy, J.F. (Eds.), IRL Press, Oxford, England, pp. 1-13.

Cheung, L.M., Cheung, C.K. and Ooi, V.E.C. 2003. Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom. Food Chemistry. 81(2): 249-255.

Ghasemzadeh, A., Jaafar, H.Z.E. and Rahmat, A. 2010. Antioxidant activities, total phenolics and flavonoids content in two varieties of Malaysia young ginger (**Zingiber officianle** Roscoe). Molecules. 15:4324-4333.

Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., and Randall, R. J. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. J. Biol. Chem. 193, 265–275.

Nick, K., Amalia, E., Yanni, Georgios K., and Maria, A. 2013. Bioactive microconstituents and antioxidant properties of wild edible mushrooms from the island of Lesvos, Greece. Department of Agricultural Biotechaology, Agricultural University of Athens, Athens, Greece.

Pourmarad, F., Hosseinimehr, S.J. and Shahabimajd, N. 2006. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected lranian medicinal plants. African Journal of Biotechnology. 5(11): 1142-1145.

Roy, D.N., Azad, A.K., Sultana, F., Anisuzzaman, A.S.M. and Khondkar, P. 2015. Nutritional profile and mineral composition of two edible mushroom varieties consumed and cultivated in Bangladesh. The Journal of Phytophamacology. 4(4); 217-220.

Sakulpanich, A. and Grissanapan, W. 2008. Extraction method for high content of anthraquinones from Cassia fistulapods. Journal of Health Research. 22(4): 167-172.

Sharma, G.N., Dubey, S.K., Sati, N. and Sanadya, J. 2011. Anti-inflammatory activity and total flavonoid content of **Aegle marmelos** seeds. International Journal of Pharmaceutical Science and Drug Research. 3(3): 214-218.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไก่อบสูตรเม็กซิกันโดยใช้เทคนิค Sous Vide

Development of Roasted Mexican Chicken by Sous Vide Technique

กมลทิพย์ นิคมรัตน์[1*] วรัทยา อินเคล้า[1] และ ทักษ์ดนัย หนูแก้ว[2]

.Kamonthip Nicomrat[1*] Warattaya Inklao [1] and Takdanai Nookaew [1]

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการพัฒนาสูตรน้ำหมัก โดยใช้เทคนิค ideal ratio profile พบว่าไก่อบสูตรเม็กซิกันที่ใช้ปริมาณเครื่องเทศ ซอสปรุงรส เกลือ โยเกิร์ต น้ำตาลปี๊บ เท่ากับ 77.20, 69, 7, 42 และ 83 กรัมต่อน้ำหนักไก่ 500 กรัม จะมีค่าความเผ็ด ความหวาน ความเค็ม และกลิ่นรสเครื่องเทศ มีค่าเท่ากับ 1 ใกล้เคียงกับค่าในอุดมคติมากที่สุด จากนั้นนำสูตรน้ำหมักที่ได้มาหมักไก่และศึกษาการทำ sous vide ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ที่เวลา 0, 2, 2.5 และ 3 ชั่วโมง พบว่า ไก่ที่ผ่านการ sous vide ที่ระยะเวลาเพิ่มขึ้นจะใช้เวลาในการอบให้สุกน้อยลง ($p<0.05$) โดยการทำ sous vide ที่เวลา 3 ชั่วโมง สามารถลดระยะเวลาในการอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส (ควบคุมอุณหภูมิใจกลางชิ้นไก่ เท่ากับ 83 องศาเซลเซียส) ได้ 13 นาที โดยไก่ที่ผ่านการทำ sous vide มีค่าการสูญเสียน้ำหนักและมีค่าแรงเฉือนลดลง ($p<0.05$) เมื่อนำมาศึกษาคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี multi sample different test พบว่า การทำ sous vide ส่งผลให้ความเข้มของรสชาติ ความฉ่ำน้ำ และความนุ่มเนื้อของไก่อบสูตรเม็กซิกันเพิ่มขึ้น และเมื่อนำมาทดสอบความชอบโดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบไก่อบสูตรเม็กซิกันที่ผ่านการ sous vide ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2.5 ชั่วโมง ในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากที่สุด ($p<0.05$) มีค่าเท่ากับ 7.75, 7.95 และ 7.60 ตามลำดับ จากนั้นนำไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ไก่อบสูตรเม็กซิกันโดยใช้เทคนิค sous vide ร้อยละ 100 โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้านกลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เท่ากับ 4.14, 4.02, 4.32 และ 4.1, ตามลำดับ

คำสำคัญ : ซูเว่, รสชาติเม็กซิกัน, ไก่อบ

ABSTRACT

First, development the Mexican curing medium by ideal ratio profile technique. The results showed that amount of mix herbs, soy sauce, salt, yoghurt and palm sugar were 77.20, 69, 7, 42 and 83 g per 500 g chicken. Grilled Mexican chicken with this curing medium had the score nearly 1 when compared with ideal product in spiciness, sweetness, saltiness and herb flavor. Second, sous vide time at 55 ^{o}C for 0, 2, 2.5 and 3 hour was studied. The results showed that sous vide at 55 ^{o}C for 3 hour could reduce cooking time (at 180 ^{o}C) about 13 minutes and cooking loss and shear force were decreased ($P<0.05$). Moreover, the sensory test by multi-sample different test showed that sous vide time had the effect on increasing intensity of taste, juiciness and tenderness of the grilled chicken. Liking scores (9-point-hedonic scale) results showed that the product with sous vide at 55 ^{o}C for 2.5 hour had the highest liking score on taste, texture and overall liking ($P<0.05$) were 7.75, 7.95 และ 7.60, respectively. Finally, sensory test result showed that 100 % panelists accepted grilled Mexican chicken by sous vide technique and gave liking score in flavor, taste, texture and liking score at 4.14, 4.02, 4.32 and 4.1, respectively

Keywords : sous vide, Mexican flavor, grilled chicken

---

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการผลิตภัณฑ์อาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

[1] Department of Food Product Management Technology, Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University, Mueang Destrict, Songkhla province 900000, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : Kamonthip Nicomrat, nkamonthip@hotmail.com

บทนำ

ไก่เป็นอาหารที่คนไทยนิยมบริโภคเพราะไก่มีโปรตีนสูงและมีไขมันน้อยซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์ชนิดอื่น เช่น เนื้อวัว เนื้อแพะ และ เนื้อหมู เนื้อไก่ยังมีแคลอรี่ที่ต่ำเพราะเนื้อเป็นเนื้อประเภทเนื้อขาวและเนื้อไก่ในแต่ละส่วนจะมีปริมาณไขมันเป็นส่วนประกอบซึ่งจะมีประมาณที่แตกต่างกันจากการเรียงลำดับของเนื้อไก่แต่ละส่วนตามปริมาณไขมัน ส่วนปีก, ส่วนหน้าอก, ส่วนสะโพก, ส่วนน่อง มีค่าเท่ากับ 217, 159, 212 และ 143 แคลอรี่ ตามลำดับ (ชัยณรงค์, 2529 ; เยาวลักษณ์, 2536) การเลือกซื้อเนื้อไก่ก็มีวัตถุประสงค์หลักคือการซื้อมาเพื่อหุงต้มด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน เช่น การทอด การย่าง และการอบ โดยรสชาติส่วนใหญ่ในท้องตลาดจะเป็นรสชาติเดิมๆ เช่น ไก่อบนมสด, ไก่ย่างขมิ้น, ไก่อบซอสเทอริยากิ, ไก่อบน้ำผึ้ง ซึ่งรสชาติเม็กซิกกันทางเลือกหนึ่งเพราะรสชาติชาติเม็กซิกันจะมีความเผ็ด และมีกลิ่นหอมของเครื่องเทศซึ่งมีความคล้ายคลึงกันกับอาหารของภาคใต้ที่มีความเผ็ดร้อนที่เป็นจุดเด่นซึ่งน่าจะตอบสนองทำให้ผู้บริโภคสามารถมีมากขึ้น อีกทั้งพฤติกรรมของผู้บริโภคในปัจจุบันนิยมความสะดวกในการปรุงและรับประทาน เนื่องจากมีข้อจำกัดทางด้านทำให้การบริโภคอาหารพร้อมปรุง และพร้อมบริโภคมีแนวโน้มมากขึ้นเรื่อยๆ การทำSous vide เป็นเทคนิคการทำอาหารภายใต้ถุงพลาสติกที่ปิดผนึกแบบสุญญากาศและมีการให้ความร้อนผ่านน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิคงที่ตลอดเวลา ซึ่งจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น ลดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนซ้ำ และสามารถลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น อีกทั้งยังช่วยลดเวลาในการหมัก การสูญเสียน้ำและระยะเวลาในการปรุงสุกได้ทำให้อาหารที่มีรสชาติดี จึงเหมาะกับการนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารพร้อมปรุง (ready to cook) ซึ่งสามารถตอบสนองกับพฤติกรรมของผู้บริโภคในปัจจุบันที่ต้องการรับประทานอาหารที่มีรสชาติดี สามารถเก็บรักษาได้นาน สะดวกและใช้เวลาในการปรุงสั้น (Hong, **et al.**, 2015) ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาไก่อบสูตรเม็กซิกัน โดยใช้เทคนิค sous vide ขึ้น เพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคและตอบสนองผู้บริโภคและผู้ประกอบการร้านอาหาร ที่ต้องการผลิตภัณฑ์ไก่อบที่มีเนื้อสัมผัสนุ่ม รสชาติอร่อย มีความแตกต่างที่จำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป สามารถนำไปอบได้ทันที และมีระยะเวลาในการอบลดลง ทำให้มีความสะดวกในการปรุงและบริโภคมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าเนื้อไก่เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่เนื้อได้อีกทางหนึ่ง

วิธีดำเนินการวิจัย

พัฒนาสูตรน้ำหมักสูตรเม็กซิกันต้นแบบ

พัฒนาสูตรน้ำหมัก โดยมีใช้เทคนิค Ideal Ratio Profile ในด้านรสเผ็ด รสหวาน รสเค็ม กลิ่นรสของเครื่องเทศ โดยใช้จำนวนผู้ทดสอบที่ผ่านการผ่านการฝึกฝนจำนวนผู้ทดสอบชิม 20 คนโดยปรับสูตรจนกว่าน้ำหมักจะได้ความใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ไก่อบเม็กซิกันในอุดมคติ หรือมีค่าใกล้เคียงกับ 1

ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมกับการทำ Sous Vide

นำน้ำหมักต้นแบบสูตรเม็กซิกัน จากการศึกษา ข้อ 1 มาหมักไก่ในอัตราส่วนไก่ต่อน้ำหมักเท่ากับ 2 : 1 จากนั้นนำไก่มาบรรจุสุญญากาศ จากนั้นทำ Sous Vide ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ระยะเวลาแตกต่าง 3 ระดับ คือ 2 ชั่วโมง 2.5 ชั่วโมง 3 ชั่วโมง จากนั้นนำไก่มาอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส อบจนกว่าอุณหภูมิใจกลางเนื้อไก่เท่ากับ 83 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไก่อบสูตรเม็กซิกันมาตรวจสอบคุณด้านต่างๆดังนี้

- การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการอบ (Cooking Loss)

$$\frac{\text{น้ำหนักไก่ก่อนทำ Sous Vide} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักหลังการทำ Sous vide}} \times 100$$

- ทดสอบแรงเฉือน โดยใช้เครื่อง Texture Analysis ด้วยหัวตัดแบบใบมีด meullenet- owens razor shear

- การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน 20 คน โดยใช้วิธี Multi - Sample Difference Test ในด้านความเข้มของรสชาติ ความฉ่ำน้ำ และความนุ่มเนื้อ (Meilgaard, 1999)

- การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีทดสอบความชอบแบบ 9-point Hedonic Scale ในด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม (Meilgaard, 1999)

การสูญเสียน้ำหนัก และค่าแรงเฉือน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block **Design**: RCBD) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's multiple range test

คัดเลือกระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำ Sous Vide จากคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส ไปใช้ในการศึกษาขั้นตอนต่อไป

ศึกษาการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ไก่อบสูตรเม็กซิกันโดยใช้เทคนิค Sous Vide

นำผลิตภัณฑ์ไก่อบสูตรเม็กซิกันโดยใช้เทคนิค Sous Vide ตามระยะเวลาที่คัดเลือกใช้จาก 3.2.2 นำมาทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีทดสอบความชอบ 5 ระดับ (5-point hedonic scale) ในด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน

ผลและวิจารณ์ผล

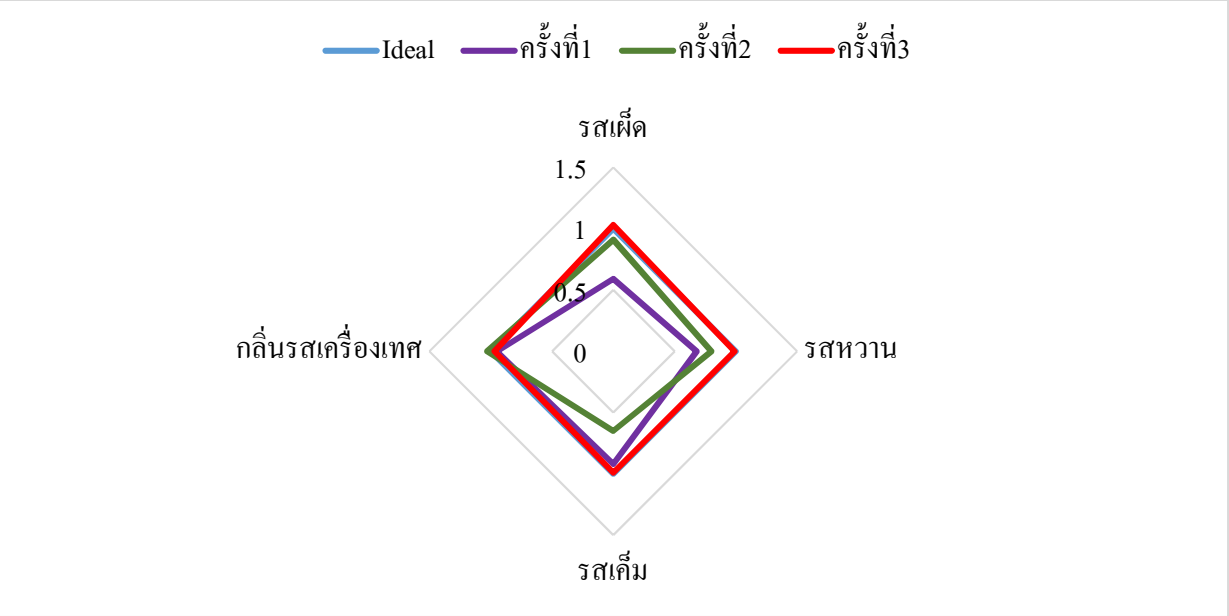
พัฒนาสูตรน้ำหมักสูตรเม็กซิกันต้นแบบ

จากการพัฒนาน้ำหมักผลิตภัณฑ์ไก่อบสูตรเม็กซิกัน และได้มีการพัฒนาสูตรทั้งหมดจำนวน 3 ครั้ง โดยใช้เทคนิค Ideal Ratio Profile ในด้านรสเผ็ด รสหวาน รสเค็ม กลิ่นรสของเครื่องเทศ โดยพัฒนาส่วนผสมของน้ำหมักสูตรเม็กซิกันแสดงดังตารางที่ 1 จนผู้ทดสอบให้คะแนนใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ไก่อบเม็กซิกันในอุดมคติหรือมีค่าเท่ากับ 1 (ภาพที่ 1) พบว่าการพัฒนาสูตรน้ำหมักครั้งที่ 3 ผู้ทดสอบให้คะแนนในด้านรสเผ็ด รสหวาน รสเค็ม กลิ่นรสของเครื่องเทศ เท่ากับ 1.03, 0.99, 0.99 และ 0.97 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผู้บริโภคต้องการไก่อบสูตรเม็กซิกันที่มีรสชาติจัดจ้าน ทั้งในเรื่องของรสชาติและความเข้มของเครื่องเทศ

ตารางที่ 1 สูตรน้ำหมักสูตรเม็กซิกันที่พัฒนาโดยใช้เทคนิค Ideal Ratio Profile

ส่วนผสม	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)			
	สูตรมาตรฐาน	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3
เนื้อไก่ส่วนสะโพก	500	500	500	500
ผงพริกป่น	4	7	19	25
ผงพริกปาปริก้าป่น	2	4	5	5
น้ำตาลปี๊บ	22	26	46	83
ใบกระวาน	1	1.7	2.4	2.6
ลูกกระวาน	1	1.7	2.4	2.6
เม็ดผักชี	8	7	7.3	8
กระเทียม	10	15	16	17
หอมแดง	5	16	16	17
ซอสปรุงรส	56	48	51	69

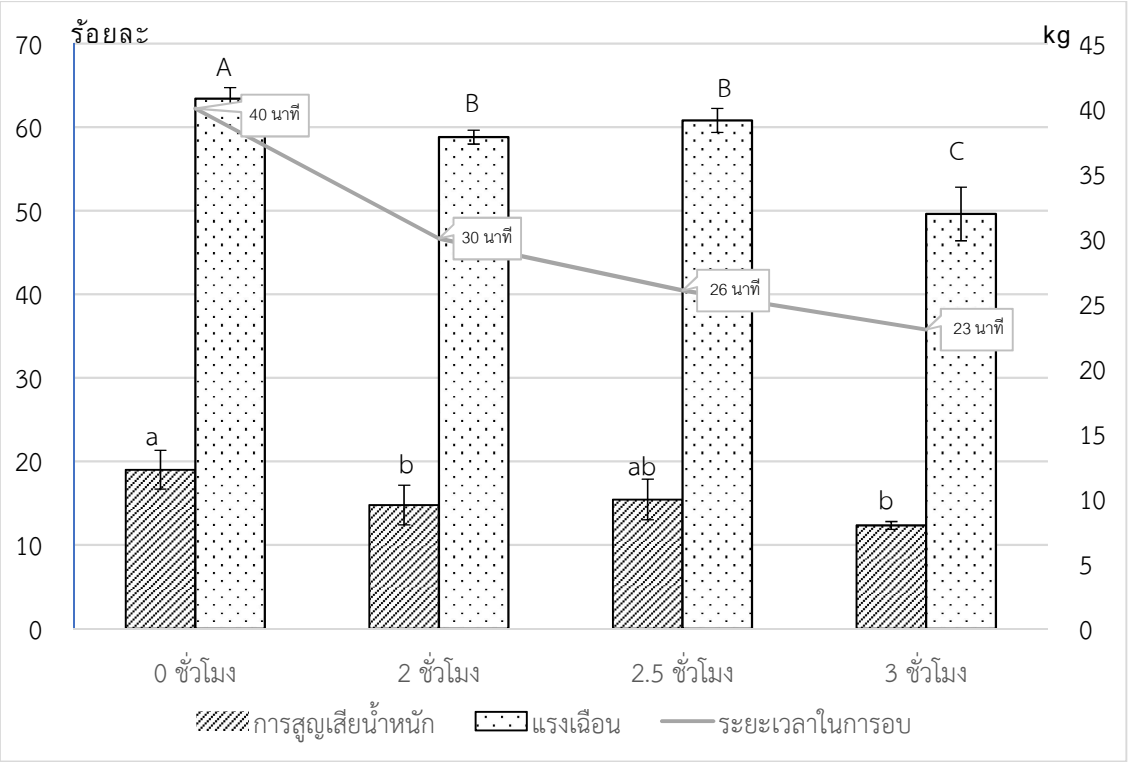
โยเกิร์ต	43	42	42	42
เกลือ	3	1.7	2.4	7



ภาพที่ 1 ผลการพัฒนาสูตรน้ำหมักไก่อบสูตรเม็กซิกัน โดยใช้เทคนิค Ideal Ratio Profile

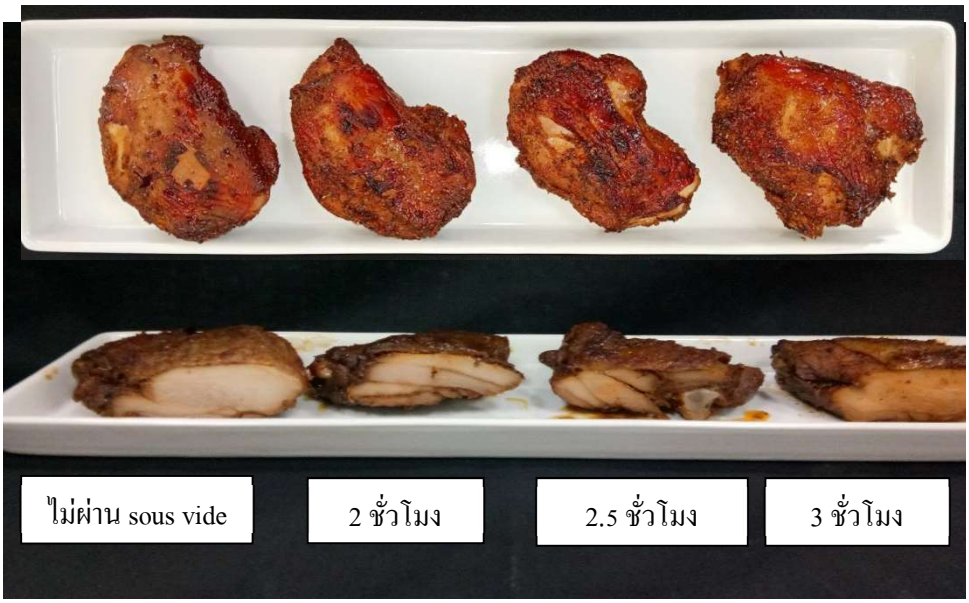
ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมกับการทำ Sous Vide

จากการศึกษาการทำ sous vide ในผลิตภัณฑ์ไก่อบสูตรเม็กซิกัน ที่ระดับอุณหภูมิ 55 °C ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 2, 2.5 และ 3 ชั่วโมง พบว่าเมื่อระยะเวลาในการ sous vide เพิ่มขึ้น จะส่งผลต่อระยะเวลาในการอบสุกลดลงจาก 40 นาที เป็น 23 นาที (สำหรับไก่อบที่ผ่านการ sous vide นาน 3 ชั่วโมง) และมีค่าการสูญเสียน้ำหนักภายหลังการอบลดลงตามลำดับ ทั้งนี้เป็นผลมาจากการทำ sous vide นานขึ้นมีผลต่ออัตราการสุกของเนื้อไก่ที่เพิ่มขึ้น โดยเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber) เริ่มเกิดการหดตัวที่ 35-40 °C ตามด้วยการเกิดการเสียสภาพของโปรตีน (Baldwin, 2001) ทำให้การส่งผ่านความร้อนภายในเนื้อไก่ในขั้นตอนการอบที่อุณหภูมิ 180 °C เกิดได้เร็วทำให้ระยะเวลาในการอบและการสูญเสียน้ำระหว่างการให้ความร้อนลดลงตามลำดับ ($p<0.05$) ผลแสดงดังภาพที่ 2นอกจากนี้การทำ sous vide มีผลต่อการกระตุ้นการเกิดการออสโมซิสของน้ำหมักเข้าภายในชิ้นเนื้อไก่ได้มากขึ้น (Alvarado และ Mckee, 2007) จากภาพที่ 3 จะเห็นได้ว่าไก่อบสูตรเม็กซิกันที่ผ่านการ sous vide 3 ชั่วโมง จะมีการแทรกซึมของน้ำหมักเข้าภายในเนื้อไก่อย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้วิธี multi-sample different test (ตารางที่ 2) ผู้ทดสอบให้คะแนนความเข้มของรสชาติ ความฉ่ำน้ำ และความนุ่มเนื้อสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาในการ sous vide เพิ่มขึ้น($p<0.05$) ทั้งนี้เป็นผลมาจากการทำ sous vide สามารถลดระยะเวลาในการอบสุกทำให้มีการสูญเสียน้ำลดลงทำให้เนื้อไก่มีความฉ่ำน้ำเพิ่มขึ้น โดยการทำ sous vide นานขึ้นส่งผลต่อการละลายของคอลลาเจนเพิ่มขึ้น (Pulgar **et al.**, 2012) ส่งผลให้ไก่มีความนุ่มเนื้อเพิ่มขึ้นตามลำดับ และเมื่อนำไก่อบสูตรเม็กซิกันไปทดสอบความชอบ โดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบไก่อบสูตรเม็กซิกันที่ผ่านการ sous vide 2.5 ชั่วโมง ในด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด (ตารางที่ 3) เนื่องจากการทำ sous vide ที่ 2.5 ชั่วโมง เป็นเวลาที่เหมาะสม ไม่ทำให้เนื้อไก่หดตัวมากเกินไป มีรสชาติ กลิ่นรสที่กำลังพอดี มีเนื้อสัมผัสที่ไม่เหนียวและนิ่มเละจนเกินไป



ภาพที่ 2 ระยะเวลาในการอบ ค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการอบ (Cooking loss) และค่าแรงเฉือนของไก่อบสูตรเม็กซิกันที่ใช้เวลาในการ sous vide แตกต่างกัน

หมายเหตุ : ตัวอักษรตัวเดียวกันในแท่งรูปแบบเดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$)



ภาพที่ 3 ไก่อบสูตรเม็กซิกันที่ผ่านการ Sous Vide ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้วิธี Multi-sample different test

ระยะเวลาการ sous vide (ชั่วโมง)	ความเข้มของรสชาติ	ความฉ่ำน้ำ	ความนุ่มของเนื้อ
0	4.66 ± 2.30^{d}	5.25 ± 2.66^{c}	6.04 ± 2.54^{c}
2.0	6.84 ± 2.36^{c}	6.27 ± 2.08^{c}	7.51 ± 1.92^{b}
2.5	8.15 ± 1.40^{b}	8.07 ± 2.37^{b}	7.92 ± 2.13^{b}
3.0	9.61 ± 2.24^{a}	9.67 ± 2.50^{a}	10.51 ± 1.86^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรแบบเดียวกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีการทดสอบความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale)

ระยะเวลาการ Sous Vide (ชั่วโมง)	ลักษณะปรากฏ	รสชาติ	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
0 ชั่วโมง	6.25 ± 1.07^{b}	6.05 ± 1.14^{c}	6.60 ± 0.82^{b}	6.65 ± 0.74^{b}	6.75 ± 0.91^{b}
2 ชั่วโมง	7.10 ± 1.11^{a}	7.00 ± 1.30^{b}	7.30 ± 1.08^{a}	7.25 ± 1.25^{b}	7.35 ± 1.18^{ab}
2.5 ชั่วโมง	7.45 ± 1.14^{a}	7.75 ± 0.80^{a}	7.25 ± 1.11^{a}	7.95 ± 0.82^{a}	7.60 ± 1.00^{a}
3 ชั่วโมง	6.90 ± 1.25^{ab}	7.10 ± 0.80^{ab}	7.15 ± 1.00^{ab}	6.85 ± 0.67^{b}	7.05 ± 0.88^{ab}

หมายเหตุ : ตัวอักษรแบบเดียวกันในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

ศึกษาการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ไก่อบสูตรเม็กซิกันโดยใช้เทคนิค Sous Vide

จากการการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อผลิตภัณฑ์ไก่อบสูตรเม็กซิกันโดยใช้เทคนิค Sous Vide จำนวน 50 คน โดยผู้ทดสอบเป็นเพศชาย ร้อยละ 34 เพศหญิง ร้อยละ 66 โดยเป็นผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 15 – 40 ปี ส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ ร้อยละ 68 ศาสนาอิสลาม ร้อยละ 28 และเงินเดือนของผู้ทดสอบส่วนใหญ่อยู่ในช่วงรายได้ 10,000 – 20,000 บาท ผู้บริโภคมีความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์ไก่อบ /ไก่ย่าง ที่ 1- 2 ครั้ง /สัปดาห์ ผู้ทดสอบมีพฤติกรรมการบริโภค โดยผู้บทดสอบชอบรับประทานไก่อบ /ไก่ย่าง ร้อยละ 100 ชอบรับประทานผลิตภัณฑ์ไก่อบ /ไก่ย่าง ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อไก่อบ /ไก่ย่างของผู้ทดสอบ ผู้ทดสอบนิยมซื้อไก่อบ /ไก่ย่างจากตลาดมากที่สุด ร้อยละ 35 และรับประทานไก่อบสมุนไพร ร้อยละ 28 ไก่ย่างเทอริยากิ ร้อยละ 25 ไก่อบนมสด ร้อยละ 16 ซึ่งเหตุผลในการเลือกรับประทาน คือ สะดวกในการรับประทาน มีรสชาติที่หลากหลาย หาซื้อได้ง่ายตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษา Resurreccion (2003) รายงานว่าผลิตภัณฑ์เนื้อที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบันจะต้องเน้นความสะดวกรวดเร็วง่ายต่อการบริโภคและปรุง โดยผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับไก่อบสูตรเม็กซิกันที่พัฒนาขึ้นในด้านกลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวมอยู่ในระดับชอบมาก (ตารางที่ 4) โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ไก่อบสูตรเม็กซิกัน ร้อยละ 100 และยินดีซื้อหากจำหน่ายในราคาชิ้นละ 37 ร้อยละ 96

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีการทดสอบความชอบ 5 ระดับ(5-point hedonic scale) ต่อผลิตภัณฑ์ไก่อบสูตรเม็กซิกัน

	ความถี่					ค่าเฉลี่ย
	ชอบมากที่สุด	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบน้อย	ชอบน้อยที่สุด	
ลักษณะปรากฏ	7	33	10	0	0	3.90
กลิ่นรส	14	29	7	0	0	4.14
รสชาติ	12	28	9	1	0	4.02
เนื้อสัมผัส	20	26	4	0	0	4.32
ความชอบโดยรวม	11	33	6	0	0	4.10

สรุปผลการวิจัย

ไก่อบสูตรเม็กซิกันที่ผู้บริโภคต้องการให้พัฒนาสูตรที่มีความจัดจ้านทั้งรสชาติและเครื่องเทศ ไก่อบสูตรเม็กซิกันที่ใช้ปริมาณเครื่องเทศ ซอสปรุงรส เกลือ โยเกิร์ต น้ำตาลปี๊บ เท่ากับ 77.20, 69, 7, 42 และ 83 กรัมต่อน้ำหนักไก่ 500 กรัม จะมีค่าความเผ็ด ความหวาน ความเค็ม และกลิ่นรสเครื่องเทศ มีค่าเท่ากับ 1 ใกล้เคียงกับค่าในอุดมคติมากที่สุด การทำ sous vide ในระยะเวลาที่นานขึ้นสามารถลดระยะเวลาในการอบ ลดค่าการสูญเสียน้ำ และทำให้เนื้อสัมผัสนุ่มขึ้น โดยการทำ sous vide ไก่อบสูตรเม็กซิกันเป็นเวลา 2.5 ชั่วโมง เป็นระยะเวลาที่เหมาะสม โดยผู้ทดสอบให้คะแนนในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากที่สุด ($p<0.05$) มีค่าเท่ากับ 7.75, 7.95 และ 7.60 ตามลำดับ โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ไก่อบสูตรเม็กซิกัน ร้อยละ 100

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ในการสนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์ที่ช่วยเหลือดูแลในการวิเคราะห์ด้านต่าง ๆ และนักศึกษาโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

เอกสารอ้างอิง

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพาณิชย์, กรุงเทพ ฯ.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. เค ยู เพลส, กรุงเทพ ฯ.

Alvarado, C. and Mckee, S. 2007. Marination to improve functional properties and safety of poultry meat. The Journal of Applied Poultry Research. 16: 113-120.

Baldwin, D.E. (2012). Sous vide cooking : A review. International Journal of Gastronomy And Food Science. 1(1): 15-30.

Hong, G-H., Kim, J-H, Ahn, S-J and Lee, C-H. 2015. Change in meat quality characteristics of the sous vide cooked chicken breast during refrigerated storage. Korean Journal Food Science. 35(6): 757-764.

Meilgaard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T. 1999. Sensory Evaluation Techniques. CRC Press, Inc., Boca Raton,FL.

Pulgar, J.S.D., Gazquez, A. and Ruiz-Carrascal, J. 2012. Physico-chemical, textural and structural characteristics of sous vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. Meat Science. 90: 828-835.

Resurreccion, A.V.A. 2003. Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. Meat Science. 66 :11-20.

.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำเห็ดตับเต่าผสมสมุนไพรพร้อมดื่ม

Development of Tub Tao mushroom mixed herbs Juice

Ready-to-drink

วชิรญา เหลียวตระกูล[1*] และ วิจิตรา เหลียวตระกูล[1]

Vachiraya Liaotrakoon[1*] and Wijitra Liaotrakoon[1]

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำเห็ดตับเต่าผสมสมุนไพรพร้อมดื่ม ทำการศึกษาอัตราส่วนของน้ำเห็ดตับเต่าต่อน้ำสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ มะตูม ใบเตย และเก็กฮวย ในอัตราส่วน 80:20, 60:40 และ 40:60 นำมาวิเคราะห์ค่าสี ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ และการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่าค่าสี L*, a* และ b* ของน้ำเห็ดตับเต่าผสมเก็กฮวยอัตราส่วน 80:20 มีค่ามากที่สุด ($P \leq 0.05$) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของน้ำเห็ดตับเต่าผสมมะตูม อัตราส่วน 80:20 มีปริมาณสูงที่สุด ($P \leq 0.05$) และจากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าน้ำเห็ดตับเต่าผสมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ใบเตย มะตูม และเก็กฮวย อัตราส่วน 80:20 ได้คะแนนมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยสามารถนำผลงานวิจัยนี้ไปต่อยอดในระดับอุตสาหกรรม และเป็นอาหารเชิงสุขภาพต่อไปได้

คำสำคัญ : เห็ดตับเต่า, สมุนไพร, มะตูม, ใบเตย, เก็กฮวย

ABSTRACT

Development of Tub Tao mushroom mixed herbs Juice Ready-to-drink. To study the ratio of Tub Tao mushroom juice to the three types of herbal juice were used: Bael, Pandan and Chrysanthemum at the ratio of 80:20, 60:40 and 40:60. Then analyzes the color, phenolic compounds, antioxidant activity and sensory evaluation. The L*, a* and b* value of the mixed Tub Tao mushroom juice with Chrysanthemum (80:20) was the highest value ($p \leq 0.05$). Sensory tests found that the three herbal, pandan, bael, and Chrysanthemum, mixed with Tub Tao mushroom juice in the ratio of 80:20 were the most significant ($p \leq 0.05$). This research can be applied at the industrial level. And a healthy diet anyway.

Keywords : Tub Tao mushroom, herbs, Bael, Pandan, Chrysanthemum

---

[1] สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ตำบลหันตรา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

[1] Department of Food science and technology Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Huntra, Phra Nakhon Si Ayutthaya, Phra Nakhon Si Ayutthaya 13000, Thailand

[1] สาขาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ตำบลหันตรา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : Liao_vachiraya@hotmail.com

บทนำ

เห็ดตับเต่าเป็นผลผลิตทางการเกษตรของชุมชนตำบลสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่สร้างรายได้ให้กับชุมชนที่สำคัญ ซึ่งเห็ดตับเต่ามีเฉพาะฤดูกาล ตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม ซึ่งชุมชนสามเรือนเป็นแหล่งศึกษาดูงานการเพาะเห็ดตับเต่าจากในและต่างประเทศเป็นจำนวนมากตลอดทั้งปี ดังนั้น การแปรรูปผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่า เพื่อให้มีผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าจำหน่ายนอกฤดูกาลได้ และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้นจึงมีความสำคัญมากสำหรับชุมชนสามเรือน และปัจจุบันชุมชนสามเรือนมีผลิตภัณฑ์แปรรูปเห็ดตับเต่าจำหน่ายในชุมชน ร้านค้าประชารัฐสุขใจ งานต่างๆ และตลาดนัดสินค้าชุมชน ณ ตลาดคลองผดุงกรุงเกษม เป็นต้น

ปัจจุบันมีแนวโน้มของผู้บริโภคที่สนใจและบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพที่มาจากเห็ดตับเต่าในรูปแบบต่างๆ เพิ่มสูงขึ้น โดยเห็ดตับเต่า 100 กรัม จะให้พลังงาน 23.44 กิโลแคลอรี ประกอบด้วยน้ำ 93.06 กรัม โปรตีน 2.58 กรัม ไขมัน 0.07 กรัม คาร์โบไฮเดรต 3.14 กรัม และมีสารประกอบฟีนอลที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระอยู่สูงกว่าเห็ดหอม, เห็ดออรินจิ และเห็ดนางฟ้า (วิจิตรา และวชิรญา, 2558) ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระคือ สารที่สามารถชะลอ ป้องกัน หรือกำจัดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นที่เกิดขึ้นกับสารชีวโมเลกุลต่าง ๆ ในร่างกายได้ ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งในอวัยวะต่างๆ (Yuan **et al**., 2011) ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและโรคหลอดเลือด (Deka andVita, 2011) ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวาน (Shoji and Nakashima, 2006) และช่วยลดความอ้วน (Rains **et al**., 2011) เป็นต้น ซึ่งเป็นคุณสมบัติและเป็นความต้องการที่สำคัญของผู้บริโภคและเป็นจุดแข็งของเห็ดตับเต่า

ดังนั้นจากเหตุผลดังกล่าวเบื้องต้นร่วมกับความต้องการของชุมชนสามเรือน ที่ต้องการองค์ความรู้และเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเห็ดตับเต่า ในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ของกลุ่มแปรรูปพัฒนาร่วมใจ ในชุมชนสามเรือน ให้มีความหลากหลายและเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค โดยอาศัยการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research, PAR) ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการศึกษาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเห็ดตับเต่าจากการนำส่วนที่เหลือมาใช้ ได้แก่ น้ำเห็ดตับเต่าผสมสมุนไพรพร้อมดื่ม จากน้ำต้มเห็ดในการทำผลิตภัณฑ์เห็ดตับเต่าในน้ำเหลือบรรจุขวดแก้ว ซึ่งน้ำเห็ดกำลังเป็นที่นิยมในกลุ่มของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ เนื่องจากสะดวกต่อการบริโภค ทั้งนี้เพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าของสินค้าเกษตร และผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังมีคุณสมบัติที่สำคัญทางคุณค่าทางโภชนาการและสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งน่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ทำให้ประชาชนบริโภคเห็ดตับเต่าได้มากขึ้น เพื่อประโยชน์ต่อสุขภาพในการป้องกันโรคและเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย นอกจากนี้ยังสามารถผลิตในเชิงพาณิชย์เพื่อเป็นอาหารสุขภาพสำหรับผู้รักสุขภาพที่ต้องการเสริมสร้าง ระบบภูมิคุ้มกันร่างกายด้วยผลิตภัณฑ์ธรรมชาติอีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

ศึกษาการแปรรูปผลิตภัณฑ์น้ำเห็ดตับเต่าพร้อมดื่มผสมสมุนไพร

การศึกษาผลิตภัณฑ์น้ำเห็ดตับเต่าผสมสมุนไพรพร้อมดื่ม โดยนำเห็ดตับเต่ามาผสมกับสมุนไพรที่มีกลิ่นหอม ได้แก่ ใบเตย มะตูม และเก็กฮวย ในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 อัตราส่วน ได้แก่ 100:0, 80:20, 60:40 และ 40:60 แล้วทำการวิเคราะห์คุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ค่าสี L*, a* และ b* ของน้ำเห็ดตับเต่าผสมสมุนไพร โดยใช้เครื่องวัดสี Minolta Chroma meter รุ่น CR-300

2. การสกัดตัวอย่างเพื่อนำไปใช้วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (ดัดแปลงวิธีจากMahattana-tawee **et al.**, 2006; Wu **et al.**, 2006) ทำโดยชั่งตัวอย่าง 20 กรัม เติมอะซิโตนความ

เข้มข้นร้อยละ 80 ปริมาตร 80 มิลลิลิตร มาบดใน blender เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำมากรองสุญญากาศ โดยใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 นำสารที่สกัดได้ใส่ขวดสีชาเก็บอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

3. ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดตามวิธี Folin-Ciocalteu's reagent (Lim **et al.**, 2007) ปิเปตน้ำตัวอย่าง 0.3 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent (เจือจางด้วยน้ำกลั่น 10 เท่า) ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้นร้อยละ 7.5 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร แล้ว vortex ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยคำนวณหาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดเทียบกับกราฟมาตรฐานแล้วรายงานผลอยู่ในหน่วยของมิลลิกรัม เมื่อเทียบกับกรดแกลลิคต่อน้ำหนักสดของตัวอย่าง 100 กรัม

4. กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระตามวิธีของ โดยวิธี 2, 2-diphenyl-1 picryl-hydrazyl (DPPH) (ดัดแปลงวิธีจาก Wu **et al.**, 2006) ปิเปตน้ำตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย 2, 2-diphenyl-1 picryl-hydrazyl (DPPH) ในสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 80 ที่มีความเข้มข้น 0.6 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 4 มิลลิลิตร แล้วทำการ vortex เป็นเวลา 15 วินาที ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืดเป็นเวลา 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร โดยคำนวณหาความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเทียบกับกราฟมาตรฐานแล้วรายงานผลอยู่ในหน่วยมิลลิกรัม เมื่อเทียบกับกรดแกลลิคต่อน้ำหนักแห้งของตัวอย่าง 100 กรัม

5. ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มชา ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ทดสอบคุณภาพด้านสี กลิ่นชารสชาติ กลิ่นรสตกค้าง (after test) และความชอบโดยรวมที่มีต่อเครื่องดื่มชาเห็ดตับเต่า ใช้วิธีทดสอบแบบ 9-Point hedonic scale ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนตามความชอบ 1–9 คะแนน โดยเรียงคะแนนจากชอบน้อยที่สุดไปหาชอบมากที่สุด (ไพโรจน์, 2545)

6. ข้อมูลมาทำการเปรียบเทียบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ผลและวิจารณ์ผล

การศึกษาผลิตภัณฑ์น้ำเห็ดตับเต่าผสมสมุนไพร โดยนำน้ำเห็ดตับเต่าที่ได้จากการลวกและต้มเห็ดจากกระบวนการแปรรูปต่างๆ มาใช้ในการทดลองเตรียมน้ำเห็ดโดยใช้เห็ดตับเต่าต่อน้ำสะอาดเท่ากับ 1:2 ส่วนน้ำสมุนไพรได้แก่ ใบเตย มะตูม และเก็กฮวย ใช้อัตราส่วนต่อน้ำสะอาดเท่ากับ 1:2 แล้วนำมาผสมกันระหว่างน้ำเห็ดตับเต่าเข้มข้นกับน้ำสมุนไพรเข้มข้นในอัตราส่วนที่แตกต่างกันคือ 100:0, 80:20, 60:40 และ 40:60 แล้วทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพ เคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

1. ค่าสี (L*, a* และ b*) ค่าสีของน้ำเห็ดตับเต่าผสมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ดังแสดงไว้ในตารางที่ 12 ได้แก่ ใบเตย มะตูม และเก็กฮวย พบว่าค่าสี L* อยู่ระหว่าง 28.39 ถึง 28.96 ค่าสี a* อยู่ระหว่าง 0.69 ถึง 0.87 และค่าสี b* อยู่ระหว่าง 0.22 ถึง 0.85 โดยค่าสี L* ของน้ำเห็ดตับเต่าผสมเก็กฮวยที่อัตราส่วน 80:20 มีค่ามากที่สุด ค่าสี a* ของชาเห็ดตับเต่าผสมมะตูมอัตราส่วน 60:40 มีค่ามากที่สุด ส่วนค่าสี b* ของชาเห็ดตับเต่าผสมใบเตยอัตราส่วน 60:40 มีค่ามากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ลักษณะของน้ำเห็ดตับเต่าพร้อมดื่มทุกตัวอย่างมีสีน้ำตาลเข้มถึงสีดำทำให้ค่าสีที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันแต่แตกต่างกันทางสถิติเนื่องจากสีของน้ำเห็ดตับเต่ามีสีดำเข้ม

ตารางที่ 1 ค่าสี (L*, a* และ b*) ของผลิตภัณฑ์น้ำเห็ดตับเต่าผสมสมุนไพรในอัตราส่วนที่ต่างกัน

สิ่งทดลอง	เวลา (ชั่วโมง)	ค่าสี		
		L*	a*	b*
น้ำเห็ดสด (100%)		28.39+0.05^{e}	0.69±0.01^{c}	-0.76+0.05
เห็ด:ใบเตย	80:20	28.56+0.04^{c}	0.75±0.02^{bc}	-0.38+0.04^{ab}
	60:40	28.59+0.05^{c}	0.73±0.00^{c}	-0.85+0.15^{e}
	40:60	28.75+0.06^{b}	0.53±0.03^{d}	-0.55+0.09^{cd}
เห็ด:มะตูม	80:20	28.53+0.07^{cd}	0.77±0.06^{bc}	-0.41+0.04^{bc}
	60:40	28.41+0.01^{e}	0.74±0.04^{bc}	-0.65+0.05^{d}
	40:60	28.48+0.01^{de}	0.73±0.02^{c}	-0.63+0.04^{d}
เห็ด:เก็กฮวย	80:20	28.96+0.05^{a}	0.87±0.06^{a}	-0.22+0.02^{a}
	60:40	28.74+0.03^{b}	0.82±0.08^{ab}	-0.65+0.07^{d}
	40:60	28.48+0.06^{de}	0.82±0.06^{ab}	-0.41+0.06^{bc}
F-test		*	*	*

หมายเหตุ: $^{a, b, c,\cdots}$ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในคอลัมภ์เดียวกันที่ **P**-value $\leq$0.05 (N=3)

2. ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ การศึกษาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ ของผลิตภัณฑ์น้ำเห็ดตับเต่าผสมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ใบเตย มะตูม และเก็กฮวย ในอัตราส่วนที่ต่างกัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่า น้ำเห็ดตับเต่าร้อยละ 100 (ไม่ผสมสมุนไพร) มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก เท่ากับ 8.30 GAE mg/100 g ตัวอย่างสด และมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 3.75 GAE mg/100 g น้ำเห็ดตับเต่าผสมใบเตยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก อยู่ระหว่าง 13.69 ถึง 17.40 GAE mg/100 g ตัวอย่างสด และมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ อยู่ระหว่าง 1.32 ถึง 1.89 GAE mg/100 g น้ำเห็ดตับเต่าผสมมะตูมมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกอยู่ระหว่าง 54.68 ถึง 58.66 GAE mg/100 g ตัวอย่างสด และมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระอยู่ระหว่าง 1.40 ถึง 2.23 GAE mg/100 g และน้ำเห็ดตับเต่าผสมเก็กฮวยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกอยู่ระหว่าง 9.70 ถึง 11.41 GAE mg/100 g ตัวอย่างสด และมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระอยู่ระหว่าง 1.05 ถึง 2.18 GAE mg/100 g จากการศึกษายังพบว่าน้ำเห็ดตับเต่าผสมมะตูมมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิ และมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P$\leq$0.05) โดยอัตราส่วนของสมุนไพรแต่ละชนิดได้ผลดังนี้ น้ำเห็ดตับเต่าผสมใบเตย น้ำเห็ดตับเต่าผสมมะตูม และน้ำเห็ดตับเต่าผสมเก็กฮวย ในอัตราส่วน 80:20 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P$\leq$0.05) จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าปริมาณของน้ำเห็ดตับเต่า สมุนไพร และชนิดของสมุนไพรมีผลต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและกิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ ของผลิตภัณฑ์น้ำเห็ดตับเต่าผสมสมุนไพรพร้อมดื่ม

3. คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสน้ำเห็ดตับเต่าผสมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ใบเตย มะตูม และเก็กฮวย ในอัตราส่วนที่ต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า น้ำเห็ดตับเต่าที่ไม่ได้ผสมสมุนไพรได้คะแนนน้อยที่สุดในทุกด้าน เท่ากับ 5.92, 5.52, 5.62, 6.06 และ 5.48 คะแนน ตามลำดับ โดยน้ำเห็ดตับเต่าผสมใบเตยคะแนน

ทางด้านสีอยู่ระหว่าง 6.14 ถึง 6.34 คะแนน ทางด้านกลิ่นอยู่ระหว่าง 6.34 ถึง 6.76 คะแนน ทางด้านรสชาติอยู่ระหว่าง 6.28 ถึง 6.94 คะแนน ทางด้านกลิ่นรสตกค้างอยู่ระหว่าง 6.34 ถึง 6.46 คะแนน และ ทางด้านการยอมรับโดยรวมอยู่ระหว่าง 6.14 ถึง 6.72 คะแนน ซึ่งอัตราส่วนที่ได้คะแนนมากที่สุดได้แก่ 80:20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) น้ำเห็ดตับเต่าผสมมะตูมได้คะแนนทางด้านสีอยู่ระหว่าง 6.42 ถึง 6.66 คะแนน ทางด้านกลิ่นอยู่ระหว่าง 6.92 ถึง 6.96 คะแนน ทางด้านรสชาติอยู่ระหว่าง 6.76 ถึง 6.78 คะแนน คะแนนทางด้านกลิ่นรสตกค้าง เท่ากับ 6.66 คะแนน และทางด้านการยอมรับโดยรวมอยู่ระหว่าง 7.00 ถึง 7.04 คะแนน ซึ่งอัตราส่วนที่ได้คะแนนมากที่สุดได้แก่ 80:20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ส่วนเห็ดตับเต่าผสมเก็กฮวยได้คะแนนทางด้านสีอยู่ระหว่าง 6.70 ถึง 6.92 คะแนน ทางด้านกลิ่นอยู่ระหว่าง 6.62 ถึง 6.66 คะแนน ทางด้านรสชาติอยู่ระหว่าง 6.66 ถึง 6.68 คะแนน ทางด้านกลิ่นรสตกค้างเท่ากับ 6.68 คะแนน และทางด้านการยอมรับโดยรวมอยู่ระหว่าง 6.58 ถึง 6.62 คะแนน ซึ่งอัตราส่วนที่ได้คะแนนมากที่สุดได้แก่ 80:20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำเห็ดตับเต่าผสมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ใบเตย มะตูม และเก็กฮวย ในอัตราส่วนที่ต่างกันพบว่า น้ำเห็ดตับเต่าผสมใบเตย น้ำเห็ดตับเต่าผสมมะตูม และน้ำเห็ดตับเต่าผสมเก็กฮวย อัตราส่วน 80:20 ได้คะแนนด้านการยอมรับโดยรวมมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ดังนั้นจึงเลือกอัตราส่วนดังกล่าวมาใช้ในการทดลองการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ต่อไป

ตารางที่ 2 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณแทนนิน ของผลิตภัณฑ์ชาเห็ดตับเต่าผสมสมุนไพรในอัตราส่วนที่ต่างกัน

สิ่งทดลอง	อัตราส่วน	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (GAE mg/ 100 g ตัวอย่างสด)	(DPPH radical scavenging activity) (GAE mg/ 100 g ตัวอย่างสด)
น้ำเห็ดสด (100%)		8.38+0.02^{de}	3.75±0.02^{a}
เห็ด: ใบเตย	80:20	17.40+0.89^{c}	1.89±0.05^{c}
	60:40	16.31+0.36^{c}	1.32±0.02^{d}
	40:60	13.69+0.19^{cd}	1.40±0.06^{d}
เห็ด: มะตูม	80:20	58.66+0.42^{a}	2.23±0.08^{b}
	60:40	56.42+0.44^{ab}	1.69±0.12^{c}
	40:60	54.68+0.66^{b}	1.49±0.25^{d}
เห็ด: เก็กฮวย	80:20	11.41+0.03^{de}	2.18±0.05^{b}
	60:40	10.83+0.18^{de}	1.47±0.09^{d}
	40:60	9.70+0.15^{e}	1.05±0.02^{e}
F-test		*	*

หมายเหตุ: $^{a, b, c,\cdots}$ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในคอลัมภ์เดียวกันที่ **P**-value $\leq$0.05 (N=3)

ตารางที่ 3 คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำเห็ดตับเต่าผสมสมุนไพรในอัตราส่วนที่ต่างกัน

สิ่งทดลอง	อัตราส่วน	คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส				
		Color	Odor	Taste	After test	All
เห็ด	1:0	5.92±1.43^{c}	5.52±1.55^{b}	5.62±1.41^{d}	6.06±1.54^{b}	5.48±1.50^{c}
เห็ด:ใบเตย	80:20	6.34±1.35^{bc}	6.76±1.56^{a}	6.94±1.42^{a}	6.46±1.28^{ab}	6.72±1.29^{ab}
	60:40	6.34±1.26^{abc}	6.64±1.55^{a}	6.46±1.33^{bc}	6.34±1.35^{ab}	6.24±1.22^{bc}
	40:60	6.14±1.29^{abc}	6.34±1.41^{a}	6.28±1.37^{bc}	6.40±1.31^{ab}	6.14±1.32^{bc}
เห็ด:มะตูม	80:20	6.66±1.44^{ab}	6.96±1.43^{a}	6.76±1.60^{ab}	6.66±1.39^{ab}	7.04±1.41^{a}
	60:40	6.52±1.36^{abc}	6.96±1.27^{a}	6.78±1.09^{ab}	6.66±1.34^{ab}	7.02±1.28^{a}
	40:60	6.42±1.39^{ab}	6.92±1.21^{a}	6.76±1.06^{ab}	6.66±1.31^{ab}	7.00±1.05^{a}
เห็ด:เก็กฮวย	80:20	6.82±1.27^{a}	6.66±1.61^{a}	6.68±1.27^{abc}	6.68±1.32^{ab}	6.62±1.46^{ab}
	60:40	6.70±1.33^{ab}	6.64±1.45^{a}	6.68±1.37^{abc}	6.68±1.33^{ab}	6.60±1.32^{ab}
	40:60	6.92±1.14^{a}	6.62±1.36^{a}	6.66±1.24^{abc}	6.68±1.28^{ab}	6.58±1.28^{ab}
F-test		*	*	*	*	*

หมายเหตุ: $^{a, b, c,\cdots}$ แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในคอลัมภ์เดียวกันที่ **P**-value $\leq$0.05 (N=3)
เดียวกันที่ **P**-value $\leq$0.05 (N=3)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลิตภัณฑ์น้ำเห็ดตับเต่าผสมสมุนไพร พบว่าน้ำเห็ดตับเต่าผสมมะตูมมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P$\leq$0.05) โดยอัตราส่วนของสมุนไพรแต่ละชนิดได้ผลดังนี้ น้ำเห็ดตับเต่าผสมใบเตย น้ำเห็ดตับเต่าผสมมะตูม และน้ำเห็ดตับเต่าผสมเก็กฮวย ในอัตราส่วน 80:20 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิ และมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P$\leq$0.05) ค่าสี L* ของน้ำเห็ดตับเต่าผสมเก็กฮวยที่อัตราส่วน 80:20 มีค่ามากที่สุด ค่าสี a* ของน้ำเห็ดตับเต่าผสมมะตูมอัตราส่วน 60:40 มีค่ามากที่สุด ส่วนค่าสี b* ของน้ำเห็ดตับเต่าผสมใบเตยอัตราส่วน 60:40 มีค่ามากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P$\leq$0.05) การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าน้ำเห็ดตับเต่าผสมสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ใบเตย มะตูม และเก็กฮวย ในอัตราส่วน 80:20 ได้คะแนนมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P$\leq$0.05) ดังนั้นจึงเลือกอัตราส่วนดังกล่าวมาใช้ในการทดลองการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินโครงการ หน่วยนวัตกรรมเพื่อสังคมและชุมชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ และผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและให้ข้อเสนอแนะและขอขอบคุณองค์การบริหารส่วนตำบลสามเรือน นักพัฒนาชุมชน กลุ่มเกษตรกร และกลุ่มแปรรูปในชุมชนสามเรือน อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ในการเข้าทำวิจัยในพื้นที่ตำบลสามเรือน การให้ข้อมูล และการมีส่วนร่วมในโครงการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. 2532. การเพาะเห็ดบางชนิดในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รัชนี ตัณฑะพานิชกุล. 2535. เคมีอาหาร (พิมพ์ครั้งที่ 4). มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพฯ.

วิจิตรา เหลียวตระกูล และวชิรญา เหลียวตระกูล. 2558. โครงการการสร้างมูลค่าเพิ่มของเห็ดตับเต่าโดยการยืดอายุการเก็บรักษาและการพัฒนาบรรจุภัณฑ์. คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรม เกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

อรนุช หงษาชาติ. 2540. น้ำสมุนไพร. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อินผ่อง แก้วดำ. 2558. การเพาะเห็ดตับเต่าแบบอิงอาศัยธรรมชาติ [Online] Available http://www. rakbankerd.com/agriculture/page.php?id=5259&s=tblplant.

Fernandez, P.L., Pablos, F., Martin, M.J., & Gonzales, A.G. (2002). Study of catechin and xantine tea profiles as geographical tracers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50**, 1833-1839.

Halpern, G. M. and Miller, A. H. 2009. **Medicinal Mushrooms Ancient Remedies for Modern Ailments**, New York: M. Evans and Company, Inc.

Lim, Y.Y., Lim, T.T., Tee, J.J.. (2007). Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. Food Chemistry, 103, 1003-1008.

Mahattanatawee, K., Manthey, J.A., Luzio, G., Talcott, S.T., Goodner, K., Baldwin, E.A.. (2006). Total antioxidant activity and fiber content of select florida-grown tropical fruits. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 54, 7355-7363.

Wu, L.-c., Hsu, H.-W., Chen, Y.-C., Chiu, C.-C., Lin, Y.-I., Ho, J.-a. A.. (2006). Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. Food Chemistry, 95, 319-327.

ผลของก้างปลาและสมุนไพรต่อปริมาณแคลเซียมและการประเมินทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา

Effect of Fishbone and Herbs on Calcium and Sensory Evaluation in Fish Cracker

วชิรญา เหลียวตระกูล[1*] วิจิตรา เหลียวตระกูล[1] และ ยุพิน พูนดี[2]

Vachiraya Liaotrakoon[1*] Wijitra Liaotrakoon[1] Yupin Phoondee[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของก้างปลาและสมุนไพรที่มีผลต่อปริมาณแคลเซียมและการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา โดยใช้ก้างปลาดุกที่เหลือทิ้งแล้วนำมาอบแห้งบดให้ละเอียดและร่อน ปริมาณที่ใช้เท่ากับร้อยละ 0, 10, 20 และ 30 ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนแบบ 5 คะแนน และวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometry (AAS) โดย Flame technique ผลการทดลองพบว่า คะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัสทุกด้านของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาที่เสริมก้างปลาร้อยละ 20 ได้มากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียม พบว่า ข้าวเกรียบปลาชุดควบคุมที่ไม่ได้ใส่ก้างปลา มีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 58.5 mg/kg DW และข้าวเกรียบปลาใส่ก้างปลาร้อยละ 20 จะมีปริมาณแคลเซียม 7,700 mg/kg DW (ร้อยละ 0.77) การศึกษาผลของปริมาณสมุนไพรในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา ได้แก่ กระเพราและขมิ้น ในปริมาณร้อยละ 5, 10 และ 15 พบว่าคะแนนเฉลี่ยทางด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเสริมก้างปลาร้อยละ 20 และ ผสมขมิ้นร้อยละ 15 ได้มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

คำสำคัญ : ก้างปลา, สมุนไพร, แคลเซียม, ข้าวเกรียบปลา, การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ABSTRACT

To study of fishbone and herbs to effect on adding calcium and sensory evaluation in fish cracker by using quantity of fish bone at 0, 10, 20 and 30 percent. The fishbone of catfish fish waste, then dried, grinded to fine and glide. The amount used is 0, 10, 20 and 30 percent. The five-point scoring tests was used and analyze the calcium content of the Atomic absorption (AAS) by Flame technique. The results showed that the average score on all sensory population most significant accepts the formula of fish cracker that using fish bone 20% significantly 95% ($p \leq 0.95$). The testing on calcium value fish cracker adding calcium at 20% has the calcium value at 7,700 (0.77%) mg kg DW respectively. A study of the effects of herbal ingredients on fish crackers, including Basil and Turmeric in 5, 10 and 15 %. It was found that the average score of color, aroma, crispiness and overall liking of fish crackers supplemented with 20% fishbone and 15% turmeric were Most significantly at 95% confidence level ($P \leq 0.05$)

Keywords : fishbone, herbs, calcium, fish cracker, sensory evaluation

---

[1] สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ตำบลหันตรา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

[1] Department of Food science and technology Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Huntra, Phra Nakhon Si Ayutthaya, Phra Nakhon Si Ayutthaya 13000, Thailand

[2] สาขาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ตำบลหันตรา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

[2] Department of Fishery science Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Huntra, Phra Nakhon Si Ayutthaya, Phra Nakhon Si Ayutthaya 13000, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : Liao_vachiraya@hotmail.com

บทนำ

ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา (Fish cracker) มีสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทเป็นส่วนประกอบหลัก ส่วนสารอาหารอื่น ๆ มีอยู่จะค่อนข้างน้อย เป็นอาหารขบเคี้ยว (Snack food) ชนิดหนึ่ง ที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายและสามารถได้ง่ายในแถบอาเซียน มีชื่อเรียกแตกต่างกันไป ในมาเลเซียเรียก “Keropok” อินโดนีเซียเรียก “Krupuk” ในฟิลิปปินส์เรียก “Pinniping” ในไทยเรียก “ข้าวเกรียบ” ในประเทศตะวันตก ข้าวเกรียบจัดอยู่ในผลิตภัณฑ์กึ่งแห้ง (Fennema, 1996; Lachmann, 1969) ผลิตจากแป้งมันสำปะหลังและส่วนผสมอื่น ๆ ได้แก่ กุ้ง ปลา กระเทียม พริกไทย เกลือ หรือสมุนไพรต่างๆ นำมาทำการนวดผสมจนเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นขึ้นรูป แล้วนึ่งให้สุก แช่เย็น หั่นเป็นชิ้นบางๆ แล้วจึงนำไปทำให้แห้ง โดยก่อนนำไปบริโภคนำไปทอด

แคลเซียมถือได้ว่าเป็นสารอาหารที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการเสริมสร้างกระดูกและฟัน (นิธิยา, 2539) ซึ่งคนส่วนใหญ่มักจะได้รับแคลเซียมจากการดื่มนมเป็นส่วนใหญ่ แต่คนไทยมักจะไม่นิยมดื่มนม ได้มีการศึกษาถึงการนำปลาป่นมาใช้ผลิตขนมอบกรอบ ด้วยกระบวนการเอ็กทรูชั่น โดยปริมาณปลาป่นที่ใช้คือร้อยละ 15 ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมในการเสริมขนมอบและการเตรียมกระดูกปลาโอแถบผงเพื่อเสริมในคุกกี้ ด้วยเหตุนี้จึงเห็นสมควรเสริมแคลเซียมลงไปในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ทำการเสริมแคลเซียมจากก้างปลาและสมุนไพรลงไปในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา ได้แก่ ขมิ้นและใบกระเพรา เนื่องจากว่าเป็นพืชสมุนไพรที่หาง่ายและราคาถูก ยังช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการด้านสมุนไพร และเป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภค ช่วยส่งเสริมให้เกษตรกรไทยมีรายได้จากการปลูกผักเพิ่มมากขึ้นการเพิ่มคุณค่าทางอาหารและเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ รวมทั้งเป็นการนำวัตถุดิบที่เหลือใช้และวัตถุดิบท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

1.1 การเตรียมเนื้อปลาดุก โดยนำปลาดุกมาล้าง ผ่าท้อง ควักไส้ แล่เนื้อปลาขูดเอาแต่เนื้อ นำมาต้มสุกแล้วตำให้ละเอียด

1.2 การเตรียมก้างปลา โดยนำก้างปลาที่เหลือจากการแล่เนื้อมาล้างให้สะอาดแล้วนำไปต้มให้เดือด แล้วนำมาล้างเศษเนื้อที่ติดออกจากก้างให้หมด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดแล้วอบอีก 2 ชั่วโมง

1.3 การเตรียมส่วนผสมอื่นๆ โดยเตรียมส่วนผสมที่เหลือตามสูตรข้าวเกรียบ

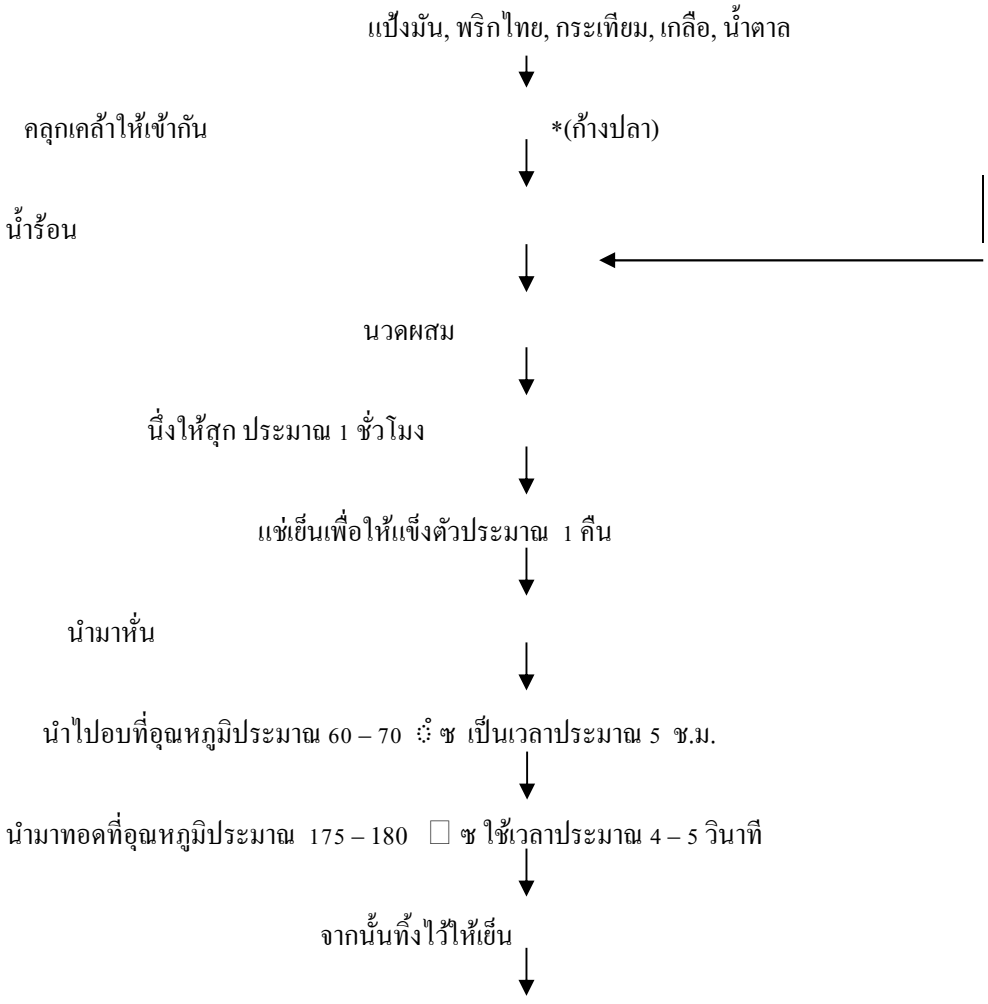
2. วิธีการศึกษาทดลอง

2.1 การศึกษาผลของก้างปลาที่มีผลต่อปริมาณแคลเซียมและการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา โดยใช้สูตรดังตารางที่ 1 ซึ่งทดลองใช้ก้างปลาร้อยละ 10, 20 และ30 เพื่อเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบปลาสูตรพื้นฐาน (ชุดควบคุม) โดยจะเทียบกับแป้งมัน 100 กรัม

ตารางที่ 1 สูตรพื้นฐานและปริมาณส่วนผสมที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาผสมแคลเซียม

สิ่งทดลองที่	ปริมาณส่วนผสม (กรัม)								
	แคลเซียม	แป้งสาลี	แป้งมัน	เนื้อปลา	พริกไทย	น้ำตาลทราย	เกลือ	กระเทียม	น้ำเปล่า
1	0	100	15	35	5	10	10	4	5
2	10	90	15	35	5	10	10	4	5
3	20	80	15	35	5	10	10	4	5
4	30	70	15	35	5	10	10	4	5

กระบวนการทำข้าวเกรียบปลาเสริมแคลเซียม



ภาพที่ 1 กรรมวิธีการผลิตข้าวเกรียบปลาเสริมแคลเซียม

นำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาที่ได้มาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประเมินค่าทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 5-Point Hedonic Scale Test โดยใช้ผู้ทดสอบ 15 คน วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลที่ได้นำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 10.0 และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Rank Test (DMRT) ทำการเลือกผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาที่ผสมแคลเซียมที่ดีที่สุดในการทดลองมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมด้วยวิธีการ

ตรวจสอบคือ การย่อยตัวอย่างด้วยกรด HNO_3 และ $HClO_4$ ด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometry (AAS) โดย Flame technique และทำการศึกษาชนิดและปริมาณสมุนไพรที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาต่อไป

2.2 ศึกษาอัตราส่วนของสมุนไพรที่เหมาะสมที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาเสริแคลเซียม เป็นการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของใบกระเพราและขมิ้นบดละเอียด โดยใช้อัตราส่วนของใบกระเพราบดละเอียดร้อยละ 5 ,10 และ 15 โดยเทียบกับแป้งมัน100 กรัมโดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ประเมินค่าทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 5-Point Hedonic Scale Test และเรียงลำดับความชอบ (Ranking Test) โดยใช้ผู้ทดสอบ 15 คน วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลที่ได้นำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version10.0และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Rank Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผล

1. ผลการศึกษาปริมาณของก้างปลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาเสริมแคลเซียม

การศึกษาปริมาณของก้างปลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาเสริมแคลเซียม โดยใช้ปริมาณก้างปลาร้อยละ 0 (ชุดควบคุม), 10, 20 และ 30 ทำการทดลองโดยการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม วิธีการให้คะแนน 5 คะแนน (5 points hedonic scoring test) ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน (ดังตารางที่ 2) พบว่า คะแนนเฉลี่ยทางด้านสีและกลิ่นที่ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P>95) โดยคะแนนเฉลี่ยทางด้านสีของข้าวเกรียบปลาที่ผสมก้างปลาร้อยละ 20 ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 3.47±0.62 คะแนน เนื่องจากผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่ได้มีสีเหลืองทอง ส่วนข้าวเกรียบปลาชุดควบคุมและข้าวเกรียบปลาที่ผสมก้างปลาร้อยละ 10 มีสีเหลืองอ่อนมากค่อนข้างขาว และข้าวเกรียบปลาที่ผสมก้างปลาร้อยละ 30 มีสีคล้ำ ทำให้ดูไม่น่ารับประทาน ส่วนทางด้านกลิ่น ข้าวเกรียบปลาที่ผสมก้างปลาร้อยละ 0 ได้คะแนนเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 3.70±0.96 คะแนน คือ เมื่อทำการเสริมก้างปลาลงในผลิตภัณฑ์ กลิ่นคาวปลาจะเพิ่มมากขึ้น ด้านรสชาติ พบว่า ข้าวเกรียบปลาที่ไม่ได้ผสมก้างปลาได้คะแนนเฉลี่ยมากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P\leq0.05$) เท่ากับ 3.60±0.99 คะแนน รองลงมาคือผสมก้างปลาร้อยละ 20 เท่ากับ 3.00±1.15 คะแนน ส่วนก้างปลาร้อยละ 10 และ 30 ได้คะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 2.80±1.06 คะแนนด้านความกรอบ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของข้าวเกรียบปลาที่ผสมก้างปลาชุดควบคุมไม่แตกต่างกับข้าวเกรียบปลาที่ผสมก้างปลาร้อยละ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P>95) ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาที่ผสมก้างปลา เมื่อทำการเพิ่มปริมาณก้างปลา จะส่งผลต่อความกรอบและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ คือความกรอบลดลงและเปลี่ยนเป็นแข็งแทน การศึกษาปริมาณก้างปลาที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา จากผลการทดลองข้างต้น ผู้ทำการทดลองได้เลือกผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาผสมก้างปลาร้อยละ 20 เพื่อนำมาใช้ในการทดลองขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 2 คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาเสริมแคลเซียมจากก้างปลา

ก้างปลา (ร้อยละ)	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	เนื้อสัมผัส	ชอบรวม
0	3.13±1.06^{ns}	3.70±0.96^{ns}	3.60±0.99^{a}	3.73±0.80^{a}	3.87±0.83^{a}	3.87±0.92^{a}
10	3.00±0.76^{ns}	2.73±0.94^{ns}	2.80±1.06^{b}	3.33±1.01^{ab}	3.47±1.07^{a}	3.13±0.97^{b}
20	3.47±0.62^{ns}	3.20±1.05^{ns}	3.00 ±1.15^{b}	3.47±0.80^{ab}	3.53±0.88^{a}	3.40 ±0.8^{ab}
30	3.13±1.06^{ns}	2.06±0.00^{ns}	2.80±0.80^{b}	3.00±1.19^{b}	2.86±1.12^{b}	2.73±1.09^{b}

หมายเหตุ:- ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นตัวเลขเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

2. ผลการศึกษาปริมาณแคลเซียมของข้าวเกรียบปลาเสริมแคลเซียม

การศึกษาปริมาณแคลเซียมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเสริมแคลเซียม โดยใช้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเสริมแคลเซียมที่เสริมก้างปลาร้อยละ 0 (ชุดควบคุม) และ ร้อยละ20 ที่ได้จากการทดลองขั้นตอนที่ 1 มาทำการศึกษา ด้วยวิธีการตรวจสอบ คือ การย่อยตัวอย่างด้วยกรด HNO_3 และ $HClO_4$ วัดปริมาณแคลเซียม ด้วยเครื่อง AAS โดย Flame technique (ดังตารางที่ 3) พบว่า ปริมาณแคลเซียมของชุดควบคุม คือร้อยละ 0 ได้เท่ากับ 58.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักแห้ง และที่ระดับร้อยละ 20 ได้เท่ากับ 7,700 มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักแห้ง โดยจะเห็นได้ว่าเมื่อเสริมก้างปลาในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา ปริมาณแคลเซียมก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่ถ้าใส่ก้างปลาปริมาณที่มากขึ้นเรื่อย ๆ จะทำให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาแข็งและกระด้างขึ้น จนไม่เป็นที่ยอมรับ

ตารางที่ 3 ปริมาณแคลเซียมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาเสริมแคลเซียม

ชนิดตัวอย่าง	ปริมาณ Ca (mg/kg DW)
ข้าวเกรียบ control	58.5
ข้าวเกรียบเสริมก้างปลา 20%	7,700 (0.77%)

3. ผลการศึกษาปริมาณและชนิดของสมุนไพรที่เหมาะสมที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเสริมแคลเซียม

การศึกษาปริมาณและชนิดของสมุนไพรที่เหมาะสมที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเสริมแคลเซียม โดยใช้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเสริมแคลเซียม ที่เสริมก้างปลาร้อยละ 20 มาทำการศึกษา สมุนไพรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ขมิ้นและกระเพรา ปริมาณร้อยละ 5, 10 และ 15 ทำการทดลองโดยการประเมินค่าทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 5-Point Hedonic Scale Test โดยใช้ผู้ทดสอบ 15 คน (ดังตารางที่ 5) พบว่า คะแนนเฉลี่ยทางด้านสี ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเสริมแคลเซียม ผสมขมิ้นร้อยละ 30 ได้มากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) เท่ากับ 4.27 ± 0.70 คะแนน เนื่องจากสีของขมิ้นทำให้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมีสีเหลืองสวย เข้ม เมื่อทอดแล้วสียังคงเป็นสีเหลืองเข้มอยู่ รองลงมาได้แก่ ชุดควบคุม, กระเพราร้อยละ 30, 20, 10, ขมิ้นร้อยละ 20 และ 10 ตามลำดับ โดยได้คะแนนเท่ากับ 4.13 ± 0.99, 4.13 ± 0.74, 3.60 ± 1.05, 3.53 ± 0.91, 3.13 ± 1.12 และ 3.07 ± 0.88 คะแนน ตามลำดับ ด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเสริมแคลเซียมผสมสมุนไพรชุดควบคุม ได้คะแนนเฉลี่ยมากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) เท่ากับ 4.47 ± 0.63, 4.33 ± 0.61 และ 4.60 ± 0.50 คะแนน ตามลำดับ อาจเป็นเพราะกลิ่นฉุนและรสชาติที่ฝาดเฝื่อนของขมิ้นและกระเพราทำให้คะแนนเฉลี่ยทางด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบรวมน้อยกว่าชุดควบคุมที่ไม่ได้ผสมสมุนไพรเลย ส่วนทางด้านความกรอบและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาเสริมแคลเซียม ที่ผสมสมุนไพรทุกชุดการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยที่ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P > 0.05$) แสดงว่าสมุนไพรที่ผสมลงไปในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาเสริมแคลเซียมไม่มีผลต่อความกรอบและเนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบ

ดังนั้นในการศึกษาปริมาณและชนิดของสมุนไพรที่เหมาะสมที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเสริมแคลเซียมและสมุนไพรที่มีฤทธิ์ชะลอการหืน จากผลการทดลองข้างต้นดังกล่าว ผู้ทำการวิจัยได้เลือก ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเสริมแคลเซียมที่ผสมขมิ้นปริมาณร้อยละ 15 และกระเพราร้อยละ 15 ไปใช้ในการทดลองขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4 คะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาเสริมแคลเซียมจากก้างปลา

สมุนไพร (ร้อยละ)	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	เนื้อสัมผัส	ชอบรวม
ชุดควบคุม (0)	4.13±0.99^{a}	4.47±0.63^{a}	4.33±0.61^{a}	4.47±0.63^{ns}	4.20±0.67^{ns}	4.60±0.50^{a}
ขมิ้น (5)	3.07±0.88^{b}	3.07±0.88^{bc}	3.73±0.59^{b}	4.13±0.63^{ns}	3.87±0.74^{ns}	4.13±0.83^{ab}
ขมิ้น (10)	3.13±1.12^{b}	3.40±0.91^{b}	4.13±0.63^{ab}	4.07±0.70^{ns}	3.87±0.91^{ns}	4.07±0.70^{ab}
ขมิ้น (15)	4.27±0.70^{a}	2.67±1.04^{c}	4.13±0.74^{ab}	4.00±0.65^{ns}	3.93±0.70^{ns}	4.13±0.63^{ab}
กระเพรา (5)	3.53±0.91^{ab}	4.27±0.79^{a}	4.20±0.67^{ab}	4.07±0.88^{ns}	3.60±1.05^{ns}	3.67±0.61^{b}
กระเพรา (10)	3.60±1.05^{ab}	4.13±0.83^{a}	4.26±0.59^{ab}	4.40±0.73^{ns}	4.00±1.00^{ns}	3.80±1.14^{b}
กระเพรา (15)	4.13±0.74^{a}	3.46±0.83^{b}	3.93±0.70^{ab}	4.13±4.13^{ns}	3.87±0.74^{ns}	3.87±0.63^{b}

หมายเหตุ: - ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นตัวเลขเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละแถวแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณแคลเซียมจากก้างปลาที่เสริมในตัวผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลา พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับสูตรที่ใช้ปริมาณก้างปลาร้อยละ 20 มากที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$) และจากผลการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมของข้าวเกรียบปลาเสริมแคลเซียม พบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาเสริมแคลเซียมชุดควบคุม มีปริมาณแคลเซียม 58.5 mg/kg DW และข้าวเกรียบปลาเสริมแคลเซียมร้อยละ 20 จะมีปริมาณแคลเซียม 7,700 (0.77 เปอร์เซ็นต์) mg/kg DW จากการศึกษาผลของชนิดและปริมาณสมุนไพรที่เหมาะสมที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบปลาเสริมแคลเซียม พบว่าข้าวเกรียบปลาเสริมแคลเซียมที่ใส่ขมิ้นร้อยละ 15 เหมาะสมมากที่สุด โดยเมื่อเสริมปริมาณแคลเซียมจากก้างปลาเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณแคลเซียมในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งจะทำให้ข้าวเกรียบปลาเสริมแคลเซียมมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิที่ได้สนับสนุนงบประมาณสำหรับการทำวิจัย และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตหันตรา ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมอนามัย. 2532. ข้อกำหนดสารอาหารที่ควรได้รับประจำวันและแนวทางการบริโภคอาหารสำหรับคนไทย. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพ.

กัญญา สุจริตวงศานนท์. 2536. อาหารสมุนไพรประจำบ้าน. อาหาร 23 (1) : 54 – 59.

นิธิยา รัตนปนนท์. 2539. เคมีอาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิรมล สุรัสวดี. 2527. ข้าวเกรียบ. รายงานวิชาอาหารจากธัญชาติและพืชหัว. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 51 น.

บังอร เกษมศาสนต์. 2502. ข้าวเกรียบปลา. วารสารประมง, 12 (1) : 57 – 59.

พันธ์ณรงค์ จันทร์แสงศรี. 2542. ข้าวเกรียบปลาเสริมสมุนไพรที่มีฤทธิ์ชะลอการหืน. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยพระนเรศวร. 78 น.

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. โอเอสพริ้นติ้งเฮ้าส์, กรุงเทพ ฯ. 197 น.

วนิดา โอศิริพันธุ์. 2545. ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อคุณภาพของข้าวเกรียบปลาดุก. วารสารจาร์พา. 67 (9) : 35 – 40.

สุดารัตน์ พริกบุญจันทร์. 2547. การพัฒนาคุณภาพข้าวเกรียบปลา. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. 48 น.

สุพาณี จตุรภุชาภรณ์. 2543. ข้าวเกรียบเสริมแคลเซียมจากเปลือกกุ้ง. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 80 น.

เสาวณีย์ เลิศวรสิริกุล. มปป. การพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Fennema, O.R. 1996. Food Chemistry. 3rd ed. Marcel Dekker, New York, pp. 157-224.

Juntachote, T., Berghofer, E., Siebenhandl, S. and Bauer, F. 2005. Antioxidative effect of added dried Holy basil and its ethanolic extracts on susceptibility of cooked ground pork to lipid oxidation. Food Chemistry.

Lachmann, A. 1969. Snack and Fried Product. Noyes Data, New Jersey.

อิทธิพลของอีริทรีทอล-ซูคราโลสและสารให้ความคงตัว ต่อคุณภาพของน้ำเสาวรสพร้อมดื่ม

The Effect of Erythritol-Sucralose and Stabilizers on the Quality of Ready to Drink Passion Fruit Juice

ธีรวัฒน์ เทพใจกาศ[1*] สุรีย์พร ละมูลเจริญ[1] อรทัย ชัยยา[1] และ ญาดา คำลือมี[2]

Teeravat Tepjaikad[1*] Sureeporn Lamooncharoeng[1] Orthai Chaiya[1] and Yada Khamluemee[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของสารให้ความหวานและสารให้ความคงตัวต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่ม เมื่อนำน้ำเสาวรส (ความเข้มข้นร้อยละ 15.38) มาคัดเลือกการเติมสารให้ความหวานอีริทรีทอลผสมซูคราโลส พบว่าการเติมร้อยละ 2 ได้รับคะแนนความชอบรวมเฉลี่ยดีกว่าการใช้ร้อยละ 1.5 และ 2.5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การคัดเลือกสารเพิ่มความคงตัว 3 ชนิด (ผงบุก คาร์ราจีแนน และผงบุกผสมคาร์ราจีแนน) ในปริมาณร้อยละ 0.1 และ 0.2 จัดสิ่งทดลองแบบ 3x2 Factorial in CRD พบว่าการใช้ผงบุกผสมคาร์ราจีแนนร้อยละ 0.1 ผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสที่พัฒนาได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับสิ่งทดลองอื่น โดยผลิตภัณฑ์มีสีเหลือง ค่าสี L*, a*, b* เท่ากับ 87.51±0.43 1.75±0.04 และ 21.80±0.07 ความข้นหนืด 5.00±0.35 เซนติพอยส์ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ) และค่าความเป็นกรดด่าง มีค่าเท่ากับ 2.72±0.01 องศาบริกซ์, ร้อยละ 0.44±0.01 และ 4.92±0.06 ตามลำดับ ส่วนปริมาณวิตามินซีทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) คะแนนความชอบเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัสจากการทดสอบความชอบแบบ 9 ระดับคะแนน ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสหวาน รสเปรี้ยว ลักษณะเนื้อสัมผัส ความข้นหนืด ความคงตัว และความชอบรวม เท่ากับ 7.17, 7.03, 7.30, 6.93, 6.83, 7.03, 6.80, 6.93 และ 7.30 คะแนน (ชอบปานกลาง-ชอบมาก) ตามลำดับ การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (N=200 คน) ต่อผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่มที่พัฒนาได้ด้วยวิธี Central Location Test ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 96.5 และสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 82.5 (10 บาท/140 มิลลิลิตร)

คำสำคัญ : น้ำเสาวรส, อีริทรีทอล, ซูคราโลส, ผงบุก, คาร์ราจีแนน

ABSTRACT

Study on the influence of sweeteners and stabilizers on the quality of ready-to-drink passion fruit juice. The passion fruit juice (concentration 15.38%) added 2% of erythritol mixed with sucralose had the most average overall liking score with significant difference ($p \leq 0.05$) from 1.5 and 2.5%. The 3x2 Factorial in CRD experiment was conducted with three types of stabilizers; konjac, carrageenan and the mixed of konjac-carrageenan powder were added 0.1 and 0.2%. An appropriate ready to drink passion fruit juice added the 0.1% mixed of konjac with carrageenan powder had significant difference ($p \leq 0.05$) from other treatments. The yellow passion fruit juice; L*, a*, b* value were 87.51 ± 0.43 1.75. ± 0.04 and 21.80 ± 0.07, respectively, viscosity 5.00 ± 0.35 centipoise. Total soluble solids, total acidity (%) and pH value was 2.72 ± 0.01, Brix, 0.44 ± 0.01 %, and 4.92 ± 0.06, respectively. The total vitamin C content was not significantly different ($p > 0.05$) compared with others. The mean score of the sensory evaluation from the 9-point hedonic scaling test showed that the developed passion fruit juice had appearance, color, sweetness, sourness, texture, viscosity, stability and overall liking were 7.17, 7.03, 7.30, 6.93, 6.83, 7.03, 6.80, 6.93 and 7.30 points (like moderately-like very much), respectively. The 96.5% of consumers (N=200) accepted the developed ready-to-drink passion fruit juice by the Central Location Test in Muang District, Lampang Province. They were interested in purchasing 82.5% (10 baht / 140 ml)

Keywords : Passion Fruit Juice, Erythritol, Sucralose, Konjac, Carrageenan

---

[1] สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ตำบลพิชัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000

[1] Department of Agro-Industry, Faculty of Science and Agriculture Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang, Pichai, Muang, Lampang, 52000, Thailand

[2] สาขาบริหารธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ตำบลพิชัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000

[2] Department of Business Administration (Marketing), Faculty of Business Administration and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang, Pichai, Muang, Lampang, 52000, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : teeravat@rmutl.ac.th

บทนำ

การบริโภคน้ำผักผลไม้ มีแนวโน้มการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้จากสภาพความเป็นอยู่ที่เปลี่ยนแปลงตลอดจนความรู้ ความเข้าใจในความสำคัญของการดูแลสุขภาพเพิ่มขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมผลิตน้ำผัก น้ำผลไม้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ผู้ประกอบการจึงนำเข้าผักผลไม้จากต่างประเทศ รวมทั้งผสมผสานผลไม้ต่างชนิด เพื่อสร้างความน่าสนใจและความแปลกใหม่ เสาวรสเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาแปรรูปเป็นน้ำผลไม้ และเป็นที่นิยมของผู้บริโภคอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เพราะกลิ่นหอมและรสชาติที่ถูกปาก รวมทั้งมีคุณค่าทางอาหารอีกด้วย พบวิตามินเอซึ่งช่วยในการบำรุงสายตาและผิวพรรณในปริมาณสูง มีวิตามินซีถึง 39.1 มก./100 กรัมเสาวรส ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าในน้ำมะนาว นอกจากนี้ยังมีรายงานถึงสารประกอบต่างๆ จากเมล็ดในเนื้อเสาวรสที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ พร้อมทั้งมีสรรพคุณช่วยแก้อาการนอนไม่หลับ ลดระดับไขมันในเส้นเลือดและลดแนวโน้มของการเกิดโรคกระเพาะปัสสาวะอักเสบอีกด้วย ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจเรื่องสุขภาพมากขึ้น โดยเฉพาะปัญหาน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นที่เป็นผลจากพฤติกรรมการรับประทานอาหาร โดยเฉพาะอาหารที่มีปริมาณน้ำตาลมาก ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่มที่ใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลที่ไม่ให้พลังงานแต่ให้ความหวานเทียบเท่ากับน้ำตาล เพื่อเป็นแนวทางการดูแลสุขภาพและเลือกใช้อย่างถูกต้องเหมาะสม อีกทั้งการใช้สารให้ความคงตัว เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพที่ดี เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยมีขอบเขตการศึกษาที่สำคัญคือ การใช้สารให้ความหวานอีริทรีทอล-ซูคราโลส สารให้ความคงตัวคือ ผงบุก กับคาร์ราจีแนน ในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่มที่มีคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในระดับที่น่าพอใจ ตามลำดับ

เสาวรส หรือ กะทกรกฝรั่ง (passion fruit) เป็นพืชในตระกูล **Passifloraceae** ประเทศไทยมีพืชตระกูลเดียวกัน คือ กะทกรก **(Passiflora foetida)** สุคนธรส **(Passiflora quadragunlaris)** และเสาวรส (**Passiflora laurifolia**) ถิ่นกำเนิดดั้งเดิมของเสาวรสอยู่บริเวณตอนใต้ของประเทศบราซิล เริ่มมีการแพร่ขยายไปปลูกในภูมิภาคต่างๆ ได้แก่ ไต้หวันและฮาวาย ตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 19 เป็นต้นมา ประเทศไทยนำพันธุ์เสาวรสเข้ามาปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2498 มีชื่อเรียกต่างๆ กัน เช่น เสาวรส กะทกรกยักษ์ กะทกรกฝรั่ง กะทกรกสีดา และเสาวรสสีดา เป็นต้น (ธงชัย, 2533) ปัจจุบันเสาวรสที่ปลูกกันมากมี 3 พันธุ์ (ลพ, 2545) ได้แก่ พันธุ์ผลสีม่วง (**Passiflora edulis** Sims) เมื่อผลสุกจะมีสีม่วงเข้มผิวเป็นมัน ผลมีลักษณะกลมหรือเป็นรูปไข่ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4-5 เซนติเมตร น้ำจากผลพันธุ์สีม่วงมีรสชาติดีกว่าพันธุ์สีเหลือง เป็นกรดต่ำ สีสวยและหวาน เหมาะสำหรับรับประทานสด พันธุ์ผลสีเหลือง (**Passiflora edulis f. flavicarpa**) เมื่อผลสุกจะมีสีเหลืองขมิ้น ผิวเป็นมัน มีขนาดใหญ่กว่าพันธุ์ผลสีม่วง เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5-7 เซนติเมตร น้ำคั้นของพันธุ์นี้มีกรดมากเหมาะสำหรับส่งเข้าโรงงาน เพื่อแปรรูปมากกว่ารับประทานผลสด พันธุ์ผลลูกผสม เป็นพันธุ์ที่เกิดจากการผสมระหว่างพันธุ์ผลสีม่วงกับพันธุ์ผลสีเหลือง มีลักษณะผลใหญ่ ให้ผลดก ผสมตัวเองได้ มีรกห่อหุ้มเมล็ดมากเปลือกบาง มีลูกกลมหรือลูกยาวรี เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมทำน้ำเสาวรส เพราะสามารถเก็บผลผลิตป้อนโรงงานได้ทั้งปี

อีริทรีทอล (Erythritol) จัดเป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ (Sugar alcohol) ซึ่งได้รับการรับรองจากองค์กรอาหารและยา (อย.) ของสหรัฐอเมริกา (US FDA) ให้ใช้เป็นสารให้ความหวานได้ โดยน้ำตาลอีริทริทอลจะให้ความหวานที่ระดับร้อยละ 60-70 ของน้ำตาลทราย (Sucrose) แต่ให้พลังงานแคลลอรี่ต่ำมาก ที่ 0.2 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม (kCal/g) ซึ่ง

ต่ำกว่าคาร์โบไฮเดรตทั่วไปถึงร้อยละ 95 และไม่มีผลต่อระดับน้ำตาลในกระแสเลือด การผลิตอีริทรีทอลในเชิงพาณิชย์ได้มาจากการนำกลูโคส (Glucose) ไปหมักด้วยยีสต์ (Yeast) อีริทรีทอลเมื่อละลายน้ำแล้วจะดูดความร้อน ทำให้รู้สึกเย็นเมื่อสัมผัส ทางผู้ผลิต จึงมักจะนำอีริทรีทอลไปผสมในสินค้าประเภทเครื่องดื่มดับกระหาย หรือผสมกับสารแต่งกลิ่น แต่งรส เช่นมินต์ ซึ่งต้องการให้สินค้าให้รสสัมผัสเย็นสดชื่น นอกจากนี้ยังมีการใช้อีริทรีทอล (Erythritol) ผสมกับสารสกัดหญ้าหวาน (Stevia) ผสมลงในอาหารเพื่อให้ได้รสชาติที่ใกล้เคียงกับน้ำตาลทราย อีริทรีทอลมีความสามารถในการละลายในน้ำต่ำกว่าน้ำตาลทราย ดังนั้น ในอาหารบางชนิด อาจจำเป็นต้องผสมอีริทรีทอลกับตัวพาอื่นๆ เพื่อช่วยให้ละลายได้มากยิ่งขึ้น (นิรนาม, ม.ป.ป.)

ซูคราโลส (sucralose) ให้ความหวาน 600 เท่าของน้ำตาลซูโครส มีรสชาติคล้ายคลึงกับน้ำตาลไม่ก่อให้เกิดโรคฟันผุและไม่ทำให้เกิดรสขมหรือเฝื่อนติดปลายลิ้น องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา(FDA) ได้อนุญาตให้ใช้ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวาน (Shankar **et a**l., 2013) เพื่อใช้ทดแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด เช่น อาหารกระป๋อง ไอศกรีม ขนมขบเคี้ยว หมากฝรั่ง ลูกกวาด เครื่องดื่มต่างๆ และน้ำตาลสำหรับโรยหน้าขนม เป็นต้น ปริมาณที่องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาอนุญาตให้บริโภคได้อย่างปลอดภัยโดยไม่เกิดอันตรายใดๆ (ADI) คือ ไม่เกิน 15 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม/วัน (วรรณคล, 2551)

อีริทรีทอล-ซูคราโลส (erythritol-sucralose) เป็นสารรวมระหว่างน้ำตาลแอลกอฮอล์ (sugar alcohol) อีริทรีทอลและสารให้ความความหวานยิ่งยวด (intense sweetener) ซูคราโลส มีความหวานมากกว่าซูโครส 8 เท่าและให้พลังงานน้อยกว่า 0.18 กิโลแคลอรีต่อกรัม จึงเป็นน้ำตาลที่เลือกใช้แทนซูโครสในผลิตภัณฑ์ของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ปัจจุบันนี้มีขายตามท้องตลาด (ณัฐรัตน์, 2555)

วิธีดำเนินการวิจัย

ตอนที่ 1 ศึกษาสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลที่มีผลต่อน้ำเสาวรสพร้อมดื่ม โดยนำน้ำเสาวรสแท้ที่จำหน่ายทางการค้า (จัดจำหน่ายโดย บริษัทแมคโคร ลำปาง) ที่เก็บรักษาแบบแช่เยือกแข็ง บรรจุในถุงพลาสติก (ขนาด 1 กิโลกรัม) มาทำการละลายน้ำแข็ง (อุณหภูมิตู้เย็น) เรียบร้อยแล้ว ตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพและเคมี ในด้านค่าสี (L* a* b*) ด้วยเครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Quest XE (USA) ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Sanmin รุ่น XE – 620 Pen Type pH Tester -USA) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในทั้งหมด (องศาบริกซ์) โดยใช้ Hand Refractometer (ATAGO รุ่น N-3E-USA) ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณวิตามินซี โดยวิธีการ Titration ตามวิธี AOAC (2000)

จากนั้นผลิตน้ำเสาวรสพร้อมดื่ม โดยทำการผสมน้ำเสาวรสแท้กับน้ำสะอาด (ความเข้มข้นร้อยละ 15.38 (w/w)) เติมสารให้ความหวาน คือ อีริทรีทอลผสมซูคราโรสที่ความเข้มข้น 3 ระดับ คือร้อยละ 1.5 2 และ 2.5 ของน้ำเสาวรสทั้งหมด โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) นำมาผสมกับน้ำเสาวรสให้เป็นเนื้อเดียวกัน และกำหนดปริมาณกรดทั้งหมด (ในรูปกรดซิตริก) ของน้ำเสาวรสในช่วงร้อยละ 0.3-0.6 (คณาจารย์ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมเกษตรลำปาง, 2545) ทำการพาสเจอร์ไรซ์ ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นบรรจุในขวดพลาสติก ขนาด 150 มิลลิลิตร ที่ผ่านการลวกฆ่าเชื้อ ปิดฝา แล้วจึงทำให้เย็นทันที จากนั้นนำมาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี พร้อมทั้งประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยการทดสอบความชอบแบบ 9 Point

Hedonic Scaling Test (คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน แล้วจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (Analysis of variance) ด้านคุณภาพทางกายภาพและเคมี ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ข้อมูลทางประสาทสัมผัสวิเคราะห์ตามแผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์ (RCBD) วิเคราะห์ค่าความแตกต่างสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan' s new multiple rang test เพื่อคัดเลือกสิ่งทดลองที่มีเหมาะสม และได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดไปศึกษาต่อไป

ตอนที่ 2 ศึกษาการใช้สารให้ความคงตัวในปริมาณที่เหมาะสมต่อน้ำเสาวรสพร้อมดื่ม โดยใช้ชนิดของสารให้ความคงตัวในปริมาณที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่ม ได้แก่ ผงบุก คาร์ราจีแนน และผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนน วางแผนการทดลองแบบ 3x2 Factorial in CRD วิเคราะห์ความแตกต่างของสิ่งทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) โดยกำหนดระดับของปัจจัยในการศึกษา คือ ปัจจัยที่ 1 ชนิดของสารให้ความคงตัว (A) ได้แก่ ผงบุก (a_1), คาร์ราจีแนน (a_2) และผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนน (a_3) ปัจจัยที่ 2 ปริมาณการใช้สารให้ความคงตัว (B) ได้แก่ ร้อยละ 0.1 (b_1) และร้อยละ 0.2 (b_2) คัดเลือกสิ่งทดลองที่ดีที่สุดมาเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม (ไม่ใช้สารให้ความคงตัว) วิเคราะห์ความแตกต่างของสิ่งทดลองโดยวิธี DMRT (Duncan's NEW Multiple Range Test) จากนั้นนำมาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและเคมี พร้อมทั้งประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังวิธีการเช่นเดียวกันในตอนที่ 1

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลทางสถิติ (Analysis of variance) ในด้านคุณภาพทางกายภาพและเคมี ตามแผนการทดลอง ส่วนข้อมูลทางประสาทสัมผัสวิเคราะห์ตามการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) วิเคราะห์ค่าความแตกต่างสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan' s new multiple rang test เพื่อคัดเลือกสิ่งทดลองที่มีคุณภาพที่ดีและได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดไป

ตอนที่ 3 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่มที่สัมพันธ์กับปัจจัยทางการตลาด โดยทำการทดสอบแบบ Central Location Test (CLT) ใช้ผู้บริโภคในเขตพื้นที่อำเภอเมืองลำปาง จำนวน 200 คน โดยนำเสนอตัวอย่างน้ำเสาวรสพร้อมดื่ม กับแบบสอบถามร่วมกับแบบประเมินความชอบต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic Scaling 9 Point ด้านคุณลักษณะ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่ม

ผลและวิจารณ์ผล

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในน้ำเสาวรสพร้อมดื่ม

คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำเสาวรสแท้ก่อนการผลิต มีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 59.64 ความเข้มของสีแดง-เขียว (a*) เท่ากับ 17.35 และความเข้มของสีเหลือง- น้ำเงิน (b*) เท่ากับ 76.38 ด้านปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) เท่ากับ 13.90 องศาบริกซ์ ด้านปริมาณกรดซิตริกทั้งหมด (TA) เท่ากับร้อยละ 2.80 ด้านความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 2.39 และด้านปริมาณวิตามินซีทั้งหมด เท่ากับ 0.004 มิลลิกรัมต่อ 10 มิลลิลิตรตัวอย่าง

สำหรับคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่ม ที่ใช้สารให้ความหวานคือ อีริทรีทอล-ซูคราโลสที่ความเข้มข้น 3 ระดับ คือร้อยละ 1.5 2 และ 2.5 ของน้ำเสาวรสทั้งหมด โดยกำหนดให้ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกอยู่ในช่วงร้อยละ 0.3-0.6 (คณาจารย์ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมเกษตรลำปาง, 2545) แสดงในตารางที่ 1 และ 2

ด้านค่าสี พบว่า ระดับอีริทรีทอล-ซูคราโลสที่ร้อยละ 1.5, 2 และ 2.5 มีค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 83.26 81.74 และ 83.17 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ที่ระดับร้อยละ 1.5 มีค่าความสว่าง (L^*) มาก เนื่องจาก มีผลึกของอีริทรีทอล-ซูคราโลสเกิดขึ้นมากพอจึงทำให้มีค่าความสว่าง (L^*) มาก (ณัฐรัตน์, 2555) ด้านค่าความเข้มของสีแดง-เขียว (a^*) อยู่ในช่วง 3.44 - 3.82 ส่วนค่าความเข้มของสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) อยู่ในช่วง 28.24 -30.30 ทั้งนี้การใช้สารให้ความหวานที่ระดับร้อยละ 2 มีค่ามากที่สุด เมื่อใช้อีริทรีทอล-ซูคราโลสที่ร้อยละ 1.5 2 และ 2.5 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ปริมาณกรดซิตริกทั้งหมด (TA) ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณวิตามินซีทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

สำหรับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน พบว่า คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏสี รสชาติ เนื้อสัมผัสและการยอมรับรวม ของผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่มที่ระดับอีริทรีทอล-ซูคราโลสต่างกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่มที่มีระดับอีริทรีทอล-ซูคราโลสร้อยละ 2 ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยเท่ากับ 7.27 คะแนน ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารให้ความหวานในปริมาณร้อยละ 1.5 และ 2.5 ตามลำดับ จากผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้น จึงคัดเลือกน้ำเสาวรสพร้อมดื่มที่มีการใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาล ในระดับ ร้อยละ 2 ไปใช้ในการศึกษาชนิดและระดับของสารให้ความคงตัวต่อไป

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาการใช้สารให้ความคงตัวในปริมาณที่เหมาะสมต่อน้ำเสาวรสพร้อมดื่ม

ผลของการใช้สารให้ความคงตัว 3 ชนิด (ผงบุก คาร์ราจีแนน และผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนน) ในปริมาณการใช้ 2 ระดับ (ร้อยละ 0.1 ร้อยละ 0.2) แสดงในตารางที่ 3 พบว่า ชนิดของสารให้ความคงตัวมีผลต่อค่าความสว่าง (L*) ค่าความเข้มของสีแดง-เขียว (a*) ค่าความเข้มของสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) ค่าความข้นหนืด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณกรดทั้งหมด(เทียบกับกรดซิตริก) และค่าความเป็นกรด-ด่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) แต่ปริมาณวิตามินซีทั้งหมด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) สำหรับปริมาณการใช้สารให้ความคงตัว พบว่า ด้านค่าความสว่าง (L*) ค่าความเข้มของสีแดง-เขียว (a*) ค่าความเข้มของสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) ความข้นหนืด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณกรดทั้งหมด(เทียบกับกรดซิตริก) และค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณวิตามินซีทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของสารให้ความคงตัวและปริมาณการใช้สารให้ความคงตัว พบว่าชนิดและปริมาณของสารให้ความคงตัวที่ใช้แตกต่างกัน ทำให้ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเข้มของสีแดง-เขียว (a*) ค่าความเข้มของสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) ความข้นหนืด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณกรดทั้งหมด (เทียบกับกรดซิตริก) และค่าความเป็นกรด-ด่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) แต่ปริมาณวิตามินซีทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.0$

ตารางที่ 1 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำเสาวรสพร้อมดื่ม

ระดับของสารให้ความหวาน (ร้อยละ)	ค่าสี			ลักษณะทางกายภาพและทางเคมี			
	L*	a*	b*	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)^{ns}	ปริมาณกรดทั้งหมด (%)^{ns}	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)^{ns}	ปริมาณวิตามินซีทั้งหมด (มิลลิกรัม/10มิลลิลิตร ตัวอย่าง)^{ns}
1.5	83.26±0.78^{a}	3.44±0.11^{b}	28.24±0.57^{b}	4.70±0.00	0.52±0.02	2.72±0.01	0.003±0.000
2	81.74±0.71^{b}	3.82±0.05^{a}	30.30±0.18^{a}	5.50±0.00	0.53±0.01	2.72±0.00	0.004±0.001
2.5	83.17±0.29^{a}	3.50±0.02^{b}	28.87±0.30^{b}	5.90±0.00	0.51±0.01	2.72±0.01	0.003±0.001

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำเสาวรสพร้อมดื่มที่ใช้สารให้ความหวานในปริมาณที่แตกต่างกัน

สิ่งทดลอง	ชนิดของสารให้ความหวาน xปริมาณการใช้สารให้ความหวาน (ร้อยละ)	ลักษณะปรากฏ^{ns}	สี ^{ns}	กลิ่น*	รสหวาน^{ns}	ลักษณะเนื้อสัมผัส^{ns}	ความชอบรวม^{ns}
1	อีริทรีทอล-ซูคราโลส (1.5)	7.07±0.87	7.17±1.05	6.67±0.88^{b}	7.10±1.00	6.70±1.18	7.17±1.02
2	อีริทรีทอล-ซูคราโลส (2.0)	7.00±0.91	6.93±0.98	6.27±0.79^{a}	7.00±0.98	6.63±0.96	7.27±1.11
3	อีริทรีทอล-ซูคราโลส (2.5)	6.97±1.00	7.03±1.13	6.93±1.60^{ab}	6.63±1.50	6.50±1.11	6.90±1.21

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ค่าความสว่าง (L*) ของสีน้ำเสาวรสพร้อมดื่ม พบว่า ผงบุกร้อยละ 0.1 มีค่าความสว่าง (L*) สูงที่สุด เท่ากับ 90.60 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับผงบุก คาร์ราจีแนน และผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนนที่ระดับอื่นๆ เนื่องจากสารให้ความคงตัว นอกจากจะให้ความคงตัวแก่ผลิตภัณฑ์แล้วยังช่วยในเรื่องของการกระจายตัวของเนื้อผสมในตัวของผลิตภัณฑ์อีกด้วย จึงทำให้มีค่าความสว่าง (L*) สูง ค่าความเข้มของสีแดง-เขียว (a*) พบว่า ผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนนร้อยละ 0.1 มีค่าความเข้มของสีแดง-เขียว (a*) สูงที่สุด เท่ากับ 1.75 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับผงบุก คาร์ราจีแนน และผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนนที่ระดับอื่นๆค่าความเข้มของสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) พบว่า ผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนนร้อยละ 0.2 มีค่าความเข้มของสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) สูงที่สุด เท่ากับ 23.10 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับผงบุก คาร์ราจีแนน และผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนนที่ระดับอื่นๆ ค่าความข้นหนืด พบว่า ผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนนร้อยละ 0.1 มีค่าความข้นหนืดสูงที่สุด เท่ากับ 4.92 เซนติพอยส์ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับผงบุก คาร์ราจีแนน และผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนนที่ระดับอื่นๆ ด้านปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและด้านปริมาณกรดทั้งหมด(เทียบกับกรดซิตริก) พบว่า ผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนนร้อยละ 0.1 มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและปริมาณกรดซิตริกสูงที่สุด เท่ากับ 4.92 องศาบริกซ์ และร้อยละ 0.44 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับผงบุก คาร์ราจีแนน และผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนนที่ระดับอื่นๆ ด้านความเป็นกรด-ด่าง พบว่า คาร์ราจีแนนร้อยละ 0.1 และ 0.2 มีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงที่สุด เท่ากับ 2.91 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับผงบุกและผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนนที่ระดับอื่นๆ

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่มทั้ง 6 สูตร โดยการทดสอบความชอบแบบ 9 Point Hedonic Scaling Test (ตารางที่ 4)

จากปัจจัยด้านชนิดของสารให้ความคงตัวที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่ม ด้านลักษณะปรากฏ ด้านความคงตัวและความชอบรวม พบว่า การใช้สารให้ความคงตัวทั้ง 3 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ส่วนด้านสี กลิ่น รสหวาน รสเปรี้ยว ลักษณะเนื้อสัมผัส และความข้นหนืด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ด้านลักษณะปรากฏ ด้านความคงตัว และความชอบรวมพบว่า น้ำเสาวรสพร้อมดื่มที่ใช้ผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนนมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ 6.98 6.68 และ 6.98 คะแนนตามลำดับ

ปัจจัยด้านปริมาณการใช้สารให้ความคงตัว พบว่า ด้านลักษณะปรากฏ ด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสหวาน ด้านรสเปรี้ยว ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ด้านความข้นหนืด ด้านความคงตัวและความชอบรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ด้านปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างชนิดของสารให้ความคงตัวและปริมาณการใช้สารให้ความคงตัว พบว่า ลักษณะปรากฏ ด้านกลิ่น รสหวาน รสเปรี้ยว ลักษณะเนื้อสัมผัส ความข้นหนืด ความคงตัว และความชอบรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) แต่ด้านสี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสหวาน ลักษณะเนื้อสัมผัส ความข้นหนืด ความคงตัว และความชอบรวม พบว่า ผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนนร้อยละ 0.1 มีค่าคะแนนการยอมรับมากที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับผงบุก คาร์ราจีแนน และผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนนที่ระดับร้อยละอื่นๆ

ด้านรสเปรี้ยว พบว่า ผงบุกร้อยละ 0.1 กับผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนนร้อยละ 0.1 มีค่าคะแนนการยอมรับมากที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับผงบุก คาร์ราจีแนน และผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนนระดับอื่นๆ

ตอนที่ 3 การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่มที่พัฒนาได้

จากการสำรวจการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 200 คน มีลักษณะทางประชากรศาสตร์ดังนี้ ผู้บริโภคเป็นเพศชาย (ร้อยละ 23.5) เพศหญิง (ร้อยละ 76.5) มีอายุระหว่าง 21-30 ปี มากที่สุด (ร้อยละ 56.0) รองลงมาคืออายุระหว่าง 10-20 ปี (ร้อยละ 40.5) การศึกษาระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 92.0) ส่วนใหญ่ เป็นนักเรียน/นักศึกษา (ร้อยละ 96.0) มีรายได้เฉลี่ยต่ำกว่า 5,000 บาท (ร้อยละ 82) พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้พร้อมดื่ม ผู้บริโภค นิยมดื่มผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้พร้อมดื่ม (ร้อยละ 86.0) ในรูปแบบบรรจุภัณฑ์แบบกล่อง UHT (ร้อยละ 35.6) และนิยมดื่มผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ยี่ห้อ ทิปโก้ (ร้อยละ 29.6) มีความถี่ในการดื่มผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้พร้อมดื่ม นานๆครั้ง (ร้อยละ 38.0) ผู้บริโภคเลือกซื้อตามร้านสะดวกซื้อมากที่สุด (ร้อยละ 35.9) โดยพิจารณาองค์ประกอบในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากด้านรสชาติ คุณค่าทางโภชนาการ ราคา และส่วนประกอบ คิดเป็นร้อยละ 42.8, 34.9, 34.8 และ ร้อยละ 26.7 ตามลำดับ

จากข้อมูลผลการสำรวจพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่มที่ใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล พบว่า ผู้บริโภครู้จักสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล ร้อยละ 63.5 ส่วนใหญ่คุ้นเคยหรือรู้จักสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล ซูคราโลส (ร้อยละ 45.6) รองลงมาคือ แซ็กคาริน (ร้อยละ 17.7) และสตีวิโอไซด์(หญ้าหวาน) (ร้อยละ 13.9) ทั้งนี้ผู้บริโภคคิดว่าผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่มที่มีการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลน่าสนใจ ร้อยละ 75.0 สำหรับการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่มที่ใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล ผู้บริโภคมีปัจจัยพิจารณาด้านรสชาติ (ร้อยละ 29.1) ราคา (ร้อยละ 18.8) สี (ร้อยละ 17.0) คุณค่าทางโภชนาการ (ร้อยละ 16.2) หากมีผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่มเติมสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลที่จำหน่ายในท้องตลาดในราคา 10 บาท ต่อ 140 มิลลิลิตร ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับและซื้อผลิตภัณฑ์น้ำสาวรสพร้อมดื่มที่ใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 3 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำเสาวรสพร้อมดื่มที่ใช้สารให้ความคงตัวต่างชนิดและระดับที่แตกต่างกัน

ปัจจัย	สี			ความข้นหนืด (เซนติพอยส์)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ)	ความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณวิตามินซีทั้งหมด (มิลลิกรัม/10มิลลิลิตร ตัวอย่าง)
	L^*	a*	b*					
ชนิดสารให้ความคงตัว (A)	*	*	*	*	*	*	*	ns
ผงบุก (A_1)	90.06±0.76^{a}	1.54±0.16^{b}	20.37±1.06^{b}	7.00±2.20^{a}	4.65±0.19^{b}	0.41±0.01^{b}	2.82±0.03^{b}	0.001±0.00
คาร์ราจีแนน (A_2)	87.70±0.66^{b}	1.56±0.14^{b}	20.62±0.24^{b}	4.80±0.38^{c}	4.63±0.08^{b}	0.42±0.01^{b}	2.91±0.01^{a}	0.001±0.00
ผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนน (A_3)	87.31±0.64^{b}	1.68±0.10^{a}	22.45±0.74^{a}	5.50±0.59^{b}	4.83±0.11^{a}	0.43±0.01^{a}	2.80±0.09^{c}	0.001±0.00
สารให้ความคงตัว (B)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
0.1 (B_1)	88.43±1.69	1.61±0.17	20.57±1.06	4.93±0.40	4.66±0.21	0.42±0.02	2.81±0.08	0.001±0.00
0.2 (B_2)	88.28±1.16	1.57±0.12	21.72±1.07	6.60±1.87	4.74±0.07	0.42±0.01	2.88±0.03	0.001±0.00
ชนิดของสารให้ความคงตัว x ปริมาณการใช้สารให้ความคงตัว	*	*	*	*	*	*	*	ns
A_1B_1	90.60±0.49^{a}	1.40±0.07^{c}	19.43±0.40^{e}	5.00±0.35^{c}	4.48±0.08^{e}	0.40±0.01^{c}	2.80±0.02^{d}	0.001±0.00
A_1B_2	89.51±0.55^{b}	1.67±0.08^{ab}	21.30±0.12^{c}	9.00±0.00^{a}	4.82±0.06^{ab}	0.42±0.01^{ab}	2.85±0.00^{c}	0.001±0.00
A_2B_1	87.16±0.43^{cd}	1.69±0.06^{ab}	20.47±0.24^{d}	4.80±4.60^{c}	4.58±0.08^{de}	0.41±0.01^{bc}	2.91±0.01^{a}	0.001±0.00
A_2B_2	88.24±0.23^{c}	1.44±0.02^{c}	20.77±0.12^{d}	4.80±0.00^{c}	4.68±0.06^{cd}	0.42±0.01^{b}	2.91±0.00^{a}	0.001±0.00
A_3B_1	87.51±0.43^{cd}	1.75±0.04^{a}	21.80±0.07^{b}	5.00±0.35^{c}	4.92±0.06^{a}	0.44±0.01^{a}	2.72±0.01^{e}	0.001±0.00
A_3B_2	87.11±0.85^{d}	1.61±0.08^{b}	23.10±0.30^{a}	6.00±0.00^{b}	4.73±0.03^{bc}	0.42±0.01^{b}	2.89±0.01^{b}	0.001±0.00

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4 คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของนำเสาวรสพร้อมดื่มที่ใช้ สารให้ความคงตัวต่างชนิดและระดับที่แตกต่างกัน

ปัจจัย	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสหวาน	รสเปรี้ยว	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความข้นหนืด	ความคงตัว	ความชอบรวม
ชนิดของสารให้ความคงตัว (A)	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*
ผงบุก (A_1)	6.90±0.92^{ab}	6.87±1.19	6.70±1.09	6.33±1.35	6.45±1.31	6.45±1.10	6.25±1.13	6.38±1.11^{ab}	6.73±1.06^{ab}
คาร์ราจีแนน (A_2)	6.70±1.20^{b}	6.72±1.32	6.63±1.16	6.62±0.99	6.45±1.40	6.50±1.48	6.28±1.38	6.28±1.41^{b}	6.62±0.99^{b}
ผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนน (A_3)	6.98±1.03^{a}	6.82±1.24	6.92±1.20	6.58±1.48	6.55±1.31	6.67±1.12	6.53±1.14	6.68±1.08^{a}	6.98±1.08^{a}
ปริมาณการใช้สารให้ความคงตัว (B)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
0.1 (B_1)	6.89±1.10	6.86±1.29	6.83±1.19	6.72±1.22	6.69±1.30	6.67±1.19	6.51±1.24	6.53±1.23	7.30±0.84
0.2 (B_2)	6.83±1.02	6.74±1.20	6.67±1.11	6.30±1.33	6.28±1.33	6.41±1.28	6.20±1.18	6.37±1.19	6.67±1.21
ชนิดของสารให้ความคงตัว x ปริมาณการใช้สารให้ความคงตัว	*	ns	*	*	*	*	*	*	*
A_1B_1	6.87±0.97^{ab}	6.80±1.42	6.70±1.12^{b}	6.53±1.20^{ab}	6.80±1.10^{a}	6.60±1.13^{ab}	6.53±1.20^{ab}	6.53±1.17^{ab}	6.90±1.13^{ab}
A_1B_2	6.93±0.87^{ab}	6.93±0.91	6.70±1.09^{b}	6.13±1.48^{b}	6.10±1.42^{b}	6.30±1.06^{b}	5.97±1.00^{c}	6.23±1.04^{b}	6.57±0.97^{b}
A_2B_1	6.63±1.33^{b}	6.73±1.46	6.50±1.20^{b}	6.70±1.02^{ab}	6.43±1.52^{ab}	6.37±1.45^{b}	6.20±1.40^{bc}	6.13±1.48^{b}	6.63±1.03^{b}
A_2B_2	6.77±1.07^{b}	6.70±1.18	6.77±1.14^{b}	6.53±0.97^{ab}	6.47±1.28^{ab}	6.63±1.52^{ab}	6.37±1.35^{abc}	6.43±1.33^{b}	6.60±0.97^{b}
A_3B_1	7.17±0.91^{a}	7.03±0.96	7.30±1.15^{a}	6.93±1.41^{a}	6.83±1.26^{a}	7.03±0.85^{a}	6.80±1.06^{a}	6.93±0.87^{a}	7.30±0.84^{a}
A_3B_2	6.80±1.13^{ab}	6.60±1.45	6.53±1.14^{b}	6.23±1.48^{b}	6.27±1.31^{ab}	6.30±1.24^{b}	6.27±1.17^{bc}	6.43±1.22^{b}	6.67±1.21^{b}

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 5 ข้อมูลเกี่ยวกับการยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่ม

ข้อมูล	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่มเติมสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลที่นำเสนอมีคุณภาพดีพอที่ท่านจะยอมรับได้หรือไม่		
ยอมรับ	193	96.5
ไม่ยอมรับ	7	3.5
รวม	200	100
หากมีผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่มเติมสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลจำหน่ายในตลาด (10 บาท ต่อ 140 มิลลิลิตร) ท่านจะ		
ซื้อ	165	82.5
ไม่ซื้อ	16	8
ไม่แน่ใจ	19	9.5
รวม	200	100

สำหรับการทดสอบความชอบของผู้บริโภคในคุณลักษณะต่างๆ (ตารางที่ 6) พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ กลิ่นรส ความข้นหนืด และความชอบรวม โดยมีคะแนนเฉลี่ย คือ 6.97 7.15 7.14 7.10 7.09 6.92 และ 7.17 คะแนน ตามลำดับ

ตารางที่ 6 คะแนนความชอบผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่ม

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ
ลักษณะปรากฏ	6.97±2.11
สี	7.15±2.18
กลิ่น	7.14±2.49
รสชาติ	7.10±2.42
กลิ่นรส	7.09±2.43
ความข้นหนืด	6.92±2.12
ความชอบรวม	7.17±2.36

สรุปผลการวิจัย

1. สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลของอีริทรีทอล- ซูคราโลสที่ระดับร้อยละ 2 เหมาะสมที่สุด

2. ชนิดและปริมาณสารเพิ่มความคงตัวที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่ม คือ ผงบุกร่วมกับคาร์ราจีแนน ร้อยละ 0.1

3.การยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 200 คน พบว่า ผู้บริโภคร้อยละ 96.5 ยอมรับผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสพร้อมดื่มที่พัฒนาได้ โดยให้คะแนนความชอบรวม (เฉลี่ย) เท่ากับ 7.17 คะแนน และผู้บริโภคร้อยละ 82.5 มีความต้องการซื้อหากมีการผลิตเพื่อจำหน่าย

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ สถาบันวิจัยและฝึกอบรมเกษตรลำปาง. 2545. การผลิตน้ำผลไม้พร้อมดื่ม. เอกสารประกอบการสาธิต สถาบันวิจัยและฝึกอบรมเกษตรลำปาง. ลำปาง. 23 น.

ณัฐรัตน์ ศรีสังวาลย์. 2555. การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมอาลัวและฝอยทอง โดยการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม. 171 น.

ทนง ภัครัชพันธ์. 2540. การใช้ความร้อนในกระบวนการแปรรูป. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ธงชัย เนมขุนทด. 2533. แพสชั่นฟรุ๊ต: โครงการหนังสือเกษตรชุมชน. กรุงเทพฯ: เรืองแสงการพิมพ์,

ธัญชนก อุดมทรัพย์ นันทวัน เทิดไทย และเทพกัญญา หาญศีลวัต. 2008. ผลของความเข้มข้นของแซนแทนกัมและคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสต่อคุณภาพของน้ำมังคุดชนิดขุ่น. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

นิรนาม. ม.ป.ป. อีริทรีทอล. แหล่งที่มา https://www.chemipan.com/home/index.php/635.html, 13 กรกฎาคม 2559

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2558. ซูคราโลส. แหล่งที่มาhttp://www.foodne tworksolution. com/wiki/word/1548/sucralose, 30 พฤศจิกายน 2558

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2558. คาร์ราจีแนน. แหล่งที่มา http://www. foodnetworksolution. com/ wiki/word/1274/carrageenan, 24 กรกฎาคม 2559

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2558. อีริทริทอล. แหล่งที่มา http://www.foodnetworksolution. com/wiki/word/2574/erythritol, 24 กรกฎาคม 2559

ลพ ภวภูตานนท์. 2545. การปลูกกระทกรกฝรั่ง. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. แหล่งที่มา www.eto.ku.ac.th/neweto/ebook/plant/tree_fruit/fruit4.pdf, 15 พฤศจิกายน 2558.

วรรณคล เชื้อมงคล. 2551. สารให้ความหวาน: การใช้และความปลอดภัย. ไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาการสุขภาพ 3(1) : 161-168

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 19th. The Association of Official Chemists. Washington D.C. 1,298 p.

Rocha, I.F.O., Bolini, H.M.A., 2015. Different sweeteners in passion fruit juice: Ideal and equivalent sweetness. LWT - Food Science and Technology 62: 861-867.

Wibowo, S., V. Liesbeth, T. Jovana, S.S. Jihan, L. Lien, P. Agnese, G. Tara, H. Marc, and L.V. Ann. 2015. Colour and carotenoid changes of pasteurised orange juice during Storage. Food Chemistry 171: 330–340.

Wibowo, S., G. Tara, S.S. Jihan, T. Jovana, V. Liesbeth, H. Marc, and L.V. Ann. 2015. Quality changes of pasteurised orange juice during storage: A kinetic study of specific parameters and their relation to colour instability. Food Chemistry 187: 140–151.

Santhirasegaram, V., R. Zuliana, G.S. Dominic, and S. Chandran. 2015. Comparison of UV-C treatment and thermalpasteurization on quality of Chokanan mango(Mangifera indica L.) juice. food and bioproducts processing 94: 313–321.

Tuyen, C. Kha, Minh H. Nguyen and Paul D. Roach. 2010. Effedts fo spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the Gac (Momordica cochinensis) fruit aril powder. Food Engineering, 98: 385-392

Yoshida, M., Yamamoto, M. and Nikaido, T. 1992. Quercetin arrest human leukemic cells in late G1 phase of the cell cycle. **Cancer Res**., 52: 6,679-6,681.

การพัฒนารูปแบบการเคลือบน้ำตาลกรอบเค็มด้วย Penalty Analysis

Development of Sugar Coating Style for Krob–Kem (Thai Snack) Using Penalty Analysis

ธนพล ดาวเรือง[1] ชานนท์ สาระสุข[1*] และนุชนาถ สิงห์โห[1]

Thanapon Dowrueng[1] Chanon Sarasuk[1*] and Nuchanart Sing–ho[1]

บทคัดย่อ

กรอบเค็ม มีลักษณะเป็นแผ่นแป้งทรงรีพิมพ์ลายทอดกรอบเคลือบน้ำตาลด้วยการคลุก ทำให้น้ำตาลเคลือบขนมไม่สม่ำเสมอ งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเคลือบน้ำตาลที่เหมาะสม โดยศึกษาการเคลือบน้ำตาลด้วยการจุ่ม 3 รูปแบบ (A, B แล C) ผลจากการประเมินความชอบและการยอมรับ พบว่า การเคลือบแบบ B มีคะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกลักษณะทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) รวมถึงได้รับการยอมรับเกินร้อยละ 80 ในทุกรสชาติ อีกทั้งเมื่อนำผลการประเมินด้านความชอบและความพอดีมาวิเคราะห์ Penalty Analysis ร่วมกัน พบว่าการเคลือบแบบ B ไม่จำเป็นต้องปรับปรุงลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านใดเลย (Total Penalty<|0.50|) ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า การเคลือบแบบ B มีความเหมาะสมมากที่สุด

คำสำคัญ: กรอบเค็ม, ขนมไทย, การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส, การวิเคราะห์ Penalty

ABSTRACT

Krob–kem is a sheet of dough with oval–shaped and deep line on surface. It's made by deep fried then mix with melted palm sugar. The last process leaves inconsistency coated of palm sugar. This study aims to replace mixing by dipping process. So, 3–different dipping styles were study. When Liking test with 9–point Hedonic scale was performed. The results show that: Type B dipping has the highest liking score, which significant difference ($p \leq 0.05$) on every sensory characteristics. Also, the highest acceptance rate (>80%). Then, a data from Liking and JAR's test were analyzed together with Penalty Analysis (Mean drop & Total Penalty value). It's clear that type B dipping is the most suitable to be used, due to there is no any sensory characteristic factor to be adjusted (Total Penalty<|0.50|).

Keywords: Krob–Kem, Thai Snacks, Sensory Evaluation, Penalty Analysis

---

[1]สาขาวิชาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ยานนาวา สาทร กรุงเทพ ฯ 10120

[1]Food Product Development Division, Faculty of Home Economics, RMUTK, Yannnawa, Sathorn, Bangkok 10120, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ : นายชานนท์ สาระสุข, chanon.s@mail.rmutk.ac.th

บทนำ

กรอบเค็มเป็นขนมที่มีลักษณะเป็นแผ่นแป้งแบนรูปวงรี มีลายเป็นร่องเส้นตรงบนพื้นผิว ในสมัยก่อนจะใช้กาบหอยแครงเป็นตัวพิมพ์ลายให้เป็นรอยเส้นตามรูปของเปลือกหอย แต่ปัจจุบันใช้แม่พิมพ์ไม้หรือพลาสติกที่เซาะเป็นร่องไว้แล้ว จากนั้นนำไปทอดแล้วคลุกด้วยน้ำตาลมะพร้าวที่เคี่ยวจนเหนียวข้น ปรุงรสด้วยน้ำปลาและสามเกลอ (รากผักชี กระเทียม และพริกไทย) ขั้นตอนนี้ ทำให้น้ำตาลมพร้าวเคลือบตัวขนมไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากใช้วิธีคลุกส่วนผสมรวมกันในกระทะ ส่งผลให้รสชาติของขนมแต่ละชิ้นไม่สม่ำเสมอตามกันไปด้วย งานวิจัยนี้ จึงมุ่งพัฒนารูปแบบการเคลือบน้ำตาลที่เหมาะสม ด้วยการใช้วิธีจุ่มแทนที่วิธีคลุก เพื่อให้น้ำตาลที่เคลือบขนมมีความสม่ำเสมอ ทำให้เกิดความคงที่ของรสชาติ โดยทำการศึกษาการเคลือบน้ำตาล 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบ A, แบบ B และแบบ C ซึ่งในแต่ละรูปแบบแบ่งออกเป็น 3 รสชาติ ได้แก่ รสต้มยำ รสคั่วกลิ้ง และรสแกงกะหรี่ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์กรอบเค็มมีความหลากหลายทางรสชาติมากยิ่งขึ้น ซึ่งนำรสชาติต้นแบบมาจากอาหารของไทย ที่มีความโดดเด่นในเรื่องของกลิ่นเครื่องเทศที่อยู่ในส่วนผสมหลักของพริกแกง การศึกษานี้ จะใช้การบูรณาการระหว่างเทคนิคการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่น การประเมินความชอบ การประเมินความพอดี ร่วมกับการวิเคราะห์ทางสถิติ รวมถึงการประเมินการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค เพื่อพิจารณาหารูปแบบการเคลือบน้ำตาลที่เหมาะสม

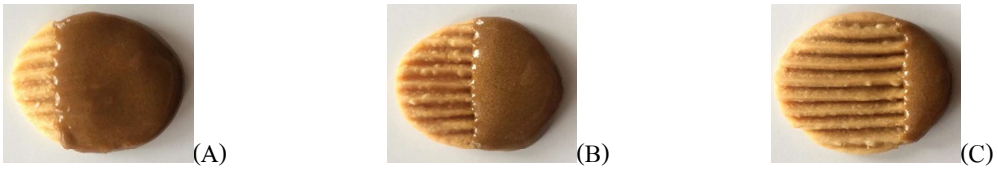
การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ (Liking test) เป็นวิธีการใช้ตัวแทนผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายเป็นผู้ทดสอบผลิตภัณฑ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความชอบของผู้ประเมินที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสต่าง ๆ (Sensory Characteristics) มักนิยมใช้มาตรวัดความชอบแบบ 9 ระดับ (9–Point Hedonic Scale) (เพ็ญขวัญ, 2550) ซึ่งเป็นมาตรวัดความชอบที่ใช้กันอย่างกว้างขวางพัฒนาโดย David Peryam และคณะ (Peryam and Pilgrim, 1957) สามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) หรือ Least significant difference (LSD) เป็นต้น (อนุวัตร, 2549)

การประเมินความพอดี (Just about right test, JAR) เป็นการใช้มาตรวัด (Scale) เพื่อวัดความต้องการของผู้บริโภค (หรือผู้ประเมินผลิตภัณฑ์) ที่มีต่อความเข้ม (Intensity) ของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสนั้น ๆ วัตถุประสงค์เพื่อระบุ (Identify) และทราบทิศทางการปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสดังกล่าว (Rothman, 2007) โดยให้ผู้บริโภค (หรือผู้ประเมินผลิตภัณฑ์) ประเมินตัวอย่างผลิตภัณฑ์ จากนั้นให้ค่าระดับของความพอดี เช่น มากเกินไป พอดี และน้อยเกินไป หรืออาจเขียนแทนเป็นตัวเลขได้ เช่น 3 แทนมากเกินไป 2 แทนพอดี และ 1 แทนน้อยเกินไป เป็นต้น (Lawless, **et al.**, 1999) ทั้งนี้ สามารถใช้วิธีการแปรผลอย่างง่าย เช่น การรายงานความถี่ หรือสามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ร่วมกับค่าคะแนนความชอบ (Plaehn, 2009) เพื่อดูว่าคุณลักษณะด้านใดควรปรับปรุงและสามารถเพิ่มระดับความชอบได้ (Paczkowski, 2009) โดยคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสใดมีค่าร้อยละความถี่ในด้าน "พอดี" มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 แล้ว อาจจะพิจารณาว่าไม่ต้องปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านนั้น ๆ ก็ได้ (Rothman, 2007) หรือถ้าหากว่า คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสใด มีค่าร้อยละความถี่ด้าน "น้อยเกินไป" หรือ "มากเกินไป" น้อยกว่าร้อยละ 20 ก็ไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์ Penalty Analysis ก็ได้เช่นเดียวกัน เนื่องจากมีอิทธิพลต่อความชอบน้อย (Meullenet, **et al.**, 2007)

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบและรสชาติของน้ำตาลเคลือบ

กำหนดรูปแบบการเคลือบน้ำตาลของกรอบเค็ม 3 รูปแบบ ด้วยการจุ่มแทนการคลุกในกระทะ ได้แก่ แบบ A หรือการเคลือบน้ำตาลที่ประมาณร้อยละ 80 ของตัวขนมหรือเกือบเต็มชิ้น แบบ B หรือประมาณร้อยละ 50 ของตัวขนมหรือประมาณครึ่งหนึ่งของตัวขนม และแบบสุดท้าย แบบ C หรือร้อยละ 20 ของตัวขนมหรือแค่ส่วนปลายของตัวขนม ดังแสดงในภาพที่ 1 สำหรับน้ำตาลที่ใช้เคลือบมี 3 รสชาติ ได้แก่ รสคั่วกลิ้ง รสต้มยำ และรสแกงกะหรี่ รวมทั้งสิ้น 9 สิ่งทดลอง



(A) (B) (C)

ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำตาลเคลือบแบบ A, B และ C ตามลำดับ (จากซ้ายไปขวา)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory Evaluation)

ขั้นตอนการประเมิน ใช้ผู้ประเมินที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่รู้จักและเคยรับประทานขนมกรอบเค็มมาก่อนอย่างน้อยในรอบ 1 เดือน ทั้งเพศชายและเพศหญิง ช่วงอายุระหว่าง 15–60 ปี (แบ่งช่วงอายุเป็น 5 ช่วง ๆ ละ เท่า ๆ กัน) นำเสนอตัวอย่างในถ้วยพลาสติกสีขาวไร้กลิ่น ขนาด 3 ออนซ์ มีฝาปิดเป็นพลาสติกใสและรหัสเลขสุ่ม 3 หลักกำกับข้างถ้วย เพื่อให้ตัวอย่างมีโอกาสถูกนำเสนอในทุกลำดับ ลำดับละเท่า ๆ กัน การประเมินจะเป็นไปในลักษณะการทดสอบบอด (Blind test) โดยผู้ประเมินจะได้รับแจ้งแต่เพียงว่าเป็นตัวอย่างกรอบเค็ม โดยไม่ทราบว่าตัวอย่างใดเป็นการเคลือบแบบใด เพื่อป้องกันการอคติต่อสิ่งทดลอง (Bias) ทั้งนี้ ผู้ประเมินจะดื่มน้ำเปล่าเพื่อล้างกลิ่นรสและรสชาติตกค้างภายในปากก่อนที่จะประเมินตัวอย่างถัดไป โดยจะประเมินการยอมรับควบคู่กันไปด้วย

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ (Liking test) ใช้แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบมาตรวัด 9 ระดับ (9–point hedonic scale) (Peryam and Pilgrim, 1957) กำหนดให้ระดับคะแนนความชอบ 1 คือ ไม่ชอบมากที่สุด, 2 คือ ไม่ชอบมาก, 3 คือ ไม่ชอบปานกลาง, 4 คือ ไม่ชอบเล็กน้อย, 5 คือ บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ, 6 คือ ชอบเล็กน้อย, 7 คือ ชอบปานกลาง, 8 คือชอบมาก และ 9 คือ ชอบมากที่สุด โดยทำการประเมินความชอบของกรอบเค็มทั้ง 3 รสชาติใน 5 ด้าน ได้แก่ (1) ปริมาณน้ำตาลเคลือบ (2) กลิ่นรส (3) ความเผ็ด (4) ความเหนียวน้ำตาล และ (5) ความชอบโดยรวม นำผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าคะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Duncan's New Multiple's Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคอย่างสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) โดยกำหนดให้ผู้ประเมินเป็น Block สำหรับการคำนวณ

การประเมินด้านความพอดี (Just about right test, JAR) ประเมินความพอดีของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ด้วยมาตรความพอดี 3 ระดับ (3–JAR Scales) ได้แก่ 3 คือ มากเกินไป, 2 คือ พอดี และ 1 คือ น้อยเกินไป โดยให้ผู้ประเมิน ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในข้อ 2.2 ก่อนแล้วจึงประเมินความพอดีควบคู่ไปในคราวเดียวกัน ยกเว้นไม่ประเมินด้านความชอบโดยรวมเนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่ไม่สามารถปรับปรุงได้ รายงานผลด้วยกราฟแท่งความถี่

การประเมินด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ (Acceptance test)

ประเมินการยอมรับผลิตภัณฑ์ โดยให้ผู้ประเมิน ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบและความพอดีในข้อ 2.2 และ 2.3 ก่อนแล้วจึงประเมินการยอมรับเป็นขั้นตอนสุดท้าย โดยเลือกระหว่าง “ยอมรับ” และ “ไม่ยอมรับ” ผลิตภัณฑ์ รายงานผลด้วยกราฟแท่งความถี่

การกำหนดทิศทางในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ด้วยเทคนิค Penalty Analysis

นำผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบจากข้อ 2.2 และด้านความพอดีจากข้อ 2.3 มาร่วมกันวิเคราะห์ Penalty Analysis โดยคำนวณค่า Mean drop และค่า Total Penalty เพื่อสร้างทิศทางการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ต่อไป โดยมีรายละเอียดการคำนวณ ดังสมการที่ (1) และ (2) (Rothman, 2007) ทั้งนี้ หากคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสใด มีร้อยละของคำตอบด้าน “พอดี” เกินร้อยละ 70 แล้ว ให้ถือว่าคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสนั้นไม่จะเป็นต้องปรับปรุงอีก หรือคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสใด มีค่าร้อยละความถี่ด้าน “น้อยเกินไป” หรือ “มากเกินไป” น้อยกว่าร้อยละ 20 ก็จะไม่ทำการวิเคราะห์ Mean drop และค่า Total Penalty เนื่องจากมีอิทธิพลต่อความชอบน้อย (Meullenet, **et al.**, 2007)

Mean Drop = ค่าเฉลี่ยความชอบโดยรวมของระดับที่ไม่พอดี–ค่าเฉลี่ยความชอบโดยรวมของระดับพอดี —— (1)

Total Penalty = Mean Drop × ร้อยละของคำตอบของระดับที่ไม่พอดี —— (2)

ผลและวิจารณ์ผล

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ (Liking test)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของผลิตภัณฑ์กรอบเค็มทั้ง 3 รสชาติ ใช้ผู้ประเมินที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนทั้งสิ้น 50 คน โดยเป็นผู้ชาย 32 คน และผู้หญิง 18 คน คิดเป็นร้อยละ 64 และ 36 ตามลำดับ โดยคะแนนความชอบเฉลี่ยของแต่ละคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกรอบเค็มรสชาติต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 1

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 1 พบว่า น้ำตาลเคลือบรูปแบบ B มีค่าเฉลี่ยความชอบสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสและในทุกรสชาติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 $(p \leq 0.05)$ ยกเว้นความชอบโดยรวมของน้ำตาลเคลือบรูปแบบ B (ในรสชาติแกงกะหรี่) เพียงด้านเดียวเท่านั้นที่มีค่าเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวมน้อยกว่าน้ำตาลเคลือบแบบ A อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ฯ ในขณะที่ น้ำตาลเคลือบรูปแบบ C มีค่าเฉลี่ยความชอบในทุกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส และในทุกรสชาติน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลเคลือบรูปแบบ A และ B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 $(p \leq 0.05)$ ทั้งนี้ น้ำตาลเคลือบรูปแบบ A มีความใกล้เคียงกับน้ำตาลเคลือบรูปแบบ B มากที่สุด เนื่องจากมีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 $(p \geq 0.05)$ ในเกือบทุกคุณลักษณะ โดยมีเพียงคะแนนเฉลี่ย

ด้านความชอบโดยรวมของ เฉพาะในรสชาติแกงกะหรี่เท่านั้น ที่น้ำตาลเคลือบแบบ A มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า น้ำตาลเคลือบรูปแบบ B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ฯ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้ จึงควรพิจารณาเลือกรูปแบบการน้ำตาลเคลือบแบบ B เนื่องจากช่วยลดต้นทุนในการทำผลิตภัณฑ์ เพราะใช้ปริมาณน้ำตาลน้อยกว่า

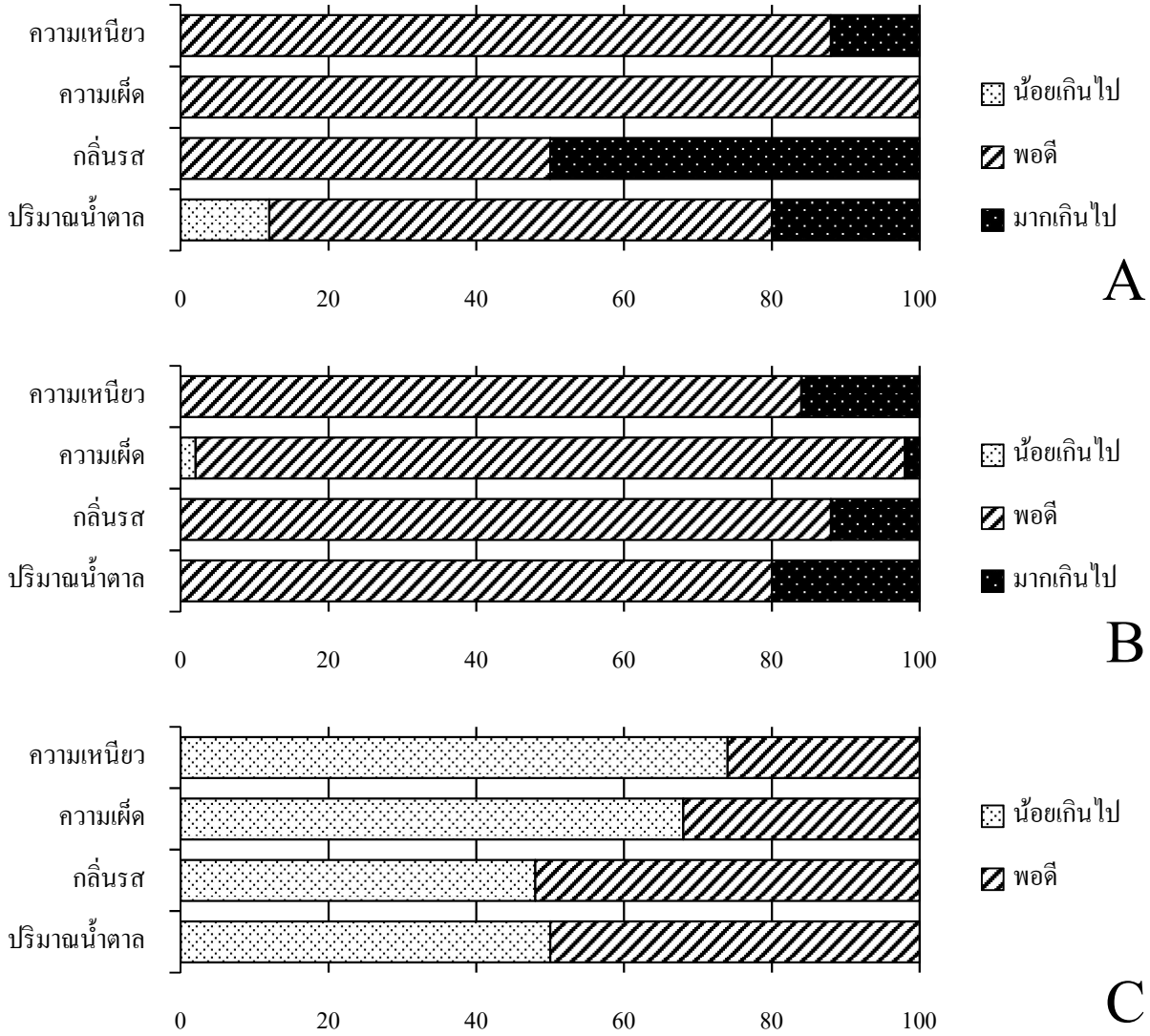
ตารางที่ 1 คะแนนความชอบเฉลี่ยของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของกรอบเค็มรสชาติต่าง ๆ

รูปแบบและรสชาติของน้ำตาลเคลือบ / คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	รสคั่วกลิ้ง			รสแกงกะหรี่			รสต้มยำ		
	แบบ A	แบบ B	แบบ C	แบบ A	แบบ B	แบบ C	แบบ A	แบบ B	แบบ C
	$\bar{x}$* (±S.D.)	$\bar{x}$* (±S.D.)	$\bar{x}$* (±S.D.)	$\bar{x}$* (±S.D.)	$\bar{x}$* (±S.D.)	$\bar{x}$* (±S.D.)	$\bar{x}$* (±S.D.)	$\bar{x}$* (±S.D.)	$\bar{x}$* (±S.D.)
ปริมาณน้ำตาลของเคลือบ	6.6^{a} (±1.41)	6.8^{a} (±1.19)	5.8^{b} (±1.65)	7.4^{a} (±1.26)	7.4^{a} (±1.11)	4.8^{b} (±1.00)	7.7^{b} (±0.63)	8.2^{a} (±0.74)	4.6^{c} (±0.81)
กลิ่นรสเครื่องแกง	6.7^{a} (±1.29)	7.0^{a} (±1.34)	5.7^{b} (±1.93)	7.9^{a} (±0.75)	7.6^{a} (±0.80)	4.5^{b} (±1.05)	7.9^{a} (±0.75)	7.6^{a} (±0.80)	4.5^{b} (±1.05)
ความเผ็ด	6.3^{b} (±1.62)	7.0^{a} (±1.26)	5.6^{c} (±1.78)	7.6^{b} (±0.78)	8.0^{a} (±0.77)	4.7^{c} (±0.74)	7.4^{a} (±1.26)	7.4^{a} (±1.11)	4.8^{b} (±1.00)
ความเหนียวน้ำตาลเคลือบ	5.9^{b} (±1.98)	6.8^{a} (±1.56)	5.5^{b} (±2.06)	7.7^{b} (±0.63)	8.2^{a} (±0.74)	4.6^{c} (±0.81)	7.2^{b} (±0.62)	8.2^{a} (±1.31)	5.7^{c} (±1.93)
ความชอบโดยรวม	6.6^{b} (±1.58)	7.3^{a} (±1.10)	5.7^{c} (±2.01)	8.0^{a} (±0.68)	7.6^{b} (±0.86)	5.1^{c} (±0.92)	8.2^{a} (±0.79)	8.0^{a} (±0.77)	4.7^{b} (±0.74)

หมายเหตุ สัญลักษณ์ตัวยก a–c ที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบเฉพาะรูปแบบการเคลือบในรสชาติเดียวกันเท่านั้น

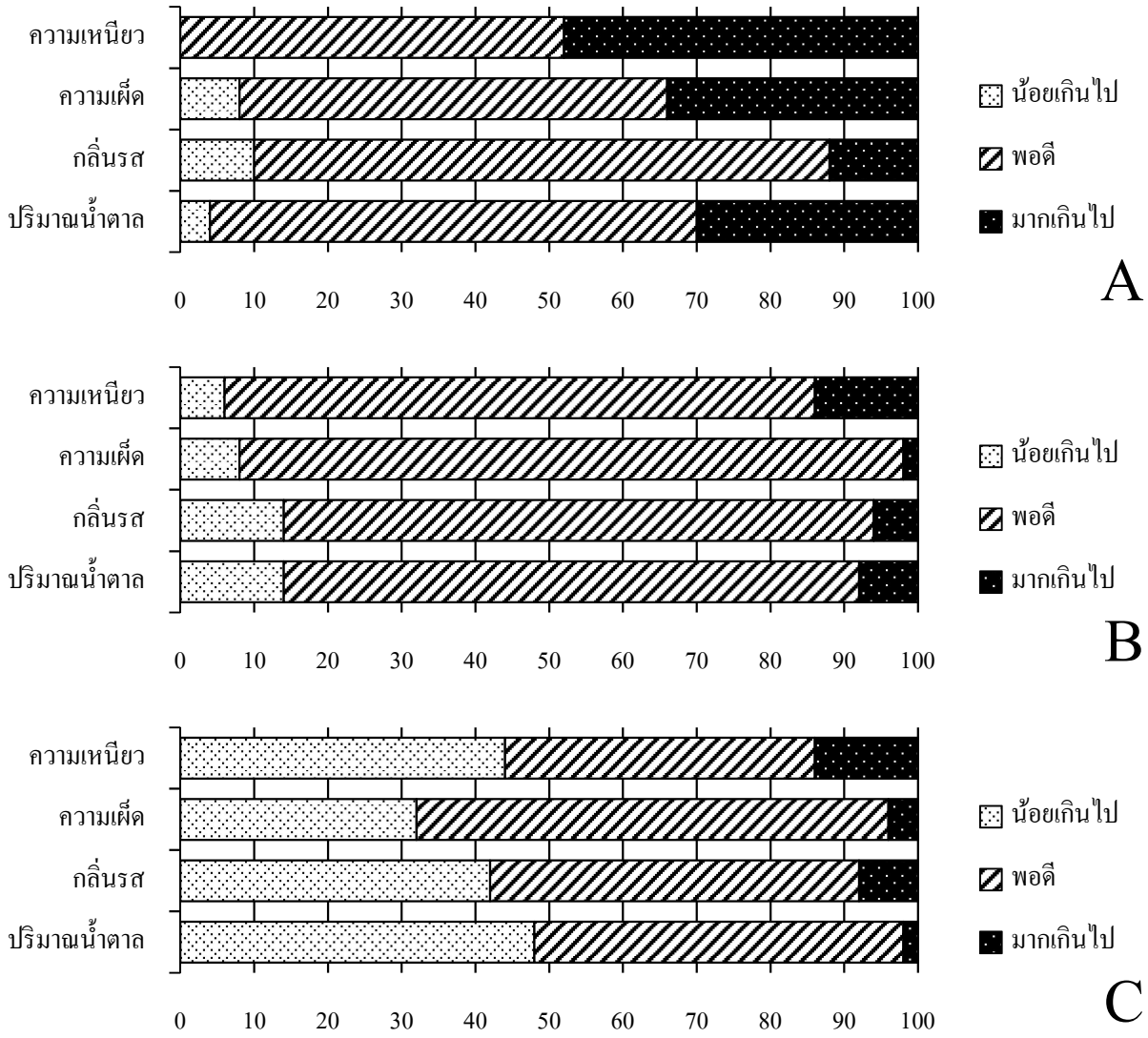
ผลการประเมินด้านความพอดี (Just about right test, JAR)

เมื่อพิจารณาผลจากการประเมินด้านความพอดีของผลิตภัณฑ์กรอบเค็มทั้ง 3 รสชาติ ในภาพที่ 2 ถึงภาพที่ 4 พบว่า การเคลือบน้ำตาลรูปแบบ C ในทั้ง 3 ชาติจะมีร้อยละของคำตอบด้านพอดี (JAR) ของทุกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสอยู่ในช่วงร้อยละ 26–64 ในขณะที่การเคลือบน้ำตาลแบบ A และ B ที่จะมีร้อยละของคำตอบด้านพอดีอยู่ในช่วงร้อยละ 50–100 แสดงให้เห็นว่า การเคลือบน้ำตาบแบบ C หรือการเคลือบน้ำตาลที่ประมาณร้อยละ 20 ของพื้นที่ผิวขนม หรือเคลือบน้ำตาลที่ส่วนปลายสุดของขนมนั้น เป็นปริมาณการเคลือบน้ำตาลที่น้อยเกินไป เนื่องจากเมื่อพิจารณาในภาพที่ 2 ถึงภาพที่ 4 จะเห็นได้ว่า ในการเคลือบน้ำตาลแบบ C จะมีร้อยละของคำตอบด้านน้อยเกินไปสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด (อยู่ในช่วงร้อยละ 32–74) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรอบเค็มรสต้มยำที่การเคลือบแบบ C ไม่มีคุณลักษณะด้านใดเลยที่มีผู้ประเมินว่ามากเกินไป ในขณะที่ร้อยละของคำตอบด้านน้อยเกินไปของการเคลือบน้ำตาลแบบ A และ B (อยู่ในช่วงร้อยละ 0–14) จะเห็นได้ว่าการเคลือบน้ำตาลแบบ C ทำให้ขนมมีลักษณะทางประสาทสัมผัสด้อยกว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลจากการประเมินความชอบที่การเคลือบน้ำตาลรูปแบบ C ไม่ว่าจะเป็นรสชาติ จะมีคะแนนความชอบเฉลี่ยน้อยที่สุดเกือบทุกคุณในลักษณะ (ตารางที่ 1)

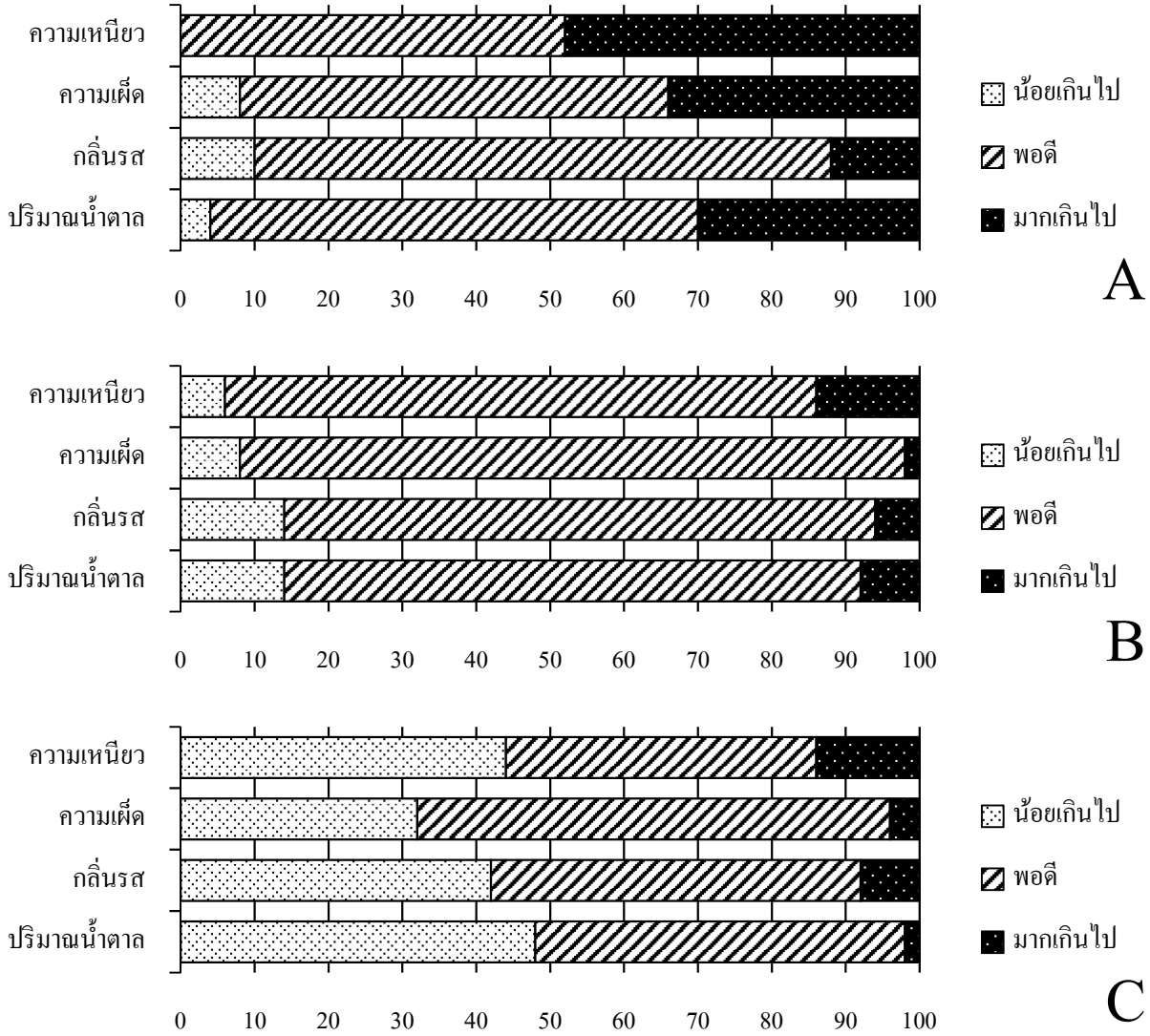


ภาพที่ 2 กราฟร้อยละความพอดีของกรอบเค็มรสต้มยำที่น้ำตาลเคลือบรูปแบบต่าง ๆ

หมายเหตุ น้ำตาลเคลือบรูปแบบ C ไม่มีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านใดเลยที่มีผู้ประเมินว่ามากเกินไป



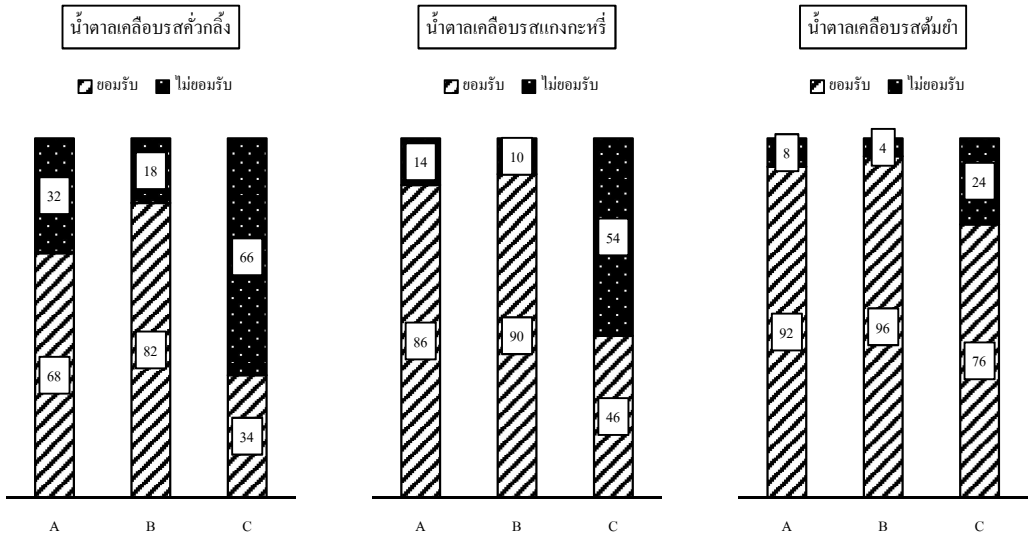
ภาพที่ 3 กราฟร้อยละความพอดีของกรอบเค็มรสคั่วกลิ้งที่น้ำตาลเคลือบร้อยละต่าง ๆ



ภาพที่ 4 กราฟร้อยละความพอดีของกรอบเค็มรสแกงกะหรี่ที่น้ำตาลเคลือบร้อยละต่าง ๆ

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์

ผลการประเมินการยอมรับผลิตภัณฑ์ พบว่า น้ำตาลเคลือบรูปแบบ B มีร้อยละของการยอมรับสูงที่สุดเมื่อเทียบน้ำตาลเคลือบรูปแบบอื่น โดยมีร้อยละการยอมรับสูงกว่าร้อยละ 80 ในทุก ๆ รสชาติ (อยู่ในช่วงร้อยละ 82–96) ในขณะที่น้ำตาลเคลือบรูปแบบ C ที่มีร้อยละของการยอมรับน้อยกว่าร้อยละ 50 ถึงสองรสชาติได้แก่ รสคั่วกลิ้ง และรสแกงกะหรี่ คือ ร้อยละ 34 และ 46 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการเคลือบน้ำตาลรูปแบบ B มีความเหมาะสมมากกว่ารูปแบบอื่น ๆ ในทุกรสชาติ และการเคลือบแบบ C มีความเหมาะสมน้อยที่สุด



ภาพที่ 5 กราฟร้อยละการยอมรับของผลิตภัณฑ์กรอบเค็ม 3 รสชาติ

ผลการกำหนดทิศทางในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ด้วยเทคนิค Penalty Analysis

เมื่อนำผลการประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสด้านความชอบในข้อ 4.3 และความพอดีในข้อ 4.4 มาวิเคราะห์ Penalty Analysis โดยทำการคำนวณหาค่า Mean Drop และค่า Total Penalty ผลที่ได้ดังตารางที่ 2 ถึง ตารางที่ 4 โดยตัวอักษร A, B และ C ที่แสดงในตาราง หมายถึง การเคลือบน้ำตาลรูปแบบ A, B และ C ส่วนสัญลักษณ์ NE (Not evaluated) หมายถึง ไม่ทำการคำนวณค่า Mean drop และค่า Total penalty เนื่องจากมีร้อยละของคำตอบด้านนั้นน้อยกว่าร้อยละ 20 และสัญลักษณ์ JAR (just about right) หมายถึง คำตอบด้านพอดี ไม่จำเป็นต้องคำนวณเพื่อปรับปรุง ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาผลจากการวิเคราะห์ Penalty พบว่า รูปแบบน้ำตาลเคลือบแบบ B ในทุกรสชาติไม่จำเป็นต้องปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านใดเลย เนื่องจากมีร้อยละของคำตอบด้านพอดีเกินกว่าร้อยละ 70 ในทุกลักษณะทางประสาทสัมผัส ในขณะที่น้ำตาลเคลือบรูปแบบ C มีลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ต้องปรับปรุงมากที่สุดกว่าแบบอื่นถึง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านกลิ่นรส ความเผ็ด ความเหนียว ในรสคั่วกลิ้ง (Total Penalty/Mean Drop เท่ากับ 0.89/2.11, 0.55/1.72 และ 1.13/2.57 ตามลำดับ) และด้านความเผ็ดในรสแกงกะหรี่ (Total Penalty/Mean Drop เท่ากับ 1.84/2.71) ทั้งนี้ น้ำตาลเคลือบรูปแบบ A แม้ว่าจะมีลักษณะทางประสาทสัมผัสในบางด้านที่มีร้อยละของคำตอบด้านพอดีไม่ถึงร้อยละ 70 ได้แก่ ด้านปริมาณน้ำตาลและกลิ่นรส (ร้อยละคำตอบ เท่ากับ 50 และ 68) ของรสชาติต้มยำ ด้านปริมาณน้ำตาลเคลือบ ความเผ็ด และความเหนียว (ร้อยละคำตอบ เท่ากับ 66, 58 และ 52) ของรสชาติคั่วกลิ้ง และด้านปริมาณน้ำตาล กลิ่นรส (ร้อยละคำตอบ เท่ากับ 68, 50) ของรสชาติแกงกะหรี่ แต่เมื่อพิจารณาค่า Total Penalty แล้วพบว่า ลักษณะทางประสาทสัมผัสต่าง ๆ ดังกล่าว มีค่า Total Penalty<|0.50| กล่าวคือ ด้านปริมาณน้ำตาลและกลิ่นรสของรสชาติต้มยำ (Total Penalty=0.06, 0.03) ด้านปริมาณน้ำตาลเคลือบ ความเผ็ด และความเหนียว ของรสชาติคั่วกลิ้ง (Total Penalty=0.46, 0.78, และ1.29) และด้านปริมาณน้ำตาล กลิ่นรส ของรสชาติแกงกะหรี่ (Total Penalty=0.04, 0.24) ดังนั้น จึงไม่จำเป็นต้องปรับปรุงลักษณะทางประสาทสัมผัสดังกล่าวข้างต้นเช่นเดียวกับน้ำตาลเคลือบแบบ B เพราะฉะนั้น เมื่อพิจารณาผลจากการวิเคราะห์ Penalty นี้แล้วจะเห็นได้ว่าน้ำตาลเคลือบรูปแบบ B มีความเหมาะสมมากที่สุด เพราะนอกจากจะไม่ต้องปรับปรุงคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านใดแล้ว ยังใช้ปริมาณน้ำตาลน้อยกว่ารูปแบบ A อีกด้วย

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ Penalty ของผลิตภัณฑ์กรอบเค็มรสต้มยำ

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระดับของความพอดี	ร้อยละของคำตอบ			ความชอบเฉลี่ย			Mean Drop Value			Total Penalty		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
ปริมาณน้ำตาล	น้อยเกินไป	0	0	48	0.00	0.00	4.67	NE	NE	0.03	NE	NE	0.01
	พอดี	50	88	52	7.60	8.20	4.69			JAR			
	มากเกินไป	50	12	0	7.72	8.33	0.00	0.12	NE	NE	0.06	NE	NE
กลิ่นรส	น้อยเกินไป	12	4	50	7.50	8.00	4.60	NE	NE	0.24	NE	NE	0.12
	พอดี	68	80	50	7.94	7.55	4.84			JAR			
	มากเกินไป	20	16	0	8.10	8.00	0.00	0.16	NE	NE	0.03	NE	NE
ความเผ็ด	น้อยเกินไป	0	0	48	0.00	0.00	4.71	NE	NE	0.29	NE	NE	0.14
	พอดี	96	88	52	7.42	7.27	5.00			JAR			
	มากเกินไป	4	12	0	7.50	7.83	0.00	NE	NE	NE	NE	NE	NE
ความเหนียวน้ำตาล	น้อยเกินไป	0	0	64	0.00	0.00	5.21	NE	NE	0.06	NE	NE	0.04
	พอดี	100	96	36	8.16	7.23	5.28			JAR			
	มากเกินไป	0	4	0	0.00	6.50	0.00	NE	NE	NE	NE	NE	NE

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ Penalty ของผลิตภัณฑ์กรอบเค็มรสคั่วกลิ้ง

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระดับของความพอดี	ร้อยละของคำตอบ			ความชอบเฉลี่ย			Mean Drop Value			Total Penalty		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
ปริมาณน้ำตาล	น้อยเกินไป	4	14	48	6.50	6.86	4.63	NE	NE	0.68	NE	NE	0.33
	พอดี	66	78	50	7.18	6.77	6.96			JAR			
	มากเกินไป	30	8	2	5.47	5.25	5.00	1.52	NE	NE	0.46	NE	NE
กลิ่นรส	น้อยเกินไป	10	14	42	6.20	6.29	4.73	NE	NE	2.11	NE	NE	0.89
	พอดี	78	80	50	6.85	7.19	6.84			JAR			
	มากเกินไป	12	6	8	6.33	6.33	4.25	NE	NE	NE	NE	NE	NE
ความเผ็ด	น้อยเกินไป	8	8	32	5.75	5.50	4.56	NE	NE	1.72	NE	NE	0.55
	พอดี	58	90	64	7.00	7.20	6.28			JAR			
	มากเกินไป	34	2	4	5.18	4.00	4.00	2.28	NE	NE	0.78	NE	NE
ความเหนียว	น้อยเกินไป	0	6	44	0.00	5.33	4.33	NE	NE	2.57	NE	NE	1.13
	พอดี	52	80	42	7.15	7.25	6.90			JAR			
	มากเกินไป	48	14	14	4.46	5.57	5.43	2.70	NE	NE	1.29	NE	NE

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ Penalty ของผลิตภัณฑ์กรอบเค็มรสแกงกะหรี่

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ระดับของความพอดี	ร้อยละของคำตอบ			ความชอบเฉลี่ย			Mean Drop Value			Total Penalty		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
ปริมาณน้ำตาล	น้อยเกินไป	12	0	50	7.83	0.00	4.92	NE	NE	0.21	NE	NE	0.10
	พอดี	68	80	50	7.30	7.52	4.71			JAR			
	มากเกินไป	20	20	0	7.50	7.60	0.00	0.20	NE	NE	0.04	NE	NE
กลิ่นรส	น้อยเกินไป	0	0	48	0.00	0.00	0.00	NE	NE	0.00	NE	NE	0.00
	พอดี	50	88	52	7.68	7.57	4.54			JAR			
	มากเกินไป	50	12	0	8.16	8.17	4.54	0.48	NE	NE	0.24	NE	NE
ความเผ็ด	น้อยเกินไป	0	2	68	0.00	8.00	4.71	NE	NE	2.71	NE	NE	1.84
	พอดี	100	96	32	7.60	8.00	2.00			JAR			
	มากเกินไป	0	2	0	0.00	7.00	0.00	NE	NE	NE	NE	NE	NE
ความเหนียว	น้อยเกินไป	0	0	74	0.00	0.00	4.74	NE	NE	0.05	NE	NE	0.03
	พอดี	88	84	26	7.57	8.21	4.69			JAR			
	มากเกินไป	12	16	0	7.83	8.50	0.00	NE	NE	NE	NE	NE	NE

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษารูปแบบน้ำตาลเคลือบของกรอบเค็มรสต้มยำ รสคั่วกลิ้ง และรสแกงกะหรี่ ด้วยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ ความพอดี และการยอมรับของผลิตภัณฑ์ ควบคู่กับการวิเคราะห์ Penalty analysis พบว่า น้ำตาลเคลือบรูปแบบ B หรือเคลือบที่ประมาณร้อยละ 50ของพื้นที่ผิวขนม มีความเหมาะสมมากที่สุดในทุกรสชาติ เนื่องจากมีค่าคะแนนความชอบโดยรวม รวมถึงร้อยละของการยอมรับสูงที่สุด รวมถึงผลจากการวิเคราะห์ Penalty พบว่า ไม่ต้องปรับปรุงคุณสมบัติด้านใดเลยเช่นเดียวกัน (Total Penalty<|0.50|)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บุคลากรสาขาวิชาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่สนับสนุนและเอื้อเฟื้อสถานที่รวมถึงอุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2550. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค.ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อนุวัตร แจ้งชัด. 2549. วิธีการทางสถิติและการประยุกต์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์, น. 74–75. ใน รุ่งนภาพงศ์สวัสดิ์มานิต (บรรณาธิการ). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพ ฯ.

Lawless, H. T. and Heymann, H. 1999. Sensory evaluation of food: principles and practices. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publishers, Inc.

Meullenet, J.–F., R. Xiong and C.J. Findlay. 2007. Multivariate and Probabilistic Analysis of Sensory Science Problems. Blackwell publishing, USA.

Peryam, D.R. and Pilgrim, P.J. 1957. Hedonic scale method for measuring food preferences. Food Technology. (11): 9–14.

Plaehn, D. and Horne J. 2008. A regression-based approach for testing significance of "just- about-right" variable penalties. Food Quality and Preference. (19): 21–32.

Paczkowski, W. 2009. Technical memorandum on penalty analysis. Data Analytics Corp.

Rothman, L. 2007. The use of just–about–right (JAR) scales in food product development and reformulation. Consumer–led food product development. U.S.A.

Rothman, L. and Parker, M. J. 2009. Just–About–Right Scales: Design, Usage, Benefits, and Risks. ASTM Manual MNL63, ASTM International, Conshohocken, PA.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์

Product Development of Small Rice Cracker Mixed with Cashew Nut

ปิยะนุช รสเครือ[1*] มลิวรรณ์ กิจชัยเจริญ[1] สุนิสา จันคำยา[1] และ วรัญญา พรมพัง[1]

Piyanuch Roskhrua[1*] Maliwan Kitchaitharoen[1] Sunisa Jankhumya[1] and Warunya Prumpung[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ ด้วยกระบวนการผลิตแบบประยุกต์ ใช้อัตราส่วนแป้งข้าวเหนียวต่อเม็ดมะม่วงหิมพานต์ 100:0, 95:5, 90:10 และ 85:15 ตามลำดับ นำสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดมาศึกษาการพองตัวของข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่อุณหภูมิ (200-240^{o}C) และเวลา (90-240 วินาที) ด้วยแผนการทดลองแบบ central composite design (CCD) ตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ คะแนนการยอมรับด้านประสาทสัมผัสเพิ่มขึ้นโดยอัตราส่วนแป้งข้าวเหนียวต่อเม็ดมะม่วงหิมพานต์ 85:15 ได้รับการยอมรับด้านประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวมมากที่สุด และเมื่อเพิ่มปริมาณเม็ดมะม่วงหิมพานต์ในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวทำให้การพองตัวลดลง เมื่อนำสูตรที่ใช้อัตราส่วนแป้งข้าวเหนียวต่อเม็ดมะม่วงหิมพานต์ 85:15 มาอบพองด้วยเตาอบลมร้อน พบว่า การใช้อุณหภูมิ 240^{o}C ระยะเวลาอบ 90 วินาที ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์มีการพองตัวมากที่สุด และได้คะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด

คำสำคัญ : ข้าวเกรียบว่าว, แป้งข้าวเหนียว, เม็ดมะม่วงหิมพานต์, การพองตัว

ABSTRACT

The objectives of this research were to investigate the effect of utilization of cashew nut as sticky rice flour replacement on the properties of small rice cracker and effects of baking temperature (200-240°C) and baking time (90-240 s) by using central composite design (CCD) experiment. The small rice crackers mixed with cashew nut were prepared by using cashew nut as sticky rice flour replacement in the different ratio. The ratios of sticky rice flour to cashew nut were set as 100:0, 95:5, 90:10 and 85: 15. The results showed that the sample prepared from 85:15 of sticky rice flour and cashew nut showed the highest sensory score of texture, colour, odour, taste, appearance and overall acceptance ($p \leq 0.05$). An increasing of cashew nut substitution caused a significantly increase in sensory score ($p \leq 0.05$). Baking at 240°C for 90 s showed the highest expansion and overall acceptance score.

Keyword: small rice cracker, sticky rice flour, cashew nut, expansion

[1] สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน ตำบลฝายแก้ว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน 55000

[1] Department of Agro-Industrial, Faculty of Sciences and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Nan Fai Kaeo Sub-district, Pupheang District, Nan Province 55000, Thailand

* ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : piyanuch_ros@hotmail.com

บทนำ

ข้าวเกรียบว่าว เป็นชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ข้าวพองชนิดหนึ่งของทางภาคกลาง ส่วนทางอีสาน เรียกว่า ข้าวโป่ง ทางภาคเหนือ เรียกว่า ข้าวควบหรือข้าวพอง ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ได้จากการนำข้าวเหนียวมานึ่งให้สุกโขลกหรือบดให้ละเอียด หรืออาจใช้แป้งข้าวเหนียวที่นึ่งสุกแล้วเติมส่วนประกอบอื่น เช่น น้ำอ้อย น้ำตาลมะพร้าว น้ำตาลทราย น้ำสมุนไพร ผสมให้เข้ากัน ทำเป็นแผ่นบาง ทาด้วยน้ำมันหรือน้ำมันผสมไข่แดงที่ต้มสุกแล้วแล้วเพื่อไม่ให้ติดภาชนะ ทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือแหล่งพลังงานอื่น ก่อนบริโภคต้องนำไปให้ความร้อนให้มีลักษณะพอง การผลิตข้าวเกรียบว่าวในสมัยก่อนและสมัยปัจจุบันมีกรรมวิธีการผลิตที่ไม่แตกต่างกันเริ่มตั้งแต่กระบวนการนึ่งข้าว การตำให้ละเอียด การขึ้นรูป การตากแดด และการปิ้ง ซึ่งมักจะพบปัญหาไม่สามารถควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้มีความสม่ำเสมอได้ ในแต่ละขั้นตอนที่กล่าวมา ในขั้นตอนการตำที่ใช้ครกกระเดื่องยังมีความยุ่งยากเกี่ยวกับเครื่องมือแรงงาน การควบคุม ความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ รวมถึงยังขาดสุขลักษณะที่ดีในการผลิต การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยังขาดการควบคุมรูปร่างให้สม่ำเสมอ และผลิตภัณฑ์มีขนาดใหญ่ทำให้การบรรจุและการเก็บรักษาค่อนข้างยาก

การลดความชื้นข้าวเกรียบว่าวแผ่นดิบแต่เดิมมักจะใช้การตากแดด ทำให้ไม่สามารถควบคุม ระยะเวลา และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ ระดับความชื้นของข้าวเกรียบว่าวแผ่นดิบที่มีความเหมาะสมยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญเพื่อจะนำไปสู่การพองตัวและคุณลักษณะที่ดีของข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค ซึ่งการพองเป็นผลมาจากความร้อนและความดัน โดยความร้อนจะมีผลทำให้เกิดการสุก และไอน้ำภายในจะขยายตัวในช่องว่างหรือรูภายในทำให้เกิดการพอง ซึ่งในช่วงการพองตัวน้ำจะระเหยออกไปทำให้ปริมาตรของการพองคงที่ (Hsieh **et al**., 1991) ปัจจุบันข้าวเกรียบว่าวที่จำหน่ายอยู่ในรูปแบบที่ผ่านการปิ้งด้วยเตาถ่านให้สุกพองไม่ค่อยพบการจำหน่ายในรูปของแผ่นดิบเพราะการทำให้สุกพองด้วยเตาถ่านค่อนข้างยุ่งยาก หากมีทางเลือกเพื่อทำให้ข้าวเกรียบว่าวสุกพองด้วยวิธีที่ง่ายขึ้น และสามารถใช้เครื่องมือที่มีอยู่ในครัวเรือนก็น่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะจูงใจการบริโภคมากขึ้น และหากผลิตในระดับอุตสาหกรรมจะทำให้สามารถควบคุมการผลิตได้ดีขึ้นด้วยอุปกรณ์และเครื่องมือที่มีความทันสมัย และยังขาดการพัฒนารสชาติใหม่ในข้าวเกรียบว่าว

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ ด้วยกระบวนการผลิตแบบประยุกต์ และศึกษาสภาวะการพองตัวของข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยเตาอบไฟฟ้า เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถรับประทานง่าย อบให้พองได้ง่ายและมีคุณภาพสม่ำเสมอ

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาสูตรที่เหมาะสมผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมมะม่วงหิมพานต์

ศึกษาอัตราส่วนแป้งข้าวเหนียวต่อเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็ก จำนวน 4 สูตร ได้แก่ 100:0, 95:5, 90:10 และ 85:15 ตามลำดับ โดยส่วนผสมอื่น ๆ ใส่ในปริมาณเท่ากันทุกสูตร ดังนี้ น้ำตาลทราย 14 กรัม, น้ำอ้อยผง 14 กรัม, เกลือ 2 กรัม, ไข่แดงต้มสุก 1 ฟอง และ น้ำสะอาด 300 กรัม ผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที ก่อนนำไปนึ่งบนหม้อนึ่งที่ขึงด้วยผ้าขาวบาง หยอดให้เป็นชิ้นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ปิดฝาแล้วนึ่งนาน 1 นาที แล้วนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 50 ^{o}C นาน 12 ชั่วโมง ก่อนนำไปปิ้งด้วยเตาถ่านจนสุกพอง ตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ได้แก่ วัดค่าสี (L*, a*, b*) ด้วยเครื่องวัดสี, วัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w), วัดการพองตัว และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้วยแบบสอบถามวิธี 9-point hedonic scale จำนวนผู้ทดสอบชิม 50 คน (เพ็ญขวัญ, 2536)

2. การศึกษาสภาวะการพองตัวที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์

โดยนำสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสมากที่สุด มาศึกษาสภาวะการพองตัวโดยวางแผนการทดลองวิธี central composite design (CCD) มีปัจจัยที่ศึกษา คือ อุณหภูมิ 200-240 ^{o}C และเวลาอบพอง 90-240 วินาที ได้สิ่งทดลองจำนวน 12 สิ่งทดลอง ดังตารางที่ 1 โดยมีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเหมือนข้อ 1 ก่อนนำไปอบพองด้วยเตาอบลมร้อนไฟฟ้าตามแผนการทดลอง ตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ได้แก่ วัดค่าสี (L*, a*, b*) ด้วยเครื่องวัดสี, วัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w), วัดการพองตัว และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้วยแบบสอบถามวิธี 9-point hedonic scale จำนวนผู้ทดสอบชิม 50 คน (เพ็ญขวัญ, 2536)

ตารางที่ 1 แผนการทดลองแบบ central composite design ศึกษาอุณหภูมิและเวลาอบพองข้าวเกรียบว่าว ขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์

Treatment	Temperature (X1)	Time (X2)	Temperature (^{o}C)	Time (s)
1	-1	-1	200	90
2	1	-1	240	90
3	-1	1	200	240
4	1	1	240	240
5	0	0	220	165
6	0	0	220	165
7	-1.414	0	188	165
8	-1.414	0	188	165
9	0	-1.414	220	46
10	0	-1.414	220	46
11	0	0	220	165
12	0	0	220	165

3. การวิเคราะห์คุณภาพ

3.1 วัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี Color Reader (CR-10, Minolta color mete, Japan) โดยวัดค่าความสว่าง (L*), ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*)

3.2 วัดปริมาณความชื้นโดยวิธี AOAC (2005)

3.3 วัดปริมาณน้ำอิสระ (water activity, a_w) ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (รุ่น 4 TE, AQUALAB, USA)

3.4 วัดการพองตัว ใช้วิธีวัดปริมาตรโดยการแทนที่ด้วยงา (seed displacement) ตามวิธีของ ประภัสสร(2555) เทงาลงในถ้วยให้เต็มแล้วปาดถ้วยให้เรียบ นำไปวัดปริมาตรโดยใช้กระบอกตวง ใส่แผ่นข้าวเกรียบว่าวลงในถ้วย ตามด้วยเมล็ดงา ปาดปากถ้วยให้เรียบแยกเอาแผ่นข้าวเกรียบว่าวออก นำงาไปวัดปริมาตรอีกครั้งหนึ่ง ความแตกต่างของปริมาตรของงาคือ ปริมาตรของแผ่นข้าวเกรียบว่าว ในขณะเดียวกันปริมาตรของแผ่น ข้าวเกรียบว่าวที่อบพองแล้วก็หาได้โดยวิธีการเดียวกัน การพองตัวของแผ่นข้าวเกรียบว่าวคำนวณได้จากสูตร

$$\text{การพองตัวของแผ่นข้าวเกรียบว่าว} = \frac{\text{ปริมาตรของแผ่นข้าวเกรียบว่าวหลังอบ}}{\text{ปริมาตรของแผ่นข้าวเกรียบว่าวก่อน}} \quad (1)$$

3.5 ตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้รูปแบบการประเมินแบบ 9-point hedonic scale test ให้คะแนนการยอมรับ 9 ระดับ (คะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุดและ 1 หมายถึง ชอบน้อยที่สุด) โดยประเมินการยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน (เพ็ญขวัญ, 2536)

4. การประเมินผลทางสถิติ

โดยวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนแบบ Analysis of variance (ANOVA) และความแตกต่างโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชั่น 18

ผลและวิจารณ์ผล

การศึกษาสูตรที่เหมาะสมผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมมะม่วงหิมพานต์

การเปลี่ยนแปลงค่าสีของข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ ดังตารางที่ 2 ความสว่าง (L*) ข้าวเกรียบว่าวผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่อัตราส่วนแป้งข้าวเหนียวต่อมะม่วงหิมพานต์ 85: 15 มีค่ามากที่สุด โดยไม่แตกต่างกับอัตราส่วน 90: 10 ($p>0.05$) รองลงมาคืออัตราส่วน 95: 5 และ 100: 0 ตามลำดับ นอกจากนี้ค่าสีแดง (a*) มีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่ออัตราส่วนเม็ดมะม่วงหิมพานต์เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าสีเหลือง (b*) ของข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่อัตราส่วน 100: 0, 90: 10 และ 85: 15 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

การเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวเกิดจากการปิ้งให้ความร้อนส่งผลให้เกิดสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) เป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ เกิดขึ้นระหว่างหมู่คาร์บอนิลของน้ำตาลรีดิวซ์ กับหมู่เอมีนในโมเลกุลของโปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ เกิดเป็นสารไกลโคซีส (N-substituted glycosylamine) อย่างต่อเนื่องโดยมีความร้อนเร่งปฏิกิริยา (นิธิยา, 2549)

ตารางที่ 2 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมมะม่วงหิมพานต์

อัตราส่วน แป้งข้าวเหนียว : มะม่วงหิมพานต์	ค่าสี		
	L*	a*	b*
100: 0	$45.03^{b}\pm0.45$	$4.70^{a}\pm0.05$	$23.83^{ab}\pm1.01$
95: 5	$46.27^{b}\pm0.43$	$2.00^{b}\pm0.06$	$21.83^{b}\pm1.07$
90: 10	$49.83^{a}\pm0.31$	$2.43^{b}\pm0.21$	$24.63^{a}\pm0.91$
85: 15	$50.50^{a}\pm0.58$	$1.27^{c}\pm0.10$	$22.47^{ab}\pm0.53$

หมายเหตุ: $^{a, b, c}$... หมายถึง ตัวอักษรภาษาอังกฤษในคอลัมน์ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 3 ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ และการพองตัวของข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมมะม่วงหิมพานต์

อัตราส่วนแป้งข้าวเหนียว : มะม่วงหิมพานต์	ปริมาณความชื้น (%dry basic)		ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)		การพองตัว
	ก่อนปิ้ง^{ns}	หลังปิ้ง^{ns}	ก่อนปิ้ง^{ns}	หลังปิ้ง^{ns}	
100:0	12.19±0.31	4.47±0.15	0.66±0.01	0.49±0.06	1.34^{a}±0.01
95:5	12.22±1.01	5.69±0.29	0.62±0.03	0.53±0.04	1.21^{b}±0.02
90:10	13.22±1.04	5.24±0.14	0.63±0.04	0.46±0.07	1.14^{b}±0.16
85:15	14.45±0.51	4.32±0.07	0.61±0.02	0.48±0.01	0.95^{c}±0.10

หมายเหตุ: $^{a, b, c}$… หมายถึง ตัวอักษรภาษาอังกฤษในคอลัมน์ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์

อัตราส่วนแป้งข้าวเหนียว : มะม่วงหิมพานต์	คะแนนทดสอบชิมทางประสาทสัมผัส (คะแนน)					
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	ลักษณะปรากฏ	ความชอบโดยรวม
100:0	5.20^{b}±1.12	4.27^{c}±1.18	4.90^{b}±1.00	5.07^{b}±1.02	5.50^{b}±1.82	5.90^{b}±1.20
95:5	4.67^{b}±1.21	4.83^{b}±1.12	5.07^{b}±1.18	4.63^{b}±1.40	4.53^{b}±1.72	4.50^{b}±1.00
90:10	4.80^{b}±0.71	5.67^{bc}±1.17	5.20^{b}±1.37	4.97^{b}±1.37	4.87^{a}±1.13	6.13^{a}±0.63
85:15	6.13^{a}±1.01	6.30^{a}±1.06	6.77^{a}±0.90	6.73^{a}±1.20	6.87^{a}±1.17	7.13^{a}±0.73

หมายเหตุ: $^{a, b, c}$… หมายถึง ตัวอักษรภาษาอังกฤษในคอลัมน์ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และการพองตัวของข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ ที่อัตราส่วนข้าวเหนียวต่อมะม่วงหิมพานต์ ทุกอัตราส่วนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) พบว่า ปริมาณความชื้นก่อนปิ้ง อยู่ในช่วงร้อยละ 12.19 12.22 13.22 และ14.45 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ปริมาณความชื้นหลังปิ้งอยู่ในช่วงร้อยละ 4.47 5.69 5.24 และ 4.32 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ดังตารางที่ 3 การปิ้งด้วยความร้อนมีผลทำให้ความชื้นของข้าวเกรียบว่าวลดลง ซึ่งความชื้นที่ลดลงมีผลต่อการพองตัวของข้าวเกรียบลดลง โดยความชื้นที่มีในอาหารเมื่อสัมผัสกับความร้อนขณะปิ้งทำให้น้ำในอาหารเดือด เกิดไอน้ำที่สามารถดันออกจากโครงสร้างอาหารส่งผลให้เกิดการพองตัวของชิ้นอาหาร (วิไล, 2546) ดังนั้นข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ ใช้อัตราส่วนแป้งข้าวเหนียวต่อเม็ดมะม่วงหิมพานต์ 85:15 มีปริมาณความชื้นสูงแต่กลับพบว่ามีการพองตัวต่ำเมื่อเทียบกับสูตรควบคุม นั่นอาจเป็นสาเหตุจากการเติมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ที่เข้าไปขัดขวางความดันไอภายในอาหารเมื่อได้รับความร้อน

ส่วนค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ก่อนปิ้งอยู่ในช่วง 0.66 0.62 0.63 และ 0.61 ตามลำดับ และหลังปิ้งอยู่ในช่วง 0.49 0.53 0.46 และ 0.48 ตามลำดับ โดยการพองตัวของอัตราส่วน 100:0 จะมีการพองตัวมากที่สุด รองลงมาอัตราส่วน 95:5, 90:10 และ 85:15 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าการเพิ่มอัตราส่วนเม็ดมะม่วงหิมพานต์ทำให้การพองตัวลดลง

คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และลักษณะปรากฏ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 4 พบว่า ที่อัตราส่วนแป้งข้าวเหนียวต่อมะม่วงหิมพานต์ 85:15 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับด้านความชอบโดยรวมมากที่สุด มีคะแนน 7.13 คะแนน (ชอบ) รองลงมาคืออัตราส่วน 90: 10, 100: 0 และ 95: 5 ตามลำดับ มีคะแนน 6.13, 4.90 และ 4.50 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับสูตรที่มีการใส่เม็ดมะม่วงหิมพานต์มากที่สุด ถึงแม้จะมีการพองตัวน้อยที่สุด

2. การศึกษาสภาวะการพองตัวที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์

ในสภาวะอุณหภูมิและระยะเวลาการอบพองที่แตกต่างกันทำให้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ :85)15) มีสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p (0.05≥ดังตารางที่ 6 ข้าวเกรียบว่าวผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ เมื่ออบพองที่อุณหภูมิ188°C เวลา 165 วินาที มีค่าความสว่าง)L* (มากที่สุด และลดลงเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาอบพองสูงขึ้น นอกจากนี้ค่าสีแดง) a* (ของข้าวเกรียบว่าวผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อให้อุณหภูมิการอบพองสูงขึ้น ในขณะที่ค่าสีเหลือง) b* (ของข้าวเกรียบว่าวผสมเม็ดมะม่ว งหิมพานต์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นที่ใช้เวลาอบพองสั้น ประมาณ วินาที 165-90

ตารางที่ 5 ลักษณะกายภาพของข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมมะม่วงหิมพานต์ที่อัตราส่วนแป้งข้าวเหนียว : มะม่วงหิมพานต์ 85:15 ที่อุณหภูมิและเวลาอบพองต่างๆ

	สภาวะอบพอง		ลักษณะของข้าวเกรียบว่าว หลังอบ		สภาวะอบพอง		ลักษณะของข้าวเกรียบว่าว หลังอบ
	อุณหภูมิ (°C)	เวลาอบ (วินาที)			อุณหภูมิ (°C)	เวลาอบ (วินาที)	
1	200	90		7	188	165	
2	240	90		8	188	165	
3	200	240		9	220	46	
4	240	240		10	220	46	

5	220	165		11	220	165	
6	220	165		12	220	165	

ตารางที่ 6 ค่าสีของข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมมะม่วงหิมพานต์ที่อัตราส่วน แป้งข้าวเหนียว:มะม่วงหิมพานต์ 85:15 ที่อุณหภูมิและเวลาอบพองต่างๆ

	สภาวะอบพอง		ค่าสี		
	อุณหภูมิ (°C)	เวลาอบ (วินาที)	L*	a*	b*
1	200	90	$46.50^{ab} \pm 1.08$	$1.93^{b} \pm 0.41$	$23.33^{ab} \pm 1.00$
2	240	90	$48.76^{a} \pm 1.04$	$1.70^{b} \pm 1.03$	$27.20^{a} \pm 1.00$
3	200	240	$40.40^{bc} \pm 1.05$	$6.26^{a} \pm 1.08$	$15.73^{c} \pm 0.12$
4	240	240	$35.63^{c} \pm 0.98$	$2.60^{b} \pm 0.69$	$17.63^{bc} \pm 0.75$
5	220	165	$41.36^{bc} \pm 0.41$	$6.83^{a} \pm 0.35$	$23.90^{ab} \pm 0.96$
6	220	165	$41.36^{bc} \pm 0.41$	$6.83^{a} \pm 0.35$	$23.90^{ab} \pm 0.96$
7	188	165	$50.63^{a} \pm 1.01$	$2.00^{b} \pm 1.05$	$24.63^{ab} \pm 1.02$
8	188	165	$50.63^{a} \pm 1.01$	$2.00^{b} \pm 1.05$	$24.63^{ab} \pm 1.02$
9	220	46	$48.56^{a} \pm 1.13$	$2.23^{b} \pm 1.00$	$25.16^{ab} \pm 1.16$
10	220	46	$48.56^{a} \pm 1.13$	$2.23^{b} \pm 1.00$	$25.16^{ab} \pm 1.16$
11	220	165	$45.26^{ab} \pm 1.14$	$1.03^{b} \pm 1.37$	$23.63^{ab} \pm 1.19$
12	220	165	$45.26^{ab} \pm 1.14$	$1.03^{b} \pm 1.37$	$23.63^{ab} \pm 1.19$

หมายเหตุ: $^{a, b, c}$... หมายถึง ตัวอักษรภาษาอังกฤษในคอลัมน์ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 7 ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระและการพองตัวของข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมมะม่วงหิมพานต์ 85:15 ที่อุณหภูมิและเวลาอบพองต่างๆ

	สภาวะอบพอง		ปริมาณความชื้น	ปริมาณน้ำอิสระ	การพองตัว
	อุณหภูมิ (^oC)	เวลาอบ (วินาที)	(%dry basic)	(a_w)	
1	200	90	12.69^{ab}±0.44	0.57^{a}±0.03	0.97^{d}±0.05
2	240	90	12.25^{ab}±0.36	0.52^{ab}±0.04	1.48^{a}±0.06
3	200	240	13.02^{a}±0.89	0.55^{ab}±0.02	1.24^{c}±0.07
4	240	240	12.55^{ab}±0.62	0.51^{ab}±0.04	1.27^{c}±0.03
5	220	165	11.98^{b}±0.57	0.55^{ab}±0.04	1.44^{a}±0.04
6	220	165	11.98^{b}±0.57	0.55^{ab}±0.04	1.44^{a}±0.04
7	188	165	12.67^{b}±0.55	0.50^{a}±0.04	1.39^{ab}±0.07
8	188	165	12.67^{b}±0.55	0.50^{a}±0.04	1.39^{ab}±0.07
9	220	46	11.97^{b}±0.15	0.52^{ab}±0.04	1.21^{c}±0.08
10	220	46	11.97^{b}±0.15	0.52^{ab}±0.04	1.21^{c}±0.08
11	220	165	12.51^{ab}±0.48	0.53^{ab}±0.01	1.33^{bc}±0.06
12	220	165	12.51^{ab}±0.48	0.53^{ab}±0.01	1.35^{bc}±0.06

หมายเหตุ: $^{a, b, c}$... หมายถึง ตัวอักษรภาษาอังกฤษในคอลัมน์ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ และการพองตัวของข้าวเกรียบว่าวผสมมะม่วงหิมพานต์ที่อุณหภูมิและระยะเวลาอบที่ต่างกัน ดังตารางที่ 7 ปริมาณความชื้นก่อนอบพองและการพองตัวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณความชื้นก่อนอบพองอยู่ในช่วงร้อยละ 11.97 – 13.02 โดยน้ำหนักแห้ง ปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วง 0.57-0.50 และการพองตัวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่อุณหภูมิ 240°C เวลา 90 วินาที ให้การพองตัวมากที่สุด รองลงมา อุณหภูมิ 220°C เวลา 165 วินาที โดย Murugesan และ Bhattacharya (1991) กล่าวว่า ความชื้นของข้าวก่อนนำมาทำให้เกิดการพองตัวมีความสำคัญต่อคุณภาพการพองตัวของเมล็ดข้าวเป็นอย่างมาก ถ้ามีความชื้นต่ำเกินจะพองตัวได้น้อย เนื่องจากความดันไอไม่เพียงพอและถ้าข้าวมีความชื้นสูงเกินไปก็จะทำให้คุณภาพการพองตัวต่ำเช่นกันซึ่งความชื้นที่เหมาะสมต่อการพองตัวของข้าวโดยการทอดและการอบเท่ากับ ร้อยละ 8-14 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และลักษณะปรากฏ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 8 พบว่า เมื่ออบพองที่อุณหภูมิ 240°C เวลา 90 วินาที ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และลักษณะปรากฏมากที่สุด มีคะแนนอยู่ในช่วง 5.50-6.27 คะแนน (ชอบเล็กน้อย) รองลงมาคือ อุณหภูมิ 220°C เวลา 46 วินาที อุณหภูมิ 200°C เวลา 90 วินาที และ อุณหภูมิ 220°C เวลา 165 วินาที ตามลำดับ

ตารางที่ 8 คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมมะม่วงหิมพานต์ที่อัตราส่วนแป้งข้าวเหนียว: มะม่วงหิมพานต์ 85:15 ที่อุณหภูมิและเวลาอบพองต่างๆ

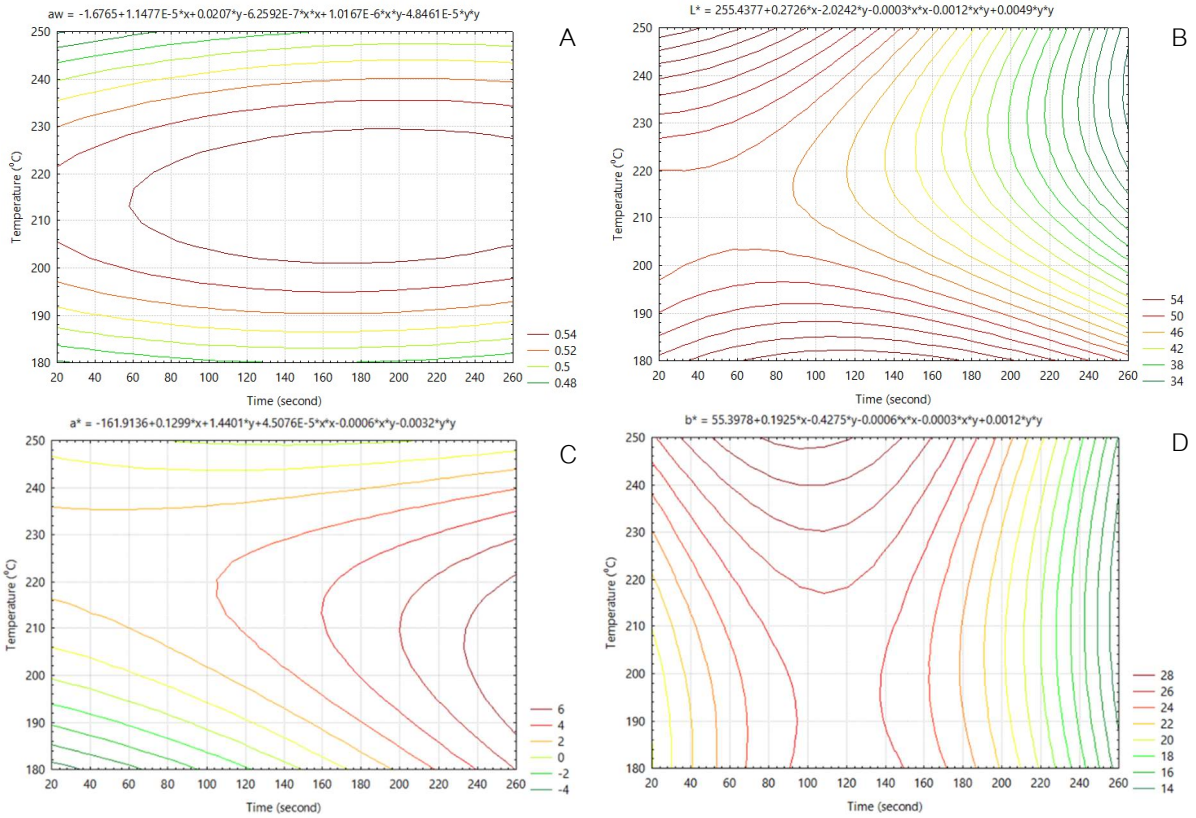
	สภาวะอบพอง		คะแนนทดสอบชิมทางประสาทสัมผัส (คะแนน)					
	อุณหภูมิ (°C)	เวลาอบ (วินาที)	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	ลักษณะปรากฏ	ความชอบโดยรวม
1	200	90	$4.30^{bc}\pm0.07$	$3.83^{cd}\pm0.18$	$4.10^{bc}\pm0.75$	$4.27^{abc}\pm0.31$	$4.50^{ab}\pm0.57$	$3.87^{c}\pm0.11$
2	240	90	$5.63^{a}\pm0.19$	$6.27^{a}\pm0.36$	$5.67^{a}\pm0.47$	$5.50^{a}\pm0.55$	$5.73^{a}\pm0.61$	$6.23^{a}\pm0.50$
3	200	240	$4.30^{bc}\pm0.36$	$3.77^{cd}\pm0.77$	$3.93^{bcd}\pm0.09$	$4.27^{abc}\pm0.46$	$3.70^{d}\pm0.17$	$3.10^{d}\pm0.27$
4	240	240	$4.20^{bc}\pm0.30$	$3.87^{cd}\pm0.22$	$4.13^{abc}\pm0.50$	$4.57^{ab}\pm0.19$	$3.50^{d}\pm0.07$	$3.63^{cd}\pm0.20$
5	220	165	$3.70^{c}\pm0.65$	$3.73^{d}\pm0.28$	$3.57^{cd}\pm0.22$	$3.63^{cd}\pm0.16$	$3.77^{cd}\pm0.30$	$3.36^{cd}\pm0.26$
6	220	165	$3.70^{c}\pm0.65$	$3.73^{d}\pm0.28$	$3.57^{cd}\pm0.22$	$3.63^{cd}\pm0.16$	$3.77^{cd}\pm0.30$	$3.36^{cd}\pm0.26$
7	188	165	$4.03^{bc}\pm0.16$	$4.50^{bc}\pm0.48$	$4.27^{abc}\pm0.53$	$4.13^{bcd}\pm0.43$	$3.97^{bcd}\pm0.03$	$3.60^{cd}\pm0.37$
8	188	165	$4.03^{bc}\pm0.16$	$4.50^{bc}\pm0.48$	$4.27^{abc}\pm0.53$	$4.13^{bcd}\pm0.43$	$3.97^{bcd}\pm0.03$	$3.60^{cd}\pm0.37$
9	220	46	$4.50^{b}\pm0.70$	$4.67^{ab}\pm0.21$	$4.53^{ab}\pm0.72$	$4.67^{ab}\pm0.29$	$4.43^{bc}\pm0.04$	$4.43^{b}\pm0.10$
10	220	46	$4.50^{b}\pm0.70$	$4.67^{ab}\pm0.21$	$4.53^{ab}\pm0.72$	$4.67^{ab}\pm0.29$	$4.43^{bc}\pm0.04$	$4.43^{b}\pm0.10$
11	220	165	$2.96^{c}\pm0.21$	$3.90^{cd}\pm0.80$	$3.20^{d}\pm0.58$	$4.40^{d}\pm0.49$	$3.77^{bc}\pm0.30$	$3.37^{cd}\pm0.09$
12	220	165	$2.96^{c}\pm0.21$	$3.90^{cd}\pm0.80$	$3.20^{d}\pm0.58$	$4.40^{d}\pm0.49$	$3.77^{bc}\pm0.30$	$3.37^{cd}\pm0.09$

หมายเหตุ: $^{a, b, c}$… หมายถึง ตัวอักษรภาษาอังกฤษในคอลัมน์ที่ต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

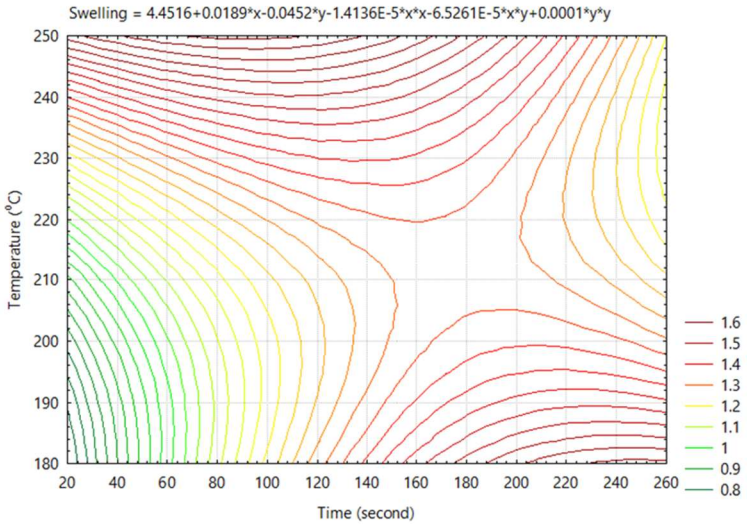
3. กราฟ contour แบบเส้นของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาการอบพองข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์

จาก เส้นของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อปริมาณน้ำอิสระ(a_w) พบว่า อุณหภูมิที่ 180 และ 250 °C เวลา 20 และ120 วินาที มีปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.6 แต่อุณหภูมิที่ 210 °C เวลา 60 วินาที มีปริมาณน้ำอิสระมาก [ภาพที่ 1 (A)] ส่วนเส้นของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อค่าความสว่าง (L*) พบว่า อุณหภูมิที่ 240 °C เวลา 40 - 60 วินาที จะอยู่ในโทนสีทึบ แต่พบว่าที่อุณหภูมิ 250 °C เวลา 100 และ 160 วินาที จะมีค่า L* ที่สว่าง ทำให้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว

ขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์มีสีเหลืองไข่อ่อนๆ [ภาพที่ 1 (B)] นอกจากนี้เส้นของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อค่าความเป็นสีแดง (a*) พบว่า อุณหภูมิ 180 °C เวลา 40 วินาที ค่าสี a* จะอยู่ในช่วงโทนสีทึบไม่สว่าง แต่พบว่าอุณหภูมิ 210 °C เวลา 260 วินาที จะมีค่า a* จะมีค่าสีสว่าง [ภาพที่ 1 (C)] และเส้นของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อค่า b* พบว่าอุณหภูมิที่ 210 และ 220 °C เวลา 240-260 วินาที มีสีเขียวทึบไม่สว่าง แต่อุณหภูมิ 250 °C เวลา 100 วินาที ค่าสี b* สว่างมาก [ภาพที่ 1 (D)]



ภาพที่ 1 กราฟ contour แบบเส้นของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อปริมาณน้ำอิสระ (A), ค่า L*(B), ค่า a* (C) และ ค่า b* (D)



ภาพที่ 2 กราฟ contour แบบเส้นของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อการพองตัว

เส้นของความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อการพองตัว อุณหภูมิ 180 และ 200°C เวลา 20-40 วินาที มีการพองตัวมากมีสีเหลืองอ่อนๆ แต่พบว่าอุณหภูมิที่ 250°C เวลา 80, 240 และ 260 วินาที มีการพองตัวน้อยแต่มีสีคล้ำเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้มีการพองตัวน้อยและไหม้ จากภาพที่ 2

สรุปผลการวิจัย

สูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์ ด้วยกระบวนการผลิตแบบประยุกต์ คือ อัตราส่วนแป้งข้าวเหนียวต่อเม็ดมะม่วงหิมพานต์ 85: 15 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุดในระดับชอบถึงชอบมากที่สุด ดังนั้นสามารถใส่เม็ดมะม่วงหิมพานต์ได้ในอัตราส่วนร้อยละ 15 โดยน้ำหนักแป้ง เมื่อนำสูตรที่ใช้อัตราส่วนแป้งข้าวเหนียวต่อเม็ดมะม่วงหิมพานต์ 85:15 ศึกษาการอบพองที่เหมาะสมด้วยเตาอบลมร้อนแบบไฟฟ้า ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวขนาดเล็กผสมเม็ดมะม่วงหิมพานต์มีการพองตัวมากที่สุดเมื่ออบพองที่อุณหภูมิ 240 °C ระยะเวลาอบ 90 วินาที และผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษาสาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อในการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วง งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

เอกสารอ้างอิง

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2536. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2549. เคมีอาหาร. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ประภัสสร เจริญกิจ. 2555. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวพองจากข้าวกล้องสังข์หยดเมืองพัทลุงที่ปรุงหน้าด้วยปลาทูแขกหยอง โดยใช้เทคนิคไมโครเวฟในการทำแห้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.

วิไล รังสาดทอง. 2546. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร เหนือ, กรุงเทพฯ.

AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. 18th Ed, The Association of Official Analysis of Chemists, Gaithersburg, MD.

Hsieh, F., Hu, L., Peng, I.C. and Huff, H.E. 1991. Effects of water activity on textural characteristic of puffed rice cake. Journal of Lebensmittel Wissenschaft and Technologie. 23(6): 471-473

Murugesan, G. and Bhattacharya, K.R. 1991. Basis for varietal difference in popping expansion of rice. Journal of Cereal Science. 13:71-83

ผลของกรรมวิธีการผลิตชาต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ

Effect of Tea Processing on Antioxidant Capacity

ธัญลักษณ์ บัวผัน[1*] ทนงศักดิ์ สัสดีแพง[2] สุมาลี พรหมรุกขชาติ[3] สาวิตร มีจุ้ย[3] และศุภกานต์ ฉัตรเงิน[1]

Tunyaluk Bouphun[1*] Tanongsak Sassa-deepaeng[1] Sumalee Phromrukachat[2] Sawit Meechoui[2] Supakan Chatngern[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกรรมวิธีการแปรรูปใบชาอัสสัม (**Camellia sinensis** var. **assamica**) หรือชาป่าพื้นเมืองเป็นผลิตภัณฑ์ชาที่ไม่ผ่านการหมัก (ชาขาว ชาเขียว และชาเหลือง) และชาที่ผ่านการหมัก(ชาดำ) ต่อค่าสี (CIE L*a*b*) ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (ทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)) จากผลการทดลองพบว่าใบชาขาวมีค่าความสว่าง (L*) สูงที่สุด ชาดำมีค่าความเป็นสีแดง (a*) สูงกว่าชาชนิดอื่นๆ ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ในชาขาวและชาเขียวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และมีค่าสูงที่สุด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดมีค่าจากมากไปน้อยตามลำดับคือ ชาขาว > ชาเขียว >ชาเหลือง>ชาดำ ซึ่งสอดคล้องกันกับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของชาทั้ง 4 ชนิด ยกเว้นชาดำที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าชาเหลือง ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่ากรรมวิธีการแปรรูปใบชาที่แตกต่างกันมีอิทธิพลต่อปริมาณสารสำคัญที่ออกฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเลือกกรรมวิธีแปรรูปใบชาให้เหมาะสมกับสายพันธุ์ชาและปริมาณสารสำคัญที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ

คำสำคัญ : สารต้านอนุมูลอิสระ, ชาอัสสัม, กรรมวิธีผลิตชา, ฟลาโวนอยด์, DPPH

ABSTRACT

The objective of this research was to study the effect of Assam tea or wild native tea production process into non-fermented (white, green and yellow tea) and complete-fermented (black tea) on colors (CIE L*a*b*), total flavonoid content and antioxidant activity (DPPH-radical scavenging activity) of the teas. Results showed that white tea had the highest value of lightness (L*). Black tea had the higher value of redness (a*) than other tea types. Yellowness (b*) in white and green tea was highest and non-significantly ($p > 0.05$). The following of flavonoid content was obtained: white tea > green tea > yellow tea > black tea, which was positively correlated with the antioxidant activity of those 4 types of tea but exception of black tea being more active than yellow tea. The result contributes to understanding the differentiated tea manufacturing process influences the active antioxidant capacity that used for select the suitable of tea processing on tea cultivar and health benefits of chemical constituents in tea.

Keyword: Antioxidant, Assam tea, Tea processing, Flavonoids, DPPH

---

[1] สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ตำบลพิชัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000

[1] Department of Agro-Industry, Faculty of Sciences and Agricultural technology, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang, Pichai, Lampang 52000, Thailand

[2] สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ตำบลพิชัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000[2]

[2] Department of Sciences, Faculty of Sciences and Agricultural technology, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang, Pichai, Lampang 52000, Thailand

[3]สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตำบลพิชัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000

[3]LARTC, Rajamangala University of Technology Lanna, Pichai, Lampang 52000, Thailand

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author): Than259@yahoo.com

บทนำ

ชาเป็นเครื่องดื่มที่นิยมบริโภคเป็นอันดับสองรองจากน้ำในทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศจีนและอินเดียซึ่งมีประชากรเป็นจำนวนมากและมีประวัติศาสตร์การผลิตชาด้วยเทคนิคต่างๆมากมายซึ่งทำให้เกิดชาหลากหลายชนิดตามกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน โดยแบ่งตามประเภทคือ ชาที่ไม่ผ่านการหมัก (ชาขาว ชาเขียว ชาเหลือง) ชากึ่งหมัก (ชาอู่หลง) ชาหมัก (ชาดำ) และชาหมักด้วยจุลินทรีย์ (ผู่เอ่อ) โดยชาทุกชนิดล้วนผลิตมาจากต้นพืชคาเมเลีย ซึ่งมี 2 สายพันธุ์หลักที่ใช้ผลิตชา คือ **Camellia sinensis** var. **sinensis** (China tea) และ **Camellia sinensis** var. **assamica** (Assam tea) สำหรับประเทศไทยในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนบนพบว่ามีชาสายพันธุ์ **Camellia sinensis** var. **assamica** หรือชาวบ้านมักเรียกว่าชาป่า หรือชาเมี่ยง ซึ่งนิยมนำมาแปรรูปเป็นเมี่ยงหมักและปัจจุบันเริ่มมีการนำมาแปรรูปเป็นชาชนิดต่างๆเพิ่มมากขึ้นตามความต้องการของตลาด

สารประกอบสำคัญที่ทำให้ชาเป็นเครื่องดื่มที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ Flavan-3-ols จัดอยู่ในกลุ่มของสารประกอบฟลาโวนอยด์ (flavonoid compounds) ซึ่งพบว่าสารประกอบฟลาโวนอยด์ ประเภท flavonols มี 3 ชนิดในใบชา คือ quercetin, kaempferol และ myricetin ซึ่งเป็นสารที่ทำให้ใบชามีรสฝาดและขม และยังเป็นสารที่ทำให้ชามีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ พบในชาขาว ชาเขียว ชาอู่หลง และชาดำ (Lin และคณะ, 2008) สารประกอบฟลาโวนอยด์จัดอยู่ในกลุ่มหนึ่งของสารประกอบโพลิฟีนอล ฟลาโวนอยด์หลายชนิดมีน้ำตาลเป็นโมโนแซคคาไรด์ (monosaccharides) หรือ ไดแซคคาไรด์ (disaccharides) อยู่ในโมเลกุลด้วย ซึ่งน้ำตาลที่พบ คือ กลูโคส (glucose) และ แรมโนส (rhamnose) ฟลาโวนอยด์เป็นรงควัตถุ (pigment) ที่มีความคงตัวต่อความร้อน และปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation reaction) ได้ดีกว่าแอนโธไซยานิน (anthocyanin) แต่สามารถเปลี่ยนสีได้ง่าย และยังเป็นสารตั้งต้นสำหรับปฏิกิริยา enzymatic browning ได้ (ฉัฏฐิกา, 2548) Flavan-3-ols ที่พบในชาโดยเฉพาะอย่างยิ่งชาเขียวคือกลุ่มของสารคาเทชิน ซึ่งมีลำดับตามความสามารถในการต้านอนูมูลอิสระ คือ EGC (epigallocatechin) ~ EGCG (epigallocatechin gallate) >> (ECG) epicatechin gallate = (EC) epicatechin > (C) catechins (Luczaj และ Skrzydlewska, 2005) สารในกลุ่มของกรดฟีนอลิค ได้แก่ กรดแกลิคและเอสเทอร์ที่อยู่ในรูปของ quinic acid ester พบว่าปริมาณของกรดแกลลิคมีปริมาณสูงขึ้นซึ่งเกิดจากปฏิกริยา oxidative degallation ของเอสเทอร์ฟีนอลิคในระหว่าง กระบวนการหมักชาดำ (Lin และคณะ, 2008) กลุ่มสาร สารทีเอฟลาวิน (theaflavins) และทีอะรูบิจิน (thearubigins) เป็นสารที่แปรรูปจากสารคาเทชินระหว่างที่เกิดการปฏิกิริยาออกซิไดซ์ของเอนไซน์ในระหว่างการกระบวนการผลิตชาดำ ทีเอฟลาวินจะให้ชามีสีส้มหรือส้มแดงและทำให้ชามีลักษณะเป็นครีมขุ่น มีรายงานพบทีเอฟลาวิน 4 แบบในชาดำ คือ theaflavin, theaflavin-3-monogallate, theaflavin-3-monogallate และ theaflavin-3,3-digallate (Chen และคณะ., 2012) ทีเอฟลาวินสามารถเกิดออกซิไดซ์ต่อได้และอาจเป็นสารตั้งต้นในการเกิดสารทีอะรูบิจินโดยกลไกนั้นยังไม่ทราบชัดเจน ทีอะรูบิจินเป็นสารที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลเข้มในชาดำ โดยโครงสร้างทางโมเลกุลของทีอะรูบิจินยังไม่ได้รับการเปิดเผย (Haslam, 2003) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าทีอะรูบิจินมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้เช่นเดียวกับสารในกลุ่มคาเทชิน (Luczaj และ Skrzydlewska, 2005)

กระบวนการแปรรูปใบชาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบฟีนอลิค ทำให้มีปริมาณและชนิดของสารต่างๆที่เกิดขึ้นต่างกันเช่นเดียวกันกับปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทหรือชนิดของชานั้นๆ มีรายงานว่าผลิตภัณฑ์ชาที่ผ่านการแปรรูปจนเป็นผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายมีชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระที่สูงแตกต่างกัน การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิคจากตัวอย่างชาทั้งที่ไม่ผ่านการหมักและผ่านการหมักจำนวน 66 ตัวอย่างจากทั่วโลกสามารถจำแนกสารประกอบอบฟีนอลิกได้ 92 ชนิด และสามารถจำแนกได้ 5 กลุ่ม คือ กลุ่มที่หนึ่งมีสาร acylated flavonol glycosidels สูงจะเป็นชาในกลุ่มที่คุณภาพสูงผลิตจากยอดและใบชาอ่อนในต้นฤดูการเก็บเกี่ยว กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มที่มีสารคาเทชิน และ glycosylated flavonols สูงมักพบในชาเขียวทั่วไป

กลุ่มที่สามเป็นกลุ่มที่มีปริมาณสารEGCG ต่ำและมีสารทีเอฟลาวินมักพบในชากึ่งหมักและชาที่หมักโดยจุลินทรีย์ กลุ่มที่สี่เป็นชาในกลุ่มที่สาร EGCG ส่วนใหญ่ถูกออกซิไดส์เป็นทีเอฟลาวินมักพบในชาดำ และกลุ่มสุดท้ายจะมีปริมาณสาร EGCG เพียงเล็กน้อยเนื่องจากผ่านการหมักที่นานมาก เช่น ชาผู่เอ่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในใบชา คือ ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic content; TPC) ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (ทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ในตัวอย่างชาที่ไม่ผ่านการหมัก (ชาขาว ชาเขียว ชาเหลือง) และชาหมัก (ชาดำ) จากชาสายพันธุ์อัสสัมหรือชาป่าพื้นเมืองในแหล่งพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยเพื่อให้สามารถเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารสำคัญจากการกรรมวิธีการผลิตชาที่ต่างกันเพื่อจะนำไปใช้พัฒนากระบวนการผลิตชาให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้นและแสดงให้เห็นถึงสารที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพที่ผู้บริโภคจะได้รับจากการดื่มชา

วิธีดำเนินการวิจัย

1.การเตรียมตัวอย่างชา

ตัวอย่างชาทั้ง 4 ชนิดจากโรงแปรรูปใบชาเมี่ยงท้องถิ่น จังหวัดเชียงราย โดยใบชาอัสสัมจะผ่านกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน(ดัดแปลงจาก Xu และคณะ, 2018) คือ ชาขาวเตรียมโดยนำใบชาสดที่ผ่านการผึ่งแล้วมาอบให้แห้ง ชาเขียวเตรียมโดยนำใบชาที่ผึ่งแล้วมาคั่วด้วยกะทะ (pan fixing/firing)ให้ความร้อนเพื่อยั้บยั้งเอนไซน์จากนั้นนำมานวด (rolling) แล้วจึงนำไปอบให้แห้ง ชาเหลืองมีวิธีการเตรียมที่คล้ายชาเขียวแต่จะมีการบ่ม (lightly fermented) ภายหลังการคั่วเพื่อให้ชายังคงมีสีเหลืองโดยไม่ต้องนวดใบชาจากนั้นจึงนำมาอบให้แห้ง ชาดำเตรียมจากนำใบชาที่ผึ่งแล้วมานวดและนำมาหมัก (fully oxidized/fermented) ทิ้งไว้จนใบชาเปลี่ยนสีจึงนำมาอบให้แห้ง ดังภาพที่ 1

2. การตรวจวัดค่าสี

วัดค่าสี L* a* และ b* โดยใช้เครื่องวัดสี (Colorimeter ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Quest XT)

3. การสกัดตัวอย่าง

การสกัดสารตัวอย่างดัดแปลงตามวิธีของ Cheng และคณะ (2014) โดยเลียนแบบจากการชงชา ด้วยการสกัดสารจากชาทั้ง 4 ชนิดด้วยน้ำกลั่น ใช้ตัวอย่างชา 1 กรัม ต่อน้ำกลั่น 80 mL ใส่ในขวดรูปชมพู่และเขย่าที่อุณหภูมิ 80 °C นาน 30 นาที สารละลายที่ได้นำปั่นแยกด้วยเครื่องเซนติฟิวส์ที่ 5000 rmp 10 นาที และนำสารละลายส่วนใสที่ได้จากการสกัดทั้ง 3 ครั้ง มาใส่ในขวดปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 250 mL ปิดด้วยพาราฟิล์มและเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C

4. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

4.1 การวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด (total polyphenolic content; TPC) โดยใช้วิธีของ Folin-Ciocalteu (Yan และคณะ, 2018) โดยใช้สารละลายตัวอย่าง 0.1 mL ลงในหลอดทดลอง เติม Folin-Ciocâlteu's reagent ปริมาตร 0.1 mL และน้ำกลั่น 2.8 mL เขย่าตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 8 นาทีแล้วเติม 7.5% sodiumcarbonate (Na_2CO_3) ปริมาตร 2 mL เขย่าตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง นำสารละลายมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร โดยใช้ gallic acid (GA) เป็นสารมาตรฐาน ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดจะแสดงผลเป็นไมโครกรัมของ gallic acid equivalent (GAE) ต่อ มิลลิกรัมของน้ำหนักแห้งของชาตัวอย่าง (μg GAE/mg Tea DW)

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (total flavonoids content; TFC) โดยวิธี aluminum chloride colorimetry method (ดัดแปลงจาก Chang และคณะ, 2014) นำสารสกัดตัวอย่างปรับปริมาตรด้วยเมทานอลในขวดปรับปริมาตร 100 mg/mL. เตรียมกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานเคอร์ซิตินโดยละลายเคอร์ซิตินด้วยเมทานอล (0-100

mg/mL). นำสารสกัดที่เตรียมไว้หรือสารเคอร์ซิติน (ปริมาตร 2.0 mL) เติมด้วย 10% (w/v) aluminum chloride ปริมาตร 0.1 mL และ 0.1 mM สารละลาย potassium acetate ปริมาตร 0.1 mL เขย่าผสมเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที นำสารละลายมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดจะแสดงผลเป็นไมโครกรัมของ quercetin equivalent ต่อ มิลลิกรัมของน้ำหนักแห้งของชาตัวอย่าง (μg QCE/mg Tea DW)

4.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีดักจับอนุมูลอิสระ DPPH (DPPH radical scavenging activity assay) ตามวิธีของ Brand-Williams, Cuvelier, and Berset (1995) สารละลายตัวอย่างปริมาตร 0.5 ml ซึ่งมีความเข้มข้นของโพลีฟีนอลิกต่างกันในช่วงตั้งแต่ 0–100 μg/mL เติมด้วยสารละลาย DPPH% (0.06 mM) ปริมาตร 2.5 mL เขย่าผสมในหลอดทดลองทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที ใช้น้ำกลั่นเป็นตัวอย่างควบคุม (A_0) เติมด้วยสารละลาย DPPH เช่นเดียวกับสารละลายตัวอย่าง (A_1) นำสารละลายทั้งหมดมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปแทนค่าในสมการเพื่อหาค่า % inhibition จากนั้นนำค่าที่ได้มาสร้างกราฟระหว่างความเข้มข้นกับเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง แล้วจึงนำสมการที่ได้ไปแทนค่าเพื่อหาความเข้มข้นที่น้อยที่สุดที่สามารถต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้ 50% แสดงผลในรูปของค่า IC_{50} (Inhibition concentration $_{50}$)

DPPH% scavenging activity (%) = (1 −A1/A0) × 100

4.4 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugars) ด้วยวิธี DNS ดัดแปลงจาก Zeng และคณะ (2017) นำสารสกัดตัวอย่างมาเติมน้ำกลั่นและเขย่าที่อุณหภูมิ 50 ºC นาน 20 นาที จากนั้นนำสารละลายที่ได้มาเติมสารละลาย DNS ผสมให้เข้ากันและทำปฏิกิริยาด้วยการนำมาต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด 5 นาที นำสารละลายที่ได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์วัดเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานน้ำตาลกลูโคสปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะแสดงผลเป็นไมโครกรัมของน้ำตาลกลูโคสต่อมิลลิกรัมของน้ำหนักแห้งของชาตัวอย่าง (μg GE/mg Tea DW)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนจากค่าวิเคราะห์ชาทั้ง 4 ชนิด จำนวน 3 ซ้ำ ด้วยแผนการทดลองแบบ Completed Randomize Design (CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี least significant different (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์ผล

จากการวิเคราะห์คุณภาพค่าสีของตัวอย่างชาทั้ง 4 ชนิด (ตารางที่ 1) พบว่า ชาขาวที่ผ่านการอบมีค่าสีความสว่าง (L*) สูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p\leq0.05$) จากชาเขียวและชาเหลืองซึ่งเป็นชาชนิดที่ไม่ผ่านการหมักเช่นเดียวกัน โดยสาเหตุจากกระบวนการทำชาขาวจะทำให้ใบชาแห้งโดยระมัดระวังไม่ให้ใบชาช้ำโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการนวดหรือหมักใดๆที่จะทำให้เซลล์ในใบชาแตกช้ำ ในขณะที่ชาดำมีค่าสีแดง (b*) สูงสุดเนื่องจากในกระบวนการทำชาดำมีการนวดเพื่อให้เซลล์ในใบชาแตกและการหมักที่ทำให้ใบชาที่ผ่านการนวดเกิดการหมักโดยสัมผัสกับอากาศและการเปลี่ยนแปลงของสารสำคัญจากเอนไซน์ในใบชาโดยเฉพาะอย่างยิ่งพอลิฟีนอลออกซิเดสจะเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้ได้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีโมเลกุลใหญ่ขึ้น ซึ่งทำให้ชาเกิดกลิ่น สี และรสชาติที่แตกต่างกันไปตามองค์ประกอบทางเคมีที่อยู่ในชาและตามกรรมวิธีการผลิต (ธีรพงษ์, 2555)

ปริมาณความชื้นของชาทั้ง 4 ชนิดอยู่ในช่วงร้อยละ 4-8 (ตารางที่ 2) ซึ่งเป็นช่วงความชื้นที่ต่ำโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ชามีค่าความแตกต่างกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งชาเขียวมีค่าความชื้นสูงกว่าชาชนิดอื่นเนื่องจากกระบวนการทำชาเขียวมีการนวดใบชาก่อนการทำแห้งซึ่งการนวดใบชานี้ทำให้มี

ความชื้นและสารสำคัญต่างๆปลดปล่อยออกมาจากใบชาซึ่งเป็นเทคนิคที่ทำให้ใบชาเกิดการพัฒนาสี กลิ่นและรสชาติจึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้นมากกว่าชาชนิดอื่นภายหลังการอบแห้งใบชา การทำแห้งชาในขั้นตอนสุดท้ายของการทำชาสามารถทำได้จากการตากแห้งโดยแสงแดดหรือการการอบด้วยเครื่องมือซึ่งความชื้นที่ต่ำจะช่วยให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี นอกจากนี้การทำแห้งในขั้นตอนสุดท้ายของการหมักชาดำจะช่วยหยุดปฏิกิริยาการหมัก ปริมาณความชื้นภายหลังการอบมีความสำคัญต่อเก็บรักษาชาแต่ละชนิดอีกด้วย

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในชาขาวมีปริมาณ ~ 232.2 µg GAE/mg ซึ่งมีปริมาณมากกว่าชาชนิดอื่นๆ รองลงมาคือชาเขียว (~204 µg GAE/mg) ชาเหลือง (~149 µg GAE/mg) และชาดำ (~84 µg GAE/mg) ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ Cleverdon และคณะ (2018) รายงานปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในใบชาเขียว (~120 µg GAE/mg) มีปริมาณมากกว่าชาดำ (~80 µg GAE/mg) โดยทำการสกัดสารจากใบชาที่อุณหภูมิในช่วง 79-96 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที เช่นเดียวกับปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในชาขาวมีปริมาณ 48.0 µg QE/mg มากกว่าชาชนิดอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ชาเขียวและชาเหลืองมีปริมาณฟลาโวนอยด์รองลงมา เท่ากับ 39.0 µg QE/mg และ35.1 µg QE/mg ตามลำดับ ในส่วนของชาดำมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดน้อยที่สุด คือ~ 84 µg GAE/mg และ ~27µg QE/mg ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

จากการศึกษาฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระด้วยการทดสอบความสามารถในการจับอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (ตารางที่ 3) พบว่า ชาขาวและชาเขียวมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดโดยมีค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถทำให้ความเข้มข้นของ DPPH ลดลงร้อยละ 50 (IC50) เท่ากับ 18.7 และ 26.2 µg/mL ตามลำดับ ในขณะที่ชาเหลืองมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุดโดยมีค่าความเข้มข้นของสารที่สามารถทำให้ความเข้มข้นของ DPPH ลดลงร้อยละ 50 (IC_{50}) เท่ากับ 170.3 µg/mL สอดคล้องกับ Kosinska และ Andlauer (2014) ซึ่งรายงานลำดับความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ในชาเขียว >ชาดำ>ชาเหลือง ตามลำดับ แต่ไม่สอดคล้องกับลำดับของชาขาวที่พบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชาชนิดอื่นๆ มีงานวิจัยรายงานความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของชามาจากสารกลุ่มคาเทชิน ซึ่งมีลำดับจากมากไปน้อย คือ EGC ~ EGCG >> (ECG) = EC > C (Luczaj และ Skrzydlewska , 2005) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง EGCG แสดงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าคาเทชินชนิดอื่นๆ (Xu และคณะ, 2004) จึงเป็นเหตุผลที่ชาเขียวซึ่งเป็นแหล่งของคาเทชินมีการต้านอนุมูลอิสระสูง ในขณะที่ชาดำซึ่งอาศัยกระบวนการหมักเพื่อให้ชามีกลิ่นและสีที่เฉพาะจะมีกรดแกลลิคที่สูงขึ้นในระหว่างกระบวนการหมัก

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในชาเขียวมีปริมาณมากที่สุด เท่ากับ 157.42 µg GE/mg รองลงมาคือ ชาขาวและชาเหลืองมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์~120 µg GE/mg ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในชาดำมีปริมาณน้อยที่สุด เท่ากับ 85.64 µg GE/mg (ตารางที่ 2)

สาเหตุที่ทำให้ปริมาณสารสำคัญและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของชาทั้ง 4 ชนิดต่างกันเกิดขึ้นจากชาทั้ง 4 ชนิดผ่านกระบวนการแปรรูปชาที่แตกต่างกันเพื่อให้มีคุณลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน ชาขาวมีกระบวนการแปรรูปน้อยที่สุด โดยชาทุกชนิดจะผ่านกระบวนการผึ่งใบชาเพื่อให้ใบชาลดความชื้นลงและใบชามีความอ่อนนุ่มลงให้ง่ายต่อการแปรรูปในขั้นตอนต่อไปในขณะเดียวกันในขั้นตอนนี้ชาบางส่วนจะเกิดการออกซิเดชั่นจากอากาศเพื่อให้มีการพัฒนากลิ่นรส ชาขาวจะใช้เวลาในขั้นตอนนี้มากกว่าชาชนิดอื่นๆ สำหรับชาเขียวและชาเหลืองจะถูกนำมาคั่วด้วยวิธี pan –firing หรือการคั่วกะทะให้ความร้อนที่ 230 องศาเซลเซียส เพื่อยั้บยั้งการทำงานของเอนไซน์ ซึ่งเป็นเทคนิคการทำชาของประเทศจีนในขั้นตอนนี้จะทำให้ชามีกลิ่นที่ดีขึ้นและเป็นอีกขั้นตอนที่ทำให้ปริมาณสารสำคัญในใบชาเกิดการเปลี่ยนแปลง การนวดใบชาเป็นขั้นตอนที่สำคัญสำหรับชาเขียวและชาดำโดยการนวดใบชามีวัตถุประสงค์เพื่อให้เซลล์ใบชาแตกและปลดปล่อยสารสำคัญคือเอนไซน์โพลีฟีนอลและน้ำมันในใบชาออกมาซึ่งมีความสำคัญต่อกระบวนการเกิดออกซิเดชั่นในใบชา จึงอาจ

เป็นสาเหตุหนึ่งที่ชาเขียวและชาดำมีฤทธิ์ของสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าชาเหลือง การหมักใบชาเป็นขั้นตอนสำคัญของการทำให้ชาดำมีสีที่เข้มขึ้นจากการเกิดปฏิกริยาออกซิเดชั่นของสารพอลิฟีนอลของเอนไซน์พอลิฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidases) ซึ่งสังเกตได้จากการเปลี่ยนแปลงของสีในใบชาที่เกิดจากสารโอลิโกเมอริก ทีฟลาวินและโพลีเมอริกทีอะรูบิจิน และขั้นตอนสุดท้ายของการทำชาทุกชนิดคือการอบแห้งใบชาเพื่อหยุดปฏิกริยาการหมักและลดความชื้นในใบชาที่เป็นสาเหตุของการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ นอกจากนี้ปริมาณของสารสำคัญและฤทธิ์ของสารต้านอนุมูลอิสระในชาทั้ง 4 ชนิดที่แตกต่างกันอาจเกิดจากสาเหตุอื่นๆ เช่น อุณหภูมิของน้ำร้อนที่ใช้ในการสกัดสารสำคัญจากชาชนิดต่างๆ ลำดับของใบชาที่ใช้ในการผลิตชาแต่ละชนิด อุณหภูมิที่ใช้ในการผึ่ง เวลาที่ใช้ในการนวด หรือหมักล้วนเป็นสิ่งที่ควรศึกษาเพิ่มเติมต่อไป ซึ่งจะเห็นได้ว่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของชาขาวต่ำกว่าชาเขียวอาจขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและวิธีการสกัดที่มีผลต่อปริมาณสารสำคัญที่มีผลต่อสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในชาชนิดนั้นซึ่งควรมีการศึกษาเฉพาะในชาชาแต่ละประเภท

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ชาขาว ชาเขียว ชาเหลืองและชาดำที่ผลิตจากใบชาอัสสัมหรือชาป่าพื้นเมืองของไทยเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระได้ดีและมีปริมาณสารสำคัญ เช่น ปริมาณฟินอลิกทั้งหมดและปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดที่สูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อนำมาผลิตเป็นชาขาวและชาเขียว และมีแนวโน้มที่ดีสำหรับการผลิตเป็นชาเหลืองและชาดำ โดยควรทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปชาในขั้นตอนต่างๆ เช่น เวลาที่ใช้ในการผึ่งใบชาแต่ละประเภท เวลาที่ใช้ในการหมักชาดำ เป็นต้น เพื่อให้สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มผลิตภัณฑ์จากใบชาอัสสัมพื้นเมืองและทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่นิยมดื่มชาเพื่อสุขภาพ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงแปรรูปใบชาเมี่ยงท้องถิ่น ในพื้นที่โครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น จังหวัดเชียงรายที่เอื้อเฟื้อตัวอย่างชา และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปางที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ธีรพงษ์ เทพกรณ์. 2555. เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับชา. แหล่งที่มา: http://archive.mfu.ac.th/school/agro2012/node/284, 29 ธันวาคม 2560.

ณัฏฐิกา ศิลาลาย. 2548. ฟลาโวนอยด์ในใบชา : หน้าที่ การใช้ประโยชน์ และการวิเคราะห์. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม 2 (1) 2549.

Brand-willians, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Sci. Technol. 28: 25-30.

Chang, C.C., Yang, M.H. and Wen, H.M., 2014. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. J Food Drug Anal.10:178-182.

Chen, H., Shurlknight, K., Leung, T. and Sang, S., 2012. Structural identification of theaflavin trigallate and tetragallate from black tea using liquid chromatography/electrospray ionization tandem mass spectrometry. J. Agric. Food Chem. 60:10850–10857.

Cheng, A., Yan, H., Han, C., Chen, X., Wang, W., Xie, C., ... Shi, X. (2014). Acid and alkaline hydrolysis extraction of non-extractable polyphenols in blueberries: Optimisation by response surface methodology. Czech Journal of Food Sciences. 32:218–225.

Cleverdon, R., Elhalaby, Y., McAlpine, M.D., Gittings, W. and Ward, W.E. (2018). Total polyphenol content and antioxidant capacity of tea bags: comparison of black, green, red, rooibos, chamomile and peppermint over different steep times. Beverges 4:1-15.

Haslam, E., 2003. Thoughts on thearubigins. Phytochemistry 64:61–73.

Kosinska, A. and Andlauer, W. 2014. Antioxidant capacity of Tea: Effect of Processing and Storage, pp. 109-120. **In** Processing and Impact on Antioxidant in Beverages. http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-404738-9.00012-x.

Lin, L.Z., Chen, P. and Harnly, J.M., 2008. New phenolic components and chromatographic profiles of green and fermented teas. J. Agric. Food Chem. 56:8130–8140.

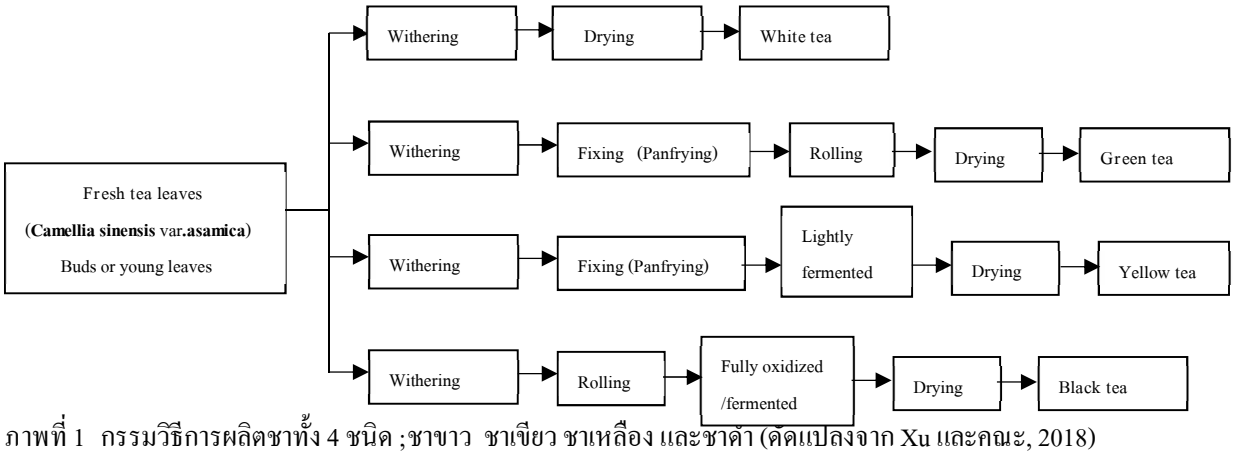
Luczaj, W., Skrzydlewska, E., 2005. Antioxidative properties of black tea. Preventive Medicine 40:910–918.

Xu J., Wang, M., Zhao, J., Wang, Y.H., Tang, Q. and Khan, I.A., 2018. Yellow tea (Camellia sinensis L.), a promising Chinese tea: Processing, chemical constituents and health benefits. Food Research International. 107:567-577.

Xu, J.Z., Yeung, S.Y.V., Chang, Q., Huang, Y., Chen, Z.Y., 2004. Comparison of antioxidant activity and bioavailability of tea epicatechins with their epimers. Br. J. Nutr. 91:873–881.

Yan, S., Shao, H., Zhou, Z., Wang, Q., Zhao, L. and Yang, X. 2018. Non-extractable polyphenols of green tea and their antioxidant,anti-α-glucosidase capacity, and release during in vitro digestion. Journal of Functional Foods. 42: 129-136.

Zeng, Z., Li, Y., Yang, R., Liu, C., Hu, X., Luo, S., Gong, E. and Ye, J. 2017. The relationship between reducing sugars and phenolic retention of brown rice after enzymatic extrusion. Journal of Cereal Science 74: 244-249.



ภาพที่ 1 กรรมวิธีการผลิตชาทั้ง 4 ชนิด ;ชาขาว ชาเขียว ชาเหลือง และชาดำ (ดัดแปลงจาก Xu และคณะ, 2018)



ภาพที่ 2 ตัวอย่างชาอัสสัมที่ผ่านกรรมวิธีการแปรรูปแบบไม่หมัก;ชาขาว (a), ชาเขียว (b) ชาเหลือง (c) และแบบหมัก; ชาดำ (d)

ตารางที่ 1 ค่าสี (CIE L*a*b*) ของตัวอย่างชาอัสสัม ; ชาขาว ชาเขียว ชาเหลือง และ ชาดำ

ค่าสี	ชาขาว	ชาเขียว	ชาเหลือง	ชาดำ
L*	41.72±0.268 a	38.39±0.265 c	38.9±0.621 b	27.35±0.937 d
a*	0.46±0.177 c	0.32±0.172 d	1.03±0.275 b	2.01±0.115 a
b*	11.36±0.132 a	11.30±0.881 b	9.33±0.142 c	3.50±0.399 d

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 ปริมาณความชื้น ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ของตัวอย่างชาอัสสัม; ชาขาว ชาเขียว ชาเหลือง และ ชาดำ

ค่าวิเคราะห์	ชาขาว	ชาเขียว	ชาเหลือง	ชาดำ
ปริมาณความชื้น (%)	4.17±0.976c	8.38±0.765 a	5.37±0.120 b	4.06±0.68 c
ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด (µg GAE/mg Tea DW)	232.21±2.42a	204.7±26.83b	149.35±5.31c	84.55±1.89d
ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (µg QE/mg Tea DW)	48.01±0.71 a	39.02±0.41 b	35.19±0.85 c	27.45±0.19 d

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (µg GE/mg Tea DW)	120.29±3.80 b	157.42±11.67 a	120±6.80 b	85.64±6.24 c

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

GAE = Gallic acid equivalent, QE = Quercetin equivalents, GE= Glucose equivalents, DW = dry weight)

ตารางที่ 3 ร้อยละการยั้บยั้งของสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ตามปริมาณความเข้มข้นของการสกัดตัวอย่างชาทั้ง 4 ชนิด (Inhibition (%) of DPPH radical based on the concentration) และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ IC_{50} (half-maximal inhibitory concentration, Lower IC_{50} value shows more antioxidant potential)

ตัวอย่างชา	Extract concentration (µg/mL)				IC_{50}
	8	40	200	1,000	(µg/mL)
ชาขาว	22.71	70.68	90.44	84.84	26.2 a
ชาเขียว	32.17	85.72	89.85	85.03	18.7 a
ชาเหลือง	0.63	10.07	59.11	86.15	170.3c
ชาดำ	13.42	29.65	92.47	84.62	91.8 b

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันในแต่ละคอลัมน์แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การพัฒนาธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้ง

Development of Cereal Bars from Rice Berry Brown Rice Mixed with Dehydrated Papaya

จินตนา เจริญเนตรกุล[1*] เลิศศิริ พวงแก้ว[1] และ ปัญญรัศม์ ลือขจร[1]

Jintana Charoennetkul[1*] Lertsiri Phuangkaew[1] and Panyaras Luekhajon[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการทำข้าวพองจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ หาสูตรมาตรฐานของธัญพืชอัดแท่ง หาวิธีการทำมะละกอตากแห้งและปริมาณมะละกอตากแห้งในการทำผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี คุณค่าทางโภชนาการและคำนวณต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้ง พบว่า วิธีการทำข้าวพองจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ด้วยกรรมวิธีการคั่วที่อุณหภูมิ 250 ^{0}C และทอดที่อุณหภูมิ 200 ^{0}C นั้นมีค่าความชื้น, ปริมาณน้ำอิสระ(a_w) และ สี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p\leq0.05$) จึงเลือกข้าวพองจากวิธีการคั่วมาเป็นส่วนผสม ในการหาสูตรมาตรฐานธัญพืชอัดแท่ง จำนวน 3 สูตร ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งสูตรที่ 2 มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด เมื่อหาวิธีการทำมะละกอตากแห้งจาก 3 วิธี พบว่า การแช่มะละกอในน้ำปูนใส 1 ชั่วโมง ลวกน้ำเชื่อม 5 นาทีและตากแดด 10 ชั่วโมง มีความเหมาะสมที่สุด และการหาปริมาณมะละกอออบแห้งในผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่ง 5 ระดับ คือ 5, 10, 15, 20 และ 25 % พบว่า ปริมาณมะละกอออบแห้งในธัญพืชอัดแท่งที่ 15 % ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม และมีผลให้ ค่าสี L* (15.06) และ b* (43.6) ลดลง ค่าสี a* (3.38), ค่าเนื้อสัมผัส (39.35), ความชื้น (0.35), ปริมาณน้ำอิสระ (0.05) และคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะวิตามินเอ (60.93) และมีต้นทุนการผลิตต่อหนึ่งหน่วยบริโภค เท่ากับ 10.98 บาท

คำสำคัญ : ธัญพืชอัดแท่ง, ข้าวไรซ์เบอร์รี่, มะละกอ

ABSTRACT

The objective of this research are to investigate a standard menu of cereal bars from rice berries brown rice, to study the process of dehydrated papaya production, to examine the filling quantity of dehydrated papaya for cereal bars production from rice berries brown rice and to analyze sensory properties, chemical features, nutritional value and processing cost of product. Cereal bars from rice berry brown rice mixed with dehydrated papaya were founded at 250°C and another mean is deep-fried under 200°C. The results illustrated that the moisture values, a_w and color values from two different methods were significant difference ($p \leq 0.05$). Therefore, researchers selected cereal bars from founded process was a standard menu to make 3 various formulas of cereal bars. Then, sensory assessment which were color, smell, taste, texture including overall acceptance. The result demonstrated that the second formula had the highest sensory scores. The result of dehydrated papaya production founded that papaya dropping in lime solution for an hour and then boiled in syrup for 5 minutes and dried with UV light for 10 hours was the most appropriate technique and the added quantity of dehydrated papaya in cereal bar at 5 different levels which were 5, 10, 15, 20 and 25 % of total weight represented that 15 % of added dehydrated papaya had the highest scores in all evaluation. The color assessment displayed that L*, a*, b*, texture, a_w as well as nutritional value were 15.06, 43.60, 3.38, 39.35, 0.35, 0.05 and 60.93 (% of Vitamin A) and processing cost of product per a serving size was 10.98 bath.

Keywords : Cereal bars, Berries Rice, Papaya

[1] สาขาคหกรรมศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตำบลบ่อยาง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

[1] Department of Home Economics Faculty of Liberal Arts. Rajamangala University of Technology Srivijaya, Bo Yang, Muang district, Songkhla 90000, Thailand

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail) : Jimcha46@gmail.com

บทนำ

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (rice berry) เป็นข้าวเจ้าสีม่วงเข้ม รูปร่างเมล็ดเรียวยาว ข้าวกล้องมีความนุ่มนวลมาก ปลูกได้ตลอดทั้งปี มีคุณสมบัติเด่นทางด้านโภชนาการ คือ มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แกมมาโอไรซานอล วิตามินอี แทนนิน สังกะสี และโฟเลตสูง มีดัชนีน้ำตาลต่ำปานกลาง และมีเส้นใยอาหาร(fiber) อยู่ปริมาณมากในข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ จากการศึกษาพบว่าข้าวยิ่งมีสีม่วงเข้มมากประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระยิ่งมีมากขึ้นโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 35.3 ถึง 214.7 umole/g โดยเฉพาะในรำข้าวเจ้าหอมนิลและรำข้าวไรซ์เบอร์รี่มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูง ถึง 229 ถึง 304.7 umole/g และเมื่อนำข้าวสายพันธุ์ต่างๆ มาเปรียบเทียบกับน้ำผลไม้พร้อมดื่มหรือน้ำชาเขียว พบว่ามีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่า เกือบ 100 เท่า ซึ่งยิ่งข้าวมีสีเมล็ดเข้มเท่าไรยิ่งทำให้มีผลในการต้านอนุมูลอิสระได้สูงขึ้นเท่านั้น จากงานวิจัยพบว่าข้าวกล้องพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่และพันธุ์สินเหล็กเมื่อหุงสุกแล้ว ยังมีสารต้านอนุมูลอิสระเหลืออยู่ ไม่ได้ถูกความร้อนทำลายหมด จึงเป็นแหล่งอาหารที่ให้สารต้านอนุมูลอิสระสูง การที่ร่างกายได้รับสารต้านอนุมูลอิสระพอเพียงต่อความต้องการในแต่ละวัน จะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวาน โรคหัวใจ โรคหลอด เลือด และ โรคมะเร็งได้

ผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดแท่ง หรือ Snack food bar ซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมที่เป็นชิ้น ขนาดเล็ก นำมาอัดแท่งโดยยึดด้วยสารยึดเกาะ (binder) โดยอาจมีการเคลือบผิวนอกของชิ้นอาหารหรือไม่มีก็ได้ สำหรับประเทศไทยผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ส่วนมากเป็นอาหารว่างแบบพื้นบ้าน เช่น กระยาสารท ข้าวแตน ขนมนางเล็ด ถั่วตัด และถั่วกระจก เป็นต้น (ปาริสุทธิ์, 2550) ซึ่งในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งเป็นอาหารว่างที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภค ทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดในการนำข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่มาทำเป็นผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งและผสมมะละกอตากแห้งลงไปเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งมีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้น เพราะข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่และมะละกอเป็นแหล่งอาหารที่อุดมไปด้วยวิตามินเอ วิตามินซี วิตามินบี1 บี2 ธาตุเหล็ก และฟอสฟอรัสสูง ที่สำคัญอุดมไปด้วยสารเบต้าแคโรทีนที่ช่วยต้านมะเร็ง มีเส้นใยอาหารช่วยระบบการขับถ่าย และมีสารเพคตินที่ช่วยเคลือบกระเพาะอาหาร นอกจากนี้ยังมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง การที่ร่างกายได้รับสารต้านอนุมูลอิสระ พอเพียงต่อความต้องการในแต่ละวัน จะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวาน โรคหัวใจ โรคหลอดเลือด และ โรคมะเร็งได้ จากข้อมูลดังกล่าวจึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจในการพัฒนาธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้ง โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัย ดังนี้ เพื่อศึกษาวิธิการทำข้าวพองจากข้าวกล้องไรซ์เบอรรี่ หาสูตรมาตรฐานของธัญพืชอัดแท่ง ศึกษาวิธีการทำมะละกอตากแห้งและปริมาณมะละกอตากแห้งในการทำธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอรี่วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี คุณค่าทางโภชนาการและคำนวณต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้ง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาวิธีการทำข้าวพองจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี

เตรียมตัวอย่างข้าวกล้องไรซ์เบอร์รีสำหรับหาวิธีการที่เหมาะสมในการทำข้าวพอง โดยนำข้าวกล้องไรซ์เบอร์รีแช่น้ำ 30 นาที หุงในอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ปริมาณ 1:1.5 จากนั้นนำข้าวพองไปตากแดดให้แห้ง นำมาทดลองทำข้าวพองด้วยกรรมวิธี 2 วิธี ดังนี้ วิธีการคั่วที่อุณหภูมิ 250 ^{0}C และวิธีการทอดที่อุณหภูมิ 200 ^{0}C (รัตนาภรณ์, 2549) จากนั้นนำข้าวกล้องไรซ์เบอร์รีที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี ดังนี้ คุณภาพทางเคมี ได้แก่ การหาความชื้น (AOAC. 2000) ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) (วัดด้วยเครื่อง Moisture Balance ยี่ห้อ AND รุ่น MX50) คุณทางกายภาพ ได้แก่ วัดเนื้อสัมผัส (การพองตัวและความกรอบ วัดด้วยเครื่องTexture Analyzer)

2. ศึกษาหาสูตรมาตรฐานของธัญพืชอัดแท่ง

รวบรวมสูตรธัญพืชอัดแท่ง จำนวน 3 สูตร จากแหล่งข้อมูลต่างๆ ทำการทดลองธัญพืชอัดแท่งทั้ง 3 สูตร ตามส่วนผสมวิธีการที่ได้มา โดยใช้ข้าวพองจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ที่ได้จากการทดลองในขั้นตอนที่ 1 ใส่ลงในส่วนผสม ดังตารางที่ 1 ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonie Scale) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 40 คน เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อคัดเลือกสูตรที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับมากที่สุด เพื่อนำไปใช้ในทดลองขั้นต่อไป

ตารางที่ 1 ส่วนผสมตามสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่ง

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสมตามสูตรพื้นฐานที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่ง (ร้อยละ)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ข้าวพอง (ข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่)	28	34	54
งาขาวคั่ว	30	18	10
ถั่วลิสงคั่ว	-	14	9
เมล็ดฟักทองอบแห้ง	15	9	5
น้ำตาลทรายขาว	11	7	9
กระเทียมผง	1	1	1
แบะแซ	30	34	40
กุ้งแห้ง	11	7	9
เกลือ	1	1	1
เนยสดรสจืด	3	3	3

หมายเหตุ : สูตรที่ 1 ศรีสมร และมณี, 2537, สูตรที่ 2 อุบล, 2549 และสูตรที่ 3 พลศรี, 2545

วิธีทำธัญพืชอัดแท่ง

1) ตั้งกระทะให้ร้อน ใส่เนยสดและกระเทียมผงคนให้เข้ากัน เป็นเวลา 1 นาที

2) ใส่ข้าวพอง ถั่วลิสงคั่ว เมล็ดฟักทองอบแห้ง กุ้งแห้งและงาขาวคั่ว คนให้เข้ากัน เป็นเวลา 2 นาที

3) ใส่น้ำตาลทรายและเกลือคนให้เข้ากัน 5 นาที หรือจนน้ำตาลทรายและเกลือละลาย

4) ใส่แบะแซคนให้เข้ากัน 2 นาที นำมาอัดใส่บล็อกให้แน่น พักให้เย็น ใช้มีดฟันเลื่อยตัดเป็นแท่ง นำไปอบที่อุณหภูมิ 110 ^{o}C เป็นเวลา 5 นาที

3. ศึกษาวิธีการทำมะละกอตากแห้งและปริมาณมะละกอตากแห้งในการทำธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอรี่ผสมมะละกอตากแห้ง

3.1 การหาวิธีการทำมะละกอตากแห้ง โดยคัดเลือกมะละกอพันธุ์แขกดำที่มีลักษณะห่าม มีปริมาณน้ำตาล(^{o} Brix) อยู่ที่ระดับ 15-18 ^{o} Brix เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกมะละกอที่นำมาตากแห้ง นำมาล้างให้ สะอาด ปอกเปลือก หั่นให้มีชิ้นขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 5x5x5 มิลลิเมตร หาวิธีการตากแห้งเพื่อให้ได้มะละกอตากแห้งที่มีคุณภาพดีต่อการใช้เป็นวัตถุดิบในการทำธัญพืชอัดแท่ง ด้วยวิธีการ 3 วิธี ดังนี้

1) นำมะละกอที่เตรียมไว้ไปตากแดดให้แห้ง

2) นำมะละกอที่เตรียมไว้มาลวกในน้ำเดือด 1 นาที และนำมะละกอมาแช่ในน้ำเย็นทันที สงขึ้นพักให้สะเด็ดน้ำ นำไปตากแดดให้แห้ง

3) นำมะละกอที่เตรียมไว้แช่น้ำปูนใสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปลวกในน้ำเชื่อมในอัตราส่วนน้ำตาลต่อน้ำที่ 2 : 3 เป็นเวลา 5 นาที พักให้สะเด็ดน้ำ นำไปตากแดดให้แห้ง

การตากมะละกอใช้เวลา 10 ชั่วโมง เริ่มตั้งแต่เวลา 11.00 น. ถึง 16.00 น.ซึ่งใช้ช่วงเวลาดังกล่าวเป็นเกณฑ์ในการตากมะละกอให้แห้ง นำมะละกอตากแห้งที่ได้จากวิธีการทั้ง 3 วิธี มาวิเคราะห์หาความชื้น (AOAC. 2000) ปริมาณน้ำอิสระ และคุณภาพด้านสี L*, a* และb* เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อคัดเลือกมะละกอตากแห้งที่เหมาะสมสำหรับการทำธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอรี่ผสมมะละกอตากแห้งในขั้นตอนต่อไป

3.2 การหาปริมาณมะละกอตากแห้งในการทำธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอรี่ โดยใช้สูตรมาตรฐานของธัญพืชอัดแท่งที่ได้รับการคัดเลือกจากการทดลองในขั้นตอนที่ 2 นำมาศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของมะละกอตากแห้งที่จะผสมในผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ 5 ระดับ คือ 5 , 10, 15, 20 และ 25 % ของน้ำหนักส่วนผสม ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 40 คน เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

4. วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี คุณค่าทางโภชนาการ และคำนวณต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอรี่ผสมมะละกอตากแห้ง

โดยนำผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอรี่ผสมมะละกอตากแห้งที่ได้รับคัดเลือกจากการทดลองในข้อ 3.2 มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี คุณค่าทางโภชนาการ และคำนวณต้นทุนการผลิต ดังนี้

4.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

1) ค่าสี วัดด้วยเครื่อง Hunter Lab รุ่น Color Flex

2) ค่าเนื้อสัมผัส/ความกรอบ วัดด้วยเครื่อง Texture Analyzer

4.2 คุณภาพทางเคมี ได้แก่

1) ความชื้น (AOAC. 2000)

2) ปริมาณน้ำอิสระ(Water Activity) วัดด้วยเครื่อง Moisture Balance

4.3 คุณค่าทางโภชนาการ

1) วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้ง ณ ห้องปฏิบัติการกลาง(ประเทศไทย) โดยส่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้งไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการต่อ 100 กรัม และหนึ่งหน่วยบริโภค

2) วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้งเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐานธัญพืชอัดแท่งโดยใช้โปรแกรม Nutrisurvey 2007

4.4 คำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้ง ใช้แนวทางข้อมูลของกระทรวงอุตสาหกรรม รวบรวมโดยศูนย์วิจัยกสิกรไทย ซึ่งแบ่งสัดส่วนต้นทุนดังนี้ คือ จากต้นทุนทั้งหมด 100 ส่วน คิดเป็นค่าวัตถุดิบร้อยละ 68.60 ค่าแรงงานร้อยละ 5.60 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานร้อยละ 12.10 ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรร้อยละ 4.50 และค่าใช้จ่ายอื่นๆ 9.20 ในการคำนวณ ต้นทุนของผลิตภัณฑ์

ผลและวิจารณ์ผล

1. ผลการศึกษาวิธีการทำข้าวพองจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ พบว่า การคั่วข้าวที่อุณหภูมิ 250 ^{o}C และการทอดข้าวที่อุณหภูมิ 200 ^{o}C ในปริมาณ 20 กรัม ข้าวมีการพองตัวเต็มที่แตกเป็นเมล็ด ร่วนไม่ติดกัน เนื้อสัมผัสมีลักษณะเบา แต่เมื่อคั่วหรือทอดนานจะมีสีเข้มขึ้น มีรสขมและกลิ่นไหม้

ตารางที่ 2 คุณภาพทางเคมีและกายภาพทางของข้าวพองจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ด้วยวิธีการคั่วและการทอด

คุณภาพทางกายภาพและเคมี	ข้าวกล้องไรซ์เบอรีรี่ตากแห้ง	ข้าวพองจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่		t	df	P
		การคั่ว	การทอด			
ความชื้น	3.08±0.19	2.46±0.28	1.60±0.14	145.431*	4	.000
ปริมาณน้ำอิสระ	0.67±0.04	0.24±0.01	0.19±0.01	13.416*	4	.000
สี L*	14.68±0.02	20.72±0.01	20.01±0.02	122.107*	4	.000
a*	1.62±0.01	5.12±0.01	5.96±0.02	-222.361*	4	.000
b*	0.31±0.01	3.62±0.01	5.17±0.01	-318.025*	4	.000

หมายเหตุ : * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี จากตารางที่ 2 พบว่า ความชื้นของข้าวไรซ์เบอรี่ตากแห้งมีความชื้น 3.08 และมีปริมาณน้ำอิสระ 0.67 ข้าวพองจากเข้าวไรซ์เบอรี่คั่วมีความชื้น 1.56 ปริมาณน้ำอิสระ 0.14 ข้าวพองทอดมีความชื้น 1.60 ปริมาณน้ำอิสระ 0.19 การคั่วและการทอดข้าวพองมีผลให้ความชื้น และปริมาณน้ำอิสระลดต่ำลง ทำให้ข้าวพองสามารถเก็บรักษาได้นานไม่เสื่อมเสียโดยง่าย ข้าวพองที่ทอดมีลักษณะพองตัวดีกว่าข้าวพองที่คั่วเล็กน้อย และผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพด้านสีของข้าวพองจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ทอด ค่าสี L* มีค่าความสว่างสูงขึ้น a* ค่าความเป็นสีแดงเพิ่มข้น และ b* ค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวไรซ์เบอร์รี่ตากแห้งและข้าวพองคั่ว ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ได้คัดเลือกข้าวพองจากข้าวไรซ์เบอรี่ที่ได้จากการคั่วนำมาใช้ในส่วนผสมในการทำธัญพืชอัดแท่ง เพื่อลดปริมาณไขมันที่อาจทำให้มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของธัญพืชอัดแท่งในระหว่างการเก็บรักษา และลดพลังงานจากปริมาณไขมันที่ใช้ทอดได้

2. ผลการศึกษาหาสูตรมาตรฐานของธัญพืชอัดแท่ง พบว่า สูตรที่ 2 (อุบล, 2549) ได้รับการยอมรับคะแนนค่าเฉลี่ยสูงสุดในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 3 ซึ่งผู้ทดสอบชิมได้ให้ข้อเสนอแนะในสูตรที่ 2 ที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยโดยรวมสูงสุดในแต่ละด้านว่า ควรปรับปรุงในด้านรสชาติโดยควรเพิ่มรสชาติหวาน

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยคะแนนผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของธัญพืชอัดแท่ง ทั้ง 3 สูตร

คุณลักษณะธัญพืชอัดแท่ง	สูตรมาตรฐาน*		
	1	2	3
สี	7.20 ± 1.32[a]	7.35 ± 1.21[a]	5.63 ± 1.66[b]
กลิ่น	6.05 ± 1.47[b]	6.93 ± 1.31[a]	6.28 ± 1.22[ab]
รสชาติ	6.20 ± 1.45[b]	7.58 ± 1.45[a]	6.33 ± 1.58[b]
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.10 ± 1.58[b]	7.40 ± 1.37[a]	6.95 ± 1.26[a]
ความชอบโดยรวม	6.63 ± 1.39[b]	7.90 ± 0.93[a]	6.93 ± 1.23[b]

หมายเหตุ : * สูตรที่ 1 ศรีสมร และมณี, 2550, สูตรที่ 2 อุบล, 2559 และสูตรที่ 3 พลศรี, 2545

** ตัวอักษร a – b หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)



สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3

ภาพที่ 1 ธัญพืชอัดแท่งจากสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

3. ผลการศึกษาวิธีการทำมะละกอตากแห้งและปริมาณมะละกอตากแห้งในการทำธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้ง

3.1 ผลการศึกษาวิธีการทำมะละกอตากแห้ง ด้วยวิธีการ 3 วิธี ดังนี้ วิธีที่ 1 นำมะละกอที่เตรียมไว้ไปตากแดดให้แห้ง วิธีที่ 2 นำมะละกอที่เตรียมไว้มาลวกในน้ำเดือด 1 นาที และนำมะละกอมาแช่ในน้ำเย็นทันที สงขึ้นพักให้สะเด็ดน้ำ นำไปตากแดดให้แห้ง วิธีที่ 3 นำมะละกอที่เตรียมไว้แช่น้ำปูนใสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปลวกในน้ำเชื่อมในอัตราส่วนน้ำตาลต่อน้ำที่ 2 : 3 เป็นเวลา 5 นาที พักให้สะเด็ดน้ำ นำไปตากแดดให้แห้ง

ผลการทดลอง พบว่า ลักษณะปรากฏของมะละกอตากแห้งทั้งวิธี 3 วิธี พบว่า รูปร่างของชิ้นมะละกอเปลี่ยนแปลงไปมีขนาดเล็กลงกว่าเดิม ซึ่งมะละกอตากแห้งวิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 มีรูปทรงเปลี่ยนแปลงจากเดิมโดยมะละกอตากแห้งจะหดเล็กลงจากเดิม ดังแสดงในภาพที่ 2 มะละกอตากแห้งด้วยวิธีการที่ 1และ 2 มะละกอมีลักษณะผิวเหี่ยว รูปร่างไม่สวย ส่วนมะละกอตากแห้งที่ได้จากวิธีการที่ 3 มีลักษณะชิ้นสวยงาม หดตัวเล็กน้อย สีของมะละกอตากแห้งด้วยวิธีที่ 2 และ 3 ให้สีแดงส้ม ใกล้เคียงกัน แตกต่างจากมะละกอตากแห้งด้วยวิธีที่ 1 จะมีสีแดงเข้ม ซึ่งอาจเนื่องมาจากมะละกอตากแห้งวิธีที่ 2 และ 3 ผ่านกระบวนการลวกก่อนนำมาทำแห้งนั้นสามารถยับยั้งเอมไซน์ที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลหลังการทำให้แห้งได้ (สมบัติ, 2529)



มะละกอตากแห้ง



มะละกอลวกน้ำแล้วตากแห้ง



มะละกอลวกในน้ำเชื่อมแล้วตากแห้ง

ภาพที่ 2 ลักษณะปรากฏของมะละกอตากแห้งทั้ง 3 วิธี

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีของมะละกอตากแห้งทั้ง 3 วิธี

คุณภาพทางเคมีและกายภาพ	มะละกอตากแห้ง*		
	วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3
ความชื้น(ร้อยละ)	2.19±0.58^{b}	1.31±0.10^{a}	2.71±0.42^{c}
ปริมาณน้ำในอาหาร	0.25±0.02^{b}	0.20±0.02^{a}	0.32±0.03^{c}
สี L*	43.63±0.05^{b}	29.71±0.03^{a}	51.11±0.01^{c}
a*	21.04±0.02^{c}	16.34±0.07^{b}	16.23±0.03^{a}
b*	22.35±0.03^{c}	13.84±0.01^{a}	15.15±0.02^{b}

หมายเหตุ : * วิธีที่ 1 คือมะละกอที่หั่น แล้วนำไปตากแห้ง

วิธีที่ 2 คือมะละกอที่หั่น นำไปลวกในน้ำเดือด 1 นาที แล้วนำไปตากแห้ง

วิธีที่ 3 คือมะละกอที่หั่นแล้วนำไปลวกในน้ำเชื่อม 5 นาที แล้วนำไปตากแห้ง

** ตัวอักษร a – c หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของมะละกอตากแห้ง ทั้ง 3 วิธี จากตารางที่ 4 พบว่า มะละกอตากแห้งวิธีที่ 2 มีความชื้นและปริมาณน้ำอิสระน้อยที่สุด 1.31 และปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.20 รองลงมาคือมะละกอตากแห้งวิธีที่ 1 มีความความชื้น 2.19 และปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.25 มะละกอที่มีความชื้นมากที่สุด คือ มะละกอตากแห้งวิธีที่ 3 มีความความชื้น 2.71 และปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 0.32 ซึ่งอาจเนื่องมาจากความชื้นที่มีอยู่ในน้ำตาลจากน้ำเชื่อมที่ใช้ลวกมะละกอก่อนการตากแห้ง ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านสี พบว่า มะละกอตากแห้งวิธีที่ 1 มีค่าสี L* 43.63 มะละกอตากแห้งวิธีที่ 2 มีค่าสี L* 29.71 ส่วนมะละกอตากแห้งวิธีที่ 3 ค่าสี L* 51.11 ดังนั้นมะละกอที่มีค่าความสว่างมากที่สุดคือมะละกอตากแห้งวิธีที่ 3 ค่าสี a* ค่าความเป็นสีแดงของมะละกอตากแห้งทั้ง 3 วิธีจะลดลงตามลำดับ คือ 21.04, 16.34 และ 16.23 และค่าสี b* ค่าความเป็นสีเหลือง พบว่ามะละกอตากแห้งวิธีที่ 1 มีค่าสี b* มากที่สุดอยู่ที่ 22.35 รองลงมาคือมะละกอตากแห้งวิธีที่ 3 มีค่าสี b* 15.15 ส่วนมะละกอตากแห้งวิธีที่ 2 มีค่าสี b* น้อยที่สุดอยู่ที่ 13.84 ดังนั้นวิธีการทำมะละกอตากแห้’ทั้ง 3 วิธี มีผลต่อความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ และคุณภาพด้านสี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาคุณภาพ ด้านความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ด้านสี และด้านรูปทรง พบว่ามะละกอตากวิธีที่ 3 มีลักษณะ

ที่เหมาะสมสำหรับการนำไปเป็นส่วนผสมของธัญพืชอัดแท่ง จึงเลือกมะละกอตากแห้งวิธีการที่ 3 ไปทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป

3.2 ผลการศึกษาหาปริมาณมะละกอตากแห้งในการทำธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ พบว่า ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของปริมาณมะละกอตากแห้งในการทำธัญพืชอัดแท่งที่มีส่วนผสมมะละกอตากแห้งในที่ปริมาณแตกต่างกัน 6 ระดับ คือ 0, 5, 10, 15, 20 และ 25 % ต่อน้ำหนักของส่วนผสมทั้งหมด โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 40 คน พบว่า ลักษณะปรากฏ ด้านสี และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยคะแนนผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของปริมาณมะละกอตากแห้งในการทำธัญพืชอัดแท่ง

คุณลักษณะ ธัญพืชอัดแท่ง	ปริมาณมะละกอ(%)					
	0	5	10	15*	20	25
สี	6.42 ± 1.08^{a}	6.45 ± 1.08^{a}	6.92 ± 1.04^{ab}	7.55 ± 0.93^{c}	6.97 ± 1.18^{abc}	7.20 ± 1.15^{bc}
กลิ่น	6.65 ± 1.33^{a}	6.62 ± 1.19^{a}	6.65 ± 1.16^{a}	7.10 ± 0.92^{a}	6.52 ± 1.24^{a}	6.85 ± 1.25^{a}
รสชาติ	6.85 ± 1.45^{a}	7.07 ± 1.18^{a}	6.77 ± 1.12^{a}	7.22 ± 1.32^{a}	6.82 ± 1.29^{a}	6.97 ± 1.04^{a}
เนื้อสัมผัส	7.12 ± 1.24^{a}	7.10 ± 1.29^{a}	6.77 ± 1.31^{a}	7.2 ± 01.18^{a}	6.60 ± 1.37^{a}	6.97 ± 1.16^{a}
ความชอบโดยรวม	7.25 ± 0.89^{ab}	7.25 ± 0.77^{ab}	6.92 ± 1.20^{a}	7.67 ± 1.02^{b}	6.95 ± 1.13^{a}	6.97 ± 1.14^{a}

หมายเหตุ : * สูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

** ตัวอักษร a – c หมายถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 5 ปริมาณมะละกอตากแห้ง 15 % ได้รับการยอมรับคะแนนค่าเฉลี่ยสูงสุดในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบดังนี้ 7.55, 7.10, 7.22, 7.2 และ 7.67 ตามลำดับ ซึ่งผู้ทดสอบชิมมีความเห็นว่าธัญพืชอัดแท่งผสมมะละกอตากแห้ง 15 % มีสีสันสวยงาม มีความเหมาะสมน่ารับประทาน ดังนั้นการใส่มะละกอตากแห้งที่ผสมลงไปในธัญพืชอัดแท่งมีผลต่อลักษณะปรากฏในด้านสี และความชอบโดยรวม แต่ไม่มีผลต่อการยอมรับด้านกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส

4. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี คุณค่าทางโภชนาการ และคำนวณต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้ง

4.1 คุณภาพทางกายภาพ พบว่า เมื่อนำผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้งมาเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐาน พบว่า ค่าสี L* มีความสว่างลดลง ค่า a* ความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น และ ค่า b* ความเป็นสีเหลืองลดลงเมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน ค่าความกรอบหรือค่าเนื้อสัมผัสจะเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 6

4.2 คุณภาพทางเคมี พบว่า ค่าความชื้น(0.35), ปริมาณน้ำอิสระ (0.05) ของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้งเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน (0.08 และ 0.01 ตามลำดับ) ค่าสี พบว่า ค่าสี L* และ b * ลดลง แต่ค่าสี a* เพิ่มขึ้น ดังนั้น ปริมาณมะละกอตากแห้งที่ใส่มีผลทำให้ ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ค่าสี a* และค่าเนื้อสัมผัสหรือความกรอบเพิ่มขึ้นด้วย ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้งเมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพ	ผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้ง	สูตรมาตรฐานธัญพืชอัดแท่ง	t-test	df	P
ค่าสี L*	43.64±0.08	45.71±0.05	-404.784*	4	.000
a*	3.38±0.04	1.82±0.04	257.667*	4	.000
b*	15.06±0.02	17.61±0.06	-522.150*	4	.000
ค่าเนื้อสัมผัส/ความกรอบ	39.35±5.70	34.10±6.06	1311.000*	4	.000
ความชื้น	0.35±0.02	0.08±0.01	42.691*	4	.000
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.05±0.01	0.01±0.01	8.500*	4	.001

หมายเหตุ : * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

4.3 คุณค่าทางโภชนาการ จากตารางที่ 7 พบว่า ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้ง 1 หน่วยบริโภค มีพลังงาน 200 กิโลแคลอรี คาร์โบไฮเดรต 25 กรัม โปรตีน 6 กรัม ไขมัน 7 กรัม โคเลสเตอรอล 10 มิลลิกรัม น้ำตาล 11 กรัม โซเดียม 160 มิลลิกรัม แคลเซียม 39.67 มิลลิกรัม วิตามินเอ 139.75 ไมโครกรัม อาร์ อี ผลการวิเคราะห์พบว่า มีโปรตีน คิดเป็น 12 % และวิตามินเอ คิดเป็น 17.47 % ของสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) ถือได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นแหล่งของโปรตีนและวิตามินเอ เนื่องจากธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอรี่ผสมมะละกอตากแห้ง 1 หน่วยบริโภค มีโปรตีนคิดเป็น10-19 % และมีวิตามินเอไม่น้อยกว่า 15 % ของ Thai RDI (สำนักงานอาหารและยา, 2556)

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ (ทางเคมี) ของธัญพืชอัดแท่งจากข้าวไรซ์เบอรี่ผสมมะละกออบแห้งในปริมาณ 100 กรัม และหนึ่งหน่วยบริโภค (43 กรัม = 3 ชิ้น)

พลังงานและสารอาหาร	ต่อ 100 กรัม	หนึ่งหน่วยบริโภค	อ้างอิงวิธีทดสอบ
พลังงานทั้งหมด(กิโลแคลอรี)	470.42	200.00	Compendium of methods for food analysis(2003)
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	65.33	28.00	Compendium of methods for food analysis(2003)
โปรตีน(กรัม)	13.44	6.00	AOAC (2012) 981.10
ไขมันทั้งหมด (กรัม)	17.26	7.00	AOAC (2012) 948.15
โคเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	20.19	10.00	In house method based on AOAC (2012) 976.26
น้ำตาล (กรัม)	26.46	11.00	Compendium of methods for food analysis(2003)
โซเดียม (มิลลิกรัม)	365.63	160.00	In house method TE-CH-134 based on AOAC(2012) 984.27
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	92.26	39.67	In house method TE-CH-134 based on AOAC(2012) 984.27

เบต้า-แคโรทีน (ไมโครกรัม)	1950.00	139.75	In house method based on Chemical and Technical Assessment (2004)
วิตามินเอ(ไมโครกรัม อาร์อี)*	325.00	139.75	Calculation

หมายเหตุ : * วิตามินเอได้จากการคำนวณเบต้าแคโรทีนตามวิธีของ สิริพันธุ์ (2555)

เมื่อนำธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอรี่ผสมมะละกอตากแห้ง มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการโดยใช้โปรแกรม Nutrisurvey 2007 เปรียบเทียบกับธัญพืชอัดแท่งสูตรมาตรฐาน จากตารางที่ 8 พบว่า ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้งมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น ได้แก่ พลังงาน (1.89), โปรตีน (0.07), คาร์โบไฮเดรต (1.67), ไฟเบอร์ (0.07), วิตามินเอ (60.93), วิตามินซี(10.93) และแคลเซียม (1.67) ส่วนสารอาหารอื่นๆ มีปริมาณที่เท่ากันเมื่อเปรียบเทียบกับธัญพืชอัดแท่งสูตรมาตรฐาน ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการใช้ข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่และใส่มะละกอตากแห้งลงไปในธัญพืชอัดแท่ง ทำให้คุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะวิตามินเอ

ตารางที่ 8 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอรี่ผสมมะละกอออบแห้งเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐานธัญพืชอัดแท่ง

สารอาหาร	สูตรมาตรฐาน	ธัญพืชผสมมะละกออัดแท่ง	ร้อยละที่เพิ่มขึ้น
Energy (kcal.)	585.70	596.80	1.89
protein (11%), (g.)	15.50	15.60	0.07
fat (39%), (g.)	26.80	26.8	0
carbohydr.(50%),(g.)	72.20	74.7	1.67
dietary fiber (g.)	2.90	3.00	0.07
Vit. A (µg.)	178.30	269.70	60.93
carotene (mg.)	0.70	0.70	0
Vit. E (mg.)	230.50	230.50	0
Vit. B1 (mg.)	0.30	0.30	0
Vit. B2 (mg.)	0.20	0.20	0
Folate (mg.)	16.30	16.30	0
Vit. C (mg.)	1.20	17.60	10.93
potassium (mg.)	58.70	58.70	0
calcium (mg.)	193.00	195.50	1.67
Magnesium (mg.)	2.70	2.70	0
zinc (mg.)	1.10	1.10	0
Polyphenol (mg.)	38.59	38.59	0
Gamma Oryzanol (µg.)	157.08	157.08	0

4.4 คำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้ง พบว่า ราคาของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำธัญพืชผสมมะละกออัดแท่งต่อสูตร 25.13 บาท จากตารางที่ 9 ค่าแรงงาน 2.05 บาท ต้นทุนพลังงาน 4.43 บาท ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร 1.64 บาท และค่าช้จ่ายอื่นๆ 3.37 บาท ดังนั้นต้นทุนทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ธัญพืช

อัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้ง เท่ากับ 36.62 บาท (10 ชิ้น/สูตร) ต้นทุนต่อ 1 ชิ้น เท่ากับ 3.66 บาท และต่อ 1 หน่วยบริโภคเท่ากับ 10.98 บาท

ตารางที่ 19 ต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้ในการทำธัญพืชผสมมะละกออัดแท่ง

วัตถุดิบ	ปริมาณที่ใช้ต่อสูตร(กรัม)	ราคา (บาท)
ข้าวไรซ์เบอรี่	34	3.40
น้ำมันปาล์ม	200	7.40
งาขาว	18	1.08
ถั่วลิสง	14	0.98
เมล็ดฟักทอง	9	2.88
น้ำตาลทรายขาว	13	0.33
กระเทียมผง	1	0.70
กุ้งแห้ง	7	4.20
เกลือ	1	0.04
เนยสดรสจืด	6	2.33
มะละกอ	21	0.21
ปูนแดง	10	0.50
	ราคาต้นทุนธัญพืชผสมมะละกออัดแท่ง	25.13 บาท

หมายเหตุ : ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ผสมมะละกอตากแห้งได้ 10 ชิ้น ราคาวัตถุดิบ ณ เดือนกรกฎาคม 2559

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสรุปได้ว่าวิธีการทำข้าวพองจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ด้วยกรรมวิธีการคั่วที่อุณหภูมิ 250 ^{0}C และทอดที่อุณหภูมิ 200 ^{0}C นั้นมี ค่าความชื้น และ สี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) จึงเลือกข้าวพองจากวิธีการคั่วมาเป็นส่วนผสม ในการหาสูตรมาตรฐานธัญพืชอัดแท่ง จำนวน 3 สูตร ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งสูตรที่ 2 มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด เมื่อหาวิธีการทำมะละกอตากแห้งจาก 3 วิธี พบว่า การแช่มะละกอในน้ำปูนใส 1 ชั่วโมง ลวกน้ำเชื่อม 5 นาทีและตากแดด 10 ชั่วโมง มีความเหมาะสมที่สุด และการหาปริมาณมะละกออบแห้งในผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่ง 5 ระดับ คือ 5, 10, 15, 20 และ 25 % พบว่า ปริมาณมะละกออบแห้งในธัญพืชอัดแท่ง 15 % ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม และมีผลให้ ค่าสี L* (15.06) และ b* (43.60) ลดลง ค่าสี a* (3.38), ค่าเนื้อสัมผัส (39.35), ความชื้น (0.35), ปริมาณน้ำอิสระ (0.05) และคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะวิตามินเอ (60.93) และมีต้นทุนการผลิตต่อหนึ่งหน่วยบริโภค เท่ากับ 10.98 บาท

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการทำวิจัย พบว่า ส่วนผสมของธัญพืชอัดแท่งสามารถดัดแปลงเป็นส่วนผสมของอาหารชนิดอื่นได้ ควรศึกษารูปทรงและขนาดชิ้นที่ผู้บริโภคให้การยอมรับเพื่อพัฒนารูปลักษณ์ของบรรจุภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค และสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณหลักสูตรสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ สาขาคหกรรมศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำงานวิจัย รวมถึงคณะศิลปศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนทุนสำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กัญวนา ศรีสุข. 2551. การพัฒนาธัญพืชอัดแท่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2535. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กองโภชนาการ. กระทรวงสาธารณสุข. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

ปาริสุทธิ์ สงทิพย์. 2550. การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและสมุนไพร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พลศรี คชาชีวะ. 2545. ของกินเล่น. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แม่บ้านทันสมัย.

รัตนาภรณ์ ลมูลภักตร์. 2549. ผลของการทอดด้วยเทคนิคการเจือน้ำมันที่มีต่อสมบัติทางเคมี ทางกายภาพ และทางประสาทสัมผัสของข้าวพองเสริมธาตุไอโอดีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สำนักงานอาหารและยา. 2556.

สิริพันธุ์ จุลกรังคะ. 2555. โภชนศาสตร์เบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุทธิดา กิจจาวรเสถียร. 2553. ผลิตภัณฑ์ธัญพืชผสมใบชะพลูอัดแท่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ศรีสมร คงพันธุ์ และ มณี สุวรรณผ่อง. 2537. ขนมและน้ำผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 6. แสงแดด, กรุงเทพฯ.

อุบล ดีสวัสดิ์. มล. 2549. อาหารว่าง เล่ม 2. วี.พริ้นท์ (1991) จำกัด, กรุงเทพฯ.

AOAC. 2000. Official Method of Analysis. The Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.

ผลของน้ำหมักกล้วยตากต่อคุณภาพโดนัท

Effect of Fermented Liquid from Dried Banana on the Quality of Donut

พิมพ์ชฎา อิทธิวัฒเพงศ์[1*] จารวี แซ่ลิ้ม[1] และ พรทอง ตมกลาง[1]

Pimchada Itthivadhanapong[1*] Jarawee Saelim [1] Pornthong Tomklang [1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตโดนัทยีสต์จากน้ำหมักชีวภาพจากกล้วยตาก เพื่อทดแทนการใช้ยีสต์ที่ขายทางการค้า โดยการนำกล้วยตากผสมกับน้ำและน้ำตาล (100 กรัม, 200 กรัม และ500 กรัม ตามลำดับ) หมักในภาชนะปิดที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นผลิตแป้งหมักตั้งต้น (Starter dough) โดยกรองน้ำหมักจำนวน 100 มิลลิลิตร ผสมกับแป้งสาลี 500 กรัม หมักที่อุณหภูมิห้อง 3 วัน แล้วผลิตโดนัทจากยีสต์ธรรมชาติ โดยใช้แป้งหมักตั้งต้นร้อยละ 20 25 และ 30 เปรียบเทียบกับโดนัทที่ผลิตโดยใช้ยีสต์ทางการค้า (สูตรควบคุม) วิเคราะห์คุณภาพขนมโดนัททางกายภาพ ลักษณะเนื้อสัมผัส และเคมี พบว่า โดนัทยีสต์ที่ใช้แป้งหมักตั้งต้นร้อยละ 30 และโดนัทยีสต์ทางการค้า (Control) มีความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางมากที่สุดและมีความหนาแน่นต่ำที่สุด โดนัทสูตรควบคุมมีปริมาณไขมันร้อยละ 13.3 ส่วนโดนัทที่ใช้แป้งหมัก ร้อยละ 20 25 และ 30 มีปริมาณไขมัน เท่ากับ 14.3 13.3 และ 13 ตามลำดับ สำหรับเนื้อสัมผัส พบว่า เมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งหมักตั้งต้นจะทำให้ความแข็งของขนมโดนัทลดลง และเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม พบว่าโดนัทที่ใช้แป้งหมักตั้งต้นร้อยละ 30 มีค่าความแข็ง ความเหนียวหนึบ และพลังงานในการเคี้ยวไม่แตกต่างกัน จากการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบแบบ 9 คะแนน (9 Point hedonic scale โดย 1 =ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) พบว่า โดนัทที่ใช้แป้งหมักตั้งต้นร้อยละ 30 มีคะแนนความชอบด้าน สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากที่สุด และไม่พบความแตกต่างจากสูตรควบคุม

คำสำคัญ : ยีสต์ธรรมชาติ, โดนัทยีสต์, กล้วยตาก

ABSTRACT

The purpose of this research is to produce **yeast donut** from natural fermented dried banana in order to use instead of commercial yeast. The dried bananas, sugar and water (100 g, 200 g and 500 g, respectively) were mixed in a sterile sealed pot then fermented at ambient temperature for 3 days. Starter dough was made by mixing 100 ml of filtered fermented starter liquid and 500 g of wheat flour in a closed container and leaved at room temperature for 3 days. Then, natural yeast donut with 20, 25 and 30 % starter dough were made and compared with commercial yeast donut (control). Physical, textural and chemical properties of donuts were measured. Results revealed that donut containing 30% of starter dough and the commercial yeast donuts (Control.) had highest height and diameter, whereas lowest density and firmness. Control donut had a fat content 13.3% the donuts with 20, 25 and 30% starter dough had a fat content 14.3, 13.3 and 13%, respectively. Moreover, texture profile showed that the hardness decreases with the level of starter dough increase. Compared to the control, hardness gumminess and chewiness for the donut with 30% starter dough have no significant difference. The sensory evaluation was completed by using 9 points hedonic scale (1 = extremely dislike; 9 = extremely like). The results showed that donut with 30% starter dough had highest score of color, taste, texture, and overall liking and there were not significant from the **control**.

Keywords: natural yeast, yeast donut, dried banana

---

[1] สาขาวิชาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ กรุงเทพฯ 10120

* ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, pimchada.i@mail.rmutk.ac.th)

บทนำ

โดนัทเป็นขนมแป้งทอดหรืออบ มีลักษณะกลมมีรูตรงกลางคล้ายกับห่วงยาง มีหลายรสชาติ สามารถแบ่งโดนัทออกตามกรรมวิธีการผลิตได้เป็น 2 ประเภท คือ โดนัทยีสต์ และโดนัทเค้ก กระบวนการผลิตโดนัทยีสต์นั้นจะใช้ผงยีสต์สำเร็จรูปเป็นส่วนประกอบในการหมักแป้งให้ขึ้นฟู ซึ่งแตกต่างจากโดนัทเค้กจะใช้ผงฟูในการหมักแป้งให้ขึ้นฟู ดังนั้นรสชาติและเนื้อสัมผัสจะมีความแตกต่างกัน เนื่องจากโดนัทเป็นเพียงแป้งทอดธรรมดา ไม่มีรสชาติ ผู้ผลิตไม่มีรสชาติ ผู้ผลิตจึงได้เพิ่มการสอดไส้ครีม การคลุกน้ำตาล หรือการเคลือบหน้าโดนัทให้มีสีสันต่างๆ เพื่อให้โดนัทมีรสชาติและลักษณะปรากฏที่ดีขึ้นธุรกิจโดนัทมีการเจริญเติบโตด้านเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง โดยมีมูลค่าทางการตลาดประมาณ 3,000 ล้านบาทอยู่ในอัตราร้อย ละ 10-15 ของตลาดฟาสต์ฟูด

ขนมปังแป้งหมัก (Sourdough bread) คือ ขนมปังที่ทำจากการหมักแป้งตั้งต้น (Starter dough หรือ mother dough) จากกิจกรรมของจุลินทรีย์พวกยีสต์ธรรมชาติหรือที่เรียกว่ายีสต์ป่า (Natural yeast or wild yeast) และแลกติคแบคทีเรีย (Lactic acid bacteria) แล้วจึงนำมาทำขนมปังอีกทีนึง ปัจจุบันนี้การบริโภคขนมปังแป้งหมักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากคนหันมาใส่ใจสุขภาพมากขึ้น แต่ในในประเทศไทยยังมีคนที่รู้จักขนมปังชนิดนี้ค่อนข้างน้อย เนื่องจากกระบวนการผลิตขนมปังแป้งหมักมีกระบวนการทำขนมที่ใช้ระยะเวลานานและต้องอาศัยทักษะ จึงทำให้ร้านขนมปังส่วนใหญ่นิยมใช้ยีสต์ทางการค้าซึ่งช่วยระยะเวลาในการหมัก วัตถุดิบที่นิยมนำมาหมักทำเชื้อ ได้แก่ องุ่น แอปเปิล แพร์ รวมถึงพวกผลไม้แห้ง เช่น ลูกเกด แปริคอตแห้ง เพราะผลไม้พวกนี้มีเชื้อยีสต์ธรรมชาติอยู่มาก

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตยีสต์หมักธรรมชาติจากกล้วยตาก เนื่องจากกล้วยตากเป็นผลิตภัณฑ์ที่หาได้ง่าย มีน้ำตาลสูง เหมาะที่จะใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการทำน้ำหมัก (Fermented starter liquid) และใช้น้ำหมักที่ได้ทดแทนการใช้ยีสต์สำเร็จรูปทางการค้าในการผลิตขนมโดนัท รวมถึงการศึกษาคุณลักษณะทางเคมีกายภาพและคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. การเตรียมน้ำหมักจากกล้วยตากและการเตรียมแป้งหมักตั้งต้น

ทำน้ำหมักโดยหั่นกล้วยตากแห้ง (พันธุ์น้ำว้า ยี่ห้อสวนปัณวารี) เป็นชิ้นเล็กๆ จำนวน 500 กรัม ผสมน้ำตาล 200 กรัม และน้ำ 1,000 กรัม หมักในโหลแก้วปิดฝา เก็บที่อุณหภูมิห้องนาน 4 วัน วัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ($^{\circ}$Brix) ค่ากรด-เบส (pH) และตรวจนับปริมาณเชื้อยีสต์ (FDA-BAM 2001) เมื่อสังเกตเห็นกล้วยลอยขึ้นด้านบนและมีฟองอากาศเล็กกรองและเก็บในตู้เย็นเพื่อรอการใช้งาน จากนั้นใช้น้ำหมักกล้วยตาก จำนวน 100 กรัม ผสมกับแป้งขนมปัง 100 กรัม ใส่ภาชนะปิดสนิท พักไว้ให้ขึ้นฟูที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 12 ชั่วโมง

2 การศึกษาปริมาณแป้งหมักตั้งต้นต่อคุณภาพของขนมโดนัท

ผลิตโดนัทยีสต์จำนวน 4 สูตร คือ สูตรยีสต์ทางการค้า (Control) และสูตรที่ใช้แป้งหมักตั้งต้นปริมาณร้อยละ 20 25 และ 30 ของปริมาณแป้งสาลี สูตรของขนมโดนัทประกอบด้วย แป้งสาลี น้ำตาล น้ำ เนย ไข่ไก่ นมผง เกลือ และ วนิลา คิดเป็น 48.54 19.42 17.48 7.28 4.85 0.97 0.97 และ 0.49 ตามลำดับ เทส่วนผสมทุกอย่างลงในอ่างผสม (KitchenAid) นวดนาน 15 นาที แล้วรีดเป็นแผ่นหนา 1 เซนติเมตร กดด้วยวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ทำการพักโด 6 ชั่วโมง นำไปทอดในน้ำมันอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส

วิเคราะห์คุณภาพขนมโดนัท ได้แก่ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลาง ปริมาตร ความหนาแน่น ปริมาณไขมัน และวิเคราะห์เค้าโครงเนื้อสัมผัส (Texture profile analysis, TPA) ได้แก่ ความแข็ง (Hardness) ความสามารถในการเกาะติด (Cohesiveness) ความยืดหยุ่น (Springiness) ความเหนียวหนืบ (Gumminess) และพลังงานการเคี้ยว (Chewiness) ด้วยเครื่อง

Texture analyzer (Stable Micro Systems, UK) โดยใช้หัววัดอลูมิเนียมทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร (P/100) ความเร็วหัวกด (Test speed) 1 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะกดตัวอย่างเท่ากับร้อยละ 60 ของความสูงตัวอย่าง ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 20 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scaling โดย 1 คะแนน คือ ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของขนมโดนัทระหว่างการเก็บรักษา

เลือกโดนัทที่ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดจากข้อ 2.2 มาทดลองเก็บโดนัทในถุงพลาสติกปิดสนิท เก็บที่อุณหภูมิห้อง บันทึกลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ในทุก ๆวัน

4. สถิติที่ใช้ในการทดลองและวิเคราะห์ผล

การศึกษาผลของของปริมาณแป้งหมักตั้งต้นต่อคุณภาพขนมโดนัททางด้านกายภาพ เคมี และเนื้อสัมผัส มีการวางแผนการทดลองแบบ CRD (Complete Randomized Design) ส่วนการทดสอบทางประสาทสัมผัส มีการวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ผลและวิจารณ์ผล

1. ผลการศึกษาขั้นตอนการหมักยีสต์ธรรมชาติจากกล้วยตาก

ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีของน้ำหมักกล้วยตากโดยการวัดค่าสีของน้ำหมักในแต่ละวันเป็นเวลา 4 วัน ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำหมักกล้วยตาก

	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
°Brix	17.75±0.25^{c}	31.5±1.50^{b}	36.0±0.00^{a}	32.0±2.00^{b}	30.0±1.50^{b}
pH^{ns}	4.84±0.18	4.42±0.92	4.97±0.19	4.50±0.12	4.46±0.13
ยีสต์ (CFU/ml)	NA	NA	NA	NA	1,200,000

หมายเหตุ ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p\geq0.05$)

NA - not analysis

จากการวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ พบว่า ในช่วง 2 วันแรก น้ำหมักกล้วยตากมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้น หลังจากนั้นมีแนวโน้มลดลงลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ในช่วงการหมัก 2 วันแรก เป็นไปได้ว่า น้ำตาลที่อยู่ในกล้วยตากค่อยๆออกมาในน้ำ แต่หลังจากนั้นเกิดกระบวนการหมัก มีการใช้น้ำตาลของจุลินทรีย์ระหว่างการหมัก จึงทำให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายลดลง ส่วนค่าความเป็นกรดด่าง พบว่า ในน้ำหมักกล้วยตากมีค่า pH อยู่ระหว่าง 4.42-4.97 โดยตลอดระยะเวลาของการหมัก ค่า pH ทั้ง 4 วัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

2. ผลการศึกษาปริมาณแป้งหมักตั้งต้นต่อคุณภาพของขนมโดนัท

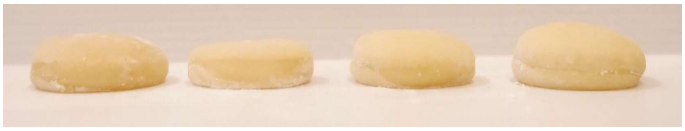
จากการศึกษาการขึ้นฟูของโดตลอดระยะเวลา 6 ชั่วโมง พบว่า ในชั่วโมงที่ 4 เป็นต้นไป เริ่มมีการขึ้นฟูของโดมากขึ้น และในชั่วโมงที่ 6 โดนัทที่ใช้แป้งหมักตั้งต้นร้อยละ 30 มีการขึ้นฟูของโดเป็น 2 เท่า (ภาพที่ 1) ซึ่งเมื่อเริ่มต้นโดนัทจะถูกขึ้นรูปให้มีความสูง 1 เซนติเมตร หลังจากพักไว้ 6 โดจะมีความสูงประมาณ 2.2 เซนติเมตร (ตารางที่ 2) การขึ้นฟูของโดขึ้นกับปฏิกิริยาเคมีของเมแทบอลิซึมของยีสต์ระหว่างการหมัก และความสามารถในการเก็บกักแก๊สก๊าซคาร์บอนได้ออกไซด์ของกลูเตน

ตารางที่ 2 เส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของโดนัทก่อนทอด (หลักจากพักไว้ 6 ชั่วโมง) และหลังทอด

ปริมาณแป้งหมักตั้งต้น (ร้อยละ)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)		ความสูง (เซนติเมตร)	
	ก่อนทอด	หลังทอด	ก่อนทอด	หลังทอด
Control	3.3±0.05[a]	3.4±0.01[b]	2.2±0.06[a]	2.4±0.06[a]
20	3.0±0.20[b]	2.9±0.01[d]	1.9±0.06[b]	2.1±0.06[b]
25	3.1±0.10[a]	3.1±0.01[c]	1.9±0.10[b]	2.3±0.06[a]
30	3.2±0.10[a]	3.5±0.02[a]	2.2±0.06[a]	2.3±0.06[a]

หมายเหตุ : ตัวอักษร a b ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เวลา (ชั่วโมง)	การขึ้นฟูของโด
1	 (1) (2) (3) (4)
2	 (1) (2) (3) (4)
3	 (1) (2) (3) (4)
4	 (1) (2) (3) (4)

5	 (1) (2) (3) (4)
6	 (1) (2) (3) (4)

ภาพที่ 1 การขึ้นฟูของโดในระยะเวลา 6 ชั่วโมง (1) สูตรควบคุม (2) แป้งหมักตั้งต้นร้อยละ 20 (3) แป้งหมักตั้งต้นร้อยละ 25 (4) แป้งหมักตั้งต้นร้อยละ 30

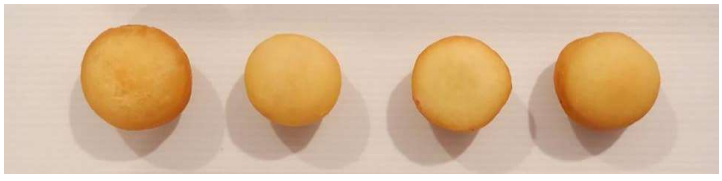
จากการสังเกตุลักษณะปรากฏของโดนัทยีสต์หลังทอด พบว่า ลักษณะของโดนัทที่ใช้ยีสต์ธรรมชาติร้อยละ 25 และ 30 จะมีเซลล์จำนวนอากาศที่มากกว่าโดนัทที่ใช้แป้งหมักตั้งต้นร้อยละ 20 และมีเซลล์อากาศที่โตกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโดนัทที่ใช้ยีสต์ทางการค้า (Control) ดังภาพที่ 2

(1)



Control ร้อยละ 20 ร้อยละ 25 ร้อยละ 30

(2)



Control ร้อยละ 20 ร้อยละ 25 ร้อยละ 30

ภาพที่ 2 ลักษณะโดนัทหลังทอด (1) โดนัทผ่าครึ่ง (2) โดนัทด้านบน

ตารางที่ 3 จากการศึกษาปริมาตร พบว่า สูตรที่มีปริมาตรมากสุด ได้แก่ สูตรที่ใช้แป้งหมักตั้งต้นร้อยละ 30 รองลงมาได้แก่สูตร Control สูตรที่ใช้แป้งหมักร้อยละ 20 และ 25 ตามลำดับ ปริมาตรของขนมโดนัทแสดงให้เห็นถึงการขึ้นฟูและการขยายตัวในด้านข้าง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าความหนาแน่น เมื่อปริมาตรขนมเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นจะลดลง โดยโดนัทที่ใช้แป้งหมักตั้งต้นร้อยละ 20 มีความหนาแน่นมากที่สุด และเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งหมักตั้งต้นขนมโดนัทมีการขึ้นฟูมากขึ้น มีแนวโน้มทำให้ความหนาแน่นของขนมโดนัทลดลง

จากการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน พบว่า โดนัทยีสต์สูตร Control มีปริมาณไขมัน เท่ากับ ร้อยละ 13.3 ส่วนโดนัทที่ใช้แป้งหมักตั้งต้น ร้อยละ 20 25 และ 30 มีปริมาณไขมัน เท่ากับ 14.3 13.3 และ 13 ตามลำดับ ซึ่งเป็นที่สังเกตได้ว่าปริมาณไขมันน่าจะมีความสัมพันธ์กับการขึ้นฟูของโดนัท โดนัทที่ขึ้นฟูน้อยจะมีการอมน้ำมันมาก

จากการวัดเค้าโครงคุณลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis) พบว่า ความแข็ง (Hardness) ลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งหมักตั้งต้นมากขึ้น เนื่องจากปริมาณยีสต์ที่เพิ่มขึ้นช่วยให้มีการสร้างแก๊ซมากขึ้น ทำให้มีเซลล์อากาศจำนวนมาก ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะนุ่มและมีค่าความยืดหยุ่น (Springiness) สูง นอกจากนี้ พบว่า โดนัทสูตร Control และโดนัทที่ใช้แป้งหมักตั้งต้น ร้อยละ 30 ค่าความแข็ง ความเหนียวหนืบ (Gumminess) และพลังงานในการเคี้ยว (Chewiness) ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 3 คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีของขนมโดนัทยีสต์

การทดสอบ	ปริมาณแป้งหมักตั้งต้น			
	Control	สูตรที่ 1 (ร้อยละ 20)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ 25)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ 30)
ปริมาตร (cm^3)	21.62±0.02^b	13.53±0.02^d	16.49±0.02^c	22.76±0.02^a
ความหนาแน่น (g/cm^3)	0.32±0.02^c	0.59±0.04^a	0.42±0.03^b	0.30±0.03^c
Hardness (g)	1,329.03±208.7^c	3,917.00±147.26^a	2,286.61±189.41^b	1,681.16±298.17^c
Springiness	0.93±0.02^a	0.82±0.01^c	0.84±0.03^b	0.88±0.04^b
Cohesiveness	0.63±0.10^a	0.42±0.00^b	0.45±0.01^b	0.51±0.01^b
Gumminess (g)	832.58±135.07^b	1,656.84±58.08^a	1,037.45±112.90^b	852.81±162.19^b
Chewiness (g)	776.06±125.82^b	1,351.05±30.55^a	868.86±107.45^b	742.49±112.46^b
ปริมาณไขมัน (%)	13.35±0.21^b	14.39±0.09^a	13.65±0.21^b	13.0±0.00^c

หมายเหตุ ตัวอักษร a b c d ที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$)

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 4.6) พบว่า ด้านสี และกลิ่น มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน ส่วนด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดนัทที่ใช้แป้งหมักตั้งต้นร้อยละ 30 และสูตรควบคุมมีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน เนื่องจากขนมโดนัทที่ได้จะมีลักษณะปรากฏที่ดี กลิ่นหอม ไม่มีการอมน้ำมัน รสชาติดี และมีเนื้อสัมผัสที่ผู้ทดสอบยอมรับ

ตารางที่ 4 คะแนนการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมโดนัท

ปริมาณแป้งหมักตั้งต้น	คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏ	สี^{ns}	กลิ่น^{ns}	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
Control	7.05±0.69^{a}	6.50±0.51	7.10±0.72	7.15±0.81^{a}	7.45±0.51^{a}	7.55±0.51^{a}
ร้อยละ20	6.50±0.51^{c}	6.40±0.68	6.65±0.49	6.50±0.69^{b}	6.60±0.60^{b}	6.75±0.79^{b}
ร้อยละ25	6.65±0.49^{b}	6.50±1.19	7.05±0.94	7.05±0.60^{a}	7.30±0.57^{a}	7.25±1.07^{a}
ร้อยละ30	6.90±0.55^{a}	6.65±0.67	7.15±0.88	7.15±0.99^{a}	7.40±0.50^{a}	7.50±0.51^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษร a b c ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p\geq0.05$)

3. ผลการศึกษาเปลี่ยนแปลงของขนมโดนัทระยะการเก็บรักษา

จากการเก็บโดนัทยีสต์ที่ใช้แป้งหมักร้อยละ 30 ในถุงพลาสติก ที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิระหว่าง 28-34 องศาเซลเซียส) และบันทึกลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพด้าน สี กลิ่น และลักษณะปรากฏทุก ๆ วัน พบว่า ในวันที่ 3 โดนัทเริ่มมีกลิ่นหมัก และเนื้อสัมผัสแข็งขึ้น เมื่อเก็บไปได้ 4 วัน จะพบเชื้อรา (ตารางที่ 5) จึงสรุปได้ว่าการเก็บรักษาโดนัทยีสต์ควรเก็บบริโภคภายใน 2 วัน เพื่อความอร่อยและสดใหม่

ตารางที่ 5 ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมโดนัทยีสต์ที่ใช้แป้งหมักตั้งต้นที่ร้อยละ 30 ระหว่างการเก็บรักษา นาน 4 วัน

อายุการเก็บรักษา (วัน)	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
1	ปกติ	ปกติ	ปกติ
2	ปกติ	ปกติ	ปกติ
3	ปกติ	มีกลิ่นหมัก	เนื้อแน่น แข็ง
4	ปกติ	มีกลิ่นหมัก	เกิดเชื้อรา

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการใช้แป้งหมักตั้งต้นร้อยละ 20 25 และ 30 ในการทำโดนัทจากยีสต์ธรรมชาติ พบว่า โดนัทจากยีสต์ธรรมชาติจะเริ่มมีการขึ้นฟูในชั่วโมงที่ 4 นอกจากนี้ พบว่า ในชั่วโมงที่ 6 การขึ้นฟูของโดที่ใช้แป้งหมักร้อยละ 30 ไม่พบความแตกต่างกับสูตรควบคุมในด้านความสูง และความหนาแน่น จากการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer เมื่อมีการใช้ปริมาณแป้งหมักตั้งต้นเพิ่มขึ้นค่าความแข็งของขนมโดนัทมีแนวโน้มลดลง จากการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน พบว่า โดนัทยีสต์สูตร Control และสูตรที่ใช้แป้งหมักตั้งต้น ร้อยละ 20 25 และ 30 มีปริมาณไขมันร้อยละ 13.3 14.3 13.3 และ 13 ตามลำดับ ผลการประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่า โดนัทที่ใช้แป้งหมักตั้งต้นร้อยละ 30 และสูตรควบคุมมีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกัน และควรบริโภคโดนัทภายใน 2 วัน

เอกสารอ้างอิง

ปรีดา เหตระกูล. (2557). โดนัทขนมปังกรอบทำแล้วรวย. กรุงเทพฯ: แม่บ้าน.

บุษกร ภู่แส. (2556). โดนัทสีดำ. สืบค้นวันที่ 1 พฤศภาคม 2561, เข้าถึงจากhttp://www.bangkokbiznew.com/news/detail/523556

Ripari, V., Cecchi, T., & Berardi, E. (2016). Microbiological characterisation and volatiles profile of model, ex-novo, and traditional Italian white wheat sourdoughs. Food Chemistry, 205, 297–307.

Gobbetti, M., Corsetti, a, & Rossi, J. (1995). Interaction between lactic acid bacteria and yeasts in sour- dough using a rheofermentometer. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 11, 625–630.

Aplevicz, K. S., Mazo, J. Z., Santos Neto, N. K. dos, Nalevaiko, F. S., Sant´Anna, E. S., & Sant´Anna, E. S. (2014). Evaluation of sourdoughs for the production of bread using spontaneous fermentation technique.Acta Scientiarum Technology, 36, 713–719.

Yu, Y., Wang, L., Qian, H., Zhang, H., & Qi, X. (2018). Contribution of spontaneously-fermented sourdoughs with pear and navel orange for the bread-making. LWT - Food Science and Technology, 89, 336–343.

Gobbetti, M., Corsetti, a, & Rossi, J. (1995). Interaction between lactic acid bacteria and yeasts in sour-dough using a rheofermentometer. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 11, 625–630.

การพัฒนาและทดสอบเครื่องตัดและคัดแยกกระเทียม

Development and testing of Garlic cutting and sorting machine

ชาตรี ศรีถาวร[1] ชัยณรงค์ แสนเปา[2*] ประสาท เจาะบำรุง[3] สุรนารถ ฉิมภารส[4]

Chatree Srithaworn[1] Chainarong Saenpao[2*] Prasat Chobamrung[3] Suranat Chirparos[4]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาออกแบบและสร้างเครื่องตัดก้านกระเทียมและคัดแยกเพื่อแก้ปัญหาการตัดก้านกระเทียมด้วยมือของชุมชนบ้านหัวฝายหมู่ที่ 5 ตำบลกล้วยแพะ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง โดยใช้หลักการจัดวางก้านกระเทียมใส่ลงร่องเพื่อทำการตัดก้านกระเทียมและมีรางเขย่าเพื่อคัดแยกขนาดของหัวกระเทียม 3 ขนาด เครื่องตัดก้านกระเทียมประกอบด้วยมอเตอร์ขนาด 2 แรงม้า เป็นต้นกำลังขับพูลเลย์โดยส่งกำลังผ่านสายพาน และเพลาในแนวนอนเพื่อขับหมุนใบมีดในการตัดก้านกระเทียมและขับเคลื่อนรางเขย่าคัดแยกขนาด

จากการทดสอบการทำงานของเครื่องตัดก้านกระเทียมและคัดแยกพบว่ากระเทียมที่ใช้ตัดก้านกระเทียมและคัดแยก 90 กิโลกรัม ราคา 3,150 บาท ใช้เวลาในการตัดก้านกระเทียมและคัดแยก1 ชั่วโมงความเสียหายที่ใบมีดตัดถูกหัวกระเทียม 0 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่ใบมีดตัดก้านกระเทียมมีความยาวเกิน1เซนติเมตร 8.45 เปอร์เซ็นต์ ใช้พลังงานไฟฟ้าที่ 9.5 แอมป์ แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์โดยใช้กำลังไฟฟ้า 1.50 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

ผลการวิเคราะห์และทดสอบ เครื่องตัดก้านกระเทียมและคัดแยกที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นมานั้น สามารถตัดก้านกระเทียมและคัดแยกต่อวันได้ถึง 720 กิโลกรัมต่อวัน และจะช่วยลดต้นทุนการใช้แรงงานคนในการตัดก้านกระเทียมและคัดแยกขนาด สามารถทำได้ตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ โดยการเทียบกับการตัดด้วยมือของชาวบ้านมืออาชีพตัดก้านกระเทียมในบ้านหัวฝาย

คำสำคัญ : เครื่องตัดก้านกระเทียม, คัดแยกขนาด, กระเทียม

ABSTRACT

The objectives of this research were to design and Development and testing of Garlic cutting and sorting machine. First, stems garlic by applying the principles that put down stems of garlic into the cutting garlic's stem machine to cut the stalks of garlic. Second, the groove is shaked to separate the size of garlic that consists of three sizes. Cutting garlic's stem machine includes with two horsepower motors; hence, the driving power transfers through the belt pulley and shaft horizontally to activate a rotating blade to cut the stems garlic and powered rail shake-size sorting.

After testing operation of the cutting garlic's stem machine, we found that, the process of cutting garlic's stem and separating garlic, 90 kg 3150 baht, spent one hour. The damage of blades which cut the garlic is 0 percent, and cutting blades have the damage longer than 1 cm 8.45 percent of electricity consumption, about 9.5 amps, and voltage 220V uses energy 1.50 kW. In particular, when the values in statistically is compared, we found that the results are closer to the average 0 which based on the assumption, it is able to reduce the cost of labor to cut the stalks, garlic and size sorting.

The experimental results of this project found that, one people could cut the garlic 50 kilograms per day through applied cutting machine, and able to cut the stalks of garlic 720 kg per day.

Keyword: Garlic stem cutters, Size sorting, garlic

---

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก 63000

[2*] สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก 63000

[3] สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก 63000

[4] สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก 63000

[1] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, RMUTL Tak
41/1 moo 7 Phaholyothin road, Mai-Ngarm, Muang, Tak 63000

[2*]Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, RMUTL Tak
41/1 moo 7 Phaholyothin road, Mai-Ngarm, Muang, Tak 63000

[3] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, RMUTL Tak
41/1 moo 7 Phaholyothin road, Mai-Ngarm, Muang, Tak 63000

[4] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, RMUTL Tak
41/1 moo 7 Phaholyothin road, Mai-Ngarm, Muang, Tak 63000

*Corresponding author. E-mail: aumhonda1171@gmail.com Tel. 08 6131 3254

บทนำ

จากการศึกษากลุ่มผู้ผลิตกระเทียมบ้านหัวฝายหมู่ที่ 5 ตำบลกล้วยแพะ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ซึ่งเป็นผู้ผลิตกระเทียม ในรูปแบบการรวมกลุ่มของผู้ผลิตกระเทียมบ้านหัวฝาย ได้ประสบปัญหาในการตัดก้านกระเทียม ทางกลุ่มวิสาหกิจส่วนใหญ่ใช้กรรไกรสำหรับการตัดก้านกระเทียม ทำให้มือเสียรูป มีผลต่อร่างกายของสมาชิกในกลุ่มเป็นอย่างมาก และใช้ระยะเวลาในการตัดก้านกระเทียมเป็นเวลานานแต่ได้ผลผลิตออกมาไม่มาก ทำให้ปริมาณของกระเทียมที่ได้ ไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค จากการศึกษาเบื้องต้นทางกลุ่มผู้ผลิตกระเทียมยังขาดนวัตกรรม และเทคโนโลยีที่จะสนับสนุนในการลดปัญหาการตัดก้านกระเทียมล่าช้า ผู้จัดทำโครงการได้ศึกษางานวิจัย ต่างๆ และนำปัญหาเหล่านั้นมาคิดเพื่อทำการออกแบบสร้างเครื่องตัดก้านกระเทียมให้มีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนของกลุ่มเกษตรกรผลิตกระเทียมบ้านหัวฝาย



ภาพที่ 1 Garlic

ตามวิสัยทัศน์และพันธกิจ ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก เป็นสถาบัน อุดมศึกษา ที่มุ่งเน้นกระบวนการคิด การเรียน การสอน เพื่อผลิตบัณฑิตนักปฏิบัติเป็นมหาวิทยาลัยแห่งการเรียนรู้ มุ่งพัฒนาชุมชนสร้างงานวิจัยและบริการวิชาการแก่ชุมชน เพื่อเป็นไปตามอัตลักษณ์ของทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก กล่าวไว้ว่า บัณฑิตนักปฏิบัติที่ใช้เทคโนโลยีเป็นฐานเพื่อตอบสนองความต้องการแก้ไขปัญหาระดับชุมชนของกลุ่มผู้ผลิตกระเทียมบ้านหัวฝายและช่วย ลดต้นทุนของกลุ่มผู้ผลิตกระเทียม ทางผู้ดำเนินโครงงานมีแนวคิดที่จะแก้ไขปัญหา ร่วมกับชุมชนบ้านหัวฝายและผู้จัดทำได้ คำนึงถึงผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับอย่างเหมาะสมและช่วยลดต้นทุนในการผลิตกระเทียมของชุมชนบ้านหัวฝายเพื่อประโยชน์ของชุมชนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การออกแบบและเลือกใช้ชิ้นส่วนต่าง ๆ

ได้ทำการกำหนดการดำเนินงานเป็นขั้นตอนตามหลักการออกแบบแนวทางในการออกแบบในแต่ละขั้นตอนจะเน้นหลักการทำงาน ในการทำงานของชิ้นส่วนต่าง ๆ เพื่อให้สามารถสร้างชิ้นส่วนขึ้นเองได้ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่พิเศษในการผลิตชิ้นส่วนรวมทั้งพยายามใช้วัสดุที่สามารถหาได้ง่าย หรือที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไปโดยมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 กำหนดคุณลักษณะการพัฒนาและสร้างเครื่องตัดก้านกระเทียมและคัดแยก

1.2 กำหนดหลักการทำงาน การออกแบบระบบการทำงานได้ศึกษาจากลักษณะการทำงานของเครื่องทั่วไป โดยพิจารณาถึงการใช้ชิ้นส่วนที่เป็นมาตรฐานสามารถหาซื้อในท้องตลาดได้

1.3 การกำหนดรูปร่างหลักการทำงานที่วางไว้สำหรับแต่ละระบบดังกล่าวมาแล้วเป็นเพียงหลักการเบื้องต้นที่ต้องการนำมาปฏิบัติให้เป็นจริงในรูปของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นเพื่อการกำหนดขนาดรูปร่างของชิ้นส่วนแต่ละระบบต้องอาศัยแนวทางจากหลักการที่ได้เลือกไว้ในเบื้องต้นโดยการที่จะกำหนดให้เหมาะสมกับเครื่องตัดก้านกระเทียมและคัดแยกตลอดจนการเลือกใช้วัสดุซึ่งวัสดุเหล่านั้นสามารถหาซื้อและผลิตได้โดยทั่วไปตามท้องตลาดการเลือกใช้วัสดุในการทำชิ้นส่วนต่าง ๆ มีดังนี้

1) วัสดุที่นำมาผลิตต้องขึ้นรูปได้ง่ายและเหมาะสมแก่การใช้งาน

2) ใช้วัสดุที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป

3) ความแตกต่างด้านราคาวัสดุซื้อหาได้ง่ายราคาไม่แพง

4) เป็นชิ้นส่วนมาตรฐาน

5) ความยากง่ายในการแปรรูป

6) สามารถปรับปรุงแก้ไขและบำรุงรักษาได้ง่าย





ภาพที่ 2 Garlic cutting and sorting machine

7) การตัดก้านกระเทียมโดยใช้ใบมีดขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว ถูกออกแบบมาเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการตัดโดยเฉพาะจากนั้นกระเทียมที่ถูกตัดจะตกไปในตระแกรงคัดแยกเพื่อคัดแยกกระเทียมในแต่ละขนาด โดยมีตะแกรงทั้งหมด 3 ชั้น คัดแยกได้ 3 ขนาด 3,4,5 เซนติเมตร นำกระเทียมที่ถูกคัดแยกไปทำการแปรรูปทางด้านอาหารและยาต่อไป ขนาดของเครื่อง กว้าง 1 เมตร สูง 1.5 เมตร ยาว 1 เมตร ความสามารถในการตัดและคัดแยกกระเทียม 94.73 กก. /ชม.

วิธีการทดสอบและวิเคราะห์ผล

การทดลองการทำงานของเครื่องตัดก้านกระเทียมและคัดแยกหลังจากที่ได้ออกแบบ และสร้างเครื่องเครื่องตัดก้านกระเทียมและคัดแยก เพื่อศึกษาเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพในการตัดและคัดแยกขนาดของกระเทียมที่ได้จากการผลิตในชุมชน และหาเวลาในการตัดก้านกระเทียมและคัดแยก ต่อชั่วโมง ซึ่งผลการทดลองดังต่อไปนี้

- เชิงปริมาณ

การเปรียบเทียบอัตราการผลิตจากเครื่องที่ออกแบบโดยกำหนดระยะเวลาในการทดลองเก็บผลในเวลาที่เท่ากันที่ 60 นาที แล้วนำหัวกระเทียมที่ได้มาชั่งน้ำหนักเพื่อนำไปหาค่าอัตราการผลิตในหน่วย กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามสมการที่ 1

$$\text{อัตราการผลิต} = \frac{w}{t} \times 60 \quad (1)$$

เมื่อ w คือ น้ำหนักกระเทียมที่ชั่งได้จากการทดสอบ

t คือ เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (60 นาที)

ตารางที่ 1 Shows the cutting time of garlic and cuttings.

จำนวนครั้งในการทดลอง	น้ำหนักกระเทียม /กก	เวลาที่ใช้ในการตัดกระเทียม (วินาที)
1	3 กก.	120
2	3 กก.	116
3	3 กก.	110
เฉลี่ย	3 กก.	114

จากการหาค่า 1 ชั่วโมง จะได้กระเทียม หาได้จากการคำนวณดังนี้

$$= \frac{3 \text{ กก.} \times 3600 \text{ วินาที}}{114 \text{ วินาที}}$$

$$= 94.73 \text{ กก. /ชม.}$$

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าเวลาที่ใช้ในการตัดก้านกระเทียมและคัดแยกใน 1 ชั่วโมงจะตัดก้านกระทียมและคัดแยกได้ 94.5 กก. /ชม.

- เชิงคุณภาพ

ทำการเปรียบเทียบอัตราการผลิตจากเครื่องที่ออกแบบโดยกำหนดระยะเวลาในการทดลองเก็บผลในเวลาที่เท่ากันที่ 60 นาที แล้วนำหัวกระเทียมที่ได้มาชั่งน้ำหนัก

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \quad (2)$$

เมื่อ $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของหัวกระเทียมในแต่ละขนาด

x_i คือ ขนาดน้ำหนักกระเทียม

n คือ จำนวนกระเทียมทั้งหมดในการสุ่มทดสอบ (20 หัว)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3)$$

เมื่อ SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดกระเทียม

แสดงปริมาณการผลิตระหว่างแรงงานคนกับเครื่อง ในเวลา 1 ชั่วโมง

ตารางที่ 2 Comparison between conventional methods and machine

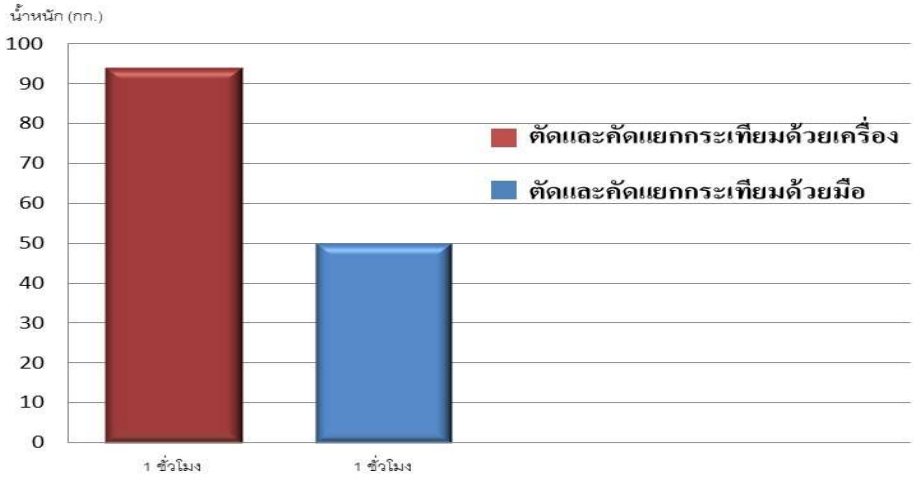
วิธีการดำเนินการ	การตัดก้านกระเทียมและคัดแยกด้วยแรงงานคน	การตัดก้านกระเทียมและคัดแยกด้วยเครื่อง
เวลาในการตัดก้านกระเทียมและคัดแยก	1 ชั่วโมง	1 ชั่วโมง
ในเวลา 8 ชั่วโมง	50 กก.	757 กก.
∴ปริมาณการผลิตต่อวันจะได้	50 กก.	757 กก.

หมายเหตุ : จากการตัดก้านกระเทียมและคัดแยกด้วยแรงงานคนนั้นจะไม่สามารถตัดก้านกระเทียมและคัดแยกได้อย่างต่อเนื่องโดยเกิดจากความเมื่อยล้าของมือและความเจ็บในการใช้มือจับกรรไกรในการตัดก้านกระเทียมของคนที่ตัดก้านกระเทียมเองส่วนเครื่องตัดก้านกระเทียมและคัดแยกที่ออกแบบและจัดสร้างขึ้นสามารถตัดก้านกระเทียมและคัดแยกได้อย่างต่อเนื่อง

ผลและวิจารณ์ผล

การเปรียบเทียบปริมาณการผลิตต่อชั่วโมงการตัดก้านกระทียมและคัดแยกในแต่ละครั้งจะต้องมีการสูญเสียเวลาในการทำงานทั้งในด้านต่างๆ ดังนั้นจึงได้ทำการคำนวณครั้งในการตัดก้านกระเทียมและคัดแยกในเวลา 1 ชั่วโมงเพื่อจะทำการเปรียบเทียบกันระหว่างการตัดก้านกระเทียมและคัดแยกด้วยแรงงานคนกับการตัดก้านกระเทียมและคัดแยกด้วยเครื่องที่ออกแบบและจัดสร้างขึ้นมา

แสดง การเปรียบเทียบน้ำหนักการตัดและคัดแยกกระเทียมใน 1 ชั่วโมง แสดงเป็นแผนภูมิแท่งได้ดังนี้



ภาพที่ 3 Comparison of cutting time of garlic cutting in 1 hour

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัย และวิเคราะห์ผลของการเปรียบเทียบในการตัดก้านกระเทียมระหว่างการตัดก้านกระเทียมด้วยเครื่องที่ได้จัดทำขึ้นมา กับการตัดด้วยแรงงานคนพบว่าเครื่องตัดก้านกระเทียมที่จัดสร้างขึ้นใช้เวลาในการตัดก้านเฉลี่ยเท่ากับ 60 วินาที ได้กระเทียมเท่ากับ 1.575 กก. ซึ่งเครื่องตัดก้านกระเทียมมีประสิทธิภาพสูงกว่าการตัดก้านด้วยแรงงานคนและเมื่อทำการเปรียบเทียบด้านค่าใช้จ่ายต่อวันพบว่าเครื่องตัดก้านกระเทียมที่จัดสร้างขึ้นมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการตัดก้านด้วยแรงงานคน นอกจากนี้เครื่องตัดก้านกระเทียมที่จัดสร้างขึ้นยังสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและสามารถตัดก้านกระเทียมได้รวดเร็วกว่าการตัดก้านกระเทียมด้วยแรงงานคน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลืออย่างยิ่งจาก ผศ.ประสาท เจาะบำรุง อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก กลุ่มผู้ผลิตกระเทียมบ้านหัวฝายหมู่ที่ 5 ตำบลกล้วยแพะ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ขอขอบคุณครอบครัวที่ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

นายเกษมสันต์ ผิวแดง และคณะ. 2552. การจัดสร้างเครื่องขูดมะพร้าวเส้น. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก, ตาก.

ว่าที่ร้อยตรีปริญญา ปัญญาศรี. 2550. การออกเครื่องฝานเนื้อมะพร้าวเส้นแบน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ.

วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน. 2534. การออกแบบเครื่องจักรกล 2. บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด.กรุงเทพฯ.

อำพล ซื่อตรง. 2536. ชิ้นส่วนเครื่องกล. ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ. กรุงเทพฯ.

ชาญวุฒิ ตั้งจิตวิทยา และ สาโรช ฐิติเกียรติพงศ์. 2533. วัสดุในงานวิศวกรรม. บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด. กรุงเทพฯ.

บรรเลง ศรนิล และ สมนึก วัฒนศรียกุล. 2524. ตารางงานโลหะ. สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สมาน เจริญพูลผล, 2540. การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพมหานคร:ฟิสิกส์เซ็นต์เตอร์

ชนะ กสิภาร์, 2528. ความแข็งแรงของวัสดุ, พิมพ์ครั้งที่ 9 กรุงเทพมหานคร, ชวนพิมพ์

คณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10
และ การประชุมวิชาการระดับนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9

ด้วยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย กำหนดจัดการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10 และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9 ระหว่างวันที่ 1-3 สิงหาคม 2561 ณ โรงแรมเรือรัษฎา อำเภอเมือง จังหวัดตรัง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเวทีเผยแพร่ผลงานในระดับชาติและระดับนานาชาติ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและด้านสังคมศาสตร์ของคณาจารย์ นักวิจัย นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไป อีกทั้งเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์การพัฒนางานวิจัยในสาขาวิชาต่างๆ รวมถึงการสร้างเครือข่ายความร่วมมือทางวิชาการระหว่างคณาจารย์นักวิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล และบุคลากรของหน่วยงาน จึงแต่งตั้งคณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10 และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9 ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการฝ่ายอำนวยการ ประกอบด้วย

1.	อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย	ประธานกรรมการ
2.	รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ	รองประธานกรรมการ
3.	รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ	รองประธานกรรมการ
4.	รองอธิการบดีฝ่ายบริหาร	กรรมการ
5.	รองอธิการบดีฝ่ายวางแผนและพัฒนา	กรรมการ
6.	รองอธิการบดีฝ่ายกิจการนักศึกษา	กรรมการ
7.	รองอธิการบดีฝ่ายกิจการพิเศษ	กรรมการ
8.	รองอธิการบดีประจำวิทยาเขตตรัง	กรรมการ
9.	รองอธิการบดีประจำวิทยาเขตนครศรีธรรมราช	กรรมการ
10.	ผู้ช่วยอธิการบดี (ผู้ช่วยศาสตราจารย์สำราญ ขวัญยืน)	กรรมการ
11.	ผู้ช่วยอธิการบดี (ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสนอ สะอาด)	กรรมการ
12.	ผู้ช่วยอธิการบดี (ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรพงค์ บุญช่วยแทน)	กรรมการ
13.	ผู้ช่วยอธิการบดี (ผู้ช่วยศาสตราจารย์องอาจ อินทร์สังข์)	กรรมการ
14.	ผู้ช่วยอธิการบดี (ผู้ช่วยศาสตราจารย์โกสินทร์ พัฒนมณี)	กรรมการ
15.	ผู้ช่วยอธิการบดี (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชูเกียรติ อักษรศรี)	กรรมการ
16.	คณบดีคณะบริหารธุรกิจ	กรรมการ
17.	คณบดีคณะศิลปศาสตร์	กรรมการ
18.	คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์	กรรมการ
19.	คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	กรรมการ

20.	คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี	กรรมการ
21.	คณบดีคณะเกษตรศาสตร์	กรรมการ
22.	คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	กรรมการ
23.	คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร	กรรมการ
24.	คณบดีคณะสัตวแพทยศาสตร์	กรรมการ
25.	คณบดีคณะเทคโนโลยีการจัดการ	กรรมการ
26.	คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง	กรรมการ
27.	คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี	กรรมการ
28.	ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและการจัดการ	กรรมการ
29.	ผู้อำนวยการวิทยาลัยรัตภูมิ	กรรมการ
30.	ผู้อำนวยการวิทยาลัยการโรงแรมและการท่องเที่ยว	กรรมการ
31.	ผู้อำนวยการสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน	กรรมการ
32.	ผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ	กรรมการ
33.	ผู้อำนวยการสถาบันทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	กรรมการ
34.	ผู้อำนวยการสำนักงานนิติการ	กรรมการ
35.	ผู้อำนวยการกองกลาง	กรรมการ
36.	ผู้อำนวยการกองคลัง	กรรมการ
37.	ผู้อำนวยการกองนโยบายและแผน	กรรมการ
38.	ผู้อำนวยการกองบริหารงานบุคคล	กรรมการ
39.	ผู้อำนวยการกองประชาสัมพันธ์	กรรมการ
40.	ผู้อำนวยการกองพัฒนานักศึกษา	กรรมการ
41.	ผู้อำนวยการกองวิเทศสัมพันธ์และการประกันคุณภาพ	กรรมการ
42.	ผู้อำนวยการกองออกแบบและพัฒนาอาคารสถานที่	กรรมการ
43.	ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา	กรรมการและเลขานุการ
44.	รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหารงานทั่วไป สถาบันวิจัยและพัฒนา	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
45.	รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยี	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
47.	รองผู้อำนวยการฝ่ายสารสนเทศการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

2. คณะกรรมการฝ่ายดำเนินงาน ประกอบด้วย

1.	รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ	ประธานกรรมการ
2.	ผู้ช่วยอธิการบดี (ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรพงค์ บุญช่วยแทน)	รองประธานกรรมการ

3.	ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา	รองประธานกรรมการ
4.	รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยี	กรรมการ
5.	รองผู้อำนวยการฝ่ายสารสนเทศการวิจัย	กรรมการ
6.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประพจน์ มลิวัลย์	กรรมการ
7.	นายเชิด คงห้อย	กรรมการ
8.	นางสาวบุญบรรจง สายลาด	กรรมการ
9.	นางสาวเกศินี ใหมคง	กรรมการ
10.	นางสาวหทัยรัตน์ หนักแน่น	กรรมการ
11.	นางสาวประภาพร หนูคงรักษ์	กรรมการ
12.	นางสาวธารทิพย์ สุวรรณเวลา	กรรมการ
13.	นายอดิศักดิ์ เกลี้ยงตะพงศ์	กรรมการ
14.	นางสาวนฤนาฎ ชูทิพย์	กรรมการ
15.	นางสาวภรณีย ยี่ถิ้น	กรรมการ
16.	นางดาริณี รักษ์ทอง	กรรมการ
17.	นางสาวรัตน์วิภา ขุนเพ็ชร์	กรรมการ
18.	นางสาวศศิธร ดีใหญ่	กรรมการ
19.	นางสาวปุณฑริก เกิดทิพย์	กรรมการ
20.	นางสาวภิสาย ขุนทอง	กรรมการ
21.	นางสาวตุลยดา อุดมศิลป์	กรรมการ
22.	นายสุขรัฐจิต มงคลศิริเจริญ	กรรมการ
23.	นายเอกชัย ซ้ายศรี	กรรมการ
24.	นายสุริยัณห์ ขำแจ้ง	กรรมการ
25.	นายอภิชาติ คัญทะชา	กรรมการ
26.	นางสาวปุญญิศา สมจริง	กรรมการ
27.	รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหารงานทั่วไป สถาบันวิจัยและพัฒนา	กรรมการและเลขานุการ
28.	นายสุวรรณ พรมเขต	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
29.	นางสาวจริญาภรณ์ เพชรสามสี	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

3. คณะกรรมการฝ่ายจัดการประชุมวิชาการ ประกอบด้วย

1.	รองศาสตราจารย์สุวัจน์ ธัญรส	ประธานกรรมการ
2.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์องอาจ อินทร์สังข์	รองประธานกรรมการ
3.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์โกสินทร์ พัฒนมณี	รองประธานกรรมการ

4.	รองศาสตราจารย์ณัฐทิตา โรจนประศาสน์	กรรมการ
5.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประเสริฐ ทองหนูนุ้ย	กรรมการ
6.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์นันทชัย ชูศิลป์	กรรมการ
7.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปิยาภรณ์ อรมุต	กรรมการ
8.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัลลภา พัฒนา	กรรมการ
9.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์เพ็ญศรี เพ็ญประไพ	กรรมการ
10.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิรักษ์ สงรักษ์	กรรมการ
11.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภาณุ พร้อมพุทธางกูร	กรรมการ
12.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์น้อมจิตต์ แก้วไทย อันเดร	กรรมการ
13.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญหทัย ใจเปี่ยม	กรรมการ
14.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยรัตน์ จุสปาโล	กรรมการ
15.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสาวนีย์ ชัยเพชร	กรรมการ
16.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประพจน์ มลิวัลย์	กรรมการ
17.	สัตวแพทย์หญิงเมธาสุ จันทร์รอด	กรรมการ
18.	นายกีรติ อินทรวิเศษ	กรรมการ
19.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรพร ธารางกูร	กรรมการและเลขานุการ
20.	นางสาวบุญบรรจง สายลาด	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
21.	นางสาวนฤนาฏ ชูทิพย์	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

4. คณะกรรมการฝ่ายประสานงานผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความวิชาการ ประกอบด้วย

1.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรพร ธารางกูร	ประธานกรรมการ
2.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์นพรัตน์ มะเห	รองประธานกรรมการ
3.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์อังคณา ใสเกื้อ	กรรมการ
4.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลักษมี วิทยา	กรรมการ
5.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตนาพร อนันตสุข	กรรมการ
6.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระริน เครือวรพันธุ์	กรรมการ
7.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์มาหามะสูไฮมี มะแซ	กรรมการ
8.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนันทา ข้องสาย	กรรมการ
9.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนากรณ์ ดำสุด	กรรมการ
10.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สกุลรัตน์ แสนปุตะวงษ์	กรรมการ
11.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันดี นวนสร้อย	กรรมการ

12.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศทิวัส ยอดล้ำ	กรรมการ
13.	ว่าที่ร้อยตรีหญิงสุพัชชา ชูเสียงแจ้ว	กรรมการ
14.	สัตวแพทย์หญิงวิภาวี แสงสร้อย	กรรมการ
15.	รองศาสตราจารย์ทรรศนีย์ คีรีศรี	กรรมการ
16.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุมณฑา ดำรงเลาหพันธ์	กรรมการ
17.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิรินาถ ศรีอ่อนนวล	กรรมการ
18.	นางสาวณัฐนีภรณ์ น้อยเสงี่ยม	กรรมการ
19.	นางสาววรรธนพร ชีววุฒิพงศ์	กรรมการ
20.	นางสาวปิยะนารถ อรรคไกรสีห์	กรรมการ
21.	นางสาวคุลิกา ธนะเศวตร	กรรมการ
22.	นางสาวขวัญตา ตันติกำธน	กรรมการ
23.	นางสาวบุษราคัม ทองเพชร	กรรมการ
24.	นายพิชิต เพ็งสุวรรณ	กรรมการ
25.	นางกัลยาณี ทองเลี่ยมนาค	กรรมการ
26.	นายอาคม ลักษณะสกุล	กรรมการ
27.	นางเพ็ญพร เกิดสุข	กรรมการ
28.	นางพัชรินทร์ บุญนุ่น	กรรมการ
29.	นางสาวสุดคนึง ณ ระนอง	กรรมการ
30.	นางสาวพิมล เที่ยงธรรม	กรรมการ
31.	นางอาริยา โสภาจารย์	กรรมการ
32.	นางสาวกิตติมา ตันติหาชัย	กรรมการ
33.	Mr.Daniel Edward Guiney	กรรมการ
34.	Mr.Steven Embree	กรรมการ
35.	นางสาวสมพร มณีโชติ	กรรมการ
36.	นางสาวฐิตินารถ คำยอด	กรรมการ
37.	Mr.Ryan R.Dominguez	กรรมการ
38.	Ms.Mitchelle R.Juaban	กรรมการ
39.	Mr.Lauro Sadaran Dequina Jr.	กรรมการ
40.	นางสาวเกศินี ใหมคง	กรรมการ
41.	นางสาวธารทิพย์ สุวรรณเวลา	กรรมการ
42.	นางสาวนฤนาฏ ชูทิพย์	กรรมการ

43.	นางสาวบุญบรรจง สายลาด	กรรมการและเลขานุการ
44.	นางสาวภรณีย ยี่ถิ้น	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

5. คณะกรรมการฝ่ายจัดทำรวมเล่มบทคัดย่อ (Books of Abstract) และรายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการ (Proceedings) ประกอบด้วย

1.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิรักษ์ สงรักษ์	ประธานกรรมการ
2.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์กิตติกร ขันแกล้ว	รองประธานกรรมการ
3.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรพงค์ บุญช่วยแทน	กรรมการ
4.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชาตรี หอมเขียว	กรรมการ
5.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์จารุวัฒน์ เจริญจิต	กรรมการ
6.	นายสุดนัย เครือหลี	กรรมการ
7.	นายนเรศ ขวัญทอง	กรรมการ
8.	นายอนุชิต วิเชียรชม	กรรมการ
9.	นายศุภวัฒน์ อินทร์เกิด	กรรมการ
10.	นายกฤดิกร แก้ววงศ์ศรี	กรรมการ
11.	นายโกสินทร์ ทีปรักษพันธ์	กรรมการ
12.	นางสาวศิรินันทร์ นาพอ	กรรมการ
13.	นางสาวหทัยรัตน์ หนักแน่น	กรรมการและเลขานุการ
14.	นางสาวนฤนาฎ ชูทิพย์	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ