สารบัญ

	หน้า
ศักยภาพของมันเทศคุณภาพต่ำในการผลิตเอทานอลด้วยระเบียบวิธีพื้นผิวตอบสนอง	1
ลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์ที่เพาะปลูกในจังหวัดน่าน	10
การประยุกต์การเสริมสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันในตะกอนฟลอคอบแห้งต่ออัตราการรอดตายในปลานิล Stepococcus agalacitae, DMST 17129	18
โปรแกรมสำหรับการวัดความยาวและประเมินความแตกขนาดของลูกกุ้งขาวแวนาไมและลูกกุ้งก้ามกราม จากภาพดิจิตอล	27
การใช้ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินร่วมกับการให้น้ำช่วงฤดูแล้งในยางพาราก่อนเปิดกรีด	35
การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์มะไฟจีนแผ่น	47
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผงจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านเขาตำหนอน อำเภอทับปุด จังหวัดพังงา	52
การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่	63
เครื่องดื่มเกลือแร่จากชะคราม	72
ลูกชิ้นปลาสากเสริมวุ้นมะพร้าวผักเหมียง	80
การพัฒนาเครื่องกำจัดด้วงงวงข้าวโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟาเรด	90
ต้นทุนและผลตอบแทนของการทำฟาร์มโคนมเกษตรกรในอำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง	97
สภาพการจัดการในสนามไก่ชนที่ได้รับอนุญาต ลักษณะความหลากหลายทางชีวภาพและรายได้จากการเลี้ยงไก่ชน จังหวัดพัทลุง	104
การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่ง (Ficus carica L.) อบแห้ง	112
ผลของอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชต้นทุนต่ำต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้มอคคาร่า	124
การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์หมักที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือนในจังหวัดสงขลา	129
การอนุรักษ์พันธุกรรมพฤกษศาสตร์พื้นบ้านและภูมิปัญญากรใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสมุนไพรของตำบลไหล่น่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน	134
การพัฒนากระบวนการผิตชาชงดอกดาหลาต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิก	148
ผลของตาข่ายพรางแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งอินทรีย์	156
การผลิตผักบุ้งจีนอินทรีย์โดยการใช้สารซีโอไลต์	162
ชนิดและอายุของพืชหลักที่มีการปลูกแซมด้วยกล้วยไข่ ในจังหวัดจันทบุรี	167
การยอมรับการส่งเสริมการสร้างตราสินค้าของชาวนา ในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา	171
ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดหยาบจากหนอนตายหยาก (Stemona tuberosa Lour.)	179
ฤทธิ์ในการรักษาบาดแผลและต้านอนุมูลอิสระของประดู่ป่าในไก่ชน	188
การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้าวสังข์หยดกึ่งสำเร็จรูป	195
ความคิดเห็นต่อแนวทางการจัดการประมงของผู้ที่มีส่วนได้เสียในการการทำประมงกุ้งมังกรในจังหวัดตรัง	204
การเสริมน้ำส้มควันไม้ดิบและผงถ่านในอาหารไก่ไข่	210
ไข่ดีไซเนอร์:ความเป็นไปได้ของไข่แคลเซียม	218
ผลของปุ๋ยต่อปริมาณสารฟลาโวนอยด์และคุณค่าทางโภชนาการในใบมะรุม	224
การเสริมกากสาคูในอาหารที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมือง	231

สารบัญ

หน้า

อุปกรณ์ละการตรวจวินิจฉัยยีนสร้าง Toxin(Pir Toxin)ก่อโรค Early Mortality Syndrome (EMS) ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาว (Litopenaeus vannamei)พื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช 236

สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดละลายน้ำจากเหง้าข่า:คุณสมบัติทางเคมี การยับยั้งเชื้อก่อโรคและประสิทธิภาพการเป็นพรีไบโอติก 245

การศึกษาความรู้ความเข้าใจและแนวทางการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงของเกษตรกรในหมู่ที่ 6 บ้านชาติตระการ ตำบลชาติตระการ อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก 253

การเปลี่ยนแปลงของกะทิ และปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากกระบวนผลิตน้ำมันมะพร้าวด้วยกระบวนการหมักแบบธรรมชาติ และด้วยกระบวนการหมักร่วมกับการปั่นเหวี่ยง 265

การเปรียบเทียบระหว่างเมล็ดเทียนดำกับเนื้อมะขามในอาหารไก่ไข่ต่อการผลิตไข่และไขมันไข่แดง 272

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ที่ใช้ในการผลิตซุปกึ่งสำเร็จรูป 280

ศักยภาพของมันเทศคุณภาพต่ำในการผลิตเอทานอลด้วยระเบียบวิธีพื้นผิวตอบสนอง

Potential use of low quality sweet potato for ethanol production by response surface methodology

ปาริฉัตร นิลอุปถัมภ์[1] ธณิกานต์ ธรสินธุ์[1] และสุภาษิต ชูกลิ่น[2*]

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย นครศรีธรรมราช

[2]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย นครศรีธรรมราช

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาศักยภาพในการผลิตเอทานอลด้วยมันเทศคุณภาพต่ำ (โรคด้วงงวงมันเทศ) ด้วยกระบวนการไฮโดรไลซีสและการหมักโดยใช้มันเทศคุณภาพต่ำ 25% w/v ผ่านการไฮโดรไลซีสด้วยกรดซัลฟิวริก 1% v/v ความดันไอน้ำ 15 lb/in^2 อุณหภูมิ 121ºC นาน 30 min. ได้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงสุด 390.99 g/L พิจารณาผลของเชื้อ (*S. cerevisiae* TISTR 5339, *Z. mobilis* TISTR 405 และเชื้อร่วม *Z. mobilis* TISTR 405 และ *S. cerevisiae* TISTR 5339) ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10%v/v พีเอช 5.5 อุณหภูมิ 30°C เวลา 48 h และผลของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (10, 20 และ 30 g/L) ต่อประสิทธิภาพการผลิตเอทานอล พบว่า มันเทศคุณภาพต่ำที่ผ่านการไฮโดรไลซีสแล้วหมักด้วยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5339 จะมีค่าจลนพลศาสตร์ (*P*, $Y_{p/s}$ และ Q_p) สูงสุด เท่ากับ 26.00 g/L, 8.1 และ 0.72 g/L/h ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อ *Z. mobilis* TISTR 405 และเชื้อร่วม *Z. mobilis* TISTR 405 และ *S. cerevisiae* TISTR 5339 และปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 20 g/L หมักด้วยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5339 ที่ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10%v/v พีเอช 5.5 อุณหภูมิ 30ºC เวลา 48 h จะสามารถผลิตเอทานอลได้สูงสุด (5.00%) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลรีดิวซ์ 10 และ 30 g/L ส่วนการพิจารณาผลของแอมโมเนียมซัลเฟต (0.05-0.15%) พีเอช (4.5-5.5) และปริมาณเชื้อเริ่มต้น (5-10%) ต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และเอทานอลด้วยระเบียบวิธีพื้นผิวตอบสนอง (RSM) แบบ Box-Benhken design พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอลด้วยแอมโมเนียมซัลเฟต 0.05% พีเอช 5.5 และปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5% มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์คงเหลือ 6.64 g/L และผลิตเอทานอลได้ 9.06% ดังนั้นมันเทศคุณภาพต่ำจึงเป็นแหล่งวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการผลิตเอทานอลเพื่อนำไปใช้ผลิตเป็นแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงทดแทนได้

คำสำคัญ : มันเทศ, เอทานอล, ไฮโดรไลซีส, การหมัก, *S.* Cerevisiae

Abstract

Potential use of low quality sweet potato (sweet potato weevil) for ethanol production by hydrolysis and fermentation process was determined in this research. Low quality sweet potato (25% w/v) was hydrolyzed by 1% sulfuric acid under 15 lb/in^2 pressure at 121°C for 30 min. It was found that maximum content of reducing sugar production was 390.99 g/L. Effects of microorganism strains (*S. cerevisiae* TISTR 5339, *Z. mobilis* TISTR 405 and co-culture of *Z. mobilis* TISTR 405 and *S. cerevisiae* TISTR 5339) at 10%v/v inoculum, pH 5.5 at 30°C for 48 h and effects of reducing sugar content (10, 20 and 30 g/L) on efficiency of ethanol production was studied. Results showed that *S. cerevisiae* TISTR 5339 was superior in terms of ethanol production compared to *Z. mobilis* TISTR 405 and co-culture of *Z. mobilis* TISTR 405 and *S. cerevisiae* TISTR 5339. Furthermore, kinetic value of this strain was 26.00 g/L, 8.1 and 0.72 g/L/h for *P*, $Y_{p/s}$ and Q_p, respectively. The highest ethanol content (5%) was produced when *S. cerevisiae* TISTR 5339 used with 10%v/v inoculum, pH 5.5 at 30ºC for 48 h. Moreover, effects of ammonium sulphate content (0.05-0.15%), pH (4.5-5.5) and inoculum content (5-10%) on reducing sugar and ethanol content was evaluated with response surface methodology (RSM) in Box-Benhken design. Optimum

conditions were 0.05% ammonium sulphate, pH 5.5 and 5% inoculum to show both residual reducing sugar 6.64 g/L and 9.06% ethanol production. Therefore, low quality sweet potato had a promising potential as substrate for ethanol production for sustainably renewable energy resource.

Keywords : Sweet potato, Ethanol, Hydrolysis, Fermentation, *S. cerevisiae*

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน supasit.c2015@gmail.com โทร. 08-6965-5608

1. บทนำ

โลกของเรากำลังประสบปัญหาภาวการณ์ขาดแคลนน้ำมัน จากปัญหาเรื่องน้ำมันในตลาดโลกมีราคาแพง ก่อให้เกิดผลกระทบต่อเศรษฐกิจและวิถีชีวิตของประชาชนอย่างมีนัยสำคัญไปทั่วโลก เช่นเดียวกันความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศไทยเพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคขนส่ง [1] ประกอบกับอัตราการใช้น้ำมันของประเทศไทย มีอัตราเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศมากกว่าร้อยละ 90 คิดเป็นปริมาณโดยเฉลี่ยสูงถึง 6.16 แสนบาร์เรลต่อวัน ทำให้ต้องสูญเสียเงินตราต่างประเทศในการนำเข้าน้ำมันดิบมากกว่า 168,000 ล้านบาท ประเทศไทยมีวัตถุดิบที่ได้จากการเกษตรที่สามารถนำมาผลิตเป็นเอทานอลได้เป็นจำนวนมาก ได้แก่ ผลผลิตทางการเกษตรพวกธัญพืช เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และพวกพืชหัว เช่น มันสำปะหลัง มันเทศ เป็นต้น วัตถุดิบประเภทน้ำตาล ได้แก่ อ้อย กากน้ำตาล ข้าวฟ่างหวาน เป็นต้น วัตถุดิบประเภทเส้นใย ส่วนใหญ่เป็นผลพลอยได้จากผลผลิตทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว ชานอ้อย ซังข้าวโพด รำข้าว เศษไม้ เศษกระดาษ ขี้เลื่อย วัชพืช รวมทั้งของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานกระดาษ โรงงานปาล์มน้ำมัน เป็นต้น [2]

มันเทศ (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวสามารถผลิตแป้งที่มีความสำคัญทั่วโลก ในภูมิภาคเอเชีย และแอฟริกาสามารถผลิตได้คิดเป็นร้อยละ 95 ของโลก [3] เนื่องจากมันเทศเป็นพืชที่ให้ผลผลิตสูง โดยทั่วไปมันเทศมีองค์ประกอบของแป้งร้อยละ 20-30 [4-5] อย่างไรก็ตามในการเพาะปลูก จะมีโรคและแมลงศัตรูพืชของมันเทศทำให้ผลผลิตเสียหายและราคาตกตั้งแต่ร้อยละ 5-97 ซึ่งจากการศึกษาของพิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี [6] พบว่า โรคมันเทศที่เกิดความเสียหาย สามารถนำมาหมักเพื่อเข้าสู่กระบวนการการผลิตเอทานอลได้ โดยใช้เอนไซม์เพื่อปรับสภาพวัตถุดิบเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการย่อยแป้งให้เหลว และขั้นตอนที่ 2 เป็นการย่อยครั้งสุดท้ายหรือการทำให้หวานหรือเรียกว่า กระบวนการเปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล (saccharification) เพื่อเข้าสู่การหมักโดยใช้เชื้อยีสต์สามารถผลิตเอทานอลได้ร้อยละ 3.4 จะเห็นได้ว่าในการปรับสภาพวัตถุดิบด้วยเอนไซม์มีขั้นตอนที่ซับซ้อน ปฏิกิริยาที่ใช้นาน และมีราคาแพง

ดังนั้นงานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปรับสภาพวัตถุดิบโดยใช้กรดซัลฟิวริก ซึ่งสามารถทำได้ง่าย และเวลาที่ใช้ทำปฏิกิริยาสั้น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็นน้ำตาล หลังจากนั้นเข้าสู่กระบวนการหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ เพื่อให้ได้เอทานอลใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนต่อไป

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การเตรียมตัวอย่างมันเทศคุณภาพต่ำ

เก็บตัวอย่างมันเทศคุณภาพต่ำ (โรคด้วงงวงมันเทศ) จากตลาดหัวอิฐ จ.นครศรีธรรมราช นำมาล้างดินออกให้สะอาด หั่นเป็นสี่เหลี่ยมลูกเต๋า ขนาดชิ้นละ 1-2 cm นำไปเรียงบนถาดแสตนเลส แล้วนำเข้าตู้อบอุณหภูมิ 55°C (ความชื้นน้อยกว่า 8%) นำชิ้นมันเทศที่ได้มาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด จากนั้นนำมาร่อนผ่านการคัดขนาดด้วยเครื่องคัดขนาดแบบตะแกรง (เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 mm) [7]

2.2 การไฮโดรไลซีสมันเทศคุณภาพต่ำ

นำมันเทศคุณภาพต่ำ (ข้อ 1.1) จำนวน 25 g ย่อยด้วยกรดซัลฟิวริกปริมาตร 100 mL ความเข้มข้น 1% v/v นำไปให้ความร้อนด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 121°C ความดัน 15 lb/in^2 เวลา 30 min ในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (autoclave) กรองของแข็งด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 [8] นำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธี DNS [9] และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดโดยวิธีฟีนอล-ซัลเฟต [10]

2.3 การศึกษาผลของเชื้อ (*S. cerevisiae* TISTR 5339, *Z. mobilis* TISTR 405 และเชื้อร่วมระหว่าง *S. cerevisiae* TISTR 5339 และ *Z. mobilis* TISTR 405) ในการหมักต่อการผลิตเอทานอล

นำมันเทศที่ผ่านการไฮโดรไลซีส (ข้อ 1.2) มาผลิตเอทานอลโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5339, *Z. mobilis* TISTR 405 และเชื้อร่วมระหว่าง *S. cerevisiae* TISTR 5339 และ *Z. mobilis* TISTR 405 (10%v/v) ในอาหารเลี้ยงเชื้อ YPD Broth ในสภาวะ pH 5.5 และอุณหภูมิ 30°C เก็บตัวอย่างทุกๆ 6 h เป็นเวลา 48 h วัดค่าพีเอช โดยใช้ pH meter น้ำหนักเซลล์แห้ง ด้วย drying method [11] ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ด้วยวิธี DNS [9] วิเคราะห์ปริมาณเอทานอลด้วย vinometer และคำนวณค่าจลนพลศาสตร์ของการหมัก ($Y_{p/s}$, Q_p และ P)

2.4 การศึกษาผลของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่อการผลิตเอทานอล

นำมันเทศที่ผ่านการไฮโดรไลซีส (ข้อ 1.2) (10, 20 และ 30 g/L) มาผลิตเอทานอลด้วยเชื้อ (ข้อ 1.3) (10%v/v) เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ YPD Broth ในสภาวะ pH 5.5 และอุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 36 h คำนวณค่าจลนพลศาสตร์ของการหมัก ($Y_{p/s}$, Q_p และ P)

2.5 การหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอลจาก *S. cerevisiae* TISTR 5339

คัดเลือกปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (ข้อ 1.4) หมักด้วยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5339 (10%v/v) เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอล โดยมีการกำหนดปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อปริมาณเอทานอลไว้ 3 ปัจจัย ซึ่งระดับของแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการทดลองมี 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ (-1) ระดับกลาง (0) และระดับสูง (+1) ดังแสดงในตารางที่ 1 เมื่อนำปัจจัยต่างๆ ไปกำหนดลำดับและออกแบบชุดการทดลองด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ DESIGN-EXPERT version 10.0 ด้วยเทคนิควิธีพื้นผิวตอบสนอง (RSM) แบบ Box-Behnken Design จะได้จำนวนชุดทดลองทั้งหมด 17 ชุด โดยมีการทำซ้ำที่จุดกึ่งกลาง 5 ชุดการทดลอง จากนั้นทำการทดลองเอทานอลตามลำดับชุดการทดลองที่ออกแบบไว้ แล้วนำผลการผลิตได้จากการหมักด้วยสภาวะที่แตกต่างกันไปทำการวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลและน้ำตาลรีดิวซ์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการหมัก

ตารางที่ 1 ปัจจัยและระดับของแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง

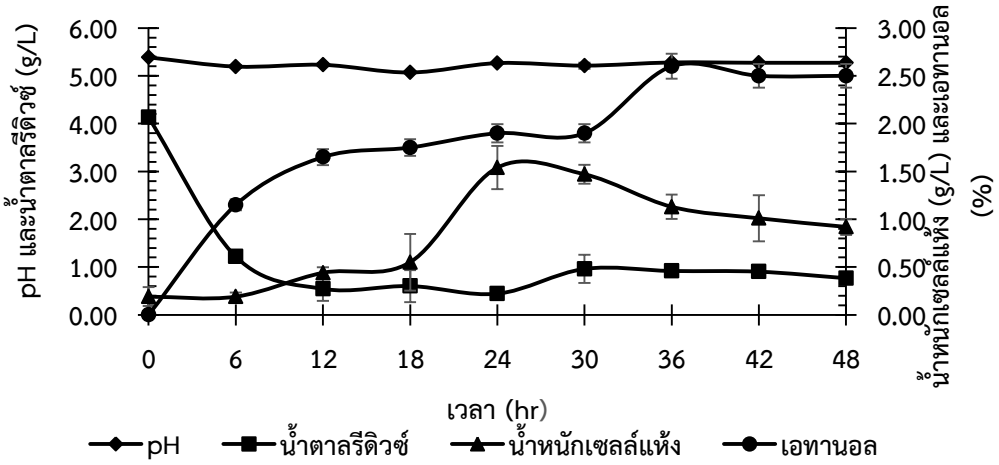
ปัจจัย	ระดับ		
	-1	0	+1
แอมโมเนียมซัลเฟต (X_1)	0.05	0.10	0.15
พีเอช (X_2)	4.5	5	5.5
ปริมาณเชื้อเริ่มต้น (X_3)	5.0	7.5	10.0

3. ผลการวิจัย

1. ผลการผลิตเอทานอลจากมันเทศด้วยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5339, *Z. mobilis* TISTR 405 และเชื้อร่วมระหว่าง *S. cerevisiae* TISTR 5339 และ *Z. mobilis* TISTR 405

1.1 เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5339

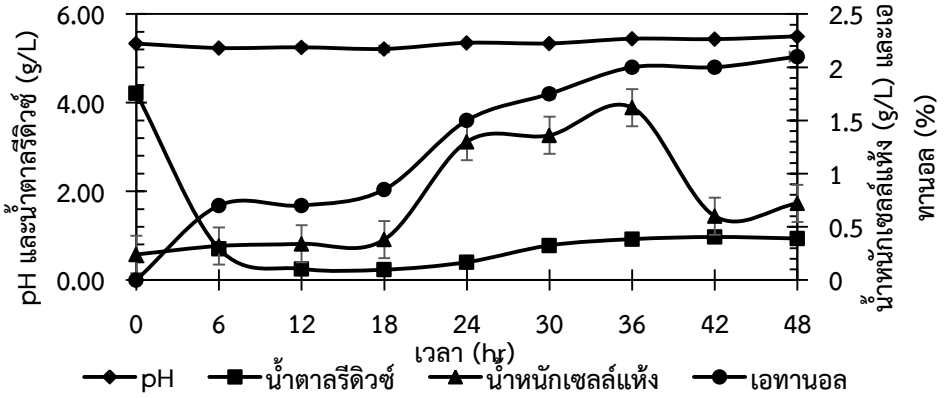
จากการใช้ความเข้มข้นของมันเทศผง 25% w/v ย่อยด้วยกรดซัลฟิวริก 1%v/v ได้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 390.99 g/L ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารเหลว YPD หมักด้วยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5339 10%v/v อุณหภูมิ 30ºC เป็นเวลา 48 h เก็บตัวอย่างทุก 6 h พบว่า เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5339 มีการใช้น้ำตาลรีดิวซ์อย่างรวดเร็วในชั่วโมงที่ 6 ส่งผลให้น้ำตาลลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงก็เริ่มลดลงตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 เป็นต้นไปและเริ่มคงที่ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 12 ถึงชั่วโมงที่ 24 เนื่องจากมีการใช้แหล่งน้ำตาลในการสร้างมวลเซลล์ และผลิตภัณฑ์ส่งผลให้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5339 มีการเจริญเติบโตตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 และมีการเจริญเติบโตสูงสุดที่ 24 ชั่วโมง ซึ่งสามารถผลิตเอทานอลได้สูงสุด 2.6% หลังจากนั้นอัตราการเจริญเติบโตก็เริ่มลดลง ส่วนอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช ก็ไม่มีผลการเปลี่ยนแปลงมากนัก และเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักที่เวลา 48 ชั่วโมง พบว่า ค่าพีเอชเท่ากับ 5.27 ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ ในระหว่างการหมักเอทานอลจากมันเทศคุณภาพต่ำที่ผ่านการย่อยด้วยกรดซัลฟิวริก 1% v/v ด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 121ºC นาน 30 min ในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อโดยเชื้อ *S. cervisiae* TISTR 5339

1.2 เชื้อ *Z. mobilis* TISTR 405

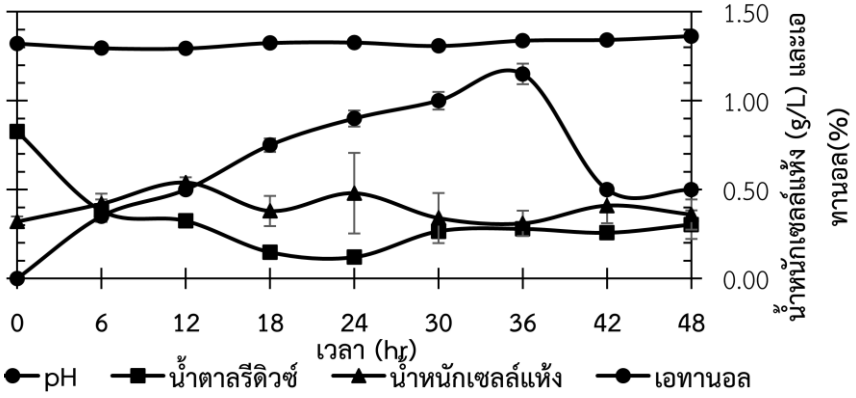
จากการทดลองโดยนำน้ำตาลรีดิวซ์ที่ได้จากการย่อยมันเทศผง 25% w/v ย่อยด้วยกรดซัลฟิวริก 1%v/v ได้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 390.99 g/L ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารเหลว YPD นำไปหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ *Z. mobilis* TISTR 405 พบว่า มีการใช้น้ำตาลรีดิวซ์อย่างรวดเร็ว ดังแสดงในรูปที่ 2 ส่งผลให้ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงอย่างรวดเร็ว จนถึงชั่วโมงที่ 24 หลังจากนั้นระดับน้ำตาลมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และเริ่มมีค่าคงที่เพราะอาหารและแหล่งคาร์บอนเริ่มหมดส่งผลทำให้เซลล์ไม่เจริญเติบโต และมวลเซลล์เพิ่มขึ้นชั่วโมงที่ 18 จนเริ่มคงที่ชั่วโมงที่ 36 หลังจากนั้นชั่วโมงที่ 42 ก็เริ่มลดลงจนถึงชั่วโมงที่ 48 และการผลิตเอทานอลของเชื้อ *Z. mobilis* TISTR 405 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตั้งแต่ชั่วโมงที่ 24 เป็นต้นไปและที่เวลา 36 ชั่วโมงสามารถผลิตเอทานอลได้สูงสุด 2% และเริ่มคงที่จนสิ้นสุดกระบวนการหมัก ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างก็ไม่มีผลการเปลี่ยนแปลงมากนัก ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ ในระหว่างการหมักเอทานอลจากมันเทศคุณภาพต่ำที่ผ่านการ ย่อยด้วยกรดซัลฟิวริก 1%v/v ด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 121°C นาน 30 min ในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อโดยเชื้อ *Z. mobilis* TISTR 405

1.3 เชื้อร่วมระหว่าง *Z. mobilis* TISTR 405 และ *S. cerevisiae* TISTR 5339

จากการทดลองโดยนำน้ำตาลรีดิวซ์ ที่ได้จากการย่อยมันเทศผง 25% w/v ย่อยด้วยกรดซัลฟิวริก 1% ได้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ 390.99 g/L ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารเหลว YPD นำไปหมักด้วยเชื้อร่วมระหว่าง *Z. mobilis* TISTR 405 และ *S. cerevisiae* TISTR 5339 พบว่า การใช้น้ำตาลรีดิวซ์เป็นแหล่งคาร์บอนเริ่มลดลงตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 จนถึงชั่วโมงที่ 24 เนื่องจากมีการใช้มวลเซลล์ในการเจริญเติบโต และการผลิตเอทานอลของเชื้อหลังจากนั้นปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้นตั้งแต่ชั่วโมงที่ 24 จนถึงชั่วโมงที่ 48 สามารถผลิตเอทานอลได้สูงสุด 1.8% ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างก็ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ ในระหว่างการหมักเอทานอลจากมันเทศคุณภาพต่ำที่ผ่านการย่อยด้วยกรดซัลฟิวริก 1% v/v ด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 121°C 30 min ในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อโดยเชื้อร่วมระหว่าง *Z. mobilis* TISTR 405 และ *S. cerevisiae* TISTR 5339

2.ค่าจลนพลศาสตร์การหมักเอทานอลจากมันเทศคุณภาพต่ำ

ผลการทดลอง พบว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าเนื่องจากความเข้มข้นเอทานอลและองค์ประกอบต่างๆ ในน้ำหมักในทุกๆ สภาวะเริ่มคงที่ที่ 36 h โดยการผลิตเอทานอลด้วยเชื้อยีสต์ *S cerevisiae* TISTR 5339 ให้ค่า *P*, $Y_{p/s}$ และ Q_p สูงสุด เท่ากับ 26.00±0.71 g/L 8.1±0.55 g เอทานอล/g น้ำตาลที่ใช้ และ 0.72±0.04 g/L/h ตามลำดับ รองลงมาคือเชื้อ *Z. mobilis* TISTR 405 และเชื้อร่วมตามลำดับดังแสดงในตารางที่ 2 ดังนั้นจึงคัดเลือกเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5339 เพื่อเป็นตัวแทนสำหรับผลิตเอทานอล โดยศึกษาอิทธิพลของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เป็นปัจจัยต่อไป

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลจากมันเทศคุณภาพต่ำโดยเชื้อจุลินทรีย์ *S. cerevisiae* TISTR 5339, *Z. mobilis* TISTR 405 และเชื้อร่วมระหว่าง *Z. mobilis* TISTR 405 และ *S. cerevisiae* TISTR 5339

สายพันธุ์เชื้อ	*P* (g/L)	$Y_{p/s}$ (g/L)	Q_p (g/L/h)	t (h)
S. cerevisiae TISTR 5339	26.00±0.71	8.1±0.55	0.72±0.04	36
Z. mobilis TISTR 405	20.00±0.00	6.08±0.10	0.56±0.00	36
เชื้อร่วม *S.cerevisiae*TISTR และ *Z. mobilis* TISTR 405	11.50±1.06	5.30±1.38	0.32±0.06	36

3. การศึกษาผลของปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่อการผลิตเอทานอล

การผลิตเอทานอลโดยคัดเลือกปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 10, 20 และ 30 g/L เพื่อใช้เป็นแหล่งคาร์บอนที่มีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับผลิตเอทานอล โดยมีสภาวะการหมักเป็นดังนี้ เติมเชื้อ *S.cerevisiae* TISTR 5339 10%v/v อุณหภูมิ 30ºC เป็นเวลา 48 h สภาวะไร้อากาศ เก็บตัวอย่างทุก 6 h พีเอชเริ่มต้นมีค่า 5.5 คำนวณค่าประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลที่ 36 h ของการหมัก พบว่า การผลิตเอทานอลด้วยเชื้อยีสต์ *S.cerevisiae* TISTR 5339 สามารถใช้น้ำตาลรีดิวซ์ที่ 20 g/L ให้ผลได้เอทานอลสูงสุดเท่ากับ 20.06±3.38 รองลงมาคือ ผลปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เริ่มต้น 10 g/L ผลได้เอทานอลเท่ากับ 7.59±0.57 และต่ำสุดที่ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เริ่มต้น 10 g/L ส่วนอัตราการผลิตเอทานอลของน้ำตาลรีดิวซ์ทั้ง 3 ระดับก็ไม่แตกต่างกันมากนัก แสดงในตารางที่ 3 ดังนั้นจึงคัดเลือกปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเอทานอล ที่ 20 g/L สำหรับเป็นตัวแทนเพื่อการหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอลต่อไป

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลจากมันเทศคุณภาพต่ำที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ต่างกัน โดยเชื้อจุลินทรีย์ *S. cerevisiae* TISTR 5339

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (g/L)	*P* (g/L)	$Y_{p/s}$ (g/L)	Q_p (g/L/h)	t (h)
10	28.44±0.00	7.59±0.57	0.79±0.00	36
20	30.81±1.12	20.06±3.38	0.86±0.03	36
30	37.92±0.00	3.04±0.22	1.05±0.00	36

4.สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอลด้วยวิธีพื้นผิวตอบสนอง

นำน้ำตาลรีดิวซ์ 20 g/L หมักด้วยเชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5339 เพื่อเป็นตัวแทนในการทดสอบหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอล โดยมีการกำหนดปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อปริมาณเอทานอลไว้ 3 ปัจจัย และออกแบบชุดการทดลองด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ DESIGN-EXPERT version 10 ด้วยเทคนิควิธีพื้นผิวตอบสนอง (RSM) แบบ Box-Behnken Design

จากนั้นทำการทดลองเอทานอลตามลำดับชุดการทดลองที่ออกแบบไว้ แล้วนำผลการผลิตได้จากการหมักด้วยสภาวะที่แตกต่างกันไป ทำการวิเคราะห์ปริมาณเอทานอลและน้ำตาลรีดิวซ์เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการหมัก แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพการผลิตเอทานอลจากมันเทศคุณภาพต่ำโดยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* TISTR 5339 ด้วยระเบียบวิธีพื้นผิวตอบสนอง

การทดลอง	ตัวแปรต้น			น้ำตาลรีดิวซ์ (Y_1) (กรัมต่อลิตร)	เอทานอล (Y_2) (%)
	แอมโมเนียมซัลเฟต (X_1) (%w/v)	พีเอช (X_2)	เชื้อเริ่มต้น (X_3) (%w/v)		
1	0.05	4.5	7.5	9.11	5.43
2	0.05	5.5	7.5	7.43	10.33
3	0.15	4.5	7.5	5.47	5.00
4	0.15	5.5	7.5	5.99	9.77
5	0.1	4.5	5	7.32	5.17
6	0.1	5.5	5	6.06	8.23
7	0.1	4.5	10	5.39	6.43
8	0.1	5.5	10	7.45	6.83
9	0.05	5	5	7.59	7.00
10	0.15	5	5	7.01	9.00
11	0.05	5	10	6.29	7.97
12	0.15	5	10	7.34	6.50
13	0.1	5	7.5	7.18	6.00
14	0.1	5	7.5	6.91	6.23
15	0.1	5	7.5	6.72	7.83
16	0.1	5	7.5	6.68	5.67
17	0.1	5	7.5	6.67	8.23

จากการประมวลผลด้วยเทคนิควิธีพื้นผิวตอบสนอง (RSM) แบบ Box-Behnken Design พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอลด้วยแอมโมเนียมซัลเฟต 0.05% พีเอช 5.5 และปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5% มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์คงเหลือ 6.64 g/L และผลิตเอทานอลได้ 9.06%

4. สรุปและอภิปรายผล

มันเทศคุณภาพต่ำเป็นของเหลือทิ้งทางการเกษตรที่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผ่านการไฮโดรไลซีสด้วยกรดซัลฟิวริก (1% v/v, อุณหภูมิ 121°C, นาน 30 min) หมักด้วย *S. cerevisiae* TISTR 5339, *Z. mobilis* TISTR 405 และเชื้อร่วม *Z. mobilis* TISTR 405 และ *S. cerevisiae* TISTR 5339 เชื้อแต่ละสายพันธ์สามารถผลิตเอทานอลได้โดยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* TISTR 5339 (10% v/v, pH 5.5, อุณหภูมิ 30°C, นาน 48 h) สามารถผลิตเอทานอลได้มีประสิทธิภาพสูงสุด (5.00%) สอดคล้องกับการศึกษาของ กนกวรรณ [12] พบว่า การผลิตเอทานอลจากมันเทศที่ผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์แล้ว ยีสต์สายพันธ์ที่เหมาะสม คือ *S. carlsbergensis* TISTR 5018 และมีผลใกล้เคียงกับการใช้ยีสต์สายพันธ์ *S. cerevisiae*

TISTR 5088 อธิบายได้ว่ายีสต์ในกลุ่มจีนัส Sacharomyces เป็นยีสต์ที่มีสามารถหมักน้ำตาลกลูโคสได้ดีและมีความสามารถในการผลิตเอทานอลได้สูง [13] รองลงมาเป็นการผลิตเอทานอลจากเชื้อ *Z. mobilis* TISTR 405 สามารถผลิตเอทานอลได้มีประสิทธิภาพสูงสุด (2.00%) และน้อยสุดเป็นการผลิตเอทานอลจากเชื้อร่วมระหว่าง *S. cerevisiae* TISTR 5339 กับ *Z. mobilis* TISTR 405 (1.80%) สอดคล้องกับการศึกษาของเบญจวรรณ [14] ผลิตเอทานอลด้วยการหมักด้วยเชื้อ *S. cerevisiae* และ *Z. mobilis* โดยใช้น้ำตาลที่ได้จากชานอ้อย พบว่า เชื้อที่สามารถผลิตเอทานอลได้มากที่สุดคือ *S.cerevisiae* สามารถผลิตเอทานอลได้ 0.76% รองลงมาคือเชื้อ *Z.mobilis* สามารถผลิตเอทานอล ได้ 0.60% ส่วนกระบวนการหมักแบบใช้เชื้อทั้ง 2 ชนิดผสมกันสามารถผลิตเอทานอลได้ต่ำที่สุด คือ 0.36%

สภาวะที่เหมาะสมของเอทานอลด้วยระเบียบวิธีพื้นผิวตอบสนอง (RSM) แบบ Box-Benhken design ด้วยปัจจัยศึกษาของแอมโมเนียมซัลเฟต (0.05-0.15%) พีเอช (4.5-5.5) และปริมาณเชื้อเริ่มต้น (5-10%) จะได้สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอล คือ แอมโมเนียมซัลเฟต 0.05% พีเอช 5.5 และปริมาณเชื้อเริ่มต้น 5% มีน้ำตาลรีดิวซ์คงเหลือ 6.64 g/L และผลิตเอทานอลได้ 9.06% โดยในกระบวนการหมักด้วยยีสต์นั้นธาตุไนโตรเจนนั้นจัดวามีความสำคัญตอองคประกอบของเซลลยีสต การเลือกใชความเขมขนของไนโตรเจนที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญตอเซลล์ ค่า pH ในช่วง 4.5-6.5 ยีสต์สามารถเจริญได้ หากอาหารมีสภาพความเป็นกรดสูงหรือประกอบไปด้วยกรดอินทรีย์ เช่น กรดอะซิตริก และกรดแลคติกอาจจะส่งผลกระทบให้เกิดการยับยั้งการเจริ ญของยีสต์โดย pH ที่เหมาะสมจะส่งผลต่อความสามารถในการทำหน้าที่ของเอนไซม์ การรักษาสมดุลของประจุภายในเซลล์และยังช่วยป้องกันการปนเปื้อนจากแบคทีเรียด้วย ส่วนปริมาณเชื้อเริ่มจะมีผลต่อการเจริญของยีสต์เช่นกัน เมื่อใช้ปริมาณเชื้อเริ่มต้นสูงจะทำให้อัตราการเจริญของยีสต์สูง โดยรายงานการศึกษาของ Swain et al [15] ศึกษาการผลิตเอทานอลชีวภาพจากแป้งมันเทศด้วยเชื้อร่วมระหว่าง *Trichoderma* sp. และ *Saccharomyces cerevisiae* ในการหมักแบบ solid-state พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตด้วยแอมโมเนียมซัลเฟต 0.2%, pH 5.0, ปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10%, อุณหภูมิ 30°C นาน 72 h มีผลผลิตเอทานอลสูงสุด 2.8 g/kg substrate/h และผลได้เอทานอลเท่ากับ 47 g/100g sugar consumed และการศึกษาของธันวดี [16] ศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเอทานอลจากน้ำอัดลมด้วยยีสต์และแบคทีเรีย พบว่า สูตรอาหารที่ใช้น้ำอัดลมหมดอายุที่เจือจางให้มีปริมาณน้ำตาลเริ่มต้นเท่ากับ 25 g/L เติม $(NH_4)_2SO_4$ ในปริมาณ 0.1 g/L ปรับ pH เริ่มต้นเท่ากับ 5.0 บ่มที่อุณหภูมิ 30°C อัตราการเขย่า 100 rpm นาน 48 h ด้วยยีสต์ *S.cerevisiae* สามารถผลิตเอทานอลได้สูงสุดเท่ากับ 9.02 g/L

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราชที่สนับสนุนงบประมาณ เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย และทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยประเภททุนบัณฑิตศึกษาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปี 2560

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กรองแก้ว เลาหลิดานนท์, 2555, “น้ำมันดีเซลล์สังเคราะห์เชื้อเพลิงใหม่ทดแทนน้ำมันดีเซล หนึ่งในพลังงานทางเลือกของประเทศไทย,” วารสารพลังงานทางเลือก, 27: 25 – 32.

[2] ณีรนุช ควรเชิดชู, สุจิตรา วงเกษมจิตต์, 2550, “การผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงผสมเอทธานอล,” วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[3] Srichuwong, S., Orikasa, T., Matsuki, J., Shiina, T., Kobayashi, T., Tokuyasu, K., 2012, “Sweet potato having a low temperature-gelatinizing starch as a promising feedstock for bioethanol production,” 39: 120 – 127.

[4] Zhang, P., Chen, C., Shen, Y., Ding, T., Ma, D., Hua, Z., Sun, D. 2013, “Starch saccharification and fermentation of uncooked sweet potato roots for fuel ethanol production,” Bioresource Technology, 128: 835 - 838.

[5] วิภาภรณ์ วรรณธนาเลิศ, 2546, “ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำยาง ความลึกของการลงหัวในมันเทศ (Ipomoea batatas Lamk.) สายพันธุ์ต่างๆ กับการเข้าทำลายของด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius F.*),” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

[6] พิทักษ์พงศ์ ป้อมปราณี, 2552, “การผลิตเอทานอลจากมันเทศเหลือทิ้ง,” วารสารวิชาการราชภัฏตะวันตก, ฉบับ ที่ 1, (4): 5 - 12.

[7] Lareo, C., Ferrari, M.D., Guigou, M., Fajardo, L., Larnaudie, V., Ramirez, B., Martinez-Garreiro, J, 2013, “Evaluation of sweet potato for fuel bioethanol production: hydrolysis and fermentation,” SpringerPlus, 2: 1 – 11.

[8] ปริญญพันธุ์ เพชรจรัส, เมทินี วสุนธราวัฒน์, อรรจนา ด้วงแพง, 2555, “การศึกษาประสิทธิภาพของการย่อยมันเส้นด้วยสารเคมี,” วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, ฉบับที่ 42 (พิเศษ): 37 – 40.

[9] Miller, G.L, 1959, “Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar,” Analytical Chemistry, 31: 426 – 428.

[10] Dubois, M., Gilles, KA., Hamilton, JK., Rebers, PA., Smith, F, 1956, “Colormetric method for determination of sugars and related substances,” Analytical Chemistry, 28: 350-356.

[11] Dermlim, W., Prasetsan, P., Doelle, HW., 1999, “Screening and characterization of bioflocculant produced by isolated *Klebsiella sp*,” Applied Microbial and Biotechnology, 52: 698-703.

[12] กนกวรรณ แสงสุวรรณ, 2557, “การผลิตเอทานอลจากมันเทศโดย *Saccharomyces carlbergenesis* TISTR 5018,” วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

[13] สุวิมล กีรติพิบูล, 2546, “จุลินทรีย์กับการควบคุมลักษณะการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม,” กรุงเทพมหานคร: ชัยเจริญ.

[14] เบญจวรรณ ถวิลรักษ์, 2556, “การผลิตเอทานอลด้วยการหมักด้วยเชื้อ Saccharomyces cerevisiae และ Zymomonas mobilis โดยใช้น้ำตาลที่ได้จากซานอ้อย,” วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[15] Swain, MR., Mishra, J., Thatoi, H, 2013, “Bioethanol production from sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) flour using co-culture of Trichoderma sp. And Saccharomyces cerevisiae in solid-state fermentation,” Brazilian Archives of Biology and Technology, 56: 171-179.

[16] ธันวดี เตชะภัทรวรกุล สุขสาโรจน์, 2551, “ความเป็นไปได้ในการผลิตเอทานอลจากน้ำอัดลมหมดอายุด้วยยีสต์และแบคทีเรีย,” รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ลักษณะคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์ที่เพาะปลูกในจังหวัดน่าน

Quality Attributes of Rice Cracker made from Glutinous Rice Varieties Cultivated in Nan Province

จิรรัชต์ กันทะขู้* บุษบา มะโนแสน และกัลย์สุดา แสงสุข

สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์ในการเปรียบเทียบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวที่ผลิตจากข้าวเหนียวพันธุ์ที่เพาะปลูกมากในจังหวัดน่าน คือ พันธุ์ กข6 พันธุ์สันป่าตอง พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์หวัน 1 โดยเตรียมแผ่นข้าวเกรียบว่าวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 6 เซนติเมตร อบแห้งที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จะได้แผ่นข้าวเกรียบดิบที่มีความชื้นสุดท้ายไม่เกินร้อยละ 15 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของข้าวเกรียบว่าว เมื่อนำข้าวเกรียบไปอบให้สุกด้วยเตาไมโครเวฟที่ระดับกำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 2 นาที พบว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดังนี้ ข้าวพันธุ์ กข6 มีอัตราการพองตัวสูงที่สุด คือ 3.22 เท่า ของปริมาตรเริ่มต้น รองลงมาคือ พันธุ์มะลิหอม พันธุ์สันป่าตอง และพันธุ์หวัน1 มีอัตราการพองตัวเท่ากับ 2.11, 2.05 และ 1.62 เท่าตามลำดับ ความแข็งของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวพันธุ์ กข6 และพันธุ์มะลิหอมไม่แตกต่างกัน (820 กรัมและ 733.5 กรัม ตามลำดับ) โดยมีความแข็งน้อยกว่าข้าวพันธุ์สันป่าตอง และพันธุ์หวัน1 (1237.2 กรัม และ 1046.7 กรัม ตามลำดับ) ค่าความสว่าง (L*) ของข้าวเกรียบว่าวจากข้าวพันธุ์ กข6 มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์มะลิหอม สันป่าตอง และหวัน1 ตามลำดับ ค่าสีแดง (a*) ของข้าวเกรียบว่าวจากข้าวพันธุ์มะลิหอม มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ พันธุ์สันป่าตอง หวัน1 และ กข6 ตามลำดับ ส่วนค่าสีเหลือง (b*) ไม่พบความแตกต่างกันของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวทั้ง 4 พันธุ์ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวพันธุ์มะลิหอมได้รับการยอมรับอยู่ในระดับชอบมาก (8.50 คะแนน) ใกล้เคียงกับข้าวพันธุ์ กข6 (8.08 คะแนน) ในขณะที่ข้าวพันธุ์สันป่าตอง และพันธุ์หวัน 1 ได้คะแนนในระดับชอบเล็กน้อย ดังนั้นพันธุ์ข้าวเหนียวที่ปลูกในจังหวัดน่าน ที่เหมาะสำหรับผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว โดยให้อัตราการพองตัวสูง เนื้อสัมผัสไม่แข็ง มีสีสวยงาม และได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัส คือ พันธุ์มะลิหอม และ พันธุ์ กข6

คำสำคัญ : การแปรรูปอาหาร, ข้าวเกรียบว่าว, พันธุ์ข้าวเหนียว

Abstract

The objectives of this research were to investigate the quality attributes of rice crackers (Khao Kreab Wow) made from 4 glutinous rice varieties cultivated in Nan province. There are RD6, San-Pa-Tong, Mali-Hom, and Wan1 rice varieties. The sheeted dough of cracker was cut into circle pallets by the mold with 6-cm in diameter. The fresh-cut pallets were continuously oven-dried for 3 hours at 35°C until 15% of moisture content was obtained. The dried pallets were baked at 800 watts of microwave power for 2 minutes affected to the quality attributes; expansion ratio, hardness, L* a* b* value, and sensory acceptance. The cracker expansion ratio of RD6 variety was 3.22 times of original volume that was higher than Mali-Hom, San-Pa-Tong and Wan1 varieties, respectively. The texture of rice crackers were determined as instrumental hardness value (grams). The RD6 and Mali-Hom varieties crackers showed a lower hardness than San-Pa-Tong and Wan1. The RD6 variety cracker revealed the highest brightness (L*) that was brighter than Mali-Hom, San-Pa-Tong and Wan1, respectively. The Mali-Hom variety cracker presented the highest values of redness (a*). There were not difference in the yellowness (b*) of all crackers. The sensory attribute acceptance of Mali-Hom and RD6 varieties cracker

were similar. The products were accepted at level of high to very high preference. Mali-Hom and RD6 varieties were suitable for rice cracker processing.

Keywords : food processing, rice cracker, glutinous rice varieties

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน

1. บทนำ

ข้าวเกรียบว่าว หรือ ข้าวควบ (ภาคเหนือ) หรือข้าวพอง (ภาคอีสาน) เป็นอาหารขบเคี้ยวประเภทพองกรอบ ที่ใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบ มักใช้รับประทานเป็นอาหารว่าง หรือระหว่างมื้ออาหารหลัก หรือระหว่างพักผ่อน อาหารพองกรอบมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับวัตถุดิบและกรรมวิธีการผลิตที่แตกต่างกัน วัตถุดิบหลักที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นแป้งหรือข้าว ใช้เทคโนโลยีการทำให้พองแตกต่างกัน เช่นการพองด้วยการย่างบนความร้อน การพองตัวที่เกิดจากแรงอัดที่อุณหภูมิสูง การพองตัวที่เกิดจากแผ่นความร้อน และการพองที่เกิดจากการอบหรือทอดในน้ำมันร้อน โดยลักษณะเด่นของอาหารพองกรอบ คือ มีเนื้อขนมที่พอง เบา กรอบ ความหนาแน่นต่ำ [1] ข้าวเกรียบว่าวเป็นอาหารตามภูมิปัญญาพื้นบ้านที่หารับประทานได้ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย เนื่องจากวัตถุดิบหาได้ง่ายในท้องถิ่น ผลิตจากข้าวเหนียว ซึ่งแต่ละท้องถิ่นมักใช้ข้าวเหนียวพันธุ์ที่เพาะปลูกเองในพื้นที่มาเป็นวัตถุดิบ เช่นเดียวกับพื้นที่จังหวัดน่านที่ประชากรส่วนใหญ่บริโภคข้าวเหนียวเป็นอาหารหลัก จึงพบภูมิปัญญาการแปรรูปข้าวเกรียบว่าวที่ยังสืบทอดมาจนกระทั่งปัจจุบันเช่นกัน การทำข้าวเกรียบว่าว เริ่มจากการนึ่งข้าวเหนียวให้สุก บดให้ละเอียดแล้วเติมน้ำอ้อยและไข่ไก่ ผสมเข้าด้วยกัน ทำเป็นแผ่นบางทาด้วยน้ำมันหรือน้ำมันที่ผสมด้วยไข่แดงต้มสุก เพื่อไม่ให้ติดภาชนะ ทำให้แห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์หรือจากแหล่งพลังงานอื่น ก่อนบริโภคต้องผ่านการให้ความร้อน การผลิตข้าวเกรียบว่าวแบบดั้งเดิมของจังหวัดน่านนั้นมีการใช้ข้าวพันธุ์ กข 6 ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากในจังหวัดน่านเพราะข้าว พันธุ์ กข 6 เป็นพันธุ์ข้าวเหนียวที่ข้าวสุกอ่อนนุ่มและมีกลิ่นหอม แต่ในพื้นที่จังหวัดน่านมีข้าวเหนียวพันธุ์อื่นๆ ที่ยังสามารถนำมาแปรรูปทำข้าวเกรียบว่าวได้ พันธุ์ที่นิยมปลูกได้แก่ พันธุ์ กข6 พันธุ์ กข10 พันธุ์สันป่าตอง พันธุ์หวัน1 พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์หอมสกล งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดดัดแปลงการผลิตข้าวเกรียบว่าว โดยใช้ข้าวเหนียวพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดน่านแทน เพื่อให้ทราบลักษณะคุณภาพด้านต่างๆ ของข้าวเกรียบว่าว ที่ทำมาจากข้าวเหนียวพันธุ์ที่พบในจังหวัดน่าน และทำให้ทราบถึงศักยภาพของพันธุ์ข้าวเหนียวที่พบในจังหวัดน่าน ที่สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวได้ ทำให้ข้าวเกรียบว่าวของจังหวัดน่านมีเอกลักษณ์ ที่สามารถใช้ข้าวในท้องถิ่นมาแปรรูป ช่วยเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ และยังช่วยอนุรักษ์พันธุ์ข้าวในจังหวัดน่านอีกด้วย

2. วิธีดำเนินการวิจัย

ข้าวเหนียว : ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 พันธุ์สันป่าตอง พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์หวัน 1 มีแหล่งที่มาจากบ้านป่าอ้อย ต.ป่าแลวหลวง อ.สันติสุข จ.น่าน

วิธีทำข้าวเกรียบว่าว : ดัดแปลงจากวิธีของกลุ่มแม่บ้านบ้านเชียงโคม ต.เชียงกลาง อ.เชียงกลาง จ.น่าน เริ่มจากการนำข้าวเหนียวเต็มเมล็ดแช่น้ำทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง แล้วนึ่งให้สุกด้วยไอน้ำ เมื่อข้าวสุกเทใส่ลงในเครื่องนวดผสม (Kitchen aid, 5K5ss) ทันที ใส่ไข่ไก่ตามลงไปทันทีเพื่อไม่ให้มีกลิ่นคาว นวดผสมโดยใช้หัวตีรูปใบไม้ที่ระดับความเร็วปานกลาง เป็นเวลา 15 นาที แล้วจึงเติมน้ำตาลปี๊บ น้ำอ้อย นวดผสมให้เข้ากันอีก 10 นาที เมื่อเสร็จแล้วจึงนำแป้งไปขึ้นรูปเป็นแผนข้าวเกรียบว่าว โดยชั่งน้ำหนักแป้งประมาณ 10 กรัม คลึงให้เป็นก้อนกลม โดยก่อนคลึงแป้ง ให้ทามือด้วยน้ำมันพืชผสมไข่แดงต้มสุก เพื่อไม่ให้แป้งติดมือและแป้งมีสีสันสวยงาม จากนั้นจึงใช้ไม้คลึงแป้งรีดก้อนแป้งให้เป็นแผ่นบาง ใช้แม่พิมพ์วงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.0 เซนติเมตร กดตัดแผ่นแป้ง จากนั้นนำแผ่นข้าวเกรียบว่าวไปวางบนตะแกรง ก่อนนำไปอบในตู้อบลมร้อน (WTB binder, FD115) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จนแห้งโดยความชื้นไม่เกินร้อยละ 15 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว [2]

นำข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 พันธุ์สันป่าตอง พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์หวัน 1 ที่เตรียมไว้ มาทำให้สุกโดยการอบด้วยเตาไมโครเวฟ ที่ระดับกำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 2 นาที แล้ววิเคราะห์คุณภาพดังต่อไปนี้

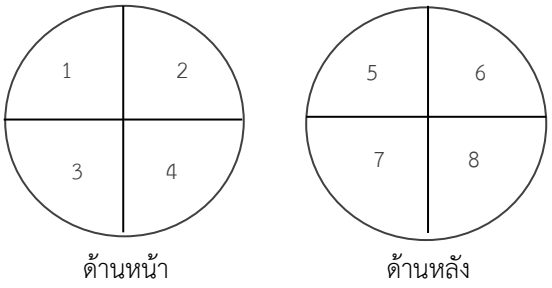
2.1 อัตราการพองตัว

วัดอัตราการพองตัวของข้าวเกรียบว่าวโดยใช้หลักการแทนที่ด้วยเม็ดงา (seed displacement) โดยเทเมล็ดงาลงในภาชนะที่มีขนาดใหญ่เพียงพอสำหรับใส่ข้าวเกรียบว่าวลงไปได้ เทจนเต็มแล้วใช้วัสดุผิวเรียบปาดงาส่วนเกินออกไป แล้ววัดปริมาตรของภาชนะโดยใช้กระบอกตวง เช่นเดียวกันกับการวัดปริมาตรข้าวเกรียบว่าวโดยนำแผ่นข้าวเกรียบใส่ลงในภาชนะ เทเมล็ดงาปิดทับให้ท่วมใช้วัสดุผิวเรียบปาดเมล็ดงาออก นำเมล็ดงาไปวัดปริมาตรด้วยกระบอกตวง[3] ทดลอง 10 ซ้ำ คำนวณอัตราการพองตัวของข้าวเกรียบว่าวดังสมการ (1)

$$\text{อัตราการพองตัว (เท่า)} = \frac{\text{ปริมาตรของภาชนะ (มิลลิลิตร)} - \text{ปริมาตรของเมล็ดงา (มิลลิลิตร)}}{\text{น้ำหนักของแผ่นข้าวเกรียบ (กรัม)}} \quad (1)$$

2.2 ค่าสี L*a*b*

ใช้เครื่องวัดสี (Minolta, CR-10) วัดค่าสี L*a*b* ของข้าวเกรียบว่าว ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง โดยสุ่มวัดจำนวน 8 จุด ทั้งด้านหน้าและด้านหลังแผ่นข้าวเกรียบว่าวดังรูป ทดลอง 3 ซ้ำ



รูปที่ 1 ตำแหน่งในการวัดค่าสี L* a* b* บนแผ่นข้าวเกรียบว่าว

2.3 เนื้อสัมผัส

วัดเนื้อสัมผัสข้าวเกรียบว่าวโดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Brookfield, CT3) ใช้หัววัด (probe) แบบ Sphere ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.7 มิลลิเมตร วัดค่าความแข็ง (Hardness) จากแรงที่ใช้ในการเจาะทะลุ (กรัม) ที่อัตราเร็วของหัววัด 1.0 มิลลิเมตร/วินาที ทดลอง 10 ซ้ำ

2.4 การประเมินทางประสาทสัมผัส

ประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ การพองตัว ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยใช้แบบทดสอบชนิด 9-Point hedonic scale กำหนดให้คะแนนเท่ากับ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด และคะแนนเท่ากับ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด กำหนดเกณฑ์การยอมรับผลิตภัณฑ์ต้องได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 5 คะแนน ใช้ผู้ทดสอบชิม 50 คน

2.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป วิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 อัตราการพองตัวของข้าวเกรียบว่าว

การพองตัวของข้าวเป็นผลมาจากความร้อนและความดัน โดยความร้อนทำให้ไอน้ำในข้าวเกิดการขยายตัวในช่องว่าง หรือรูของเมล็ดข้าว หรือมีความดันไอน้ำในการดันโครงสร้างของข้าวหรือผลิตภัณฑ์ออกไปทำให้เกิดการพองตัว[4] จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าการพองตัวของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 มีการพองตัวมากที่สุด (3.22 เท่า) รองลงมาคือ พันธุ์มะลิหอม (2.11 เท่า) พันธุ์สันป่าตอง (2.05 เท่า) และพันธุ์หวัน 1 (1.62 เท่า) ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวเหนียว ซึ่งเป็นข้าวที่โครงสร้างประกอบด้วยอะไมโลเพกตินเป็นส่วนใหญ่ มีอะไมโลสเพียงเล็กน้อย ทำให้ได้แผ่นฟิล์มของสตาร์ชที่พองตัวดี มีเนื้อสัมผัส เบา และเปราะ[11]

ตารางที่ 1 อัตราการพองตัวของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียว พันธุ์ กข 6 พันธุ์หวัน 1 พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์สันป่าตอง เมื่ออบด้วยเตาไมโครเวฟที่ระดับกำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 2 นาที

พันธุ์ข้าว	อัตราการพองตัว (เท่า)
กข 6	$3.22^{a} \pm 1.77$
หวัน 1	$1.62^{b} \pm 1.09$
มะลิหอม	$2.11^{ab} \pm 1.95$
สันป่าตอง	$2.05^{ab} \pm 0.96$

^{a,b,c,d} ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ปัจจัยที่มีต่อการพองตัวของข้าวเกรียบว่าว อาจเกิดจากปริมาณอะมิโลสที่พบในข้าว แม้ว่าโดยทั่วไปข้าวเหนียวเป็นข้าวที่ไม่มีอะมิโลส หรืออาจมีเพียงเล็กน้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว จากงานวิจัยพบว่าข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 และพันธุ์สันป่าตอง ไม่มีอะมิโลสเป็นองค์ประกอบอยู่เลย[5,6] โมเลกุลของอะมิโลสและอะมิโลเพกตินที่พบในเม็ดแป้ง มีการจัดเรียงตัวแบ่งได้ 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งมีการจัดเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบเหมือนผลึก ซึ่งเป็นส่วนประกอบของอะมิโลส มีการพองตัวจำกัด เรียกส่วนนี้ว่า crylitalline region อีกกลุ่มหนึ่งมีการจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ ดูดน้ำได้ดี เรียกส่วนนี้ว่า amorphous region เป็นส่วนที่อยู่รอบๆ ผลึก ซึ่งประกอบด้วยอะมิโลเพกตินเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในเม็ดแป้งที่มีอะมิโลเพกตินสูงจะมีส่วนที่เป็น crylitalline region น้อย จึงสามารถดูดน้ำได้รวดเร็ว พองตัวได้ดี เมื่อเทียบกับแป้งที่มีอะมิโลสสูง[7] ในการศึกษาการพองตัวของข้าวสารที่มีปริมาณอะมิโลสแตกต่างกัน พบว่า ข้าวที่ปริมาณอะมิโลสต่ำ เช่น ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ จะมีอัตราการพองตัวสูงสุด เมื่อเทียบกับข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสปาน กลาง-ค่อนข้างสูง (พันธุ์ดอกพยอม) และข้าวที่มีอะมิโลสสูง (พันธุ์เฉี้ยงพัทลุง เล็บนกปัตตานี และ พันธุ์ KGTLR 79133/3/1/2) มีอัตราการพองตัวต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบ ณ อุณหภูมิการทอดระดับเดียวกัน [8] นอกจากนี้ปัจจัยที่มีผลต่อการพองตัวของข้าวเกรียบว่าว อาจเกิดจากองค์ประกอบที่เป็นโปรตีนในข้าว ข้าวที่มีปริมาณโปรตีนต่ำจะให้รสชาติ ความเหนียวนุ่มและการจับตัวกันมากกว่าข้าวที่มีโปรตีนสูง กลูเตลินซึ่งเป็นโปรตีนสะสมหลักในข้าวมีสมบัติไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) มีน้ำหนักโมเลกุลสูงและจับอยู่กับพื้นผิวของเมล็ดแป้งอย่างแน่นหนาด้วยพันธะไดซัลไฟล์และหรือพันธะไฮโดรโฟบิค จากสาเหตุดังกล่าวจึงทำให้กลูเตลินไม่ละลายน้ำที่ค่าพีเอชเป็นกลาง ส่งผลให้เกิดประจุบนพื้นผิวเม็ดแป้ง มีผลต่อการกระจายตัวทำให้แป้งมีอัตราการดูดซับน้ำ อัตราการพองตัวและการเกิดเจลาติไนเซชันเปลี่ยนไป[11] ดังนั้นจากผลการทดลองที่พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์หวัน 1 มีการพองตัวต่ำสุด อาจเกิดจากการที่มีโปรตีนและอะมิโลสเป็นองค์ประกอบอยู่มากกว่าข้าวพันธุ์ กข 6 พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์สันป่าตอง

3.2 ค่าสี L*a*b*

ค่าสี L a* b* ประกอบด้วย ค่า L หมายถึง ค่าความสว่างของสี จาก 0-100 (สีดำ – สีขาว) ค่า a* หมายถึงค่าสีเขียวไปจนถึงสีแดง (ค่า a* เป็นบวก หมายถึง สีแดง ค่า a* เป็นลบ หมายถึง สีเขียว) ค่า b* หมายถึง ค่าสีน้ำเงินไปจนถึงสีเหลือง (ค่า b* เป็นลบ หมายถึง สีน้ำเงิน ค่า b* เป็นบวก หมายถึง สีเหลือง)

ตารางที่ 2 ค่าสี L*a*b* ของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียว พันธุ์ กข 6 พันธุ์หวัน 1 พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์ สันป่าตอง เมื่ออบด้วยเตาไมโครเวฟที่ระดับกำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 2 นาที

พันธุ์ข้าว	ค่าสี		
	L*	a*	b*
กข 6	$60.82^{a} \pm 1.35$	$5.01^{b} \pm 0.57$	$30.78^{a} \pm 0.66$
หวัน 1	$58.65^{c} \pm 1.16$	$5.17^{b} \pm 0.41$	$30.94^{a} \pm 0.60$
มะลิหอม	$59.64^{b} \pm 1.58$	$5.64^{a} \pm 0.93$	$31.19^{a} \pm 1.21$
สันป่าตอง	$59.73^{b} \pm 1.13$	$5.28^{ab} \pm 0.70$	$30.96^{a} \pm 0.89$

^{a,b,c} ตัวเลขในแต่ละคอลัมน์ที่มีตัวอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่าค่าความสว่าง (L*) ข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าว พันธุ์ กข 6 มีค่าความสว่างมากที่สุด รองลงมาคือข้าวพันธุ์มะลิหอมและพันธุ์สันป่าตองที่มีค่าความสว่างไม่แตกต่างกัน ในขณะที่พันธุ์หวัน 1 มีค่าความสว่างต่ำที่สุด แต่เมื่อพิจารณาจากตัวเลขค่าความสว่างแล้ว จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยค่อนข้างใกล้เคียงกัน จากรายงานการวิจัยของ ไพบูลย์ และคณะ[8] ที่ศึกษาการทำข้าวพองเพื่อสุขภาพ พบว่าข้าวที่มีอัตราการพองตัวสูง จะมีค่าความสว่างหรือขาวสูงกว่าข้าวที่มีอัตราการพองตัวต่ำ เมื่อพิจารณาอัตราการพองตัวของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 (ตารางที่ 1) พบว่ามีการพองตัวสูงที่สุด เมื่อเทียบกับข้าวพันธุ์อื่น ซึ่งสอดคล้องกับค่าความสว่างที่มีค่ามากที่สุดเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ชนิดของน้ำตาลที่ใช้เป็นส่วนประกอบ อาจมีผลต่อค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว จากการศึกษาค่าความสว่างของข้าวเกรียบว่าวที่ใช้น้ำตาลปี๊บกับน้ำตาลทรายเป็นส่วนประกอบ พบว่ามีค่าความสว่างสูงกว่าข้าวเกรียบว่าวที่ใช้น้ำตาลปี๊บกับน้ำอ้อยก้อนเป็นส่วนผสม เนื่องจากสีของน้ำอ้อยก้อนมีสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้มจึงทำให้สีของข้าวเกรียบว่าวเข้มกว่า[9] ซึ่งสีน้ำตาลของน้ำอ้อยก้อนเป็นสีที่เกิดจากปฏิกิริยาการเกิดคาราเมล (caramelization) ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของโมเลกุลน้ำตาลด้วยความร้อนสูง และมีการเกิดพอลิเมอร์ (polymerization) ของสารประกอบคาร์บอนได้เป็นสารที่มีกลิ่นและรสเฉพาะตัว เรียกว่า คาราเมล (caramel) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยาการเกิดคาราเมล (caramelization) จะมีสีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ ให้กลิ่นของน้ำตาลไหม้ และมีรสขม ละลายได้ในน้ำ[10]

ค่าสีแดง (a*) ของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์มะลิหอมมีค่ามากที่สุดรองลงมา คือ พันธุ์สันป่าตอง พันธุ์หวัน 1 และพันธุ์ กข 6 ส่วนค่าสีเหลือง (b*) พบว่าข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวทุกพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกัน ค่าสีแดงและค่าสีเหลืองนี้อาจเกิดจากไข่แดงที่ใช้เป็นวัตถุดิบ เนื่องจากในไข่แดงมีรงควัตถุ คือ ลูทีน (lutein) และซีแซนทิน (zeaxanthin) ซึ่งเป็นรงควัตถุในกลุ่มแคโรทีนอยด์ (carotenoids) ซึ่งทำให้ไข่แดงมีสีเหลืองส้มและแดง สีของข้าวเกรียบว่าวอาจเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่มีเอนไซม์เกี่ยวข้องหรือปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างหมู่คาร์บอนิล (carbonyl) ของน้ำตาลรีดิวซ์กับหมู่เอมีน (amine) ในโมเลกุลของโปรตีนเกิดเป็นสารไกลโคซีล (N-substituted glycolsylamine) และเกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องจนได้สารสีน้ำตาล โดยความร้อนเป็นปัจจัยที่เร่งอัตราการเกิดปฏิกิริยาให้เพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น[10]

3.3 เนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบว่าว

จากตารางที่ 3 พบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 และพันธุ์มะลิหอม มีค่าความแข็งมากไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ซึ่งความแข็งของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวนี้ เกิดจากอัตราการพองตัวของผลิตภัณฑ์ที่มีเพิ่มมากขึ้น ทำให้ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ลดลง มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งน้อย ส่วนข้าวพันธุ์สันป่าตอง และพันธุ์หวัน 1 มีค่าความแข็งไม่แตกต่าง

กัน แต่มีค่าสูงกว่าข้าวเกรียบว่าที่ทำจากข้าวพันธุ์ กข 6 และพันธุ์มะลิหอม อาจเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีอัตราการพองตัวต่ำ จึงทำให้ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ความแข็งของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นด้วย

ตารางที่ 3 ความแข็งของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียว พันธุ์ กข 6 พันธุ์หวัน 1 พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์ สันป่าตอง เมื่ออบด้วยเตาไมโครเวฟที่ระดับกำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 2 นาที

พันธุ์ข้าว	ความแข็ง (กรัม)
กข 6	820.0[a] ± 153.9
มะลิหอม	733.5[a] ± 162.8
สันป่าตอง	1237.2[b] ± 326.4
หวัน 1	1046.7[b] ± 293.4

[a,b] ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.4 ผลประเมินทางประสาทสัมผัส

จากการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ การพองตัว ความกรอบ และความชอบโดยรวม ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียว 4 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กข 6 พันธุ์หวัน 1 พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์สันป่าตอง พบว่าข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวพันธุ์มะลิหอมได้รับการยอมรับอยู่ในระดับชอบมาก (8.50 คะแนน) ใกล้เคียงกับข้าวพันธุ์ กข6 (8.08 คะแนน) ในขณะที่ข้าวพันธุ์สันป่าตอง และพันธุ์หวัน1 ได้คะแนนในระดับชอบเล็กน้อย ดังนั้นพันธุ์ข้าวเหนียวที่ปลูกในจังหวัดน่าน ที่เหมาะสำหรับผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว โดยให้อัตราการพองตัวสูง เนื้อสัมผัสไม่แข็ง มีสีสวยงาม และได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัส คือ พันธุ์มะลิหอม และ พันธุ์ กข6

ตารางที่ 4 ความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 พันธุ์หวัน 1 พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์สันป่าตอง เมื่ออบด้วยเตาไมโครเวฟที่ระดับกำลังไฟ 800 วัตต์ เป็นเวลา 2 นาที

ลักษณะคุณภาพ	พันธุ์ข้าว			
	กข 6	หวัน 1	มะลิหอม	สันป่าตอง
สี	7.52[ab] ± 0.89	7.14[c] ± 0.93	7.70[a] ± 0.76	7.42[b] ± 0.97
กลิ่น	7.22[b] ± 1.06	6.10[d] ± 0.97	7.84[a] ± 1.00	6.50[c] ± 0.81
รสชาติ	7.52[b] ± 0.86	6.54[d] ± 0.91	8.00[a] ± 0.83	7.08[c] ± 0.85
การพองตัว	7.70[b] ± 0.95	6.06[d] ± 1.20	8.26[a] ± 0.80	6.64[c] ± 0.75
ความกรอบ	7.90[b] ± 0.65	6.06[d] ± 1.35	8.28[a] ± 0.76	6.86[c] ± 0.97
ความชอบโดยรวม	8.08[b] ± 0.53	6.34[d] ± 1.02	8.50[a] ± 0.74	6.92[c] ± 0.72

[a,b,c,d] ตัวเลขในแต่ละแถวที่มีอักษรกำกับแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4. สรุป

จากการศึกษาคุณภาพข้าวเกรียบว่าว โดยใช้ข้าวเหนียว 4 สายพันธุ์ ที่มีการเพาะปลูกมากในจังหวัดน่านคือ ข้าวพันธุ์ กข 6 ข้าวพันธุ์มะลิหอม ข้าวพันธุ์สันป่าตอง และข้าวพันธุ์หวัน 1 เมื่อนำมาอบด้วยเตาไมโครเวฟที่ระดับความร้อน 800 วัตต์ เป็นเวลา 2 นาที มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดังนี้

- ข้าวที่มีอัตราการพองตัวสูงที่สุดคือ ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 โดยมีอัตราการพองตัวเท่ากับ 3.22 เท่า ของปริมาตรเริ่มต้น รองลงมาคือ พันธุ์มะลิหอม พันธุ์สันป่าตอง และ พันธุ์หวัน 1 มีอัตราการพองตัวเท่ากับ 2.11, 2.05 และ 1.62 เท่า ตามลำดับ

- ข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียว กข 6 และข้าวเหนียวมะลิหอม มีค่าความแข็งไม่แตกต่างกัน คือมีค่าความแข็งเท่ากับ 820 กรัมและ 733.5 กรัม ตามลำดับ และมีความแข็งน้อยกว่าข้าวพันธุ์สันป่าตอง และพันธุ์หวัน 1 ซึ่งมีค่าความแข็งเท่ากับ 1237.2 กรัม และ 1046.7 กรัม ตามลำดับ

- ค่าความสว่าง (L*) ของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 มีค่ามากที่สุด (60.82) รองลงมาคือ พันธุ์มะลิหอม และพันธุ์สันป่าตอง และพันธุ์หวัน 1 มีค่าความสว่างต่ำที่สุด ส่วนค่าสีแดง (a*) ของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวพันธุ์มะลิหอม มีค่ามากที่สุด รองลงมา คือ พันธุ์สันป่าตอง พันธุ์หวัน 1 และพันธุ์ กข 6 ตามลำดับ และค่าสีเหลือง (b*) ของข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวทั้ง 4 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกัน

- ข้าวเกรียบว่าวที่ทำจากข้าวเหนียวพันธุ์มะลิหอม ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ การพองตัว ความกรอบ และความชอบโดยรวม มากที่สุดโดยผลประเมินอยู่ในระดับชอบมาก (8.50 คะแนน) รองลงมา คือ ข้าวพันธุ์ กข 6 พันธุ์สันป่าตองและพันธุ์หวัน 1 ตามลำดับ

- พันธุ์ข้าวเหนียวที่มีการปลูกในจังหวัดน่าน ที่มีศักยภาพเหมาะสำหรับผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าว คือ ข้าวเหนียวพันธุ์มะลิหอม และ พันธุ์ กข 6

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย ขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายสนับสนุนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาทุกท่านที่ช่วยประสานงานและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย ขอบคุณนักศึกษา อาจารย์และเจ้าหน้าที่สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่านที่ให้ความช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์เครื่องมือในการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วง

6. เอกสารอ้างอิง

[1] งามชื่น คงเสรี. 2541. ผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, นนทบุรี. 429 หน้า

[2] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2549. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 1143/2549 ข้าวเกรียบว่าว. http://library.tisi.go.th/New-web/T/fulltext/CPS/Alphabetical/P1.html[10 มีนาคม 2560]

[3] คณาจารย์ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์. 2539. คู่มือปฏิบัติการ การวัดค่าคุณภาพผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร .

[4] กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2546. เทคโนโลยีแป้ง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพมหานคร. 303น.

[5] รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต กล้าณรงค์ ศรีรอด เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ ไชยรัตน์ เพ็ชรชลานุวัฒน์ รุ่งทิวา วันสุขศรี และบุญทิวา นิลจันทร์. 2546. การศึกษาคุณสมบัติของแป้งข้าวพันธุ์ต่างๆในประเทศไทยเพื่อเป็นกลยุทธ์ในการสร้างผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่ม. รายงายการวิจัย, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

[6] รุ่งทิวา วันสุขศรี บุญทิวา นิลจันทร์ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ วิไล สันติโสภาศรี และกล้าณรงค์ ศรี รอต. 2547. สมบัติโครงสร้างของสตาร์ชข้าวไทย 2: การเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42: สาขาประมง สาขาอุตสาหกรรมเกษตร, วันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ 2547, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. หน้า 638-647.

[7] อรอนงค์ นัยวิกุล. 2538. เคมีทางธัญญาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 148 น.

[8] ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก จักรี ทองเรือง พิทยา อดุลยธรรม วรัญญู ศรีเดช และมุทิตา มีนุ่น. 2545. การผลิตข้าวพองเพื่อสุขภาพ. รายงานการวิจัย, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

[9] ปทุมพร โสตถิรัตนพันธ์. 2551. การดัดแปลงกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบว่าวพร้อมบริโภค. รายงานการวิจัย, โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
[10] นิธิยา รัตนาปนนท์. 2549. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร. 504 น.
[11] Hsieh, F., Hu, L., Peng, l. C. and Huff, H. E. 1991. Effects of water activity on textural characteristics of puffed rice cake. Lebensmittel-wissenschaft and Technologie 23(6): 471-473.

การประยุกต์การเสริมสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันในตะกอนฟลอคอบแห้งต่ออัตราการรอดตายในปลานิลที่ติดเชื้อ Streptococcus agalactiae, DMST 17129

Application Supplementation of Immunostimulant in Dried Bio-Flocs on Survival Rate of Nile Tilapia infected with Streptococcus agalactiae, DMST 17129

สุไหลหมาน หมาดโหยด[1*] สุวรรณา หมาดโหยด[2] สุวิทย์ วุฒิสุทธิเมธาวี[3] ดิลกา ชุมทอง[1] กฤศณัฏฐ์ จันทศิลา[1] อรวรา นวลละออง[1] สุภาพร หนูชู[1] และสุรินทร บุญรอด[1]

[1]คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, นครศรีธรรมราช

[2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, นครศรีธรรมราช

[3]สำนักเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, นครศรีธรรมราช

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้ตะกอนฟลอคเหลือทิ้งในระบบการเลี้ยงปลานิลมาเสริมสารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน คือ เบต้ากลูแคนและนิวคลีโอไทด์ จากนั้นให้ปลานิลกินร่วมกับอาหารสำเร็จรูป โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์โดยการตรวจสอบอัตราการรอดตายของปลานิลที่ติดเชื้อ *Streptococcus agalactiae*, DMST 17129 โดยใช้ปลานิลขนาด 1 นิ้ว ทำการทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อ *streptococcus agalactiae*, DMST 17129 ระดับความเข้มข้นตั้ง 10^2-10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และพบว่าปลาจะติดเชื้อที่ระดับความเข้มข้น 10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร จากนั้นนำมาทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD แบ่งการทดลองเป็น 4 ชุด ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ได้แก่ 1) กลุ่มที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปอย่างเดียว (กลุ่มควบคุม) 2) กลุ่มที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปร่วมกันไบโอฟลอคอบแห้งอย่างเดียว 3) กลุ่มที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปร่วมกับไบโอฟลอคอบแห้งเสริมเบต้ากลูแคน และ 4) กลุ่มที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปร่วมกับไบโอฟลอคอบแห้งเสริมนิวคลีโอไทด์ ใช้ปลานิลซ้ำละ 20 ตัว ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 10 วัน (ให้กินผลิตภัณฑ์ก่อนการฉีดเชื้อ 3 วัน และให้กินผลิตภัณฑ์หลังฉีดเชื้ออีก 7 วัน) จากนั้นเก็บข้อมูลการตายเพื่อประเมินประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ และวิเคราะห์ค่าอัตราการรอดสัมพัทธ์ (%RPS) เปรียบเทียบความความแตกต่างด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95% ผลการทดลองพบว่า อัตราการตายเฉลี่ยของทั้ง 4 ชุดการทดลอง เท่ากับ 63.33±5.77, 3.33±5.77, 6.67±5.77 และ 3.33±5.77 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนอัตราการรอดสัมพัทธ์ของทั้ง 4 ชุดการทดลองเท่ากับ 9.53±8.25, 95.24±8.25, 90.47±8.25 และ 95.24±8.25 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งตะกอนฟลอคอบแห้งทั้งเสริม และไม่เสริมกระตุ้นภูมิคุ้มกัน ซึ่งได้แก่ เบต้ากลูแคนและนิวคลีโอไทด์ สามารถเพิ่มอัตราการรอดตายในปลานิลที่ติดเชื้อ *streptococcus agalactiae*, DMST 17129 ได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: ตะกอนฟลอคอบแห้ง, สารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน, อัตราการรอดตายสัมพัทธ์, ปลานิล

Abstract

A research was aimed to employ dumped bio-floc sediment to mix β-glucan and nucleotide in Nile Tilapia cultivation system as immunostimulants. Afterwards, Nile Tilapia was fed with immunostimulants with commercial feed with an objective to assess it efficiency via examination of survival rate of Nile Tilapia infected with *Streptococcus agalactiae*, DMST 17129. The 1-inch body size of Nile Tilapia was infected with 10^2-10^8 cells/ml *Streptococcus agalactiae*, DMST 17129. After that, it was demonstrated that the fish was infected with 10^5 cells/ml *Streptococcus agalactiae*, DMST 17129 and its efficacy against infection was probed. Experimental

design was completely randomized design as four experiment groups consisted of 20 fishes/ replication for 10 experiment days (supplemented feed was fed 3 days prior to pathogen injection and 7 days after injection). Thereafter, with 4 individual treatments as follows: 1) fed with commercial feed only, 2) fed with feed and dried bio-flocs: 3) fed with commercial feed together with dried bio-floc and β-glucan and 4) fed with commercial feed with dried bio-floc and nucleotide. Data collection related to survival rate was recorded to evaluate immunostimulants efficiency and relative percent survival was determined and their mean difference was statistically assessed through Duncan Multiple Range Test ($P < 0.05$). Results revealed that average survival rate of individual treatments were 63.33±5.77, 3.33±5.77, 6.67±5.77 and 3.33±5.77 % respectively with statistically significant differences ($P<0.05$) as relative percent survival rates were 9.53±8.25, 95.24±8.25, 90.47±8.25 and 95.24±8.25 % respectively. As a consequence, Dried bio-flocs with a supplementation and without a supplementation of immunostimulants as β-glucan and nucleotide could well increase survival rate of Nile Tilapia infected with *Streptococcus agalactiae*, DMST 17129.

Keywords : dried floc sediment, immunostimulants, relative percent survival, Nile Tilapia

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน smadyod@gmail.com โทร 0910354306

1. บทนำ

ปัจจุบันปลานิลเป็นปลาน้ำจืดที่มีความสำคัญที่สุดต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย ซึ่งมีมูลค่ามากที่สุดถ้าเทียบกับสัตว์น้ำจืดชนิดอื่น เนื่องจากปลานิลเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย ขยายพันธุ์รวดเร็ว เป็นที่ต้องการของตลาด ประกอบกับหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนมีการส่งเสริม พัฒนาระบบการเลี้ยง รวมทั้งปรับปรุงสายพันธุ์อย่างต่อเนื่องจนปัจจุบันเกษตรกรให้ความสนใจเพาะเลี้ยงปลานิลเป็นอาชีพหลักกันเป็นจำนวนมากจนกลายเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สำคัญ เมื่อการเลี้ยงปลานิลมีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้น พร้อมๆ กับการเพิ่มกำลังการผลิตของเกษตรกรจึงส่งผลถึงสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ทำให้ปลานิลเกิดความเครียด อ่อนแอ และติดเชื้อได้ง่าย (อนงค์และคณะ, 2556) ไม่ว่าจะป็นโรคที่เกิดจากการติดเชื้อ (แบคทีเรีย ไวรัส หรือปรสิต) และโรคไม่ติดเชื้อ (สิ่งแวดล้อม อาหารหรือพันธุกรรม) ล้วนแล้วแต่ทำให้เกิดความเสียหายในการเลี้ยงปลานิลอย่างมาก เพื่อการแก้ไขปัญหาดังกล่าวเกษตรกรส่วนใหญ่ได้หันมาใช้ยาปฏิชีวนะและสารเคมีกันอย่างกว้างขวาง ซึ่งนอกจากจะใช้ไม่ได้ผลแล้ว ยังได้ส่งผลกระทบต่อทั้งสิ่งแวดล้อมและผู้บริโภคที่ได้รับยาที่ตกค้างในตัวปลาอีกด้วย (เอกพล, 2551) ดังนั้นจึงมีการพัฒนาระบบการเลี้ยงปลานิลด้วยเทคโนโลยีไบโอฟลอค เพื่อที่ให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้น และแก้ปัญหาเรื่องของคุณภาพน้ำหากการจัดการไม่ดีพอ โดยเฉพาะเรื่องแอมโมเนีย ที่มักจะเกิดมาจากการให้อาหารในปริมาณที่มากเกินไป หรืออาจจะมาจากการขับถ่ายของตัวสัตว์น้ำเอง(กษิดิศ, 2551) ซึ่งถือเป็นอุปสรรคต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นอย่างยิ่ง

กลุ่มฟลอค (floc) หมายถึง กลุ่มของจุลินทรีย์พวกเฮทเทอโรโทรฟิค (Heterotrophic bacteria) ที่มารวมตัวกันเป็นตะกอนแขวนลอย ขนาดของกลุ่มฟลอคอยู่ที่ 0.2-2.0 มิลลิเมตร กลุ่มฟลอคมีการดึงไนโตรเจนมาเพื่อสร้างเซลล์ใหม่ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสัตว์น้ำแทน ซึ่งเรียกว่าจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ดังกล่าวนั้นก็คือ ไบโอฟลอค (Biofloc) หรือตะกอนจุลินทรีย์ที่รวมตัวเป็นฟลอคก็เท่ากับว่าสัตว์น้ำได้กิน อาหารที่มีโปรตีนเข้าไปนั่นเอง ดังนั้นเทคโนโลยีไบโอฟลอค เป็นเทคนิคการจัดการให้ของเสียที่เกิดจากสัตว์น้ำ สามารถกลับไปเป็นอาหารของสัตว์น้ำเหล่านั้นอีก โดยการทำงานของจุลินทรีย์ในบ่อเลี้ยง และการควบคุมอัตราส่วนของคาร์บอนและไนโตรเจนในบ่อ ทำให้สามารถทำการเลี้ยงได้อย่างหนาแน่น ไม่ต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดการเลี้ยง และสามารถใช้อาหารที่มีโปรตีนต่ำได้ ทำให้ต้นทุนการเลี้ยงในส่วนนี้ลดลง

จากการศึกษาของวรรัตน์ (2552) พบว่า ลักษณะของตะกอนไบโอฟลอคที่พบในการเลี้ยงปลานิล โดยมีรูปร่างที่ไม่รูปร่างที่ไม่แน่นอนและประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตหลายชนิด เช่น แบคทีเรียที่มีรูปร่างเป็นเส้น โรติเฟอร์ หนอนตัวกลม และจุลสาหร่ายกลุ่ม

Heterotrophic bacteria ซึ่งหมายถึงแบคทีเรียที่สามารถสังเคราะห์ อาหารขึ้นเองได้ต้องใช้อาหารที่ได้จากการสร้างของสิ่งมีชีวิตอื่น ซึ่งเป็นจุลสาหร่ายที่พบในตะกอนของฟล็อก และเป็นจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ เช่น แบคทีเรียในตระกูล *Bacillus* spp. เป็นตัวสำคัญของสารเสริมชีวนะ (probiotic) ในระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำ และอาจมีจุลินทรีย์ชนิดอื่นประกอบ เช่น *Saccharomyces , Enterococci (Streptococcus) , Lactobacillus และ Nitrobacter* เป็นต้น

มีรายงานการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีไบโอฟลอค เช่น เพื่อการปรับปรุงคุณภาพน้ำในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และการเจริญเติบโตในสัตว์น้ำ เช่น กุ้งขาวแวนนาไม ปลานิล และกุ้งก้ามกราม (Samocha et al., 2007; De Schryver et al., 2008; Avnimelech and Kochba, 2009; Ballester et al., 2010; Crab et al., 2010; Ekkasari et al., 2015; Caldini et al., 2015) รวมถึงยังมีการศึกษาที่มาของคาร์บอนจากแหล่งต่างๆ เพื่อช่วยกระตุ้นการทำงานของเฮเทโรทรอฟิกแบคทีเรียในกระบวนการย่อยสลายสารประกอบไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบการเลี้ยงแบบไบโอฟลอค เช่น ข้าวสาลี (Megahed, 2010), แป้งข้าวจ้าว (Anand et al., 2013), แป้งมันสำปะหลัง (Asaduzzaman et al., 2010), สารอซิเตต (Crab et al., 2010) และglycerol (Ekasari et al. 2010), ซึ่งทั้งหมดนี้ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในระบบไบโอฟลอคเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตและอัตรารอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมในระบบการเลี้ยงแบบหนาแน่น ปัจจุบันมีรายงานการประยุกต์ใช้ไบโอฟลอคเพื่อช่วยในการควบคุมโรคสัตว์น้ำ เช่น การใช้ควบคุมโรค infectious myonecrosis virus (IMNV) ในกุ้งขาวแวนนาไม (Ekasari et al., 2014) และ WSSV (Grillo et al., 2000) และควบคุมโรคที่เกิดจากเชื้อ *Sreptococcus agalactiae* ในปลานิล (Ekasari et al., 2015) รวมถึงการนำมาประยุกต์ในการพัฒนาความสมบูรณ์ของระบบสืบพันธุ์ในสัตว์น้ำ เช่น ในกุ้งสีฟ้า (*Litopeneaus stylostris*) ที่เลี้ยงด้วยไบโอฟลอค พบว่ามีการเจริญพันธุ์อย่างต่อเนื่อง และมีความดกไข่ที่เพิ่มขึ้น (Emerenciano et al., 2013) ในปลานิลสามารถเพิ่มความดกของไข่ และเพิ่มจำนวนของลูกปลา รวมทั้งอัตรารอดตาย เมื่อเทียบกับการเลี้ยงในระบบที่ไม่ใช้ไบโอฟลอค และยังส่งผลต่ออัตรารอดของลูกพันธุ์สูงถึง 90-98% และรวมถึงอัตรารอดตายหลังชักนำให้มีการติดเชื้อ *Sreptococcus agalactiae* สูงถึง 75-80% (Ekasari et al., 2015) เนื่องจากในระบบไบโอฟลอคมีสารอาหารพิเศษที่มีคุณสมบัติช่วยให้สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโต และส่งผลต่อการรอดตายสูงกว่าสัตว์น้ำที่ไม่ได้เลี้ยงในระบบไบโอฟลอค (Emerenciano et al., 2011)

แต่งานวิจัยที่ผ่านมามีการชักนำให้สัตว์น้ำเกิดโรคในขณะที่เลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อที่เลี้ยงด้วยไบโอฟลอค ซึ่งไบโอฟลอคสามารถกระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันได้เป็นอย่างดี ทำให้สัตว์น้ำมีอัตราการรอดตายสูง แต่ก็ยังไม่มีรายงานการนำผลผลิ ต หรือผลิตภัณฑ์จากตะกอนฟลอคในรูปแบบอบแห้งมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมโรคในสัตว์น้ำ แต่มีรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้ของ Cialdini et al., (2015) ได้รายงานการใช้ผลิตภัณฑ์จากตะกอนฟลอคแบบไม่อบแห้ง (Wet biofloc) และแบบอบแห้ง (Dryed biofloc) เสริมกับอาหารสำเร็จรูปในสัดส่วนที่ต่างกันในการเลี้ยงปลานิลพบว่า การใช้อาหารสำเร็จรูปเสริมด้วยตะกอนฟลอคอบแห้ง ไม่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับชุดการใช้อาหารสำเร็จรูปที่เสริมด้วยตะกอนฟลอคแบบไม่อบแห้ง เมื่อพิจารณาอัตราการรอดตายเฉลี่ยพบว่าทุกชุดการทดลองทั้งหมดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีอัตราการรอดตายสูงถึง 87.8% สืบเนื่องจากในตะกอนฟลอคจะมีกระบวนการผลิตกรดไขมันสายสั้น (*short chain fatty acid*) ซึ่งเป็นกลไกที่จุลินทรีย์ในตะกอนฟลอคผลิตขึ้นโดยจะส่งผลต่อการป้องกันและควบคุมโรคในสัตว์น้ำ และรวมถึงการผลิต Poly-B hydroxy butyrate (PHB) ซึ่งทำหน่าที่เปนแหลงคารบอนและพลังงานให้กับเซลล์ ซึ่ง Poly-B hydroxy butyrate ที่สะสมอยู่กับตะกอนฟลอคจะถูกชักนำออกมาเพื่อให้ค่าคาร์บอนเกิดขึ้นในปริมาณสูง (C:N ratio) จะช่วยเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ในกระบวนการย่อยสลายสารประกอบไนโตรเจน ซึ่งจะส่งผลต่อการผลิตโปรไบโอติกในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำด้วยเทคโนโลยีไบโอฟลอค (De Schryver et al., 2008)

ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการพัฒนาเทคนิคการเลี้ยงปลาและกุ้งให้โตดี มีผลผลิตสูง โดยการเปลี่ย นถ่ายน้ำน้อยระหว่างการเลี้ยง รวมถึงการใช้จุลินทรีย์ในน้ำมาจับกับแอมโมเนียแล้วให้เปลี่ยนรูปเป็นโปรตีน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสัตว์น้ำแทน ซึ่งเรียกว่าจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ดังกล่าวนั้นก็คือ ไบโอฟลอค (Biocfloc) หรือตะกอนจุลินทรีย์) ปัจจุบันพบว่าการนำเทคโนโลยีไบโอฟลอคมาใช้นั้นสามารถกระตุ้นภูมิคุมกันแบบไม่จำเพาะ(non-specific immune system) ในกุ้งขาวแวนนาไมได้ (Avnimelech et al, 2014) และผลการวิจัยการผลิตตะกอนฟลอคด้วยคาร์โบไฮเดรตในระบบการผลิตไบโอฟลอคสามารถเพิ่มการตอบสนองของเซลล์ภูมิคุ้มกันและใน

การต้านอนุมูลอิสระรวมทั้งพลาสม่าและตับเพิ่มกิจกรรม superoxide dismutase ในพลาสม่าและลดกลูตาไธโอนออกซิไดซ์ในการเพาะเลี้ยงกุ้ง(Wu et al, 2013) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เป็นการใช้ประโยชน์จากตะกอนฟลอคในระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยนำตะกอนฟลอคที่เปลี่ยนแปลงสภาพเป็นอบแห้งมาเสริมสารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน จากนั้นตรวจสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ต่ออัตราการรอดตายของปลานิลที่ถูกกระตุ้นให้เกิดการติดเชื้อ *Streptococcus agalactiae*, DMST 17129

2. วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บรวบรวมตะกอนฟลอคเหลือทิ้งจากกระบวนการเลี้ยงปลานิล

ทำการเลี้ยงปลานิลที่ระดับความหนาแน่นสูงด้วยเทคโนโลยีใบโอฟลอค ขนาดปลานิล 40 กรัมต่อตัว เลี้ยง 100 ตัวในน้ำ 1000 ลิตร (1 ถังไฟเบอร์) ในระดับ C:N ratio ที่ 16:1 ทำการดูดตะกอน 30% ต่อเดือนพร้อมให้ออกซิเจนมากกว่า 0. 5 mg/l ตลอดเวลา อาหารที่ใช้ในการเลี้ยงปลา เป็นอาหารปลากินพืชที่มีโปรตีน ไม่น้อยกว่า 30% โดยให้อาหาร 10% ของน้ำหนักตัว เพื่อให้ได้ตะกอนฟลอคที่เหลือทิ้งมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการเพิ่มสารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน โดยการนำตะกอนฟลอคที่ผ่านกระบวนการอบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนเกือบแห้ง จากนั้นเก็บไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเพื่อรอการทดลองต่อไป

2. การทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus agalactiae*, DMST 17129

เตรียมเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus agalactiae, DMST 17129* จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยนำเชื้อมาละลายลงในน้ำเกลือ 0.6% ในหลอดทดลองให้มีค่า Absorbance ต่างๆ กันด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ที่ ค่า Absorbance 0.08 จะมีปริมาณเชื้อแบคทีเรีย 10^9 เซลล์ต่อมิลลิลิตร เจือจางสารละลายแบคทีเรีย 7 ความเข้มข้น คือ 10^2 , 10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 , 10^7 และ 10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และกลุ่มควบคุมฉีดน้ำเกลือ 0.6% โดยไม่ใส่เชื้อทดสอบความสามารถในการก่อโรคตามวิธีของ (Evans, 1976) โดยนำสารละลายเชื้อแบคทีเรีย ทั้ง 7 ความเข้มข้น (10^2 , 10^3 , 10^4 , 10^5 , 10^6 , 10^7 และ 10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) และน้ำเกลือความเข้มข้น 0.6% มาฉีดให้ปลานิลทดลองขนาดความยาว 1 นิ้ว หลังจากเลี้ยงเพื่อปรับสภาพการเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) ฉีดเข้าสู่ช่องท้อง และ 2) ฉีดเข้าสู่กล้ามเนื้อบริเวณใต้โคนครีบหลัง ปริมาณตัวละ 0.2 มิลลิลิตร ทำการทดลอง 2 ซ้ำต่อชุดการทดลอง ปลานิลที่ใช้ในการทดลองตู้ละ 10 ตัว

3. การทดสอบประสิทธิภาพของตะกอนฟลอคต่ออัตราการรอดตายของปลานิล

โดยแบ่งการทดลอง เป็น 4 กลุ่มการทดลอง คือ

กลุ่มการทดลองที่ 1 กลุ่มที่ได้รับอาหารสำเร็จรูป (กลุ่มควบคุม)

กลุ่มการทดลองที่ 2 กลุ่มที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปร่วมกับตะกอนฟลอค

กลุ่มการทดลองที่ 3 กลุ่มที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปร่วมกับตะกอนฟลอคเคลือบเบต้ากลูแคน

กลุ่มการทดลองที่ 4 กลุ่มที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปร่วมกับตะกอนฟลอคเคลือบนิวคลิโอไทด์

ปลานิลที่ใช้ในการทดลองมีขนาด 1 นิ้ว โดยจัดแบ่งใส่ตู้ๆละ 20 ตัว กำหนดเปอร์เซ็นต์การให้อาหารปลาเป็น 5% ของน้ำหนักตัวต่อวันโดยแบ่งเป็น 2 มื้อ ซึ่งจะมีอัตราส่วนการให้กินเท่ากับ 4:1 ของอาหารสำเร็จรูป:ตะกอนฟลอคเคลือบสารกระตุ้นภูมิ (เบต้ากลูแคนและนิวคลิโอไทด์) โดยใช้สารกระตุ้นภูมิคุ้มกันในอัตราส่วนเท่ากับ เบต้ากลูแคน 0.5 กรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และนิวคลีโอไทด์ 10 กรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ทำการทดลอง 10 วัน (ให้กินอาหารทดลอง 3 วัน ก่อนฉีดเชื้อ และตรวจสอบการตาย 7 วันหลังจากฉีดเชื้อ)

4. การศึกษาประสิทธิภาพของตะกอนฟลอคโดยการหาค่าอัตราการรอดสัมพัทธ์ (Relative Percent Survival : RPS)

นำเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของปลานิล ในแต่กลุ่มการทดลองไปหาค่าอัตรารอดสัมพัทธ์ (Relative Percent Survival: RPS) โดยดัดแปลงวิธีของ Ellis (1988) ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การรอดสัมพัทธ์} = \left[1 - \frac{\text{อัตราการรอดตายของปลาที่ได้รับสารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน}}{\text{อัตราการตายเฉลี่ยของปลาที่ไม่ได้รับสารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน}}\right] \times 100$$

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ย และค่าอัตรารอดตายสัมพัทธ์ ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$)

3. ผลการวิจัย

1. ความสามารถในการก่อโรค

จากการศึกษาความสามารถในการก่อโรคของปลานิลหลังจากฉีดเชื้อ *Streptococcus agalactiae,* DMST 17129 เข้าทางช่องท้องและกล้ามเนื้อ พบว่าความสามารถในการก่อโรคของเชื้อ *Streptococcus agalactiae,* DMST 17129 ในระดับที่ทำให้ปลาตายมากกว่า 50% เมื่อฉีดเชื้อเข้าช่องท้องอยู่ที่ระดับความเข้มข้นที่ 10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ในขณะที่การฉีดเชื้อเข้ากล้ามเนื้อในช่วงระดับความเข้มข้นที่ 10^5 ทำให้ปลามีอัตราการตาย 70% ซึ่งการฉีดเชื้อเข้าทางกล้ามเนื้อที่ระดับความเข้มข้นนี้เป็นระดับที่ถูกคัดเลือกในการนำไปใช้ในการทดลอง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การติดเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus agalactiae,* DMST 17129 ของปลานิลหลังฉีดเชื้อเข้าช่องท้องและกล้ามเนื้อ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

สายพันธุ์แบคทีเรียที่ทดสอบ	เปอร์เซ็นต์การติดเชื้อแบคทีเรียของปลานิลที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ															
	ปริมาณเชื้อที่ฉีดเข้าช่องท้อง(เซลล์ต่อมิลลิลิตร)								ปริมาณเชื้อที่ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ(เซลล์ต่อมิลลิลิตร)							
	C	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	C	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8
Streptococcus agalactiae, DMST 17129	0	0	0	0	0	0	10	90	0	10	10	30	70	80	100	100

2. การทดสอบประสิทธิภาพของตะกอนฟลอคต่ออัตราการรอดตายของปลานิล

จากการทดลองการเพิ่มสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันในตะกอนฟล็อก ต่ออัตราการตาย และอัตราการรอดสัมพัทธ์ ในระยะเวลา 7 วันหลังจากฉีดเชื้อ ได้ผลดังนี้ อัตราการตายเฉลี่ยของทั้งสี่กลุ่มการทดลอง เท่ากับ 63.33±5.77, 3.33±5.77, 6.67±5.77 และ 3.33±5.77 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P<0.05$ ส่วนอัตราการรอดสัมพัทธ์ของทั้งสี่กลุ่มการทดลองเท่ากับ 9.53±8.25, 95.24±8.25, 90.47±8.25 และ 95.24±8.25 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จากการทดลองพบว่า กลุ่มที่ไม่ได้เสริมไบโอฟลอค มีอัตราการตายมากกว่ากลุ่มทดลองอื่น เท่ากับ 63.33 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่มีการเสริมสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันในตะกอนฟลอค พบว่ามีอัตราการตายน้อยมาก และมีอัตราการรอดสัมพัทธ์สูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์โดยเฉลี่ย ดังตาราง

ตารางที่ 2 ผลของการเพิ่มสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันในตะกอนฟลอคต่ออัตราการรอดสัมพัทธ์ในปลานิลที่ติดเชื้อ *Streptococcus agalactiae,* DMST 17129 ที่ระดับความเข้มข้น 10^5

Treatments	อัตราการตาย (%)	RPS(%)
1. กลุ่มที่ได้รับอาหารสำเร็จรูป (กลุ่มควบคุม)	63.33 ± 5.77^a	9.53 ± 8.25^a
2. กลุ่มที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปร่วมกับตะกอนฟลอค	3.33 ± 5.77^b	95.24 ± 8.25^b
3. กลุ่มที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปร่วมกับตะกอนฟลอคเคลือบเบต้ากลูแคน	6.67 ± 5.77^b	90.47 ± 8.25^b
4. กลุ่มที่ได้รับอาหารสำเร็จรูปร่วมกับตะกอนฟลอคเคลือบนิวคลิโอไทด์	3.33 ± 5.77^b	95.24 ± 8.25^b

a, b คือ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P<0.05$

4. สรุปผลและอภิปรายผล

จากผลการทดลองพบว่า อัตราการตายเฉลี่ยของทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง เท่ากับ 63.33±5.77, 3.33±5.77, 6.67±5.77 และ 3.33±5.77 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนอัตราการรอดสัมพัทธ์ของทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง เท่ากับ 9.53±8.25, 95.24±8.25, 90.47±8.25 และ 95.24±8.25 ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากในกลุ่มการทดลองที่ 1 ไม่มีการเสริมไบโอฟลอคและสารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน จึงทำให้มีอัตราการตายที่มากเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มการทดลองที่ 2 , 3 และ 4 ที่ได้รับตะกอนไบโอฟลอคและสารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน แต่ปลาที่ตายในแต่ละกลุ่มการทดลองส่วนหนึ่งอาจจะได้รับความกระทบกระเทือนจากการจับและการฉีดเชื้อ เนื่องจากปลาที่ตายทั้งหมดนั้นตายภายในหนึ่งวันหลังการฉีดเชื้อแต่ไม่พบรอยโรคที่บ่งบอกว่าเกิดจากเชื้อ *Streptococcus agalactiae,* DMST 17129 แต่อย่างไรก็ตามหลังจากวันที่ 3 หลังจากฉีดเชื้อสามารถเพิ่มอัตราการรอดตายในปลานิลที่ติดเชื้อ *Streptococcus agalactiae,* DMST 17129 ที่ระดับความเข้มข้น 10^5 ได้

Avnimelech (2015) ได้รายงานผลของไบโอฟลอคต่อการต้านเชื้อ *Streptococcus iniae* ในปลานิล ซึ่งเชื้อดังกล่าวเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ และมีการตายเกิดขึ้น ในการทดลองดังกล่าวมีการศึกษาในบ่อขนาดความจุน้ำ 2 ตัน จำนวน 2 ชุดการทดลอง คือ บ่อที่เลี้ยงปลานิลในระบบไบโอฟลอค และบ่อควบคุมที่ไม่มีการใช้ระบบไบโอฟลอค ทั้งสองบ่อมีการให้อากาศในบ่อให้มีการหมุนวนภายในบ่อ มีการถ่ายน้ำเพื่อลดตะกอนผ่านท่อกลางบ่อเมื่อมีจำนวนมาก ใช้ปลานิลจำนวน 200 ตัวในแต่ละชุดการทดลอง ให้กินอาหารที่มีโปรตีน 25% จำนวน 2% ต่อน้ำหนักตัว ทำการฉีดเชื้อ *Streptococcus iniae* ในปลา 50 ตัว ในระดับความเข้มข้น $5x10^4$ cell/ml ปริมาตร 2 ml/ตัว เลี้ยงนาน 20 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า มีการติดเชื้อทั้งทางตรงและทางอ้อมในปลานิล โดยทางตรงจะทำให้ปลาตายหลังจากได้รับเชื้อ 2-3 วัน ส่วนทางอ้อมปลาจะได้รับเชื้อจากปลาที่ตายทำให้ปลาป่วยและตายในช่วงท้ายๆของการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ชุดการทดลองที่มีเลี้ยงปลาในระบบไบโอฟลอค พบการตายเท่ากับ $3\pm$ 1 ตัว ในขณะที่ชุดการทดลองที่ไม่ได้เลี้ยงด้วยระบบไบโอฟลอคพบการตายเท่ากับ $11\pm$ 5 ตัว

และจากการศึกษาของวรรัตน์ (2552) พบว่า ลักษณะของตะกอนไบโอฟลอคที่พบในการเลี้ยงปลานิล โดยมีรูปร่างที่ไม่รูปร่างที่ไม่แน่นอน และจากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของไบโอฟลอค พบว่ามีส่วนประกอบของกรดอะมิโนจำเป็นวิตามิน แร่ธาตุ และสาร poly-β-hydroxylbutyrate (PHB) ซึ่งช่วยเสริมสุขภาพและเพิ่มความต้านทานในการติดเชื้อของสัตว์น้ำระบบเทคโนโลยีไบโอฟลอคจะมีอัตราการสร้างมวลชีวภาพโดยแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทโรโทรฟิกที่รวดเร็ว (Avnimelech, 2009) และเมื่อนำตะกอนฟลอคเสริมด้วยสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการเพิ่มภูมิคุ้มกันมากยิ่งขึ้น และจากการศึกษาของ จิราพร (2557) ได้อธิบายผลของการใช้เบต้ากลูแคลนต่อระบบภูมิคุ้มกันของปลาไว้ พบว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกัน

และจากการศึกษาของ Shiau et al.(2015) ได้ทำการศึกษาในเรื่องผลของการให้นิวคลีโอไทด์ในปลานิลเพื่อดูอัตราการรอดตายในปลานิลที่ติดเชื้อ *Streptococcus iniae* และพบว่านิวคลีโอไทด์เป็นแหล่งพลังงานที่ช่วยเพิ่มอัตราเมทาบอลิซึมในร่างกายปลาได้ โดยจะประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญต่างๆ เช่น coenzyme, allosteric effector และ cellular agonist โดยอธิบายได้ว่านิว

คลีโอไทด์นั้นสามารถเสริมการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันแบบ non-specific immune เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่เซลล์ macrophage ในการกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่จะเข้ามาสู่ร่างกาย ทำให้ปลามีภูมิคุมกันในการต่อต้านเชื้อมากยิ่งขึ้น

5. **กิตติกรรมประกาศ**

รายงานการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยส่วนหนึ่งจากงบอุดหนุนการวิจัย ประจำปี 2557-2558 คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยและคลินิกสุขภาพสัตว์น้ำ คณะสัตวแพทยศาสตร์ ที่อนุเคราะห์เครื่องมือวิจัยในห้องปฏิบัติการ และอาคารปฏิบัติการเพื่อการวิจัยจนงานวิจัยประสบผลสำเร็จ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] จิราภร พงค์เพชร, 2557, “การใช้ Brewer’s yeast เป็นแหล่งโปรตีนเพื่อทดแทนการใช้ปลาป่นในอาหารปลาสวายโมง”, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

[2] วรรัตน์ วณิชชานัย, 2552, “ผลจากการเติมสารอินทรีย์คาร์บอนต่อการเกิดตะกอนตะกอนจุลินทรีย์และคุณภาพน้ำในระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบปิด”. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[3] อนงค์ นิ่มละมัย, ปิยะพงค์ โชติพันธุ์, สถาพร ดิเรกบุษราคัม และสุวิทย์ วุฒิสุทธิเมธาวี. 2556, “ความต้านทานโรคและการค้นหายีนที่มีความสัมพันธ์กับความต้านทานโรคสเตรปโตคอคโคซิสในปลานิล (*Oreochromis niloticus*)”, วารสารเทคโนโลยีการประมง, 7 (2), 38-50.

[4] เอกพล วังคะฮาต, 2551, “การแสดงออกของยีนในไตส่วนหน้าและม้ามของปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ที่ถูกกระตุ้นด้วยเชื้อ *Streptococcus agalactiae* โดยใช้เทคนิค Expressed Sequence Tags (ESTs)”, วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต, สาขาพันธุวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[5] Anand, P.S.S., Kumar, S., Panigrahi, A., Ghoshal, T.K., Syama Dayal, J., Biswas, G., Sundarym, J.K., De, D., Ananda Raja, R., Deo, A.D., Pillai, S.M. and Ravichchandran, P., 2013, “Effects of C: N ratio and substrate intergration on periphyton biomass, microbial dynamics and growth of *Penaeus monodon* juveniles”, Aquaculture International**,** 21(2), 511-524.

[6] Asaduzzaman, M., Wahab, M.A., Verdegem, M.C.J., Adhikary, R.K., Rahman, S.M.S., Azim,M.E., Verreth, J.A.J., 2010, “Effects of carbohydrate source for maintaining a high C:N ratio and fish driven re-suspension on pond ecology and production in periphyton based freshwater prawn culture systems”, Aquaculture, 301, 37–46.

[7] Avnimelech, Y. and Kochba, M. .2009, “Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in biofloc tanks, using 15 n tracing”, Aquaculture, 287(1), 163-168.

[8] Avnimelech, Y., Hoang, T., Browdy, C., Hargreaves, J.A., 2014, “Biofloc Technology and Shrimp Disease Workshop Summary**”.** .https://www.was.org/documents/ Meeting Presentations/ APA2013/APA2013_0469.pdf (20 พ.ค.60)

[9] Avnimelech, De Schryver, P., Emerenciano, M., Kuhn, D., Ray, A. and Taw,N., 2015, “Biofloc technology : apractice guidebook”, 3 rd edition, Wol\rld aquaculture society, 258.

[10] Ballester, E.L.C., Abreu, P.C., Cavalli, R.O., Emerenciano, M., Abreu, L. and Wasielesky, W., 2010, “Effect of practical diets with di!erent protein levels onthe performance of *Farfantepenaeus paulensis* juveniles

nursed in a zero exchange suspended microbial flocs intensive system". Aquaculture Nutrition, 16, 163-172.

[11] Caldini, N.N., Cavalcante, D. de H., Filho, P.R.N.R. and do Carmo e Sá, M.V., 2015, "Feeding Nile tilapia with artificial diets and dried bioflocs biomass", Maringa, 37(10), 335-341.

[12] Crab, R., 2010, "Bioflocs technology: an integrated system for the removal of nutrients and simultaneous production of feed in aquaculture", PhD thesis, Ghent University.

[13] De Schryver, P., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N. Verstraete, W., 2008, "The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture", Aquaculture, 277, 125–137.

[14] Ekasari, J., Crab, R. and Verstraete, W., 2010, "Primary nutritional content of bio-flocs cultured with different organic carbon sources and salinity". HAYATI Journal of Biosciences, 17, 125-130.

[15] Ekasari, J., Angela, D., Waluyo, S.H., Bachtia,r T., Surawidjaja, E.H., Bossier, P., De Schryver, P., 2014, "The size of biofloc determines the nutritional composition and the nitrogen recovery by aquaculture animals", Aquaculture, 426–427, 105–111.

[16] Ekasari, J., Rivandi, D.R., Firdausi,A.P. Surawidjaja, E.H., Zairin, J.R., Bossier, P. and De Schryver, P., 2015, "Biofloc technology positively affects Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae performance", Aquaculture, 441, 72-77.

[17] Ellis, A. E., 1988, "Fish vaccination". Fish and shellfish pathology, Academic Press, New York, 45.

[18] Emerenciano, M., Cuzon, G., López-Aguiar, K., Noreña-Barroso, E., Máscaro, M., Gaxiola, G., 2011, "Biofloc meal pellet and plant-based diet as an alternative nutrition for shrimp under limited water exchange systems". CD of abstracts of World Aquaculture Society Meeting 2011, Natal, RN, Brazil.

[19] Emerenciano. M, Gaxiola, G. and Gerard, C., 2013, "Biofloc technology (bft): A review for aquaculture application and animal food industry", Chapter 12, Biomass Now–Cultivation and Utilization, 304-328.

[20] Evans, J. J., Klesius, P. H., and Shoemaker, C. A. ,2004, :Efficacy of *Streptococcus agalactiae* (group B) vaccine in tilapia (*Oreochromis niloticus*) by intraperitoneal and bath immersion administration". Vaccine, 22(27-28), 3769–3773.

[21] Grillo, M., Dugger, D.M. Jory,D.E., 2000, "Zero exchange shrimp production success in WSSV infected Panama", Global Aquaculture Advocate, 3 (6), 55-56.

[22] Megahed, M.E., 2010, "The effect of microbial biofloc on water quality, survival and growth of the green tiger shrimp (*Penaeus Semisulcatus*) Fed with different crude protein levels". Journal of The Arabian Aquaculture Society, 5, 119-142.

[23] Samocha, T.M, Patnaik, S., Speed, M., Ali, A.M., Burger, M.J., Almeida, R.V., 2007. "Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*". Aquacult. Eng, 36, 184-191.

[24] Shiau, S.-Y., Gabaudan, J. and Lin, Y.-H. 2015, "Dietary nucleotide supplementation enhances immune responses and survival to *Streptococcus iniae* in hybrid tilapia fed diet containing low fish meal". Aquaculture Reports, 2 ,77–81.

[25] Wu, W., Wu, B., Ye,T., Huang, H. and Dai, C., 2013, “TCTP Is a Critical Factor in Shrimp Immune Response to Virus Infection”. PLoS ONE, 8(9),744-760.

โปรแกรมสำหรับการวัดความยาวและประเมินความแตกขนาดของลูกกุ้งขาวแวนาไมและลูกกุ้งก้ามกรามจากภาพดิจิตอล

Program for Measuring Length and Evaluating Different Sizes Post Larvae of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and Giant Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) from Digital Image.

เจษฎา อิสเหาะ[1*] และวราห์ เทพาหุดี[2]

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

[2] ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

การใช้โปรแกรมวัดความยาวของลูกกุ้งขาวแวนาไม และลูกกุ้งก้ามกรามที่ถูกพัฒนาขึ้นสามารถประเมินความแตกขนาดของลูกกุ้งได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความคมชัดของภาพที่ได้ ซึ่งในกรณีที่ภาพต้นแบบคมชัดโปรแกรมจะสามารถประมวลผลทางด้านสถิติคือ ความยาวเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปอร์เซ็นต์ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร(เปอร์เซ็นต์ความแตกขนาดของลูกกุ้ง) ความยาวน้อยที่สุด และความยาวมากที่สุด ได้อย่างรวดเร็ว และมีความถูกต้อง นอกจากนั้นโปรแกรมสามารถใช้ได้กับลูกกุ้งในจำนวนที่มาก และไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อลูกกุ้ง จากผลการทดลองทดสอบความแม่นยำของการวัดความยาวของลูกกุ้งในครั้งนี้ โดยเปรียบเทียบข้อมูลจากการวัดความยาวจริงของลูกกุ้งแต่ละตัวกับการวัดโดยการใช้โปรแกรม พบว่าการวัดโดยใช้โปรแกรมสามารถให้ความแม่นยำสูงมากกว่า 97 % และใช้เวลาในการวัดและประเมินผลได้รวดเร็วกว่าการวัดโดยตรงด้วยไม้บรรทัดมากกว่า 5 เท่า ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการพัฒนาโปรแกรมวัดความยาวลูกกุ้ง มีความเป็นไปได้สูงมากในการนำไปใช้ในโรงเพาะฟักกุ้งได้

คำสำคัญ : โปรแกรม, กุ้งขาวแวนาไม, กุ้งก้ามกราม, ความยาว, ความแตกขนาด, ภาพดิจิตอล

Abstract

A specific program for measuring length of post larval pacific white shrimp and giant freshwater prawn was developed and was used to evaluate different sizes of them. The accuracy was depended on quality of image. Whenever, the image was clear, the program could quickly and accurately calculate for mean, standard deviation, percentage of coefficient of variation (percentage of different sizes), minimum length and maximum length. Moreover, the program could be applied for a large number of post larvae by no effect on them. By using this specific program, it showed more than 97 % of an accuracy and more quickly than 5 times to take time a compared with actual post larvae length. Therefore, it is highly possible to be used in shrimp hatchery.

Keywords : program, pacific white shrimp, giant freshwater prawn, length, different sizes, digital image

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน abee_sunnee@hotmail.co.th Tel : 089-1134991

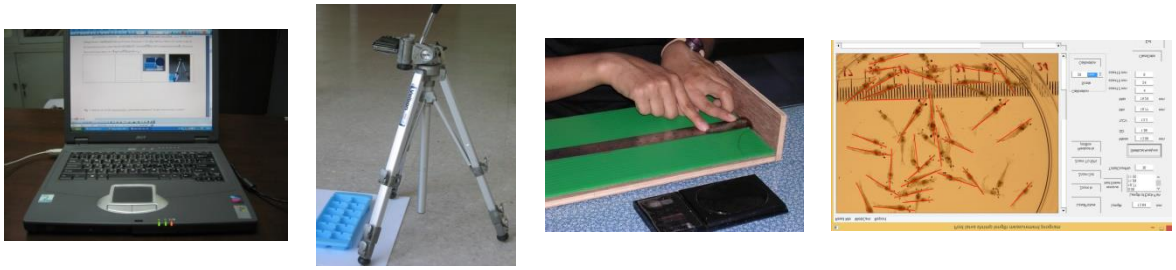
1. บทนำ

ปัจจุบันในวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไม่ว่าจะเป็นงานด้านการวิจัยหรืองานการด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเชิงพาณิชย์ พบว่าความจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับการวัดความยาวลำตัว และน้ำหนัก เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร การศึกษาการเจริญเติบโต การศึกษาความสมบูรณ์เพศของสัตว์น้ำ เป็นต้น ตัวอย่างของการศึกษามีมากมายทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ เช่น การศึกษาในปลากะตักสีเนื้อ *Encrasicholina devisi* Whitley, 1940) ชื่อสามัญ: Anchovy) (ธนิษฐาและเสาวลักษณ์, 2551) วาฬบรูด้า *Balaenoptera edeni* (กมลวรรณและคณะ ,2552) แม่ปูม้า *Portunus*

pelagicus Linnaeus, 1758) (ชื่อสามัญ:Flower crab) (วุฒิชัย และวราห์, 2553) หมึกสาย ***Hapalochlaena*** *lunulata* (ชื่ออังกฤษ:Blue-ringed octopus) (จรวย, 2554) ปลา *Chirostoma estor* estor (Martínez-Palacios et al., 2002) กุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* (ชื่อสามัญ: Giant tiger prawn) (Primavera et al., 1998) ปลากะพงขาว *Lates calcarifer* (Bloch) (ชื่อสามัญ: Sea bass) (Volvich and Appelbaum, 2001) กุ้ง *Farfantepenaeus paulensis* (Peixoto et al., 2004) กุ้งขาว *Penaeus vannamei* (ชื่อสามัญ:Whiteleg shrimp) (Araneda et al., 2008) และ ปลาแซลมอน (*Salmo salar* L.) (ชื่อสามัญ: Atlantic salmon)(Leclercq, et al. 2010) เป็นต้น

โดยเฉพาะอย่างยิ่งกุ้งขาวแวนนาไม และกุ้งก้ามกราม ปัจจุบันเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจชนิดหนึ่งทีสร้างรายได้ให้กับผู้เลี้ยง และสร้างรายได้ให้กับประเทศในปีหนึ่งๆ หลายพันล้านบาทซึ่งในการพัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำให้มีประสิทธิภาพ กิจกรรมหนึ่งที่ขาดไม่ได้ก็คือการชั่งน้ำหนัก และวัดความยาวของลูกกุ้งโดยเฉพาะ ขั้นตอนการเพาะฟัก และอนุบาลลูกกุ้งในโรงเพาะฟักซึ่งเมื่อลูกกุ้งเข้าสู่ระยะ p11 หรือ p12 จะเริ่มมีการซื้อขายลูกกุ้งซึ่งในขั้นตอนนี้จะมีการสุ่มลูกกุ้งวัดความยาว เพื่อมาประเมินหาเปอร์เซ็นต์การแตกขนาด (%CV หรือความผันแปรของความยาวเฉลี่ย) ของลูกกุ้งเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับลูกค้า ซึ่งที่ผ่านๆมาเกษตรกรจะทำการสุ่มลูกกุ้งมาจำนวนหนึ่งแล้วทำการวัดความยาวจริงโดยตรง ซึ่งจะทำให้ลูกกุ้งที่สุ่มมาเกิดการบอบช้ำและอาจมีการตายเกิดขึ้นได้ สำหรับโรงเพาะฟักของบริษัทรายใหญ่หลายราย ก็เริ่มมีการพัฒนาใช้เทคโนโลยีมาทำการวัด ความยาวเพื่อประเมินการแตกขนาดของลูกกุ้ง โดยจ้างชาวต่างชาติพัฒนาโปรแกรมขึ้นมา แต่ก็ยังพบว่ายังมีข้อจำกัดของโปรแกรมหลายประการดังนี้ 1)ในการใช้โปรแกรมที่เป็นตัวสุ่มลูกกุ้งจำนวนหนึ่งมาวัดความยาวซึ่งจำเป็นต้องนำลูกกุ้งมา น็อค แช่ในช่องแช่แข็งในตู้เย็น ก่อนเพื่อให้ลูกกุ้งตายจากนั้นจึงจะสามารถมาเรียงบนกระจก เพื่อถ่ายรูป โปรแกรมจึงจะสามารถอ่านค่าเปอร์เซ็นต์การแตกขนาดของลูกกุ้งได้ 2)ในการใช้โปรแกรมก็สามารถใช้ได้เฉพาะบุคคลที่ผ่านการฝึกฝนมาเท่านั้น สำหรับบุคลากรใหม่ๆการใช้โปรแกรมอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้สูง 3)โปรแกรมมีราคาค่อนข้างแพงมาก มูลค่าหลายล้านบาท จากปัญหาต่างๆดังกล่าวทำให้คณะนักวิจัยเกิดแรงจูงใจที่จะพัฒนาโปรแกรมสำหรับวัดความยาว และประเมินการแตกขนาดของลูกกุ้งจากภาพดิจิตอล โดยคาดหวังว่าโปรแกรมดังกล่าวนี้จะสามารถสร้างความสะดวกรวดเร็วและเกิดประโยชน์กับวงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในอนาคตต่อไป โดยการศึกษาในครั้งนี้จะทดสอบประเมินความแม่นยำของโปรแกรมสำหรับวัดความยาวของลูกกุ้งแวนนาไม และลูกกุ้งก้ามกรามจากภาพดิจิตอล และจะทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประเมินเปอร์เซ็นต์ความแตกขนาดของลูกกุ้งขาวแวนนาไม และลูกกุ้งก้ามกราม จากการใช้โปรแกรมสำหรับวัดความยาวจากภาพดิจิตอลและการวัดโดยตรงด้วยไม้บรรทัด

2. วิธีดำเนินการวิจัย

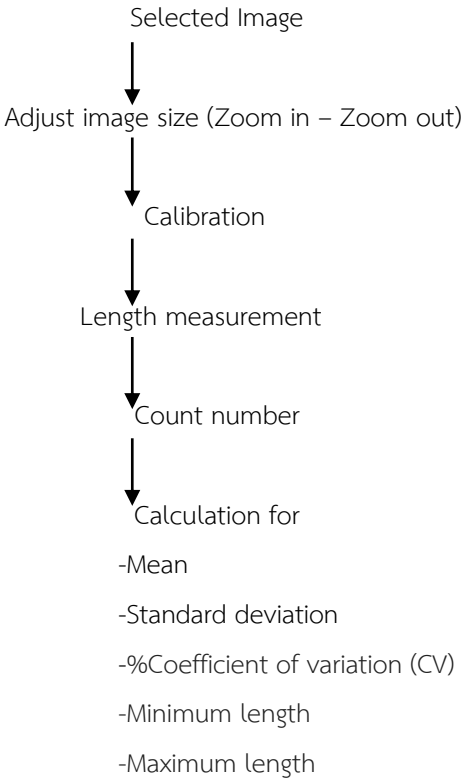


ภาพที่ 1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองในครั้งนี้จะทำการทดสอบวัดความยาวลูกกุ้ง 2 ชนิด คือ ลูกกุ้งขาวแวนนาไม และลูกกุ้งก้ามกราม โดยจะทำการทดสอบประเมินความแม่นยำของโปรแกรมสำหรับวัดความยาวของลูกกุ้งจากภาพดิจิตอล และจะทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประเมินเปอร์เซ็นต์ความแตกขนาดของลูกกุ้ง จากการใช้โปรแกรมสำหรับวัดความยาวจากภาพดิจิตอลและการวัดโดยตรงด้วย

ไม้บรรทัด ซึ่งเกณฑ์ของประสิทธิภาพของการประเมินจะประเมินเปรียบเทียบจากความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ความแตกขนาดของลูกกุ้ง และระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความยาวเพื่อประเมินเปอร์เซ็นต์ความแตกขนาดของลูกกุ้ง

โดยขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมจะเริ่มต้นด้วยการถ่ายภาพลูกกุ้งจากภาพจริงโดยในภาพจะต้องมีไม้บรรทัดเป็นองค์ประกอบในภาพเสมอ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการสอบเทียบ (calibration) เทียบสเกลระยะความยาว ดังนั้นในการถ่ายภาพจะต้องพยายามโฟกัสภาพให้ได้ต้นแบบของภาพที่คมชัดเพื่อความสะดวกรวดเร็ว และความถูกต้องในการประมวลผล จากนั้นทำการบันทึกภาพเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ เมื่อจะเริ่มต้นการวัดความยาวลูกกุ้ง ให้ทำการเลือกภาพที่ต้องการวัด ซึ่งได้ทำการบันทึกเก็บภาพไว้แล้วในคอมพิวเตอร์ จากนั้นทำการขยายเข้า (zoom in) หรือขยายออก (zoom out) ภาพ เพื่อเลือกภาพที่ชัดเจนสะดวกต่อการทำงานมากที่สุด ต่อไปเริ่มทำการ calibration โดยลากเส้นระยะบนไม้บรรทัด เช่น 10 มิลลิเมตรหรือหน่วยอื่นๆ เช่น เซนติเมตร เมตร หรือนิ้ว แล้วกดปุ่ม calibration เพื่อให้โปรแกรมได้รับทราบว่า 10 มิลลิเมตร มีค่าเท่ากับกี่พิกเซล จากนั้นเริ่มวัดความยาวของลูกกุ้งแต่ละตัวได้ โดยลากเส้นจากปลายสุดของกรีจนถึงปลายหาง (Total length) จะสังเกตเห็นว่าเมื่อลากเส้นในแต่ละตัวเสร็จ โปรแกรมจะแสดงจำนวนลูกกุ้งที่ได้ทำการวัดความยาวไปแล้วให้ปรากฏในโปรแกรม ต่อไปก็สามารถวิเคราะห์คำนวณหาค่าทางสถิติได้ โดยกดปุ่ม statistical analysis โปรแกรมก็จะประมวลผลแสดงค่าความยาวเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความผันแปร (CV) ค่าความยาวน้อยที่สุด (Minimum length) และค่าความยาวมากที่สุด (Maximum length) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

โดยการทดสอบประเมินความแม่นยำของโปรแกรมสำหรับวัดความยาวของลูกกุ้งจากภาพดิจิตอล ในครั้งนี้จะใช้ลูกกุ้งขาวแวนนาไมจากฟาร์มเอกชนจังหวัดฉะเชิงเทรา และลูกกุ้งก้ามกรามจากฟาร์มเอกชนจังหวัดสุพรรณบุรี โดยจะทดสอบกับลูกกุ้ง ชนิดละ 50 ตัว ซึ่งจะนำลูกกุ้งทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวมาวัดความยาวรวมทั้งหมด Total Length ด้วยวิธีการวัดที่ต่างกัน 2 วิธี จากนั้นนำข้อมูล

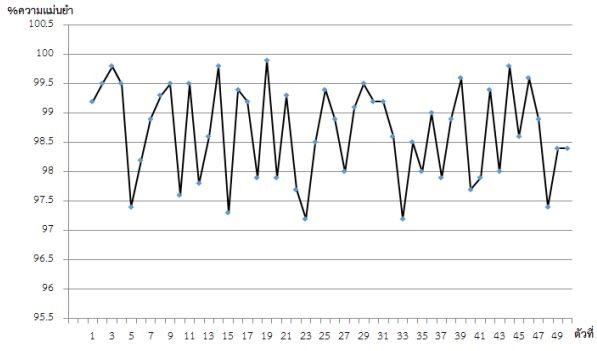
ความยาวของลูกกุ้งแต่ละตัวที่วัดโดยใช้โปรแกรมและวัดโดยตรงด้วยไม้บรรทัดมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโปรแกรม โดยในการทดลองครั้งนี้จะยึดถือว่าการวัดโดยตรงด้วยไม้บรรทัด จะมีความถูกต้องแม่นยำ 100 เปอร์เซ็นต์ เพราะเป็นวิธีการที่เกษตรกรยอมรับนิยมปฏิบัติกันมาก่อน แล้วนำความยาวที่วัดได้จากโปรแกรมมาเทียบหาเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำต่อไป

สำหรับการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการประเมินเปอร์เซ็นต์ความแตกขนาดและระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความยาวเพื่อประเมินความแตกขนาดของลูกกุ้งจากภาพดิจิตอล และการวัดโดยตรงด้วยไม้บรรทัด โดยการสุ่มลูกกุ้งแต่ละชนิดมาจำนวน 6 ชุด ๆ ละ 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 ตัว จำนวนชุดละ 3 ซ้ำ มาศึกษาเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของข้อมูลความยาวเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ความแตกขนาดของลูกกุ้งทั้งสองชนิด พร้อมทั้งระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความยาวของลูกกุ้งจากการวัดโดยใช้โปรแกรมวัดความยาวจากภาพดิจิตอลเทียบกับการวัดโดยตรงด้วยไม้บรรทัด โดยในช่วงระหว่างการประเมินวัดความยาวลูกกุ้งทั้ง 2 วิธี จะทำการจับเวลาเพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการวัดความยาวลูกกุ้งเพื่อประเมินเปอร์เซ็นต์การแตกขนาดของลูกกุ้ง (สำหรับการวัดความยาวโดยวิธีวัดความยาวโดยตรงด้วยไม้บรรทัด จะเริ่มจับเวลาต้นตั้งแต่การเตรียมลูกกุ้งแต่ละชุดมาใส่ลงภาชนะ และทำการวัดความยาวลูกกุ้งแต่ละตัวจนครบทุกตัว การจับเวลาจะเสร็จสิ้นเมื่อสิ้นสุดการประมวลผลหาค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกขนาดของลูกกุ้งของแต่ละชุด ส่วนการวัดความยาวโดยวิธีการใช้โปรแกรมสำหรับวัดความยาวจากภาพดิจิตอล จะเริ่มต้นตั้งแต่การเตรียมลูกกุ้งแต่ละชุดมาใส่ลงภาชนะ แล้วทำการถ่ายภาพ จากนั้นนำภาพดังกล่าวโหลดเข้าสู่คอมพิวเตอร์ และใช้โปรแกรมวัดความยาวจากภาพดิจิตอล โดยใช้เมาส์ลากความยาวตัวลูกกุ้งแต่ละตัวตั้งแต่ตัวแรกจนครบทุกตัว จากนั้นกดปุ่มประมวลผลเพื่อประเมินค่าความยาวเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ความแตกขนาดของลูกกุ้ง ถือว่าสิ้นสุดของการจับเวลาในแต่ละครั้ง)

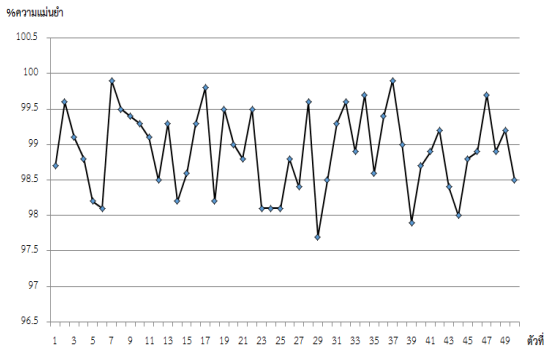
การวิเคราะห์ผลทางสถิติ นำข้อมูลความยาวเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์ความแตกขนาดของลูกกุ้งเฉลี่ย (หรือเปอร์เซ็นต์ความผันแปรของความยาว) และ ระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความยาวของลูกปลาเฉลี่ย จากการวัดทั้ง 2 วิธี มาเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ ด้วยวิธี Independent Sample T-test

3. ผลการวิจัย

ผลการทดสอบประเมินความแม่นยำของโปรแกรมสำหรับวัดความยาวลูกกุ้งจากภาพดิจิตอลในครั้งนี้ พบว่าการใช้โปรแกรมสำหรับการวัดความยาวของลูกกุ้งขาวแวนนาไมจะมีค่าความแม่นยำเฉลี่ยเท่ากับ 98.70±0.81 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าความแม่นยำสูงสุดเท่ากับ 99.9 เปอร์เซ็นต์ ต่ำสุดเท่ากับ 97.2 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในภาพที่ 4 และความแม่นยำของโปรแกรมสำหรับการวัดความยาวลูกกุ้งก้ามกราม พบว่าจะมีค่าความแม่นยำเฉลี่ยเท่ากับ 98.80±0.58 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าความแม่นยำสูงสุดเท่ากับ 99.9 เปอร์เซ็นต์ ต่ำสุดเท่ากับ 97.7 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในภาพที่ 5

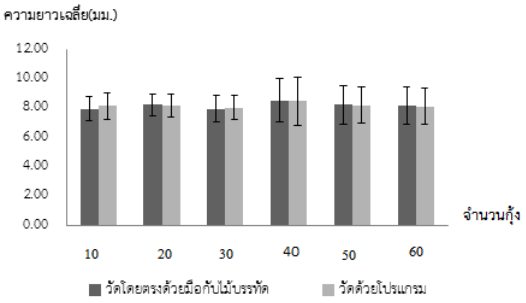


ภาพที่ 4 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของข้อมูลความยาวของลูกกุ้งขาวแวนนาไมจากการใช้โปรแกรมวัดความยาวจากภาพดิจิตอล

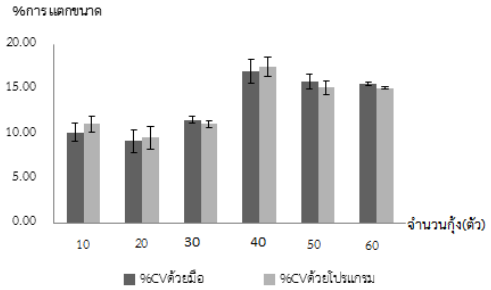


ภาพที่ 5 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของข้อมูลความยาวของลูกกุ้งก้ามกรามจากการใช้โปรแกรมวัดความยาวจากภาพดิจิตอล

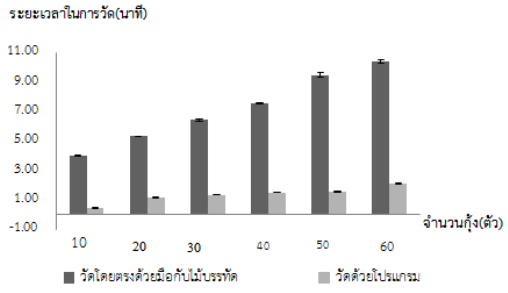
สำหรับผลการทดสอบประสิทธิภาพของการประเมินเปอร์เซ็นต์ความแตกขนาดและระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความยาวเพื่อประเมินความแตกขนาดของลูกกุ้งจากการใช้โปรแกรมสำหรับวัดความยาวจากภาพดิจิตอล เมื่อเทียบกับการวัดโดยตรงด้วยไม้บรรทัด พบว่าทั้งลูกกุ้งขาวแวนนาไม และลูกกุ้งก้ามกราม ค่าความยาวเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน(SD) เปอร์เซ็นต์ความแตกขนาดของลูกกุ้ง (%CV : ความผันแปรของข้อมูลความยาวเฉลี่ย) ของทุกระดับจำนวนลูกกุ้งที่สุ่มมาคือ 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 ตัว พบว่าไม่มีความแตกต่าง ทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการวัดความยาว พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยพบว่าการวัดความยาวโดยใช้โปรแกรมจะใช้ระยะเวลาน้อยกว่า หรือรวดเร็วกว่าการวัดความยาวโดยตรงด้วยไม้บรรทัดอย่างมีนัยสำคัญ ประมาณ 5 เท่า ซึ่งเมื่อเทียบด้วยเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโปรแกรมโดยใช้ข้อมูลจากการวัดโดยตรงด้วยไม้บรรทัดเป็นฐานในการคำนวณพบว่าโปรแกรมมีความแม่นยำเฉลี่ยค่อนข้างสูงมากซึ่งมีค่า มากกว่า 97 เปอร์เซ็นต์ (ดังแสดงในภาพที่ 6 - 13)



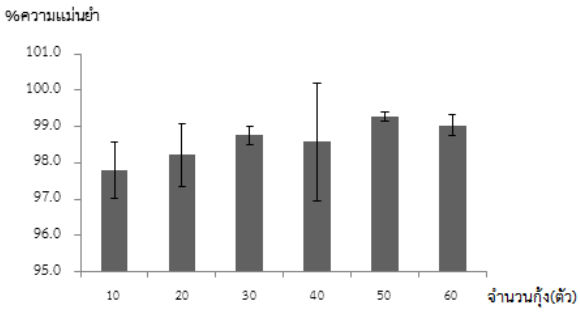
ภาพที่ 6 เปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของลูกกุ้งขาวแวนนาไม ที่วัดได้จากการใช้โปรแกรมสำหรับวัดความยาวจากภาพดิจิตอล และการวัดโดยตรงด้วยไม้บรรทัด



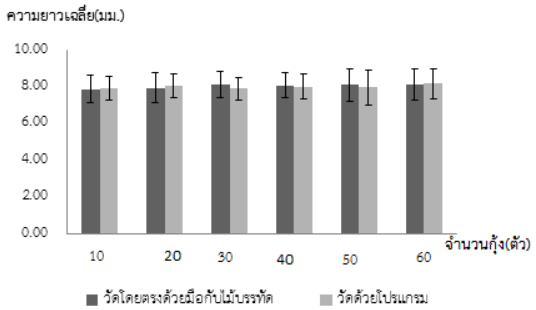
ภาพที่ 7 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การแตกขนาดเฉลี่ยของลูกกุ้งขาวแวนนาไม ที่ประเมินจากการใช้โปรแกรมสำหรับวัดความยาวจากภาพดิจิตอล และการวัดโดยตรงด้วยไม้บรรทัด



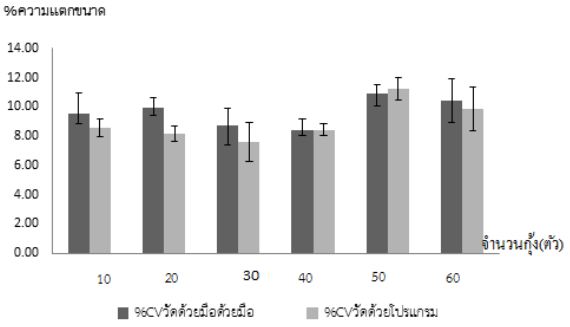
ภาพที่ 8 เปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยของการวัดความยาวเพื่อประเมินเปอร์เซ็นต์การแตกขนาดของลูกกุ้งขาวแวนนาไม จากการใช้โปรแกรมสำหรับวัดความยาวจากภาพดิจิตอล และการวัดโดยตรงด้วยไม้บรรทัด



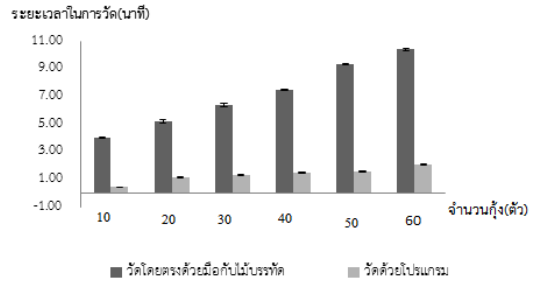
ภาพที่ 9 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโปรแกรมสำหรับการวัดความยาวของลูกกุ้งขาวแวนนาไม จากการใช้โปรแกรมวัดความยาวจากภาพดิจิตอล ที่ระดับจำนวนลูกกุ้งที่สุ่มมาต่างๆกัน



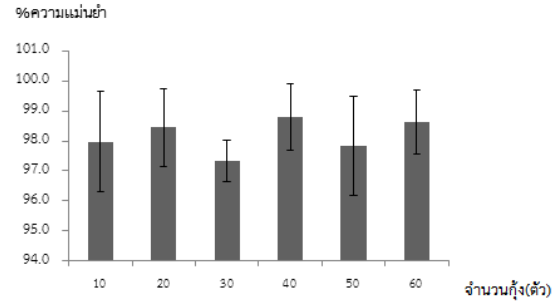
ภาพที่ 10 เปรียบเทียบความยาวเฉลี่ยของลูกกุ้งก้ามกราม ที่วัดได้จากการใช้โปรแกรมสำหรับวัดความยาวจากภาพดิจิตอล และการวัดโดยตรงด้วยไม้บรรทัด



ภาพที่ 11 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การแตกขนาดเฉลี่ยของลูกกุ้งก้ามกราม ที่ประเมินจากการใช้โปรแกรมสำหรับวัดความยาวจากภาพดิจิตอล และการวัดโดยตรงด้วยไม้บรรทัด



ภาพที่ 12 เปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยของการวัดความยาวเพื่อประเมินเปอร์เซ็นต์การแตกขนาดของลูกกุ้งก้ามกราม จากการใช้โปรแกรมสำหรับวัดความยาวจากภาพดิจิตอล และการวัดโดยตรงด้วยไม้บรรทัด



ภาพที่ 13 แสดงเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโปรแกรมสำหรับการวัดความยาวของลูกกุ้งก้ามกราม จากการใช้โปรแกรมวัดความยาวจากภาพดิจิตอล ที่ระดับจำนวนลูกกุ้งที่สุ่มมาต่างๆกัน

4. สรุปผลและอภิปรายผล

จากการศึกษาเปรียบเทียบความถูกต้องแม่นยำของโปรแกรมวัดความยาวจากภาพดิจิตอล กับ การวัดโดยตรงด้วยไม้บรรทัดของกุ้งก้ามกราม และลูกกุ้งขาวแวนนาไม พบว่าโปรแกรมสำหรับจากภาพดิจิตอลมีความแม่นยำที่สูงมาก จากการประเมินในครั้งนี้ ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเฉลี่ยมากกว่า 98 เปอร์เซ็นต์

เมื่อสุ่มลูกกุ้งชุดใหม่มาทำการศึกษาเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกขนาดของลูกกุ้งทั้ง 2 ชนิด และระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความยาวลูกกุ้งเพื่อประเมินเปอร์เซ็นต์การแตกขนาดของลูกกุ้งทั้ง 2 ชนิด จากการใช้โปรแกรมวัดความยาวจากภาพดิจิตอล และกับการวัดโดยตรงด้วยไม้บรรทัด พบว่าตัวโปรแกรมสำหรับการวัดความยาวสามารถวัดค่า ความยาวเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน(SD) ค่าเปอร์เซ็นต์การแตกขนาดของลูกกุ้ง%CV ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ($P>0.05$)อย่างมีนัยสำคัญ แต่ระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความยาวนั้น พบว่าการวัดความยาวโดยใช้โปรแกรมสำหรับการวัดความยาวจากภาพดิจิตอล นั้นจะใช้ระยะเวลาน้อยกว่า หรือรวดเร็วกว่าการวัดความยาวโดยตรงด้วยไม้บรรทัดเฉลี่ยประมาณ 5 เท่า

การนำไปใช้ประโยชน์

เนื่องจากโปรแกรมชุดนี้มีความแม่นยำค่อนข้างสูง ประโยชน์ที่เห็นได้ชัดเจนของโปรแกรมคือ โปรแกรมสามารถตรวจสอบขนาดความยาวของลูกกุ้งก้ามกราม และลูกกุ้งขาวแวนนาไมได้ว่ามีค่าการแตกขนาดมากน้อยเพียงใด เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจซื้อขายซื้อขายของลูกกุ้งขาวแวนนาไม และลูกกุ้งก้ามกรามได้เป็นอย่างดี ที่สำคัญใช้ได้สะดวกรวดเร็ว ไม่ยุ่งยากและบุคคล

ทั่วไปสามารถเรียนรู้การใช้โปรแกรมได้ง่าย ทุกคนใช้ได้เหมือนกันหมด จึงคาดว่าจะเกิดประโยชน์ต่อวงการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทยต่อไปในอนาคต สอดคล้องกับกระแส ของ Animal well fair เพราะการวัดโดยการใช้โปรแกรมจะสามารถช่วยลดการรบกวนลูกกุ้ง ลดความเครียด ความบอบช้ำและการตายของลูกกุ้ง จากการปฏิบัติแบบเดิม ๆ ที่ผ่านมา และสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาล ที่กำลังรณรงค์ให้เกษตรกรเข้าสู่ ระบบ Smart farmer เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่มีอยู่มาปรับใช้เพื่อเพิ่มศักยภาพและประสิทธิภาพในการผลิตให้สูง

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากว่าโปรแกรมชุดนี้เป็นการวัดภาพถ่ายมาประเมินความแตกขนาดของลูกกุ้ง ดังนั้นภาพที่ถ่ายควรเป็นภาพที่ชัดเจน ฉะนั้น ผู้ที่จะใช้โปรแกรมจะต้องเรียนรู้ใช้เทคนิคในการถ่ายภาพ ปรับแสงให้เหมาะสม เพื่อให้เห็นตัวลูกกุ้งชัดเจน ซึ่งเมื่อนำรูปภาพถ่ายมาประเมินด้วยวิธีการใช้โปรแกรมจะทำให้การประเมินลูกกุ้งทำได้สะดวก ง่ายและรวดเร็วขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้มอบทุนสนับสนุนในการศึกษาระดับปริญญาเอกให้กับผู้วิจัย ทำให้ผู้วิจัยได้องค์ความรู้ใหม่จากการศึกษาในครั้งนี้ ส่งผลต่อเนื่องทำให้เกิดผลงานวิจัยอีกชิ้นหนึ่งที่ทางผู้วิจัยคาดว่าจะเกิดประโยชน์ต่อวงการเพาะเลี้ยงกุ้งต่อไปในอนาคต

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กมลวรรณ ศุภวิญญู ณิชาพล แก้วชฎา และสมพร มีแสงแก้ว. 2552. อัตราส่วนของน้ำหนัก และความยาวโครงสร้างกระดูกวาฬบรูด้า(*Balaenoptera edeni*) ที่เก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร ***ใน*** เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47: สาขาประมง. กรุงเทพฯ, 2552, หน้า 204-211.

[2] จรวย สุขแสงจันทร์ 2554. สัดส่วนเพศและความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักของหมึกสายเศรษฐกิจบริเวณอ่าวไทยตอนบน *ใน* เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: สาขาประมง. กรุงเทพฯ, 2554, หน้า 436-443.

[3] ธนิษฐา ทรรพนันทน์ ใจดี และเสาวลักษณ์ แซ่เตียว 2551. ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนัก ปัจจัยสภาวะสัมพัทธ์ และพารามิเตอร์ของประชากรปลากะตักสีเนื้อ (*Encrasicholina devisi* Whitley, 1940) ในอ่าวปาก *ใน* เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46: สาขาประมง. กรุงเทพฯ, 2551, หน้า 319-328.

[4] วุฒิชัย อ่อนเอี่ยมและวราห์ เทพาหุดี. 2553. ความสัมพันธ์ทางกายภาพต่อปริมาณไข่ และอัตราการฟักไข่ของแม่ปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่ได้จากการเลี้ยงในบ่อดิน *ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48 3-5 ก.พ. 2553, หน้า 99-107.

[5] Araneda, M., E. P. Pérez and E. Gasca-Leyva. 2008. White shrimp *Penaeus vannamei* culture in freshwater at three densities: Condition state based on length and weight. Aquaculture, Volume 283, Issues 1–4, 13-18.

[6] Leclercq, E., J.F. Taylor, D. Hunter and H. Migaud. 2010. Body size dimorphism of sea-reared Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): Implications for the management of sexual maturation and harvest quality. Aquaculture, Volume 301, Issues 1–4, 47-56.

[7] Martínez-Palacios C. A., E. B. Tovar, J. F. Taylor, G. R. Durán and L. G. Ross. 2002. Effect of temperature on growth and survival of *Chirostoma estor estor*, Jordan 1879, monitored using a simple video technique

for remote measurement of length and mass of larval and juvenile fishes. Aquaculture, Volume 209, Issues 1–4, 369-377.

[8] Peixoto, S., R. Soares, W. Wasielesky, R. O. Cavalli and L. Jensen. 2004. Morphometric relationship of weight and length of cultured *Farfantepenaeus paulensis* during nursery, grow out, and broodstock production phases. Aquaculture, *Volume 241, Issues 1–4, 291-299.*

[9] Primavera, J.H., F.D Parado-Estepa, J.L Lebata. 1998. Morphometric relationship of weight and length of giant tiger prawn *Penaeus monodon* according to life stage, sex and source. Aquaculture, Volume 164, Issues 1–4, 67-75.

[10] Volvich, L and S. Appelbaum. 2001. Length to weight relationship of Sea bass *Lates calcarifer (*Bloch) Reared In A Closed Recirculating System. Israeli Journal of Aquaculture – BAMIGDEH. 6 pages.

การใช้ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินร่วมกับการให้น้ำช่วงฤดูแล้งในยางพาราก่อนเปิดกรีด
Fertilizer Application Based on Soil Testing and Irrigation in Dry Season in Immature Rubber Trees

ปราโมทย์ ทิมขำ* สุภาพร ชุติประพฤทธิ์ และประกิต ทิมขำ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน

บทคัดย่อ

ระดับธาตุอาหารและความชื้นในดินที่เหมาะสมเป็นปัจจัยภายนอกที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของยางพาราก่อนเปิดกรีดพันธุ์ RRIT 251 เมื่อใช้ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินร่วมกับการให้น้ำในช่วงฤดูแล้ง ในแปลงเกษตรกรบ้านก๊อดสามขา ตำบลฝายแก้ว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน ระหว่างเดือนเมษายนถึงธันวาคม 2558 โดยวางแผนการทดลองแบบ Split plot in Completely Randomized Design โดยการไม่ให้น้ำและการให้น้ำในช่วงแล้งเป็นปัจจัยหลัก และการไม่ใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำสถาบันวิจัยยาง (20-10-12) และการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน เป็นปัจจัยรอง บันทึกข้อมูลเส้นรอบวงลำต้นเหนือผิวดิน 150 เซนติเมตร ประเมินน้ำหนักเนื้อไม้ยาง และความหนาเปลือกยาง หลังการทดลอง

ผลการทดลองพบว่าการให้น้ำและปุ๋ยเคมีแก่ยางพาราไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วมกัน การไม่ให้น้ำและให้น้ำในช่วงฤดูแล้ง การไม่ให้ปุ๋ย การให้ปุ๋ยตามคำแนะนำ และการให้ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน ทำให้เส้นรอบวงลำต้น และน้ำหนักเนื้อไม้ยางไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ก็มีแนวโน้มว่าการให้น้ำให้ค่าเฉลี่ยสูงกว่าการไม่ให้น้ำ และการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินให้ค่าเฉลี่ยสูงกว่าการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง และการไม่ใส่ปุ๋ย ส่วนความหนาเปลือกยางพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อมีการให้น้ำและให้ปุ๋ยเคมีต่างกัน

คำสำคัญ : ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน, การให้น้ำช่วงแล้ง, ยางพาราก่อนเปิดกรีด

Abstract

Optimal nutrients and soil moisture are an important for plant growth. This experiment was studied to compare growth of immature rubbers (RRIT 251) which were fertilized with soil test and irrigated in dry season of rubber farmer plantation in Nan province. The experiment was designed as split plot in Completely Randomized Design. The main plots were rainfed and irrigated conditions. The subplots were control (no-fertilizer), using 20-10-12 mixed fertilizer recommended by RRIT and fertilizer based on soil test. Trunk girth at 150 cm. from surface soil, fresh biomass of rubber and bark thickness were investigated at the end of experiment.

The results found that an irrigation and fertilizing were not interaction on rubber growth. Both irrigated and fertilized trees showed the trunk girth and fresh biomass were not significant difference ($p>0.05$), but the growth of irrigated trees were tend to higher than rainfed trees. And,

the soil test fertilized trees showed higher growth than 20-10-12 mixed fertilized and controlled trees, respectively. Bark thickness were significant difference ($p<0.05$) in both irrigation and fertilizing treatments.

Keywords: fertilizer based on soil test, Irrigation in Dry Season, Immature Rubber Trees

---

** pramoth2550@hotmail.com โทร. 0896458516

1. บทนำ

ยางพารา (*Hevea brasiliensis*, Muell. Arg.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยและโลก ประเทศไทยผลิตและส่งออกยางธรรมชาติมากเป็นอันดับ 1 ของโลก โดยมีเนื้อที่เปิดกรีด 18.85 ล้านไร่ ได้ผลผลิต 4.47 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 197,263 ล้านบาท ปัจจุบันพื้นที่ปลูกยางพาราในภาคเหนือมีประมาณ 1.23 ล้านไร่ เป็นพื้นที่เปิดกรีดได้ 652,394 ไร่ และจังหวัดน่านมีพื้นที่ปลูก 202,327 ไร่ มากเป็นอันดับ 2 รองจากจังหวัดเชียงราย ยางพาราให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ในแต่ละปีแตกต่างกัน พบว่าในปี 2558 ผลผลิตเฉลี่ยทั้งประเทศและของจังหวัดน่านเท่ากับ 237 และ 98 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) ต้นยางพารามีอัตราการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นก่อนเปิดกรีดและให้ผลผลิตแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ปลูกและพันธุ์ยาง โดยพบว่าในเขตปลูกยางใหม่ทางภาคเหนือและในเขตปลูกยางเดิมทางภาคใต้ต้นยางมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 5.70-7.30 และ 8.10-8.50 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ (โชคชัย, 2541 และดารณี, 2549) ยางพาราอายุ 6 และ 7 ปี ในเขตปลูกยางใหม่ทางภาคเหนือมีเส้นรอบวงลำต้นเพียง 33.20 และ 42.10 เซนติเมตร ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 41 และ 50 เซนติเมตร (พิศมัย, 2556) มีรายงานว่าต้นยางพาราในจังหวัดน่านเปิดกรีดได้เมื่ออายุ 8 ปี (ดารุณีและคณะ, 2543) เกษตรกรจึงมักเปิดกรีดก่อนมีโอกาสทำให้ผลผลิตตลอดวงจรชีวิตยางลดลงร้อยละ 25-29 (พิศมัย, 2553) โดยทั่วไปพื้นที่ปลูกยางพาราที่ให้ผลดี ควรมีน้ำฝนรายปีมากกว่า 2,000 มิลลิเมตร มีจำนวนวันฝนตก 100-150 วัน มีช่วงแล้งไม่เกิน 4 เดือน (Watson, 1989) ยางเล็กก่อนเปิดกรีดต้องการใช้น้ำเฉลี่ยวันละ 50 ลิตรต่อต้น และแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาลซึ่งสังเกตได้จากในช่วงฤดูฝนและช่วงฤดูแล้งต้นยางมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 4-5 และ 1-2 เซนติเมตรต่อต้น ตามลำดับ (อารักษ์, 2552) ประเทศไทยบางพื้นที่ที่มีช่วงแล้งยาวนาน 6 เดือน มีผลทำให้การเจริญเติบโตของต้นยางลดลงร้อยละ 15 (Saengruksawong et al., 1983) การให้น้ำในยางพาราก่อนเปิดกรีดพันธุ์ RRIM 600 อายุ 9 เดือน ทำให้การเจริญเติบโตทางด้านความสูงและเส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นดัชนีชี้ให้เห็นถึงการเปิดกรีดได้เร็วขึ้นในเขตพื้นที่ปลูกยางใหม่ (สุภัทร์ และคณะ, 2550) ในขณะที่การให้น้ำในยางพาราที่เปิดกรีดใหม่ไม่เกิน 3 ปี ในช่วงฤดูแล้งในพื้นที่สวนเกษตรกรตำบลแม่กา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา พบว่า การให้น้ำแก่ยางพาราร้อยละ 30 มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงขึ้นและมีการเจริญเติบโตของลำต้นคือเส้นรอบวงอยู่ระหว่าง 0.16-0.97 เซนติเมตรต่อปี (ประเสริฐ และคณะ, 2557)

ธาตุอาหารพืชเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของยางพารา การจัดการธาตุอาหารในสวนยางจึงมีความสำคัญมากเช่นกัน การใช้ปุ๋ยเคมีในสวนยางของเกษตรกรจังหวัดน่านส่วนใหญ่ใช้ตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง และบริษัทเอกชนผู้ค้าปุ๋ยเคมี จากการศึกษาการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน 6 จังหวัด ของสถาบันวิจัยยาง พบว่า เกษตรกรใช้ปุ๋ยหลายสูตร มีเพียงร้อยละ 42 ใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำ (สูตร

20-10-12) ที่เหลือร้อยละ 58 ใช้ปุ๋ยสูตรอื่นๆ โดยมีร้อยละ 55 ไม่สามารถหาปุ๋ยเคมีสูตรนี้ได้ และร้อยละ 27 ไม่ทราบสูตรปุ๋ยที่สถาบันวิจัยแนะนำ ส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15, 46-0-0 ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ โดยนิยมใส่ 2 ครั้งต่อปี โดยไม่มีการวิเคราะห์ดินก่อนการใส่ปุ๋ย ทั้งนี้การใส่ปุ๋ยให้เหมาะสมตามค่าวิเคราะห์ดินแต่ละแปลง ทำให้ต้นยางก่อนเปิดกรีดมีขนาดเส้นรอบลำต้นและผลผลิตเพิ่มขึ้น (นุชนารถ, 2552) การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกรในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน (พะเยา น่าน และ เชียงใหม่) พบว่า การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีเกษตรกร ทำให้ต้นยางพารามีเส้นรอบลำต้นเพิ่มขึ้น 7.44 และ 7.31 เซนติเมตรต่อปี ตามลำดับ หรือการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินทำให้เส้นรอบลำต้นเพิ่มขึ้นมากกว่าการใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีเกษตรกร เท่ากับ 0.13 เซนติเมตรต่อปี คิดเป็นร้อยละ 1.8 และลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีได้ร้อยละ 16.2 หรือไร่ละ 202 บาทต่อปี (วิลาสลักษณ์ และคณะ , 2557) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของการใช้ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินร่วมกับการให้น้ำในฤดูแล้งต่อการเจริญเติบโตของยางพาราก่อนเปิดกรีดของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดน่าน ซึ่งอาจเป็นแนวทางเลือกให้แก่เกษตรกรในการจัดการสวนยางพาราในเขตภาคเหนือได้

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การคัดเลือกพื้นที่

การทดลองนี้คัดเลือกแปลงปลูกยางพาราพันธุ์ RRIT 251 อายุ 4.5 ปี ใช้ระยะปลูก 3×7 เมตร ของเกษตรกรบ้านก๊อดสามขา หมู่ที่ 12 ตำบลฝายแก้ว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน จำนวนพื้นที่ปลูก 10 ไร่ ดินปลูกเป็นดินชุดเชียงคาน (Chiang Khan Sereis: Ch; Clayey-skeletal, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandiustults) โดยแปลงทดลองมีพื้นที่และการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นของยางพาราค่อนข้างสม่ำเสมอ มีแหล่งน้ำใช้เพียงพอในช่วงฤดูแล้ง

2.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in Completely Randomized Design โดยกำหนดสิ่งทดลองดังนี้

- อัตราการให้น้ำที่ระดับต่างๆเป็นปัจจัยหลัก 2 ระดับ คือ W_0 ไม่มีการให้น้ำ (ได้รับความชื้นจากน้ำฝนธรรมชาติ) และ W_1 การให้น้ำในช่วงฤดูแล้ง (เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน 7 วัน/ครั้ง/3 ชั่วโมง)

- อัตราการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยรอง 3 ระดับ คือ T_1 ไม่ใส่ปุ๋ย T_2 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 20-10-12 อัตรา 400 กรัมต่อต้นต่อปี (ตามคำแนะนำสถาบันวิจัยยาง) และ T_3 ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน (วิเคราะห์ด้วย KU NPK pH Test Kit)

- ใช้จำนวนต้นยางพารา 8 ต้นต่อ 1 ซ้ำ สิ่งทดลองละ 32 ต้น เก็บบันทึกข้อมูลทุกต้น ยกเว้นแถวยางที่เป็นแนวกันระหว่างสิ่งทดลอง

2.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- วัดพิกัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (GPS) แปลงสวนยางของเกษตรกรที่คัดเลือกไว้เพื่อนำไปตรวจเช็คชุดดินจากแผนที่ชุดดินจังหวัดน่าน

- บันทึกขนาดของลำต้นยางพาราที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตรจากพื้นดินก่อนทำการทดลองทุกต้น

- เก็บตัวอย่างดินแบบ Systematic sampling จุดเก็บเป็น X-shape จำนวน 9 จุดทั่วทั้งแปลง ห่างจากต้นยางประมาณ 1 เมตร ที่ระดับความลึก 2 ระดับ คือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร (ภาพที่ 3.1) แต่ละระดับความ

ลึกผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน จะได้ตัวแทนดินเป็น 2 ตัวอย่าง (Composite Samples) นำไปตรวจสอบระดับ NPK ในดินด้วยชุดทดสอบ KU NPK Test Kit

- ติดตั้งระบบให้น้ำในแปลงยางพารา วิธีการให้น้ำแก่ยางพาราใช้มินิสปริงเกลอร์ขนาดรัศมี 2 เมตร บริเวณใต้ทรงพุ่มระหว่างแถวยางพาราแต่ละแถว ระยะห่างระหว่างหัวฉีดพ่นเท่ากับระยะห่างระหว่างต้นยางพาราในแต่ละแถว เพื่อให้รัศมีของการให้น้ำปกคลุมบริเวณรากมากที่สุด อัตราการพ่นน้ำของหัวฉีด 120 ลิตรต่อชั่งโมง ให้น้ำวันละ 3 ชั่วโมง ทุกๆ 7 วัน (ปริมาณน้ำที่ให้ต่อต้นต่อครั้งเท่ากับ 445 ลิตร เฉลี่ยต้นละ 64 ลิตรต่อวัน) และใช้ Tensiometer ตรวจเช็คระดับความชื้นของดินทั้งในแปลงที่ให้น้ำและไม่ให้น้ำที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร จำนวน 4 จุด คือ แปลงให้น้ำ 2 จุด และไม่ให้น้ำอีก 2 จุด

- การใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยจำนวน 2 ครั้งต่อปี คือ เดือนพฤษภาคม และเดือนกันยายน 2558 โดยสิ่งทดลองที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน ภายหลังจากนำตัวอย่างดินมาตรวจสอบระดับ NPK ด้วยชุดทดสอบ KU NPK Test Kit ชั่งน้ำหนักแม่ปุ๋ยแต่ละชนิดให้สอดคล้องกับผลการทดสอบธาตุอาหารในดินและอายุของยางพาราตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง (2551) โดยใช้แม่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0), ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) คลุกเคล้าให้เข้ากัน ในสิ่งทดลองที่ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง ใช้ปุ๋ยสูตร 20-10-12 อัตรา 400 กรัมต่อต้นต่อปี นำปุ๋ยทั้งสองสิ่งทดลองไปหว่านสองข้างของแถวยางรัศมีข้างละ1.50 เมตร แล้วให้น้ำตามสำหรับแปลงทดลองที่ให้น้ำ

- คำนวณค่าปุ๋ยที่ใช้ตลอดการทดลอง โดยราคาปุ๋ยในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นดังนี้ ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0), ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) และปุ๋ยสูตร 20-10-12 กิโลกรัมละ 16, 24, 20 และ 18 บาท ตามลำดับ

2.4 บันทึกการเจริญเติบโตของต้นยางพารา

- วัดเส้นรอบวงลำต้นยางพาราที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตรเหนือผิวดิน ก่อนและหลังการทดลอง

- ประเมินเนื้อไม้ยางพารา โดยการประเมินน้ำหนักสดรวมจากการวัดเส้นรอบวงโคนต้นเหนือรอยเท้าช้าง 20 เซนติเมตร (G) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยใช้สูตรของกฤษฎา (2548)

$$\text{น้ำหนักสดไม้ยาง (กิโลกรัม)} = 2.3167^{G1.1972} \quad (1)$$

โดยที่ G คือ เส้นรอบวงโคนต้นเหนือรอยเท้าช้าง 20 เซนติเมตร มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

- วัดความหนาของเปลือกยาง โดยใช้เหล็กแหลมเจาะเปลือกยางพอถึงเนื้อไม้ที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตรเหนือผิวดิน แล้ววัดความลึกที่เจาะได้ด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

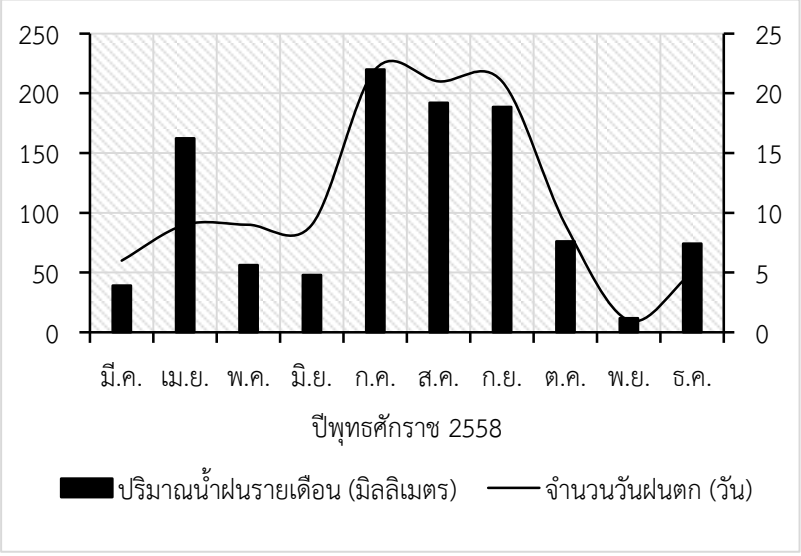
2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

- เปรียบเทียบผลการศึกษาด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองโดยวิธี LSD ใช้ระดับความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

3. ผลการวิจัย

3.1 สภาพภูมิอากาศในช่วงการทดลอง

ข้อมูลจำนวนวันฝนตกและปริมาณน้ำฝนรายเดือนระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 จากสถานีอุตุนิยมวิทยาน่าน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน พบว่า ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกรวมตลอดทั้งปีเท่ากับ 1130.4 มิลลิเมตร และ 117 วัน ตามลำดับ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 106 มิลลิเมตร ในเดือนกรกฎาคมมีปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกมากที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 219.9 มิลลิเมตร และ 22 วัน ตามลำดับ เดือนที่มีปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกน้อยที่สุด คือ เดือนกุมภาพันธ์ รองลงมาคือ เดือนพฤศจิกายน (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกระหว่างการทดลอง เดือนมีนาคม ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ.2558 จากสถานีอุตุนิยมวิทยาน่าน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน

3.2 สมบัติทางเคมีบางประการของดินและธาตุอาหารที่ยางพาราได้รับ

สมบัติของดินก่อนทดลอง: ดินในแปลงปลูกยางพาราเป็นดินชุดเชียงคาน (Chiang Khan Sereis: Ch; Clayey-skeletal, kaolinitic, isohyperthermic Typic Kandiustults) เมื่อตรวจสอบดินด้วยชุด KU NPK pH Test Kit พบว่าดินชั้นล่างเป็นกรดจัด (pH = 5.0) ชั้นบนเป็นกรดปานกลาง (pH= 5.5) ปริมาณ ไนโตรเจนต่ำมาก ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ต่ำ จึงนำมาคำนวณปริมาณธาตุอาหารที่ต้องใส่ให้ต้นยางพาราในสิ่งทดลองที่ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน ซึ่งพบว่ายางพาราแต่ละต้นได้รับธาตุไนโตรเจน และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำมากกว่าการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง (20-10-12) จำนวน 1.29 และ 1.55 เท่า ตามลำดับ

ในขณะที่ได้รับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่า 1.22 เท่า และค่าปุ๋ยสำหรับการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินตลอดการทดลองน้อยกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-10-12 จำนวน 3.74 บาทต่อไร่ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ธาตุอาหารที่ยางพาราแต่ละต้นได้รับจากปุ๋ยในแต่ละสิ่งทดลอง และค่าปุ๋ยต่อไร่ตลอดการทดลอง (เมษายน - ธันวาคม 2558)

การใส่ปุ๋ย	ธาตุอาหารที่ยางพาราได้รับ (กรัม/ต้น)			ค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)
	ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P_2O_5)	โพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O)	
ไม่ใส่ปุ๋ย	0	0	0	0
ใส่ปุ๋ยสูตร 20-10-12	80	40	48	565.20
ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน	103.58	32.68	74.21	561.36

หมายเหตุ กำหนดให้พื้นที่ 1 ไร่ ปลูกยางพาราได้ 76 ต้น

3.3 การเจริญเติบโตของต้นยางพารา

- เส้นรอบวงลำต้นยางพาราที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตรเหนือผิวดิน: ก่อนทำการทดลองเส้นรอบวงลำต้นยางพาราในแต่ละสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.18±1.36 เซนติเมตร เมื่อสิ้นสุดการทดลองระยะเวลา 1 ปี พบว่าการให้น้ำและการให้ปุ๋ยไม่มีปฏิกิริยาร่วมกัน การไม่ให้น้ำและให้น้ำในช่วงฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.18±0.98 และ 41.23±1.70 เซนติเมตร ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยต่างกันก็ไม่มีผลทำให้เส้นรอบวงเฉลี่ยแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยต้นยางพาราที่ไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยสูตร 20-10-12 และให้ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน ให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.85±1.70, 41.50±1.52 และ 41.25±0.73 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2) และเมื่อพิจารณาเส้นรอบวงที่เพิ่มขึ้นหลังการทดลอง พบว่า การให้น้ำทำให้เส้นรอบวงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 6.47±0.61 เซนติเมตร สูงกว่าการไม่ให้น้ำซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.48±0.43 เซนติเมตร ในขณะที่การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน เส้นรอบวงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 6.21±0.67 เซนติเมตร สูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-10-12 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.91±0.90 เซนติเมตร (ตารางที่ 3)

- เส้นรอบวงเหนือรอยเท้าช้างและน้ำหนักไม้ยางสด: การให้น้ำและปุ๋ยแก่ยางพาราไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วมกัน การไม่ให้น้ำและการให้น้ำในช่วงฤดูแล้งทำให้เส้นรอบวงเหนือรอยเท้าช้างและน้ำหนักไม้ยางสดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยให้ค่าเส้นรอบวงเฉลี่ยเท่ากับ 48.19±1.00 และ 48.23±2.01 เซนติเมตร และน้ำหนักไม้ยางสดเฉลี่ยเท่ากับ 239.80±5.98 และ 240.06±11.89 กิโลกรัม ตามลำดับ ในทำนองเดียวกัน การใส่ปุ๋ยต่างกันก็ไม่มีผลทำให้เส้นรอบวงเหนือรอยเท้าช้างและน้ำหนักไม้ยางสดแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยการไม่ใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยสูตร 20-10-12 และการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินให้ค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงเหนือรอยเท้าช้างเท่ากับ 48.89±2.23, 48.33±1.38

และ 48.21±1.55 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยน้ำหนักไม้ยางสดเฉลี่ยเท่ากับ 238.10±13.23, 240.61±8.25 และ 241.08±0.73 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

- ความหนาเปลือกยาง: หลังการทดลองพบว่า การให้น้ำและปุ๋ยไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ร่วมกัน แต่การไม่ให้น้ำและการให้น้ำในช่วงฤดูแล้งแก่ยางพาราทำให้ความหนาเปลือกยางแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) การให้น้ำทำให้ความหนาเปลือกมากกว่าการไม่ให้น้ำ 0.17±0.01 เซนติเมตร ในทำนองเดียวกันพบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีก็มีผลทำให้ความหนาเปลือกยางแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้ความหนาเปลือกยางมากกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-10-12 เท่ากับ 0.07±0.05 เซนติเมตร (ตารางที่ 3)

4. สรุปผลและอภิปรายผล

4.1 สภาพทั่วไปของแปลงทดลอง

แปลงทดลองตามพิกัดภูมิศาสตร์เป็นชุดดินเชียงคาน (Chiang Chan series: Ch) ซึ่งเป็นดินตื้นหรือตื้นมากถึงชั้นลูกรังหนาแน่นภายใน 50 เซนติเมตรจากผิวดิน ดินบนเป็นดินร่วนหรือร่วนปนเหนียวปนลูกรัง สีน้ำตาลเข้ม การระบายน้ำปานกลาง ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เป็นดินที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกยางพารา (นุชนารถ, 2556) มีปริมาณน้ำฝนและจำนวนวันฝนตกรวมตลอดทั้งปีเท่ากับ 1130.4 มิลลิเมตร และ 117 วัน และมีช่วงแล้งติดต่อกันนานประมาณ 6 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนมีนาคมของปีถัดไป สภาพดังกล่าวไม่เหมาะสมสำหรับการปลูกยางพารา โดยทั่วไปพื้นที่ปลูกยางพาราที่ให้ผลดี ควรมีน้ำฝนรายปีมากกว่า 2,000 มิลลิเมตร มีจำนวนวันฝนตก 100-150 วัน และปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือนควรมีปริมาณ 125 มิลลิเมตร และช่วงแล้งไม่เกิน 4 เดือน (Watson, 1989; Rao & Vijayakumar, 1992)

4.2 สมบัติของดินและธาตุอาหารที่ยางพาราได้รับ

สมบัติของดินในแปลงทดลองเมื่อทดสอบด้วย KU NPK pH Test Kit พบว่าดินเป็นกรด มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของวิลาสลักษณ์ และคณะ (2557) ว่าดินปลูกยางในจังหวัดน่าน มีค่า pH 4.8-5.3 อินทรียวัตถุ 0.97-2.68 % อยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงสูง ไนโตรเจน 0.05-0.13 % อยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ไม่พบ จัดอยู่ในเกณฑ์ต่ำ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 19-59 mg/kg อยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงปานกลาง ดังนั้นการกำหนดปุ๋ยตามค่าทดสอบดินเพื่อให้ธาตุอาหารที่ยางพาราได้รับสอดคล้องกับธาตุอาหารในดินและความต้องการของยางพาราอายุ 54 เดือน ซึ่งพบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและโพแทสเซียมที่ละลายน้ำที่ยางพาราได้รับในสิ่งทดลองการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินสูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-10-12 เท่ากับ 23.58 และ 26.21 กรัมต่อต้น ในขณะที่ยางได้รับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-10-12 เท่ากับ 7.32 กรัมต่อต้น (ตารางที่ 1) โดยสูตรปุ๋ยที่ได้เมื่อค่าทดสอบไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินต่ำ คือปุ๋ยสูตร 26-8-19 สำหรับอัตราการใช้ขึ้นอยู่กับอายุของต้นยางพารา (ถ้าอายุยาง 54 เดือน ใส่ 400 กรัมต่อต้น; นุชนารถ, 2551)

4.3 การเจริญเติบโตของต้นยางพารา

- เส้นรอบวงที่ความสูงเหนือระดับผิวดิน 150 เซนติเมตร: พบว่าการให้น้ำและปุ๋ยที่ระดับต่างๆ ไม่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์กัน ยางพาราที่ให้น้ำและไม่ให้น้ำ ที่ไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยสูตร 20-10-12 และใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทั้งก่อนและหลังการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยก่อนทดลองเท่ากับ 35.18±1.36 เซนติเมตร และ

หลังการทดลองเท่ากับ 41.20±1.35 เซนติเมตร ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์การเจริญเติบโตระดับปานกลาง (36=ต่ำ, 41=ปานกลาง และ 46=สูง: สถาบันวิจัยยาง, 2550) อย่างไรก็ตาม การเจริญเติบโตของยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ในแปลงทดลองนี้ มีขนาดใหญ่กว่ายางพันธุ์ RRIT 251 อายุเท่ากันที่ปลูกในเขตปลูกยางใหม่ จังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเพียง 37.6 เซนติเมตร (กรรณิการ์ และนภาวรรณ, 2554) การให้น้ำทำให้เส้นรอบวงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 6.47±0.61 เซนติเมตร สูงกว่าการไม่ให้น้ำซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.48±0.43 เซนติเมตร ในขณะที่การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน เส้นรอบวงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 6.21±0.67 เซนติเมตร สูงกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-10-12 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.91±0.90 เซนติเมตร ซึ่งทั้งการให้น้ำและการใส่ปุ๋ยทำให้เส้นรอบวงเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสอดคล้องกับรายงานของ ดารณี (2549) และ โชคชัย (2541) ว่าในเขตปลูกยางใหม่ทางภาคเหนือ ต้นยางมีอัตราการเจริญเติบโตลำต้นเฉลี่ย 5.70-7.30 เซนติเมตรต่อปี การใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน ทำให้เส้นรอบวงเพิ่มขึ้นต่อเดือนเฉลี่ย 0.52 เซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสิทธิชัย (2556) ที่รายงานว่าการใช้ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้อัตราเส้นรอบวงเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อเดือนสูงกว่าการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ (20-8-20) ในแปลงยางพาราที่ปลูกในภาคใต้

- เส้นรอบวงเหนือรอยเท้าช้างและน้ำหนักไม้ยางสด: การให้น้ำและการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินทำให้เส้นรอบวงเหนือรอยเท้าช้างและน้ำหนักไม้ยางสดเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ทดลองสั้นเกินไป ทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่ชัดเจน

- ความหนาเปลือกยาง: เปลือกยางเกิดจากการแบ่งตัวออกมาทางด้านนอกของเนื้อเยื่อเจริญ เป็นส่วนสำคัญเพราะมีท่อน้ำยางอยู่ โดยทั่วไปต้นยางพาราที่มีเปลือกหนามักจะมีจำนวนท่อน้ำยางมากด้วย ทำให้เมื่อเปิดกรีดมีแนวโน้มให้น้ำยางมากกว่า การให้น้ำทำให้ความหนาเปลือก เฉลี่ยเท่ากับ 0.65±0.07 เซนติเมตร มากกว่าการไม่ให้น้ำ ทั้งนี้อาจเนื่องจากความชื้นในดินมีผลต่อการแบ่งเซลล์ของเยื่อเจริญ และความหนาของเปลือก โดยเฉพาะความหนาของเปลือกชั้นในสุด (พิศมัย, 2551) และการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินให้ความหนาเปลือกมากกว่าการใส่ปุ๋ยสูตร 20-10-12 และไม่ใส่ปุ๋ย และให้ความรู้สึกนุ่มกว่าในขณะเจาะวัดความหนาเปลือก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสิทธิชัย (2556) การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม มีผลต่อการสร้างและความหนาของเปลือกยาง ดังนั้นการให้น้ำในช่วงฤดูแล้งและการใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินมีแนวโน้มลดระยะเวลาก่อนเปิดกรีดและเพิ่มผลผลิตน้ำยางได้

ตารางที่ 2 เส้นรอบวงลำต้น (เซนติเมตร) ที่ความสูงเหนือระดับผิวดิน 150 เซนติเมตร ก่อนและหลังการให้น้ำและปุ๋ยแตกต่างกัน

การให้น้ำ	การใส่ปุ๋ย							
	ไม่ใส่ปุ๋ย		ใส่ปุ๋ยสูตร 20-10-12		ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน		เฉลี่ย	
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
ไม่ให้น้ำ	35.58±1.20	41.03±1.06	36.25±0.76	41.68±1.23	35.30±0.72	40.85±0.54	35.71±0.93	41.18±0.98
ให้	34.35±2.	40.68±2.	34.93±1.	41.33±1.	34.68±1.	41.65±0.	34.65±1.	41.23±1.

น้ำเฉลี่ย	14 34.97±1.73	36 40.85±1.70	61 35.59±1.36	96 41.50±1.52	14 34.99±0.94	73 41.25±0.73	54 35.18±1.36	70 41.20±1.35
C.V. (%)	9.03	14.40	9.03	14.40	9.03	14.40	9.03	14.40

ตารางที่ 3 เส้นรอบวงลำต้นเพิ่มขึ้น (เซนติเมตร) และความหนาเปลือกยาง (เซนติเมตร) หลังการให้น้ำและปุ๋ยแตกต่างกัน

การให้น้ำ	การใส่ปุ๋ย							
	ไม่ใส่ปุ๋ย		ใส่ปุ๋ยสูตร 20-10-12		ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน		เฉลี่ย	
	เส้นรอบวงเพิ่มขึ้น (ซม.)	ความหนาเปลือก (ซม.)	เส้นรอบวงเพิ่มขึ้น (ซม.)	ความหนาเปลือก (ซม.)	เส้นรอบวงเพิ่มขึ้น (ซม.)	ความหนาเปลือก (ซม.)	เส้นรอบวงเพิ่มขึ้น (ซม.)	ความหนาเปลือก (ซม.)
ไม่ให้น้ำ	5.30±0.22	0.40±0.00	5.43±0.50	0.50±0.00	5.73±0.50	0.53±0.05	5.48±0.43	0.48±0.06 b
ให้น้ำ	6.30±0.23	0.60±0.00	6.40±1.00	0.63±0.05	6.70±0.42	0.73±0.05	6.47±0.61	0.65±0.07 a
เฉลี่ย	5.80±0.57	0.50±0.11 c	5.91±0.90	0.56±0.07 b	6.21±0.67	0.63±0.12 a	5.98±0.72	0.56±0.11
C.V. (%)	1.29	8.45	1.29	8.45	1.29	8.45	1.29	8.45

หมายเหตุ อักษรในแถวหรือคอลัมน์ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมัน 95 % โดย LSD

ตารางที่ 4 เส้นรอบวงเหนือรอยเท้าช้าง (ที่ความสูงเหนือระดับผิวดิน 20 เซนติเมตร) และน้ำหนักไม้ยางพาราสดหลังการให้น้ำและปุ๋ยแตกต่างกัน

การให้น้ำ	การใส่ปุ๋ย							
	ไม่ใส่ปุ๋ย		ใส่ปุ๋ยสูตร 20-10-12		ใส่ปุ๋ยตามค่าทดสอบดิน		เฉลี่ย	
	เส้นรอบวงเหนือรอยเท้าช้าง	น้ำหนักไม้ยางสด (กก.)	เส้นรอบวงเหนือรอย	น้ำหนักไม้ยางสด (กก.)	เส้นรอบวงเหนือรอย	น้ำหนักไม้ยางสด (กก.)	เส้นรอบวงเหนือรอย	น้ำหนักไม้ยางสด (กก.)

	(ซม.)		เท้าช้าง (ซม.)		เท้าช้าง (ซม.)		เท้าช้าง (ซม.)	
ไม่ให้น้ำ	48.20±0.88	239.95±5.21	48.36±1.51	240.75±9.05	48.23±2.01	238.70±4.37	48.19±1.00	239.80±5.98
ให้น้ำ	47.58±3.26	236.25±19.29	48.30±1.47	240.48±8.77	48.19±1.00	243.45±5.84	48.23±2.01	240.06±11.89
เฉลี่ย	48.89±2.23	238.10±13.23	48.33±1.38	240.61±8.25	48.21±1.55	241.08±0.73	48.21±1.55	239.93±9.20
C.V.(%)	11.34	38.80	11.34	38.80	11.34	38.80	11.34	38.80

5. กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยเล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณเกชา คูหา ที่อนุเคราะห์แปลงยางพาราสำหรับใช้ในการทดลอง ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาที่สนับสนุนทุนวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กฤษดา สังข์สิงห์, 2548, “ประเมินปริมาณไม้ยางเพื่อกำหนดราคา,” น.ส.พ. กสิกร 78(2), 68-71.

[2] กรรณิการ์ ธีระวัฒนสุข, นภาวรรณ เลขะวิพัฒน์, 2554, “สถาบันวิจัยยาง 408 พันธุ์ยางใหม่ของสถาบันวิจัยยาง,” ว. ยางพารา ฉบับอิเล็กทรอนิกส์, 6 กรกฎาคม-กันยายน, 2-17.

[3] โชคชัย เอนกชัย, 2541, “การวิจัยและพัฒนาการกรีดยาง,” การประชุมคณะกรรมการวิชาการและนักวิชาการสถาบันวิจัยยาง [เอกสารอัดสำเนา], สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

[4] ดารณี โกสัยเสวี, 2549, “การปลูกยางพาราบนที่สูงภาคเหนือ,” สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

[5] ดารณี โกสัยเสวี,กรรณิการ์ ธีระวัฒนสุข, ประเทือง เกงขุนทด, จิรากร โกสัยเสวี, 2543, “ศึกษาการเจริญเติบโตของยางพันธุ์ต่างๆที่ปลูกที่ระดับความสูง 900 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง,” รายงานการวิจัยเรื่องเต็มปี 2543, สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

[6] นุชนารถ กังพิศดาร, 2551, “การใช้ปุ๋ยยางพาราตามค่าวิเคราะห์ดิน,” สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพมหานคร.

[7] นุชนารถ กังพิสดาร, 2552, “การจัดการสวนยางพาราอย่างยั่งยืน: ดิน น้ำ และธาตุอาหารพืช,” สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพมหานคร.

[8] นุชนารถ กังพิสดาร, 2556, “การจัดการดินและปุ๋ยเพื่อการผลิตยางพาราอย่างยั่งยืน,” ในการจัดการสวนยางอย่างยั่งยืน, สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

[9] ประเสริฐ ถาหล้า, กิจติศักดิ์ คุมหน่อแนว, ณัฐวัตร แก้วงาม, กิตติ สัจจาวัฒนา, “อิทธิพลของการให้น้ำต่อการให้ผลผลิตยางพาราในพื้นที่สวนเกษตรกร ตำบลแม่กา จังหวัดพะเยา ประเทศไทย,”แก่นเกษตร 42, ฉบับพิเศษ 1, 423-429.

[10] พิศมัย จันทุมา, 2551, “การกรีดยางและสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้อง,” เอกสารประกอบการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่กรมวิชาการเกษตรหลักสูตรวิชาการยาง, สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

[11] พิศมัย จันทุมา, 2553, “การดรีดยางต้นเล็ก: ปัญหาที่ต้องแก้ไข,” น.ส.พ. กสิกร 83(1), 34-49.

[12] พิศมัย จันทุมา, 2556, “การกรีดยางและสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้อง,” การจัดการสวนยางอย่างยั่งยืน. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

[13] วิลาสลักษณ์ ว่องไว, สันติ โยธาราษฎร์, ฉัตรสุดา เชิงอักษร, ศิริพร หัสสรังสี, พัชราภรร์ ลีลาภิรมย์กุล, ทวีพงษ์ ณ น่าน, นัด ไชยมงคล, สมคิด รัตนบุรี, 2557, “ทดสอบเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตยางพาราพื้นที่ภาคเหนือตอนบน,” รายงานผลการวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2557, สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

[14] สถาบันวิจัยยาง, 2551, “การใช้ปุ๋ยยางพาราตามค่าวิเคราะห์ดิน,” สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพมหานคร, 31-44.

[15] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559, “สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2558,” สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 215.

[16] สิทธิชัย บุญมณี, 2556, “เปรียบการใช้ปุ๋ยตามค่าทดสอบดินและปุ๋ยเชิงผสมสูตร 20-8-20 ในยางพาราก่อนเปิดกรีด,” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิตสาขาวิชาการจัดการทรัพยากรดิน, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 83.

[17] สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา, อโนมา ดงแสนสุข, รวมชาติ แด่พงษ์โสรัถ, ธีระยุทธ นาคแดง, 2550, “ความสัมพันธ์ของสภาพภูมิอากาศกับการเจริญเติบโตของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่ปลูกภายใต้ระบบการให้น้ำ,” ว. แก่นเกษตร 35, 118-125.

[18] อารักษ์ จันทุมา, 2551, “เทคโนโลยีการปลูกสร้างสวนยางในเขตปลูกยางใหม่,” เอกสารประกอบการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่กรมวิชาการเกษตรหลักสูตรวิชาการยาง, สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

[19] อารักษ์ จันทุมา, 2552, “การใช้น้ำของยางพารา,” ศูนย์วิจัยยางฉะเชิงเทรา, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

[20] Rao, P. S., Vijayakumar, K. R, 1992, “Climatic requirements,” In M. R., Sethuraj, N. M., Mathew (Eds.), *Natural Rubber: Biology, Cultivation and Technology* (pp. 200). Amsterdam: Elsevier Science.

[21] Saengruksawong, C., Dansagoonpon, S. Tammarat, C, 1983, “Rubber Planting in the North Eastern and Northern Regions of Thailand,” Proceedings Symposium IRRDB, Beijing, China.

[22] Watson, G. A., 1989, “Nutrition” In Rubber. pp 291-348, New York: Longman, Sciencific & Technical.

การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์มะไฟจีนแผ่น

Formula Development of Wapee (*Clausena lansium* (L.) Skeels) Fruit Leather Product

ปิยะนุช รสเครือ* และมลิวรรณ์ กิจชัยเจริญ

สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมของมะไฟจีนแผ่น โดยจัดการทดลองแบบผสม (Mixture design) กำหนดปัจจัยที่ทำการศึกษาแบบไม่กำหนดช่วง (Simplex centroid design) ศึกษา 3 ปัจจัย คือ ปริมาณน้ำตาล (ร้อยละ 0-100) ปริมาณกรด (ร้อยละ 0-100) และปริมาณเพคติน (ร้อยละ 0-100) และวิเคราะหผลโดยวิธีการวิเคราะหพื้นผิวตอบสนอง (Response surface methodology) จากกราฟ contour plot ผลจากการทดลอง พบว่า ปจจัยทั้ง 3 มีผลตอการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำอิสระ (a_w) คุณภาพเนื้อสัมผัส และคะแนน การยอมรับทางประสาทสัมผัส โดยแตละสิ่งทดลองมีความแตกตางกันอยางมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ได้สูตรที่เหมาะสมของมะไฟจีนแผ่น คือ น้ำตาลร้อยละ 50 กรดร้อยละ 22 และเพคตินร้อยละ 28 มีค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.44 – 0.48 และผู้ทดสอบชิมมีความชอบเล็กน้อยต่อผลิตภัณฑ์มะไฟจีนแผ่น

คำสำคัญ: ผลไม้แผ่น, มะไฟจีน, การวิเคราะหพื้นผิวตอบสนอง, ปริมาณน้ำอิสระ

Abstract

The objective of this study was to investigate the optimal formulation of wapee fruit leather product by using mixture design. Three factors were determined by simplex centroid design; 0-100% sugar, 0-100% citric acid and 0-100% pectin. Then data was analyzed by using response surface methodology. From contour plot, the results showed that three components significantly affected ($p \leq 0.05$) the water activity (a_w) content, texture profile and sensory score of overall liking. The optimal formulation was composed of 50% sugar, 22% citric acid and 28% pectin. The water activity and sensory score of overall liking were 0.44-0.48 and 6.0 (like slightly).

Keywords : fruit leather, wapee fruit, response surface methodology, water activity

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน piyanuchroskhrua@gmail.com โทร. 0 5571 0259 ต่อ 1161

1. บทนำ

มะไฟจีนเป็นผลไม้เศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งของจังหวัดน่าน อยู่ในวงศ์ *Rutaceae* ชื่อวิทยาศาสตร์ *Clausena lansium* (Lour.) Skeels เป็นพืชอาหารและสมุนไพร ที่ใช้ผลสุกแก่กินเป็นผลไม้ แก้โรคกระเพาะ แก้ท้องอืด เร่งน้ำย่อย ช่วยเจริญอาหาร ใช้ใบต้มน้ำสระผมรักษารังแค [1] มะไฟจีนมีสรรพคุณทางสมุนไพรสามารถรักษาโรคต่าง ๆ ได้ เช่น ไข้หวัด โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ เสียงแหบแห้ง ขับเสมหะ แก้โรคกระเพาะแก้อาการท้องอืด ช่วยเจริญอาหารเร่งน้ำย่อย แก้ร้อนใน ตลอดจนใบสามารถใช้แก้รังแค แก้โรคผิวหนัง สำหรับคุณค่าทางอาหารของผลมะไฟจีนสดใน 100 กรัม มีวิตามินซีสูง 20.50 มิลลิกรัม มีใยอาหารมากกว่า 5 กรัม มีแคลเซียม 52.48 มิลลิกรัม และมีพลังงานทั้งหมด 68.25 กิโลแคลอรี่ นับว่าเป็นผลไม้สมุนไพรที่มีประโยชน์หลากหลาย การนำมะไฟจีนมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นทางเลือกเพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบ ผลไม้แผ่น (fruit leather) คือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเอาผลไม้ซึ่งอาจใช้ผลไม้สดหรือผลไม้แห้งมาตีป่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน อาจเติมวัตถุเจือปนอาหาร เช่น น้ำตาล กรด และสารที่ทำให้เกิดเจล ให้ความร้อนแก่ส่วนผสม เทเกลี่ยเป็นแผ่นบางๆ และนำไปทำแห้ง [2] นอกจากนี้ผลไม้แผ่นเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถรับประทานเป็นอาหารว่างที่รับประทานได้ง่าย เก็บรักษาได้นาน มีกลิ่นรสน่ารับประทาน งานวิจัยเรื่องนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำผลไม้ไทยมาเป็น

ส่วนประกอบหนึ่งในการผลิตผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นที่มีกลิ่นรสเป็นที่นิยมในตลาด เป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคได้อีกทางหนึ่ง และสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์สู่ตลาดอาเซียนได้อีกทาง

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตมะไฟจีนแผ่น

โดยวางแผนการทดลองแบบผสม (Mixture Design) กำหนดปัจจัยที่ทำการศึกษาแบบไม่กำหนดช่วง (Simplex Centroid Design) แบบ 3 ปัจจัย ได้สิ่งทดลอง 9 สิ่งทดลอง ปัจจัยที่ทำการศึกษาประกอบด้วย ปริมาณน้ำตาล (ร้อยละ 0-100) ปริมาณกรด (ร้อยละ 0-100) และปริมาณเพคติน (ร้อยละ 0-100) รวมน้ำหนักทั้ง 3 ส่วน 46.5 กรัม โดยควบคุมปริมาณส่วนผสมอื่น คือ เนื้อมะไฟจีน 198 กรัม น้ำสะอาด 132 กรัม แบะแซ 50 กรัม กลีเซอรอล 45 กรัม เกลือ 2 กรัม และมอลโตเด้กซ์ตริน 30 กรัม ตามลำดับ ตรวจสอบคุณภาพ วัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (รุ่น 4TE, Aqua Lab, USA) วัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer (CT3 10K, Brookfield, USA) บันทึกคาแรงยึดเหนี่ยว (Adhesiveness Force) คาความแข็ง (Hardness, N) ความสามารถในการเกาะตัว (Cohesiveness) และ ค่าความเหนียวความหยุ่นตัว (Gumminess) และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยให้คะแนนความชอบแบบ 9-Points Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน

2.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ

นำผลการวิเคราะห์คุณภาพมาวิเคราะหความแปรปรวนทางสถิติของตัวแปร ANOVA วิเคราะหความแตกตางของคาเฉลี่ยดวยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น α = 0.05 ดวยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เวอร์ชั่น 17 และสรางแบบจำลองทางคณิตศาสตรโดยใชสมการเชิงเสน (linear model) ดวยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ คือ $Y_i = \beta_{1x1} + \beta_{2x2} + \beta_{3x3}$ ทั้งนี้กำหนดให Y_i คือคุณภาพทางเนื้อสัมผัส และทางประสาทสัมผัส และ X_i คือ ปริมาณรอยละของส่วนผสม ไดแก X_1 คือ ปริมาณน้ำตาล X_2 คือ ปริมาณกรด X_3 คือ ปริมาณเพคติน จากนั้นคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมโดยสราง กราฟ contour plot ของคาทางเนื้อสัมผัส และความชอบทางประสาทสัมผัส โดยเลือกพื้นที่ที่มีคะแนนความชอบของแตละคุณลักษณะที่มีคะแนนความชอบมากกวา 5.5 หาจุดที่เหมาะสมของปริมาณน้ำตาล กรด และเพคติน

3. ผลการวิจัย

3.1 สูตรที่เหมาะสมต่อการผลิตมะไฟจีนแผ่น

การใช้มะไฟจีนเป็นวัตถุดิบในการทำผลไม้แผ่นทำให้ได้ลักษณะของผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นมา ทั้งทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส นอกจากนี้อัตราส่วนของปริมาณน้ำตาล กรดซิตริก และเพคติน ที่ใช้ในแต่ละสูตรให้คุณภาพ เนื้อสัมผัส และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จากตารางที่ 1 พบว่า ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะไฟจีนแผ่นสูตรทั้ง 9 สิ่งทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของผลิตภัณฑ์มะไฟจีนแผ่นอยู่ในช่วง 0.44-0.50 ซึ่งเป็นช่วงที่จุลินทรีย์ประเภทเชื้อราไม่สามารถเจริญได้ [3] โดยสิ่งทดลองที่ 9 สัดส่วนของน้ำตาลต่อกรดต่อเพคติน เท่ากับ 0333: 0.333: 0.333 มีค่าเฉลี่ยของแรงยึดเหนี่ยวของเจล (adhesiveness) มากที่สุด และ สิ่งทดลองที่ 3 สัดส่วนของน้ำตาลต่อกรดต่อเพคติน เท่ากับ 0: 0: 1 มีความแข็งแรงของโครงสร้างเจล (hardness) มากที่สุด แต่มีความสามารถในการเกาะตัว (Cohesiveness) เนื่องจากมีส่วนผสมของเพคตินมากที่สุด ซึ่งเพคตินทำหนาที่เปนสารเกิดเจล (gelling agents) แลวยังเปนสารเพิ่มความขนหนืด (thickener) สารที่ดูดซับน้ำ (water binder) ทำใหเนื้อสัมผัสมีลักษณะขนหนืดและยืดหยุนมากขึ้น [4], [5]

ตารางที่ 1 ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และคุณภาพเนื้อสัมผัสของมะไฟจีนแผ่น

สิ่งทดลอง	ปริมาณน้ำตาล (X1)	ปริมาณกรด (X2)	ปริมาณเพคติน (X3)	Water activity	คุณภาพเนื้อสัมผัส			
					Adhesiveness (g.sec.)	Hardness (N)	Cohesiveness	Gumminess (N)
1	1.0	0	0	0.48^{b} ±0.02	$1,722.15^{c}$ ±26.23	135.23^{g} ±10.22	0.86^{a} ±0.06	156.12^{b} ±6.26
2	0	1.0	0	0.44^{d} ±0.01	$1,658.69^{d}$ ±29.56	143.21^{f} ± 9.59	0.88^{a} ±0.02	126.50^{d} ±5.28
3	0	0	1.0	0.48^{b} ±0.01	$1,929.56^{b}$ ±22.56	189.23^{a} ±11.58	0.64^{f} ±0.05	166.10^{a} ±6.15
4	0.5	0.5	0	0.50^{a} ±0.02	$1,793.12^{c}$ ±31.48	161.96^{d} ±12.47	0.69^{e} ±0.04	120.36^{e} ±4.26
5	0.5	0	0.5	0.46^{c} ±0.01	$1,658.33^{d}$ ±28.14	174.33^{ab} ±13.45	0.78^{b} ±0.06	125.11^{d} ±6.66
6	0	0.5	0.5	0.44^{d} ±0.01	$1,766.36^{c}$ ±24.16	168.20^{c} ±16.85	0.74^{cd} ±0.02	135.6^{c} ±5.49
7	0.333	0.333	0.333	0.48^{b} ±0.02	$1,912.66^{b}$ ±23.56	164.10^{cd} ± 2.36	0.70^{e} ±0.03	114.87^{f} ±2.36
8	0.333	0.333	0.333	0.44^{d} ±0.01	$1,966.23^{ab}$ ±27.13	168.66^{c} ±15.23	0.76^{bc} ±0.04	120.23^{e} ±5.47
9	0.333	0.333	0.333	0.46^{c} ±0.02	$2,011.56^{a}$ ±32.15	170.16^{bc} ±11.56	0.72^{de} ±0.02	125.16^{d} ±5.11

หมายเหตุ: ตัวอักษร a-c ในแนวตั้ง หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมะไฟจีนแผ่น

สิ่งทดลอง	ปริมาณน้ำตาล (X1)	ปริมาณกรด (X2)	ปริมาณเพคติน (X3)	คุณภาพทางประสาทสัมผัส					
				สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะปรากฏ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	1.0	0	0	5.7^{a} ±0.2	5.8^{b} ±0.2	6.0^{a} ±0.2	5.8^{a} ±0.2	5.3^{a} ±0.2	5.6^{bc} ±0.2
2	0	1.0	0	5.2^{c} ±0.1	4.9^{d} ±0.1	5.2^{c} ±0.1	4.9^{f} ±0.1	4.9^{c} ±0.1	5.3^{d} ±0.2
3	0	0	1.0	5.6^{ab} ±0.1	5.5^{c} ±0.2	5.5^{b} ±0.2	5.6^{b} ±0.2	5.0^{bc} ±0.1	5.7^{ab} ±0.2
4	0.5	0.5	0	5.6^{ab} ±0.1	6.0^{a} ±0.3	5.6^{b} ±0.2	5.7^{ab} ±0.2	5.2^{ab} ±0.1	5.7^{ab} ±0.1
5	0.5	0	0.5	5.3^{c} ±0.1	5.5^{c} ±0.2	4.9^{cd} ±0.1	5.4^{cd} ±0.1	4.8^{c} ±0.1	5.3^{d} ±0.1
6	0	0.5	0.5	5.4^{bc} ±0.2	5.5^{c} ±0.2	4.8^{d} ±0.1	5.4^{cd} ±0.1	4.9^{c} ±0.1	5.5^{c} ±0.2
7	0.333	0.333	0.333	5.4^{bc} ±0.2	5.5^{c} ±0.2	4.9^{cd} ±0.1	5.5^{bc} ±0.1	5.1^{b} ±0.2	5.1^{e} ±0.1
8	0.333	0.333	0.333	5.2^{c} ±0.1	4.5^{e} ±0.1	6.0^{a} ±0.3	5.1^{e} ±0.1	4.9^{c} ±0.1	5.8^{a} ±0.1
9	0.333	0.333	0.333	5.3^{c} ±0.1	4.8^{d} ±0.2	5.1^{c} ±0.1	5.3^{de} ±0.2	5.0^{bc} ±0.1	5.1^{e} ±0.1

หมายเหตุ: ตัวอักษร a-c ในแนวตั้ง หมายถึง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี รสชาติ ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของสิ่งทดลองที่ 8 สัดส่วนของน้ำตาลต่อกรดต่อเพคติน เท่ากับ 0333: 0.333: 0.333 มีคะแนนความชอบด้านรสชาติ และความชอบโดยรวมมากที่สุด ซึ่งเท่ากับ 6.0 และ 5.8 ตามลำดับ

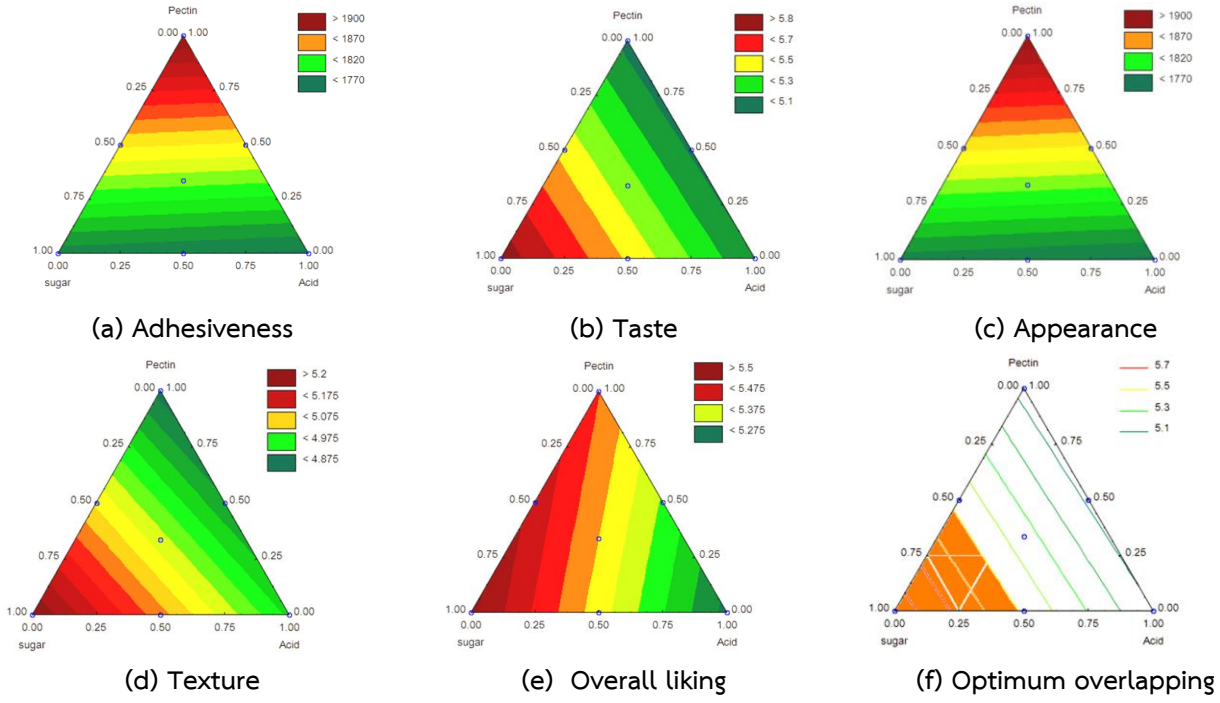
ขอมูลที่ไดจากการทดสอบคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส และความชอบทางประสาทสัมผัสของมัลเบอรี่แผนทั้ง 9 สิ่งทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงวามีความสัมพันธ์กันระหวางปจจัยที่ศึกษากับคาคุณภาพดังกลาว เมื่อนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธี RSM สรางแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใชสมการเชิงเสน (linear model) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์

ระหวาง คาคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับปจจัยที่ทำการศึกษา คือ ปริมาณน้ำตาล (X_1) ปริมาณกรด (X_2) และปริมาณเพคติน (X_3) ผล ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สมการรีเกรสชันของแรงยึดเหนี่ยวของเจล รสชาติ ลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของมะไฟจีนแผ่น

Dependent variable ; y	Predictive Model	R^2
แรงยึดเหนี่ยวของเจล (adhesiveness)	= $975.973X_1+680.0578X_2+725.4418X_3$	0.875
รสชาติ (taste)	= $5.7X_1+5.7X_2+4.9X_3$	0.910
ลักษณะปรากฏ (appearance)	= $5.2778X_1+5.1178X_2+5.2378X_3$	0.855
ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture)	= $5.0089X_1+4.5689X_2+4.6889X_3$	0.841
ความชอบโดยรวม (overall liking)	= $5.1556X_1+4.9956X_2+5.1156X_3$	0.829

หมายเหตุ: X_1 = ปริมาณน้ำตาล X_2 = ปริมาณกรด X_3= ปริมาณเพคติน



(a) Adhesiveness (b) Taste (c) Appearance

(d) Texture (e) Overall liking (f) Optimum overlapping

รูปที่ 1 Contour plot ของ แรงยึดเหนี่ยวของเจล รสชาติ ลักษณะปรากฏ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์มะไฟจีนแผ่น

เมื่อนำสมการรีเกรสชันของค่าแรงยึดเหนี่ยวของเจล และคะแนนการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสจาก ตารางที่ 3 มาสรางกราฟคอนทัวร (Contour plot) โดยพิจารณาเฉพาะคุณลักษณะ ดานรสชาติ ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ดังรูปที่ 1 (a)-(e) นำกราฟใน รูปที่ 1 (a)-(e) มาซอนทับกันเพื่อหาพื้นที่ในการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม ดังรูปที่ 1 (f) และทำการเลือกพื้นที่ที่มีคะแนนความชอบมากกวา 5.5 (ชอบเล็กน้อย) เปนเกณฑ์ในการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสม

จากรูปที่ 1 พบวา พื้นที่ทับกัน เปนพื้นที่ที่มีความเหมาะสมของปริมาณน้ำตาล กรด และเพคตินที่ใชในการผสมในมะไฟจีนแผ่นสูตรพื้นฐาน โดยมีปริมาณน้ำตาลอยู่ในชวงรอยละ 50-100 ปริมาณกรดอยู่ในชวงร่อยละ 0-25 และปริมาณเพคตินอยู่ในชวงร่อยละ 0-30 ดังนั้นสูตรที่จะนำไปพัฒนาตอทำการเลือกพื้นที่ที่มีปริมาณผลไมแตละชนิดในปริมาณมากที่สุดที่มีความเปนไปได้นั้นคือ น้ำตาลรอยละ 50 กรดรอยละ 22 และเพคตินรอยละ 28

4. สรุปผลและอภิปรายผล

จากการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์มะไฟจีนแผ่น พบว่า สูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค มีสัดส่วนของปริมาณน้ำตาล กรด และ เพคติน ดังนี้ น้ำตาลร้อยละ 50 กรดร้อยละ 22 และเพคตินร้อยละ 28 ของน้ำหนักส่วนผสมรวม 46.5 กรัม โดยมีค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.44 – 0.48 และผู้ทดสอบชิมมีความชอบเล็กน้อยต่อผลิตภัณฑ์มะไฟจีนแผ่น โดยสูตรที่เหมาะสมจากงานวิจัยในครั้งนี้จะนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลไม้ไทยชนิดแผ่นต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

6. เอกสารอ้างอิง

[1] อัปสร และคณะ, 2553, พืชอาหารและสมุนไพรท้องถิ่นบนพื้นที่สูง, สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน), 396 หน้า.

[2] Raab, C., Oehler, N., 2000, Making dried fruit leather. Oregon State University, Oregon. 232 p.

[3] ไพบูลย์ ธรรมรัตนวาสิก, 2532, กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร, โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ

[4] นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549, เคมีอาหาร, โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

[5] ชนะชัย กรวิทยาศิลปะ และ วิชมณี ยืนยงพุทธกาล, 2552, การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่นม้วนกลิ่นรสเชอร์รี่ที่ใช้ผลไม้ไทยอบแห้งแทนแอปเปิ้ลอบแห้ง, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 40(1): 409-412.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผงจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านเขาตำหนอน อำเภอทับปุด จังหวัดพังงา

The Development of Tea Sachet Mixed With Ginger Powder Produced From Khao-Tum- Nhon Village Farmer Housewives Group, Tuppud, Phang-nga

ธวัชชัย จิตวารินทร์*

ครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยชุมชนพังงา

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างชา และขิงผงที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด 2) ศึกษาคุณลักษณะด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ และ 3) ศึกษาการยอมรับและแนวโน้มการบริโภคผลิตภัณฑ์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ ผู้บริโภคในจังหวัดพังงา จำนวน 186 คน ผลการศึกษา พบว่า 1) ผลิตภัณฑ์ชาที่มีอัตราส่วนชาร้อยละ 90 และขิงผงร้อยละ 10 ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด และแตกต่างกับชุดการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) 2) คุณลักษณะด้านเคมี และจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานและกฎหมายกำหนด และ 3) ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์คิดเป็นร้อยละ 86 ผู้บริโภคจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้ คิดเป็นร้อยละ 69.4 ผู้บริโภคจะดื่มด้วยเหตุผลเพื่อสุขภาพ คิดเป็นร้อยละ 34.1

คำสำคัญ : ชา, ขิงผง, ชาบรรจุซองผสมขิงผง

Abstract

The purpose of this research were to 1) study the ratio of tea and ginger powder that consumers have accept the most 2) study the physical, chemical and microbiological characteristics of product and 3) study the acceptance and the product consumption trend. The research sample consisted of the 186 consumers living in Phang-nga. Research findings indicated that 1) tea product which consisted of 90% tea and 10% ginger powder had highest score in sensory acceptance and different significantly from the others ($p < 0.05$) 2) physical and micro biological characteristics according to standard and laws and 3) 86 % of consumers accept this product, 69.4% of consumers will buy this product, and 34.1% of consumers will drink this product for health.

Keywords : Tea, Ginger powder, Tea Sachet mixed with Ginger Powder

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน t_jitwarin@hotmail.com โทร. 076-599-405

1. บทนำ

ผู้บริโภคในปัจจุบันให้ความสำคัญกับการดูแลสุขภาพร่างกายของตนเองมากขึ้น ด้วยการเน้นบริโภคอาหารหรือเครื่องดื่มที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยชาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความสนใจจากผู้บริโภคมากขึ้น เนื่องจากชามีสารที่ส่งผลดีต่อร่างกาย เช่น สารคาเทชิน (Catechins) ที่ช่วยลดคอเลสเตอรอล สารต้านอนุมูลอิสระสามารถจับกับอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุของโรคมะเร็ง สารพอลิฟีนอลมีคุณสมบัติในการต้านเชื้อแบคทีเรีย เป็นต้น (สถาบันชา มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, 2558) จึงทำให้ความต้องการบริโภคชาในประเทศยังคงเติบโตต่อเนื่องประมาณร้อยละ 10–15 ทุกปี โดยมีตลาดอาเซียนเป็นคู่ค้าสำคัญ อาทิ สิงคโปร์ อินโดนีเซีย กัมพูชา รวมไปถึงจีน นอกจากนี้การเปิดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) ก็ส่งผลดีต่อธุรกิจชาให้เติบโตขึ้นด้วย เนื่องจากจะมีความตกลงการรวมกลุ่มเศรษฐกิจอาเซียนในประเด็นเรื่องการเปิดเสรี การอำนวยความสะดวก การส่งเสริมการค้าสำหรับสินค้าเกษตร (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556: 1)

ชาสมุนไพรเป็นผลิตภัณฑ์ชาอีกประเภทหนึ่งที่ได้รับความนิยมมากจากผู้บริโภคในยุคปัจจุบัน เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ชาที่มีรสชาติ และกลิ่นที่หลากหลาย โดยชาสมุนไพรเป็นผลิตภัณฑ์ชาที่มีส่วนผสมของสมุนไพร เครื่องเทศ ผลไม้แห้ง หรือดอกไม้แห้งกับใบชา ดังนั้นกลิ่นรส และสรรพคุณของชาสมุนไพรจึงขึ้นอยู่กับประเภทของสมุนไพรที่เป็นส่วนผสม โดยในพื้นที่จังหวัดพังงามีพืชสมุนไพรสำคัญ คือ ขิง (Ginger) ที่สร้างอาชีพให้กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้าน เขาตำหนอน ตำบลถ้ำทองหลาง อำเภอทับปุด ด้วยการแปรรูปเป็นขิงผงแล้วส่งไปจำหน่าย สร้างรายได้ให้แก่กลุ่มแม่บ้านฯ เฉลี่ยปีละ 420,000 บาท ขิงเป็นพืชสมุนไพรที่มีกลิ่นหอม มีสรรพคุณแก้หวัด แก้ปวดประจำเดือนรักษาอาการท้องอืด จุกเสียด ปวดท้อง คลื่นไส้อาเจียน ขับลม ระงับอาการไอ และขับเสมหะ ฆ่าเชื้อโรคในช่องปาก ลดกลิ่นปาก รักษาอาการปวดหัวไมเกรน (กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2557) ทั้งนี้ ขิงผงที่ผลิตโดยกลุ่มแม่บ้านดังกล่าวยังได้รับการรับรองคุณภาพจากหลายหน่วยงาน เช่น กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ให้เป็น “วัตถุดิบที่อยู่ในเกณฑ์รับรองคุณภาพสมุนไพรไทย” ได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขิงผงสำเร็จรูปจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้รับใบอนุญาตใช้ตราสัญลักษณ์ “สินค้าคุณภาพ กรมส่งเสริมการเกษตร” (สำนักงานเกษตรอำเภอทับปุด, 2557)

จากจุดเด่นของขิงผงที่มีสรรพคุณเด่นชัด ประกอบกับโอกาสด้านผู้บริโภคที่หันมาดูแล และให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้น รวมถึงโอกาสด้านการขยายตัวของตลาดชาภายในประเทศ และจากภารกิจสำคัญของวิทยาลัยชุมชนพังงาที่มุ่งเน้นพัฒนาคน และพัฒนาท้องถิ่น จึงเป็นเหตุให้ผู้วิจัย และนักศึกษาระดับอนุปริญญา วิทยาลัยชุมชนพังงา ลงพื้นที่เพื่อนำความรู้ และประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้กระบวนการ แปรรูปผลผลิตทางการเกษตรในท้องถิ่น วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อชีวิต ซึ่งได้แปรรูปขิงเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ ขิงผงผสมสมุนไพร ไอศกรีมแท่งแบบโบราณรสขิง ลูกอมขิง และชาขิงผงของดี 2 ภาค ไปแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันกับสมาชิกกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านเขาตำหนอน (ธวัชชัย จิตวารินทร์, 2560 : 7-8) จากนั้นทางกลุ่มได้ติดต่อผู้วิจัยว่าต้องการที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาผสมขิงผง โดยให้เหตุผลว่า ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีกระบวนการผลิตที่ไม่ยุ่งยาก สามารถนำผลิตภัณฑ์ขิงผงผสมกับใบชาได้ทันที โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมโดยไม่ต้องลงทุนเพิ่ม ด้วยเหตุดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผงโดยใช้ขิงผงจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านเขาตำหนอน และใช้ใบชาจากสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นแหล่งปลูกชาที่มีชื่อเสียง และเป็นแหล่งผลิตใบชาคุณภาพดี อีกทั้งยังเป็นโครงการหลวงส่วนพระองค์ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช (สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง, 2555) เพื่อเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรทั้ง 2 ชนิด ทั้งยังเพิ่มทางเลือกสำหรับผู้บริโภค และใช้ทรัพยากรในชุมชนเพื่อสร้างรายได้ให้แก่กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านเขาตำหนอนและกลุ่มเกษตรกรที่ผลิตชาต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างชา และขิงผงสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผงที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด

2. เพื่อศึกษาคุณลักษณะด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผง

3. เพื่อศึกษาการยอมรับและแนวโน้มการบริโภคของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผง

1.2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 แนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นกระบวนการที่ทำให้ได้สินค้า หรือผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณภาพดีขึ้น ปลอดภัยต่อการบริโภค ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค และเป็นที่ต้องการของตลาด โดยเพอร์รอลต์ และคณะ (Perreault, *et al.*, 2013 : 342) จำแนกผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการใหม่ (New Product Development) เป็น 3 ลักษณะคือ1) ผลิตภัณฑ์นวัตกรรมใหม่ (Innovative Product) 2) ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงใหม่โดยการปรับเปลี่ยน ดัดแปลง (Replacement Product of Modify Product) และ 3) ผลิตภัณฑ์ลอกเลียนแบบ หรือ การลอกเลียนแบบผลิตภัณฑ์ (Imitative or Me-too-Product)

1.2.2 การทดสอบผลิตภัณฑ์และการประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส

คูเปอร์ (Cooper, 2011 : 24) อธิบายว่าในการทดสอบผลิตภัณฑ์นอกจากจะทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการแล้วยังต้องทำการทดสอบกับผู้บริโภคด้วย โดยต้องได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคและผู้บริโภคต้องเกิดความชอบจึงจะทำให้ผู้บริโภคซื้อผลิตภัณฑ์ ขั้นตอนการทดสอบกับผู้บริโภคจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งโดยมีการพบว่า ครึ่งหนึ่งของความล้มเหลวในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่มีสาเหตุมาจากไม่ได้ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งสาขาวิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2555 : 15) ได้ระบุไว้ว่า การทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัสเป็นขั้นตอนสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์จะต้องนำผลการทดสอบไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการหรือทำให้ผู้บริโภค เกิดความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์มากที่สุด การวิจัยครั้งนี้จะใช้ผู้บริโภค (Consumer panel) เป็นผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้การทดสอบความชอบหรือการยอมรับ (Acceptance tests) ด้วยการให้คะแนนความชอบ (Hedonic scaling) เพื่อประเมินความรู้สึกของผู้ทดสอบในแง่ของความชอบหรือการยอมรับ ผู้บริโภคจะเลือกผลิตภัณฑ์ที่ชอบมากกว่าด้วยการให้คะแนนมากกว่าผลิตภัณฑ์อื่นๆ ทั้งนี้ควรใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส จำนวนอย่างน้อย 50 คน

1.2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วอนสี ลอคำเฮือง และคณะ (2556 : 455-463) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาเขียวผสมข้าวก่ำชนิดชงละลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของชาเขียว และข้าวก่ำคั่วผงโดยใช้อัตราส่วนชาเขียวต่อข้าวก่ำคั่วผง (โดยน้ำหนัก) 50:50, 60:40, 70:30 และ 80:20 ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส (n=50) พบว่าสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดคือ 60:40 อีกทั้งพบว่าผู้บริโภคร้อยละ 90 ให้การยอมรับ และร้อยละ 84 เต็มใจซื้อผลิตภัณฑ์นี้

สุนันทา คะเนนอก (2556: 29-30) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเปลือกกล้วยน้ำว้าเพื่อสุขภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเปลือกกล้วยน้ำว้าเพื่อสุขภาพ และศึกษาการยอมรับด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภค (n=50) ผลการศึกษาพบว่ากล้วยน้ำว้าห่ามอายุ 3 วันหลังจากตัดกล้วยดิบจะเหมาะสมกับการผลิตชา โดยผู้บริโภคให้การยอมรับชาสูตรผงชาเปลือกกล้วย 2 กรัมมากที่สุด ผู้วิจัยพัฒนาชาเปลือกกล้วยเสริมสมุนไพร 3 ชนิดคือ ตะไคร้ เก๊กฮวย และใบเตยหอม พบว่าผู้บริโภคยอมรับชาเปลือกกล้วยสูตรมาตรฐานกับชาเปลือกกล้วยเสริม กลิ่นสมุนไพรตะไคร้สูงที่สุด

ราวิคูมาร์ (Ravikumar, 2014 : 236-238) ได้สังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับชาสมุนไพร สรุปได้ดังนี้ ชาสมุนไพรจะผลิตจากชาผสมใบ เมล็ด หรือรากของพืชชนิดต่างๆ ที่ไม่ใช่ชา ส่วนชาที่ผลิตจากพืชสมุนไพรอื่นๆ ที่ไม่ใช่ชาจะเรียกว่า ทีซาน (tisanes) โดยปกติชาสมุนไพร และทีซานจะมีสรรพคุณยา แต่มีบางชนิดที่มีคุณสมบัติในการให้พลังงาน คืนความสดชื่น ทำให้รู้สึกผ่อนคลาย ช่วยแก้ปัญหาระบบย่อยอาหาร เสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน ชาสมุนไพรที่ได้รับความนิยม ได้แก่ ชาดำ ชาเขียว ชาคาโมไมล์ ชาขิง ชาโสม ชาเปปเปอร์มินต์ นอกจากนี้ยังมีชาสมุนไพรบางชนิดที่มีสรรพคุณทางยาอย่างชัดเจน เช่น ชาแอสทราการัส หรืออิ่งคี้ซึ่ง เป็นพืชในวงศ์ถั่วและในสกุล Astragalus ที่มีสรรพคุณช่วยบำรุงร่างกาย สมานแผล บรรเทาโรคเบาหวาน ปกป้องระบบเส้นเลือดในกล้ามเนื้อหัวใจต่อต้านแบคทีเรีย นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับชาสมุนไพรอีกหลายเรื่องที่พบว่า ชาสมุนไพรสามารถช่วยให้ผู้ป่วยที่ติดเชื้อ HIV มีสุขภาพดีขึ้นอีกด้วย

โอดูโร และคณะ (Oduro *et al*, 2013 : 53-59) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนา และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชาสมุนไพร หรือทีซานที่ใช้พืช 3 ชนิดนำมาผสมในอัตราส่วนต่างๆ จากนั้นนำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส (n=50) ผลการทดสอบพบว่า ชาสมุนไพรหรือทีซานที่ประกอบด้วย มะรุมร้อยละ 50 กระเจี๊ยบแดง ร้อยละ 30 และ ตะไคร้ ร้อยละ 20 ของน้ำหนักได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสในทุกด้านมากกว่าชาชนิดอื่นๆ

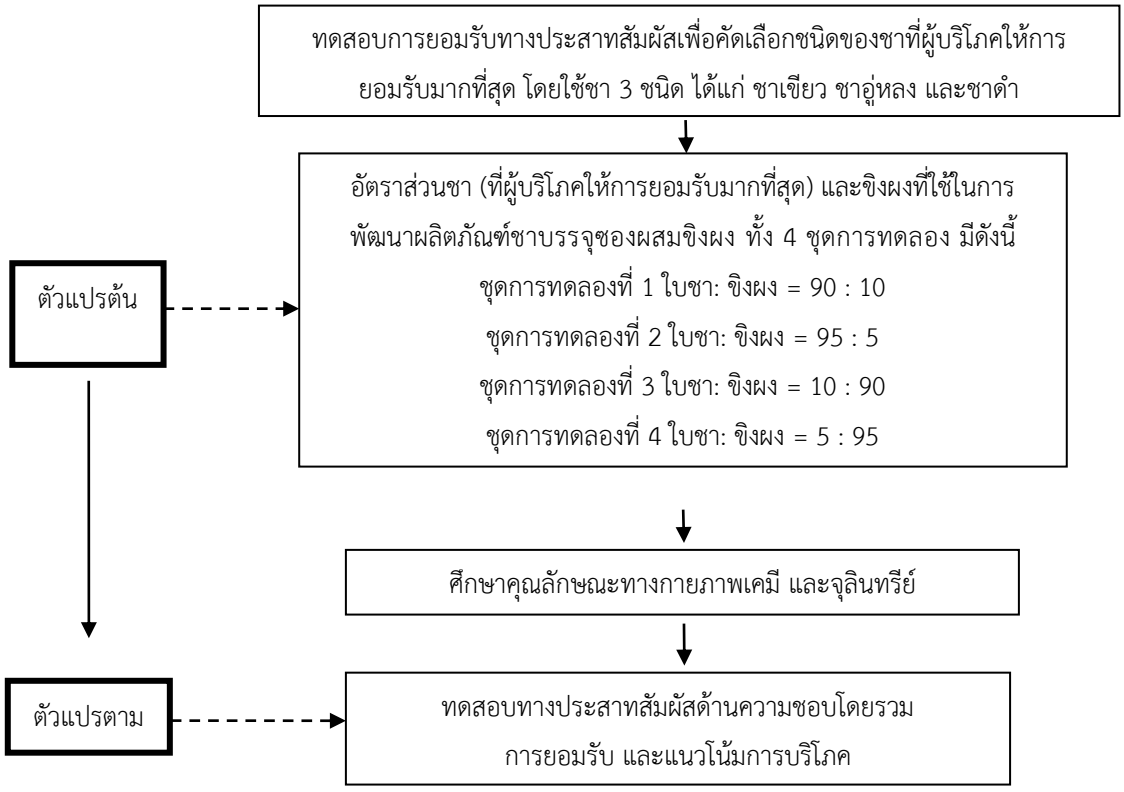
ซุจกา และแพนเกียวิกซก์ (Sujka and Pankiewicz, 2015 : 53-58) ได้ศึกษาสารต่อต้านอนุมูลอิสระ และการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคประเทศโปแลนด์ที่มีต่อชาเขียวที่ผสมกับผลไม้แห้ง โดยใช้อัตราส่วนของผลไม้แห้งในปริมาณ ร้อยละ 10 20 และ 30 ผสมกับชา ผลไม้แห้งที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ผลควินซ์ แครนเบอร์รี่ ส้ม เลมอน และเกรพฟรุต ผล

การทดลองพบว่า ชาที่ผสมกับผลควินซ์ ร้อยละ 30 จะมีปริมาณสารต่อต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ซึ่งจะมีปริมาณมากกว่าชาเขียว ร้อยละ 40 แต่ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมทางประสาทสัมผัสรับชาเขียวที่ผสมแครนเบอร์รี่ ร้อยละ 30 มากที่สุด

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า สามารถพัฒนาชาให้เป็นผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพร หรือชาที่มีกลิ่นรสต่างๆ ซึ่งเป็นการเพิ่มทางเลือกในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ และเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคอีกด้วย

1.3 กรอบแนวคิด

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยมีกรอบแนวคิดการวิจัยดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ทั้งนี้ อัตราส่วนชา และขิงผงที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผง โดยใช้เกณฑ์ตามการแบ่งประเภทของชาและชาสมุนไพรตาม ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 280) เรื่อง ชาสมุนไพร พ.ศ.2547 และ แนวทางการพิจารณาอาหารประเภท ชาสมุนไพร พ.ศ. 2549 2 ชนิด คือ 1) ชา (สมุนไพรไม่เกิน ร้อยละ 10) และ 2) ชาสมุนไพร (สมุนไพรตั้งแต่ร้อยละ 90 ขึ้นไป) ทั้งนี้อาจเป็นชาสมุนไพรจากพืชชนิดเดียวหรือผสมกับพืชชนิดอื่นที่กำหนดไว้ในประกาศหรือผสมกับชาในสกุล Camellia ก็ได้

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตการวิจัย วิธีการเก็บข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ทำการศึกษาคุณลักษณะด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม การยอมรับและแนวโน้มการบริโภคผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผงของผู้บริโภค

2.2 ขอบเขตด้านวัตถุดิบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผง

1. ใบชาที่ใช้ 3 ชนิด ได้แก่ ชาเขียว เลขสารบบอาหาร 50-2-00248-2-0002 ชาอู่หลง เลขสารบบอาหาร 50-2-06048-2-0006 และชาดำ เลขสารบบอาหาร 50-2-00248-2-0008 ที่ผลิตจากสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง ซึ่งเป็นโครงการในพระราชดำริ หมู่ 5 ต. แม่งอน อ. ฝาง จ.เชียงใหม่ โดยนำไปบด แล้วร่อนด้วยตะแกรง 30 mesh จากนั้นนำไปบรรจุซอง

2. ขิงผงที่ใช้จะใช้ผลิตภัณฑ์ขิงผงไม่ผสมน้ำตาล เลขสารบบอาหาร 82-2-01141-2-0004 ที่ผลิตจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านเขาตำหนอน ต. ถ้ำทองหลาง อ. ทับปุด จ. พังงา

2.3 ขอบเขต และขนาดของตัวอย่าง

ใช้ผู้ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส จำนวน 287 คน โดยเลือกตัวอย่างแบบใช้วิจารณญาณ (Judgement sampling) มีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นตอนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกชนิดของชา ใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่เป็นผู้บริโภคในจังหวัดพังงา อายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป ที่สามารถบริโภคเครื่องดื่มชาร้อนได้ จำนวน 101 คน

2. ขั้นตอนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผง จะใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่เป็นผู้บริโภคในจังหวัดพังงา อายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป ที่สามารถบริโภคเครื่องดื่มชาร้อน และน้ำขิงร้อนได้ จำนวน 186 คน

โดยขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากการคำนวณโดยใช้สูตรการคำนวณขนาดตัวอย่างกรณีที่ไม่ทราบประชากรที่แน่นอน (Zikmund, 2003 : 54-56) มีสูตรการคำนวณ ดังสมการที่ (1)

$$n = Z^2 p (1 - p) / E^2 \quad (1)$$

กำหนดให้

n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

Z = ค่ามาตรฐานที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ค่ามาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.96

E = ค่าความเคลื่อนสูงสุดที่ยอมรับได้ในการคาดประมาณระหว่างสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างกับสัดส่วนของประชากรจริงซึ่งกำหนดไว้ที่ร้อยละ 5 หรือ 0.05

P = ค่าประมาณสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างได้จากการสอบถามผู้บริโภคว่าเคยดื่มชาร้อนในระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมาหรือไม่ จำนวน 30 คน พบว่า ผู้บริโภคที่ดื่มชาในระยะเวลา 1 เดือนมีจำนวน 28 คน ดังนั้น สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 28 / 30 = 0.93 (แทนค่าสูตรในขั้นตอนการคัดเลือกชนิดของชา)

p = ค่าประมาณสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างได้จากการสอบถามผู้บริโภคว่าเคยดื่มชาร้อนและบริโภคน้ำขิงในระยะเวลา 1 เดือนที่ผ่านมาหรือไม่จำนวน 30 คนพบว่าผู้บริโภคที่ดื่มชาและมีการดื่มน้ำขิงในระยะเวลา 1 เดือน มีจำนวน 24 คน ดังนั้น สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 26 / 30 = 0.86 (แทนค่าสูตรในขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผง)

2.4 วิธีการศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบโดยรวมของชาทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ชาเขียว ชาอู่หลง และชาดำ ด้วยการให้คะแนนแบบ 5-point hedonic scale (Meilgaard *et al*., 2007: 189) โดยผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส 101 คน เพื่อคัดเลือกชนิดของชาที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุด โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

2. นำชาที่ผู้บริโภคมีความชอบมากที่สุดมาผสมกับขิงผง ให้ชาแต่ละซองมีน้ำหนักสุทธิ 2 กรัมวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) โดยจัดชุดการทดลองแบบแฟกทอเรียล 2x2 โดยมีอัตราส่วนน้ำหนักของชา และขิงผง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดชุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	ชา (ร้อยละ)	ขิงผง (ร้อยละ)
1	95	5
2	90	10
3	10	90
4	5	95

3. นำตัวอย่างชาทั้ง 4 ชุดการทดลองไปตรวจสอบคุณลักษณะด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ค่าการ ส่องผ่านของแสง ด้านเคมี ได้แก่ ค่าความชื้น และค่าปริมาณเถ้าทั้งหมด และด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

4. ทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบโดยรวมของชาทั้ง 4 ชุดการทดลอง โดยให้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส จำนวน 186 คน ให้คะแนนด้วยวิธี 5-point hedonic scale โดยวางแผนการทดลองแบบ สุ่มบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จากนั้นศึกษาแนวโน้มการบริโภค นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และทดสอบ Chi square Test

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม (Best, 1997 : 190) มีรายละเอียดดังนี้ ค่าเฉลี่ยในช่วง 1.00 – 1.49, 1.50– 2.49, 2.50– 3.49, 3.50– 4.49 และ 4.50– 5.00 มีความหมายตามลำดับ ดังนี้ ชอบน้อยที่สุด ชอบน้อย ชอบปานกลาง ชอบมาก และชอบมากที่สุด 2. ค่าสถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ทดสอบแนวโน้มการบริโภคผลิตภัณฑ์ด้วย Chi square Test

3. ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ความชอบโดยรวมของชา 3 ชนิด ของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบโดยรวมของชา 3 ชนิด ที่ทดสอบโดยผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่าง (n = 101)

ชนิดของชา	**คะแนนความชอบโดยรวม**		**การแปลผลคะแนน**
	$\bar{X}$	**S.D.**	
ชาเขียว	3.80[a]	1.04	มาก
ชาอู่หลง	3.23[b]	0.99	ปานกลาง
ชาดำ	2.73[c]	0.95	ปานกลาง

* อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 2 พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมแก่ชาเขียวมากที่สุด และมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกับค่าเฉลี่ยของชาอู่หลง และชาดำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผู้วิจัยจึงนำชาเขียวมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาผสมขิงผงในขั้นตอนต่อไป

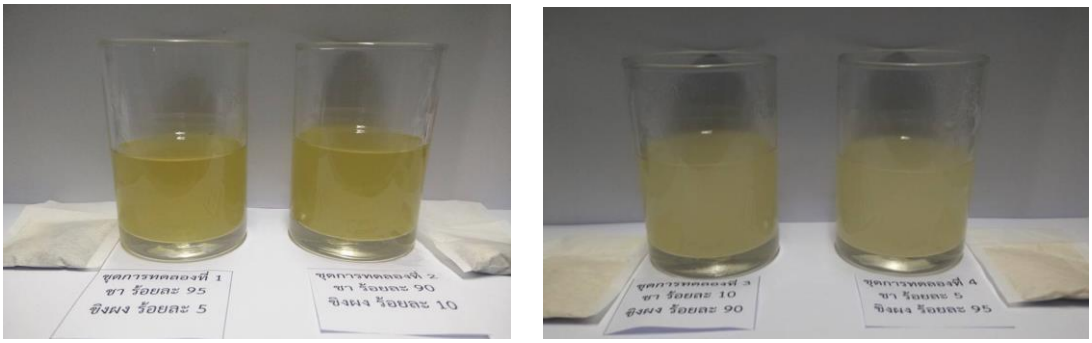
2. ผลการตรวจสอบคุณลักษณะด้านกายภาพ ด้านเคมี ด้านจุลินทรีย์ และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของชาทั้ง 4 ชุดการทดลอง สรุปได้ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณลักษณะด้านกายภาพ ด้านเคมี ด้านจุลินทรีย์ และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของชาทั้ง 4 ชุดการทดลอง

คุณลักษณะด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์	ชุดการทดลอง			
	1 (ชา : ขิงผง) (95 : 5)	2 (ชา : ขิงผง) (90 : 10)	3 (ชา : ขิงผง) (10 : 90)	4 (ชา : ขิงผง) (9 : 95)
ค่าสี - L	20.49±0.09^{a}	20.85±0.02^{a}	22.61±0.39^{b}	22.29±0.16^{b}
- a	-0.32±0.09^{a}	-0.24±0.11^{a}	-0.25±0.27^{a}	-0.14±0.16^{a}
- b	-1.13±0.19^{a}	-1.06±0.12^{a}	-1.04±0.17^{a}	-0.89±0.14^{a}
ค่าการส่องผ่านของแสง	75.77±0.21^{a}	71.37±0.12^{b}	34.63±0.47^{c}	30.93±0.23^{d}
ค่าความขุ่น	5.07±0.06^{a}	5.43±0.29^{b}	7.02±0.08^{c}	7.54±0.10^{d}
ปริมาณเถ้าทั้งหมด	4.48±0.04^{a}	4.45±0.09^{a}	3.69±0.09^{b}	3.38±0.05^{c}
จุลินทรีย์ทั้งหมด(CFU/ml)	3.67*10²	3.67*10²	4.00*10²	4.67*10²
ยีสต์และรา (CFU/ml)	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม (n = 186)	3.71^{a}±1.05	4.12^{b}±0.96	2.94^{c}±1.00	2.91^{c}±1.34

* อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่า a และ ค่า b ของชาทั้ง 4 ชุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนค่าอื่นๆ ของชาผสมขิงผงทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่า ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมแก่ชาในชุดการทดลองที่ 2 มากที่สุด และมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกับชาอีก 3 ชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอรูปของชา 4 ชุดการทดลอง ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ชาทั้ง 4 ชุดการทดลอง โดยเรียงลำดับชุดการทดลองที่ 1 ถึง 4 จากซ้ายไปขวา

3. ผลการศึกษาแนวโน้มการบริโภคผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผง มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละข้อคำถามดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แนวโน้มการบริโภคผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผงของผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่าง

ข้อคำถาม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผงในสูตรที่ท่านให้คะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดหรือไม่ (n=186)		
- ยอมรับ	160	86.0
- ไม่ยอมรับ	26	14.0
รวม	186	100.00
Chi-square = 96.54 df = 1 Significant = 0.00		
2. หากมีผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผงพร้อมชงวางจำหน่ายท่านเต็มใจซื้อผลิตภัณฑ์หรือไม่ (n=186)		
- ซื้อ	129	69.4
- ไม่ซื้อ (ผู้บริโภคจำนวน 57 คน ที่ตอบแบบสอบถามข้อที่ 2 ว่าไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ ไม่ต้องทำแบบสอบถามข้อ 3-4)	57	30.6
รวม	186	100.00
Chi-square = 27.87 df = 1 Significant = 0.00		
3. โปรดระบุเหตุผลในการเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผงของท่าน (n=129)		
- เพื่อสุขภาพ	44	34.1
- ความแปลกใหม่	26	20.2
- ส่วนผสม	27	20.9
- ข้อมูลจากการประชาสัมพันธ์	7	5.4
- ความชอบเป็นส่วนตัว	25	19.4
รวม	129	100.00
Chi-square = 26.62 df = 4 Significant = 0.00		
4. ท่านคิดว่าจะดื่มผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผงบ่อยแค่ไหน (n=129)		
- ไม่แน่นอน	43	33.3
- น้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์	35	27.1
- 4 – 5 ครั้งต่อสัปดาห์	25	19.4
- 6 – 7 ครั้งต่อสัปดาห์	16	12.4
- มากกว่า 7 ครั้งต่อสัปดาห์	10	7.8
รวม	129	100.00
Chi-square = 28.17 df = 4 Significant = 0.00		

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าผู้บริโภคร้อยละ 86.0 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผงในสูตรที่ให้คะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด โดยจำนวนผู้บริโภคที่ยอมรับผลิตภัณฑ์ชาแตกต่างกับผู้บริโภคที่ไม่ยอมรับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยผู้บริโภคร้อยละ 69.4 จะซื้อผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผงพร้อมชงหากมีวางจำหน่าย ซึ่งจำนวนผู้บริโภคที่เต็มใจซื้อผลิตภัณฑ์ชาแตกต่างกับผู้บริโภคที่ไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ชาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ สาเหตุที่ผู้บริโภคไม่ซื้อชาบรรจุ

ซองผสมขิงผงเนื่องมาจาก 4 สาเหตุหลัก ดังนี้ 1) ผู้บริโภค 31 คน หรือร้อยละ 54.39 ของจำนวนผู้บริโภคที่ไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ชา จะซื้อผลิตภัณฑ์ชาหากชามีรสหวานหรือหวานเล็กน้อย 2) ผู้บริโภค 15 คน หรือร้อยละ 26.32 ของจำนวนผู้บริโภคที่ไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ชา อยากให้มีบรรจุภัณฑ์ที่ง่ายต่อการพกพา หรืออยากให้มีบรรจุภัณฑ์ที่สะดวกต่อการดื่ม เช่น บรรจุขวด 3) ผู้บริโภค 6 คน หรือร้อยละ 10.53 ของจำนวนผู้บริโภคที่ไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ชาอยากทราบสรรพคุณ หรือข้อมูลทางการแพทย์ก่อนตัดสินใจซื้อ และ 4) ผู้บริโภค 5 คน หรือร้อยละ 8.77 ของผู้บริโภคที่ไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ชา อยากเห็นบรรจุภัณฑ์ก่อนซื้อ

ทั้งนี้ ผู้บริโภคระบุว่าจะเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผง เนื่องจากเหตุผลเพื่อสุขภาพมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.1 โดยเลือกบริโภคจากเหตุผลด้านความชอบเป็นส่วนตัวน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 19.4 โดยจำนวนผู้บริโภคที่เลือกบริโภคผลิตภัณฑ์ชาด้วยเหตุผลเพื่อสุขภาพแตกต่างกับผู้บริโภคที่เลือกบริโภคผลิตภัณฑ์ชาด้วยเหตุผลอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อีกทั้ง พบว่า ผู้บริโภคที่จะซื้อผลิตภัณฑ์จะดื่มผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผงในความถี่ไม่แน่นอนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33.3 โดยผู้บริโภคจะดื่มผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองมากกว่า 7 ครั้งต่อสัปดาห์ น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 7.8 โดยจำนวนผู้บริโภคที่เลือกบริโภคผลิตภัณฑ์ชาในความถี่ต่อสัปดาห์ ในจำนวนครั้งที่ไม่แน่นอนแตกต่างกับผู้บริโภคที่เลือกบริโภคผลิตภัณฑ์ชาในช่วงความถี่อื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

4. สรุปผล และอภิปรายผล

1. คุณสมบัติด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าความชื้น และปริมาณเถ้าทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผงชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ซึ่งจัดเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทชานั้น พบว่า มีค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 196 เรื่อง ชา พ.ศ. 2543 ฉบับที่ 280 เรื่อง ชาสมุนไพร พ.ศ.2547 และ แนวทางการพิจารณาอาหารประเภทชาสมุนไพร พ.ศ. 2549 ส่วนค่าปริมาณเถ้าทั้งหมดมีค่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 4 แต่ไม่เกินร้อยละ 8 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ชา 1213/2549 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 196) เรื่อง ชา พ.ศ. 2543 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 280) เรื่อง ชาสมุนไพร พ.ศ.2547 และแนวทางการพิจารณาอาหารประเภท ชาสมุนไพร พ.ศ. 2549 ส่วนผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงผงชุดการทดลองที่ 3 และ 4 ซึ่งจัดเป็นชาสมุนไพรนั้น พบว่า มีค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นไปตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 280) เรื่อง ชาสมุนไพร พ.ศ.2547 และแนวทางการพิจารณาอาหารประเภท ชาสมุนไพร พ.ศ. 2549 ส่วนค่าปริมาณเถ้าทั้งหมดน้อยกว่าร้อยละ 4 ซึ่งในมาตรฐาน และกฎหมายข้างต้นที่เกี่ยวข้องไม่ได้กำหนดค่าปริมาณ เถ้าทั้งหมดไว้ ทั้งนี้พบจุลินทรีย์ในชาทั้ง 4 ชุดการทดลอง แต่ไม่พบยีสต์และรา ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานในระเบียบข้อบังคับดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยคาดว่าเป็นเพราะใบชา และขิงผงเป็นอาหารแห้ง อีกทั้งใบชา และขิงนั้นมีสรรพคุณ ช่วยยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย (สถาบันชามหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, 2558; ศูนย์สารสนเทศการวิจัย (ศสจ.), 2556) จึงส่งผลให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบมีปริมาณไม่เกินค่าที่กำหนดไว้ นอกจากนี้แล้วใบชา และขิงผงที่ใช้ ครั้งนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเลขสารบบอาหาร ซึ่งผ่านการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เมื่อนำมาใช้ผสมกันจึงทำให้ผลิตภัณฑ์ชาบรรจุซองผสมขิงมีจำนวนจุลินทรีย์ที่ไม่เกินมาตรฐาน

2. ชาชุดการทดลองที่ 2 (ชาร้อยละ 90 ขิงผงร้อยละ 10) เป็นชุดการทดลองที่ผู้บริโภคให้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสความชอบโดยรวมมากที่สุด และมีค่าแตกต่างกับชาในชุดการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยสาเหตุที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบรวมของชาในชุดการทดลองที่ 2 มากที่สุด อาจเนื่องมาจากชาในชุดการทดลองที่ 2 มีส่วนผสมของขิงผงในปริมาณที่พอเหมาะ จึงทำให้ชาในชุดการทดลองนี้มีกลิ่นหอมของขิง ส่วนชาในชุดการทดลองที่ 1 นั้น คาดว่ามีปริมาณขิงผงที่น้อยเกินไป จึงทำให้มีเพียงกลิ่นรสของชาเท่านั้น ส่วนชา ในชุดการทดลองที่ 3 และ 4 นั้นน่าจะมีปริมาณขิงผงมากเกินไปจึงทำให้เกิดความเผ็ดร้อนจนกลบกลิ่นรสของชา

5. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2557, “สมุนไพรในงานสาธารณสุขมูลฐาน,” http://www.dtam.moph.go.th/indigenous/index.htm. [2 พ.ค. 2559].

[2] กองควบคุมอาหาร, 2549, แนวทางการพิจารณาอาหารประเภทชาสมุนไพร, สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.

[3] “ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 280) พ.ศ.2547 เรื่อง ชาสมุนไพร,” ลงวันที่ 26 กรกฎาคม 2547, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 121 ตอนพิเศษ 82ง.

[4] “ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 277) พ.ศ. 2546 เรื่อง ชา,” ลงวันที่ 17 ธันวาคม 2546, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 120 ตอนพิเศษ 144 ง.

[5] วอนสี ลอคำเฮือง, กันตภาส กังสุวรรณ, และ นิรมล อุตมอ่าง, 2556, “การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาเขียวผสมข้าวก่ำชนิดชงละลาย” การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51 สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร, 455-463.

[6] ศูนย์สารสนเทศการวิจัย (ศสจ.), 2556, “ขิง สมุนไพรไทย,” http://ridcnrct.blogspot.com/2013/05/blog-post_9.html. [12 พ.ค. 2559].

[7] สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง, 2555, “ความเป็นมาสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง,” http://www.angkhangstation.com/index.php?group=About_us. [2 พ.ค. 2559].

[8] สถาบันชา มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, 2558, “ประโยชน์ของชาต่อสุขภาพ,” http://teainstitutemfu.com/main/blog/ประโยชน์ของชาต่อสุขภาพ/#top. [2 พ.ค. 2559].

[9] สาขาวิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2555, “การประเมินผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตรโดยประสาทสัมผัส (e-book) บทที่ 5 ประเภทของการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส,” http://202.28.24.44/e_books/605331/FIVE.htm. [15 พฤษภาคม 2559].

[10] สำนักงานเกษตรอำเภอทับปุด, 2557, กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านเขาตำหนอน,” http://thapput.phangnga.doae.go.th/กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านเขาตำหนอน.pdf. [2 พ.ค. 2559].

[11] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2556, “การเก็บรวบรวมพันธุ์ชาของประเทศไทย,”http://www.nstda.or.th/nstda-r-and-d/10960-collection-thailand-varieties-tea. [3 พฤษภาคม 2559]

[12] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2549, “มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ชา เลขที่ มผช.120/2549,” กระทรวงอุตสาหกรรม.

[13] สุนันทา คะเนนอก, 2556, “รายงานการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเปลือกกล้วยน้ำว้าเพื่อสุขภาพ,” คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

[14] Best, J.W., 1997, Research in Education, 3rd ed, Prentice – Hell lnc.

[15] Cooper, R. G. , 2001, Winning at New Products : Accelerating the Process from Idea to Launch, 4th ed, Perseus.

[16] Oduro, I., Twumasi, P., Tandoh, M.A., Ankar-Brewoo, G.and De-Heer, N.E., 2013, “Formulation and Sensory Evaluation of Herb Tea From Moringa oleifera, Hibiscus sabdariffa and Cymbopogon citratus,” Journal of The Ghana Science Association, 15(1) : 53-59.

[17] Perreault W. Jr., Cannon, J. and McCarthy, E. J., 2013, Basic Marketing : A Marketing Strategy Planning Approach. 19th ed. McGraw-Hill .

[18] Ravikumar, C., 2014, “Review on Herbal Teas,” J. Pharm. Sci. & Res. 6(5) : 236-238.

[19] Sujka, M. and Pankiewicz U., 2015, “Antioxidant and sensory properties of green tea-dried fruits blends,” Journal Agro Food Indusrty Hi Tech, 26(6) : 53-58.

[20] Zikmund, W. G., 2003, Business Research Methods, 7th ed, South-Western.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

Product development of Karanda Fruit (Carissa carandas Linn.): Jelly

กมลพิพัฒน์ ชนะสิทธิ์* ปรัชญา แพมงคล และศศิธร ป้อมเชียงพิณ

สาขาวิชาอุตสาหกรรมการบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพฯ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตำรับเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ให้ได้ตำรับมาตรฐาน ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ จากการศึกษา พบว่า ความเข้มข้นของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ยอมรับมากที่สุดในระดับที่ 1:6 และปริมาณเพคตินที่ระดับ 10 กรัม เนื่องจากเป็นปริมาณที่ทำให้เยลลี่อยู่ตัวและมีเนื้อสัมผัสตามลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์เยลลี่ โดยผลิตภัณฑ์มีค่า Breaking Force เท่ากับ 570.66 กรัม ค่า Distance to Rupture เท่ากับ 1.90 เซนติเมตร และ Gel Strength มีค่าเท่ากับ 863.44 กรัม.เซนติเมตร ด้านค่าสี Hue 5R ค่าความสว่างของสี Value 4 และค่าความสดใส / ความเข้ม Chroma 14 ค่าความหวานเท่ากับ 35 Brix และค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.05 ด้านคุณภาพทางเคมีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงาน 120 กิโลแคลอรี่ มีไขมัน 0.11 กรัม คาร์โบไฮเดรต 29.80 กรัม ความชื้น 69.60 กรัม เส้นใยอาหาร 0.41 กรัม เถ้า 0.50 กรัม และค่าความเป็นกรดทั้งหมด 0.45 กรัม ด้านการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ ร้อยละ 97.30

คำสำคัญ : เยลลี่ , มะม่วงหาวมะนาวโห่, ผลิตภัณฑ์

Abstract

The objectives of this research are firstly to develop recipes of Karanda jelly to standard formulation and secondly to study on the quality and the consumer acceptance on Karanda's product. The result shows that the most acceptance for the concentration of Karanda juice is at 1:6 and for the pectin is at 10 grams. This ratio was proved to help the jelly set perfectly and create a good texture. The product has breaking force at 570.66 grams, distance to rupture at 1.90 centimetres, gel strength at 863.44 grams, Hue 5R, Value 4 and Chroma 14, the sweetness is at 35 Brix, PH is at 3.05. In terms of the chemical quality, 100 grams of Karanda jelly provides 120 kilo calories, 0.11 grams of fat. 29.80 grams of carbohydrates. 69.60 grams of moisture, 0.41 grams of dietary fiber, o.50 grams of ash and 0.45 grams of total acidity. In conclusion, the acceptance for the Karanda jelly product are at 97.30 percent.

Keywords: Jelly, Karanda, Product

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน Kamolbhibhat.c@rmutp.ac.th โทร. 084 643 7944

1.บทนำ

ปัจจุบันภาครัฐได้สนับสนุนการอาชีพ เพื่อสร้างสรรค์ภูมิปัญญา สร้างงาน สร้างรายได้ให้แก่ชุมชน แต่การที่จะผลักดันสินค้าจากชุมชนเล็ก ๆ ของไทย ให้สามารถเป็นที่ยอมรับในระดับสากลมากขึ้นท่ามกลางสินค้าชุมชนที่มีการแพร่หลายมากขึ้นเช่นกันย่อมต้องได้รับการพัฒนาและสนับสนุนจากหลายฝ่าย เพื่อช่วยผลักดันและเป็นแรงขับเคลื่อนสินค้าไทย ให้มีประสิทธิภาพ เพิ่มมูลค่าให้สินค้าชุมชน พร้อมร่วมพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงความต้องการของตลาด และสร้างแบรนด์ให้สินค้าชุมชน เพื่อสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีและให้ชุมชนสามารถยืนหยัดได้ด้วยตัวเอง (รายงานผลการดำเนินงานของรัฐบาล, 2558)

ชุมชนตำบลบางนกแขวก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งอยู่ในภาคกลางนับเป็นจังหวัดที่มีความอุดมสมบูรณ์ทางทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อม แต่ในด้านเศรษฐกิจโดยรวมของจังหวัดสมุทรสงครามขยายตัวเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และการประมงเป็นสาขาการผลิตในภาคเกษตรที่ทำรายได้สูงสุดของจังหวัด รองลงมาก็คือ กสิกรรม และการแปรรูปสินค้าเกษตรอย่างง่าย (http://th.wikipedia.org/wiki/จังหวัดสมุทรสงคราม) นอกจากนี้ยังเป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิงการเกษตร ซึ่งปัจจุบันก็ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและต่างชาติ เพื่อให้นักท่องเที่ยวนั้นได้สัมผัสกับวิถีชีวิตชาวบ้านริมน้ำแม่กลอง รวมทั้งเลือกซื้อและชิมสินค้า อาหาร มากมายหลายชนิด จากที่ผู้วิจัยได้ลงดูพื้นที่และสำรวจข้อมูล ทำให้ทราบว่าตำบลบางนกแขวก มีการเพาะปลูกมะม่วงหาวมะนาวโห่เพื่อจำหน่ายทั้งต้นกล้าเพื่อนำไปปลูกประดับบ้าน และยังมีผลสุกจำหน่ายให้กับนักท่องเที่ยวที่ชอบรับประทานผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว เป็นจำนวนมากที่ยังไม่ได้นำมาแปรรูปผลิตภัณฑ์ให้เกิดผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่าย

ดังนั้นจึงทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะแปรรูปผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีอยู่ในชุมชนบางนกแขวกให้มีมูลค่าเพิ่ม และเป็นผลิตภัณฑ์ให้มีความหลากหลาย เพื่อพัฒนาสินค้าชุมชนอย่างยั่งยืนบนพื้นฐานของภูมิปัญญาท้องถิ่นเดิม นอกจากนี้การพัฒนายังส่งผลต่อการพัฒนาคน นำไปสู่การสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ตรงตามความต้องการของตลาด เป็นกลไกหนึ่งในการส่งเสริมการตลาดของผลิตภัณฑ์ชุมชนให้ เป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลาย ทั้งในประเทศและตลาดต่างประเทศต่อไป ทำให้ชุมชนสามารถยืนได้ด้วยตัวเองอย่างเข้มแข็ง

2.วิธีดำเนินการวิจัย

2.1การศึกษาตำรับพื้นฐาน

ตำรับพื้นฐาน จำนวน 3 ตำรับนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความยืดหยุ่น) และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 70 คน โดยใช้วิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) แล้วนำตำรับที่ได้คะแนนความชอบสูงสุดไปศึกษาการความเข้มข้นของน้ำมะนาวโห่

ตารางที่ 1 ส่วนผสมตำรับพื้นฐานของเยลลี่มะนาว 3 ตำรับ

ส่วนผสม	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3
คาราจีแนน	1.41	1.91	1.04
น้ำตาลทราย	24.73	18.86	13.91
น้ำเปล่า	70.68	68.30	79.94
น้ำมะนาว	3.00	10.93	5.11
กรดซิตริก	0.18	-	-
ที่มา	จริยา (2549)	สำนักพิมพ์แม่บ้าน (2553)	อภิญญา (2553)

2.2 ศึกษาความเข้มข้นของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

จากการศึกษาตำรับพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือกข้อ (2.1) นำมาศึกษาความเข้มข้นของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยใช้มะม่วงหาวมะนาวโห่ และน้ำเปล่า ที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ 1:2 1:4 และ 1:6 ทดแทนปริมาณของน้ำเปล่าและน้ำมะนาวทั้งหมด

2.3 การเตรียมน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่

2.3.1 นำมะม่วงหาวมะนาวโห่แบบแช่แข็ง ออกมาพักไว้ในอุณหภูมิห้อง 30 นาที นำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่พักไว้มาผ่าครึ่งเพื่อนำเมล็ดออก

2.3.2 ความเข้มข้นของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยใช้ผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ นำผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ 1,000 กรัม ต่อ น้ำเปล่า 6,000 กรัม มาต้ม 20 นาที ยกลง กรองด้วยผ้าขาวบาง จะได้น้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่สำหรับทำผลิตภัณฑ์เยลลี่

2.4 การผลิตทำเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

2.4.1 ชั่งตวงส่วนผสมในการทำเยลลี่ แบ่งน้ำตาลทรายออกเป็น 2 ส่วน ส่วนละ 350 กรัม

2.4.2 ผสมผงคาราจีแนนกับน้ำตาลทรายส่วนที่ 1 (350 กรัม) เคล้าให้เข้ากัน เติมน้ำเปล่า คนส่วนผสมให้เข้ากัน พักส่วนผสมไว้จนเยลลี่พองตัวประมาณ 5 นาที

2.4.3 นำส่วนผสมตั้งไฟปานกลาง 3 นาที นำผงเพคตินที่ผสมกับน้ำตาลทรายส่วนที่ 2 (350 กรัม) และกรดซิตริกใส่ในน้ำ คนให้ละลาย

2.4.4 เติมน้ำมะนาวในส่วนผสมเยลลี่ คนให้เข้ากัน ปิดไฟ ตักใส่ภาชนะ พักไว้ 10-15 นาที ให้เซ็ทตัว

2.5 ศึกษาปริมาณเพคตินที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

นำการศึกษาความเข้มข้นของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ที่ผ่านการคัดเลือก นำมาศึกษาปริมาณเพคตินที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยการเพิ่มเพคตินที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ 10 20 และ 30 กรัม

2.6 การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ ในผลิตภัณฑ์สุดท้าย

2.6.1 ตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

วัดค่าสีโดยใช้เครื่อง การวัดค่าสีโดยใช้สมุดวัดค่าสี (THE MUNSELL BOOK OF COLOR

วัดเนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยเครื่อง (texture analyzer รุ่น TA.XT.Plus ใช้หัววัด P/0.5R ขนาดเส้นผ่านสูงกลาง 0.5 นิ้ว ความเร็วในการทดสอบ (Speed test) 1 mm/sec วัดความหวานโดยใช้เครื่อง (Refractometer)

วัดปริมาณกรด-ด่าง โดยใช้เครื่อง (pH meter)

2.6.2 ตรวจสอบคุณลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

- การวัดค่าเถ้า วิเคราะห์โดยวิธี AOAC (2012), 940.26A
- คาร์โบไฮเดรต วิเคราะห์โดยวิธี Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) p.106
- พลังงาน วิเคราะห์โดยวิธี Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993) p.106
- ใยอาหาร วิเคราะห์โดยวิธี In-house method STM No. 03-008 based on AOAC (2012), 985.29
- ไขมัน วิเคราะห์โดยวิธี Based on AOAC (2012), 922.06
- ความชื้น วิเคราะห์โดยวิธี AOAC (2012), 920.151A
- โปรตีนวิเคราะห์โดยวิธี In-house method STM No. 03-017 based on AOAC (2012), 981.10
- ค่าความเป็นกรดทั้งหมด วิเคราะห์โดยวิธี Based on AOAC (2012), 942.15
- วิตามินซี วิเคราะห์โดยวิธี In-house method STM No.03-023 based on Bull. Dept. Med. Sci., Vol.40, No., 1998, p.347-357 ซึ่งในการวิเคราะห์ปริมาณสารของค่าวิตามินซีต่ำสุดที่ตรวจพบ (Limit of Detection) หรือ LOD เท่ากับ 0.4 มิลลิกรัม
- ค่า gel strength (g.cm) คำนวณได้จากการคูณกันของแรงที่ใช้ในการกดให้ผิวหน้าเจลแตก (breaking force, g) กับระยะทางที่หัววัดกดผิวหน้า จนกระทั่งผิวหน้าเจลแตก (deformation, cm) โดยใช้ หัววัด spherical probe P/5s (ดัดแปลงจากวิธีการ ของ Marinho-Soriano และ Bourret)

2.7 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยนำตำรับเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ได้รับการยอมรับ มาทำการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ที่มีผลต่อเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยการทดสอบกับผู้บริโภค (Consumer Test) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้าน ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความยืดหยุ่น) และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 150 คน คือบุคคลทั่วไป ในคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ ซึ่งได้จากการสุ่มแบบไม่เจาะจง โดยให้คะแนน

ความชอบ 5 ระดับ (5 - Point Hedonic Scale) (คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 5 หมายถึง ชอบมากที่สุด) (ธานินทร์, 2557) และนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ยโดยโปรแกรมสำเร็จทางสถิติ

2.8 การวิเคราะห์ทางสถิติ โดยนำข้อมูลวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์(Randomized Complete Block Design: RCBD) (สายชล, 2546) โดยการศึกษาตำรับพื้นฐานเยลลี่ 3 ตำรับ โดยใช้วิธีประเมินการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Hedonic Scale) (เพ็ญขวัญ, 2549) ใช้ผู้ทดสอบสอบชิม 70 คน ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษา สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและเทคโนโลยีการอาหาร และสาขาวิชาอุตสาหกรรมการบริการอาหาร คณะเทคโนโลยี คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จากนั้นศึกษาความเข้มข้นของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ และศึกษาปริมาณเพคตินที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test, (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.ผลการวิจัยและอภิปราย

3.1การพัฒนาตำรับเยลลี่มะม่วงหาวมะโห่ให้ได้ตำรับมาตรฐาน

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าความแตกต่างตำรับพื้นฐานของเยลลี่มะนาวจำนวน 3 ตำรับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ค่าเฉลี่ยและความชอบโดยรวม		
	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3
ลักษณะที่ปรากฏ	7.06±1.49^{a}	6.96±1.91^{a}	5.64±1.99^{b}
สี	6.88 ±1.48^{ab}	7.01 ±1.88^{a}	6.41±1.65^{b}
กลิ่น	6.26±1.63^{a}	5.50± 1.96^{b}	6.83±1.68^{a}
รสชาติ	6.18±2.33^{a}	5.43±2.31^{b}	6.76±1.97^{a}
เนื้อสัมผัส(ความยืดหยุ่น)	7.24±1.56^{a}	6.67±2.01^{a}	5.91±2.01^{b}
ความชอบโดยรวม^{ns}	6.89±1.69	6.68±1.84	6.24±2.03

หมายเหตุ : 1) a – b อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

2) ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสตำรับพื้นฐานของเยลลี่มะนาวพบว่า ตำรับที่ 1 ผู้ชิมให้การยอมรับในด้านลักษณะที่ปรากฏ เนื้อสัมผัส(ความยืดหยุ่น) ความชอบโดยรวม โดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.06 7.24 และ6.89 ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติพบว่า ในด้านลักษณะที่ปรากฏ เนื้อสัมผัส(ความยืดหยุ่น) ความชอบโดยรวมโดย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เนื่องจากมีปริมาณอัตราส่วนผสมที่เป็นสารให้ความหวานที่ได้จากน้ำตาล และสารควบคุมความเป็นกรด-ด่าง ในอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำเยลลี่ จึงทำให้ตกตะกอนเป็นเจล และสารที่ควบคุมความเป็นกรด-ด่าง มีความสำคัญต่อรสของเยลลี่และช่วยให้เจลอยู่ตัวมากขึ้น หากมีกรดมากเกินไปจะไปทำลายความอยู่ตัวของเจลได้ สอดคล้องกับ Lee, 1990 เนื่องจากอัตราส่วนซูโครส/กลูโคสไซรัปเพิ่มขึ้นทำให้กลูโคสไซรัปมีปริมาณน้อยลง กลูโคสไซรัปจะประกอบด้วย Oligosaccharide ซึ่งมีคุณสมบัติในการเพิ่มความหนืด และมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์เซ็ทตัว และเมื่อปริมาณกรดซิตริกเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า pH ลดลง ค่า pH จะมีผลต่อความแข็งแรงของเจลถ้าค่า pH ต่ำกว่า 4 จะมีผลทำให้ความแข็งแรงของเจลลดลง (Pye, 1997) จึงทำให้ตำรับที่ 1 มีด้านลักษณะที่ปรากฏ เนื้อสัมผัส(ความยืดหยุ่น) และความชอบโดยรวมดีกว่าตำรับที่ 2 และตำรับที่ 3 และสอดคล้องกับผู้ชิมที่ให้การยอมรับในเกณฑ์ชอบมาก ดังนั้นจึงคัดเลือกตำรับที่ 1 เป็นตำรับพื้นฐานในการศึกษาความเข้มข้นของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ในการทำเยลลี่ครั้งต่อไป

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของความเข้มข้นของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่จำนวน 3 ตำรับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ค่าเฉลี่ยและความชอบโดยรวม		
	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3
ลักษณะที่ปรากฏ[ns]	7.13±1.33	7.03±1.34	7.36±1.08
สี	6.91 ±1.50[b]	6.99 ±1.31[ab]	7.41±1.19[a]
กลิ่น[ns]	6.73±1.39	6.81± 1.47	6.64±1.38
รสชาติ[ns]	6.76±1.45	7.19±1.39	7.23±1.46
เนื้อสัมผัส(ความยืดหยุ่น) [ns]	7.16±1.20	7.07±1.50	7.36±1.14
ความชอบโดยรวม[ns]	7.10±1.34	7.17±1.32	7.51±1.20

หมายเหตุ : 1) a – b อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2) ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 2 พบว่าผู้ชิมให้การยอมรับในเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ในตำรับที่ 3 ด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความยืดหยุ่น) และความชอบโดยรวม โดยมีคะแนนเฉลี่ย 7.36 7.41 6.64 7.23 7.36 และ 7.51 ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความยืดหยุ่น) และความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เนื่องจากความเข้มข้นของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ ตำรับที่ 1 และ 2 มีการเตรียมน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่ ที่ใช้เนื้อมะม่วงหาวมะนาวโห่กับน้ำเปล่ามีความเข้มข้นมากมากกว่าตำรับที่ 3 ส่วนรสขมนั้นเกิดจากปริมาณสารแอนโทไซยานินเป็นสารสีม่วงแดงมีสมบัติเป็นโภชนะเภสัช เมื่อรับประทานเยลลี่ทำให้มีรสชาติเปรี้ยวและขมเล็กน้อยในผลิตภัณฑ์เมื่อรับประทาน ซึ่งสอดคล้องกับ นราพร, 2557 กล่าวว่า แอนโทไซยานินสามารถพบได้โดยทั่วไปในผักและผลไม้ เช่น เบอร์รี่ พีช องุ่น ทับทิม เป็นต้น ซึ่งมีบทบาททั้งการทำลายอนุมูลอิสระ การต้านการก่อกลายพันธุ์ การต้านการอักเสบ การเกิดภูมิแพ้ ป้องกันโรคเบาหวาน มะเร็ง เป็นต้น โดยแอนโทไซยานินเป็นหนึ่งในกลุ่มหลักของฟลาวานอยด์ แอนโทไซยานินสามารถละลายน้ำได้ เป็นรงควัตถุที่ให้สีแดง น้ำเงิน และม่วง

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเพคตินที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่จำนวน 3 ตำรับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ค่าเฉลี่ยและความชอบโดยรวม		
	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3
ลักษณะที่ปรากฏ	7.86±0.92[ab]	8.04±0.89[a]	7.56±0.89[b]
สี[ns]	7.91±0.90	8.04±0.97	7.74 ±0.84
กลิ่น[ns]	7.66±0.93	7.74±0.94	7.56±0.91
รสชาติ	7.98±0.84[a]	7.77±1.01[a]	7.37±0.95[b]
เนื้อสัมผัส(ความยืดหยุ่น)	8.23±0.74[a]	7.97±1.14[a]	7.41±1.01[b]
ความชอบโดยรวม	8.20±0.77[a]	7.86±1.04[b]	7.50±0.83[c]

หมายเหตุ : 1) a – b อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2) ns หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 3 พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ในด้านลักษณะที่ปรากฏ ในตำรับที่ 2 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 8.04 ส่วนในด้านสี และด้านกลิ่นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ผู้ชิมให้การยอมรับเยลลี่มะนาว ตำรับที่ 1 ในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส(ความยืดหยุ่น) ความชอบโดยรวม โดยมีคะแนนเฉลี่ยดังนี้ 7.98 8.23 และ8.20 ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ความ

แปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่า ในด้านสี และด้านกลิ่น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และในด้านลักษณะที่ปรากฏ รสชาติ และเนื้อสัมผัส(ความยืดหยุ่น) โดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 จากทั้ง 3 ตำรับ พบว่า ปริมาณเพคตินมีผลต่อเนื้อสัมผัสของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่อย่างชัดเจน ถ้าใส่ปริมาณเพคตินมากเกินไปก็จะทำให้เจลเกิดการแข็งตัวมากจนเนื้อสัมผัสไม่มีความยืดหยุ่นได้ แต่ตำรับที่ 1 นั้นมีปริมาณเพคตินที่เหมาะสมต่อเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่เนื้อสัมผัสจึงมีความยืดหยุ่นมากสอดคล้องกับคะแนนจากการยอมรับของผู้ทดสอบชิม เนื่องจากสารกลุ่มเพกทินเป็นโพลีแซกคาไรด์เชิงซ้อนในพืช พบในพืชชั้นสูงโดยปรากฏในชั้นระหว่างเซลล์หรือจุดเชื่อมต่อระหว่างผนังเซลล์ ทำให้เกิดช่องสำหรับอาหารและน้ำผ่านในผนังเซลล์ และมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อเยื่อพืชและผลไม้ โดยใช้เป็นสารก่อเจลและความคงตัวในเยลลี่ (Tamaki, Y. et al, 2007)

3.2 ผลการศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ ในผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ตารางที่ 4 คุณภาพทางกายภาพ (ค่าสี) ของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

คุณภาพทางกายภาพ	**ค่าสี**			
	Hue	**Munsell Grays**	**Value**	**Chroma**
เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่	5R	-	4	14

หมายเหตุ : Hue, Munsell Grays คือค่าเนื้อสี ; Value คือ ค่าความสว่างของสี ; ค่า Chromaคือ ค่าความสดใส / ความเข้มข้น

ตารางที่ 5 คุณภาพทางกายภาพ (กรด-ด่าง, ความหวาน) ของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

คุณภาพทางกายภาพ	**กรด-ด่าง (pH meter)**	**ความหวาน**
เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่	3.05	35

จากตารางที่ 4 และ 5 พบว่า ผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่พบว่ามีค่า Hue เท่ากับ 5R ค่า Value เท่ากับ 4 และค่า Chroma เท่ากับ 14 ทำให้ผลิตภัณฑ์เยลลี่มีลักษณะเป็นสีแดงใส มีค่ากรด-ด่าง เท่ากับ 3.05 ค่าความหวานเท่ากับ 35 องศา บริกซ์ จึงทำให้เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่มีลักษณะทางกายภาพด้านสีแดงใสมีกลิ่นมะม่วงหาวมะนาวโห่รสชาติเปรี้ยวจากน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่มีความหวานจากน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่และน้ำตาล ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับกับงานวิจัยของ ศิมาภรณ์ และคณะ, 2546 ได้ศึกษาเรื่องผลของเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไซรัป และกรดซิตริก ต่อคุณสมบัติทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่ ซึ่งโดยปกติความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของเยลลี่อยู่ ระหว่าง pH 2.8-3.5 ส่วน ค่า pH ที่เหมาะสมที่สุดคือ pH 3.2

ตารางที่ 6 คุณภาพทางกายภาพ(เนื้อสัมผัส)ของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

คุณภาพทางกายภาพ	**Breaking Force** **g** **Force 1**	**Distance to Rupture** **cm** **Distance 1**	**Gel Strength** **g.cm** **D#*E#**
เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่	570.66	1.90	863.44

หมายเหตุ : 1) Breaking Force = แรงที่ทำให้เยลลี่แตก หาได้จากแรงสูงสุดที่ใช้ในการเจาะทะลุตัวอย่าง โดยค่าแรงสูงสุดที่น้อยกว่าจะมีเนื้อสัมผัสนุ่มมากกว่า

2) Distance to Rupture = ความยืดหยุ่นของตัวอย่าง หาได้จากระยะทางที่เกิดแรงสูงสุด โดยระยะทางที่มากกว่า แสดงว่าตัวอย่างมีความยืดหยุ่นมากกว่า

3) Gel Strength = ความแข็งแรงของเจล หาได้จากค่า Breaking Force x Distance to Rupture

จากตารางที่ 6 พบว่าผลิตภัณฑ์ เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่มีค่า Breaking Force เท่ากับ 570.66 g ค่าDistance to Rupture เท่ากับ 1.90 cm. และค่า Gel Strength เท่ากับ 863.44 g.cm เนื่องจากค่า Breaking Force เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่มีปริมาณกรดที่มีผลทำให้เยลลี่อ่อนตัว ค่า Distance to Rupture เมื่อปริมาณเพคตินเพิ่มขึ้นซึ่งมีผลทำให้เยลลี่มีความหยืดหยุ่นเพิ่มมากขึ้น และค่า Gel Strength มีปริมาณคาราจีแนนและเพคตินที่มีผลทำให้เนื้อของเจลมีความยืดหยุ่นที่ดี สอดคล้องกับ สิรินารถ, 2552 ได้ศึกษาสมบัติและความคงตัวของรงควัตถุ แอนโทไซยานินจากดอกกระเจี๊ยบแดงในเยลลี่ พบว่า เยลลี่ที่ใช้รงควัตถุจากดอกกระเจี๊ยบแดงมีค่าความคงตัวของสีและความคงตัวของเจลสูงกว่าเยลลี่ที่ใช้สี สังเคราะห์ ทั้งยังมีค่าการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยรวมสูงกว่าเยลลี่ที่ใช้สีสังเคราะห์

ตารางที่ 7 คุณภาพทางเคมีของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ (ปริมาณหน่วยบริโภค 100 กรัม)

คุณภาพทางเคมี	**เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่**
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	120
โปรตีน (กรัม)	0
ไขมัน (กรัม)	0.11
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	29.80
ใยอาหาร (กรัม)	0.41
ความชื้น (กรัม)	69.60
เถ้า (กรัม)	0.50
ค่าความเป็นกรดทั้งหมด (กรัม)	0.45
วิตามินซี	0

จากตารางที่ 7 พบว่าเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ให้พลังงาน 120 กิโลแคลอรี่ ไขมัน 0.11 กรัม คาร์โบไฮเดรต 29.80 กรัม ใยอาหาร 0.41 กรัม ความชื้น 69.60 กรัม เถ้า 0.50 กรัม และค่าความเป็นกรดทั้งหมด 0.45 กรัม ส่วนโปรตีน และวิตามินซี ไม่พบ เนื่องเยลลี่มีส่วนประกอบ เป็นไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) ซึ่งเป็นโปรตีน (protein) ที่ได้จากการเสียสภาพธรรมชาติและสกัดได้จากคอลลาเจน (collagen) ซึ่งเป็นโปรตีนธรรมชาติที่มีอยู่ใน กระดูก หนังสัตว์ และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ของสัตว์ เช่น ควาย หมู วัว โดยใช้ความร้อนและกรด หรือ ด่าง เพื่อย่อยหรือสลายให้โมเลกุลของคอลลาเจนเล็กลงเปลี่ยนเป็นเจลาติน (พิมพ์เพ็ญ, 2560) จึงทำให้ไม่พบโปรตีน ส่วนวิตามินซี เกิดจากระยะเวลาการสุกของผลมะม่วงหาวมะนาวโห่มีผลต่อค่าวิตามินซีในผลของมะม่วงหาวมะนาวโห่ผลดิบจะมีค่าวิตามินซีมากกว่าผลสุกถึง 2 เท่า การลดลงของวิตามินซีนั้นอาจเกิดจากการถูกนำไปใช้เป็นสารประกอบการหายใจ และนำไปเป็นโครงสร้างคาร์บอนของการสังเคราะห์สารชนิดใหม่ในระหว่างการสุก (สังคม, 2536)

3.3 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 8 ผลการศึกษาการทดสอบชิมตัวอย่างเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบ**
ลักษณะที่ปรากฏ	4.27 ± 0.59
สี	4.33 ± 0.63
กลิ่น	3.97 ± 0.74
รสชาติ	4.29 ± 0.66
เนื้อสัมผัส	4.31 ± 0.67
ความชอบโดยรวม	4.33 ± 0.63

การยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค	**จำนวน(คน)**	**ร้อยละ**
ยอมรับ	146	97.30
ไม่ยอมรับ	4	2.70

จากตารางที่ 8 พบว่าเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีคะแนนเฉลี่ย 4.27 4.33 3.97 4.29 4.31 4.33 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์เยลลี่จะมีลักษณะทางกายภาพด้านสีแดงอ่อน มีลักษณะคงตัว มีกลิ่นเปรี้ยวจากมะม่วงหาวมะนาวโห่ มีรสชาติเปรี้ยว เนื่องจากมีเพคตินในปริมาณที่พอเหมาะจึงทำให้เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่มีความยืดหยุ่นมาก ทำให้ผู้บริโภคชื่นชอบและสอดคล้องกับที่ผู้ทดสอบชิมส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ จำนวน 146 คน คิดเป็นร้อยละ 97.30 ไม่ยอมรับ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 2.70 เนื่องจากมีรสขมเล็กน้อย

4.สรุปผล

จากการศึกษาตำรับพื้นฐานของเยลลี่มะนาวทั้ง 3 ตำรับ พบว่าตำรับที่ 1 ได้รับการยอมรับสูงสุด ในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 7.06 6.88 6.26 6.18 7.24 และ6.89 ตามลำดับ จากการศึกษาการพัฒนาตำรับเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ให้ได้ตำรับมาตรฐาน พบว่า ความเข้มข้นของน้ำมะม่วงหาวมะนาวโห่โดยใช้เนื้อมะม่วงหาวมะนาวโห่ต่อน้ำเปล่าที่ยอมรับมากที่สุดในระดับที่ 1:6 และปริมาณเพคตินที่ระดับ 10 กรัม

คุณสมบัติทางกายภาพพบว่า ตำรับที่ 1 มีค่าสี ดังนี้ ค่า Hue เท่ากับ 5R ค่า Value เท่ากับ 4 และค่า Chroma เท่ากับ 14 ค่าความเป็นกรด-ด่างของเยลลี่เท่ากับ 3.05 ค่าความหวานของเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่เท่ากับ 35 องศาบริกซ์

ส่วนด้านคุณภาพทางเคมีเยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงาน 120 กิโลแคลอรี่ มีไขมัน 0.11 กรัม คาร์โบไฮเดรต 29.80 กรัม ความชื้น 69.60 กรัม เส้นใยอาหาร 0.41 กรัม เถ้า 0.50 กรัม และค่าความเป็นกรดทั้งหมด 0.45 กรัม ด้านการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่ ร้อยละ 97.30

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติที่ได้ให้ความเห็นชอบสนันสนุนให้ผ่านการประเมินข้อเสนอวิจัย ทำให้คณะเทคโนโลยี คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ได้รับงบประมาณประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบุคลากรคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจ ตลอดการทำวิจัย ขอบคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสละเวลาในการทดสอบเป็นอย่างดีตลอดจนขอขอบคุณผู้ที่ให้ความร่วมมือและให้ความอนุเคราะห์ทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้

6. เอกสารอ้างอิง

จริยา เดชกุญชร. 2549. เยลลี่เล่ม 2. เพชรการเรือน : กรุงเทพฯ.

ธานินทร์ ศิลป์จารุ. 2552. การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS. กรุงเทพฯ : วี อินเตอร์ พรินท์.

นราพร พรหมไกรวร. 2557. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความคงตัวของแอนโทไซยานิน. วารสารอาหาร 44 (1): 19-25.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2560. “เจลาติน”, http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1008/gelatin [20 เมษายน 2559].

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2549. เอกสารประกอบการเรียนการสอน การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพฯ.

รายงานผลการดำเนินงานของรัฐบาล. 2558. “นโยบายข้อ 3 การลดความเหลื่อมล้ำของสังคม และการสร้างโอกาสการเข้าถึงบริการของรัฐ,” http://www.soc.go.th/acrobat/payut_report1_06.pdf[20 เมษายน 2559].

วิกีพีเดีย. 2560. “จังหวัดสมุทรสงคราม,” https://th.wikipedia.org/wiki/จังหวัดสมุทรสงคราม[20 เมษายน 2559].

ศิมาภรณ์ มีแสง ไพศาล วุฒิจำนงค์ รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต และสุมนรัตน์ ชื่นพุฒิ. 2546. ผลของเจลาติน อัตราส่วนของซูโครส/กลูโคสไซรัป และกรดซิตริกต่อคุณสมบัติทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41 : สาขาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพฯ

สังคม เตชะวงค์เสถียร, 2536, การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน. ภาควิชาพืชสวนคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 157 หน้า.

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2546. สถิติกับการวางแผนการทดลองทางการเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 3. คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง : กรุงเทพฯ

สิรินาถ ตัณฑเกษม. 2552. สมบัติและความคงตัวของรงควัตถุ แอนโทไซยานินจากดอกกระเจี๊ยบแดงในเยลลี่.วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ปีที่ 29 ฉบับที่ 2 เดือนเมษายน - มิถุนายน 2552

A.O.A.C. 2012. Official Method of Analysis. 17th The association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. USA

Lee, R. 1990. General technical aspects of industrial sugar confectionery manufacture, pp 121-143. In E.B. Jackson, eds. Sugar Confectionery Manufacture. Blackie Academic & Professional.

Marinho-Soriano, E. and Bourret, E., 2003. behavior and gelling characteristic of myosystem protein gels interacting with hydrocolloid, Food Hydrocolloid 14: 455- 461.

Pye, J. 1997. Gelatin and Applications, pp 28-40. In S. Maneepan, ed. Symposium on Confectionery Technology. Food Science and Technology Association of Thailand. Bangkok, Thailand.

Tamaki, Y. et al. Isolation and structural characterization of pectin from endocarp of *Citrus depressa*. Food Chemistry, (2007) Doi:10.1016/j.foodchem.2007.08.027

เครื่องดื่มเกลือแร่จากชะคราม

Oral Rehydration Salts of Suaeda Maritime

ธนภพ โสตรโยม นพพร สกุลยืนยงสุข สุนิสา มาตรา และจีระภัทท์ เจริญรัตน์*

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพฯ 10300

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้ได้ทำการศึกษาเครื่องดื่มเกลือแร่จากชะคราม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณชะครามที่เหมาะสมในการทำเกลือและศึกษาสูตรเครื่องดื่มเกลือแร่พร้อมดื่มจากชะคราม ในด้านปริมาณเกลือที่เกี่ยวข้องในสูตรที่เหมาะสมเท่ากับ 302.667±0.763 ค่าความชื้นมีค่าความชื้นเท่ากับ 1.680±0.704 มีค่าสีความสว่างเท่ากับ 38.396±0.738 ค่าสีแดง (a*) เท่ากับ 3.870±0.101และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ11.633±0.195 และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 27.058±0.011 mgGAE/100mL จากนั้นนำสูตรเกลือที่เหมาะสมไปผลิตเป็นเครื่องดื่มเกลือแร่จากชะคราม นำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ พบว่า ค่าสี มีความสว่าง (*L) เท่ากับ 56.254±13.502 ค่าสีแดง (a*) เท่ากับ -1.104±0.277 และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ -1.758±1.707 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 0.219±0.140 mgGAE/100mL และคุณภาพทางจุลินทรีย์พบว่าไม่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โคลิฟอร์มและอีโคไล ซึ่งไม่เกินกำหนดของมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 195) พ.ศ.2543 เรื่อง เครื่องดื่มเกลือแร่ที่ได้กำหนดไว้ ในการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเกลือแร่จากชะคราม พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์

คำสำคัญ : ชะคราม, เกลือ, เครื่องดื่ม, สารประกอบฟีนอลิก

Abstract

The project of the study was to oral Rehydration Salts of Suaeda Maritime is intended to study the appropriate quantity of Suaeda Maritime to maked salt production and evaluating formula Oral Rehydration Salts of Suaeda Maritime. The amount of salts in the formula as 302.667±0.763. The evaluating the physical quality. There is moisture content at 1.680±0.704 and the color was found that the luminance (L^*) = 38.396±0.738, red compounds (a^*) = 3.870±0.101, and yellow compounds (b^*) = 11.633±0.198. For quality chemical was found that phenolic compounds 27.058±0.101 mgGAE/100mL. After that appropriate salts of Suaeda Maritime to production Oral Rehydration salts of Suaeda Maritime. When the evaluating the physical quality, the color was found that the luminance (L^*) = 56.254±13.502, red compounds (a^*) = -1.104±0.277, and yellow compounds (b^*) = -1.758±1.707, and for quality chemical was found that phenolic compounds 0.219±0.140 mgGAE/100mL. And not found of coliform bacteria and E.coli. For study acceptance of consumer found the consumer acceptance to product Oral Rehydration Salts of Suaeda Maritime.

Keywords: Suaeda Maritime, Salts, Oral Rehydration Salts**,** Phenolic compounds

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน

1. บทนำ

อาหารที่มีรสชาติเค็มนั้นมาจากเกลือ ซึ่งเกลือที่ใช้ในการบริโภคมาจากแหล่งใหญ่คือ เกลือสินเธาว์ หรือ เกลือหิน เป็นเกลือที่ได้จากดินเค็ม โดยการปล่อยน้ำลงไปละลายหินเกลือที่อยู่ใต้ดินแล้วจึงสูบน้ำกลับขึ้นมาตากหรือต้มให้น้ำระเหยไปจนได้ผลึกเกลือและ

เกลือสมุทร (Sea salt) เป็นเกลือที่ได้จากสูบน้ำทะเลเข้ามาขังไว้ในที่นา ผึ่งแดดและลมจนน้ำระเหยเหลือแต่ผลึกเกลือสีขาว ซึ่งบริเวณที่ทำเกลือจะส่งผลทำให้สภาพดินในบริเวณนั้นมีความเค็มสูง จนส่งผลทำให้พืชในบริเวณนั้นไม่สามารถเจริญเติบโตได้ แต่อย่างไรก็ตามกลับพบว่าชะครามสามารถทาต่อสภาวะความเค็มได้ดี ซึ่งจัดเป็นวัชพืชขนาดเล็กขึ้นอยู่บริเวณนาเกลือและป่าชายเลน มีลำต้นขนาดเล็กสูงไม้ถึง 1 เมตรแพร่กระจายตามบริเวณนาเกลือ มีรสเค็มที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว สามารถนำมาประกอบอาหารได้อีกทั้ง มีสารต้านอนุมูลอิสระที่เรียกว่า สารแอนติออกซิแดนท์ วิตามินซี ฟลาโวนอยด์ และเบต้าแคโรทีน ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกัน ช่วยขับปัสสาวะ รักษาโรคโกโนเรีย ใช้เป็นยาแก้พิษจากยางต้นตาตุ่ม (เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ, 2549) และยังช่วยรักษารากผมอีกด้วย (นภาพร แก้วดวงดี, 2551) ซึ่งรสเค็มที่มีอยู่ในชะครามนั้นเกิดจากการที่ชะครามดูดซึมน้ำทะเลที่ใช้ในการทำนาเกลือ ซึ่งประโยชน์ของเกลือและสารต่างๆที่อยู่ในชะครามนั้นสามารถนำมาทำเป็นเครื่องดื่มที่เหมาะสำหรับผู้ที่ร่างกายได้สูญเสียน้ำในปริมาณมากๆได้

จากสาเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำชะครามมาสกัดเป็นเกลือจากชะครามเพื่อทดแทนเกลือที่มีอยู่ในตลาด และนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเกลือแร่ เนื่องจากเป็นพืชท้องถิ่นที่ขึ้นตามธรรมชาติและเป็นวัชพืชที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ โดยจะนำใบชะครามมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับใบชะคราม และเป็นแนวทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคที่สนใจในผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพและเป็นแนวองค์ความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

2. วิธีดำเนินการทดลอง

2.1 ศึกษาปริมาณชะครามที่เหมาะสมในการทำเกลือจากชะคราม

ศึกษาปริมาณชะครามที่เหมาะสมในการทำเกลือจากชะครามแสดงดังตารางที่ 2.1 จากนั้นนำที่ได้ 5 สูตร คือ ศึกษาปริมาณชะคราม 5 ระดับ (กรัม) คือ 100 200 300 400 และ 500 ตามลำดับ ต่อปริมาณน้ำ 1,000 มิลลิลิตร โดยนำชะครามมาปั่นให้ละเอียดแล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นน้ำมากรองหยาบด้วยผ้าขาวบางจำนวน 3 ชั้น และสำลีเพื่อทำการแยกกาก ต่อมานำมากรองละเอียดด้วยกระดาษกรองโดยใช้เครื่องกรองสุญญากาศ (Vaccuum Filtration Stand) อีกครั้ง จากนั้นนำเกลือเติมลงไปเพื่อให้ได้ความเข้มข้นของเกลือที่เหมาะสมในการตกผลึก

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบสูตรในการสกัดเกลือทั้งหมด 5 สูตร ต่อปริมาณน้ำ 1,000 มิลลิลิตร

วัตถุดิบ	**สูตร**				
	1	2	3	4	5
ชะคราม (กรัม)	100	200	300	400	500
เกลือ (กรัม)	250	250	250	250	250
น้ำ (มิลลิลิตร)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

2.1.1 การศึกษาคุณภาพเกลือจากชะคราม

ศึกษาคุณภาพเกลือจากชะคราม โดยศึกษาปริมาณเกลือชะครามที่แตกต่างกัน 5 ระดับ (กรัม) คือ 100 200 300 400 และ 500 ตามลำดับ นำผลึกเกลือที่ได้ไปชั่งน้ำหนัก และนำไปตรวจสอบคุณภาพของเกลือที่ได้ดังนี้

2.2.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- วัดค่าสีของเกลือด้วยเครื่องค่าสี Spectrophotometer CM-3500d โดยนำเกลือชะครามที่ได้นำไปวัดค่าสี โดยใส่ตัวอย่างลงใน Target (ภาชนะที่ใส่ตัวอย่าง) ทำการวัดค่าสีซึ่งแสดงผลในรูปค่าความสว่างคือ (L*) ค่าสีแดงคือ (a*) ค่าสีเหลืองคือ (b*) แล้วนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design:CRD)

2.1.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- วัดค่าความชื้นโดยใส่ตัวอย่างลงภาชนะที่ใส่ตัวอย่างทำการวัดค่าความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้น Moisture Determination Balance FD-620 บันทึกค่าที่อ่านได้จากจอแสดงผล

- ตรวจวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเกลือชะครามด้วยเทคนิค Folin- Ciocalteu แล้วคำนวณผลการทดลองเป็นค่า Gallic acid equivalent เทียบกับปริมาณตัวอย่าง

2.2 ศึกษาสูตรเครื่องดื่มเกลือแร่พร้อมดื่มจากชะคราม

ศึกษาสูตรและกรรมวิธีในการผลิตเครื่องดื่มเกลือเร่จากเกลือชะคราม สูตรที่ได้มาจากเครื่องเกลือแร่ตามประกาศกระทรวงสาธารณะสุขว่าด้วยเรื่องเครื่องดื่มเกลือแร่

ตารางที่ 2.2 แสดงสูตรของเครื่องดื่มเกลือแร่จากชะคราม

ส่วนผสม	ปริมาณ (มิลลิกรัม)
เกลือชะคราม	920
น้ำตาลกลูโคส	300
โพแทสเซียม	195
ไบคาร์บอเนต	793
ซิเตรต	819

หมายเหตุ : สูตรและส่วนผสมจากประกาศกระทรวงสาธารณสุข(ฉบับที่ 195) พ.ศ.2543 เรื่อง เครื่องดื่มเกลือแร่

2.2.1 การศึกษาคุณภาพของเครื่องดื่มเกลือแร่จากเกลือชะคราม

2.2.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- วัดค่าสีด้วยเครื่องค่าสี Spectrophotometer CM-3500d โดยนำเครื่องดื่มเกลือแร่จากชะครามที่ได้นำไปวัดค่าสี โดยใส่ตัวอย่างลงใน Target (ภาชนะที่ใส่ตัวอย่าง) ทำการวัดค่าสีซึ่งแสดงผลในรูปค่าความสว่างคือ (L*) ค่าสีแดงคือ (a*) ค่าสีเหลืองคือ (b*)

2.2.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- วัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัดค่าพีเอช โดยการนำเครื่องดื่มเกลือแร่จากชะคราม มาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง แล้วบันทึก

- วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำด้วยเครื่อง (Hand Refractrometer) รุ่น MNL1125

- ตรวจวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเกลือชะครามด้วยเทคนิค Folin- Ciocalteu แล้วคำนวณผลการทดลองเป็นค่า Gallic acid equivalent เทียบกับปริมาณตัวอย่าง

2.2.1.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- นำเครื่องดื่มเกลือแร่จากชะครามที่บรรจุในขวดพลาสติกขนาด 300 มิลลิลิตรแล้ว มาวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์และอี.โคไล ด้วยวิธี MPN โดยการเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35±1 องศาเซลเซียสใช้เวลา 48 ชั่วโมง โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ LST ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 ต่อเครื่องดื่มเกลือแร่ 100 มิลลิลิตร และไม่พบแบคทีเรียชนิดอีโคไล

2.2.1.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค 100 คน

- นำผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเกลือแร่จากชะครามที่ผลิตได้ มาทำการวิเคราะห์ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเกลือแร่จากชะคราม โดยปจจัยคุณภาพด้านต่างๆ ได้แก ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวม วิธีให้คะแนนความชอบ 7 ระดับ (7-point hedonic scale) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผานการฝกฝนจำนวน 100 คน โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) นำข้อมูลที่ได้มาวิ

เคราะหผลทางสถิติโดยใชโปรแกรมสำเร็จรูป ทดสอบความแตกตางของคาเฉลี่ยดวย Duncan's New Multipe's Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1 ผลการศึกษาปริมาณชะครามที่เหมาะสมในการทำเกลือจากชะคราม

ในการศึกษาปริมาณชะครามในการทำเกลือชะคราม 5 ระดับ (กรัม) ได้แก่ 100 200 300 400 และ 500 ต่อปริมาณน้ำ 1,000 มิลลิลิตร และเกลือ 250 กรัม ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงปริมาณเกลือที่ได้แต่ละสูตรในการสกัดเกลือทั้งหมด 5 สูตร ต่อปริมาณน้ำ 1,000 มิลลิลิตร

วัตถุดิบ	**ปริมาณชะคราม**				
	100 กรัม	**200 กรัม**	**300 กรัม**	**400 กรัม**	**500 กรัม**
ปริมาณเกลือที่ได้ (กรัม)	251.83±4.368 ^{c}	252.50±3.774^{c}	273.36±2.259^{b}	301.166±4.010^{a}	302.667±0.763^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 3.1 ผลการทดลองศึกษาปริมาณชะครามที่เหมาะสมในการทำเกลือจากชะคราม พบว่า ปริมาณชะครามที่ระดับ 100 และ 200 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \geq 0.05$) ปริมาณชะครามที่ระดับ 300 กรัม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) และปริมาณชะครามที่ระดับ 400 และ 500 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) เนื่องจากปริมาณชะครามที่ระดับ 400 และ 500 กรัม ซึ่งได้ปริมาณเกลือที่มาก แต่ใช้ปริมาณชะครามที่ระดับต่างกัน จึงได้สูตรเกลือจากที่เหมาะสมคือ ปริมาณชะครามที่ระดับ 400 กรัม

3.1.1 ผลการศึกษาคุณภาพเกลือจากชะคราม

3.1.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

นำปริมาณเกลือชะครามที่แตกต่างกัน 5 ระดับ (กรัม) ได้แก่ 100 200 300 400 และ 500 ตามลำดับ ที่ได้จากการตกผลึกมาวัดค่าสี (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ที่ โดยวิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติด้านค่าสี (Spectrophotometer) ของสีเกลือชะครามของแต่ละสูตร

สีของเกลือชะคราม (กรัม)	**ความสว่าง (L^*)**	**ค่าสีแดง (a^*)**	**ค่าสีเหลือง (b^*)**
100	49.433±0.289 ^{c}	3.990±0.043 ^{c}	18.066±0.065^{a}
200	43.186±0.330 ^{c}	3.800±0.078 ^{c}	13.923±0.225^{b}
300	38.316±0.558 ^{c}	4.266±0.750 ^{bc}	12.890±0.373^{c}
400	38.043±0.306 ^{b}	3.806±0.986 ^{b}	11.886±0.750^{d}
500	38.396±0.738 ^{a}	3.870±0.101 ^{a}	11.633±0.195^{d}

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 3.2 พบว่าเมื่อใช้ปริมาณชะครามในการทำเกลือชะครามเพิ่มขึ้น มีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ลดลง ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณชะครามของแต่ละสูตรที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้มีสีของเกลือชะครามที่แตกต่างกัน

3.1.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- การวิเคราะห์ค่าความชื้น การใช้ปริมาณชะครามที่ 5 ระดับ (กรัม) ได้แก่ 100 200 300 400 และ 500 ตามลำดับ นำมาอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสใช้ระยะเวลาในการอบทั้งหมด 72 ชั่วโมงแล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้น (Moisture Determination Balance FD-620) ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติด้านน้ำหนักที่ได้ ความชื้นของเกลือชะครามที่ระดับต่างๆ

เกลือชะคราม (กรัม)	ความชื้น (%)[ns]
100	1.436±0.390
200	1.456±0.049
300	1.680±0.704
400	1.720±0.776
500	1.726±0.353

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวตั้งไม่มีแตกต่างกัน หมายถึง ค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 3.3 พบว่าคุณภาพในด้านค่าความชื้นของเกลือชะครามมีค่าความชื้นที่ไม่แตกกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากความชื้นที่เกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำ ซึ่งเกิดการสูญเสียได้ในระหว่างขั้นตอนของการอบ จะทำให้น้ำระเหยออก

- การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก การใช้ปริมาณชะครามที่ 5 ระดับ (กรัม) ได้แก่ 100 200 300 400 และ 500 ตามลำดับ โดยการนำไปวิเคราะห์ค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยดัดแปลงจากวิธี Hoe et al. (2003) โดยให้สารประกอบฟีนอลิกทำปฏิกิริยากับ Folin-Ciocalteu Reagent (FCR) โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน

ตารางที่ 3.4 แสดงการเปรียบเทียบสารประกอบฟีนอลิกที่อยู่ในเกลือชะคราม

เกลือชะคราม(สูตร)	Total phenolic content (mgGAE/100mL)
100	8.637±0.089 [d]
200	14.938±0.073 [c]
300	17.783±0.028 [b]
400	24.038±0.007 [a]
500	27.048±0.011 [a]

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 3.4 ผลการทดลองหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเกลือชะครามพบว่าปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกที่มากที่สุดคือสูตรที่ 5 ได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 27.048±0.011 mgGAE/100mL รองลงมาคือสูตรที่ 4 ได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 24.038±0.007 mgGAE/100mL ต่อมาคือสูตรที่ 3 ได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 17.783±0.028

mgGAE/100mL คือสูตรที่ 2 ได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 14.938±0.073 mgGAE/100mL และสูตรที่ 1 ได้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 8.637±0.089 mgGAE/100mL เนื่องจากปริมาณชะครามที่มากขึ้น ทำให้สารประกอบฟีนอลิกที่มีเพิ่มขึ้น

3.2 ผลการศึกษาคุณภาพของเครื่องดื่มเกลือแร่จากชะคราม

3.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ปริมาณเกลือชะครามที่เหมาะสมมานำมาผ่านกระบวนการแปรรูปเป็นเครื่องดื่มเกลือค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) โดยวิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่อง Spectrophotometer ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 คุณสมบัติด้านค่าสี (Spectrophotometer) ของสีเครื่องดื่มเกลือแร่จากชะคราม

รายละเอียด	**ความสว่าง (L^*)**	**ค่าสีแดง (a^*)**	**ค่าสีเหลือง (b^*)**
สีของเครื่องดื่มเกลือแร่	56.254±13.502	-1.104±0.277	-1.758±1.707

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 3.5 พบว่าเมื่อนำเกลือจากชะครามสูตรที่เหมาะสมนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเกลือแร่ มีค่าสีของเครื่องดื่มเกลือแร่จากเกลือชะคราม มีค่าความสว่าง (L*) ที่เพิ่มขึ้น ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ที่ลดลง เนื่องจากเครื่องดื่มเกลือแร่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลักในการผลิต จึงทำให้ค่าความสว่างเพิ่ม

3.3.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ในการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องดื่มเกลือแร่จากชะครามทางเคมีโดยนำผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH meter แล้วหาสารประกอบฟีนอลิกในผลิตภัณฑ์ และวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มเกลือแร่จากเกลือชะคราม

รายละเอียด	**เครื่องดื่มเกลือแร่จากเกลือชะคราม**
ค่าความเป็นกรดด่าง	7.2
Total phenolic content (mgGAE/100mL)	0.219±0.140
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด($^{\circ}$Brix)	30.27

จากตารางที่ 3.6 ทางพบว่าคุณภาพเคมี เครื่องดื่มเกลือแร่จากชะคราม มีค่าความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 7.2 ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิก 21.926±1.405 mgGAE/100mL และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด คือ 30.27°Brix

3.3.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

การตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์โคลิฟอร์มและอีโคไล จากผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการพาสเจอไรส์ วิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์และอีโคไล ด้วยวิธี MPN โดยการเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35±1 องศาเซลเซียสใช้เวลา 48 ชั่วโมง โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ LST จะต้องไม่น้อยกว่า 2.2 ต่อเครื่องดื่มเกลือแร่ 100 มิลลิลิตร และไม่พบแบคทีเรียอีโคไล ในการตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 ต่อเครื่องดื่มเกลือแร่ 100 มิลลิลิตรและ ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคอาจ และในการตรวจแบคทีเรียชนิด อี.โคไล ใช้ระบบเลี้ยงเชื้อแบบ 3 หลอด กับอนุกรม การเจือจาง คือ จำนวนมิลลิลิตรของตัวอย่างที่แตกต่างกันเป็นชุด โดยการสังเกตจากความขุ่นและแก๊สที่

เกิดขึ้นในแต่ละหลอด พบว่าในหลอดไม่พบฟองอากาศหรือฟองปุดเมื่อเขย่าเบาๆ ในหลอดดูดอากาศ ซึ่งไม่พบการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์อีโคไลไม่เกินกำหนดตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

3.3.4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเกลือแร่จากเกลือชะครามพบว่าผู้ทดสอบมีความพึงพอใจด้านสีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเกลือแร่จากเกลือชะครามอยู่ที่ความชอบมากที่สุดคิดร้อยละ27 ชอบมากที่ร้อยละ 36 ชอบเล็กน้อยที่ร้อยละ 29 ในความพอใจด้านกลิ่นรสต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเกลือแร่จากเกลือชะคราม อยู่ที่ความชอบมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ18 ชอบมากที่ร้อยละ 36 ชอบเล็กน้อยที่ร้อยละ 38 เฉยๆที่ร้อยละ 8 ในด้านความพึงพอใจด้านรสชาติต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเกลือแร่จากเกลือชะครามอยู่ที่ความชอบมากที่สุดคิดร้อยละ 27 ชอบมากที่ร้อยละ 40 ชอบเล็กน้อยที่ร้อยละ 24 และเฉยๆที่ร้อยละ 9 ในด้านความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเกลือแร่จากเกลือชะคราม อยู่ที่ความชอบมากที่สุดร้อยละ 29 ชอบมากที่ร้อยละ 40 ชอบเล็กน้อยที่ร้อยละ 21

4.สรุปผลการทดลอง

การศึกษาปริมาณชะครามที่เหมาะสมในการทำเกลือจากชะคราม 5 ระดับ ได้แก่ 100 200 300 400 และ 500 กรัม พบว่าปริมาณชะครามที่ระดับ 400 และ 500 กรัม ไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากปริมาณเกลือที่ได้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงใช้ปริมาณชะครามที่ระดับ 400 กรัมในการทำเกลือจากชะคราม ผลการศึกษาคุณภาพเกลือจากชะครามพบว่าเมื่อใช้ปริมาณชะครามในการทำเกลือชะครามเพิ่มขึ้นให้ค่าความสว่าง (L*) ลดลง ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณชะครามของแต่ละสูตรที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้มีสีของเกลือชะครามที่แตกต่างกัน การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีพบว่าคุณภาพในด้านค่าความชื้นของเกลือชะครามมีค่าความชื้นที่ไม่แตกกัน การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกพบว่าปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกที่มากที่สุดคือสูตรที่ 5 มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 27.048±0.011 mgGAE/100mLเนื่องจากปริมาณชะครามที่มากขึ้น ทำให้สารประกอบฟีนอลิกที่มีเพิ่มขึ้น ด้านจุลินทรีย์ พบว่า การตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์จากผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการพาสเจอไรส์ผลปรากฏว่าไม่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โคลิฟอร์มและอีโคไลไม่เกินกำหนดของมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความแปลกใหม่และมีประโยชน์ต่อสุขภาพ

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบพระคุณ คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มทร.พระนคร ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.ชญาภัทร์ กี่อาริโย ที่กรุณาเสียสละเวลาให้ความรู้ และให้คำปรึกษาแนะนำตลอดจนข้อคิดเห็นต่างๆ ในการวางแผนการทำงานวิจัย ซึ่งผู้วิจัยจึงตระหนักในพระคุณอย่างสูง

6. เอกสารอ้างอิง

กำโชค เผือกสุวรรณ. 2517. ผลของการเสียเหงื่อกับการชดเชยด้วยน้ำ และเกลือแร่ต่อความอดทนทางร่างกาย.กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรมส่งเสริมวัฒนธรรม. 2555. ต้นสาครามหรือชะคราม. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก: http://www.vcharkaen.com/ . 19 ธันวาคม 2557

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร. 2546. ส่วนประกอบอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพฯ.

จุรีภร นวนสุมิก และจันทิรา วงศ์เสรีย์. 2554. สารต้านอนุมูลอิสระ. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://herp-nru.psru.ac.th.file.054349_42.pdf. 19 ธันวาคม 2557

ดวงฤดี หวั้นหนู อรพิน เกิดชูชื่น ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ ศิริวรรณ ตั้งแสงประทีป. (2553). ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดจากชะคราม. ว. วิทยาศาสตร์เกษตร,41 (3/1) (พิเศษ): 637–640.

นกน้อย ชูคงคาและคณะ. 2554. สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้าน 3 ชนิด. ว. วิทยาศาสตร์เกษตร, 42 (3) (พิเศษ): 339-342.

นภาพร แก้วดวงดี. 2551. ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์. ม.ป.ท. : กรุงเทพฯ.

เผด็จ นวนหนู. 2521. การดื่มน้ำ น้ำเกลือ และน้ำตาล ต่อความสามารถในการทำงานของร่างกาย. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2557. สารประกอบฟีนอลิก. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก :http://www.foodnetworksolution.com/wiki. 2 กรกฎาคม 2558.

เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. 2549. สมุนไพรในอุทยานแห่งชาติภาคใต้. กรุงเทพฯ:สามเจริญพาณิชย์.

ม.ป.ป. 2557. การพาสเจอไรซ์. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.huff-tech.com/food_equipment.php. 19 ธันวาคม 2557

ม.ป.ป. 2557. สารประกอบฟีนอลิก. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://203.158.253.116:8080/khogkham/salt.php. 2 กรกฎาคม 2558.

ลักษณา อินทร์กลับ. 2534. โภชนาการเชิงชีวเคมี วิตามิน เกลือแร่ น้ำ และใยอาหาร (หน้า 54,124,126,127). กรุงเทพมหานคร

สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม. (2552). พันธุ์ไม้ป่าชายเลนในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

ลูกชิ้นปลาสากเสริมวุ้นมะพร้าวผักเหมียง

Barracuda based Meatball supplemented with nata de coco and Southern Native Leave (Puk-Miang)

ชุตินุช สุจริต[1*] จีราพร สังข์ผุด[2] นัฏฐา คเชนทร์ภักดี[1] และณัฐยา คชเดช[1]

[1] สาขาอุตสาหกรรมอาหารและผลิตภัณฑ์ประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[2] ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการนำวัสดุเศษเหลือทางการเกษตร และ การนำผักเหมียงพัฒนาเพื่อผลิตภัณฑ์สุขภาพ โดยทำวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง ผลการศึกษาพบว่าน้ำผักเหมียงที่นำมาใช้ในการทดลองมีปริมาณเถ้า ไขมัน และโปรตีนร้อยละ 0.39 0.75 และ 0.09 ตามลำดับ ส่วนคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 30 CFU/g เมื่อนำน้ำผักเหมียงมาใช้เป็นส่วนผสมในการทำวุ้นมะพร้าวในอัตราส่วนน้ำมะพร้าวต่อน้ำผักเหมียงเท่ากับ 1:3 จะทำให้เกิดแผ่นวุ้นมะพร้าวที่มีสีขาวนวล หนาประมาณ 1 เซนติเมตร กว้าง 23 เซนติเมตร และยาว 40 เซนติเมตร จากนั้นนำวุ้นมะพร้าวที่ผลิตจากน้ำผักเหมียงที่ได้มาศึกษาองค์ประกอบทางเคมีพบว่ามีปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน และโปรตีนร้อยละ 0.85 0.07 1.09 และ 0.36 ตามลำดับ ส่วนปริมาณกรดทั้งหมด 0.12 กรัม/100 มิลลิลิตร/ตัวอย่าง เมื่อนำวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงนำมาเสริมในลูกชิ้นปลาสากร้อยละ 5 10 และ 15 ตามลำดับ พบว่า การเสริมวุ้นมะพร้าวร้อยละ 10 ส่งผลให้ gel strength มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ (P≤ 0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาโครงสร้างระดับจุลภาคของเจลลูกชิ้นปลาสากมีการเข้ากันของเนื้อปลาและเส้นใยไฟเบอร์ของวุ้นมะพร้าวมากขึ้นของโครงสร้างตาข่าย 3 มิติ และมีการผสมกลมกลืนเมื่อเทียบกับการเสริมวุ้นมะพร้าวร้อยละ 5 10 และ 15 ตามลำดับ ส่วนวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์พบน้อยกว่า 30 CFU/g ทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบยอมรับผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาเสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงร้อยละ 10

คำสำคัญ : วุ้นมะพร้าว, ลูกชิ้นปลาสาก, ผักเหมียง

Abstract

This research aimed to make use of agricultural by-product especially Southern native leave extract (Puk-Miang) as part of nata de coco making as a healthy dish. Results revealed that Puk-Miang extracted liquid was composed of 0.39% ash, 0.75% fat and 0.09% protein content respectively. Microbiological examination demonstrated that total viable count was less than 30 CFU/g. A ratio of 1:3 (coconut water: Puk-Miang liquid extract) was used and whitish jelly layer (23 x 40 x 1 cm (Width x Length x Thickness) was formed. Proximate analysis of resultant nata de coco product revealed that its moisture, ash, fat, and protein content were of 0.85, 0.07, 1.09 and 0.36% . Derived nata de coco was added into Baracuda based meatball were of 5, 10 and 15% respectively and results found that 10% nata de coco supplemented meatball increased its gel strength compared to control (P≤ 0.05). This corresponded to microstructural investigation of Barracuda based meatball gel in a way that 3- dimensional structure was a consequence of thorough mix or combination of fish protein and fiber strand of nata de coco. Microbiological examination of the product revealed that < 30 CFU/g was found as organoleptic result showed that 10% nata de coco supplemented Barracuda based meatball formulation was most accepted.

Keywords: nata de coco, Barracuda, Native Leave (Puk-Miang)

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน s.chutinut58@gmail.com โทร. (075) 204-057-9

1. บทนำ

ผักเหมียง (เหลียง, เขรียง) เป็นผักพื้นบ้านประเภทไม้พุ่ม ขึ้นชื่อว่าเป็น “ราชินีผักพื้นบ้านในภาคใต้” พบมากในแถบภาคใต้ตอนบนและเป็นที่นิยมบริโภคกันโดยทั่วไปของคนในพื้นที่ ผักเหมียงเป็นผักปลอดสารพิษและอุดมด้วยเบต้าแคโรทีนซึ่งถือว่าเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ อีกทั้งยังเป็นสารตั้งต้นสร้างวิตามินเออีกด้วย คุณค่าทางโภชนาการ[1] ของผักเหมียง 100 กรัมหรือ 1 ขีดไม่รวมก้าน มีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงถึง 1,089 ไมโครกรัมหน่วยเรตินัล ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าผักบุ้งจีน 3 เท่าและมากกว่าผักบุ้งไทย 5-10 เท่า อีกทั้งผักเหมียงยังมีแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่มีคุณสมบัติช่วยบำรุงกระดูกอีกด้วย งานวิจัยการพัฒนาผักแผ่น (Crispy Vegetable Chips) [2] ได้มีการนำผักเหมียงไปทำเป็นผักแผ่นเพื่อบริโภค ในขั้นตอนของกระบวนการทำผักแผ่นจะมีน้ำเป็นวัสดุเศษเหลือในการทำผักแผ่น ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการนำน้ำจากกระบวนการดังกล่าวมาพัฒนาต่อยอดเป็นอาหารในการเจริญเติบโตของเชื้อที่ใช้ในการผลิตวุ้นมะพร้าว โดยมีการศึกษาและวิเคราะห์อัตราส่วนของน้ำผักเหมียงและน้ำมะพร้าวในปริมาณที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงเชื้อเพื่อผลิตวุ้นมะพร้าว

วุ้นมะพร้าวเป็น Gelatinous Bacterial Cellulose ประกอบด้วยเส้นใยละเอียดของเซลลูโลสที่อยู่ในรูปของเจล ซึ่งเรียกว่า Cellulose Microfiber เป็นลักษณะของวุ้นที่ได้เป็นเยื่อเหนียว ทำให้มีความแข็งแรงเกิดขึ้น [3] ในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โปรตีนเจลจากเนื้อปลา ชนิดและคุณภาพวัตถุดิบมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากความสามารถในการเกิดเจลที่ดีนั้นได้ผลมาจากวัตถุดิบสดหรือเนื้อปลาบดที่มีคุณภาพโปรตีนสูง และเจลจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทของเนื้อปลาแต่ละชนิด [4] ลูกชิ้นปลาที่มีคุณภาพนั้นจะมีปริมาณของโปรตีนเป็นปริมาณมากทำให้ผู้บริโภคได้รับสารอาหารที่มีปริมาณโปรตีนสูง และเมื่อเสริมวุ้นมะพร้าวในลูกชิ้นปลาก็จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาสากที่เสริมวุ้นมะพร้าวนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมีคุณค่าต่อสุขภาพของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น อีกทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้ผลิตภัณฑ์ได้อีกทางหนึ่งด้วย

2. วิธีการทดลอง

กระบวนการทำลูกชิ้นปลาสากเสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงต้องมีส่วนประกอบในการผสมที่ช่วยให้รสชาติของผลิตภัณฑ์มีเอกลักษณ์และเป็นที่ชื่อชอบของผู้บริโภค ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาองค์ประกอบของแต่ละส่วน ได้แก่ สูตรของวุ้นมะพร้าวที่ทำจากน้ำผักเหมียง แล้วนำมาผสมกันอย่างลงตัวเป็นสูตรของลูกชิ้นปลาสากเสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง ต่อไปเป็นขั้นตอนของการหาสูตรที่เหมาะสมในการทำส่วนผสมต่าง ๆ โดยเริ่มจาก สูตรวุ้นมะพร้าวที่ทำจากน้ำผักเหมียง และสูตรลูกชิ้นปลาสากเสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง ตามลำดับ

2.1 ศึกษาสูตรในการทำน้ำผักเหมียง

นำใบผักเหมียงไม่อ่อนหรือแก่ มาล้างทำความสะอาด ต่อจากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่น แล้วนำมาตรวจสอบหาคุณค่าทางโภชนาการของน้ำใบผักเหมียง โดยการทำการตรวจสอบทางด้านต่าง ๆ ดังนี้ ด้านเคมี ได้แก่ ปริมาณเถ้า ปริมาณไขมันและปริมาณโปรตีน ตามวิธี [5] คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count) ตามวิธี [6] หลังจากนั้นเตรียมหัวเชื้อ *A. xylinum* ใช้อาหารสังเคราะห์ประกอบด้วย กูลโคส 20 กรัม, Yeast extract 5 กรัม, Peptone 5 กรัม และ K_2HPO4 2.7 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร ปรับพีเอช เป็น 4.2 ด้วยกรดอะซิติก เติมหัวเชื้อ *A. xylinum* ลงไป 10 เปอร์เซ็นต์ ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลาหนึ่งสัปดาห์ จะได้หัวเชื้อที่มีความเข้มข้น 10^7–10^8 cfu/ml การเตรียมน้ำผักเหมียงสำหรับการผลิตตามสูตร

ตารางที่ 1 สูตรในการทำวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหลียง

ส่วนประกอบ (mg/g)	อัตราส่วนผสม				
	สูตรดั้งเดิม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
น้ำมะพร้าว	1500	1500	1000	700	500
น้ำตาลทรายแดง	75	75	75	75	75
น้ำส้มสายชู	15	15	15	15	15
Ammonium sulfate	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
nata de coco starters	150	150	150	150	150
Extract of Southern native leaves (Puk-Miang)	0	500	750	1000	1500

จากตารางที่ 1 เมื่อผู้วิจัยได้ทำการทดลองทั้งหมด 4 สูตร สูตรที่มีอัตราส่วนผสมที่ลงตัวและเหมาะสมคือสูตรที่มีอัตราส่วนน้ำมะพร้าวต่อน้ำผักเหมียงเท่ากับ 1:3 จะทำให้เกิดแผ่นวุ้นมะพร้าวที่มีสีขาวนวล หนาประมาณ 1 เซนติเมตร กว้าง 23 เซนติเมตร และยาว 40 เซนติเมตร นั่นคือสูตรที่ 4 ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำสูตรดังกล่าวไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

2.2 ศึกษาอัตราส่วนของวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงที่เหมาะสมในการผลิตลูกชิ้นปลาสาก

สูตรในการผลิตวุ้นมะพร้าวโดยใช้น้ำผักเหมียงจากหัวข้อที่ผ่านมา ผู้วิจัยนำมาประยุกต์ใช้ในส่วนของการผลิตลูกชิ้นปลาสากเสริมวุ้นมะพร้าวโดยใช้น้ำผักเหมียง ซึ่งมีสูตรในการผสมลูกชิ้นปลากันโดยมีการแบ่งอัตราส่วนของเนื้อปลาสากและวุ้นมะพร้าวเป็นอัตราร้อยละ รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อัตราส่วนผสมของลูกชิ้นปลาสากผสมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง

Constituents (g)	อัตราส่วนผสม			
	สูตรดั้งเดิม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
เนื้อปลาสาก	100	95	90	85
แป้งมันสำปะหลัง	2	2	2	2
เกลือ	2	2	2	2
พริกป่น	0.4	0.4	0.4	0.4
น้ำแข็ง	2	2	2	2
วุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง	0	5	10	15

วิธีทำลูกชิ้นปลาเสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง

บดปลาสากให้ละเอียดด้วยเครื่องบดทำการบดซ้ำ 2 ครั้งเพื่อความเหนียวละเอียด จากนั้นนำเนื้อปลาบดใส่ลงไปในเครื่องนวด นวดประมาณ 5 นาที ให้เติมเกลือลงไปครึ่งหนึ่ง แล้วนวดต่อไปอีก 5 นาที ค่อย ๆ โรยแป้งและน้ำแข็งตามลงไปทีละน้อยจนหมด นวดต่อไปอีกประมาณ 10 นาที ก็จะได้เนื้อปลาที่เหนียวพอ พร้อมที่จะนำไปทำเป็นลูกชิ้นและเติมวุ้นมะพร้าวด้วยน้ำผักเหมียงที่ผ่านการหั่นละเอียดตามปริมาณที่ต้องการ หลังจากนั้นนำมาใส่ถุงซึ่งถุงนี้ตัดท้ายถุงให้พอประมาณที่จะปั้นเป็นลูกกลม ๆ ใส่ลงในหม้อที่มีน้ำเดือดประมาณ 90 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ตักขึ้นแล้วแช่ในน้ำเย็นและผึ่งให้สะเด็ดน้ำ นำไปบรรจุแช่เย็นเก็บไว้

ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาเสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงแต่ละสูตร ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการผลิตลูกชิ้นปลาที่มีการเพิ่มปริมาณของวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงในปริมาณที่แตกต่างกัน โดนที่วุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงที่เพิ่มจะมี 3 สูตร คือเพิ่มวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงร้อยละ 5, 10 และ 15 ตามลำดับ โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาคุณภาพ 3 ด้าน ของลูกชิ้นปลาที่ทำการผสมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง ดังนี้

1. การวิเคราะห์ด้านคุณภาพทางเคมี มีการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณความชื้น เถ้า และปริมาณกรดทั้งหมด ตามวิธี [5]

2. การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ เป็นการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count) ตามวิธี [6]

3. การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ในการประเมินคุณภาพมีการทดสอบ 2 แบบ

3.1 ทดลองชิม ให้ผู้ทดสอบทดลองชิมจำนวน 30 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) และพิจารณาลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม

3.2 วิธี TPA วัดค่า Hardness, Springiness, Cohesiveness และ Chewiness โดยใช้ หัววัด Cylinder P50 และตั้งค่าการกดเป็นระยะทางร้อยละ 40 ของความสูงในการกดสองครั้ง ด้วยความเร็วคงที่ 5 mm/s

2.3 การศึกษาโครงสร้างระดับจุลภาคของลูกชิ้นปลาสาก

การผสมของส่วนผสมในลูกชิ้นปลาสากเสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงที่มีความเข้ากันของส่วนผสม ผู้วิจัยได้ตรวจสอบโครงสร้างของลูกชิ้นปลาในระดับจุลภาคของลูกชิ้นปลาสากเสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงทั้ง 3 สูตร โดยได้ทำการตัดตัวอย่างที่ต้องการทดสอบขนาดชิ้นเล็ก ผิวเรียบขนาด 2 x 2 mm นำแช่ใน 2.5% Gluaraldehyde ในสารละลาย Phosphate Buffer 0.2 mol/l (pH 7.2) เป็นระยะเวลา 2 ชั่วโมง ต่อจากนั้นนำตัวอย่างล้างด้วย 0.1 mol/l Phosphate Buffer ที่ pH 7.2 เป็นระยะเวลา 10 นาทีต่อครั้ง หลังจากนั้นนำตัวอย่างมาแช่ใน 0.2 mol/l Phosphate buffer ที่มี pH 7.2 ที่มี 10 กรัมต่อลิตร ของ Osmium Tetroxide เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง (โดยไปทำในตู้ดูดควัน) หลังจากนั้นล้างด้วย 0.1 mol/l Phosphate Buffer 10 นาที และล้างอีกครั้งด้วยน้ำกลั่นเป็นเวลา 10 นาที กำจัดน้ำออกจากชิ้นตัวอย่างด้วยการแช่ในชุดความเข้มข้นของ Ethanol 50, 70, 80, 90 เวลาที่ใช้ ความเข้มข้นละ 10 นาที ส่วนความเข้มข้นของ Ethanol 100% เวลาที่ใช้ 10 นาที สองครั้ง รวมทั้งสิ้นในการกำจัดน้ำออกจากชิ้นตัวอย่างเป็นเวลา 60 นาที นำไประเหย Ethanol ด้วยการใส่ในตู้ดูดความชื้นเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำตัวอย่างไปติดบนแท่นเพื่อนำไปเคลือบชิ้นตัวอย่างด้วยทอง (Sputter Coater, Balzers รุ่น SCD 040) และสังเกตโครงสร้างในระดับจุลภาคของตัวอย่างด้วยกล้อง Field Emission Scanning Electron Microscope (FESEM)

2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวางแผนการทดลองในการคำนวณสูตรในการทำวุ้นมะพร้อมจากน้ำผักเหมียง และสูตรของการทำลูกชิ้นปลาสากเสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงใช้วิธีการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) ทำการทดลองซ้ำทั้งหมด 3 ซ้ำ มีการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA (analysis of variance) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) และมีการวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

3 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

3.1 การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของน้ำผักเหมียง

3.1.1 คุณภาพทางด้านเคมี

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำผักเหมียงโดยการนำใบผักเหมียงมาล้างทำความสะอาด จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นแล้วเติมน้ำมะพร้าวแก่เพื่อช่วยให้เครื่องปั่นทำงานง่ายขึ้น และผ่านการกรองด้วยผ้าขาวบางเอาส่วนที่เป็นน้ำมาหาคุณค่าทางโภชนาการในส่วนของไขมันและโปรตีน ผลการทดลองดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีกายภาพของน้ำผักเหมียง

Constituent	Percentage (%)
fat	0.75 ± 0.43
protein	0.09 ± 0.04

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำผักเหมียง พบว่าน้ำผักเหมียงมีปริมาณไขมัน และโปรตีนร้อยละ 0.75 และ 0.09 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผักเหมียงจะเห็นได้ว่า ผักเหมียงมีคุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญสารต้านอนุมูลอิสระ เบต้าแคโรทีน วิตามินและแร่ธาตุเหมาะสำหรับผู้บริโภคในปัจจุบันที่ดูแลในเรื่องของสุขภาพ

3.1.2 คุณสมบัติด้านจุลินทรีย์ของน้ำผักเหมียง

จากการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของน้ำผักเหมียง พบว่าไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

3.2 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการทำวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงและการตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมี

3.2.1 สูตรที่เหมาะสมของวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง

จากการศึกษาสูตรในการผลิตวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงใน ตารางที่ 2 พบว่า ชุดควบคุมเกิดแผ่นวุ้นมะพร้าวสีขาวนวล ส่วนสูตรที่ 1 เกิดแผ่นวุ้นมะพร้าวสีขาวนวล มีความหนาปริมาณ 1 เซนติเมตร กว้าง 23 เซนติเมตร ยาว 40 เซนติเมตรเซนติเมตร มีกลิ่นหมักหรือกลิ่นเปรี้ยว ระยะเวลาในการเกิดแผ่นวุ้น 4 วัน มีอัตราส่วนของน้ำมะพร้าวและน้ำผักเหมียงสัดส่วน 1:3 ส่วนในสูตรที่ 2 ไม่เกิดแผ่นวุ้น เป็นของเหลวสีขาว มีกลิ่นหมักหรือกลิ่นเปรี้ยว สูตรที่ 3 ไม่เกิดแผ่นวุ้นเป็นของเหลวสีขาว มีกลิ่นหมักหรือกลิ่นเปรี้ยว และสูตรที่ 4 ไม่เกิดแผ่นวุ้นเป็นของเหลวสีขาว มีกลิ่นหมักหรือกลิ่นเปรี้ยว ซึ่งทราบได้ว่าปริมาณของน้ำมะพร้าวมีความสำคัญต่อการเกิดแผ่นวุ้น เพราะในน้ำมะพร้าวมีปริมาณน้ำตาลที่เชื้อสามารถนำมาใช้ในการเจริญเติบโตเกิดแผ่นวุ้นได้ หากน้ำมะพร้าวมีปริมาณน้อยทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้เพราะมีปริมาณสารอาหารไม่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตจึงไม่เกิดแผ่น ด้วยเหตุผลนี้จึงทำให้สูตรการทดลองที่ 2, 3 และ 4 ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ จึงได้สูตรที่ 1 มาศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

3.2.2 คุณภาพทางเคมีของวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง ผลการทดลองดังตารางที่ 4 พบว่าวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงมีปริมาณความชื้นร้อยละ 0.85 ปริมาณเถ้าร้อยละ 0.07 ปริมาณไขมันร้อยละ 1.09 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 0.36 และปริมาณกรดทั้งหมด 0.12 กรัม/100 มิลลิลิตร/ตัวอย่าง จากโครงสร้างทางเคมีของวุ้นมะพร้าวทำให้น้ำย่อยหรือเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ไม่สามารถย่อยได้ ทำให้สามารถใช้วุ้นมะพร้าวเป็นส่วนของอาหารในการลดน้ำหนักได้และมีประโยชน์ในแง่การส่งเสริมสุขภาพช่วยระบบขับถ่าย วุ้นมะพร้าวสามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารคาวหวานได้หลายชนิด [7]

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีกายภาพของวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง

Constituents	Percentage (%)
moisture	0.85 ± 0.29
ash	0.07 ± 0.00
fat	1.09 ± 0.06
protein	0.36 ± 0.04
total acidity	0.12 ± 0.00

3.2.3 คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง

จากการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง พบว่า ไม่พบปริมาณจุลินทรีย์

3.3 การศึกษาการประยุกต์ใช้วุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงเพื่อผลิตลูกชิ้นปลาและคุณค่าทางโภชนาการของลูกชิ้นปลาเสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง

3.3.1 คุณภาพทางเคมีของลูกชิ้นปลาเสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาเสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงผลการทดลองดังตารางที่ 5 พบว่า ลูกชิ้นปลาสูตรมาตรฐาน มีปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน และโปรตีน ร้อยละ 81.67 1.46 0.49 และ 19.15 ตามลำดับ ส่วนลูกชิ้นปลาเสริมวุ้นมะพร้าว มีปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน และโปรตีนร้อยละ 79.48 2.10 0.25 และ 18.87 ตามลำดับ [8] ได้ศึกษา

องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นปลาผสมปลาหมึกมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า ร้อยละ 78.60 13.18 0.11 และ 1.32 ตามลำดับ องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นปลาที่ได้รับจากการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม [9] ซึ่งได้รายงานคุณลักษณะที่ต้องการของลูกชิ้นไว้ดังนี้ คือ ไขมันไม่เกินร้อยละ 3 โปรตีน ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 12 สี ต้องมีความสม่ำเสมอตามลักษณะเนื้อสัตว์ที่ใช้ทำ กลิ่นต้องมีกลิ่นหอม น่ารับประทาน รสดีปราศจากกลิ่นแปลกปลอมอื่น ๆ และลักษณะเนื้อต้องมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่ยุ่ย ไม่ควรมีฟองอากาศลูกชิ้นปลาเสริมวุ้นมะพร้าวด้วยน้ำผักเหมียงจัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการดูแลสุขภาพ เพราะในลูกชิ้นปลามีวุ้นมะพร้าวที่มีส่วนผสมของผักเหมียง ซึ่งผักเหมียงมีใยอาหาร วิตามินและแร่ธาตุล้วนแล้วเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพและที่สำคัญ วุ้นมะพร้าวเป็นส่วนของอาหารลดน้ำหนักได้และมีประโยชน์ในแง่ การส่งเสริมสุขภาพช่วยระบบขับถ่าย ดังนั้นผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาเสริมวุ้นมะพร้าวด้วยน้ำผักเหมียงจึงเป็นอาหารคาวที่เหมาะสำหรับผู้บริโภคในยุคปัจจุบันที่แน่การดูแลสุขภาพด้วยการบริโภคอาหารที่มีประโยชน์และได้มาจากธรรมชาติ

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีกายภาพของลูกชิ้นปลาเสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง

Constituents	Percentage (%)	
	STD	STD+NDC
moisture	81.67 ± 0.05	79.48 ± 0.45
ash	1.46 ± 0.02	2.10 ± 0.02
fat	0.49 ± 0.19	0.25 ± 0.31
protein	19.15 ± 0.56	18.87 ± 0.32

หมายเหตุ: ลูกชิ้นปลาสูตรมาตรฐาน (STD) และ ลูกชิ้นปลาผสมวุ้นมะพร้าวจากผักเหมียง (STD+NDC)

3.3.2 คุณภาพทางจุลินทรีย์

ลูกชิ้นปลาไม่ใส่วุ้นมะพร้าวไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมด ส่วนลูกชิ้นปลาใส่วุ้นมะพร้าวพบปริมาณจุลินทรีย์ น้อยกว่า 30 CFU/g ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

3.3.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคโดยนำผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาเสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงและลูกชิ้นปลาสูตรมาตรฐานมาทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ด้วยวิธี9 Point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาเสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงที่มีการเติมวุ้นมะพร้าวร้อยละ 10 ที่ระดับ 8 ซึ่งเป็นระดับที่ชอบมาก ส่วนผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาสูตรมาตรฐานผู้บริโภคจะให้การยอมรับรองลงมาเนื่องจากผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาสูตรมาตรฐานมีเนื้อสัมผัส รสชาติ และลักษณะปรากฏที่ด้อยกว่าผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาที่เสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง

ตารางที่ 6 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของลูกชิ้นปลาเสริมวุ้นมะพร้าวจากผักเหมียง

รายละเอียด	NDC (g)			
	0	50	100	150
C	7.60±0.96nd	7.73±0.82nd	8.00±0.90nd	7.47±1.03nd
T	7.13±1.00^{b}	8.00±0.64^{a}	8.10±0.92^{a}	6.93±1.22^{b}
F	7.30±0.79^{b}	8.27±0.52^{a}	8.33±0.88^{a}	7.00±1.22^{b}
A	7.23±0.96^{b}	8.27±0.73^{a}	8.30±0.87^{a}	7.07±1.13^{b}
O	7.23±0.81^{b}	8.10±0.60^{a}	8.40±0.76^{a}	6.97±1.06^{b}

หมายเหตุ: C คือ สี, T คือ เนื้อสัมผัส, F คือ กลิ่นรส, A คือ ลักษณะปรากฏ และ O คือ ความชอบรวม

จากตารางที่ 6 พบว่าลูกชิ้นปลาเสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงร้อยละ 10 มีคะแนนทางประสาทสัมผัสมากที่สุด รองลงมาคือร้อยละ 5, 0 และ 15 ตามลำดับ

ผลการวัดเนื้อสัมผัส การวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่างเจลลูกชิ้นที่ได้จากเนื้อปลาสาก พบว่าการเติมวุ้นมะพร้าวร้อยละ10 % ส่งผลให้ค่า Gel Strength มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตัวอย่างเจลมีค่าเท่ากับชุดควบคุม ($p \leq 0.05$) สำหรับผลการวัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัสแบบ TPA การเติมวุ้นมะพร้าวร้อยละ 10 ส่งผลให้การเข้ากันของเนื้อปลาสากและเส้นใยไฟเบอร์ของวุ้นมะพร้าว ส่งผลให้ค่าที่บ่งชี้เนื้อสัมผัสได้แก่ Hardness, Gumminess และ Chewiness มีค่าใกล้เคียงกับชุดทดลอง พบว่า ค่า Breaking Force, Breaking Distance และ Gel Strength ของเจลลูกชิ้นปลาสากที่มีการเติมวุ้นมะพร้าวที่ระดับ 5, 10 และ 15 ตามลำดับ

ตารางที่ 7 คุณลักษณะทางเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง			
	ชุดควบคุม	5%	10%	15%
Hardness	8912.13^{b}	9054.50^{b}	9857.03^{a}	7627.67^{c}
Springiness	0.78a^{b}	0.79a^{b}	0.80^{a}	0.74^{b}
Cohesiveness	0.51^{b}	0.59a^{b}	0.63^{a}	0.53^{b}
Gumminess	4477.41^{b}	4761.88^{b}	6791.60^{a}	3911.17^{c}
Chewiness	4123.15^{b}	4359.20^{b}	5395.27^{a}	2913.22^{c}
Adhesiveness	-0.47^{c}	-0.77^{b}	-1.14^{a}	-0.40^{c}

จากตารางที่ 7 การเติมวุ้นมะพร้าวส่งผลให้ค่า gel strength เพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวุ้นมะพร้าวเป็นเส้นใยเซลลูโลสที่มีขนาดเล็กมาก ประมาณ 3-8 นาโนเมตร [6] สามารถอุ้มน้ำไว้ได้มากถึง 200 เท่าของน้ำหนัก [7] ทำให้เกิดโครงสร้างของเจลโปรตีนที่แข็งแรงขึ้น [8-9] และการเติมวุ้นมะพร้าวร้อยละ 15 ส่งผลให้ค่าเจลลดลง ($p < 0.05$) เนื่องจากวุ้นมะพร้าวที่มากเกินไปอาจรบกวนโครงสร้างตาข่ายโปรตีนทำให้ความแข็งแรงของเจลน้อยลงซึ่งสอดคล้องกับคะแนนทางประสาทสัมผัส ($p < 0.05$) และรูปโครงสร้างระดับจุลภาค (รูปที่1a-d) โดยลูกชิ้นปลาที่มีการเติมวุ้นมะพร้าวมีโครงสร้างตาข่าย 3 มิติหนาแน่นมากเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม

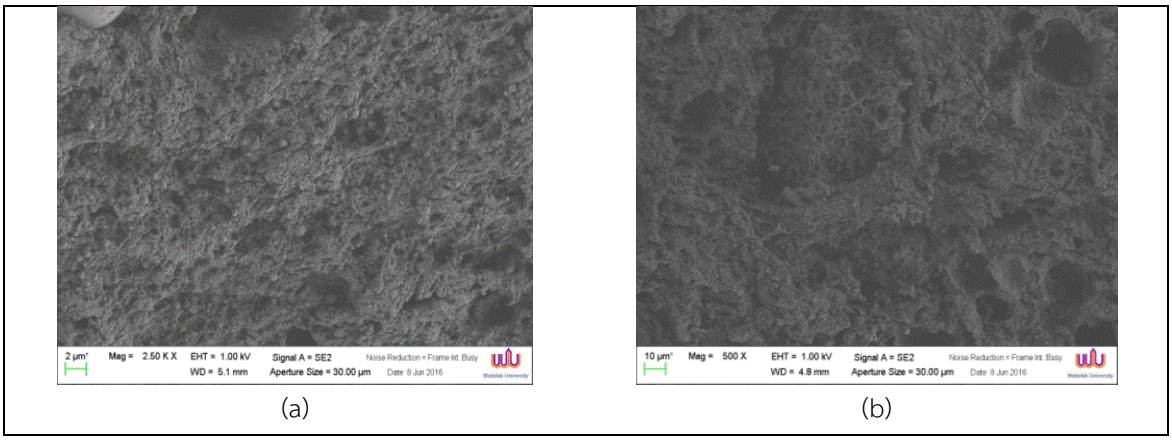
ตารางที่ 8 คุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัสของลูกชิ้นปลาผสมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง

Sample	Firmness (g^{-F})	Toughness (g^{-S})
Control	690.66[b]	5,067.37[b]
5%	818.54[a]	6,538.90[a]
10%	864.30[a]	6,875.76[a]
15%	796.92[a]	6,222.33[a]

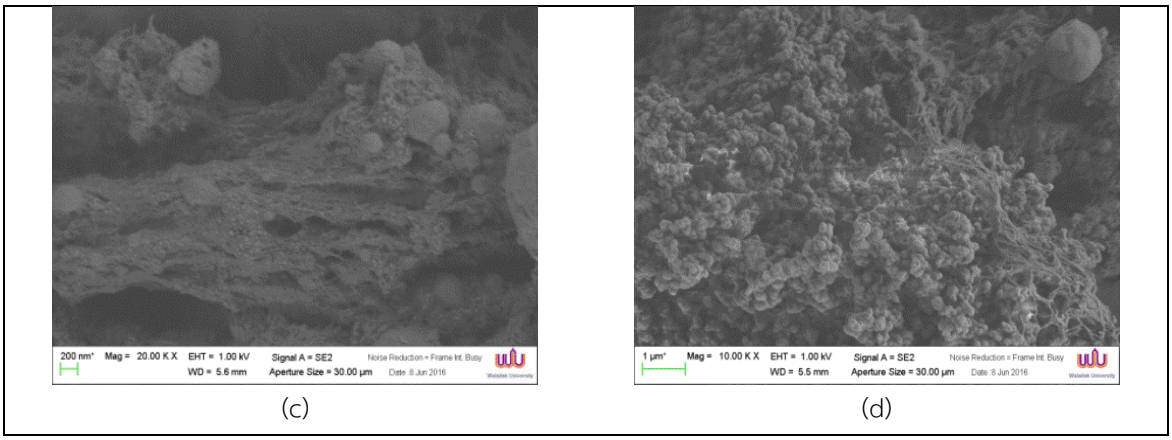
ตารางที่ 8 พบว่าลูกชิ้นปลาสากที่เสริมวุ้นมะพร้าว วัดค่าความแน่นเหนียวได้จากค่า Firmness กับค่า Toughness ซึ่งค่า Firmness เป็นค่าที่เกิดจากแรงกด ตัดขาด ถ้าค่าต่ำแสดงว่าไม่เหนียว/แข็ง แต่ถ้าใช้แรงกดมากแสดงว่าลูกชิ้นปลามีความเหนียว/แข็งมาก ส่วนค่า Toughness แสดงเวลาที่ใช้ในการตัดขาด หากใช้เวลานาน แสดงว่าลูกชิ้นปลามีความเหนียวมาก ลูกชิ้นปลาสากที่เสริมวุ้นมะพร้าวมีค่า Firmness กับค่า Toughness สูงกว่าชุดควบคุม ($P<0.05$) แสดงว่าลูกชิ้นปลาสากที่เสริมวุ้นมะพร้าวมีการใช้แรงในการกดและตัดมากกว่าลูกชิ้นปลาสากที่ไม่เสริมวุ้นมะพร้าว เพราะว่าลูกชิ้นมีลักษณะแน่น เหนียว และยืดหยุ่นดีกว่า เนื่องการวุ้นมะพร้าวจะจับกับน้ำภายในโครงสร้างโดยทำหน้าที่เป็นสารเติมเต็ม (filler) อีกทั้งสมบัติเชิงหน้าที่ของ dietary fiber ซึ่งมีความสามารถในการจับน้ำและไขมัน [11] จึงช่วยลดปริมาณน้ำของร่างแหและเพิ่มความหนาแน่นของสิ่งแวดล้อมรอบ protein matrix ทำให้สามารถอุ้มน้ำและไขมันของระบบไว้ได้ทำให้ลูกชิ้นมีความเหนียวแน่นมากขึ้น ส่งผลทำให้เกิดโครงสร้างของเจลโปรตีนที่แข็งแรงขึ้น

ภาพถ่ายโครงสร้างระดับจุลภาคของลูกชิ้นปลาสากผสมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง พบว่า ลูกชิ้นปลาสากที่เสริมวุ้นมะพร้าวร้อยละ 10 นั้น เส้นใยของวุ้นมะพร้าวที่เสริมลงไปนั้นผสมกลมกลืนกับเจล ลูกชิ้นปลาสากอย่างเหมาะสม สอดคล้องทั้งค่าทดสอบชิมค่าวิเคราะห์ทางกายภาพด้วยเครื่อง TPA วัดค่าบ่งชี้ และการถ่ายภาพทางจุลภาค สอดคล้องเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งจากภาพพบว่าเมื่อมีการเสริมวุ้นมะพร้าว cellulose microfiber ลักษณะเป็นเยื่อเหนียว มีสีขาวหรือครีม มีปริมาณเส้นใยสูง และมีประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น ป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ โรคหัวใจ และความดันโลหิต

จากรูปที่ 1 โครงสร้างระดับจุลภาคของลูกชิ้นปลาสากผสมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง รูป 1(a) แสดงโครงสร้างของลูกชิ้นปลาสากที่ไม่มีการเพิ่มวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง, รูป 1(b) แสดงโครงสร้างของลูกชิ้นปลาสากที่มีการเพิ่มวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง 5%, รูป 1(c) แสดงโครงสร้างของลูกชิ้นปลาสากที่มีการเพิ่มวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง 10% และ รูป 1(d) แสดงโครงสร้างของลูกชิ้นปลาสากที่มีการเพิ่มวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง 15% ตามลำดับ



(a) (b)



รูปที่ 1 โครงสร้างระดับจุลภาคของลูกชิ้นปลาสากผสมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง

4. สรุป

จากการผลิตวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง พบว่า สูตรที่ 1 น้ำมะพร้าว 1,500 มิลลิลิตร ต่อน้ำผักเหมียง 500 มิลลิลิตร (มีอัตราส่วน 1:3) เกิดเป็นแผ่นวุ้นสีขาวนวลมีความหนาประมาณ 1 เซนติเมตร กว้าง 23 เซนติเมตร และยาว 40 เซนติเมตร มีกลิ่นหมักหรือกลิ่นเปรี้ยวใช้ระยะเวลาในการหมัก 4 วัน มีการเจริญวุ้นมะพร้าวมากที่สุด พบว่าวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงมีปริมาณความชื้นร้อยละ 0.85 ปริมาณเถ้าร้อยละ 0.07 ปริมาณไขมันร้อยละ 1.09 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 0.36 และปริมาณกรดทั้งหมด 0.12 กรัม/100 มิลลิลิตร/ตัวอย่าง ส่วนคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง ไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาเสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียง พบว่าลูกชิ้นปลาเสริมวุ้นมะพร้าวร้อยละ 10 ปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน และโปรตีนร้อยละ 79.48 2.10 0.25 และ 18.87 ตามลำดับ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า 30 CFU/g จากการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคโดยนำผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาเสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงและลูกชิ้นปลาสูตรมาตรฐาน พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาเสริมวุ้นมะพร้าวจากน้ำผักเหมียงร้อยละ 10 ในด้านความชอบโดยรวมมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

[1] ณัฐ อาจสมิติ. 2548. คุณค่าทางโภชนาการของพืชผักพื้นบ้านในประเทศไทย. เข้าถึงได้จาก http://www.thaicam.go.th (20 เมษายน 2558).

[2] ผศ.ชไมพร เพ็งมาก. 2557. "ผักแผ่น". Korea International Women's Inventions 2014 (KIWIE 2014). 14-20 May 2014.

[3] Okiyama, A,M. Motoki, and S.Yamanaka. 1992. Bacterial Cellulose ll. processing of the gelatinous cellulose for food materials. Food Hydrocolloids. 6:479-487. Speck, M.L. 1976.

[4] ภัทิรา สุดเลิศ และ วรางคณา สมพงษ์. 2557. การใช้สารสกัดจากสาหร่ายโพรงในผลิตภัณฑ์เจลลูกชิ้นปลา.วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 22(1): 68-78.

[5] A.O.A.C. 2000. Official Method of Analysis of AOAC International.17th ed. Association of Offcial Analytical Chemist, Washington DC.

[6] Speck, M.L. 1976. Compendium of Method for the Microbiological Examination of Food. American Public Health Association, Inc.Wahing ton, D.C.

[7] ปิยะรัชช์ กุลเมธี. 2553. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการถนอมอาหารโดยใช้จุลินทรีย์. ฝ่ายพันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ สวทช เครือข่ายภาคเหนือ, กรุงเทพฯ. 34 น.

[8] ปวีณา น้อยทัพ. 2539. การพัฒนาการผลิตลูกชิ้นปลาผสมปลาหมึกและการเก็บรักษา.ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาผลิตภัณฑ์ประมง ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมงมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[9] วิชชุดา สังข์แก้ว. 2552. ลักษณะทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์เส้นใยสูง เสริมด้วยแบคทีเรียเซลลูโลส. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 29(4) 112-123.

[10] ศรัณยู อุ่นทวี และชนัญ ผลประไพ. 2555. การประยุกต์ใช้สารประกอบเซลลูโลสจากแบคทีเรียกับพอลิเมอร์ธรรมชาติเพื่อผลิตแผ่นฟิล์ม. การประชุมเครือข่ายวิชาการบัณฑิตศึกษาแห่งชาติครั้งที่ 1 วันที่ 18 ธันวาคม 2555 ณ.มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์: กรุงเทพฯ.

[11] Chen, H.H., Xu, S.Y. and Wang, Z. 2007. Interaction between flaxseed gum and meat protein. J of Food Eng, 80: 1051-1059.

[12] Farouk, M.M., Frost, D.A., Krsinic, G. and Wu, G. 2011. Phase behavior, rheology and microstructure of mixture of meat proteins and kappa and iota carrageenans. Food Hydrocolloid, 25:1627-1636.

[13] Jagannath, A., A. Kalaiselvan, S.S. Manjunatha, P. S> Raju, ad A. S. Bawa. 2008. The effect of pH, sucrose and ammonium sulphate concentrations on the production of bacterial cellulose (Nata-de-coco) by Acetobacter xylinum, World J. Microbiol. BiotechnoL. 24:2593-2599.

การพัฒนาเครื่องกำจัดด้วงงวงข้าวโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรด

Development of Rice Weevils Elimination Machine in Rice by using Infrared heater

ปิยะพงษ์ วงค์ขันแก้ว* วรกฤช ดอนคำเพ็ง วิทยา พรหมพฤกษ์

บุญญฤทธิ์ วังงอน วีรยุทธ หล้าอมรชัยกุล และสมชาติ หาญวงษา

สาขาวิชาเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก

บทคัดย่อ

ในขณะการเก็บรักษาข้าวสารนั้นจะมีการสูญเสียเนื่องจากด้วงงวงข้าวส่งผลให้คุณภาพข้าวลดน้อยลง วิธีการกำจัดส่วนใหญ่จะใช้สารเคมีซึ่งส่งผลกระทบต่อทั้งสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของผู้บริโภค จึงมีการพัฒนาเครื่องกำจัดด้วงงวงข้าวนี้มาเพื่อทดแทนการใช้สารเคมี ซึ่งช่วยแก้ปัญหาด้วงงวงข้าวทำลายข้าวสารและลดปัญหาการตกค้างของสารเคมีทำให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากขึ้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องกำจัดแมลงในข้าวสารโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรด ประกอบด้วย ถังบรรจุข้าว, ตู้ควบคุม, ชุดลำเลียง, และหลอดอินฟราเรด ใช้ข้าวสารพันธุ์ดอกมะลิ 105 ในการทดลอง โดยศึกษา 3 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิ ความหนาของชั้นข้าว และระยะเวลาในการให้ความร้อนด้วยการออกแบบการทดลองแบบ Box behnken Design จำนวนการทดลอง 15 ครั้ง และทดลองซ้ำ 3 ครั้ง จากการทดลองพบว่าการให้อุณหภูมิความร้อนและเวลาที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่ออัตราการตายของด้วงงวงข้าวเพิ่มขึ้นด้วย ในทางตรงกันข้ามกันเมื่อความหนาของข้าวเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้อัตราการตายของด้วงงวงข้าวลดลง ความเหมาะสมสำหรับการกำจัดด้วงงวงข้าวในข้าวสารอยู่ที่อุณภูมิ 55 องศาเซลเซียส ความหนาของชั้นข้าว ที่ 1.5 เซนติเมตร ระยะเวลาการให้ความร้อนที่ 30 วินาที ความสามารถในการกำจัดด้วงงวงข้าวเท่ากับ 100% คุณภาพทางกายภาพพบว่าไม่มีการแตกหักหลังจากการผ่านความร้อนและความชื้นลดลงน้อยมาก อัตราการทำงานของเครื่องเฉลี่ย 58.08 กก./ชั่วโมง

คำสำคัญ : การเก็บรักษาข้าวสาร, รังสีอินฟราเรด, ด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae* (Linnaeus))

Abstract

During storage, the losses of rice were caused by *Sitophilus oryzae* (Linnaeus), the affected rice's quality was reduced. Usage of chemical in controlling of Rice Weevils in storage may affect the environment and harm consumer health. This research aimed to develop Rice Weevil elimination machine in rice by using heat from Infrared instead of the conventional approach, insecticides and chemicals. This alternative may not only reduce the rice losses during storage but provide environmental friendly solution for pest control and safer rice for consumers. The prototype’s components were storage bin, controller box, chain conveyer and infrared lamp. Khao Dawk Mali 105 rice (KDML 105) and *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) varieties were used in this case. There were 3 factors including air temperature, rice thickness and exposure time (s). The experiment was designed using the Box Behnken Design with 15 experiments and 3 repeats. It was found that mortality of Rice Weevil increased with increasing temperature and exposure time. On the contrary, mortality of Rice Weevil decreased with increasing rice thickness. The optimal condition for mortality of Rice Weevil within air temperature of 55°C, rice thickness of 1.5 cm. and exposure time of 30 s., the efficiency of disinfestations of Rice Weevil was 100%. After, heating in Rice Weevil disinfestation had no significant effect on rice physical qualities and moisture. The performance of prototype was 58.09 kg./hr.

Keywords: Rice Storage, Infrared Radian and Rice Weevil (*Sitophilus oryzae* (Linnaeus))

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน piyaw_rmutl@hotmail.com

1. บทนำ

ข้าวเป็นพืชอาหารหลักที่มีความสำคัญต่อชีวิตคนไทย เศรษฐกิจของประเทศ และยังเป็นเป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ของโลก แต่ในการส่งออกข้าวได้ประสบกับปัญหาในการส่งออกเนื่องจากแมลงที่ติดปะปนไปกับข้าวเข้าไปทำลายเมล็ดทำให้คุณภาพผลิตผลลดลง ไม่ได้มาตรฐานตามท้องตลาดทั้งในและต่างประเทศ เป็นการทำลายชื่อเสียง ส่งผลให้มีการส่งกลับคืนเป็นสาเหตุที่ทำให้ข้าวจำหน่ายไม่ได้ หรือจำหน่ายได้ในราคาไม่ดีเท่าที่ควร [2], [4]

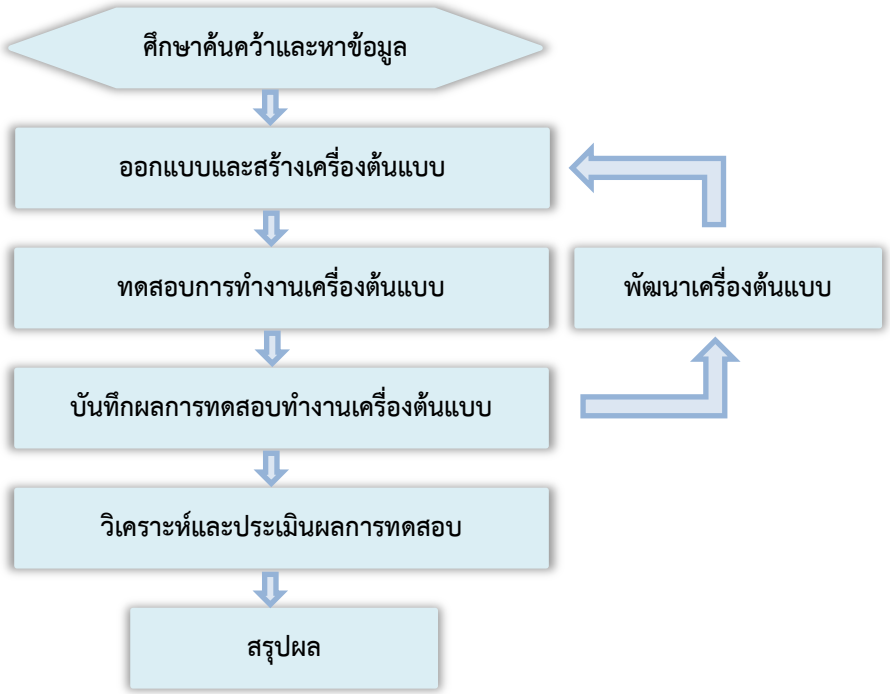
ปัจจุบันยังไม่มีวิธีการกำจัดแมลงที่เหมาะสม ส่วนใหญ่ในโรงสีหรือภาคอุตสาหกรรมใช้สารเคมีกำจัดแมลงซึ่งต้องระมัดระวังถึงอันตรายของสารพิษที่ตกค้าง การใช้ความร้อนในการกำจัดแมลงจึงเป็นกระบวนการหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญญาหาแมลงทำลายข้าว ตลอดจนการใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดจะลดการตกค้างของสารเคมีเนื่องจากการทำลายด้วงงวงข้าวด้วยสารเคมีนั้นไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค [6] การเก็บรักษาและการส่งออกจะมีแมลง และศัตรูข้าวมากัดกินข้าวสารได้แก่ มอดหัวป้อม ผีเสื้อข้าวเปลือก ด้วงงวงข้าว เป็นต้น ในการกำจัดแมลงของโรงสีข้าว นิยมใช้สารเคมี เนื่องจากการใช้ค่อนข้างง่าย มีอุปกรณ์ไม่ค่อยยุ่งยากและมีความ สะดวกในการใช้ แต่ปัญหาที่พบตามมา เช่น สารพิษตกค้างในร่างกาย ก่อให้เกิดโรคแก่ผู้ใช้และผู้บริโภค ผลผลิตไม่ปลอดภัย ขาดความเชื่อถือจากผู้บริโภค ไม่ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมและการส่งออกไม่ได้มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ [3]

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาเครื่องกำจัดแมลงในข้าวสารโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรด ทั้งนี้เพื่อสนองต่อนโยบายเกษตรและผลิตภัณฑ์อาหารที่สะอาดโดยไม่ใช้สารเคมี โดยทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของผลผลิตที่ ผ่านกระบวนการให้คลื่นอินฟราเรดเพื่อให้ได้ทางเลือกในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวและกำจัดแมลงเพื่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่จะส่งผลไปถึงความปลอดภัยกับสุขภาพ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การศึกษาและพัฒนาเครื่องกำจัดแมลงในข้าวสารโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรด

ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องกำจัดแมลงในข้าวสารโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรด ได้นำข้อมูลจากการศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของพันธุ์ข้าวต่าง ๆ รวมถึงการผลิตข้าว, สรีระวิทยา, วงจรชีวิต, พฤติกรรมของด้วงงวงข้าว, ศึกษารังสีอินฟราเรด, ความร้อนสำหรับการกำจัดแมลง และผลของความร้อนที่มีผลต่อข้าว เพื่อใช้ประกอบในขั้นตอนการดำเนินงานตลอดจนถึงวิธีการทำงานของเครื่องและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อใช้ในการพัฒนาเครื่องกำจัดแมลงในข้าวสารโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรด ให้ออกมามีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงได้ดีและใช้งานได้ ซึ่งขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

2.2 การออกแบบทดสอบประสิทธิภาพเครื่องกำจัดแมลงในข้าวสารโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรด

เตรียมตัวอย่างสำหรับการทดสอบโดยนำข้าวเปลือกจำนวน 1,000 กรัม ต่อด้วงงวงข้าวข้าวเปลือก 60 ตัว กำหนดสัดส่วนข้าวเปลือก 300 กรัม ต่อด้วงงวงข้าว 20 ตัว ซึ่งเป็นสัดส่วนที่อยู่ในระดับปานกลางและพบโดยทั่วไป [5] จากนั้นนำมาผสมและคลุกเคล้าเพื่อให้ได้ตัวอย่างสำหรับการทดสอบ นำตัวอย่างที่ได้มาทำใส่ลงในถังบรรจุข้าวเพื่อทดสอบ ทำการทดสอบและบันทึกผลการทดลอง การออกแบบการทดลองกำจัดด้วงงวงข้าวในข้าวสารด้วยการออกแบบการทดลองแบบ Box Benhken Design จำนวนการทดลอง 15 ครั้ง ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง รวมการทดลอง 45 การทดลอง โดยตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ อุณหภูมิ (50, 55, 60 และ 65 องศาเซลเซียส), ความหนาของชั้นข้าว (1, 1.5 , 2 และ 2.5 เซนติเมตร) และระยะเวลาการให้ความร้อน (30, 60, 90 และ 120 วินาที) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดด้วงงวงข้าว โดยคิดเป็นร้อยละ ดังตารางที่ 1

2.3 การศึกษาคุณภาพข้าวก่อนและหลังให้ความร้อน

เป็นการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ (Physical Quality) ของข้าวสาร เช่น การแตกหักและความชื้นในเมล็ด เป็นต้น

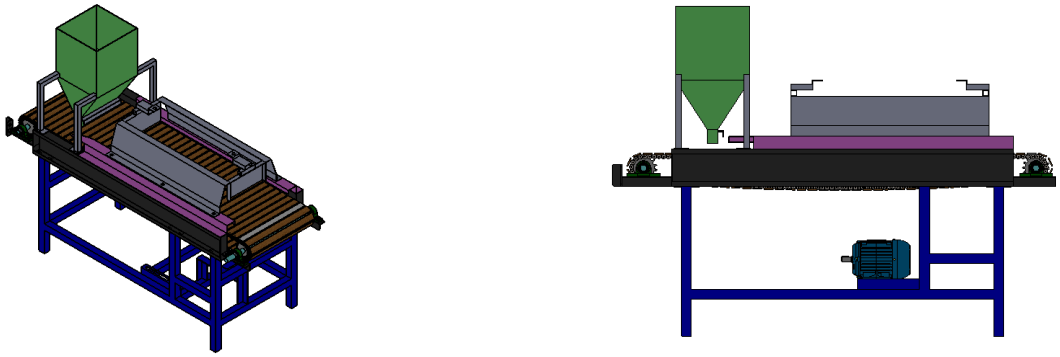
ตารางที่ 1 ลำดับการทดลองที่ได้จากโปรแกรม Minitab Release 15

ลำดับการทดลอง	ลำดับการสุ่ม	ปัจจัย			อัตราการตายของมอด (ร้อยละ)
		อุณหภูมิ (C°)	ความหนาของชั้นข้าว (cm)	ระยะเวลา (sec)	
1	29	50	2.5	60	71
2	14	55	2.5	30	68
3	32	60	2.5	30	73
...					
43	8	55	1.5	30	100
44	17	50	2	30	74
45	24	65	2.5	60	87

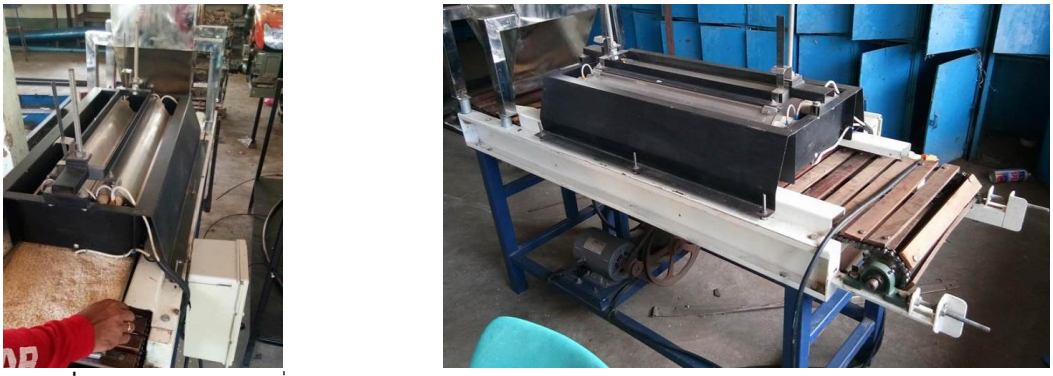
3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการศึกษาและพัฒนาเครื่องกำจัดแมลงในข้าวสารโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรด

เครื่องมีขนาด 0.65x1.80x0.90 เมตร ประกอบด้วย ถังบรรจุข้าว, ตู้ควบคุม, ชุดลำเลียง, และหลอดอินฟราเรด 1000 วัตต์ จำนวน 2 หลอด เครื่องมีกระบวนการทำงานคือนำข้าวใส่ลงในถังบรรจุ เปิดเครื่องควบคุมอุณหภูมิเมื่อเครื่องทำงานถึงอุณหภูมิที่กำหนด ให้เปิดเครื่องชุดลำเลียง จากนั้นเปิดข้าวในถังบรรจุลงถาดอลูมิเนียม ข้าวจะถูกลำเลียงไปตามชุดลำเลียง ผ่านช่วงหลอดรังสีอินฟราเรด ลงสู่กระสอบหรือถังบรรจุผ่านทางออกข้าว



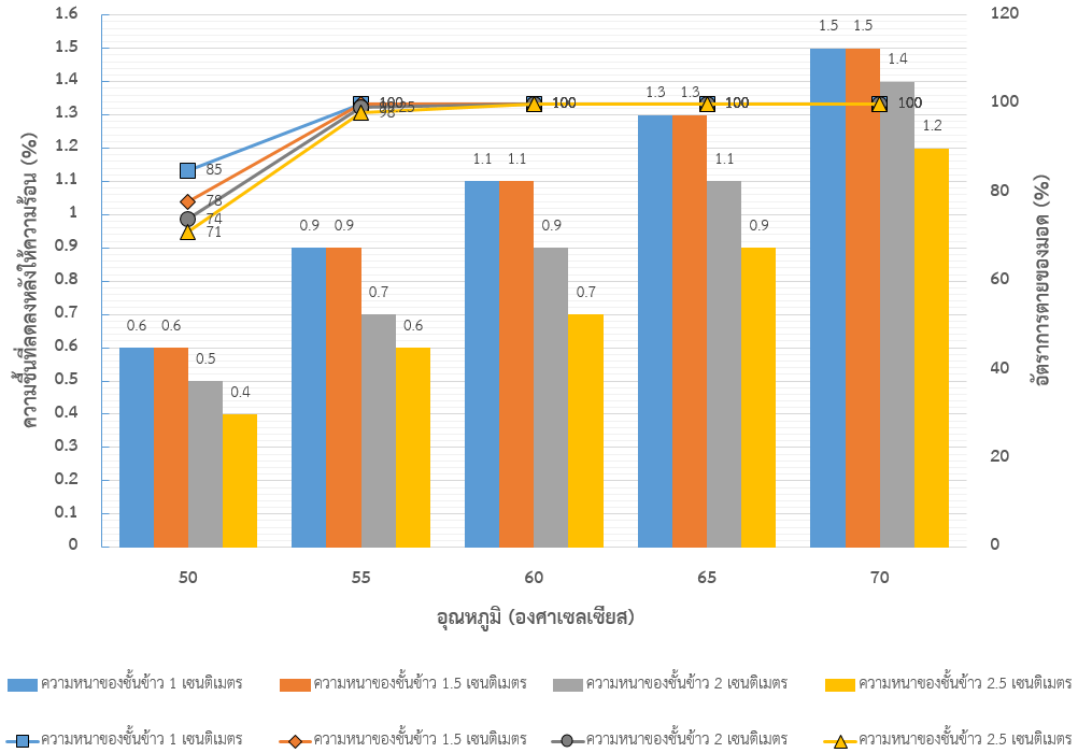
รูปที่ 2 เครื่องกำจัดแมลงในข้าวสารโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดต้นแบบ



รูปที่ 3 การทำงานของเครื่องกำจัดแมลงในข้าวสารโดยใช้ความร้อนจากรังสีอินฟราเรดต้นแบบ

3.2 ผลการศึกษาผลของความร้อนจากเครื่องกำจัดแมลงโดยใช้รังสีอินฟราเรดต่อเมล็ดพันธุ์ข้าว

หลังผ่านกระบวนการให้ความร้อนโดยใช้รังสีอินฟราเรด อัตราการตายของด้วงงวงข้าวเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาการให้ความร้อนเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อชั้นความหนาของข้าวเพิ่มขึ้นอัตราการตายของด้วงงวงข้าวจะลดลง ผลการออกแบบการทดลอง พบว่าระดับค่าปัจจัยในการกำจัดด้วงงวงข้าวในข้าวสารที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิ 55 องศา เซลเซียส ความหนาของข้าวสาร 1.5 เซนติเมตร ระยะเวลาในการให้ความร้อน 30 วินาที กำหนดความสูงของหลอดห่างกับข้าวสาร 10 เซนติเมตร



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิและความหนาของชั้นข้าวที่มีผลต่อเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์ความชื้นและการตายของด้วงงวงข้าวข้าวเปลือก ที่ระยะเวลาการให้ความร้อน 30 วินาที

3.3 ผลการศึกษาคุณภาพข้าวก่อนและหลังให้ความร้อน

ผลการศึกษาขนาดรูปร่างเมล็ด (Grain Dimension) ใช้การสุ่มเมล็ดข้าวสาร จำนวน 100 เมล็ด โดยใช้เวอร์เนียร์ระบบดิจิตอล สำหรับวัดขนาดเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานความยาวเมล็ดข้าว แบ่งได้ 4 ขนาด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ขนาดรูปร่างเมล็ดข้าวสารก่อนและหลังให้ความร้อน

มาตรฐานเมล็ดข้าว (มม.)	ก่อนให้ความร้อน	ร้อยละ	หลังให้ความร้อน	ร้อยละ
ข้าวเมล็ดยาวชั้น 1 (>7.50 มม.)	22	22	21	21
ข้าวเมล็ดยาวชั้น 2 (6.61 - 7.49 มม.)	68	68	68	68
ข้าวเมล็ดยาวชั้น 3 (6.20 - 6.60 มม.)	8	8	9	9
ข้าวเมล็ดสั้น (< 6.20 มม.)	2	2	2	2

จากตารางที่ 2 ขนาดรูปร่างเมล็ดข้าวสาร พบว่าขนาดเมล็ดข้าวสารก่อนให้ความร้อนข้าวเมล็ดยาวชั้น 1 (>7.50 มิลลิเมตร) และข้าวเมล็ดยาวชั้น 2 (6.61-7.00 มิลลิเมตร) คิดเป็นร้อยละ 22 และ 68 ตามลำดับ และขนาดเมล็ดข้าวสารหลังให้ความร้อน ข้าวเมล็ดยาวชั้น 1 (>7.50 มิลลิเมตร) และข้าวเมล็ดยาวชั้น 2 (6.61-7.00 มิลลิเมตร) คิดเป็นร้อยละ 21 และ 68 ตามลำดับ ซึ่งเมล็ดข้าวที่ได้ไม่ได้เปลี่ยนแปลงมากนัก

ผลการศึกษาความชื้นเมล็ด (Moisure) ใช้การสุ่มเมล็ดข้าวสารก่อนและหลังให้ความร้อนโดยใช้เครื่องวัดความชื้นแบบเกลียวบิดและเครื่องวัดความชื้น รุ่น PM-650 KETT (Moisture meter) ดังรูปที่ 4 พบว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิส่งผลให้ความชื้นมีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้น ซึ่งตรงกันข้ามกับความหนาของชั้นข้าวหากชั้นข้าวมีความหนาเพิ่มขึ้นการเปลี่ยนแปลงความชื้นจะลดลงดังรูปที่ 4

4. สรุปผลและอภิปรายผล

จากการศึกษาช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม ความหนาของชั้นข้าวที่เหมาะสมและระยะเวลาการให้ความร้อนที่เหมาะสม โดยมีค่าชี้ผลของการศึกษา คือ เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าว และการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของข้าว การให้ความร้อนข้าวสารด้วยหลอดรังสีอินฟราเรดพบว่า อุณหภูมิ ชั้นความหนาและเวลา การให้อุณหภูมิความร้อนและเวลาที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่ออัตราการตายของด้วงงวงข้าวเพิ่มขึ้นด้วย ในทางตรงกันข้ามกันเมื่อความหนาของข้าวเพิ่มมากขึ้นส่งผลทำให้อัตราการตายของด้วงงวงข้าวกลับลดลง ผลของความร้อนต่อความชื้นของข้าวนั้นพบว่าช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ 50–70 $^{\circ}$C นั้นความชื้นมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ที่ระดับ 0.4-1.5% เท่านั้นและไม่มีการแตกหักของข้าวเพิ่มขึ้น ดังนั้นความเหมาะสมสำหรับการกำจัดด้วงงวงข้าวข้าวสารในข้าวพันธุ์ดอกมะลิ 105 ของเครื่องกำจัดแมลงโดยใช้รังสีอินฟราเรดต่อเมล็ดพันธุ์ข้าวอยู่ที่อุณหูมิ 55 องศาเซลเซียส ชั้นความหนาของข้าว ที่ 1.5 เซนติเมตร ระยะเวลาการให้ความร้อนที่ 30 วินาที ความสามารถในการกำจัดด้วงงวงข้าวเท่ากับ 100% ประสิทธิภาพของเครื่องพบว่าเครื่องสามารถทำงานได้ 58.08 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

งานวิจัยนี้เป็นการลดปัญหาทางด้านการใช้สารเคมีในการกำจัดแมลงในระหว่างการเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตร สามารถนำเอาความรู้ที่ได้จากงานวิจัยมาประยุกต์ใช้ในกลุ่มเกษตรกร, ภาคอุตสาหกรรมโรงสีและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเกษตรกรและภาคอุตสาหกรรมข้าวโดยมุ่งเน้นลงในโรงสีต่างๆ

5. กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความอนุเคราะห์จากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ได้อนุมัติทุนอุดหนุนการวิจัยจาก “โครงการจัดตั้งและพัฒนากลุ่มวิจัยฯ RG” ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์แก่บุคลากรทางการศึกษาและผู้สนใจทั่วไป ตลอดจนจะเป็นประโยชน์ในการสร้างองค์ความรู้ต่อไป

6. บรรณานุกรม

[1] กระทรวงพาณิชย์, 2556. “ประกาศกระทรวงพาณิชย์เรื่องกำหนดให้ข้าวขาวเป็นสินค้ามาตรฐานและมาตรฐานสินค้าข้าวขาว พ.ศ. 2555” http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2556/E/014/10.PDF [30 มีนาคม 2560]

[2] กุสุมา นวลวัฒน์, พรทิพย์ วิสารทานนท์, บุษรา จันทร์แก้วมณี, ใจทิพย์ อุไรชื่น, รังสิมา เก่งการพานิช, และกรรณิการ์ เพ็งคุ้ม, 2548. แมลงศัตรูข้าวเปลือกและการป้องกันกำจัด. กรุงเทพ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

[3] ชูวิทย์ ศุขปราการ และคณะ, 2543. แมลงศัตรูผลผลิตและการป้องกันกำจัด. กรุงเทพฯ : กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผลผลิต เกษตรกรมวิชาการเกษตร.

[4] ประสูติ สิทธิสรวง และคณะ, 2528. การศึกษาแมลงในระหว่างการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์. สถาบันวิจัยข้าว. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[5] ประดิษฐ์ รามัชฌิมา, 2547. การศึกษาวิธีกำจัดแมลงศัตรูของข้าวเปลือกโดยใช้รังสีอินฟราเรด. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องจักรกลเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[6] ภัคคนันท์ รัตนขจรจิตต์, ศักย์ศรณ์ รัตอาภา และธวัชชัย ทิวาวรรณวงศ์, 2549. การศึกษาและออกแบบเครื่องคัดแยกด้วงงวงข้าวในข้าวสาร. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[7] สุขอังคณา ลี, วิทยา อินทร์สอน, ปริวรรต นาสวาสดิ และ อดุลย์ จรรยาเลิศอดุลย์, 2555. เครื่องฉายรังสีอินฟราเรดเพื่อกำจัดด้วงงวงข้าวในข้าวสาร. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. ปีที่ 43. ฉบับที่ 3 (พิเศษ). หน้า 199-203.

[8] Zhongli Pana Ragab Khir and Larry Db, 2007. Feasibility of Simultaneous Rough Rice Drying and Disinfestations by Infrared Radiation Heating and Rice Milling Quality. a Processed Foods Research Unit. USDA-ARS-

WRRC. 800 Buchanan St., Albany C.A 94710, USA. b Biological and Agricultural Engineering Department, University of California. Davis. One Shields Avenue. Davis. CA 95616. USA.

ต้นทุนและผลตอบแทนของการทำฟาร์มโคนมของเกษตรกรในอำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง

The cost and return of dairy farms in Papayom District, Phatthalung Province

วินันท์ ทวิสุวรรณ[1] วีระศักดิ์ คงฤทธิ์[2] และอัจฉรัตน์ สุวรรณภักดี[3*]

[1] นิสิตสาขาการจัดการทรัพยากรการเกษตรอย่างยั่งยืน คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง

[2] สาขาเศรษฐศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

[3] สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน และศึกษาปัญหาของฟาร์มโคนมเกษตรกรในอำเภอป่าพะยอม โดยการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม จำนวน 20 ฟาร์ม เป็นฟาร์มขนาดกลางจำนวน 4 ฟาร์ม และฟาร์มขนาดเล็ก 16 ฟาร์ม ทำการสัมภาษณ์ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน 2558 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ฟาร์มโคนมของเกษตรกรใน อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุงเป็นฟาร์มขนาดกลางจำนวน 4 ฟาร์ม และฟาร์มขนาดเล็ก 16 ฟาร์ม ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ยของโคนมฟาร์มขนาดกลาง 13.07กก/ตัว/วัน ฟาร์มขนาดเล็ก 10.49 กก/ตัว/วัน ฟาร์มขนาดกลางมีต้นทุนการผลิต 1,202,347.44 บาท/ปี คิดเป็นสัดส่วนของต้นทุนผันแปรรวมร้อยละ87.20 และต้นทุนคงที่ ร้อยละ12.80 ฟาร์มขนาดเล็กมีต้นทุนการผลิต 885,574.50 บาท/ปี มีสัดส่วนของต้นทุนผันแปรรวม 89.04 และต้นทุนคงที่ ร้อยละ10.96 ฟาร์มขนาดกลาง มีกำไรทางเศรษฐศาสตร์ 312,417.06 บาท/ปี กำไรทางบัญชี 455,871.30 บาท/ปี และกำไรจากน้ำนมดิบ 598,292.50 บาท/ปี ส่วนฟาร์มขนาดเล็ก มีกำไรทางเศรษฐศาสตร์ -119,937.34 บาท/ปี มีกำไรทางบัญชี –27,907.17บาท/ปี และมีกำไรจากน้ำนมดิบ 120,619.67 บาท/ปี

คำสำคัญ : ต้นทุนและผลตอบ, ฟาร์มโคนม, จังหวัดพัทลุง

Abstract

The objectives of this research were to analyze cost and return of dairy farms in Papayom and identify problems of raising dairy cattle in Papayom District. Data were collected by interviewing 20 dairy farmers (16 medium holders and 4 small holders) Data were collected during January-June 2015. Descriptive statistics were used to analyze data. Results showed that all farmers are members of the Co-operative and also have sold raw milk to the Co-operative. Milk production of medium farm was 13.07 kg/head/day greater than that from small farms (10.49 kg/head/day). The production cost for medium farms was 1,202,347.44 Baht/year in which 87.20 % and 12.80 % were variable cost and fixed cost, respectively whereas production cost for small farms was 885,574.50 Baht/year in which 89.04 % and 10.96 % were variable cost and fixed cost, respectively. Economic profit, accounting profit and profit from selling raw milk for medium and small size farms were: 312,417.06, -119,937.34; 455,871.30,-27,907.17 and 598,292.50, 120,619.67 Baht/year, respectively.

Keywords : cost and return, dairy farms, Phatthalung Province

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน adcharatt@gmail.com

1. บทนำ

การพัฒนาการเลี้ยงโคนมที่เกษตรกรให้ความสนใจเป็นอาชีพหลักในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530-2534) เมื่อรัฐบาลส่งเสริมการเลี้ยงโคนมอย่างเต็มที่ประกอบกับปริมาณน้ำนมดิบที่ผลิตได้ใน

ประเทศยังมีไม่เพียงพอกับความต้องการ ปัจจุบันการเลี้ยงโคนมกระจายอยู่ทั่วทุกภาคในประเทศไทยโดยในภาคกลางมีการเลี้ยงมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 70 ของปริมาณการเลี้ยงโคนมทั่วประเทศ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือและภาคใต้ จังหวัดที่เลี้ยงโคนมมากในภาคใต้คือประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎรธานี และพัทลุง โดยจังหวัดพัทลุงเป็นจังหวัดที่มีการเลี้ยงโคนมมากเป็นอันดับหนึ่งของภาคใต้ [1] การเลี้ยงโคนมได้เข้ามามีบทบาทและเป็นอาชีพหนึ่งของเกษตรกรในจังหวัดพัทลุงมาตั้งแต่ พ.ศ. 2518 -2520 เป็นต้นมา ปี พ.ศ. 2525 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์มอบให้กรมปศุสัตว์สำรวจข้อมูลเบื้องต้นเพื่อจัดทำโครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคนมจังหวัดพัทลุง จากข้อมูลการสำรวจด้วยด้านสภาพแวดล้อมของจังหวัดพัทลุงทำให้กรมปศุสัตว์มีความแน่ในว่าจังหวัดพัทลุงสามารถดำเนินการส่งเสริมการเลี้ยงโคนมได้อย่างแน่นอน จึงได้จัดทำโครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคนมในภาคใต้ตอนล่างจังหวัดพัทลุงขึ้น[2] ปี พ.ศ. 2526 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้จัดงบประมาณให้กรมปศุสัตว์เพื่อสร้างโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์นม รองรับโครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคนมในจังหวัดพัทลุง โรงงานดำเนินการก่อสร้างในปี พ. ศ. 2528 และมีการดำเนินการเปิดโรงงานเมื่อปี พ. ศ. 2529 [2] การเลี้ยงโคนมในจังหวัดพัทลุงจึงมีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงรูปแบบมาเป็นระยะเวลาหนึ่งจนทุกวันนี้จากรูปแบบการเลี้ยงที่เป็นฟาร์มขนาดเล็กจำนวนมาก ปรับเปลี่ยนเป็นฟาร์มขนาดกลาง และขนาดใหญ่มากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามมีเกษตรกรหลายรายได้ยุติการเลี้ยงและหันไปประกอบอาชีพเกษตรกรรมอย่างอื่นแทน ทำให้ภาพรวมของปริมาณน้ำนมที่จะนำเข้าผลิตในโรงงานแปรรูปน้ำนมดิบยังคงไม่เพียงพอ ดังนั้นการศึกษาต้นทุนในการผลิตน้ำนมดิบในฟาร์มเกษตรกรอ. ป่าพะยอม จ. พัทลุงในครั้งนี้ สามารถนำไปใช้ในการพิจารณาถึงประสิทธิภาพในการผลิตในฟาร์ม ให้เกิดการพัฒนาการเลี้ยง รูปแบบและวิธีการจัดการในฟาร์มเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางการพัฒนาให้อาชีพการเลี้ยงโคนมในจังหวัดพัทลุงเป็นอาชีพที่ยั่งยืน สามารถพึ่งตนเองได้ ตลอดจนผู้ที่สนใจหรือเกษตรกรรายใหม่สามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจประกอบอาชีพการเลี้ยงโคนมได้

2. วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมใน อ. ป่าพะยอม จ. พัทลุง รวมทั้งหมดจำนวน 20 ฟาร์ม แบ่งขนาดฟาร์มโคนม 3 ขนาด ดังนี้ 1) “ฟาร์มขนาดเล็ก” หมายถึง ฟาร์มที่มีจำนวน แม่โคไม่เกิน 20 ตัว 2) “ฟาร์มขนาดกลาง” หมายถึง ฟาร์มที่มีจำนวนแม่โคอยู่ระหว่าง 21-100 ตัว และ 3) “ฟาร์มขนาดใหญ่” หมายถึง ฟาร์มที่มีจำนวนแม่โค เกินกว่า 100 ตัว [3]

การเก็บรวบรวมข้อมูล สัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมใน อ. ป่าพะยอม จ. พัทลุง ด้วยวิธีการสำมะโน(census) ระหว่างเดือน มกราคม ถึงเดือน ธันวาคม 2558 ปัญหาอุปสรรค เป็นการถามความคิดเห็นแต่ละปัญหาและอุปสรรคแต่ละรายการมีผลกระทบต่อฟาร์มของเกษตรกรระดับใดซึ่งปัญหาที่ได้ มาจากการพูดคุยสอบถามเกษตรกร

การวิเคราะห์ข้อมูล

ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ (Economic costs) ประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายที่เป็นเงินสด (Cash costs) และค่าใช้จ่ายที่ไม่เป็นเงินสด (Non-cash costs) หรือต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity costs) เช่น ต้นทุนแรงงานที่ไม่ใช่เงินสด ต้นทุนค่าเสียโอกาสที่ดินของตนเอง (Opportunity cost of land) และต้นทุนค่าเสียโอกาสของเงินทุน (Opportunity cost of capital) ค่าฟางใช้ราคาขายในพื้นที่ ก้อนละ 35 บาท นมผงซื้อจากสหกรณ์โคนมพัทลุง กิโลกรัมละ 72 บาท

ต้นทุนคงที่ (Total fixed costs) ได้แก่ ค่าเช่าที่ดิน ค่าเสื่อมราคาทรัพย์สิน การศึกษาครั้งนี้ประกอบไปด้วยทรัพย์สินที่ใช้ในการผลิตนม ได้แก่โรงเรือนพร้อมซองรีด ค่าเครื่องรีดนม ถังส่งนมทรัพย์สินที่ใช้ทั่วไปได้แก่ รถยนต์ รถจักรยานยนต์ รถเข็น เครื่องตัดหญ้า เครื่องชั่ง รั้วทุ่งหญ้า เครื่องสูบน้ำ แหล่งน้ำ โรงเก็บและผสมอาหาร คอก รถไถ โรงฟาง เครื่องย่อย เครื่องพ่นยา ต้นทุน ผันแปร (Total variable costs) ได้แก่ ค่าแรงงาน ค่าอาหารโคนมได้แก่ อาหารข้น แร่ธาตุ ฟาง หญ้าสด ค่ายา ค่าวัสดุอุปกรณ์ และค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำมัน

ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการผลิตน้ำนมดิบ ประกอบไปด้วย ผลตอบแทนที่เป็นเงินสด ได้แก่ รายได้จากการขายน้ำนมดิบและผลพลอยได้ ได้แก่ มูลโค โคเพศผู้ แม่โคคัดขาย ในการพิจารณาต้นทุนและ ผลตอบแทนนั้นจะคำนวณทั้งในรูปแบบต้นทุนและผลตอบแทนเฉลี่ย/ปี/ฟาร์ม และต้นทุนและ ผลตอบแทนเฉลี่ย/กิโลกรัมของนม

วิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis)

ต้นทุนคงที่รวม Total Fixed Costs (TFC) ประกอบด้วย ค่าเสื่อมราคาของเครื่องมืออุปกรณ์การเกษตร ค่าภาษีที่ดิน และค่าเสียโอกาสที่ดิน ในกรณีที่เป็นที่ดินของเกษตรกรเองประเมินตามอัตราค่าเช่าพื้นที่ในท้องถิ่นนั้นตามระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต ค่าสัจจะ ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน โดยต้นทุนคงที่รวมสามารถแสดงได้ในรูปของต้นทุนคงที่เฉลี่ย (Average Fixed Cost (AFC) ดังสมการที่ 1

$$\text{ต้นทุนคงที่เฉลี่ย(AFC)} = \frac{\text{ต้นทุนคงที่รวม (TFC)}}{\text{ปริมาณการผลิต(Q)}}$$

โดยที่ต้นทุนคงที่รวมคือมูลค่าเงินลงทุนมีหน่วยเป็นบาท ต่อปริมาณการผลิตคือน้ำนมดิบมีหน่วยเป็นลิตร ในขณะที่ค่าเสื่อมราคาของเครื่องมืออุปกรณ์การเกษตร สามารถคำนวณค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (Straight Line Method) แสดงได้ดังสมการที่ 2

สมการที่ 2

$$D = \frac{V - S}{L}$$

โดยที่ D = ค่าเสื่อมราคา (บาทต่อปี)

V = มูลค่าของปัจจัยทุนแรกซื้อ (บาท)

S = มูลค่าซาก (บาท)

L = อายุการใช้งาน (ปี)

ต้นทุนผันแปรรวม Total Variable Costs (TVC) ประกอบด้วย ค่าอาหาร ค่าแรงงานที่ใช้ในกิจกรรมตั้งแต่การดูแลทั่วไปจนถึงรีดนมเสร็จ ค่าวัสดุการเกษตร ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่นค่าซ่อมแซมเครื่องมืออุปกรณ์การเกษตร โดยต้นทุนผันแปรรวมสามารถแสดงได้ในรูปของต้นทุนผันแปรเฉลี่ย (Average Variable Cost (AVC) ดังสมการที่ 3 ต้นทุนผันแปรรวมคือมูลค่าเงินลงทุนมีหน่วยเป็นบาท ต่อปริมาณการผลิตคือน้ำนมดิบมีหน่วยเป็นลิตร

$$\text{ต้นทุนผันแปรเฉลี่ย(AVC)} = \frac{\text{ต้นทุนผันแปรรวม (TVC)}}{\text{ปริมาณการผลิต(Q)}}$$

(3) ต้นทุนรวม Total Costs (TC) เป็นต้นทุนทั้งสิ้นที่เกิดจากการผลิต ประกอบด้วย ต้นทุนคงที่รวมและต้นทุนผันแปรรวม ซึ่งคำนวณได้ดังสมการที่ 4

ต้นทุนรวม = ต้นทุนคงที่รวม + ต้นทุนผันแปรรวม

$$TC = TFC + TVC$$

โดยต้นทุนรวมสามารถแสดงได้ในรูปต้นทุนรวมเฉลี่ย Average Total Cost (ATC) คือต้นทุนรวมเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วย ซึ่งคำนวณได้โดยใช้ต้นทุนรวมหารด้วยปริมาณการผลิต หรือเท่ากับต้นทุนคงที่เฉลี่ยบวกต้นทุนผันแปรเฉลี่ย ดังสมการที่ 5 และสมการที่ 6

สมการที่ 5 $\text{ต้นทุนรวมเฉลี่ย(ATC)} = \frac{\text{ต้นทุนรวม (TC)}}{\text{ปริมาณการผลิต(Q)}}$

สมการที่ 6 ต้นทุนรวม เฉลี่ย(ATC)= ต้นทุนคงที่เฉลี่ย(AFC) + ต้นทุนผันแปรเฉลี่ย(AVC)

รายได้ทั้งหมด คำนวณจากผลบวกของ น้ำนมดิบ มูลโค โคเพศผู้ แม่โคคัดขาย ที่เกษตรกรได้รับ สามารถแสดงได้ดังสมการที่ 7

$$TR = \text{น้ำนมดิบ+มูลโค+เพศผู้+แม่โคคัดขาย}$$

โดยที่ TR = รายได้ทั้งหมด (บาทต่อฟาร์ม)

(5) กำไรสุทธิ คำนวณจากรายได้ทั้งหมดที่เกษตรกรได้รับ ลบด้วยต้นทุนทั้งหมด สามารถแสดงได้ดังสมการที่ 9

$$NP = TR - TC$$

โดยที่ NP = กำไรสุทธิ (บาทต่อฟาร์ม)

TR = รายได้ทั้งหมด (บาทต่อฟาร์ม)

TC = ต้นทุนทั้งหมด (บาทต่อฟาร์ม)

3. ผลการวิจัย

การจัดการฟาร์มของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม อ. ป่าพะยอม จ. พัทลุงพบว่าพันธุ์โคนมพบว่าส่วนใหญ่เป็นลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน ขนาดฟาร์มโคนมเป็นฟาร์มขนาดเล็กจำนวน 16 ฟาร์มคิดเป็นร้อยละ 80 มีจำนวนแม่โคนม 6-19 ตัว (เฉลี่ย 14.06 ตัว) ปริมาณน้ำนมเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน มีค่า 10.49 กก./ตัว/วัน ฟาร์มขนาดกลางจำนวน 4 ฟาร์มคิดเป็นร้อยละ 20 จำนวนแม่โคนม 22-43 ตัว (เฉลี่ย 29.75ตัว) ปริมาณน้ำนมเฉลี่ยต่อตัวต่อวันมีค่า 13.07 กก./ตัว/วัน

ต้นทุนของฟาร์มโคนมเกษตรกรอ. ป่าพะยอม จ.พัทลุง

ต้นทุนของฟาร์มโคนม 2 ชนิด ได้แก่ ต้นทุนผันแปร และต้นทุนคงที่ ในระยะเวลา 1 ปี (ตารางที่ 1)

ต้นทุนทางบัญชีของฟาร์มโคนมขนาดเล็กมีต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 793,517.33 บาท/ปี โดยมีต้นทุนเศรษฐศาสตร์ เฉลี่ยเท่ากับ 885,547.50 บาท/ฟาร์ม/ปี ต้นทุนผันแปรรวม 788,470.30 บาท คิดเป็นร้อยละ 89.04 และต้นทุนคงที่รวม 97,077.20 บาท คิดเป็นร้อยละ 10.96 บาท ต้นทุนผันแปรส่วนใหญ่เป็นต้นทุนค่าอาหารได้แก่ นมผงเลี้ยงลูกโค อาหารข้น แร่ธาตุ ฟางและหญ้า คิดเป็นร้อยละ 47.39 ต้นทุนค่าแรงคิดเป็นร้อยละ26.80 ต้นทุนค่าซ่อมบำรุงคิดเป็นร้อยละ 4.19 ต้นทุนค่าน้ำ ไฟฟ้า และน้ำมันเชื้อเพลิงคิดเป็นร้อยละ 4.76 ต้นทุนคงที่ส่วนใหญ่เป็นค่าเสื่อมร้อยละ 9.08

ต้นทุนทางบัญชีของฟาร์มโคนมขนาดกลางมีต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 1,058,893.20 บาท/ปี โดยมีต้นทุนเศรษฐศาสตร์ 1,202,347.44 บาท/ฟาร์ม/ปี ต้นทุนผันแปรรวม 1,048,489.63 บาท คิดเป็นร้อยละ 87.20 และต้นทุนคงที่รวม 153,857.82 บาท คิดเป็นร้อยละ 12.80 บาท ต้นทุนผันแปรส่วนใหญ่เป็นต้นทุนค่าอาหารได้แก่ นมผงเลี้ยงลูกโค อาหารข้น แร่ธาตุ ฟางและหญ้า คิดเป็นร้อยละ48.95 ต้นทุนค่าแรงคิดเป็นร้อยละ26.80 ต้นทุนค่าซ่อมบำรุงคิดเป็นร้อยละ 6.88 ต้นทุนค่าน้ำ ไฟฟ้า และน้ำมันเชื้อเพลิงคิดเป็นร้อยละ 2.98 ต้นทุนคงที่ส่วนใหญ่เป็นค่าเสื่อมร้อยละ 10.96 ฟาร์มโคนมขนาดกลางพบว่าไม่มีการใช้ต้นทุนค่าเช่าที่ดิน

ค่าสัจจะเป็นต้นทุนคงที่ฟาร์มขนาดกลางและฟาร์มขนาดเล็กมีต้นทุน 540 บาท ต้นทุนรวมทางเศรษฐศาสตร์ของฟาร์มโคนมขนาดเล็กมีโครงสร้างต้นทุนคล้ายคลึงกับฟาร์มโคนมขนาดกลางแต่มีมูลค่าต่ำกว่า

ผลตอบแทนทางการเงินของฟาร์มโคนมเกษตรกรอ.ป่าพะยอม จ. พัทลุง

ผลตอบแทนในการทำฟาร์มโคนมมี 4 กลุ่มด้วยกันคือ รายได้จากการขายน้ำนมดิบ มูลโค ลูกโคเพศผู้ แม่โคคัดขาย ดังแสดงในตารางที่ 2

รายได้จากการขายน้ำนมดิบเป็นรายได้ที่เกษตรกรได้รับทุกวันจากการรีดนมและจำหน่ายน้ำนมโคแก่สหกรณ์โคนมพัทลุง ราคาน้ำนมดิบ ราคา 18 บาท/กก. รายได้จากการขายน้ำนมดิบเป็นรายได้หลักของฟาร์มโคนมขนาดกลางและขนาดเล็ก ฟาร์มขนาดกลางมีผลตอบแทนจากการขายน้ำนมดิบคิดเป็นร้อยละ 89.60 ฟาร์มขนาดเล็กมีรายได้จากการขายน้ำนมดิบคิดเป็นร้อยละ 87.89

ผลตอบแทนรวมต่อปีของฟาร์มโคนมขนาดกลางพบว่ามีต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 1,514,764.50 บาท/ปี โดยมีกำไรเศรษฐศาสตร์ 312,417.06 บาท/ฟาร์ม/ปี กำไรทางบัญชี 455,871.30 บาท/ปี กำไรจากการจำหน่ายน้ำนมดิบของฟาร์มขนาดกลางคิดเป็น 298,295.05 บาท และในฟาร์มโคนมขนาดเล็กมีต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 765,610.16 บาท/ปี โดยมีกำไรเศรษฐศาสตร์ –119,937.39 บาท/ฟาร์ม/ปี กำไรทางบัญชี -27,907.17 บาท/ปี กำไรจากการจำหน่ายน้ำนมดิบของฟาร์มขนาดกลางคิดเป็น 120,619.67 บาท

รายได้เสริมในการทำฟาร์มโคนมของเกษตรกรได้แก่รายได้จากการขายมูลโค แม่โคคัดขาย และลูกโคเพศผู้ โดยรายได้จากการขายมูลโคเป็นรายได้จาการที่เกษตรกรจำหน่ายมูลโคในฟาร์มที่เกิดจากการกวาด และตาก จำหน่ายราคากระสอบละ 35 บาท การจำหน่ายมูลโคจำเป็นต้องมีการตาก และมีแรงงานในฟาร์มเพียงพอ ฟาร์มขนาดเล็กบางฟาร์มไม่จำหน่ายมูลโคแต่ให้มูลโคแก่แรงงานที่จ้างในฟาร์มเป็นสวัสดิ์การในการทำงาน และการจำหน่ายมูลโคมีข้อจำกัดของฤดูกาล ในช่วงฤดูฝนไม่สามารถที่จะตากมูลโคได้

เมื่อพิจารณาต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์เฉลี่ย/กิโลกรัมของน้ำนมดิบพบว่าฟาร์มโคนมขนาดกลางมีต้นทุนการผลิต 20 บาท/กิโลกรัม และฟาร์มโคนมขนาดเล็กมีต้นทุนการผลิตน้ำนม 21 บาท/กิโลกรัม แสดงว่าฟาร์มโคนมขนาดกลางมีประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมดิบดีกว่าฟาร์มขนาดเล็ก อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาราคาในการรับซื้อน้ำนมดิบในปีที่ทำการศึกษาพบว่ายังพบว่ามีราคารับซื้อที่ 18 บาท/กิโลกรัม

4. สรุปผลและอภิปรายผล

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานการดำเนินกิจการ ต้นทุนและผลตอบแทนต่อฟาร์มต่อปีจากการดำเนินงานโดยการสัมภาษณ์พบว่า ต้นทุนรวมทางเศรษฐศาสตร์ของฟาร์มโคนมขนาดกลางเฉลี่ยเท่ากับ 1,202,347.44 บาท/ฟาร์ม/ปี ซึ่งร้อยละ 87.20 เป็นต้นทุนผันแปร และอีกร้อยละ 12.80 เป็นต้นทุนคงที่ โดยต้นทุนผันแปรส่วนใหญ่เป็นต้นทุนค่าอาหารได้แก่ อาหารข้น ฟางและหญ้า (47.67%) รองลงมา คือ ค่าแรงงาน (26.80%) สำหรับต้นทุนคงที่ส่วนใหญ่เป็นค่าเสื่อม (10.96%)

ผลตอบแทนของฟาร์มโคนมขนาดกลางเฉลี่ยเท่ากับ 1,514,764.50 บาท/ฟาร์ม/ปี ซึ่งร้อยละ 89.60 เป็นรายได้จากการขายน้ำนมดิบ ต้นทุนรวมทางเศรษฐศาสตร์ของฟาร์มโคนมขนาดเล็กมีโครงสร้างต้นทุนคล้ายคลึงกับฟาร์มโคนมขนาดกลางแต่มีมูลค่าต่ำกว่า ต้นทุนรวมทางเศรษฐศาสตร์ของฟาร์มโคนมขนาดเล็กมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 885,547.50 บาท/ฟาร์ม/ปี ซึ่งร้อยละ 89.04 เป็นต้นทุนผันแปร และอีกร้อยละ 10.96 เป็นต้นทุนคงที่ ซึ่งมีจำนวนโคนมและทรัพย์สินฟาร์มน้อยกว่า สำหรับต้นทุนผันแปรส่วนใหญ่เป็นต้นทุนค่าอาหารได้แก่ อาหารข้น ฟางและหญ้า (55.52%) รองลงมา คือ ค่าแรงงาน (20.68%) และ สำหรับต้นทุนคงที่ส่วนใหญ่เป็นค่าเสื่อม (9.08%) สำหรับผลตอบแทนของฟาร์มโคนมขนาดเล็กเฉลี่ยเท่ากับ 885,547.50 บาท/ฟาร์ม/ปี ซึ่งร้อยละ 87.89 เป็นรายได้จากการขายน้ำนมดิบ

[4] กัลยา บุญญานุวัตร อุดมศรี อินทรโชติ และนฤมล อินตรา. (2539**)** ได้ศึกษาการลงทุนในธุรกิจอุตสาหกรรมฟาร์มโคนม ในระบบจัดการด้านการผลิต การจัดการด้านการตลาด การจัดการด้านการเงินและผลตอบแทนจากการลงทุนฟาร์มโคนมสมาชิกสหกรณ์โคนมมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี พบว่าระบบการจัดการด้านการผลิตมีโค 31-40 ตัวในแต่ละฟาร์ม ผู้ประกอบการมีโครีดมากกว่าโคชนิดอื่นๆ ซึ่งต้องใช้เครื่องรีดนมทำการรีดนมมีวิธีการ เลี้ยงแบบผสมคือยืนโรงและปล่อยแปลงหญ้า และแต่ละฟาร์มมีสูตรอาหารที่ไม่เหมือนกันเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต การวิเคราะห์ข้อมูลทางการเงินพบว่างวดระยะเวลาได้ทุนคืนในการทำธุรกิจเลี้ยงโคนมสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 2 ปี10 เดือน 3 วัน ซึ่งนับว่าเร็วมากแต่ต้องขึ้นอยู่กับระบบการจัดการของผู้ประกอบการแต่ละฟาร์ม อัตราผลตอบแทนของโครงการมีค่าเท่ากับ 24.19% สามารถสรุปได้ว่าเป็นธุรกิจที่น่าลงทุน

[5] กรรณิกา ใจประเทือง (2553) ศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินในการทำฟาร์มโคนมของสมาชิกสหกรณ์โคนมการเกษตรไชยปราการ จำกัด อำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่ โดยการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินได้ศึกษาฟาร์มขนาดเล็ก(โคนมไม่เกิน 20 ตัว) ฟาร์มโคนมขนาดกลาง(โคนมอยู่ระหว่าง 21-100 ตัว) จากการใช้อัตราคิดลดที่ 6.53 % ในระยะเวลา 10 ปี ฟาร์มขนาดเล็กมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 637,834.76 บาท อัตราส่วนผลตอบแทนภายในโครงการ 20.4% และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน 1.09 ดัชนีชี้วัดเหล่านี้แสดงว่าโครงการนี้มีความคุ้มค่าในการลงทุน ขณะที่ฟาร์มขนาดกลางมีค่าปัจจุบันสุทธิ 4,615,832.47 บาท อัตราส่วนผลตอบแทนภายในโครงการ 59.04 % และค่าอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน 1.50

[6] สุวิชา โกมลทัต (2543) ศึกษาการวิเคราะห์ฟังก์ชันการผลิต ผลตอบแทนต่อขนาดและจุดคุ้มทุนการผลิตน้ำนมดิบ : กรณีศึกษาอำเภอเมืองขอนแก่น พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เลี้ยงโคนมเป็นอาชีพหลัก ฟาร์มโคนมร้อยละ 45 เป็นฟาร์มขนาดใหญ่ และ

มีประสบการณ์ในการเลี้ยงโคนมมากกว่า 10 ปีขึ้นไป ลักษณะการเลี้ยงโคนมของทุกฟาร์ม เป็นแบบปล่อยแปลงโดยใช้พื้นที่ทำแปลงหญ้าเฉลี่ย 11 14 และ 17 ไร่ หากไม่รวมค่าจ้างแรงงานของสมาชิกในครอบครัวที่ร่วมกันทำฟาร์ม พบว่า ฟาร์มโคนมขนาดเล็กจะต้องผลิตน้ำนมดิบ ให้ได้วันละ 20.90 กิโลกรัม ฟาร์มโคนมขนาดกลางและขนาดใหญ่จะต้องผลิตน้ำนมดิบให้ได้วันละ 25.6 และ 42.29 กิโลกรัมตามลำดับ จึงจะถึงจุดคุ้มทุน ส่วนด้านการวิเคราะห์ราคาคุ้มทุนนั้น พบว่า ถ้ารวมค่าแรงของสมาชิกในครอบครัวที่ช่วยกันทำฟาร์มแล้ว ฟาร์มขนาดเล็ก จะมีราคาคุ้มทุนอยู่ที่ 11.46 บาท/กิโลกรัม ในขณะที่ราคารับซื้อน้ำนมดิบเฉลี่ยกิโลกรัมละ 11.27 บาท ส่วนฟาร์มขนาดกลางและขนาดใหญ่ จะมีราคาคุ้มทุนที่ 8.98 และ 7.64 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ แต่ถ้าไม่รวมค่าจ้างแรงงานของสมาชิกในครอบครัวที่รวมกันทำงานในฟาร์ม พบว่าราคาคุ้มทุนของฟาร์มขนาดเล็กอยู่ที่ 7.00 บาท/กิโลกรัม ส่วนฟาร์มขนาดกลางและขนาดใหญ่ จะมีราคาคุ้มทุนที่กิโลกรัมละ 5.86 และ 5.98 บาทต่อกิโลกรัมตามลำดับ

ดังนั้นจะเห็นว่าแนวโน้มการเลี้ยงโคนมของเกษตรกรในฟาร์มขนาดเล็กในพื้นที่หากมีการคิดผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์และทางบัญชีมีค่าเป็นลบ หากเกษตรกรไม่สามารถเพิ่มจำนวนแม่โครีดนมให้เป็นฟาร์มขนาดกลางได้ รูปแบบการผลิตอาจต้องมีการปรับปรุงในฟาร์มขนาดคือการสร้างมูลค่าผลตอบแทนรวม ลดต้นทุนในการประกอบการรามถึงการพิจารณาหลักการด้านการบริหารจัดการเช่นกำหนดสัดส่วนแม่โคนมทดแทนและแม่โครีดนมในแต่ละฟาร์มอย่างเหมาะสม วิธีการให้อาหารและการลดต้นทุนอื่น ๆ เพื่อให้อาชีพการเลี้ยงโคนมในจังหวัดพัทลุงเป็นอาชีพที่ยั่งยืนต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสหกรณ์โคนมพัทลุง นายวิเชียร หนูวาส ประธานสหกรณ์โคนมพัทลุงนายประยูร ทองวัตร และแกนนำเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม และสมาชิกสหกรณ์โคนมพัทลุง อ. ป่าพะยอม จ. พัทลุง

ตารางที่ 1 ต้นทุนการทำฟาร์มโคนมของเกษตรกร อ. ป่าพะยอม จ.พัทลุง ในระยะ 1 ปี พ.ศ. 2558

	ฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม อ. ป่าพะยอม จ. พัทลุง			
	ขนาดเล็ก N=16	ร้อยละ	ขนาดกลาง N=4	ร้อยละ
ต้นทุนทางบัญชี	793,517.33		1,058,893.20	
ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์	885,547.50	100	1,202,347.44	100
ต้นทุนผันแปรรวม	788,470.30	89.04	1,048,489.63	87.20
ต้นทุนคงที่รวม	97,077.20	10.96	153,857.82	12.80
ต้นทุนผันแปรรวม				
ค่าอาหารโค	506,882.25	57.24	588,605.88	48.95
นมผงเลี้ยงลูกโค	11,917.50	1.35	12,387.50	1.03
อาหารข้น	419,662.63	47.39	468,460.00	38.96
แร่ธาตุ	3,296.88	0.37	3,070.00	0.26
ฟาง	70,906.25	8.01	103,425.00	8.60
ค่าหญ้าสด	1,099.00	0.12	1,263.38	0.11
ค่าน้ำ/ค่าไฟ/ค่าน้ำมัน	42,164.38	4.76	35,780.00	2.98
ค่าซ่อมบำรุง	37,089.38	4.19	82,675.00	6.88
ค่ายา	13,271.25	1.50	10,365.00	0.86
ค่าวัสดุ	5,975.63	0.67	8,860.00	0.74

ต้นทุนคงที่รวม				
ค่าเสื่อม	80,454.20	9.08	131,683.90	10.96
ค่าเสียโอกาสที่ดิน*	10,625.00	1.20	16,000.00	1.33
ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน**	3,967.59	0.45	5294.47	0.44
ค่าภาษีที่ดิน	115.41	0.01	339.45	0.03
ค่าเช่าที่ดิน	1,375.00	0.16	00.00	0
ค่าสัจจะ	540	0.06	540	0.04

หมายเหตุ *ค่าเสียโอกาสที่ดิน = จำนวนที่ดินเลี้ยงโคxกับค่าเช่าที่ดินในพื้นที่ ***ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน = ต้นทุนใช้จ่ายที่เป็นเงินสดทั้งหมด x กับอัตราดอกเบี้ยเงินฝากท้องตลาด

ตารางที่ 2 ผลตอบแทนการทำฟาร์มโคนมเกษตรกร อ. ป่าพะยอม จ.พัทลุง ปี พ. ศ.2558

	ฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม อ. ป่าพะยอม จ. พัทลุง			
	ขนาดเล็ก N=16	ร้อยละ	ขนาดกลาง N=4	ร้อยละ
ผลตอบแทนรวมต่อปี	765,610.16	100	1,514,764.50	100
น้ำนมดิบ*	672,897.66	87.89	1,357,188.25	89.60
มูลโค	25,643.75	3.35	78,576.25	5.19
แม่โคคัดขาย	61,250.00	8.00	72,250.00	4.77
ลูกโคเพศผู้	5,818.75	0.76	6,750.00	0.44
กำไรทางเศรษฐศาสตร์	-119,937.34	-	312,417.06	-
กำไรทางบัญชี	-27,907.17	-	455,871.30	-
กำไรจากน้ำนมดิบ**	120,619.67	-	298,295.05	-

หมายเหตุ *ราคาน้ำนมดิบตามประกาศสหกรณ์โคนมพัทลุง พ.ศ. 2558 ราคา 18 บาท/กก.
**กำไรจากน้ำนมดิบ เท่ากับ รายได้จากน้ำนมดิบ-ต้นทุนทางบัญชี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สหกรณ์โคนมพัทลุง, 2546, “รายงานงานการเลี้ยงโคนม” สหกรณ์โคนมพัทลุงรายงานสมาชิกประจำวันที่ 16-3เมษายน 2546

[3] กรมปศุสัตว์, 2542, “คู่มือระเบียบการปฏิบัติงานมาตรฐานฟาร์มโคนมและการผลิตน้ำนมดิบของประเทศไทย พ.ศ. 2542” สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์

[4] กัลยา บุญญานุวัตร, อุดมศรี อินทรโชติ, นฤมล อินตรา, 2539, “ผลของขนาดฟาร์มและสัดส่วนแปลงหญ้าต่อความสำเร็จในการเลี้ยงโคนม” http://www.dld.go.th/research -AHD/research [20 มกราคม 2559].

[5] กรรณิกา ใจประเทือง, 2553, “วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินในการทำฟาร์มโคนมของสมาชิกสหกรณ์โคนมการเกษตรไชยปราการ จำกัด อำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่” วิทยานิพนธ์ เศรษฐศาสตร์ มหาบัณฑิต. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[6] สุวิชา โกมลทัต, 2543, “การวิเคราะห์ฟังก์ชันการผลิต ผลตอบแทนต่อขนาดและจุดคุ้มทุนการผลิตน้ำนมดิบ: กรณีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น” วิทยานิพนธ์. เศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต . กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สภาพการจัดการในสนามไก่ชนที่ได้รับใบอนุญาต ลักษณะความหลากหลายทางชีวภาพ และรายได้จากการเลี้ยงไก่ชน ในจังหวัดพัทลุง

The Management of Cockfighting Government Licensed Stadium, Characteristics, Biodiversity and Income from Fighting Cock Business in Phatthalung Province of Thailand

กฤษฎา จันทร์เพ็ญ สุชาติ พรหมสุข และอัจฉรัตน์ สุวรรณภักดี*

[1] ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ จังหวัดพัทลุง

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา สภาพการจัดการในสนามไก่ชนที่ได้รับใบอนุญาต ลักษณะ ความหลากหลายทางชีวภาพ และรายได้จากการเลี้ยงไก่ชน โดยการเก็บข้อมูลจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เก็บข้อมูลจากสนามชนไก่ทั้ง 3 สนาม ได้แก่ สนามชนไก่ศาลาตำเสา สนามชนไก่ศรีบรรพต และสนามชนไก่ศรีนครินทร์ ส่วนที่ 2 จะเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ชน10 ราย ซึ่งเลี้ยงไก่ชนอายุ 6 เดือนขึ้นไป ที่มีการเลี้ยงไก่ชนมากกว่ารายๆ ละ 10 ตัว จากการศึกษาพบว่าสนามชนไก่ศาลาตำเสามีการชนไก่ เฉลี่ยครั้งละ 25.5 คู่ สนามชนไก่ศรีบรรพต เฉลี่ยครั้งละ 31 คู่ สนามชนไก่ศรีนครินทร์มีไก่ที่นำมาชน เฉลี่ยครั้งละ 45 คู่ สีขนไก่ชนที่พบจำแนกได้ 10 กลุ่มคือ ไก่เหลือง/ทองอ่อน ไก่เขียว ไก่ชี/ไก่ด่าง ไก่แดง ไก่พิราบ/น้ำทิ ไก่ประดู่ ไก่ลาย ไก่เคี่ยม ไก่กด และไก่เข็ม สีไก่ชนที่พบมากที่สุดคือ สีชี/ด่าง 22.9% น้ำหนักไก่ชนจากสนามชนไก่ พบว่า สนามชนไก่ศาลาตำเสา ไก่ชนที่เกษตรกรนำมาชน มีน้ำหนักตั้งแต่ 2.68 – 3.7 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ย 3.25 กิโลกรัม สนามชนไก่ศรีบรรพต ไก่ชนที่เกษตรกรนำมาชน มีน้ำหนักตั้งแต่ 2.8 – 3.6 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ย 3.24 กิโลกรัม สนามชนไก่ศรีนครินทร์ ที่เกษตรกรนำมาชน มีน้ำหนักตั้งแต่ 2.7 – 4.2 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ย 3.24 และจากการสำรวจจากฟาร์มเกษตรกรไก่ชนมีน้ำหนักตั้งแต่ 2.7 – 4 กิโลกรัม มีน้ำหนักเฉลี่ย 3.33 กิโลกรัม น้ำหนักที่ผู้เลี้ยงพึงพอใจอยู่ในช่วง 3 - 4 กิโลกรัม รายได้จากการเลี้ยงไก่ชน คือรายได้จากการชนไก่ 3,000-50,000 บาท/ครั้ง รายได้จากการขายไก่ชนที่พร้อมชน 1,500-20,000 บาท/ตัว และรายได้จากการขายไก่พื้นเมืองเพื่อประกอบอาหาร 70-75 บาท

คำสำคัญ : สถานที่ชนไก่, ลักษณะความหลากหลายทางชีวภาพ, รายได้, ไก่ชน

Abstract

The objectives of this research are 1) to study the management status in cockfighting Government Licensed Stadiums 2) to examine the fighting cock biodiversity 3) to observe the value added process of cock fighting businesses in Phatthalung Province of Thailand. The sample group were collected in 2 parts, i) information form cockfighting Government Licensed Stadiums namely Sala Tum Soa, Si Banphoti and Srinakarin cockfighting stadiums ii) the distribution of questionnaire to 10 cock raisers who raised more than 10 birds with 6 months or older. The average of fighting cocks at Sala Tum Soa cockfighting stadium was 25.5 fights, at a time, while there were 31 fights at Si Banphoti cockfighting stadium and 45 fights at Srinakarin cockfighting stadiumat a time respectively. Statistic calculation was applied in percentage indicated that the color diversity were categorized into 10 groups namely; Kai-Leuang/Thong on, Kai Kheaw, Kai She/Kai Dhang, Kai Daeng, Kai Phirap/Nam-Thi, Kai Phra-Duu, Kai Lai, Kai Keium, Kai Kot and Kai Khem. The most common color was Kai She/Kai Dhang at 22.9 %. The body weight of fighting cock at respective stadium, Sala Tum Soa cockfighting stadium found between 2.68 – 3.70 kilograms and the average of weight was 3.25 kilogram, at Si Banphoti cockfighting stadium were 2.80 – 3.60 kilograms and the average was 3.24 kilogram, at Srinakarin cockfighting

stadium were 2.70 – 4.20 kilograms and the average was 3.24 kilogram accordingly. The body weight of fighting cock in roster farms found between 2.70 – 4.00 kilograms and the average was 3.33 kilogram. The body weight of fighting cock which the farmer satisfied within range of 3.00 – 4.00 kilograms. Revenue from rearing gamecocks consists of income from chicken collisions between 3,000 to 50,000 Thai Baht/time, sales of fighting cocks (6 month old) 1,500-20,000 Thai Baht /bird and sales of chicken for cooking (local chicken) 70-75 Thai Baht/kilogram.

Keywords : Cockfighting Government Licensed Stadium, Biodiversity , Income, Fighting cock

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน adcharatt@gmail.com โทร 0968-814353

1. บทนำ

กีฬา ไก่ชน หรือ ตีไก่ ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในประเทศแถบเอเชีย เช่น ไทย พม่า ลาว เขมร มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย การชนไก่ ในแถบเอเชียมีประวัติศาสตร์ที่ยาวนาน และเชื่อว่า ไก่ชน มีพัฒนาการมาจาก ไก่ป่า ซึ่งมนุษย์นำมาเลี้ยงไว้เพื่อเป็นอาหารประจำบ้าน เมื่อไก่ป่ามาอยู่กับคนนานเข้า ก็ขยายพันธุ์เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก นิสัยประจำตัวของไก่คือหวงถิ่นที่อยู่ ถ้ามีไก่ตัวอื่นๆ ข้ามถิ่นเข้ามาก็จะออกปกป้องที่อยู่อาศัย หรือเมื่อมีการแย่งผสมพันธุ์กับตัวเมีย ไก่ตัวผู้ก็จะตีกัน ซึ่งทำให้เกิดการถือหางกันระหว่างเจ้าของไก่[1] จนถึงยุคปัจจุบัน ไก่ชนเป็นมรดกที่ล้ำค่าของไทยที่สร้างเศรษฐกิจในชนบทได้ การขออนุญาตเปิดการชนไก่ตามระเบียบ กระทรวงมหาดไทยปี พ.ศ. 2552 เจ้าของสนามชนไก่ต้องดำเนินการทำหนังสือขออนุญาตใช้สถานที่เป็นรายปี กับหนังสือ ขออนุญาตให้มีการเลนการพนันชนไก่เป็นรายเดือน และผู้ว่าราชการจังหวัดจะออกหนังสือแต่งตั้งคณะกรรมการตรวจสอบ กลั่นกรองสถานที่เล่นการพนันชนไก่ โดยมีนายอำเภอพื้นที่ที่มีสนามชนไก่เป็นประธาน เพื่อลงตรวจสอบสถานที่ที่ขอ อนุญาตและเสนอความเห็นพร้อมเอกสารหลักฐานที่เกี่ยวข้องรายงานให้ผู้ว่าราชการจังหวัด ประกอบการพิจารณาอนุมัติตามระเบียบกระทรวงมหาดไทย [2]

ไก่ชนใต้มีลักษณะที่แตกต่างจากภาคอื่นของประเทศไทยจุดที่ทำให้การชนของไก่ใต้มีความแตกต่างไปจากการชนของไก่ในภูมิภาคอื่น คือ การชนไก่ใต้จะยังคงนิยมการชนแบบปล่อยเดือยหรือไม่มีการพันเดือยไก่ เข้าทำร้ายซึ่งกัน เกมส์การชนไก่ของภาคใต้จะเป็นการต่อสู้ที่ใช้ระยะเวลาสั้นมาก เพราะการใช้เดือยซึ่งมีความแหลมคมจะสามารถทำให้เกิดบาดแผลฉกรรจ์อย่างรวดเร็ว คู่ชนบางคู่อาจใช้เวลาเพียงไม่กี่นาทีของยกแรก ไก่ใต้จึงไม่จำเป็นต้องมีชั้นเชิงมากนัก แต่เป็นไก่ดุ บินเร็ว ตีไว ทำให้ได้เปรียบคู่ต่อสู้แล้ว

เพื่อทำการคัดเลือกและฝึกซ้อมให้ได้ไก่ชนที่เก่ง ต้องอาศัยความรู้ที่มีการพัฒนาในหลาย ๆ ด้าน การนำข้อมูลจากการสำรวจในสนามชนไก่ที่ได้ขออนุญาตทางกฎหมาย ได้แก่ สนามชนไก่ศาลาตำเสา สนามชนไก่ศรีบรรพต สนามชนไก่ศรีนครินทร์ โดยการสอบถามข้อมูลจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ชนในครั้งนี้ เป็นการศึกษาในไก่ชนใต้ที่เรียกว่าไก่เดือยซึ่งทีความแตกต่างจากไก่ชนในภาคอื่น ๆ โดยใช้วิธีการสำรวจลักษณะภายนอกและความหลากหลายของไก่ชนในด้านการเลี้ยงทางด้านเชิงธุรกิจและการอนุรักษ์ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลสามารถนำมาคัดเลือกลักษณะไก่ชนที่ดีตรงกับความต้องการของท้องถิ่น เพื่อที่จะพัฒนาสายพันธุ์ไก่ชนและสามารถสร้างรายได้ให้เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ชนต่อไปได้

2. วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการ

ศึกษาข้อมูลสนามแผนผังโครงสร้าง และองค์ประกอบของสนามชนไก่ที่ได้รับอนุญาตตามกฎหมาย จำนวน 3 สนาม ได้แก่ สนามชนไก่ใน อ. ควนขนุน อ. ศรีบรรพต และ อ. ศรีนครินทร์ จ. พัทลุง ระหว่าง เดือน มกราคม – เมษายน พ.ศ. 2560 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นการจัดโปรแกรมการชนไก่ จำนวนคู่ไก่ชน และผู้ที่มาเข้าชมในสนาม โดยแบ่งกลุ่มออกเป็นเจ้าของไก่ และผู้เข้าชม ผู้จัดการสนามชนไก่ กำหนดกลุ่มเจ้าของไก่ชนเพื่อทำการสอบถามโดยใช้แบบสอบถามข้อมูลที่ทำการสำรวจความหลากหลายของไก่

ชน โดยสำรวจไก่ชนของเกษตรกร เพศผู้อายุ 6 เดือน ขึ้นไปของเกษตรกรที่เลี้ยงไก่ชนในระดับฟาร์ม ศึกษาลักษณะของไก่ชน สีขน หงอน สีปาก สีแข้ง อายุ และน้ำหนัก และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมและตรวจสอบความเรียบร้อย จะนำมาทำการวิเคราะห์ ความถี่ (Frequencies) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) ค่าสูงสุด (Maximum) และค่าต่ำสุด (Minimum) จากการสังเกตและสอบถามนำข้อมูลมาวิเคราะห์เนื้อหา และสรุปพรรณนา

3. ผลการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้พบว่าจังหวัดพัทลุงแบ่งการปกครองออกเป็น 10 อำเภอและ 1 กิ่งอำเภอมีสนามชนไก่ที่ได้รับใบอนุญาตทั้งหมด 8 สนาม ตั้งอยู่ใน 6 อำเภอ อำเภอที่มีสนามชนไก่มากที่สุด 2 สนาม ได้แก่ สนามชนไก่ป่าพะยอม และ สนามชนไก่ห้วยน้ำดำ ตั้งอยู่ใน อ. ป่าพะยอม และสนามชนไก่ศาลาตำเสา สนามชนไก่ทะเลน้อย ตั้งอยู่ใน อ. ควนขนุน และจำนวน 4 อำเภอมีสนามชนไก่ 1 สนามได้แก่สนามชนไก่ศรีบรรพต ตั้งอยู่ใน อ. ศรีบรรพต สนามชนไก่ศรีนครินทร์ ตั้งอยู่ใน อ. ศรีนครินทร์ สนามชนไก่เขาชัยสน ตั้งอยู่ใน อ. เขาชัยสน และสนามชนไก่พังกิ่ง ตั้งอยู่ใน อ. เมืองพัทลุง การศึกษาในครั้งนี้ทำการศึกษาในสนามชนไก่จำนวน 3 สนาม ได้แก่สนามชนไก่ศาลาตำเสา สนามชนไก่ศรีบรรพต และสนามชนไก่ศรีนครินทร์ คิดเป็นร้อยละ 37.5 ของสนามชนไก่ที่ได้รับใบอนุญาตในจังหวัดพัทลุง

ข้อมูลทั่วไปของสนามชนไก่

จากการสำรวจสนามชนไก่จำนวน 3 สนาม ระหว่างช่วง 12 กุมภาพันธ์ – 8 เมษายน พ.ศ. 2560 พบว่า สนามชนไก่ศาลาตำเสา มีจำนวนไก่ชนที่มาชน เฉลี่ย จำนวน 45 คู่ สนามชนไก่ศรีบรรพต มีจำนวนไก่ที่มาชน เฉลี่ย จำนวน 31 คู่ สนามชนไก่ศรีนครินทร์ จำนวนไก่ที่มาชน เฉลี่ย จำนวน 25.5 คู่ จากการสำรวจไก่ชนที่มาชน 203 คู่พบว่า มีการวางเดิมพันออกเป็น 9 ระดับคือ 3,300 4,400 5,500 6,600 7,700 8,800 11,000 16,500 และ 22,000บาท โดยเดิมพันคู่ต่ำสุด คือ 3,300 บาท และสูงสุดที่ 22,000 บาท (ตารางที่ 1)

การจัดการทั่วไปในสนามไก่ชน

สนามชนไก่ พบว่าทั้ง 3 สนามมีสิ่งก่อสร้างหลักๆ แบ่งได้ 9 ส่วนด้วยกัน คือ สังเวียน ห้องบัตรและวางเดิมพัน ประตูเข้า ห้องน้ำไก่ โรงพักไก่ ต่อเดือยและเปรียบไก่ชน ร้านค้า ป้ายประกาศ ที่จอดรถ และร้านขายยา และการวางแผนผังของสนามชนไก่มีความแตกต่างของทางเข้าประตู และองค์ประกอบสิ่งก่อสร้าง การวางแผนผังสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ของสนามชนไก่ดังแสดงในรูปที่ 1

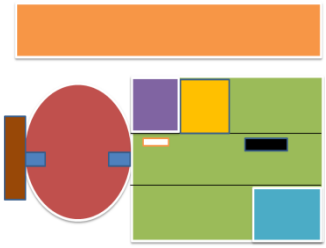
ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของสนามชนไก่ศาลาตำเสา สนามชนไก่ศรีบรรพต และสนามชนไก่ศรีนครินทร์ ระหว่าง เดือนมกราคม – เมษายน พ.ศ. 2560

ลำดับ	สนามชนไก่	ที่อยู่	วันแข่งขัน	จำนวนไก่ชนเฉลี่ย (คู่)	เดิมพัน สูงสุด-ต่ำสุด
1	สนามชนไก่ศาลาตำเสา	ม.16 ต.ชะมวง อ.ควนขนุน จ. พัทลุง	เปิดแข่งขันทุกวันเสาร์	45	3,000-22,000
2	สนามชนไก่ศรีบรรพต	ม.1 ต.เขาย่า อ.ศรีบรรพต	เปิดแข่งขันทุกวันจันทร์	31	3,000-11,000
3	สนามชนไก่ศรีนครินทร์	ม.1 ต.ลำสินธ์ อ.ศรีนครินทร์	เปิดแข่งขันทุกวันอาทิตย์	25.5	5,500-22,000

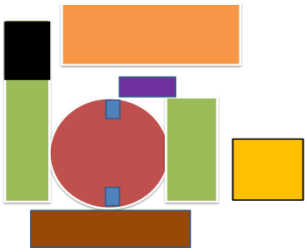
กติกาการชนไก่ ในสนามชนไก่ทั้ง 3 สนามมีการเปรียบไก่หรือหาคู่ชนในวันชน โดยเจ้าของไก่จะนำไก่มายังสนามและทำการพักไก่ไว้ที่โรงพักไก่ หลังจากนั้นจะนำมาเคียงเพื่อหาคู่ชน และจะมีการวางเดิมพันที่จุดลงทะเบียนและมีพนักงานในสนามเป็นผู้เก็บเดิมพันไว้ แต่ละสนามจะมีพนักงานประมาณไม่น้อยกว่า 10 คน และการดำเนินการชน 10 คู่แรก จะชนตามป้ายประกาศ และหลังจาก 10 คู่แรก ก็จะดำเนินการชนตามลำดับที่เจ้าหน้าที่สนามประกาศ โดยเริ่มจากคู่เดิมพันมากไปยังคู่เดิมพันน้อย ขั้นตอนต่างๆ จำแนกได้ ดังนี้**คือ** ขั้นตอนก่อนการชนไก่ ขั้นตอนในการชนไก่ ขั้นตอนหลังจากการชนไก่

ขั้นตอนก่อนการชนไก่

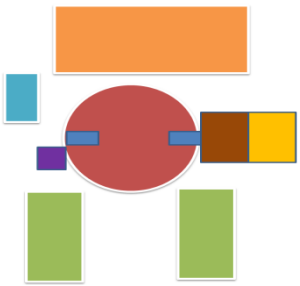
1. ผู้นำไก่มาชนเมื่อมาถึงสนามชนไก่แล้วจะนำไก่มาพักขังในสุ่มที่โรงพักไก่
2. เมื่อเวลา 11.00 น. ผู้ที่นำไก่มาชนก็จะนำไก่มาเคียงเพื่อหาคู่ชน
3. เมื่อได้คู่ชนที่ถูกคู่แล้วจะนำไก่มาลงทะเบียนและวางเดิมพัน
4. จากนั้นก็นำไก่มาต่อเดือย เช็ดน้ำ ให้น้ำ เพื่อเตรียมพร้อมเข้าชนในสังเวียน



แผนผังสนามชนไก่ศาลาตำเสา



แผนผังสนามชนไก่ศรีบรรพต



แผนผังสนามชนไก่ศรีนครินทร์

รูปที่ 1 แสดงแผนผังสนามชนไก่

ขั้นตอนในการชนไก่

การชนไก่ทั้งสองตัวไก่จะถูกต่อเดือยและนำมาต่อสู้กัน ไก่จะต่อสู่กัน จนอีกตัวนอนนิ่งไม่สามารถต่อสู้ได้ หรือบางตัวที่ไม่ต่อสู้วิ่งหนี จึงตัดสินแพ้ชนะ โดยทั่วไปใช่เวลา 20 นาที ใน 1 ยก แต่การแข่งขันอาจมีการแพ้ชนะก่อน ครบเวลา 1 ยก หรือใช้เวลา 2 ยก หากเกินจาก 1 ยก

การจับเวลาในการชนไก่

1. มีด้วยกัน 2 ยก
2. มีขันน้ำ 2 ขันในการจับเวลา
   - ขันเล็ก ใช้ในกรณี เดือยหลุด/ขาด ตัดสินเดือย ไก่นับ
   - ขันใหญ่ ยกละ 20 นาที จับต่อสู้ พักยก 20 นาที

ขั้นตอนหลังจากการชนไก่

เมื่อชนเสร็จตัวที่ชนะเจ้าของจะสามารถไปรับเงินได้ที่ห้องขายบัตรหรือห้องวางเดิมพัน โดยนำบัตรที่ได้จากการลงทะเบียนมายืนยัน **กรรมการ ประกอบไปด้วย 2 คน** กรรมการคนที่ 1 เรียกว่ามือที่ 1 เป็น ผู้ชี้ขาด กรรมการมือที่ 2 เป็นผู้ช่วย ถ้าเกิดเหตุฉุกเฉินนายสนามจะเป็นผู้ชี้ขาดในการแข่งขัน หลังจากการตัดสินในการวางเดิมพัน โดยฝ่ายแพ้ต้องยกให้เจ้าของสนามชนไก่ 10%

ศึกษาลักษณะของไก่ชน สีขน หงอน สีปาก สีแข้ง อายุ น้ำหนัก

จากการศึกษาลักษณะสีไก่ชนในสนามชนไก่ และฟาร์มเลี้ยงไก่ชนพบว่าสีไก่ชนมีทั้งหมด 10 สี โดยแบ่งกลุ่มสีออกเป็น กลุ่มไก่เหลือง/ทองอ่อน กลุ่มไก่เขียว กลุ่มไก่ชี/ไก่ด่าง กลุ่มไก่แดง กลุ่มไก่พิราบ/น้ำทิ กลุ่มไก่ประดู่ กลุ่มไก่ลาย กลุ่มไก่เคี่ยม กลุ่มไก่กด และกลุ่มไก่เข็ม ลักษณะสีขน ดังแสดงในภาพที่ 7

ผลการสำรวจสีขนไก่ชนในสนามทั้ง 3 สนาม ได้แก่ สนามชนไก่ศรีนครินทร์ สนามชนไก่ศรีบรรพต และสนามชนไก่ศาลาตำเสา จำนวนไก่ทั้งหมด 406 ตัว และจากฟาร์มเกษตรกรทั้ง 10 รายๆ ละ 10 ตัว รวมทั้งหมด 100 ตัว ดังแสดงในตารางที่ 2 โดยพบว่า มีสีขน เหลือง/ทองอ่อน เขียว ชี/ด่าง แดง พิราบ/น้ำทิ ประดู่ ลาย เคี่ยม กด และเข็ม มีจำนวน 68 (16.7%), 47 (11.6%), 93 (22.9%), 70 (17.2%), 25 (6.2%), 1 (.2%), 20 (4.9%), 32 (7.9%), 33 (8.1%), และ 17 (4.2%) ตัว ตามลำดับ โดยกลุ่มสีชี/ด่างมีจำนวนมากที่สุด และสีขนจากฟาร์มเกษตรกร พบสีขนเหลือง/ทองอ่อน เขียว ชี/ด่าง แดง พิราบ/น้ำทิ ประดู่ ลาย เคี่ยม กด และเข็ม จำนวน 18, 15, 21, 11, 6, 3, 3, 6, 11 และ 6 ตัว ตามลำดับ

ระดับอายุของไก่ชนจากการสุ่มสอบถามเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ชน พบว่า ไก่ชนที่มีช่วงอายุ 6-10 เดือน มีจำนวน 9 % ช่วงอายุที่ 11-20 เดือน มีจำนวน 58 % ช่วงอายุที่ 21-30 เดือน มีจำนวน 32 % และช่วงอายุ 31-40 เดือน มีจำนวน 1% โดยช่วงอายุที่ 11-20 เดือน มีไก่ชนจำนวนมากที่สุด

น้ำหนักเฉลี่ยจากการสำรวจจากสนามชนไก่ศรีนครินทร์ สนามชนไก่ศรีบรรพต และสนามชนไก่ศาลาตำเสา และจากฟาร์มเกษตรกร ดังตารางที่ 3 สนามชนไก่ศรีนครินทร์ไก่ชนที่เกษตรกรนำมาชน มีน้ำหนักตั้งแต่ 2.7 – 4.2 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ย 3.24 สนามชนไก่ศรีบรรพต มีน้ำหนักตั้งแต่ 2.8 – 3.6 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ย 3.24 กิโลกรัม สนามชนไก่ศาลาตำเสา มีน้ำหนักตั้งแต่ 2.68 – 3.7 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ย 3.25 กิโลกรัม และจากการสำรวจจากฟาร์มเกษตรกรไก่ชนมีน้ำหนักตั้งแต่ 2.7 – 4 กิโลกรัม มีน้ำหนักเฉลี่ย 3.33 กิโลกรัม

รายได้ของเกษตรกร

จากการสำรวจจากฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ชนทั้งหมด 10 ราย พบว่าเกษตรกรมีรายได้จากการแข่งขัน และรายได้จากการขายไก่ชน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 2 สีขนที่ได้จากการสำรวจจากสนามชนไก่ศรีนครินทร์ สนามชนไก่ศรีบรรพต สนามชนไก่ศาลาตำเสา และจากฟาร์มเกษตรกร

สีขน		**ร้อยละสีขนที่พบ**		
	สนามชนไก่ศรีนครินทร์	**สนามชนไก่ศรีบรรพต**	**สนามชนไก่ศาลาตำเสา**	**ฟาร์มเกษตรกร**
เหลือง/ทองอ่อน	15.56	16.13	19.60	18
เขียว	10.56	8.87	16.67	15
ชี/ด่าง	20.56	28.22	20.58	21
แดง/ยิ่ว	18.33	20.16	11.76	11
พิราบ/น้ำทิ	6.67	6.45	4.90	6
ประดู่	-	0.81	-	3
ลาย	6.11	3.22	4.90	3

เคี่ยม	8.89	5.64	8.82	6
กด	8.33	7.26	8.82	11
เข็ม	5	3.22	3.92	6

ตารางที่ 3 น้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักต่ำสุด และน้ำหนักสูงสุด จากการสำรวจจากสนามชนไก่ทั้ง 3 สนามและจากฟาร์มเกษตรกร

พารามิเตอร์	สนามชนไก่ศรีนครินทร์	สนามชนไก่ศรีบรรพต	สนามชนไก่ศาลาตำเสา	ฟาร์มเกษตรกร
น้ำหนักเฉลี่ย	3.24	3.24	3.25	3.33
น้ำหนักต่ำสุด	2.7	2.8	2.68	2.7
น้ำหนักสูงสุด	4.2	3.6	3.7	4

ตารางที่ 4 รายได้ที่ได้จากการแข่งขัน และขายไก่ชนของเกษตรกรที่ได้จากการสำรวจจากฟาร์มเกษตรกร

ฟาร์ม	รายได้จากการแข่งขัน (บาท/ครั้ง)	รายได้จากการขายไก่ชน(บาท/ตัว)	รายได้จากการขายไก่เป็นเนื้อ (บาท/กิโลกรัม)
1	10,000	-	-
2	-	2,000-3,000	-
3	10,000-20,000	10,000-20,000	-
4	10,000-20,000	10,000-20,000	-
5	20,000-50,000	-	-
6	30,000-50,000	-	-
7	3,000-30,000	1,500-2,000	-
8	5,000-10,000	-	70
9	10,000	1,500-3,000	-
10	5,000-50,000	3,000	75

4. สรุปผลและอภิปรายผล

จากการสำรวจสนามชนไก่จำนวน 3 สนาม พบว่า สนามชนไก่ศาลาตำเสา มีจำนวนไก่ชนที่มาชน เฉลี่ย 45 คู่ สนามชนไก่ศรีบรรพต เฉลี่ย 31 คู่ สนามชนไก่ศรีนครินทร์ จำนวนไก่ที่มาชนเฉลี่ย 25.5 คู่ จากการเก็บรวบรวมข้อมูล การวางเดิมพัน พบว่า สนามชนไก่ศรีนครินทร์ มีจำนวนคู่ไก่ที่ชนมากที่สุด และอยู่ระหว่างการวางเดิมพันที่ 5,500 บาท มากที่สุด [3] กล่าวว่าประเภทของการพนันชนไก่ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท การพนันแบบต่อรองและการพนันแบบวางเดิมพัน เดิมพันสูงสุดจากการสำรวจพบว่ามีการวางเดิมพัน 22,000 บาท โครงสร้างสนามชนไก่พบว่าทั้ง 3 สนามมีสิ่งก่อสร้าง หลัก 9 ส่วน เช่นเดียวกัน แต่มีความแตกต่างกันในการวางผังสนาม สิ่งก่อสร้างประกอบด้วยสังเวียน ห้องบัตรและวางเดิมพัน ประตูเข้า ห้องน้ำไก่ โรงพักไก่ ต่อเดือย และเปรียบไก่ชน ร้านค้า ป้ายประกาศ ที่จอดรถ และร้านขายยา

กติกาการชนไก่ในสนามชนไก่ทั้ง 3 สนามมีการเปรียบไก่หรือหาคู่ชนในวันชน โดยเจ้าของจะนำไก่มายังสนามและทำการพักไก่ไว้ที่โรงพักไก่ หลังจากนั้นจะนำมาเคียงเพื่อหาคู่ชน และจะมีการวางเดิมพันที่จุดลงทะเบียนและมีพนักงานในสนามเป็นผู้เก็บเดิมพันไว้ แต่ละสนามจะมีพนักงานประมาณไม่น้อยกว่า 10 คน และดำเนินการชนตามลำดับที่เจ้าหน้าที่สนาม

จากการศึกษาลักษณะสีไก่ชนในสนามชนไก่ และฟาร์มเลี้ยงไก่ชนพบว่าสีไก่ชนมีทั้งหมด 10 สี โดยแบ่งกลุ่มสีออกเป็น กลุ่มไก่เหลือง/ทองอ่อน กลุ่มไก่เขียว กลุ่มไก่ชี/ไก่ด่าง กลุ่มไก่แดง กลุ่มไก่พิราบ/น้ำทิ กลุ่มไก่ประดู่ กลุ่มไก่ลาย กลุ่มไก่เคี่ยม กลุ่มไก่กด และกลุ่มไก่เข็ม และผลการสำรวจสีขนไก่ชนในสนามทั้ง 3 สนาม และจากฟาร์มเกษตรกรพบว่า มีสีขน เหลือง/ทองอ่อน 16.7% เขียว 11.6% ชี/ด่าง 22.9% แดง 17.2% พิราบ/น้ำทิ 6.2% ประดู่2% ลาย 4.9% เคี่ยม7.9% กด8.1% และเข็ม 4.2%) โดยกลุ่มสีชี/ด่าง มีจำนวนมากที่สุด การศึกษาของ[4] ศึกษาความหลากหลายของไก่พื้นเมืองในประเทศไทย โดยการสุ่มสำรวจเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ในพื้นที่ภาคเหนือ 3 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่, ลำพูน, และลำปาง จำนวน 48 ราย และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3 จังหวัด ได้แก่ ขอนแก่น, มหาสารคาม และเลย จำนวน 51 ราย พบว่าจากเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ 99 ราย มีไก่ทั้งหมด จำนวน 7,164 ตัว เฉลี่ยรายละ 72.37 ตัว สามารถจำแนกไก่พ่อพันธุ์ออกเป็น 9 กลุ่มสีขน คือ เหลือง, ประดู่, เขียว, แดง, ชี, เทา, ด่าง/ลาย, สา, และ อื่นๆ เท่ากับ 24.59, 18.03, 4.10, 13.12, 4.71, 4.51, 2.87, 27.25 และ 0.82% [5] รายงานผลการสำรวจไก่พื้นเมืองในจังหวัดพิษณุโลกพบว่า ไก่ประดู่หางดำมากที่สุด ร้อยละ 58.00 รองลงมาไก่เหลืองหางขาว ร้อยละ 24.00 ไก่ลายหางขาว ร้อยละ 8.00 ไก่เทาหางขาว ร้อยละ 7.50 ไก่นกแดงหางแดง ร้อยละ 2.00 และไก่ด่าง ร้อยละ 0.50

อายุไก่ที่พบมากที่สุดอยู่ในช่วง 11 – 20 เดือน ในส่วนของน้ำหนัก สนามชนไก่ศรีนครินทร์ ที่เกษตรกรนำมาชน น้ำหนักเฉลี่ย 3.24 สนามชนไก่ศรีบรรพต ไก่ชนที่เกษตรกรนำมาชน น้ำหนักเฉลี่ย 3.24 กิโลกรัม สนามชนไก่ศาลาตำเสา ไก่ชนที่เกษตรกรนำมาชนน้ำหนักเฉลี่ย 3.25 กิโลกรัม และจากการสำรวจจากฟาร์มเกษตรกรไก่ชน มีน้ำหนักเฉลี่ย 3.33 กิโลกรัม น้ำหนักที่ผู้เลี้ยงพึงพอใจอยู่ในช่วง 3 - 4 กิโลกรัม และเกษตรกรจำนวน 4 ฟาร์ม พึงพอใจน้ำหนัก 3.5 กิโลกรัม การศึกษาในครั้งนี้พบว่าไก่ชนซึ่งเป็นไก่พื้นเมืองในจังหวัดพัทลุงมีแนวโน้มที่ผู้เลี้ยงพึงพอใจไก่ขนาดตัวใหญ่มากขึ้นเช่นเดียวกับไก่ภาคกลางและไก่พื้นที่ชายทะเล [6] รายงานว่าขนาดน้ำหนัก ในการสำรวจไก่กลุ่มภาคเหนือจะมีขนาดน้ำหนักที่ค่อนข้างน้อย ขนาดจะเล็กกว่าไก่พื้นเมืองในภาคกลางตะวันออกเฉียงเหนือ และพื้นที่ชายทะเล คือ ช่วงน้ำหนักที่สำรวจพบในภาคเหนือมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 1.8 – 2.9 กิโลกรัม ขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 2.3 กิโลกรัม ภาคกลางมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 2.8 – 4.3 กิโลกรัม ขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 3.3 กิโลกรัม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 2.6 – 3.8 กิโลกรัม ขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 3.2 กิโลกรัม และพื้นที่ชายทะเล 3 – 4.1 กิโลกรัม ขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 3.3 กิโลกรัม ไก่พื้นเมืองภาคเหนือนั้น [4]ศึกษาความหลากหลายโดยการสุ่มสำรวจเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ในพื้นที่ภาคเหนือ 3 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่, ลำพูน, และลำปาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3 จังหวัด ได้แก่ ขอนแก่น, มหาสารคาม และเลย พบว่าน้ำหนักของไก่พื้นเมืองในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าไก่พ่อและแม่พันธุ์มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เท่ากับ 2.67และ 2.82, 1.79 และ 1.89 กิโลกรัม กับสุภาวดี (2557) พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของไก่พื้นเมือง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.66±0.19 กิโลกรัมต่อตัว มีน้ำหนักสูงสุด เท่ากับ 4.20 กิโลกรัมต่อตัว มีน้ำหนักต่ำสุด เท่ากับ 2.00 กิโลกรัมต่อตัว

รายได้ในฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ชนพบว่ามีรายได้ที่ได้จากการแข่งขัน การขายไก่ชนและการขายไก่ที่ไม่คัดเป็นไก่ชนในลักษณะไก่พื้นเมือง โดยรายได้ที่เป็นหลักของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ชนมาจากรายได้จากการแข่งขัน อย่างไรก็ตามรายได้จากการจำหน่ายไก่ชนจำหน่ายในอายุไก่พร้อมชนมีราคา1,500-20,000 บาทต่อตัว

5. เอกสารอ้างอิง

[1] ชวลิต วัฒนกุลชัย, 2547, “ประวัติไก่ชน 1. ” [ออนไลน์]. http://www.thaigoodview.com/library/teachershow/phichit/chaowalit_w/page 04.html. [26 ธันวาคม 2559].

[2] วรรณชัย แสงพาณิชย์, 2545, “วิถีชีวิตชุมชนชนบท : กรณีศึกษากิจกรรมการชนไก่. ” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวชาการศึกษานอกระบบมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[3] บุญยืน วงศ์สงวน, 2555, “การพนันชนไก่ พื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง.” [ออนไลน์]. http://www.gamblingstudy-th.org/issues_topic_1/69/1/1/การพนันชนไก่-พื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง-ดาวน์โหลด/ [26 ธันวาคม 2559].

[4] เจนรงค์ คำมงคุณ, ชัยตรี บุญดี, อำนวย เลี้ยวธารากุล, 2559, “ความหลากหลายของไก่พื้นเมืองในพื้นที่ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย. ” แก่นเกษตร. 44(1) : 37-42.

[5] สุภาวดี แหยมคง, 2557, “ความหลากหลายของลักษณะภายนอกของไก่พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก”Rajobhat J. Sci Humonit. Soc. 15(2) : 63-73.

[6] บัญชร ลิขิตเดชาโรจน์, 2541, “สำรวจลักษณะไก่พื้นเมืองไทย (ไก่ชน) เพื่อการคัดเลือกพันธุ์. ” กรุงเทพมหานคร : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่ง (*Ficus carica* L.) อบแห้ง

Product Development of Dried Figs (*Ficus carica* L.) Cookie Bars

สุพัตรา พูลพืชชนม์ และสายใจ จริยาเอกภาส*

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง เพื่อหาปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้งที่เหมาะสม ให้ได้สูตรคุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง ที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับ รวมทั้งศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนา โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์มี 2 ขั้นตอนคือขั้นตอนที่ 1 การศึกษาปริมาณการเสริมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งที่ผสมในผลิตภัณฑ์ ปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้งที่ศึกษาคือ ร้อยละ 40, 50, 60 และ 70 โดยน้ำหนักของปริมาณแป้งสาลี พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความเข้มของคุณลักษณะด้านสี กลิ่นรสของมะเดื่อฝรั่ง ความแข็ง ความกรอบ ความร่วน และความชอบรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่คะแนนความชอบทางด้านรสหวานของผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้งร้อยละ 60 โดยน้ำหนักของปริมาณแป้งสาลี มากที่สุดคือ 7.13 คะแนน ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาสูตรให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ โดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture Design และพัฒนาสูตรที่เหมาะสมสุดท้ายที่ได้จากการใช้เทคนิคการหาพื้นที่ตอบสนองพบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านสี ความแข็ง ความกรอบ ความร่วน รสหวาน ความมัน และความชอบรวมไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) แต่ให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสมะเดื่อฝรั่งของสูตร 3G ที่มีปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง: น้ำตาลไอซิ่ง: เมล็ดแตงโม ในอัตราส่วนร้อยละ 30 : 60 : 10 มากที่สุดและได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุดคือ 7.47 คะแนน โดยส่วนประกอบของคุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งประกอบด้วยแป้งสาลี มะเดื่อฝรั่งอบแห้ง ผงฟู โซเดียมไบคาร์บอเนต เนยชนิดเค็ม มาการีน น้ำตาลไอซิ่ง ผงวานิลลา ไข่ไก่ ข้าวตอก งาดำ งาขาว เมล็ดแตงโม ร้อยละ 100, 38.17, 0.76, 0.76, 50.38, 33.59, 75.57, 2.29, 33.59, 16.79, 9.92, 8.40 และ 12.21 โดยน้ำหนักของแป้งสาลี ตามลำดับ คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งสูตรที่ 3G มีปริมาณกากใยและโปรตีนสูงกว่าคุกกี้บาร์เสริมลูกเกด

คำสำคัญ: คุกกี้บาร์, มะเดื่อฝรั่งอบแห้ง, การพัฒนาผลิตภัณฑ์

Abstract

This research was the product development on dried figs (*Ficus carica* L.) supplemental cookie bars to get the acceptable recipes with the suitable amount of dried figs in the cookie bars and study on the chemical compositions of the development product. The product development had two steps: Step 1, the study of supplemental dried figs on dried figs cookie bars. Dried figs was used at 40, 50, 60 and 70 (% w/w of wheat flour) in dried figs cookie bars. The result from the examiner showed that the color, flavor, hardness, crispness and examiners' satisfaction were not different significantly ($p \geq 0.05$) but the dried figs cookie bars which supplemented with dried figs at 60 (% w/w of wheat flour) got the highest sweetness liking score (7.13). Step 2, The study of the product development acceptance on the dried figs cookie bars which were developed by mixture design and response surface methodology (RSM). The result from the examiners showed that the color, hardness, crispness and examiners' satisfaction were not different significantly ($p \geq 0.05$) but the formula dried figs cookie bars (dried figs : icing sugar : watermelon seeds at 30: 60: 10) got the highest flavor liking score (7.47). The ingredient of dried figs cookie bars were wheat flour, dried figs, baking powder, sodium bicarbonate, salted butter, margarine, icing sugar, vanilla powder, egg, popped rice, black sesame seeds, white sesame seeds,

watermelon seeds at 100, 38.17, 0.76, 0.76, 50.38, 33.59, 75.57, 2.29, 33.59, 16.79, 9.92, 8.40 and 12.21 (% w/w of wheat flour) respectively. The 3G dried figs cookie bars was higher in fiber and protein content than raisins cookie bars.

Keywords : Cookie Bars, Dried Figs (*Ficus carica* L.), Product development

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน supattra_po@@rmuto.ac.th โทร. 0 8165 24256

1. บทนำ

ผลิตภัณฑ์อาหารว่างจัดเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจากอาหารว่างเป็นอาหารประเภทเบา ๆ มีปริมาณอาหารน้อยกว่าอาหารประจำมื้อ อาจจะเป็นอาหารน้ำหรืออาหารแห้ง มีทั้งคาวและหวาน หรือเป็นอาหารชิ้นเล็ก ๆ ขนาดพอคำ หยิบรับประทานได้ง่าย (อุบล, 2549) ซึ่งอาหารว่างในท้องตลาดได้มีการพัฒนาให้เป็นในรูปของอาหารฟังก์ชั่น (functional food) เป็นอาหารที่มีการเติมส่วนผสมใหม่ หรือเพิ่มส่วนผสมที่มีอยู่แล้ว เพื่อเพิ่มความสามารถของกลไกในร่างกายในการดูแลสุขภาพหรือป้องกันโรค ซึ่งทำให้เกิดแนวคิดสนใจศึกษาการพัฒนาให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่างในรูปแบบคุกกี้บาร์โดยเสริมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง ทั้งนี้ปัจจุบันประเทศไทยเริ่มมีการปลูกมะเดื่อฝรั่งในเชิงการค้ามากขึ้น มีผลผลิตออกสู่ตลาดมาก แต่มะเดื่อฝรั่งเป็นผลไม้ที่มีอายุผลสดสั้น จึงนิยมนำมาแปรรูปเป็นมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง ซึ่งเป็นผลไม้ที่มีรสหวาน เส้นใยสูง เนื้อผลไม้เหนียวนุ่ม คล้ายกับลูกเกดที่เป็นผลไม้อบแห้งที่นิยมใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบ แต่เมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของมะเดื่อฝรั่งอบแห้งกับลูกเกดแล้ว ผลมะเดื่อฝรั่งอบแห้งมีคุณค่าอาหารที่สูงกว่าหลายองค์ประกอบ เช่น แคลเซียม เหล็ก แมกนีเซียม และสังกะสี ในปริมาณสูงมาก นอกจากนี้มีปริมาณโปรตีน และเส้นใยอาหารในปริมาณสูงแต่ไม่มีไขมันหรือคอเลสเตอรอล เป็นต้น (USDA, 2017) (ตารางที่ 1) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการใช้ประโยชน์จากมะเดื่อฝรั่งอบแห้งรูปแบบหนึ่ง เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ให้มีคุณค่าทางอาหารเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของมะเดื่อฝรั่ง (*Ficus carica* L.) สดและแห้งต่อ 100 กรัมของน้ำหนัก

Nutrient	Units	(Value per 100 grams)		
		Figs, raw	Figs, dried	Raisins, seedless
Water	g	79.11	30.05	15.43
Energy	kcal	74	249	299
Protein	g	0.75	3.30	3.07
Total lipid (fat)	g	0.30	0.93	0.46
Ash	mg	0.66	1.86	1.85
Carbohydrate, by difference	g	19.18	63.87	79.18
Fiber, total dietary	g	2.90	9.80	3.7
Sugars, total	g	16.26	47.92	59.19
Cholesterol	mg	0	0	0

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของมะเดื่อฝรั่ง (*Ficus carica* L.) สดและแห้งต่อ 100 กรัมของน้ำหนัก (ต่อ)

Nutrient	Units	(Value per 100 grams)		
		Figs, raw	Figs, dried	Raisins, seedless
Minerals				
Calcium, Ca	mg	35	162	50
Iron, Fe	mg	0.37	2.03	1.88
Magnesium, Mg	mg	17	68	32
Phosphorus, P	mg	14	67	101
Potassium, K	mg	232	680	749
Sodium, Na	mg	1	10	11
Zinc, Zn	mg	0.15	0.55	0.22

ที่มา : ดัดแปลงจาก USDA, 2017.

2. วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้งที่ผสมในการผลิตคุกกี้บาร์

คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งนี้ดัดแปลงมาจากผลิตภัณฑ์คุกกี้ธัญพืช (อภิสิทธิ์, 2554) ประกอบด้วย แป้งสาลีอเนกประสงค์ มะเดื่อฝรั่งอบแห้ง ผงฟู โซเดียมไบคาร์บอเนต เนยชนิดเค็ม มาการีน น้ำตาลไอซิ่ง ผงวานิลลา ไข่ไก่ ข้าวตอก งาดำ งาขาว เมล็ดแตงโม (ร้อยละโดยมีการใช้มะเดื่อฝรั่งอบแห้งหั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดประมาณ 0.3 x 0.3 เซนติเมตร เสริมในผลิตภัณฑ์ที่อัตราส่วนร้อยละ 40, 50, 60 และ 70 ของน้ำหนักแป้งสาลี ผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง มีขนาดกว้าง × ยาว × หนา เป็น 2.5 × 7 × 0.7 เซนติเมตร อบด้วยเตาอบที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20-25 นาที เมื่อเย็นบรรจุในถุงพลาสติก *OPP* (Oriented polypropylene) ปิดผนึกด้วยความร้อน เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง ทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง อบแห้งทั้ง 4 สูตร โดยให้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ชิมผลิตภัณฑ์และประเมินคุณภาพโดยการให้คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะต่างๆของผลิตภัณฑ์ (สี กลิ่นรสมะเดื่อฝรั่ง ความแข็ง ความกรอบ ความร่วน รสหวาน และความชอบรวม) ลงในแบบทดสอบการยอมรับตามวิธีการทดสอบแบบ 9-point Hedonic scale และวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อพัฒนาสูตรต่อไป

2. การพัฒนาสูตรคุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง

2.1 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมโดยการหาพื้นที่ตอบสนอง (Response Surface Methodology: RSM)

จากการศึกษาในข้อ 1 การศึกษาปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้งที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์จะได้สูตรที่เหมาะสม และข้อเสนอแนะจากผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คนเพื่อพัฒนาสูตรให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ โดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture Design ขอบเขตที่วิเคราะห์แล้วจากข้อเสนอแนะจากผู้ทดสอบชิม โดยกำหนดปริมาณสูงสุดและต่ำสุดของส่วนผสมที่จะศึกษา

ทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งจากการวางแผนพัฒนา โดยให้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ประเมินคุณภาพโดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point Hedonic scale ต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ (สี กลิ่นรสมะเดื่อฝรั่ง ความแข็ง ความกรอบ ความร่วน รสหวาน ความมัน และความชอบรวม) แล้ววิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนองจากผลที่ได้ โดยนำคะแนนเฉลี่ยต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ (สี กลิ่นรสมะเดื่อฝรั่ง ความแข็ง ความกรอบ ความร่วน รสหวาน ความมัน และความชอบรวม) มาวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม SPSS version 16

2.2 การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมสุดท้ายที่ได้จากการใช้เทคนิคการหาพื้นที่ตอบสนอง

พัฒนาสูตรการผลิตที่ได้จากการวิเคราะห์ ข้อ 2.1 จากการใช้เทคนิคการหาพื้นที่ตอบสนอง และทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งจากการพัฒนาสูตรที่ได้ โดยให้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน

ประเมินคุณภาพโดยวิธีการทดสอบแบบ 9-point Hedonic scale คือการให้คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ (สี กลิ่นรสมะเดื่อฝรั่ง ความแข็ง ความกรอบ ความร่วน รสหวาน ความมัน และความชอบรวม) และวิเคราะห์ผลทางสถิติ

3. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง

การเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ 2 ชนิด คือคุกกี้บาร์ผสมลูกเกดกับคุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาสูตรจากการศึกษาข้อ 2.2 โดยคุกกี้ทั้ง 2 ชนิดใช้สูตรการผลิตเหมือนกัน ยกเว้นการผสมมะเดื่อฝรั่งเปลี่ยนเป็นลูกเกดแทน การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ปริมาณความชื้น การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน/ไนโตรเจน การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน การวิเคราะห์ปริมาณกากใย และคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรตจากสมการ

คาร์โบไฮเดรต = 100 – (ร้อยละปริมาณความชื้น + ร้อยละปริมาณเถ้า + ร้อยละปริมาณโปรตีน + ร้อยละปริมาณไขมัน + ร้อยละปริมาณกากใย)

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้งที่เสริมในการผลิตคุกกี้บาร์

การศึกษาปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้งซึ่งเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ที่มีอัตราส่วนร้อยละ 40, 50, 60 และ 70 ของน้ำหนักแป้งสาลี (สูตรที่ 1, 2, 3, 4 ตามลำดับ) โดยทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสจากการให้คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ด้านสี กลิ่นรสมะเดื่อฝรั่ง ความแข็ง ความกรอบ ความร่วน รสหวาน และความชอบรวม ใช้การให้คะแนนความชอบแบบ 9-point Hedonic scale กับผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์เสริมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง

คุณลักษณะ	คะแนนเฉลี่ย			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
1. สี^{ns}	7.32±1.28	7.57±1.56	7.58±1.28	7.27±1.25
2. กลิ่นรสมะเดื่อฝรั่ง^{ns}	6.55±1.44	6.63±0.97	6.87±1.47	6.80±1.33
3. ความแข็ง^{ns}	7.00±1.24	7.27±1.33	7.17±1.47	7.25±1.27
4. ความกรอบ^{ns}	7.38±1.35	7.50±1.19	7.38±1.30	7.15±1.42
5. ความร่วน^{ns}	7.17±1.34	7.37±1.35	7.22±1.35	6.95±1.20
6. รสหวาน*	6.73±1.53^{b}	6.98±1.55^{ab}	7.30±1.44^{a}	6.65±1.58^{b}
7. ความชอบรวม^{ns}	7.32±1.28	7.57±1.16	7.58±1.28	7.27±1.25

หมายเหตุ * ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

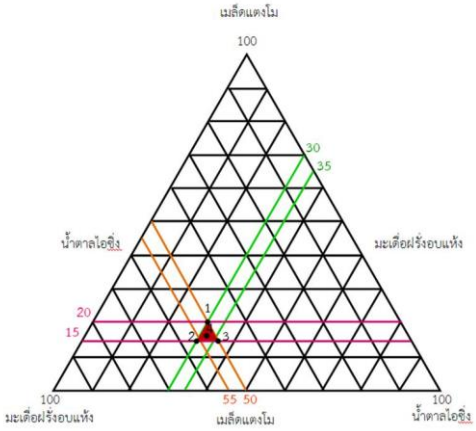
จากการวิเคราะห์ผลทางด้านความชอบต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์เสริมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งด้านต่าง ๆ พบว่าคะแนนความชอบต่อคุณลักษณะด้านสี กลิ่นรสมะเดื่อฝรั่ง ความแข็ง ความกรอบ ความร่วน และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ระดับคะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบปานกลาง (7.32-7.37, 6.55-6.87, 7.00-7.27, 7.15-7.50, 6.95-7.37, 7.27-7.58 คะแนน ตามลำดับ) กล่าวคือปริมาณการเติมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งไม่มีผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ แต่ปริมาณการเสริมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งจะมีผลต่อคะแนนความชอบต่อคุณลักษณะด้านรสหวานมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ระดับคะแนนความชอบอยู่ในช่วงชอบปานกลาง (6.56-7.30 คะแนน) ทั้งนี้เพราะมะเดื่อฝรั่งอบแห้งมีรสหวาน เมื่อเติมในปริมาณที่มากขึ้นจะมีรสหวานมากขึ้นด้วย จะเห็นได้ว่าพบว่า สูตรที่ 3 ปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้งร้อยละ 60 ของน้ำหนักแป้งสาลี ได้รับคะแนนความชอบด้านรสหวานสูงที่สุด รวมทั้งมีคะแนนความชอบสูง (7.58 คะแนน) โดยมีคะแนนกว่าสูตร 1, 2 และ 4 จึงเลือกสูตรที่ 3 มา

พัฒนาสูตรในขั้นตอนต่อไป และข้อเสนอแนะจากผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน สรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์มีรสหวานน้อยเกินไป มีความมันมากเกินไป และกลิ่นรสของมะเดื่อฝรั่งน้อยเกินไป ดังนั้นการพัฒนาสูตรคุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งโดยศึกษาปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง น้ำตาลไอซิ่ง และเมล็ดแตงโมที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ในขั้นต่อไป เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามข้อเสนอแนะของผู้ทดสอบชิม

2. ผลการพัฒนาสูตรคุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง

2.1 ผลการศึกษาสูตรที่เหมาะสมโดยการหาพื้นที่ตอบสนอง

การหาพื้นที่ตอบสนองตามขอบเขตที่วิเคราะห์แล้วจากข้อเสนอแนะจากผู้ทดสอบชิมจากข้อ 1 โดยกำหนดปริมาณสูงสุด ต่ำสุดของส่วนผสมในการวางแผนการทดลองแบบ Mixture Design ดังรูปที่ 1



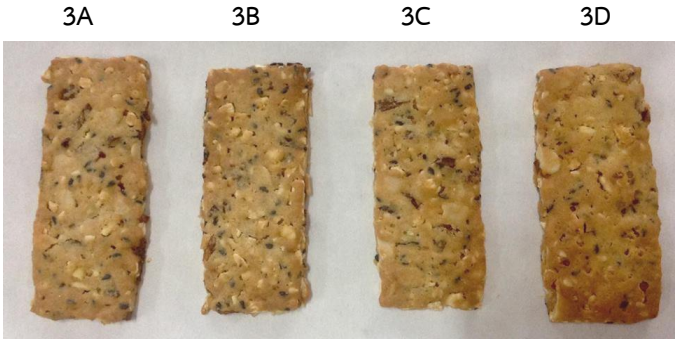
รูปที่ 1 การวางแผนการทดลองแบบ Mixture Design เพื่อพัฒนาสูตรคุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง

จากรูปที่ 1 ตามการวิเคราะห์จากแผนการทดลองแบบ Mixture Design จุดตัดร่วมกันของแผนภาพ จะได้อัตราส่วนของปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง น้ำตาลไอซิ่ง และเมล็ดแตงโม 4 สูตร (สูตรที่ 3A, 3B, 3C, 3D) ดังตารางที่ 3 โดยส่วนผสมอื่น ๆ ยังคงไม่เปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 3 อัตราส่วนของปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง น้ำตาลไอซิ่ง และเมล็ดแตงโมที่แตกต่างกัน 4 อัตราส่วนในการผลิตคุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง (สูตรที่ 3A-3D) จากแบบแผน Mixture Design

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละโดยน้ำหนักของแป้ง)			
	สูตรที่ 3A	สูตรที่ 3B	สูตรที่ 3C	สูตรที่ 3D
มะเดื่อฝรั่งอบแห้ง	50	55	50	52
น้ำตาลไอซิ่ง	30	30	35	32
เมล็ดแตงโม	20	15	15	16

ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ (รูปที่ 2) จากการให้คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4) พบว่า คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะด้านสี กลิ่นรสมะเดื่อฝรั่ง ความแข็ง รสหวาน และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) มีคะแนนความชอบระดับชอบปานกลาง (6.90-7.27, 6.13-6.73, 6.17-6.68, 6.57-6.95, 5.78-6.73, 6.55-7.22 คะแนน ตามลำดับ) แต่คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะด้านความกรอบ ความร่วน และความมันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ซึ่งระดับคะแนนอยู่ในช่วงชอบปานกลาง



รูปที่ 2 ผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งทั้ง 4 สูตร (สูตรที่ 3A-3D)

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง 4 สูตร

คุณลักษณะ	คะแนนเฉลี่ย			
	สูตรที่ 3A	สูตรที่ 3B	สูตรที่ 3C	สูตรที่ 3D
1. สี*	7.10±1.19^{a}	6.90±1.52^{a}	7.27±1.00^{a}	6.27±1.59^{b}
2. กลิ่นรสมะเดื่อฝรั่ง*	6.13±1.37^{b}	6.17±1.40^{b}	6.73±1.13^{a}	6.13±1.56^{b}
3. ความแข็ง*	6.28±1.59^{ab}	6.48±1.36^{ab}	6.68±1.33^{a}	6.17±1.39^{b}
4. ความกรอบ^{ns}	6.75±1.44	6.80±1.29	6.95±1.17	6.57±1.33
5. ความร่วน^{ns}	6.53±1.20	6.75±1.30	6.87±1.16	6.62±1.54
6. รสหวาน*	5.78±1.56^{b}	6.00±1.70^{b}	6.73±1.48^{a}	6.15±1.56^{b}
7. ความมัน^{ns}	6.35±1.47	6.35±1.54	6.52±1.32	6.33±1.36
8. ความชอบรวม*	6.75±1.42^{ab}	7.03±1.18^{bc}	7.22±1.25^{c}	6.55±1.35^{a}

หมายเหตุ * ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

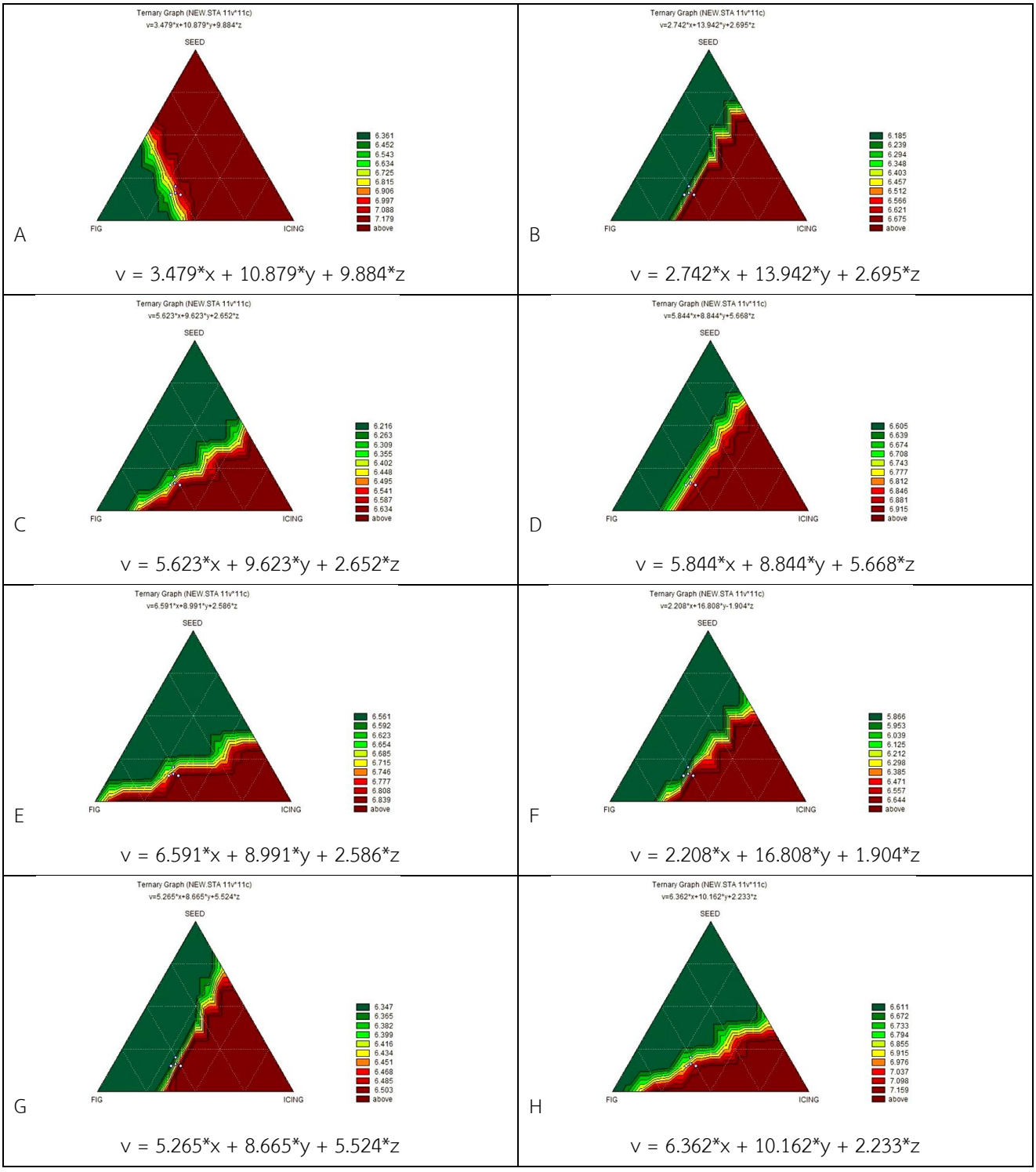
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

จากผลการพัฒนาสูตรเบื้องต้นตามแบบ Mixture Design โดยปรับอัตราส่วนของปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง น้ำตาลไอซิ่ง เพื่อพัฒนาความชอบต่อผลิตภัณฑ์ โดยต้องเพิ่มความชอบด้านรสหวาน ความมันและกลิ่นรสของมะเดื่อฝรั่งของผลิตภัณฑ์ แต่ผลการพัฒนาสูตรครั้งนี้จะเห็นได้ว่า การปรับส่วนผสม 3 ชนิดคือมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง น้ำตาลไอซิ่ง มีผลต่อคะแนนความชอบต่อคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ลงลงจากเดิม ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาสูตรต่อไป โดยใช้การวิเคราะห์หาพื้นที่ตอบสนองของคะแนนเฉลี่ยความชอบในแต่ละคุณลักษณะ ดังรูปที่ 3

จากรูปที่ 3A แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำตาลไอซิ่งและเมล็ดแตงโมเพิ่มขึ้นคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีจะเพิ่มขึ้นด้วย แต่ถ้าปริมาณมะเดื่อฝรั่งเพิ่มขึ้นจะทำให้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีลดลง เนื่องจากมะเดื่อฝรั่งอบแห้งมีสีน้ำตาลแดง ถ้าใส่ในผลิตภัณฑ์ในปริมาณมาก จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้นหลังจากการอบ

จากรูปที่ 3B, 3F และ 3G แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำตาลไอซิ่งเพิ่มขึ้นคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่นรสมะเดื่อฝรั่ง รสหวาน และความมัน จะเพิ่มขึ้นด้วย แต่ถ้าปริมาณมะเดื่อฝรั่งและเมล็ดแตงโมเพิ่มขึ้นจะทำให้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่นรสลดลง ทั้งนี้อาจเกิดจากผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของมะเดื่อฝรั่งและเมล็ดแตงโมเพิ่มมากขึ้น เมื่ออบแล้วมะเดื่อฝรั่งที่มีปริมาณน้ำตาลสูงจะมีกลิ่นของน้ำตาลไหม้ (กลิ่นคาราเมล) เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากความร้อนทำให้เกิดการการกลิ่นรสของคารเมลจากปฏิกิริยาคาราเมลไรเซชัน และเมล็ดแตงโมมีปริมาณไขมันสูง เมื่อใช้ความร้อนสูงในขณะอบ ทำให้น้ำมันในเมล็ดแตงโมไหลออกมา อาจจะส่งผลทำให้

น้ำมันเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้มีกลิ่นหืนเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์ ค่าคะแนนด้านกลิ่นรสกลิ่นรสมะเดื่อฝรั่ง รสหวาน และความมัน จึงมีค่าลดลงตามปริมาณของมะเดื่อฝรั่งอบแห้งและเมล็ดแตงโมที่เพิ่มขึ้น



รูปที่ 3 พื้นที่ผิวตอบสนองของคะแนนเฉลี่ยความชอบในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ

(A=สี B=กลิ่นรส C=ความแข็ง D=ความกรอบ E=ความร่วน F=ความหวาน G= ความมัน H=ความชอบรวม)

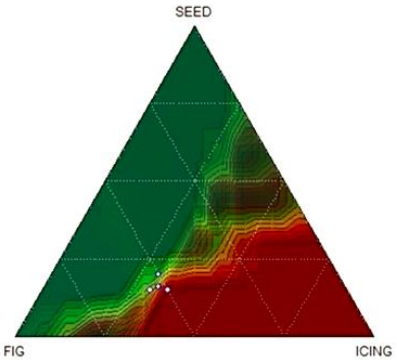
หมายเหตุ กำหนดให้ v = คะเฉลี่ยความชอบต่อคุณลักษณะด้านต่าง ๆ x = ปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง (ร้อยละ)

y = ปริมาณน้ำตาลไอซิ่ง (ร้อยละ) z = ปริมาณเมล็ดแตงโม (ร้อยละ)

จากรูปที่ 3C, 3D และ 3E แสดงให้เห็นว่า เมื่อปริมาณน้ำตาลไอซิ่งเพิ่มขึ้นคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความแข็ง ความความกรอบและความร่วนเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะน้ำตาลไอซิ่งมีขนาดอนุภาคเล็ก ทำหน้าที่คล้ายตัวประสานได้ดี จึงทำให้การเกาะรวมตัวกันของส่วนผสมแน่นขึ้น จะส่งผลให้ความกรอบและความร่วนเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ตรงกันข้ามกับปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้งและเมล็ดแตงโมที่เพิ่มขึ้น จะทำให้คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความแข็งลดลง อาจเป็นผลจากขนาดของชิ้นมะเดื่อฝรั่งอบแห้งและเมล็ดแตงโมมีขนาดใหญ่ เมื่อใช้ในปริมาณที่มากจะมีช่องว่างในผลิตภัณฑ์มากขึ้น ส่งผลให้ความแข็งลดลง ความกรอบ และความร่วนลดลงเช่นกัน

จากรูปที่ 3H คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านความชอบรวมจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำตาลไอซิ่งที่เพิ่มขึ้น แต่ถ้าปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้งและเมล็ดแตงโมเพิ่มขึ้นจะทำให้คะแนนความชอบรวมลดลง ซึ่งการศึกษาจะสอดคล้องกับ ภรัณยา (2540) ได้พัฒนาคุกกี้ชาเขียวเสริมกากบัวบกที่ร้อยละ 5, 10, 12.5 และ 15 โดยน้ำหนัก พบว่า การผสมกากบัวบกโดยได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดไม่เกินร้อยละ 7.5 โดยน้ำหนัก เนื่องจากการเติมในปริมาณที่มากกว่าร้อยละ 7.5 โดยน้ำหนัก มีจะมีผลต่อความชอบด้านสี กลิ่น และรส คือสีจะเข้ม กลิ่นและรสของใบบัวบกจะมากเกินไป ส่งผลให้คะแนนความชอบรวมลดตามลงตามปริมาณใบบัวบกที่เติมมากขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาของ พิไลพรรณ (2540) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์เสริมโปรตีนถั่วเหลือง จากการศึกษาพบว่าปริมาณการเติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัดได้ร้อยละ 10 และเติมในรูปแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็ม และพร่องไขมันได้ร้อยละ 15 ที่ได้ลักษณะของผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ที่เหมาะสมต่อการยอมรับของผู้ทดสอบ

เมื่อซ้อนทับพื้นที่ผิวตอบสนองของคุณลักษณะต่าง ๆ (รูปที่ 3A-H) ได้แก่ สี กลิ่นรสมะเดื่อฝรั่ง ความแข็ง ความกรอบ ความร่วน รสหวาน ความมัน และความชอบรวม เพื่อกำหนดจุดที่อยู่ภายใต้พื้นที่สีแดงดังรูปที่ 4 เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมครั้งสุดท้ายและพัฒนาสูตรให้ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุดในลำดับต่อไป

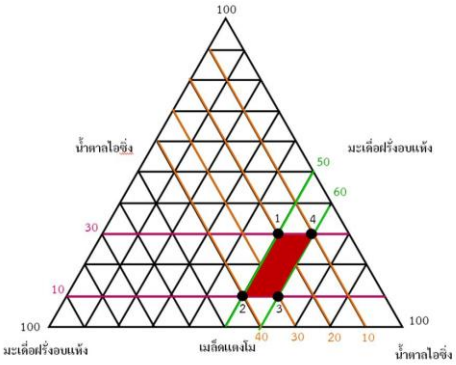


รูปที่ 4 พื้นที่ตอบสนองที่เหมาะสม (พื้นสีแดง) ของผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งระหว่างปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง น้ำตาลไอซิ่ง และเมล็ดแตงโม เมื่อซ้อนทับพื้นที่ผิวตอบสนองของคุณลักษณะต่าง ๆ

จากรูปที่ 4 เมื่อซ้อนทับพื้นที่ผิวตอบสนองของคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ พบว่าคุณลักษณะต่าง ๆ อยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ดังนั้นจึงกำหนดจุดภายใต้พื้นที่สีแดง 4 จุด (รูปที่ 4) เพื่อพัฒนาสูตรให้ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุด

2.2 การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมสุดท้ายที่ได้จากการใช้เทคนิคการหาพื้นที่ตอบสนอง

จากรูปที่ 4 กำหนดจุดใต้พื้นที่สีแดง 4 จุด เพื่อศึกษาการพัฒนาสูตรให้ได้คะแนนเฉลี่ยของคุณลักษณะต่าง ๆ สูงสุด โดยใช้แผนการทดลองแบบ Mixture Design ได้ดังรูปที่ 5



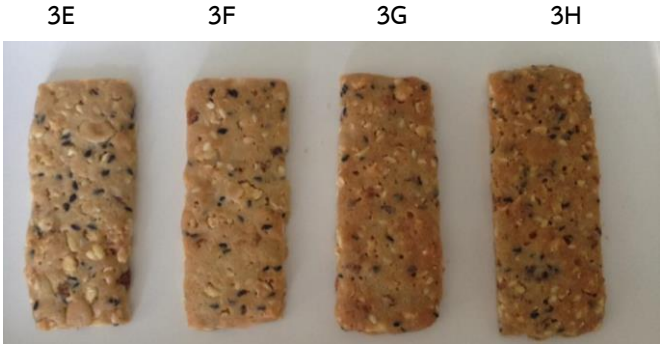
รูปที่ 5 การกำหนดจุดภายใต้พื้นผิวตอบสนองที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ด้วย Mixture Design

จากรูปที่ 5 จะได้อัตราส่วนของปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง น้ำตาลไอซิ่ง และเมล็ดแตงโม 4 สูตร (ตารางที่ 5) และผลิตเป็น ผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง 4 สูตร (สูตร 3E-3H)

ตารางที่ 5 อัตราส่วนของปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง น้ำตาลไอซิ่ง และเมล็ดแตงโมที่แตกต่างกัน 4 สูตรในการผลิตคุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง (สูตรที่ 3E-3H)

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)			
	สูตรที่ 3E	สูตรที่ 3F	สูตรที่ 3G	สูตรที่ 3H
มะเดื่อฝรั่ง	20	40	30	10
น้ำตาลไอซิ่ง	50	50	60	60
เมล็ดแตงโม	30	10	10	30

ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ (รูปที่ 6) จากการให้คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 6) พบว่า คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์มีค่าเพิ่มขึ้น จากช่วง 5.78-7.27 คะแนน (ตารางที่ 4 เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 6.77-7.47 คะแนน (ตารางที่ 6) และจากการศึกษานี้พบว่าคะแนนความชอบต่อคุณลักษณะด้านกลิ่นรสมะเดื่อฝรั่งของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งระดับคะแนนอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงชอบมาก (6.77-7.43 คะแนน) แต่คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะด้านสี ความแข็ง ความกรอบ ความร่วน รสหวาน ความมัน และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ซึ่งระดับคะแนนอยู่ในช่วงชอบปานกลาง (6.93-7.22, 6.85-7.05, 6.97-7.20, 7.08-7.22, 7.15-7.23, 7.08-7.22, 7.13-7.47 คะแนน ตามลำดับ) ซึ่งระดับคะแนนอยู่ในช่วงชอบปานกลาง



รูปที่ 6 ผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งทั้ง 4 สูตรจากการพัฒนาสูตร (สูตรที่ 3E-3H)

ตารางที่ 6 คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง 4 สูตร (สูตรที่ 3E-3H)

คุณลักษณะ	คะแนนเฉลี่ย			
	สูตรที่ 3E	สูตรที่ 3F	สูตรที่ 3G	สูตรที่ 3H
1. สี [ns]	6.93±1.04	6.95±0.87	7.22±0.96	7.10±0.78
2. กลิ่นรสมะเดื่อฝรั่ง*	6.77±0.79[b]	6.97±0.97[b]	7.43±0.85[a]	6.87±1.10[b]
3. ความแข็ง [ns]	7.03±1.03	7.00±0.90	7.05±0.95	6.85±1.07
4. ความกรอบ [ns]	7.13±0.98	6.97±0.97	7.00±1.09	7.20±0.88
5. ความร่วน [ns]	7.22±0.98	7.08±1.15	7.10±1.34	7.12±0.90
6. รสหวาน [ns]	7.15±0.92	7.18±0.85	7.23±0.87	7.15±0.99
7. ความมัน [ns]	7.22±0.92	7.08±0.72	7.20±0.71	7.13±0.81
8. ความชอบรวม [ns]	7.22±1.08	7.27±0.88	7.47±0.95	7.13±0.97

หมายเหตุ * ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง จากการพัฒนาสูตร (ตารางที่ 6) พบว่าสูตรที่ 3G ที่มีปริมาณมะเดื่อฝรั่ง:น้ำตาลไอซิ่ง:เมล็ดแตงโม ในอัตราส่วนร้อยละ 30:60:10 ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุด ซึ่งอยู่ในระดับชอบมาก (7.00-7.47 คะแนน) เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งที่เหมาะสมของการศึกษาครั้งนี้ โดยมีส่วนประกอบทั้งหมดของคุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง คือแป้งสาลี มะเดื่อฝรั่งอบแห้ง ผงฟู โซเดียมไบคาร์บอเนต เนยชนิดเค็ม มาการีน น้ำตาลไอซิ่ง ผงวานิลลา ไข่ไก่ ข้าวตอก งาดำ งาขาว เมล็ดแตงโม ร้อยละ 100, 38.17, 0.76, 0.76, 50.38, 33.59, 75.57, 2.29, 33.59, 16.79, 9.92, 8.40 และ 12.21 โดยน้ำหนักของแป้งสาลี ตามลำดับ

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่า ปริมาณการผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งในการผลิตคุกกี้บาร์คือร้อยละ 38.17 โดยน้ำหนักของแป้งสาลี จะได้ผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งที่ได้รับการยอมรับโดยรวมมากที่สุด แต่ถ้าหากผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งมากขึ้น (สูตร 3F) คะแนนการยอมรับโดยรวมจะลดลง จะคล้ายกับการศึกษาของ จิรนาถและนาตยา (2553) ได้ศึกษาการใช้กากเมล็ดทานตะวันเสริมเส้นใยในผลิตภัณฑคุกกี้เนยที่ร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 Fโดยน้ำหนัก พบว่าคุกกี้สูตรที่มีการเสริมกากเมล็ดทานตะวันที่ระดับร้อยละ 5 ได้รับการยอมรับมากที่สุด โดยคุณลักษณะด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รส และการชอบรวมจะลดลงตามปริมาณกากเมล็ดทานตะวันที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเส้นใยที่เสริมลงไปมากขึ้น ทำให้เมื่อรับประทานจะรู้สึกระคายคอ ไม่เรียบเนียน สวนในด้านกลิ่น พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณกากเมล็ดทานตะวันมากขึ้นจะไปบดบังกลิ่นเนยในผลิตภัณฑทำให้กลิ่นเนยลดลง และการเพิ่มปริมาณเส้นใยจะทำให้ผลิตภัณฑมีความแข็งเพิ่มขึ้นจากสูตรปกติจึงส่งผลให้คะแนนลดลง

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ 2 ชนิด คือ คุกกี้บาร์ผสมลูกเกดและคุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งที่ได้รับจากข้อ 2.2 คือ สูตรที่ 3G โดยคุกกี้บาร์ใช้สูตรการผลิตเดียวกัน การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ดังนี้ ปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน กากใย และคาร์โบไฮเดรต แสดงผลดังตารางที่ 7

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของคุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งเปรียบเทียบกับคุกกี้บาร์ผสมลูกเกด พบว่าการเสริมด้วยมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณกากใยและโปรตีนสูงกว่าการเสริมด้วยลูกเกด ทั้งนี้สอดคล้องกับรายงานด้านคุณค่าทางโภชนาการ (ตารางที่ 1) ของมะเดื่อฝรั่งอบแห้งมีปริมาณกากใยและโปรตีนมากกว่าลูกเกด (USDA, 2017) คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง (สูตรที่ 3G) มีองค์ประกอบทางเคมีคือ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน ความชื้น เถ้า และกากใย (ร้อยละ 48.84, 26.17, 6.91, 5.54, 1.80 และ 10.77 ตามลำดับ)

ตารางที่ 7 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง สูตรที่ 3G

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (ร้อยละ)	
	คุกกี้บาร์เสริมลูกเกด	คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง (สูตรที่ 3G)
ความชื้น	5.70±0.15	5.54±0.20
เถ้า	1.78±0.17	1.80±0.02
กากใย	8.28±1.15	10.77±0.44
โปรตีน	4.65±0.52	6.91±0.55
ไขมัน	24.11±2.12	26.17±0.68
คาร์โบไฮเดรต	55.51±2.12	48.84±2.12

4. สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้งให้มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับ โดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture Design ร่วมกับใช้เทคนิคการหาพื้นที่ผิวตอบสนองของคะแนนเฉลี่ยความชอบในคุณลักษณะด้านต่าง ๆ จากข้อเสนอแนะของผู้ทดสอบชิมในด้านปริมาณส่วนผสมที่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้บาร์ผสมมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง จากการศึกษาพบว่าสูตรคุกกี้บาร์ที่เหมาะสมคือ สูตรที่ 3G ประกอบด้วยแป้งสาลี มะเดื่อฝรั่งอบแห้ง ผงฟู โซเดียมไบคาร์บอเนต เนยชนิดเค็ม มาการีน น้ำตาลไอซิ่ง ผงวานิลลา ไข่ไก่ ข้าวตอก งาดำ งาขาว เมล็ดแตงโม ร้อยละ 100, 38.17, 0.76, 0.76, 50.38, 33.59, 75.57, 2.29, 33.59, 16.79, 9.92, 8.40 และ 12.21 โดยน้ำหนักของแป้งสาลี ตามลำดับ ซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุด (7.47 คะแนน) และมีปริมาณกากใยและโปรตีนสูงกว่าคุกกี้บาร์เสริมลูกเกดที่ส่วนผสมเช่นเดียวกัน (แทนปริมาณมะเดื่อฝรั่งอบแห้งด้วยลูกเกด)

5. กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากผลมะเดื่อฝรั่งที่ไม่ได้มาตรฐานการจำหน่ายสด ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ประจำปี พ .ศ.2555 ประเภทงานวิจัยประยุกต์ สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา การวิจัยนี้ขอขอบคุณ สวนฟิกส์ (อโรคยา) อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี ที่ได้เอื้อเฟื้อผลมะเดื่อฝรั่งอบแห้งในการศึกษาวิจัย รวมทั้งขอขอบคุณนางสาวสุดารัตน์ เมืองห้าว และนางสาวนวัชวรรณ คลองสติ ที่ได้ช่วยในการเก็บข้อมูลของการศึกษาวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ดี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] จิรนาถ ทิพยรักษา และ นาตยา สินทวี, 2553, “การใชกากเมล็ดทานตะวันเสริมเสนใยในผลิตภัณฑคุกกี้เนย” http://research-system.siam.edu/images/researchin/Use_of_Sunflower_Seed_Meal_Supplemented_Fiber_in_Butter_Cookies/abstract__jiranart_b.pdf [30 กันยายน 2557].

[2] ภรัณยา ธิยะใจ, 2540, “การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้ชาเขียวเสริมใบบัวบกที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำใบบัวบก”. file:///C:/Documents%20and%20Settings/Admin/My%20Documents/Downloads/4837753NUFN07.pdf [25 กันยายน 2557].

[3] พิไลพรรณ ปานแย้ม, 2540, “การพัฒนาผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์เสริมโปรตีนถั่วเหลือง” file:///C:/Documents%20and%20Settings/Admin/My%20Documents/Downloads/4637549NUFN07.pdf [25 กันยายน 2557].

[4] อุบล ดีสวัสดิ์ม, 2549, *“อาหารว่าง,”* เพชรการเรือน, กรุงเทพฯ, 124 น.

[5] อภิสิทธิ์ ประสงค์สุข, 2554, “เบเกอรี่พื้นฐานเบื้องต้น,” บริษัทแม่บ้าน, กรุงเทพฯ, 52 น.

[6] USDA (United States Department of Agriculture), 2017, “USDA Food Composition Databases”, https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list?format=&count=&max=50&sort=default&fgcd=Fruits+and+Fruit+Juices&manu=&lfacet=&qlookup=&ds=&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=&offset=0&order=asc [9 เมษายน 2560].

ผลของอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชต้นทุนต่ำต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้มอคคาร่า

The Effect of The Low-cost Plant Tissue Culture Medium on Growth of Mokara

ปัทมา ศรีน้ำเงิน* และพัชนิดา เคลิ้มกระโทก

คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี จันทบุรี

บทคัดย่อ

กล้วยไม้มอคคาร่าเป็นกล้วยไม้ตัดดอกที่สำคัญของไทยที่มีมูลค่าต่อตลาดต่างประเทศเป็นอย่างมาก โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเข้ามามีบทบาทมากในการผลิตและการเพิ่มมูลค่า ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทดลองในครั้งนี้ เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นอ่อนกล้วยไม้มอคคาร่าในอาหารสังเคราะห์และปุ๋ยเคมี โดยมีทั้งหมด 5 กรรมวิธี คือ อาหารสังเคราะห์สูตร VW, 1/2MS, ปุ๋ยเคมีสูตร 21-21-21, 30-20-10 และ 11-22-33 หลังทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 6 เดือนผลการทดลอง พบว่า กรรมวิธีที่ 2 คือ อาหารสังเคราะห์สูตร 1/2MS และปุ๋ยเคมีสูตร 21-21-21 ส่งผลให้ต้นอ่อนมอคคาร่าเจริญเติบโตทางด้านลำต้นมากที่สุดคือ 0.66 และ 0.58 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ต้นอ่อนมอคคาร่าที่เพาะเลี้ยงในปุ๋ยเคมีสูตร 21-21-21 มีความยาวรากมากที่สุด คือ 0.35 เซนติเมตร ซึ่งแตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปุ๋ยเคมีสูตร 21-21-21 สามารถใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้มอคคาร่าได้ด้วยต้นทุนที่ต่ำลง

คำสำคัญ : กล้วยไม้มอคคาร่า, อาหารต้นทุนต่ำ, การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

Abstract

Mokara is one of the important cut flower orchids in Thailand that have the impact for the exporter. The tissue culture technique has become the most powerful for produce and added value. So, the objective of this study was to compare the effect of synthetic medium and chemical fertilizer on the growth of Mokara. The plantlets of Mokara were a culture on synthetic mediums (VW and 1/2 MS) and chemical fertilizers (21-21-21, 30-20-10 and 11-22-33) in total 5 treatments. After 6 months of culture, the result was shown that culturing with 1/2 MS and 21-21-21 gave the highest height at 0.66 and 0.58 cm, respectively. Moreover, the chemical fertilizers, 21-21-21 gave the highest root length at 0.35 cm. which was significantly different with other treatments. Therefore, the chemical fertilizers, 21-21-21 could be useful for the growth of Mokara with the low-cost medium in tissue culture.

Keywords : Mokara orchid, The low-cost medium, Plant tissue culture

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน pattama@buu.ac.th โทร. 0 3931 0000 ต่อ 2039

1. บทนำ

กล้วยไม้สกุลมอคคาร่า (Mokara) จัดอยู่ในวงศ์ ORCHIDACEAE เป็นกล้วยไม้ประเภทไม่แตกกอ ลักษณะรากอากาศ หรือรากกึ่งอากาศ เป็นกล้วยไม้ลูกผสม 3 สกุลด้วยกัน คือ Arachnis x Ascocentrum x Vanda และได้รับการจดทะเบียนใหม่ชื่อว่า สกุลมอคคาร่า กล้วยไม้มอคคาร่ามีความสำคัญทางเศรษฐกิจในแง่การปลูกเป็นไม้ตัดดอกขายทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศ (พัชรียา, 2553) ในปัจจุบันกล้วยไม้ตัดดอกที่มูลค่าเชิงพานิชย์มีด้วยกันหลายสกุล เช่น หวาย (*Dendrobium hybrids*) ออนซีเดียม แวนด้า แคทลียา และมอคคาร่า โดยมอคคาร่าเป็นกล้วยไม้ที่มีอายุตัดดอกนานที่สุด โดยมีอายุตัดดอกนานประมาณ 9 ปี นอกจากนี้มอคคาร่ายังเป็นไม้ที่มีอายุในการปักแจกันนาน โดยเมื่อตัดดอกแล้วนำไปจัดแจกัน สามารถอยู่ได้ตั้งแต่ 2 อาทิตย์ถึง 1 เดือน (ศิริพิมล และคณะ,

2550; นิรชรา และคณะ, 2553) ในปัจจุบันมีกลุ่มผู้ปรับปรุงสายพันธุ์ได้ทำการผสมสายพันธุ์ใหม่ ๆ ขึ้นมาจำนวนมาก มีสีสรรสวยงามและหลากหลายออกมาในตลาดมากขึ้น เช่น เหลือง แดง ส้ม เหลืองจุดส้ม จุดม่วง และขาว

กล้วยไม้ถือเป็นหนึ่งในสินค้าที่เป็นสัญลักษณ์ของไทย พันธุ์ที่ส่งออกได้แก่ สกุลหวาย มอคคาร่า และแวนด้า โดยผลผลิตที่ผลิตเพื่อการส่งออกคิดเป็นสัดส่วนประมาณ 40 เปอร์เซนต์ โดยสถาณการณ์การผลิตกล้วยไม้ในปี 2558 พบมีอัตราการขยายตัวประมาณ 3.56 เปอร์เซนต์ และมีประเทศญี่ปุ่น สหรัญอเมริกา อิตาลี และจีน เป็นตลาดคู่ค้าที่สำคัญ (อรวรรณ, 2558) จากจุดแข็งที่พบว่าประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพในการผลิตกล้วยไม้ แต่มีต้นทุนการผลิตที่สูงอยู่เช่นกัน เนื่องจากในอุตสาหกรรมการขยายพันธุ์กล้วยไม้ส่วนใหญ่นั้น จะใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื่อเยื่อซึ่งมีต้นทุนที่สูงกว่าการขยายพันธุ์โดยใช้วิธี การแบบดั้งเดิม ทั้งยังต้องการเครื่องมือและความชำนาญของผู้ปฏิบัติงาน (Jyoti and Sahu, 2013) แต่ปัจจุบันพบว่าต้นทุนการผลิตเพื่อการขยายพันธุ์กล้วยไม้นั้นมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ จากการปรับเปลี่ยนสูตรอาหารเพาะเลี้ยงต่าง ๆ ให้สอดคล้อง และเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ในแต่ละพันธุ์ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้คือ เพื่อเปรียบเทียบสูตรอาหารต้นทุนต่ำในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อการขยายพันธุ์กล้วยไม้ในสกุลมอคคาร่าเพื่อใช้เป็นแนวทางในการลดต้นทุนเพื่อการผลิตกล้วยไม้เชิงพานิชย์ต่อไป

2. วิธีดำเนินการวิจัย

เปรียบเทียบผลของสูตรอาหารต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนกล้วยไม้มอคคาร่า โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) มี 5 กรรมวิธีคือ กรรมวิธีที่ 1 คือ อาหารสูตร VW (Vacin and Went, 1949) กรรมวิธีที่ 2 คือ อาหารสูตร 1/2 MS (Murashige and Skoog, 1962) ที่เติมน้ำมะพร้าว 15 เปอร์เซนต์ และกรรมวิธีที่ 3 ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 21-21-21 (กรีนลีฟส์®) กรรมวิธีที่ 4 ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 30-20-10 (กรีนลีฟส์®) และกรรมวิธีที่ 5 ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 11-22-33 (กรีนลีฟส์®) ปริมาณ 1 กรัม ผสมน้ำมะพร้าว 15 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาล 20 กรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่นละลายในน้ำปริมาตร 1 ลิตร ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.4 และเติมวุ้น 0.8 เปอร์เซนต์ (ทำการทดสอบกรรมวิธีละ 10 ซ้ำ ๆ ละ 5 ต้น) การคัดเลือกต้นอ่อนกล้วยไม้มอคคาร่าจะใช้ต้นที่มีอายุ 3 เดือน มีความสูงประมาณ 0.5-0.8 เซนติเมตร ที่ได้จากเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สูตร VW มาก่อนหน้านี้ (Figure 1) แล้วนำมาเพาะเลี้ยงในสูตรอาหารดังกล่าวทั้ง 5 กรรมวิธี โดยทำการเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียล ในสภาพมีแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยเปลี่ยนอาหารทุก 2 เดือน ทำการบันทึกลักษณะการเจริญเติบโตของต้นอ่อนกล้วยไม้ ความสูง ความยาวราก และจำนวนใบ วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและความ แตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple rang test (DMRT) แล้ววิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 22 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

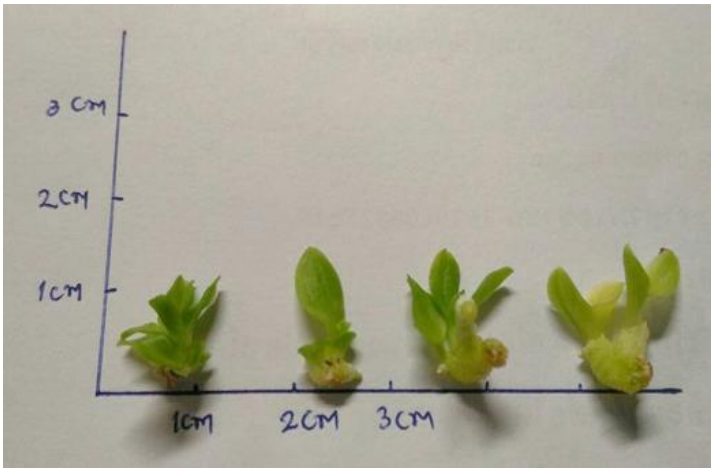


Figure 1 The three months old Mokara plantlets.

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

จากการศึกษาการเจริญเติบโตลักษณะของต้นอ่อนกล้วยไม้สกุลมอคคาร่าอายุ 3 เดือน บนอาหารสังเคราะห์และปุ๋ยเคมีจากทั้ง 5 กรรมวิธี โดยไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตใด ๆ นอกจากน้ำมะพร้าวซึ่งเป็นฮอร์โมนพืชตามธรรมชาติเท่านั้น เพื่อศึกษาประสิทธิภาพแท้จริงของสูตรอาหารต่อการพัฒนาการของกล้วยไม้มอคคาร่า โดยทำการสังเกตลักษณะการเจริญเติบโตในระยะเวลา 6 เดือน พบว่าต้นอ่อนของกล้วยไม้มอคคาร่าที่เลี้ยงในกรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 3 คือ อาหารสังเคราะห์สูตร ½MS และปุ๋ยเคมีสูตร 21-21-21 ส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านความสูงมากที่สุดคือ 0.60 และ 0.58 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1 และ Figure 2) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุภาวดี และคณะ (2558) ที่พบว่าอาหารสังเคราะห์สูตร MS และ ½MS ส่งผลให้การการเจริญเติบโตและการรอดชีวิตของต้นกล้วยไม้เอื้องกุหลาบกระเป๋าปิดได้เป็นอย่างดี ในขณะที่ต้นอ่อนกล้วยไม้มอคคาร่าที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตร ½MS มีจำนวนใบมากที่สุด คือ 4.32 ใบต่อต้น รองมาเป็นการเพาะเลี้ยงในปุ๋ยเคมีสูตร 21-21-21, 30-20-10 และ 11-22-33 มีจำนวนใบ 3.79, 3.43 และ 3.63 ใบต่อต้น ตามลำดับ (Table 1 และ Figure 2) สอดคล้องกับการทดลองของ Nipawan et al. (2013) ซึ่งรายงานว่าการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้แวนด้า *Vanda coerulea* ในอาหารอาหารสังเคราะห์สูตร MS สามารถชักนำให้เกิดจำนวนใบได้มากกว่าอาหารสังเคราะห์สูตร VW

Table 1 Effect of different plant tissue medium on *in vitro* development of plantlets of Mokara after 6 months of culture.

No.	Treatments	Height (cm)	No. of leaf per explants	Root length (cm)
1	VW	0.44[b]	2.96[c]	0.85[c]
2	½ MS	0.60[a]	4.32[a]	2.39[b]
3	Chemical Fertilizer 21-21-21	0.58[a]	3.79[b]	3.05[a]
4	Chemical Fertilizer 30-20-10	0.39[c]	3.43[b]	2.06[b]
5	Chemical Fertilizer 11-22-33	0.39[c]	3.63[b]	2.42[b]
	CV (%)	25.11	21.55	37.54

* Values followed by the same letter were not significantly different at P< 0.05

นอกจากนี้เมื่อทำการศึกษาความยาวรากของกล้วยไม้มอคคาร่าที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตรต่าง ๆ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือต้นอ่อนกล้วยไม้มอคคาร่าที่เพาะเลี้ยงในปุ๋ยเคมีสูตร 21-21-21 มีความยาวรากมากที่สุดคือ 3.05 เซนติเมตร รองมาคือต้นอ่อนกล้วยไม้มอคาร่าที่เพาะเลี้ยงในปุ๋ยเคมีสูตร 11-22-23 และอาหารสังเคราะห์สูตร ½ MS พบมีความยาว 2.42 และ 2.39 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1 และ Figure 2) สอดคล้องกับการทดลองของ จิราภรณ์ และคณะ (2557) ได้ทำการทดลองเพาะเลี้ยงสตรอเบอร์รี่ในสภาพปลอดเชื้อพบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 21-21-21 อัตรา 0.5 กรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดรากและส่งเสริมความยาวรากในสตรอเบอร์รี่ได้ดี

และเมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบของอาหารสังเคราะห์ในกรรมวิธีที่ 2 คือ ½MS พบว่า ในกลุ่มธาตุอาหารหลัก (Macronutrients) ของสูตร MS ประกอบไปด้วย คาร์บอน, ไนโตรเจน, ไฮโดรเจน, ออกซิเจน, ฟอสฟอรัส, โพแตสเซียม, แคลเซียม, แมกนีเซียม, และ ซัลเฟอร์ (สมพร, 2552) ในขณะที่กรรมวิธีที่ 3 คือ ปุ๋ยเคมีสูตร 21-21-21 ประกอบไปด้วยธาตุอาหารเพียงแค่ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และ โพแตสเซียม เท่านั้น ซึ่งน้อยกว่าองค์ประกอบในอาหารสังเคราะห์สูตร MS แต่กลับส่งผลให้ต้นอ่อนกล้วยไม้สกุลมอคคาร่ามีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ปุ๋ยเคมีสูตร 21-21-21 เป็นปุ๋ยเคมีที่มีความสามารถในการละลายน้ำได้ดี และพืชสามารถดูดซึมธาตุอาหารได้ทางใบและราก ดังนั้นจึงช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและสร้างความสมบูรณ์ให้แก่ลำต้น ใบและราก ได้เป็นอย่างดี และเมื่อพิจารณาถึงต้นทุนการผลิตพบว่าอาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS มีค่าใช้จ่ายลิตรละ 15.43 บาท ซึ่งในขณะที่ปุ๋ยเคมีสูตร 21-21-21 มีค่าใช้จ่ายลิตรละ 5.36 บาท (Table 2) เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนแล้วพบว่าอาหารสังเคราะห์มีต้นทุนสูงกว่า

ปุ๋ยเคมีประมาณ 3 เท่า แต่กลับให้ผลการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ใช้อาหารสังเคราะห์ ดังนั้นนำปุ๋ยเคมีมาใช้ทดแทนอาหารสังเคราะห์ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรจะนำไปประยุกต์ใช้เพื่อลดต้นทุนการผลิตได้

Table 2 The minimum price of components for plant tissue culture

Components	Price of components per liter (Baht)	
	Chemical Fertilizers	MS and VW
Chemicals	0.100	10.174*
Sucrose 20 g	0.5	0.5
Agar 8 g	4.76	4.76
Total	5.36	15.434

*กิตติศักดิ์, 2558

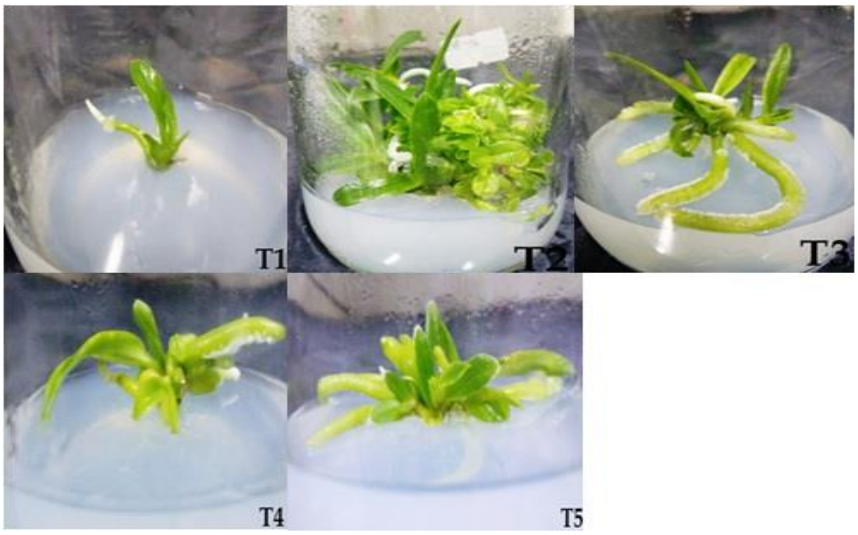


Figure 2 Development of Mokara plantlets on VW medium (T1), 1/2MS (T2), Chemical Fertilizer 21-21-21 (T3), Chemical Fertilizer 30-20-10 (T4) and Chemical Fertilizer 11-22-33 (T5) after 6 months of culture.

4. สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองต้นอ่อนกล้วยไม้มอคคาราที่เพาะเลี้ยงในอาหารสูตรต่าง ๆ เป็นเวลา 6 เดือน พบว่ากรรมวิธีที่ 2 คือ อาหารสูตร ½Ms พบว่ามีการเจริญเติบโตของต้นในด้านการเพิ่มปริมาณความสูง มีจำนวนการแตกกอและจำนวนใบเกิดใบขึ้นมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความสูงต้นและจำนวนใบเฉลี่ยที่ 0.60 เซนติเมตร และ4.32 ใบ ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกับกล้วยไม้มอคคาร่าที่เลี้ยงในอาหารกรรมวิธีที่ 3 คือ ปุ๋ยเคมีสูตร 21-21-21 และเมื่อพิจารณาถึงต้นทุนการผลิตที่ลดลงจากการเพาะเลี้ยงด้วยปุ๋ยเคมีแล้ว ปุ๋ยเคมีสูตร 21-21-21 มีความเหมาะสมที่เกษตรกรจะนำมาใช้และช่วยประหยัดต้นทุนในการผลิตได้

5. เอกสารอ้างอิง

[1] กิติศักดิ์ โชติกเดชาณรงค์, 2558, “อาหารอย่างง่ายจากสารสะสายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเพื่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อม่วงเทพรัตน์และหญ้าหวาน,” วารสารนเรศวร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 23(1), 74-81.

[2] จิราภรณ์ พิมลี, สุมนา นีระ และ สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา, 2557, “ผลของปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของ สตรอเบอร์รี่ในสภาพปลอดเชื้อ,” วารสารแก่นเกษตร (พิเศษ 3), 255-259

[3] นิรชรา ปรัชญารัตนเมธี, ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ และอภิรดี อุทัยรัตนกิจ, 2553, “ผลของน้ำตาลซูโครสต่ออายุการใช้งานของช่อดอกกล้วยไม้สกุลมอคคารา,” วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 41(3/1)(พิเศษ), 709-712.

[4] พัชรียา บุญกอแก้ว, 2553, “บัญชีรายการทรัพย์สินชีวภาพกล้วยไม้ไทย,” พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ, กรุงเทพฯ, 509 น.

[5] สมพร ประเสริฐส่งสกุล, 2552, “การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกับการปรับปรุงพันธุ์,” เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 127 หน้า

[6] สุภาวดี รามสูตร, ปรีดา บุญเวศน์ และวริยา นวลนุช, 2558, “ผลของสูตรอาหารต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้เอื้องกุหลาบกระเป๋าปิดในหลอดทดลอง,” วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 2(4), 11-14.

[7] ศิริพิมล หงษ์เหม, อภิรดี อุทัยรัตนกิจ และกุลนาถ อบสุวรรณ, 2550, “ผลของระยะเวลาในการรม 1-MCP ต่ออายุการปกแจกันของกล้วยไม้ลูกผสมพันธุ Mokara Jairak Gold,” วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 38(6)(พิเศษ), 255-258.

[8] อรวรรณ ชัยกำพลเลิศ, 2558, “สินค้ากล้วยไม้,” สำนักพัฒนาการค้าและธุรกิจการเกษตรและอุตสาหกรรม กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ

[9] Jyoti, S., Sahu, R. K., 2013, “A Review on Low Cost Methods for In Vitro Micropropagation of Plant Through Tissue Culture Technique,” Journal of Pharmaceutical and Bioscience. 1(1), 38-41.

[10] Murashige, T., Skoog, F., 1962, “ A Revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures,” Physiologia Plantarum.15, 473-497.

[11] Nipawan J., Thammasiri , K., Ishikawa, K., 2013, “Effect adventitious shoot regeneration from shoot tip culture of Vanda coerulea, a Thai orchid,” ScienceAsia. 449-445.

[12] Vacin,E. F., Went F. W., 1949, “Some pH changes in nutrient solution,” Botanical Gazette Journal. 110, 605-613.

การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์หมักที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือนในจังหวัดสงขลา

Comparative Study on the Quality of Forage Grass Silages in Storage Time for 4 Months in Songkhla Province

ทวีศักดิ์ ทองไฝ*

[1]โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์หมัก 4 ชนิด คือ หญ้าเนเปียร์แคระ หญ้ากินนีสีม่วง หญ้าพลิแคททูลั่ม และหญ้ารูซี่ ที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน ที่คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราช-ภัฏสงขลา ระหว่างเดือนตุลาคม-ธันวาคม ปี 2555 ผลการศึกษาพบว่าหญ้าเนเปียร์แคระ มีลักษณะทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และมีความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 4.21 หญ้ากินนีสีม่วงและหญ้ารูซี่หมักมีลักษณะทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์ดี และมีความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 4.81 และ 4.92 ตามลำดับ ส่วนหญ้าพลิแคททูลั่มมีลักษณะทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง มีความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 5.86 และมีปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนสูงที่สุดเท่ากับ 10.83 เปอร์เซ็นต์ หญ้าเนเปียร์แคระมีปริมาณกรดแลคติคสูงที่สุด 6.52 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีพบว่าหญ้าเนเปียร์แคระมีปริมาณโปรตีนรวมสูงที่สุดเท่ากับ 10.23 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหญ้าพลิแคททูลั่มมีปริมาณโปรตีนรวมต่ำที่สุดเท่ากับ 8.01 เปอร์เซ็นต์ หญ้าพลิแคททูลั่มมีปริมาณผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนินสูงที่สุดเท่ากับ 46.07, 70.62 และ 4.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนหญ้าเนเปียร์แคระมีปริมาณผนังเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และลิกนินสูงต่ำที่สุดเท่ากับ 34.12, 61.72 และ 3.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ : หญ้าอาหารสัตว์หมัก, คุณภาพและองค์ประกอบทางเคมี, อายุการเก็บรักษา

Abstract

The objective of this study was to determine the quality of 4 species of forage grass silages as followed; Dwarf Napier grass, Purple Guinea grass, Plicatulum grass, and Ruzi grass. These forage grasses were storaged for 4 months at Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University during October to December, 2013. The results revealed that Purple Guinea grass silage had the very good quality and pH of 4.21. The Purple Guinea grass and Ruzi grass silages had the good quality and pH of 4.81 and 4.92, respectively. Plicatulum grass silage had the medium quality, pH of 5.86 and had the highest ammonia nitrogen of 10.83%. The Dwarf Napier grass silage had the highest lactic acid of 6.52%. The chemical composition showed that Dwarf Napier grass silage had the highest crude protein of 10.23% while Plicatulum grass silage had the lowest crude protein of 8.01%. Plicatulum grass silage had the highest neutral detergen fiber, acid detergent fiber and lignin of 46.07, 70.62 and 4.06% while Dwarf Napier grass silage had the lowest neutral detergen fiber, acid detergent fiber and lignin of 34.12, 61.72 and 3.18 %, respectively.

Keywords : forage grass silages, quality and chemical composition, storage time

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน taweesak.th@skru.ac.th

1. บทนำ

พืชหมักถือเป็นการถนอมพืชอาหารสัตว์อย่างหนึ่ง มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการเก็บรักษาพืชอาหารสัตว์ในระยะการเติบโตที่เหมาะสมซึ่งมีคุณค่าทางโภชนะและผลผลิตที่สูงไว้ได้เป็นระยะเวลานาน โดยที่คุณค่าทางอาหารของพืชเกิดเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด และสามารถนำพืชหมักมาใช้ประโยชน์ในยามขาดแคลนอาหารสัตว์ [1] พืชอาหารสัตว์เจริญเติบโตเร็วและให้ผลผลิตสูงในช่วงฤดูฝน ทำให้บางครั้งมีผลผลิตมากเกินความจำเป็น แต่ในช่วงฤดูแล้งพืชอาหารสัตว์มีผลผลิตค่อนข้างต่ำทำให้ขาดแคลนอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง [2] หลักการทำพืชหมักอาศัยการทำงานของแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค (lactic acid) ในสภาพสุญญากาศโดยใช้น้ำตาลที่มีอยู่ในพืชทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างลดลงมาอยู่ในระดับที่เหมาะสม มีผลยับยั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ทำให้สามารถเก็บรักษาพืชอาหารสัตว์ไว้ได้ยาวนาน โดยที่ยังมีคุณภาพดี [3] การนำพืชอาหารสัตว์ที่มีปริมาณมากในบางฤดูกาลมาทำพืชหมัก และเก็บรักษาไว้ใช้ประโยชน์ในช่วงที่ขาดแคลนอาหารสัตว์จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องในรอบปีได้ดี

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ แนะนำให้เกษตรในพื้นที่ภาคใต้ปลูกหญ้าเนเปียร์แคระ หญ้ากินนี สีม่วง หญ้าพลิแคททูลั่ม และหญ้ารูซี่เพื่อเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องในรูปหญ้าสด แต่จากสภาวะการขาดแคลนอาหารในช่วงฤดูแล้งและช่วงน้ำท่วมเป็นระยะเวลานานในแต่ละปี เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ควรมีการเก็บถนอมพืชอาหารสัตว์ไว้ในรูปของหญ้าหมัก ซึ่งหญ้าหมักนั้นควรมีคุณภาพดีตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษาเพื่อให้สัตว์ได้มีอาหารหยาบไว้กินตลอดในช่วงที่ขาดแคลนหญ้าสด ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพของหญ้าเนเปียร์แคระ หญ้ากินนีสีม่วง หญ้าพลิแคททูลั่ม และหญ้ารูซี่หมักที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือนในจังหวัดสงขลา

2. วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการทดลองที่สถานีปฏิบัติการสัตวบาล คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) จำนวน 4 ซ้ำ สิ่งทดลองประกอบด้วยหญ้าอาหารสัตว์หมัก 4 ชนิด คือ หญ้าเนเปียร์แคระ หญ้ากินนีสีม่วง หญ้าพลิแคททูลั่ม และหญ้า รูซี่ โดยหญ้าอาหารที่ใช้ทดลองเป็นหญ้าหลังการเจริญเติบโตใหม่ (regrowth) อายุ 45 วันหลังการตัด ซึ่งตัดหญ้าสูงจากพื้นดินประมาณ 10 เซนติเมตร นำมาสับให้มีความยาวประมาณ 2-3 เซนติเมตร จากนั้นจึงทำการหมักหญ้าแต่ละชนิดตามสิ่งทดลองที่กำหนด ด้วยวิธีการบรรจุหญ้าสับลงในกระป๋องพลาสติกขนาด 1 ลิตร ให้แต่ละกระป๋องมีวัตถุแห้งประมาณ 750 กรัม นำกระป๋องทั้งหมดเก็บไว้ในที่ร่ม เมื่อเก็บรักษาหญ้าหมักได้ 4 เดือน ทำการสุ่มหญ้าหมักส่วนแรกมาวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส ค่าความเป็นกรดด่าง แอมโมเนียมไนโตรเจน และกรด แลคติค ส่วนหญ้าหมักที่เหลือสุ่มมาประมาณ 500 กรัม อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมงจนแห้ง นำตัวอย่างที่ได้ไปบดผ่านตะแกรงที่มีรูขนาด 1 มิลลิเมตร จากนั้นนำตัวอย่างหญ้าหมักไปศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณวัตถุแห้ง และโปรตีนรวม โดยวิธี proximate analysis และศึกษาปริมาณลิกโนเซลลูโลส ผนังเซลล์ และลิกนิน โดยวิธี detergent fiber analysis หรือ Van Soest นำผลการศึกษาไปวิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

3. ผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณภาพของหญ้าอาหารสัตว์หมัก 4 ชนิด คือ เนเปียร์แคระ กินนีสีม่วง พลิแคททูลั่ม และรูซี่ พบว่าหญ้าอาหารสัตว์หมักทั้ง 4 ชนิดมีคุณภาพดังนี้

3.1 ลักษณะทางกายภาพ จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของหญ้าอาหารสัตว์หมักทั้ง 4 ชนิดที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน พบว่าลักษณะทางกายภาพของหญ้าเนเปียร์แคระหมักอยู่ในเกณฑ์ดีมาก คือ มีสีเขียวอมเหลือง ไม่หอม มีกลิ่นฉุนเล็กน้อย เนื้อแน่น และมีความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 4.21 ส่วนหญ้ากินนีสีม่วงและหญ้ารูซี่หมักอยู่ในเกณฑ์ดี คือ มีสีเขียวอมเหลือง ไม่หอม มีกลิ่นฉุนเล็กน้อย เนื้อแน่น และมีความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 4.81 และ 4.92 ตามลำดับ สำหรับหญ้าพลิแคททูลั่มหมักมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์

ปานกลาง คือ มีสีเขียวอมเหลือง ไม่หอม มีกลิ่นฉุนเล็กน้อย เนื้อแน่น เปื่อยยุ่ยเล็กน้อย และมีความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 5.86 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของหญ้าเนเปียร์แคระ หญ้ากินนีสีม่วง หญ้าพลิแคททูลั่ม และหญ้ารูซี่หมักที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน

ชนิดของหญ้าอาหารสัตว์หมัก	ลักษณะทางกายภาพ				ชั้นคุณภาพ
	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	ความเป็นกรดเป็นด่าง	
เนเปียร์แคระ	เหลืองอมเขียว	ไม่หอม กลิ่นฉุนเล็กน้อย	แน่น สภาพเดิม	4.21 [c]	ดีมาก
กินนีสีม่วง	เหลืองอมเขียว	ไม่หอม กลิ่นฉุนเล็กน้อย	แน่น สภาพเดิม	4.81 [b]	ดี
พลิแคททูลั่ม	เหลืองอมเขียว	ไม่หอม กลิ่นฉุนเล็กน้อย	แน่น เปื่อยยุ่ยเล็กน้อย	5.86 [a]	ปานกลาง
รูซี่	เหลืองอมเขียว	ไม่หอม กลิ่นฉุนเล็กน้อย	แน่น สภาพเดิม	4.92 [b]	ดี
C.V. (%)				4.59	

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

3.2 ลักษณะทางเคมี เมื่อศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางเคมีของหญ้าอาหารสัตว์หมักทั้ง 4 ชนิด พบว่าหญ้าหมักแต่ละชนิดมีปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) หญ้าพลิแคททูลั่มมีปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนสูงที่สุดเท่ากับ 10.83 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือหญ้ารูซี่และหญ้ากินนีสีม่วงหมักซึ่งมีปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนเท่ากับ 8.49 และ 8.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนหญ้าเนเปียร์แคระมีปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนต่ำที่สุดเท่ากับ 7.26 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณกรดแลคติค พบว่าหญ้าเนเปียร์แคระมีปริมาณกรดแลคติคสูงที่สุดเท่ากับ 6.52 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือหญ้ากินนีสีม่วง และหญ้ารูซี่ มีปริมาณกรดแลคติคเท่ากับ 3.34 และ 2.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนหญ้าพลิแคททูลั่มมีปริมาณกรดแลคติคต่ำที่สุดเท่ากับ 2.22 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ลักษณะทางเคมีของหญ้าเนเปียร์แคระ หญ้ากินนีสีม่วง หญ้าพลิแคททูลั่ม และหญ้ารูซี่หมักที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน

ชนิดของหญ้าอาหารสัตว์หมัก	ลักษณะทางเคมี (%)	
	แอมโมเนียมไนโตรเจน	กรดแลคติค
เนเปียร์แคระ	7.26 [d]	6.52 [a]
กินนีสีม่วง	8.08 [c]	3.34 [b]
พลิแคททูลั่ม	10.83 [a]	2.22 [d]
รูซี่	8.49 [b]	2.85 [c]
C.V. (%)	4.12	5.32

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

3.3 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าอาหารสัตว์หมัก ผลการศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าอาหารสัตว์หมักทั้ง 4 ชนิด พบว่าหญ้าเนเปียร์แคระหมักมีปริมาณวัตถุแห้งสูงที่สุดเท่ากับ 24.34 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหญ้ารูซี่หมักมีปริมาณวัตถุแห้งรองลงมา

เท่ากับ 22.38 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P<0.01) กับหญ้าเนเปียร์แคระ และหญ้าพลิแคททูลั่มหมักที่มีปริมาณวัตถุแห้งอยู่ระหว่าง 21.55-21.62 เปอร์เซ็นต์ เมื่อศึกษาปริมาณโปรตีนรวม พบว่าหญ้าเนเปียร์แคระ หญ้ารูซี่ และหญ้ากินนีสีม่วงหมักมีปริมาณโปรตีนรวมสูงเท่ากับ 10.23, 9.95 และ 9.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนหญ้าพลิแคททูลั่มหมักมีปริมาณโปรตีนรวมต่ำที่สุดเท่ากับ 8.01 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาปริมาณผนังเซลล์ พบว่าหญ้าพลิแคททูลั่มหมักมีปริมาณผนังเซลล์สูงที่สุดเท่ากับ 46.07 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือหญ้ากินนีสีม่วง และหญ้ารูซี่หมัก ซึ่งมีปริมาณผนังเซลล์รองลงมาเท่ากับ 43.43 และ 39.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนหญ้าเนเปียร์แคระหมักมีปริมาณผนังเซลล์ต่ำที่สุดเท่ากับ 34.12 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

หญ้าพลิแคททูลั่มหมักมีปริมาณลิกโนเซลลูโลสสูงที่สุดเท่ากับ 70.62 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือหญ้ารูซี่ และหญ้ากินนีสีม่วงหมักมีปริมาณลิกโนเซลลูโลสเท่ากับ 63.21 และ 62.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนหญ้าเนเปียร์แคระหมักมีปริมาณลิกโนเซลลูโลสต่ำที่สุดเท่ากับ 61.72 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณลิกนินในหญ้าอาหารสัตว์หมักทั้ง 4 ชนิด พบว่าหญ้าพลิแคททูลั่มหมักมีปริมาณลิกนินสูงที่สุดเท่ากับ 4.06 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือหญ้ารูซี่หมัก ซึ่งมีปริมาณลิกนินเท่ากับ 3.54 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหญ้าเนเปียร์แคระมีปริมาณลิกนินต่ำเท่ากับ 3.18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P<0.01) ที่มีปริมาณลิกนินเท่ากับ 3.29 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าเนเปียร์แคระ หญ้ากินนีสีม่วง หญ้าพลิแคททูลั่ม และหญ้ารูซี่หมักที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน

ชนิดหญ้า อาหารสัตว์หมัก	องค์ประกอบทางเคมี (%)				
	วัตถุแห้ง	โปรตีนรวม	ผนังเซลล์	ลิกโนเซลลูโลส	ลิกนิน
เนเปียร์แคระ	21.62 [b]	10.23 [a]	34.12 [d]	61.72 [d]	3.18 [c]
กินนีสีม่วง	24.34 [a]	9.45 [a]	43.43 [b]	62.64 [c]	3.29 [c]
พลิแคททูลั่ม	21.55 [b]	8.01 [b]	46.07 [a]	70.62 [a]	4.06 [a]
รูซี่	22.38 [b]	9.95 [a]	39.05 [c]	63.21 [b]	3.54 [b]
C.V. (%)	4.65	8.18	0.62	0.54	2.71

ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

4. สรุปผลและอภิปรายผล

4.1 สรุป

จากผลการศึกษาคุณภาพของหญ้าเนเปียร์แคระ หญ้ากินนีสีม่วง หญ้าพลิแคททูลั่ม และหญ้ารูซี่หมักสามารถสรุปได้ว่าหญ้าเนเปียร์แคระหมักที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน เหมาะสมสำหรับการใช้เป็นอาหารหยาบเพื่อเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องในช่วงเวลาที่ขาดแคลนอาหารเลี้ยงสัตว์ได้

4.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาหญ้าเนเปียร์แคระ หญ้ากินนีสีม่วง หญ้าพลิแคททูลั่ม และหญ้ารูซี่หมัก พบว่าหญ้าเนเปียร์แคระหมักมีลักษณะทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของพืชหมักที่กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์กำหนด [4] สำหรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างพบว่าหญ้ากินนีสีม่วง หญ้าพลิแคททูลั่ม และหญ้ารูซี่หมักที่อายุการเก็บรักษา 4 เดือน มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงกว่าค่ามาตรฐานของกรมปศุสัตว์ (4.81, 5.86 และ 4.92 ตามลำดับ) โดยมีเพียงหญ้าเนเปียร์แคระเท่านั้นที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน (4.21) เนื่องจากค่าความเป็นกรดเป็นด่างตามค่ามาตรฐานของกรมปศุสัตว์อยู่ระหว่าง 3.5-4.2 [4] ส่วนปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนของหญ้าหมักแต่ละพันธุ์ก็มีค่าอยู่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของหญ้าหมักคุณภาพดีที่มีปริมาณ

แอมโมเนียมไนโตรเจนน้อยกว่าและเท่ากับ 11 เปอร์เซ็นต์ [5] สำหรับปริมาณกรดแลคติคซึ่งเป็นกรดที่ช่วยรักษาคุณภาพของหญ้าหมักแต่ละพันธุ์ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าการศึกษาของบุญส่ง และคณะ (2555) [6] เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคุณภาพของพืชอาหารสัตว์หมักทั้ง 4 ชนิดที่อายุการเก็บรักษา 2 เดือน พบว่าคุณภาพของหญ้าหมักลดลง โดยเฉพาะหญ้าพลิแคททูลั่มที่ลดเกณฑ์คุณภาพจากดีมาเป็นปานกลาง [7] อาจเป็นไปได้ว่าหญ้าหมักทั้ง 4 พันธุ์ที่นำมาหมักมีวัตถุแห้งต่ำกว่ามาตรฐานของหญ้าหมักที่มีค่า 30-35 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เชื้อแบคทีเรีย clostridium เจริญเติบโตได้ดี และใช้น้ำตาลกลูโคส กรดแลคติค และกรดอะมิโน เปลี่ยนเป็นกรดบิวทีริค กรดอะซิติค และแอมโมเนียมไนโตรเจน ทำให้พืชหมักมีกลิ่น เนื้อสัมผัสเปลี่ยนไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย และคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่อนุเคราะห์ให้ใช้แปลงทดลองภายในสถานีปฏิบัติการสัตวบาลเพื่อการศึกษาวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมปศุสัตว์, 2548, พืชหมัก, กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[2] เสมอใจ บุรีนอก, คำสอน สีสะอาด, วรางคณา หอมไสย, ศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาส, เฉลิมพล เยื้องกลาง และไกรสิทธิ วสุเพ็ญ, 2554, คุณภาพการหมักและคุณค่าทางโภชนะของหญ้ากินนีสีม่วงและถั่วอาหารสัตว์หมัก, แก่น-เกษตร, 39, 137-146.

[3] McDonald, P., A. R. Henderson and S. J. E. Heron, 1991, The biochemistry of Silage, 2e, Chalombe Publications.

[4] กรมปศุสัตว์, 2547, มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมักของกองอาหารสัตว์, กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[5] Carpintero M. C., A. J. Holding and P. McDonald, 1996, Fermentation studies on lucerne, Journal of the Science of Food and Agriculture, 20 (11), 677-681.

[6] บุญส่ง เลิศรัตนพงศ์, วิทยา สุมามาลย์, วิโรจน์ ฤทธิ์ฤาชัย และรำไพร นามสีลี, 2555, การศึกษาคุณภาพของพืชหมักในถุงพลาสติกดำที่อายุการเก็บรักษาต่างๆ (รายงานการวิจัย), กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[7] ทวีศักดิ์ ทองไฝ, 2559, “การศึกษาคุณภาพและองค์ประกอบทางเคมีของหญ้าอาหารสัตว์หมัก 4 ชนิดในจังหวัดสงขลา,” การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ครั้งที่ 6, 986-991.

การอนุรักษ์พันธุกรรมพฤกษศาสตร์พื้นบ้านและภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสมุนไพรของตำบลไหล่น่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

The Local Genetic Conservation and the Indigenous Knowledge of the Medicinal Plant Biodiversity Utilization of Lainan Sub District in Wiang Sa District in Nan Province

บรรจง อูปแก้ว[1*] และวัชราภรณ์ ชัยวรรณ[2]

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนนา น่าน

[2] สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้าน การใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสมุนไพรและภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์จากพืช โดยการการสำรวจและเก็บตัวอย่างการใช้พืชสมุนไพร พืชพื้นถิ่น พืชหายาก ตรวจสอบหาชนิดชื่อชนิดของพืชโดยใช้เอกสารรูปวิธานและเอกสารทางพฤกษศาสตร์ สอบถามข้อมูลจากกลุ่มปราชญ์ท้องถิ่น ผู้รู้ ชาวบ้าน และศึกษาบริบทของชุมชนที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความหลากหลายทางชีวภาพ ผลการศึกษาพบว่า จำนวนและปริมาณพืชสมุนไพรมีมากที่ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญเรือง การใช้ประโยชน์สมุนไพรและเครื่องเทศ จำนวน 20 ชนิด ได้แก่ ห่อข้าวเย็น โดไม่รู้ล้ม หนอนตายยาก กระชาย ปอกระบิด ฮ้อสะพายควาย กระเจียวแดง กระทงลาย กลิ้งกลางดง กลอย กวาวเครือแดง เดื่อดิน ตะคร้อ เปล้าน้อย ผักหวานป่า เพกา มะขามป้อม เม่าขน สมอไทย หวาย และจากการวางแปลงสำรวจความหลากหลายของสมุนไพร พบว่า มีพืชสมุนไพรจำนวน 37 ชนิด โดยส่วนใหญ่ใช้เป็นเครื่องยา แต่ราษฎรในพื้นที่ยังมีการใช้ประโยชน์น้อย และใช้เฉพาะกลุ่มเฉพาะผู้เชี่ยวชาญด้านสมุนไพร (หมอเมือง) ทั้งในหมู่บ้านและต่างอำเภอซึ่งส่วนใหญ่อายุมากและจำนวนน้อยคน ทำให้ความรู้ทางด้านสมุนไพรอาจสูญหาย หากไม่ได้รับการสืบทอดหรือเผยแพร่องค์ความรู้ให้คงอยู่ต่อไป

คำสำคัญ : การอนุรักษ์พันธุกรรมพืช, ความหลากหลายทางชีวภาพ, พืชสมุนไพร

Abstract

The study aimed to investigate the local genetics, the utilization of the biodiversity of medicinal plants and the indigenous knowledge of plants. Samples of medicinal plants, local genetics and rare plants were collected and examined in order to detect their types and names according to documents pertaining to taxonomy and botany. Moreover, local expertise, knowledgeable people and locals were interviewed for their wisdom. Meanwhile, the researcher observed the community context relating to the utilization of biodiversity. The findings revealed that there were a large number of medicinal plants in the area of the Boonrueang village in which twenty medicinal plants and spices: *Smilax corbularia Kunth*, *Elephantopus scaber, Stemona tuberosa Lour, Boesenbergia rotunda, Helicteres isora, Berchemia floribunda Wall, Curcuma sessilis Gage, Celastrus paniculatus Willd, Dioscorea bulbifera, Dioscorea hispida Dennst, Butea superba, Trachelospermum asiaticum, Schleichera oleosa, Croton stellatopilosus Ohba, Oroxylum indicum, Phyllanthus emblica, Antidesma montanum Blume, Chebulic Myrobalans, and Calameae, were utilized.* Moreover, after observing the biodiversity, other thirty-seven types of medicinal plants were discovered; however, they were only utilized by the few amounts of herbal expertise - seniors, who lived in the village and other districts. According to this, there

were some concerns regarding the loss of the wisdom of medicinal plant utilization without transferring to new generations.

Keywords : Genetic conservation, Biodiversity, Medicinal plants

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน bunjong_19 @hotmail.com โทร: 054-710259 ต่อ1125และ086-1876-760

1. บทนำ

การศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านเป็นการรวบรวมภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์จากพืชของคนในแต่ละท้องถิ่นที่มีการถ่ายทอดโดยการบอกเล่าสืบต่อกันมาเพื่อมุ่งเน้นไปที่กลุ่มคนที่มีวิถีชีวิตแบบพึ่งพาอาศัยธรรมชาติ กลุ่มชนเหล่านั้นได้ใช้พืชต่างๆ ในการดำรงชีวิตมีการนำพืชมาใช้ประโยชน์หลายรูปแบบแตกต่างกันไปตามสภาพสิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมของแต่ละท้องถิ่น มีการเสาะแสวงหาพืชเพื่อนำมาเป็นอาหาร เชื้อเพลิง เครื่องนุ่งห่ม เครื่องมือ เครื่องใช้ ยานพาหนะสร้างที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค รวมทั้งที่ใช้ในพิธีกรรมต่างๆ การใช้ประโยชน์พืชดังกล่าวได้ถ่ายทอดต่อกันมาจากบรรพชนหลายรุ่นจนกลายเป็นความรู้หรือภูมิปัญญาชาวบ้านหรือภูมิปัญญาพื้นบ้าน (traditional knowledge หรือ folk knowledge) ภูมิปัญญาพื้นบ้านส่วนใหญ่ได้จากการบอกเล่าจากชนรุ่นหนึ่งไปสู่อีกรุ่นหนึ่ง ความรู้เหล่านี้เกิดจากประสบการณ์และการลองแบบถูกผิดที่ได้สั่งสมติดต่อกันมาเป็นเวลานาน การสืบทอดความรู้เหล่านี้มีคุณค่ามากมาย โดยเฉพาะการใช้พืชเป็นยาสมุนไพร (กรมป่าไม้, 2526) ในอดีตผู้ที่มีอาการเจ็บป่วยมักจะต้องพึ่งพาการรักษาพยาบาลแบบดั้งเดิมที่มีการเรียนรู้ต่อกันมาคือการรักษาด้วยสมุนไพร อาจเป็นเพราะว่าการคมนาคมในตอนนั้นยังไม่สะดวก อีกทั้งสถานบริการสาธารณสุขอยู่ห่างไกลหรือมีไม่เพียงพอ ถึงแม้ในปัจจุบันการแพทย์แผนปัจจุบันจะมีการพัฒนามากขึ้นหรือมีสถานบริการสาธารณสุขที่เพียงพอ แต่บุคคลในท้องถิ่นก็ยังคงนิยมใช้พืชสมุนไพรในการรักษาโรคภัยไข้เจ็บ ควบคู่ไปกับการรักษาโรคโดยแพทย์แผนปัจจุบัน การใช้พืชสมุนไพรในสมัยโบราณนั้นเป็นการใช้สืบต่อเนื่องกันมา ในการลองใช้ครั้งแรกบางครั้งก็ได้รับอันตรายบางครั้งก็ได้ประโยชน์ เมื่อพืชชนิดใดมีพิษทำให้ได้รับอันตราย หรือพืชชนิดใดมีประโยชน์ก็จะจดจำเอาไว้บอกเล่าสืบต่อกันมาตั้งแต่บรรพบุรุษจนกระทั่งถึงปัจจุบัน การใช้พืชบางชนิดได้นำเอาความเชื่อทางไสยศาสตร์ ความศักดิ์สิทธิ์และอภินิหารมาเกี่ยวข้องด้วย เช่น พืชที่มีกลีบเลี้ยงรูปร่างคล้ายบอลลูนอย่างพวกโทงเทงก็ใช้รักษาโรคที่เกิดกับกระเพาะปัสสาวะ พืชที่มีสีแดง เช่น ฝาง ดอกคำฝอย ใช้เป็นยาบำรุงโลหิต เป็นต้น พืชสมุนไพรที่นำมาใช้เป็นยารักษาโรค บางครั้งก็ใช้ส่วนต่างๆของพืชเพียงชนิดเดียวหรือหลายชนิดรวมกัน ผู้ที่มีความรู้ความสามารถในการรักษาโรคโดย ใช้พืชสมุนไพร ก็คือหมอยาพื้นบ้านซึ่งได้รับการถ่ายทอดความรู้มาจากบรรพบุรุษ หมอยาพื้นบ้านส่วนใหญ่มักเป็นผู้สูงอายุ ประกอบกับผู้ที่จะมาสืบทอดความรู้ก็ลดน้อยลงทุกที เพราะเด็กและเยาวชนสมัยใหม่ไม่ค่อยให้ความสนใจเกี่ยวกับการใช้พืชสมุนไพรเท่าไรนัก จึงน่ากังวลว่าความรู้อันมีค่าเหล่านี้จะสูญหายไปพร้อมกับกาลเวลา (ตรีทิพย์, 2551)

ตำบลไหล่น่าน ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของอำเภอเวียงสาประมาณ 8 กิโลเมตร ซึ่งแต่เดิมตั้งอยู่เป็นหย่อมๆ โดยมีน้ำว้าเป็นจุดเริ่มต้น พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ภูเขาสูงสลับกับที่ราบลุ่มมีแม่น้ำน่านว้าไหลผ่าน มีการปลูกพืช เช่น ข้าวโพด พืชผัก ลำไย มะม่วง มะขาม เป็นสินค้าเศรษฐกิจมีทรัพยากรธรรมชาติ แหล่งน้ำ และสถานที่ที่เอื้อต่อการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ มีการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมพื้นบ้านอย่างเหนียวแน่น มีภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เอื้อต่อการพัฒนาอาชีพ เช่น การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรพื้นบ้าน การจักสานไม้ไผ่ การทอผ้า และการตีเหล็กฯ สภาพทั่วไปของตำบลไหล่น่าน เป็นพื้นที่ราบลุ่ม และบางส่วนเป็นที่ราบสูงมีพื้นที่ทั้งหมด 32 ตารางกิโลเมตร มีทรัพยากรป่าไม้เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารหลายสาย (ระบบฐานข้อมูลทรัพยากรชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่น, 2556) เพื่อรวบรวมเป็นฐานข้อมูลในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน จากการสำรวจเก็บรวบรวมพันธุกรรมพืช ภูมิปัญญาท้องถิ่น ในพื้นที่ที่ตำบลไหล่น่านจากการพัฒนาและการใช้ประโยชน์ ของพื้นที่ เช่น เปลี่ยนแปลงจากป่าธรรมชาติเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งทรัพยากรต่างๆ โดยเฉพาะพันธุกรรมพืชในพื้นที่เหล่านั้นจะสูญหายไป โดยเก็บรวบรวมตัวอย่างแห้งหรือตัวอย่างดองเพื่อเป็นตัวอย่างในการศึกษาการเก็บพันธุกรรมทรัพยากรโดยการเก็บในรูปเมล็ดและการศึกษาการขยายพันธุ์ด้วย

การขยายพันธุ์และจัดกิจกรรมที่จะสร้างจิตสำนึก ให้เยาวชนในตำบลไหล่น่าน บุคคลทั่วไปให้เข้าใจถึงความสำคัญและประโยชน์ของพันธุกรรมพืช ให้รู้จักหวงแหน รู้จักการนำไปใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน ซึ่งมีความสำคัญต่อการจัดการ การอนุรักษ์และใช้ทรัพยากรของประเทศ (โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2554) ซึ่งพระราชทานพระราชดำริให้ดำเนินการกับเยาวชน โดยการฝึกอบรมให้เห็นประโยชน์ ความงดงาม เกิดความปิติที่จะทำการอนุรักษ์ แทนที่จะสอนให้อนุรักษ์แล้วเกิดความเครียด ในกิจกรรมนี้มี *"งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน"* เป็นสื่อ โดยการดำเนินงานให้สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เป็นที่รวบรวมพรรณไม้ที่มีชีวิต มีที่เก็บพรรณไม้แห้ง พรรณไม้ดอง มีห้องสมุดสำหรับค้นคว้า มีการศึกษาต่อเนื่อง รวมทั้งให้โรงเรียน/มหาวิทยาลัยเป็นที่รวบรวมพรรณไม้ท้องถิ่นที่หายาก ใกล้สูญพันธุ์ และเป็นที่รวมภูมิปัญญาท้องถิ่น นอกจากนี้ยังสามารถนำความรู้นั้นมาพัฒนาให้เกิดประโยชน์ โดยการนำเอาทรัพยากรในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อคนในพื้นที่ให้มากที่สุด แต่ก็ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับวิถีชีวิต ความเชื่อ รวมทั้งสภาพแวดล้อม และที่สำคัญต้องมีวิธีจัดการกับทรัพยากรเหล่านั้นอย่างเหมาะสม เพื่อให้ยังคงมีอยู่ในธรรมชาติต่อไป ซึ่งจะสามารถนำไปสู่การใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านและการใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสมุนไพรและภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์จากพืช โดยบันทึกลักษณะทางพฤกษศาสตร์ รวมทั้งตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ของตัวอย่างพืชที่เก็บรวบรวมได้ เก็บรักษาตัวอย่างพืชโดยการทำเป็นตัวอย่างแห้ง จัดทำฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพ และเพื่อศึกษาบริบทของชุมชนที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความหลากหลายทางชีวภาพ ตำบลไหล่น่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

2. วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 3 กลุ่มดังนี้ คือ กลุ่มปราชญ์ท้องถิ่น ผู้รู้ ชาวบ้าน ผู้ใหญ่บ้านและผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน กลุ่มหน่วยงานท้องถิ่น ได้แก่ สมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบลไหล่น่าน โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลไหล่น่าน กลุ่มนักเรียนโรงเรียนสา และนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน

2.2 การสำรวจและเก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่ศึกษา

1) เข้าสำรวจในพื้นที่ โดยติดต่อผู้นำทางปราชญ์ท้องถิ่น ผู้รู้ ชาวบ้าน ผู้ใหญ่บ้านและผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้านและสำรวจพืชสมุนไพร พืชหายาก พืชประจำถิ่น พืชที่ปลูกตามสวนครัวในพื้นที่เกษตร ซึ่งต้องพยายามให้คลอบคลุมพื้นที่ศึกษาให้ได้มากที่สุด ได้แก่ การเดินสำรวจป่า ลำห้วย การสำรวจในครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้อนุรักษ์ทรัพยากรสิ่งมีชีวิตให้ได้มากที่สุด โดยจะไม่เก็บตัวอย่างพืชพรรณที่ได้รับการคุ้มครอง แต่ใช้กล้องถ่ายภาพเก็บรายละเอียดให้มากที่สุด

2) สอบถามข้อมูลจากกลุ่มปราชญ์ท้องถิ่น ผู้รู้ ชาวบ้าน ผู้ใหญ่บ้านและผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน บันทึกข้อมูลต่างๆ เช่น ลักษณะนิสัยของพืช ความสูง วัน เดือน ปี ที่เก็บตัวอย่างพืช และลักษณะต่างๆ ของพืชที่อาจเปลี่ยนแปลงไปหลังจากที่เก็บหรืออบให้แห้งแล้ว เช่น สี กลิ่น น้ำยาง รวมถึงวิธีการใช้ประโยชน์จากพืชนั้นๆ

3) ถ่ายภาพและเก็บตัวอย่างพืชสมุนไพรที่สำรวจพบ โดยเก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้จากต้นที่มีความสมบูรณ์คือมีใบ ดอก และผล ติดอยู่กับ ต้นหรือกิ่ง แต่ละตัวอย่างเก็บ 2-3 ซ้ำ พร้อมทั้งเขียนหมายเลขพันธุ์ไม้กำกับตัวอย่างพืชแต่ละชนิดเพื่อป้องกันความสับสน

4) เก็บข้อมูลการใช้พืชสมุนไพร พืชพื้นถิ่น พืชหายาก ในเชิงปริมาณโดยใช้แบบสอบถาม เช่น เพศ อายุ และความบ่อยในการใช้พืชสมุนไพร ปริมาณการใช้ หรือส่วนที่ใช้ เป็นต้น

2.3 การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

1) เก็บรักษาตัวอย่างพืชส่วนหนึ่งใส่ในถุงพลาสติก ผูกยางรัดให้แน่นและนำไปเก็บไว้ในตู้แช่เย็น เพื่อนำมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาต่อไป

2) นำส่วนที่เป็น ดอกและผล ดองใน ethyl alcohol 70 % ในขวดโหลและเขียนหมายเลขพันธุ์ไม้กำกับไว้

3) การทำตัวอย่างแห้ง มีวิธีการดังนี้ คือ

- เลือกกิ่งที่มีความสมบูรณ์ ที่มีทั้งกิ่งแก่ กิ่งอ่อน ใบ ดอก ผล (ถ้ามี)

- ตกแต่งส่วนต่างๆ ของตัวอย่างพืชให้เรียบร้อยและสวยงามเช่น เคาะดินที่รากออกให้หมด ถ้ามีใบที่ไม่สมบูรณ์หรือมีใบมากเกินไปก็ตัดทิ้งบ้าง โดยตัดให้เหลือฐานใบและก้านใบติดเอาไว้เพื่อให้ทราบการเรียงตัวของใบ ส่วนของพืชที่อวบน้ำ เช่น ลำต้นหรือผลสดที่อวบน้ำ ให้ใช้มีดกรีดเป็นรอยยาวเพื่อให้แห้งได้อย่างทั่วถึง

- จัดตัวอย่างพืชลงบนกระดาษหนังสือพิมพ์พับครึ่งตามขวาง โดยจัดให้พอดีกับพื้นที่ของกระดาษ และจัดวางตัวอย่างพืชให้มีการเรียงตัวของใบ ดอก ผล ที่เหมาะสม และ สามารถเห็นส่วนประกอบทุกส่วนได้อย่างชัดเจน เช่น ใบจะต้องวางให้เห็นทั้งด้านบนและด้านล่างของใบ ใบหรือกิ่งที่ยาวเลยหน้ากระดาษก็ให้พับลงครึ่งหนึ่งหรือหลายครั้งถ้ายาวมาก ดอกและผลก็จัดวางไม่ให้มีกิ่งหรือใบทับ (แต่ละตัวอย่างทำ 3 ซ้ำ)

- จัดตัวอย่างพืชที่อยู่ในหนังสือพิมพ์ให้เรียงซ้อนกัน โดยมีแผงไม้อัดและกระดาษลูกฟูกรองรับอยู่ด้านล่าง แล้วปิดทับด้วยกระดาษลูกฟูกและแผงไม้อัดอีกครั้งจากนั้นใช้เชือกรัดให้แน่น

- นำแผงอัดตัวอย่างพืชไปอบแห้งในตู้อบลมร้อน อุณภูมิ 55 - 65° C จนแห้ง

- ตัวอย่างพืชที่อบแห้งดีแล้ว ให้นำไปพ่นยาฆ่าแมลง เพื่อป้องกันการทำลายจากแมลงและนำมาเย็บติดบนกระดาษแข็งสีขาว

- ติดกระดาษที่บอกรายละเอียดตัวอย่างพันธุ์ไม้

- เก็บรักษาไว้ในตู้เก็บตัวอย่างพืช โดยเก็บรักษาไว้ที่ห้องเก็บรักษาตัวอย่างพันธุ์ไม้และเมล็ดพันธุ์ สาขาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน

2.3.1 ตรวจสอบหาชนิดชื่อชนิดของพืช โดยใช้เอกสารรูปวิธานและเอกสารทางพฤกษศาสตร์ต่างๆ เช่น Flora of Thailand, Flora of China, Thai ForestBulletin (Botany) เป็นต้น (ไชมอน การ์ดเนอร์, 2540)

2.3.2 ตรวจสอบความถูกต้องของชื่อชนิดของพืช โดยนำตัวอย่างไปเทียบกับตัวอย่างพันธุ์ไม้ของหอพรรณไม้ต่างๆ เช่น หอพรรณไม้ องค์การสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์เชียงใหม่ (QBG) หอพรรณไม้ กลุ่มพฤกษศาสตร์ป่าไม้ (BKF) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช กรุงเทพมหานคร

2.3.3 วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพร โดยจัดจำแนกพืชออกเป็นกลุ่มๆ โดยแยกตามสรรพคุณ เช่น ยาสำหรับสตรี ยาบำรุงกำลัง แก้ปวดเมื่อย ยาสำหรับโรคทางเดินอาหาร ยาสำหรับอาการเจ็บป่วยของสัตว์ เป็นต้น

2.3.4 วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากพืชในเชิงปริมาณ (quantitative analysis) โดยการแจกแบบสอบถามกับชาวบ้านตำบลไหล่น่านทั้งหมด 80 คน ซึ่งถามเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากพืช โดยมีการสอบถามเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพร ใช้รักษาโรคในกลุ่มใด ส่วนใดที่นำมาใช้ประโยชน์วิธีการใช้ สถานที่เก็บ และความถี่ในการใช้ รวมไปถึงความเชื่อต่างๆในการนำพืชนั้นๆมาใช้รักษาโรค ซึ่งข้อมูลต่างๆเหล่านี้ สามารถนำมาคำนวณหาค่าความถี่ต่างๆ ทำให้ทราบข้อมูลอย่างละเอียดของสมุนไพรแต่ละชนิด

2.5 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

1) กล้องถ่ายรูปและกล้องถ่ายวีดีโอ 2) ปากกาและสมุดบันทึกข้อมูล 3) เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต 4) เอกสารและตำราสำหรับสืบค้นข้อมูล

2.6 สถานที่ทำการทดลอง / เก็บข้อมูล

พื้นที่ป่าชุมชนของหมู่บ้าน ตำบลไหล่น่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

3. ผลการวิจัย

3.1 ทรัพยากรภายในป่าชุมชน

สภาพป่าโดยทั่วไปของป่าเป็นป่าเต็งรัง แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือป่าเต็งรังที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ภูเขาสูงชัน มีความลาดชันของพื้นที่เฉลี่ยประมาณ 45% พันธุ์ไม้ที่พบ ได้แก่ รัง เต็ง ประดู่ เหียง แดง และป่าเต็งรังที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ราบ จากการสำรวจแจงนับพันธุ์ไม้ขนาดต่างๆ จำนวน 7 แปลง ตัวอย่าง ขนาดแปลง 100 × 100 เมตร พบว่าพันธุ์ไม้ส่วนใหญ่เป็นไม้ขนาดเล็ก ขนาดโตเฉลี่ย 27.12 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ย 6.02 เมตร รายละเอียดชนิดไม้ และจำนวนปรากฏตามตารางสำรวจพันธุ์ไม้

สำหรับสัตว์ป่าจากการสอบถามราษฎรพบว่า ปัจจุบันยังพบสัตว์ป่าบ้าง ได้แก่ แย้ กระรอก กระแต และนกชนิดต่างๆ สภาพป่าโดยทั่วไปของป่าชุมชนบ้านหนองกวางเป็นป่าเต็งรัง แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือป่าเต็งรังที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ภูเขาสูงชัน มีความลาดชันของพื้นที่เฉลี่ยประมาณ 45% พันธุ์ไม้ที่พบ ได้แก่ รัง เต็ง ประดู่ เหียง แดง และป่าเต็งรังที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ราบ จากการสำรวจแจงนับพันธุ์ไม้ขนาดต่างๆ จำนวน 7 แปลง ตัวอย่าง ขนาดแปลง 100 × 100 เมตร พบว่าพันธุ์ไม้ส่วนใหญ่เป็นไม้ขนาดเล็ก ขนาดโตเฉลี่ย 29.71 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ย 7.02 เมตร รายละเอียดชนิดไม้ และจำนวนปรากฏตามตารางแปลงสำรวจพันธุ์ไม้ สำหรับสัตว์ป่าจากการสอบถามราษฎรพบว่า ปัจจุบันยังพบสัตว์ป่าบ้าง ได้แก่ แย้ กระรอก กระแต และนกชนิดต่างๆ

3.2 การใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสมุนไพรและภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์จากพืช ตำบลไหล่น่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน การศึกษาข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม การศึกษาข้อมูลการใช้ประโยชน์สมุนไพรและของป่าจากราษฎรในตำบลไหล่น่าน เพื่อประเมินสถานภาพการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรและของป่า ปริมาณการใช้ ฤดูการเก็บรักษา ตลอดทั้งรายได้จากการจำหน่ายสมุนไพรและของป่าต่างๆ ด้วยการใช้เครื่องมือในการศึกษาหลายชนิด ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ การสังเกตแบบมีส่วนร่วม

ตารางที่ 1 ลักษณะข้อมูลทั่วไปของประชากรที่ศึกษา

ลักษณะของกลุ่มประชากร	จำนวน	ร้อยละ
จำนวนทั้งหมด	80	100.00
เพศ		
ชาย	65	81.25
หญิง	15	18.75
อายุ		
1 – 15 ปี	0	0.00
16-35 ปี	16	20.00
36-60 ปี	37	46.25
61 ปีขึ้นไป	27	33.75
จำนวนสมาชิก	จำนวน	ร้อยละ
1-2 คน	48	60.00
3-4 คน	23	28.75
5 คนขึ้นไป	9	11.25
อาชีพหลัก		
เกษตรกร	60	75.00

ค้าขาย	10	12.50
รับจ้าง	8	10.00
อื่นๆ	2	2.50
รายได้		
1-50,000 บ	1	10.00
50,001-100,000 บ	4	40.00
100,001-150,000 บ	2	20.00
150,001-200,000 บ	2	20.00
มากกว่า 200,000 บ	1	10.00
รายได้จากป่าชุมชน		
1-10,000 บ	38	47.50
10,001-20,000 บ	32	40.00
ไม่มี	10	12.50

3.3 การจำแนกชนิดของป่าที่พบและปริมาณที่มี

1) ไม้ใช้สอยในรูปแบบ

1.1) ไม้ก่อสร้างบ้านเรือน เครื่องมือการเกษตร (ด้ามจอบ เสียม ขวาน) คันไถ

1.2) ไม้ทำฟืน ถ่าน

2) อาหารป่า ได้แก่

2.1) พืชอาหารป่าจากผักหวาน ผักสาบ ผักวุ้น ผักกูด ดอกกระเจียว กลอย มันขมิ้น เห็ดถอบ เห็ดชะโงก เห็ดโคน ผักหวาน ดอกก้าน ใบมะตูม หน่อไม้ ต่างๆ

2.2) แมลง ได้แก่ แมลงกว่าง ผึ้ง จิ้งหรีด ต่อ แตน ไข่มดแดง เป็นต้น

3) สมุนไพร ได้แก่ เปลือกไม้ต่างๆ พะยอม สีเสียด มะหาด กุ่มน้ำ สมุนไพรต่างๆ เช่น ห่อข้าวเย็น โด่ไม่รู้ล้ม หนอนตายยาก กระชาย ปอกระบิด ฮ้อสะพายควาย กระเจียวแดง กระทงลาย กลิ้งกลางดง กลอย กวาวเครือแดง หางไหลแดง เป็นต้น คนในชุมชนนำมาใช้เป็นยารักษาพื้นบ้านและเก็บจำหน่ายบ้าง แต่สำหรับราษฎรหมู่บ้านอื่นมักจะเข้ามาเก็บไปจำหน่าย

4) ที่เลี้ยงสัตว์ ราษฎรตำบลไหล่น่านนิยมเลี้ยงวัว และนำวัวเข้าไปเลี้ยงในป่าชุมชนในช่วงฤดูกาลเพาะปลูกในพื้นที่

3.4 การจำแนกชนิดของป่าที่พบและปริมาณที่มี

1) ของป่าประเภทเปลือกไม้

เปลือกไม้ที่มีอยู่ในป่าชุมชนหนองตูมกา มีการใช้ประโยชน์ ได้แก่ พะยอม สีเสียด มะหาด กุ่ม กระเบา มะขามป้อม ไม้แดง

2) ของป่าประเภทพืชอาหารป่า

พืชอาหารป่าประกอบด้วย พืชผัก พืชหัว หน่อไม้ เห็ด จากการศึกษาพืชอาหารป่าในป่าชุมชนหนองตูมกาพบว่าผักและพืชอาหาร การบริโภคพืชผักป่าสามารถเก็บหาได้ตลอดทั้งป่าเนื่องจากป่ามีความอุดมสมบูรณ์ และเป็นที่นิยมในการรับประทาน ได้แก่ ผักสาบ ดอกกระเจียว ผักตำลึง ผักหวาน ผักกูด กลอย มันขมิ้น

เห็ด เป็นพืชผักที่สามารถปรุงเป็นอาหารได้หลายชนิด ทั้งต้มยำ แกงจืด ผัด ยำ และเป็นของป่าที่ใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลาย สามารถเกิดรายได้แก่ครอบครัว นอกเหนือจากการนำมาบริโภค จากการสัมภาษณ์พบว่าชนิดที่มีการใช้ประโยชน์จากเห็ด ได้แก่ เห็ดถอบ เห็ดไข่เหลือง เห็ดชะโงก เห็นน้ำหมาก เห็ดลม เห็ดหอม และเห็ดโคน

หน่อไม้ ชนิดที่เก็บหาและนิยมบริโภค ได้แก่ หน่อไม้ซาง หน่อไม้ไร่ หน่อไม้คายและหน่อไม้ปง

3) ของป่าประเภทสมุนไพร จากการสำรวจพบว่า ประชาชนตำบลไหล่น่านมีการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรต่างๆ ดังนี้ กระชาย ฮ้อสะพายควาย หญ้าหนวดแมว หัวยาข้าวเย็น โด่ไม่รู้ล้ม หนอนตายหยากและหางไหลแดง โดยมีการบริโภคอย่างกว้างขวาง การเก็บสมุนไพรสามารถเก็บหาได้ตลอดทั้งปี โดยมีผู้เฒ่าผู้แก่ในหมู่บ้านเป็นผู้มีความรู้เรื่องสมุนไพรใช้รับรักษาผู้ป่วยในท้องถิ่น

ของป่าประเภทไม้ไผ่ พบว่ามีการใช้ไม้ไผ่ซางและไผ่ตง ในการใช้ทำเครื่องเรือนและใช้ประกอบอาชีพด้านการเกษตร โดยสามารถเก็บหาได้ตลอดทั้งปี

4) ของป่าประเภทแมลงอุตสาหกรรมและแมลงกินได้ จากการสำรวจสามารถจำแนกแมลงที่ใช้บริโภคจากป่าหนองตูมกา ได้แก่ แมลงกว่าง ไข่มดแดง ผึ้ง จิ้งหรีด ต่อ แตน เป็นต้น

ตารางที่ 2 ชนิด ปริมาณและการใช้ประโยชน์ของป่า

ชนิดของป่า	ชื่อวิทยาศาสตร์/ชื่อทั่วไป	ปริมาณที่เก็บหาได้ กิโลกรัม/ปี	ปริมาณที่บริโภค กิโลกรัม/ปี	ปริมาณที่จำหน่าย กิโลกรัม/ปี	การใช้ประโยชน์	ช่วงเวลาที่เก็บ
เปลือกไม้						
มะขามป้อม	*Shorea roxburghii G.Don*	80	36.3	92	ใช้กินกับหมาก	ตลอดทั้งปี
สีเสียดแก่น	*Acacia catechu Willd.*	25	10	0	ใช้กินกับหมาก	ตลอดทั้งปี
ไม้แดง	*Artocarpus lakoocha Roxb.*	6.5	4.3	0	แก้ลม แก้กระษัย	ตลอดทั้งปี
กุ่มน้ำ	*Crataeva roxburghii*	1	1	0	ใช้เป็นเครื่องยา	ตลอดทั้งปี
พืชอาหาร						
ผักสาบ	*Adenia viridifiora Craib*	175.5	93.5	82	ยอดจิ้มน้ำพริก หรือแกง	มี.ค.-พ.ค., ก.ค.
ผักตำลึง	*ไม่ทราบชื่อ*	320	25	295	ประกอบอาหาร	มี.ค., ก.ค.
กระเจียว	*Curcuma paviflora Wall.*	3	3	0	ดอก ต้ม จิ้มน้ำพริก	-
ผักกูด	*ไม่ทราบชื่อ*	0.5	0.5	0	ประกอบอาหาร	-
ตำลึง	*Coccinia indica*	2	2	0	ยอดจิ้มน้ำพริก หรือแกง	ตลอดทั้งปี
มันขมิ้น	*Melientha Suavis Pierre.*	715.8	167	548.8	ยอดอ่อนใช้ประกอบอาหาร	มี.ค.-พ.ค.
กลอย	*Athyrium exculentum*	8	8	0	ยอดจิ้มน้ำพริก หรือแกง	
พืชอาหารป่า						
กลอย	*Dioscorea hispida*	4	5	0	ประกอบอาหาร	มิ.ย.
มันขมิ้น	*ไม่ทราบชื่อ*	1	1		ประกอบอาหาร	ต.ค.
มันกระชาก	*ไม่ทราบชื่อ*	3	3	0	ประกอบอาหาร	ธ.ค.
เห็ด						
เห็ดถอบ	*Astraeua hygrometricua*	32	19	11	ประกอบอาหาร	มิ.ย.-ส.ค.

ตารางที่ 2 ชนิด ปริมาณและการใช้ประโยชน์ของป่า (ต่อ)

ชนิดของป่า	ชื่อวิทยาศาสตร์/ชื่อทั่วไป	ปริมาณที่เก็บหาได้ กิโลกรัม/ปี	ปริมาณที่บริโภค กิโลกรัม/ปี	ปริมาณที่จำหน่าย กิโลกรัม/ปี	การใช้ประโยชน์	ช่วงเวลาที่เก็บ
เห็ดไข่เหลือง	*ไม่ทราบชื่อ*	32	23	0	ประกอบอาหาร	ก.ค.-ส.ค.
เห็ดชะโงก	*Amanita vaginata*	40	33	11	ประกอบอาหาร	ก.ค.-ต.ค.
เห็นน้ำหมาก	*Russula emetic*	5	3	0	ประกอบอาหาร	ส.ค.-ต.ค.
เห็ดลม	*Lentinus praerigidus*	100	80	30	ประกอบอาหาร	-
เห็ดโคน	*Termitomyces fuliginosus*	180	15	123	ประกอบอาหาร	มิ.ย., ส.ค.-ต.ค.
หน่อไม้และหน่อหวาย						
หน่อไม้ซาง	*Dendrocalamus Strictus*	139	119	20	ประกอบอาหาร	ก.ค.
หน่อไม้ไร่	*Gigantochloa albociliata*	159	105	54	ประกอบอาหาร	ก.ค.-ส.ค.
หน่อไม้คาย	*Gigantochloa hosseusii Pilger*	398	103	295	ประกอบอาหาร	เม.ย.-ก.ย.
หน่อไม้ปง	*Bambusa nutans*	20	20	0	ประกอบอาหาร	ก.ค.-ส.ค.
สมุนไพรและเครื่องเทศ						
กระชาย	*Boesenbergia pandurata*	50	50	10	เป็นเครื่องเทศ	
ฮ้อสะพายควาย	*Sphenodesme pantandra Jack.*	5	5	0	ใช้บำรุงกำลัง	
หญ้าหนวดแมว	*Orthosiphon garandiflorus*	4	4	0	ขับลมและปัสสาวะ	
หัวยาข้าวเย็น	*Smilax sp.*	29	29	0	เข้ายาบำรุงกำลัง	
โดไม่รู้ล้ม	*Elephantopus scaber Linn.*	9	9	0	เข้ายาบำรุงกำลัง	
หนอนตายหยาก	*Stemmona tuberosa*	21	21	0	ทำยาฆ่าแมลง เหา หิด	
หางไหลแดง	*Derris elliptica Benth.*	31	31	0	ใช้เป็นเครื่องยา	

ตารางที่ 2 ชนิด ปริมาณและการใช้ประโยชน์ของป่า (ต่อ)

ชนิดของป่า	ชื่อวิทยาศาสตร์/ชื่อทั่วไป	ปริมาณที่เก็บหาได้ กิโลกรัม/ปี	ปริมาณที่บริโภค กิโลกรัม/ปี	ปริมาณที่จำหน่าย กิโลกรัม/ปี	การใช้ประโยชน์	ช่วงเวลาที่เก็บ
ไผ่และหวาย						
ไผ่ตง	*Dendrocalamus asper*	23	23	0	ทำเครื่องใช้	ส.ค.
ไผ่ซาง	*Dendrocalamus strictus*	359	359	0	ทำเครื่องใช้	มิ.ย.-ส.ค.
แมลงอุตสาหกรรมและแมลงกินได้						
แมลงกว่าง	*Xylotrupes Gideon*	20	20	0	เป็นอาหาร	ก.ย.
ผึ้ง	*Apis cerana*	6	6	0	เป็นอาหาร	มิ.ย.-ส.ค.
จิ้งหรีด	*Gryllus bimaculatus*	0.4	0.4	0	เป็นอาหาร	ตลอดทั้งปี
ต่อ	*Vaspa sp.*	13	13	0	เป็นอาหาร	
แตน	*Vaspa sp.*	2	2	0	เป็นอาหาร	
ไข่มดแดง	*Oecophylla smaragdina*	47.3	22.8	24.5	เป็นอาหาร	มี.ค.-มิ.ย.

3.5 แนวทางการอนุรักษ์พันธุ์กรรมและขยายพันธุ์พืชหายาก และพืชสมุนไพรที่ใช้เป็นอาหารในแง่การนำมารักษาโรค บันทึกผลการเจริญเติบโต

1) มะเม่า

การขยายพันธุ์ ในอดีตที่ผ่านมาใช้วิธีการเพาะเมล็ด ซึ่งเป็นวิธีการที่สะดวกและได้ปริมาณต้นเป็นจำนวนมาก นิยมปฏิบัติกันมาช้านาน และใช้กับพืชทั่วๆ ไป ไม่เฉพาะเม่าเท่านั้น โดยเฉพาะกับพืชใช้สอยของมนุษย์ พืชชนิดใดมีลักษณะดี เป็นที่นิยมของผู้คนมาก จะมีการขยายพันธุ์กระจายพันธุ์ไปยังแหล่งต่างๆ โดยวิธีการแบ่งปันต้นกล้าพันธุ์พืช นำติดตัวไปยังถิ่นอื่นๆ ที่มีการโยกย้ายถิ่นฐานหรือเยี่ยมเยือนกันในหมู่เครือญาติ ส่วนมากจะเป็นพืชเพื่อประโยชน์ใช้สอย เช่น ผัก สมุนไพร ผลไม้ท้องถิ่นที่มีรสชาติดี จนกลายเป็นวัฒนธรรมอีกแบบหนึ่งของกากระจายพันธุ์ หรือขยายพันธุ์พืชรวมถึงเม่าพันธุ์ดีในชุมชนท้องถิ่นภาคอีสาน วิธีการขยายพันธุ์หมากเม่าพอสรุปได้ดังนี้

1. การเพาะเมล็ด วิธีการเพาะเมล็ด การเพาะเมล็ดเม่าหลายวิธี ประกอบด้วย

1) การหว่านเมล็ดลงในแปลงโดยตรงเหมือนเพาะกล้าผักแบบดั้งเดิม เตรียมดินก่อนหว่านเมล็ดพันธุ์ หลังหว่านแล้วคลุมแปลงด้วยวัสดุกันความชื้นจากดินระเหยออกเร็วเกินไป เช่น ฟางแห้ง หญ้าแห้ง เป็นต้น

2) เพาะในตะกร้าโดยเตรียมวัสดุส่วนผสม เช่น ทราย ดินร่วน แกลบเผา ให้พร้อมแล้วหว่านเมล็ดเม่าและกลบด้วยวัสดุเพาะอีกชั้นหนึ่ง รดน้ำสม่ำเสมอ

3) เพาะในกระบะ คล้ายเพาะในตะกร้าแต่จะได้ปริมาณมากกว่าทุกวิธี อาจใช้ระบบน้ำแบบพ่นหมอก พ่นฝอยโดยตั้งเวลาปิด – เปิด หรือรดน้ำด้วยสายยาง

2. การขยายพันธุ์โดยการทาบกิ่ง การขยายพันธุ์แบบทาบกิ่ง (Approach grafting) เป็นการขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศอีกวิธีหนึ่ง โดยนำต้นกล้าเม่าที่ได้เพาะเมล็ดไว้จนได้ขนาดพอเหมาะต่อการทาบกิ่ง คือ อายุประมาณ 6 เดือน ถึง 12 เดือน มาทำให้เกิดแผล และให้ประกบกับกิ่งพันธุ์ดีที่ได้ทำแผลไว้แล้ว เช่นกัน เพื่อให้เนื้อไม้ทั้งสองต้นประสานเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงตัดยอดของต้นกล้าทิ้งไปเหลือส่วนโคนเอาไว้ ตัดโคนกิ่งพันธุ์ดีออกจากต้นแม่ให้เหลือแต่ยอดต้นตอเอาไว้ ซึ่งจะได้เม่าที่มีลักษณะดี 2 ประการหลักๆ คือ ระบบรากแบบมีรากแก้วแข็งแรง ได้ยอดเป็นเม่าพันธุ์ดี เหมือนต้นแม่ทุกประการไม่เป็นต้นตัวผู้

3. การขยายพันธุ์แบบเสียบยอด การขยายพันธุ์แบบเสียบยอด (Grafting) เป็นวิธีการขยายพันธุ์เม่าแบบไม่ใช้เพศอีกวิธีหนึ่งที่ให้ลักษณะของเม่าที่ดี เหมือนต้นแม่ทุกประการและไม่เป็นต้นตัวผู้ มีระบบรากแข็งแรงเหมือนขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด การขยายพันธุ์แบบเสียบยอดมีความแตกต่างกับการขยายพันธุ์แบบทาบกิ่ง คือ จะนำเอายอดหรือกิ่งพันธุ์ดีมาเสียบทับกับต้นตอที่ได้เตรียมไว้แล้วในเรือนเพาะชำ โดยไม่ต้องเตรียมอุปกรณ์ไปที่ต้นพันธุ์ดีเหมือนการทาบกิ่ง ซึ่งการขยายพันธุ์แบบเสียบยอดจะมีความสะดวกกว่าการทาบ

2) มะตูม

การใช้ประโยชน์ผลรับประทานได้ทั้งสดและนำมาเชื่อม บางครั้งหั่นเป็นแผ่นบางๆแล้วนำมาตากแห้ง ชง เป็นยาสมุนไพรช่วยระบบทางเดินอาหาร แก้ร้อนในกระหายน้ำ

ตำรับยาที่บ้านบุญยืน พบการใช้มะตูมในตำรับยาสมุนไพร จำนวน 1 ตำรับ

1. ปีบ 1 ส่วน
2. สมอภิเพก 1 ส่วน
3. มะเขือแจ้เครือ 1 ส่วน
4. ขมิ้นขึ้น 1 ส่วน
5. หญ้าคมบาง 1 ส่วน
6. ดินประสิว 1 ส่วน
7. หำฮอก 1 ส่วน

8. ใบมะตูม 1 ส่วน

9. ขมิ้นอ้อย 1 ส่วน

การขยายพันธุ์ต้นมะตูม

1. นำผลมะตูมที่สุกและแก่เต็มที่จะมีลักษณะผลสีส้มปนเหลืองหรือสีเขียวปนเหลืองนำมาผ่าและแกะเอาเมล็ดที่อยู่ข้างในผลออก มะตูมจะมีลักษณะผลรวม มะตูม1 ลูกจะมีเมล็ด จำนวน 40 - 60เมล็ด / ลูก

2. นำเมล็ดมะตูมที่ได้จากการแช่น้ำล้างน้ำให้สะอาดมาตากแดดไว้ประมาณ 2-3 วัน

3. เตรียมถุงดำที่กรอกส่วนผสมของวัสดุเพาะโดยมีส่วนผสมของแกลบสุกทำการผสมกับดินร่วนปนทรายในอัตรา 1:1 สถานที่เพาะร่มรำไรแดดสามารถส่องถึงได้ประมาณ 40 % ของความเข้มข้นของแสง

4. นำเมล็ดพันธุ์ที่เตรียมไว้นำมาหยอดใส่ถุงเพาะชำหยอดลึกประมาณ2-3 เซนติเมตร รดน้ำให้ชุ่มอยู่ตลอดเวลา 3-5 วัน/ครั้ง อย่าให้เปียกหรือแฉะจนเกินไปจะทำให้เมล็ดพันธุ์เน่าเสียได้

5. ทำการดูแลรักษารดน้ำสม่ำเสมอประมาณ 45 วันเมล็ดก็จะเริ่มงอก

6. เมื่อต้นกล้าแข็งแรงออกใบจริงประมาณ 3-5 ใบให้ทำการขนย้ายตนกล้านำมาตากแดดไว้ที่โล่งแจ้ง เพื่อต้นกล้าจะได้แข็งแรง

3) มะขามป้อม

การใช้ประโยชน์ ผลใช้แก้ไอและขับเสมหะ แก้หวัด บำรุงเสียง ไม้ใช้เป็นฟืนสำหรับการอยู่ไฟหลังคลอดได้ดี เนื่องจากให้ความร้อนสูงไม่มีควันและกลิ่น

ตำรับยาที่บ้านท่าข้าม พบการใช้มะขามป้อมในตำรับยาสมุนไพรจำนวน 1 ตำรับ

1. ทองกวาว 1 ส่วน
2. แก่นมะขามป้อม 1 ส่วน
3. เข็มขาวป่า 1 ส่วน
4. เข็มแดงป่า 1 ส่วน
5. ลิ้นฟ้า 1 ส่วน
6. สมอภิเพก 1 ส่วน
7. กลิ้งกลางดง 1 ส่วน
8. กาสามปีก 1 ส่วน

การขยายพันธุ์

1. เก็บผลมะขามป้อมที่สุกและแก่เต็มที่จะมีลักษณะผลสีเขียว อมเหลืองอ่อนนำมาแกะเอาเมล็ดข้างในลักษณะกลมๆขนาดโตกว่าเมล็ดนุ่น 2 เท่าตัว

2. นำเมล็ดมาล้างน้ำให้สะอาดและตากแดดให้แห้งประมาณ 2-3 แดด

3. เตรียมถุงดำที่กรอกส่วนผสมของวัสดุเพาะโดยมีส่วนผสมของแกลบสุก ทำการผสมกับดินร่วนปนทรายในอัตรา 1:1 สถานที่เพาะร่มรำไรแดดสามารถส่องถึงได้ประมาณ 40 % ของความเข้มข้นของแสง

4. นำเมล็ดพันธุ์ที่เตรียมไว้นำมาหยอดใส่ถุงเพาะชำหยอดลึกประมาณ 2-3เซนติเมตร รดน้ำให้ชุ่มอยู่ตลอดเวลา 3-5 วัน ครั้งสังเกตอย่าให้เปียกหรือแฉะจนเกินไปจะทำให้เมล็ดพันธุ์เน่าเสียได้

5. ทำการดูแลรักษารดน้ำสม่ำเสมอประมาณ 45-60 วันเมล็ดก็จะเริ่มงอก

6. เมื่อต้นกล้าโตขนาด ความสูง 5-10 เซนติเมตรให้ย้ายต้นกล้าออกที่โล่งแจ้งจะทำให้ต้นกล้าแข็งแรงยิ่งขึ้น

4. สรุปผลและอภิปรายผล

ศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านและการใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสมุนไพรและภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์จากพืช ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืชป่าชุมชนตำบลไหล่น่าน พบป่าไม้ทั้งที่เป็นป่าดั้งเดิม และป่าปลูก พันธุ์ไม้ที่พบพืชพรรณ 32 วงศ์ จำนวน 55 ชนิดเช่น กระบก กลิ้งกลางดง กาสามปีก แกก่อง แดง ตะคร้อ ตับเต่า โปร่งฟ้า ผักหวานป่า (รุ่งรัตน์, 2540) พลวงมะขามป้อม มะคังแดง มะดูก มะม่วงหัวแมงวัน เม่าสาย โมก ไม้ชิงชัน ยมหิน รัง สมอไทย สมอภิเพก สาบเสือ หนอนตายหยาก หนามแท่ง หมีเหม็น หวาย ฮ่อสะพายควาย เป็นต้น ป่าประเภทสมุนไพร (เอื่อมพร, 2541) จากการสำรวจพบว่า ประชาชนตำบลไหล่น่านมีการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรต่างๆ ดังนี้ กระชาย ฮ้อสะพายควาย หญ้าหนวดแมว หัวยาข้าวเย็น โด่ไม่รู้ล้ม หนอนตายหยากและหางไหลแดง (วิสุทธิ์, 2538) โดยมีการบริโภคอย่างกว้างขวาง การเก็บสมุนไพรสามารถเก็บหาได้ตลอดทั้งปี โดยมีผู้เฒ่าผู้แก่ในหมู่บ้านเป็นผู้มีความรู้เรื่องสมุนไพรใช้รับรักษาผู้ป่วยในท้องถิ่น (รุ่งรัตน์, 2540)

การศึกษาบริบทของชุมชนที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความหลากหลายทางชีวภาพ โดยศึกษาข้อมูลการใช้ประโยชน์สมุนไพรและของป่าจากราษฎรในตำบลไหล่น่าน เพื่อประเมินสถานภาพการใช้ประโยชน์จากสมุนไพรและของป่า ปริมาณการใช้ ฤดูการเก็บรักษาตลอดทั้งรายได้จากการจำหน่ายสมุนไพรและของป่าต่างๆ ด้วยการใช้เครื่องมือในการศึกษาหลายชนิด ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ การสังเกตแบบมีส่วนร่วม ลักษณะข้อมูลทั่วไปของประชาชนที่ช่วงอายุ 36-60 ปี มีการใช้พืชสมุนไพร 46.25 %และ61 ปีขึ้นไป 33.75% การจำแนกชนิดของป่าที่พบไม้ก่อสร้างบ้านเรือน เครื่องมือการเกษตร (ด้ามจอบ เสียม ขวน) คันไถ ไม้ทำฟืน ถ่าน พืชอาหารป่าจาก ผักหวาน ผักสาบ ผักวุ้น ผักกูด ดอกกระเจียว กลอย มันขมิ้น เห็ดถอบ เห็ดชะโงก เห็ดโคน (เกษม, 2537) ผักหวาน ดอกก้านใบมะตูม หน่อไม้ ต่างๆ (ปรีชา และธิดา, 2539) สมุนไพร ได้แก่ เปลือกไม้ต่างๆ พะยอม สีเสียด มะหาด กุ่มน้ำ สมุนไพรต่างๆ เช่น ห่อข้าวเย็น โด่ไม่รู้ล้ม หนอนตายยาก กระชาย ปอกระบิด ฮ้อสะพายควาย กระเจียวแดง กระทงลาย กลิ้งกลางดง กลอย กวาวเครือแดง หางไหลแดง เป็นต้น (อุไรและยิ่งยง, 2545) คนในชุมชนนำมาใช้เป็นยารักษาพื้นบ้านและเก็บจำหน่ายบ้าง แต่สำหรับราษฎรหมู่บ้านอื่นมักจะเข้ามาเก็บไปจำหน่าย

การใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสมุนไพรและภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์จากพืช โดยการการสำรวจและเก็บตัวอย่างการใช้พืชสมุนไพร พืชพื้นถิ่น พืชหายาก ตรวจสอบหาชนิดชื่อชนิดของพืชโดยใช้เอกสารรูปวิธานและเอกสารทางพฤกษศาสตร์ สอบถามข้อมูลจากกลุ่มปราชญ์ท้องถิ่น ผู้รู้ ชาวบ้าน และศึกษาบริบทของชุมชนที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความหลากหลายทางชีวภาพ ผลการศึกษาพบว่า จำนวนและปริมาณพืชสมุนไพรมีมากที่ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านบุญเรือง การใช้ประโยชน์สมุนไพรและเครื่องเทศ จำนวน 20 ชนิด ได้แก่ ห่อข้าวเย็น โด่ไม่รู้ล้ม หนอนตายยาก กระชาย ปอกระบิด ฮ้อสะพายควาย กระเจียวแดง กระทงลาย กลิ้งกลางดง กลอย กวาวเครือแดง เดื่อดิน ตะคร้อ เปล้าน้อย ผักหวานป่า เพกา มะขามป้อม เม่าขน สมอไทย หวาย และจากการวางแปลงสำรวจความหลากหลายของสมุนไพร พบว่า มีพืชสมุนไพรจำนวน 37 ชนิด (ราชบัณฑิตยสถาน, 2539) โดยส่วนใหญ่ใช้เป็นเครื่องยา แต่ราษฎรในพื้นที่ยังมีการใช้ประโยชน์น้อย และใช้เฉพาะกลุ่มเฉพาะผู้เชี่ยวชาญด้านสมุนไพร(หมอเมือง) ทั้งในหมู่บ้านและต่างอำเภอซึ่งส่วนใหญ่อายุมากและจำนวนน้อยคน ทำให้ความรู้ทางด้านสมุนไพรอาจสูญหาย หากไม่ได้รับการสืบทอดหรือเผยแพร่องค์ความรู้ให้คงอยู่ต่อไป

ข้อค้นพบที่เป็นองค์ความรู้ใหม่

แนวทางการพัฒนาด้านพื้นที่และการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพของพืชสมุนไพรและภูมิปัญญาการใช้ประโยชน์จากพืช ตำบลไหล่น่าน เนื่องจากในพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ที่มีระบบนิเวศที่หลากหลายและบางชุมชนมีความอุดมสมบูรณ์ จึงไม่ควรทำการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ที่จะไปรบกวนระบบนิเวศมากนัก แต่ควรให้ความสำคัญในการจัดเตรียมพื้นที่ให้เป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้โดยควรมีการจัดเตรียมพื้นที่ในแหล่งเรียนรู้แต่ละแห่งแต่ละชุมให้มีความพร้อมในการรองรับการใช้ประโยชน์ในอนาคต ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ (สุภาพร, 2553) ซึ่งกล่าวว่า หน้าที่ความรับผิดชอบของเจ้าของพื้นที่จะต้องรักษาคุณภาพของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และจะทำให้เกิดประสบการณ์ในการเรียนรู้ในธรรมชาติ ซึ่งจะก่อให้เกิดความตระหนักในด้านสิ่งแวดล้อม และความเคารพต่อธรรมชาติ

ข้อเสนอแนะจากกระบวนการวิจัย

1) ควรมีการศึกษาความหลากหลายของทรัพยากรในพื้นที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ที่ทำการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อให้ทราบการใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพที่มีเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น

2) ควรมีการศึกษาและประเมินทรัพยากรทางการท่องเที่ยวในพื้นที่ศึกษาและในบริเวณใกล้เคียง พร้อมทั้งจัดทำเป็นคู่มือการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรเพิ่มขึ้น (สงกรานต์, 2547)

3) ประชาชนในพื้นที่ยังมีการใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรน้อย หรือเฉพาะกลุ่มโดยเฉพาะผู้เชี่ยวด้านสมุนไพรในหมู่บ้าน ซึ่งส่วนใหญ่มีอายุมากจึงควรหาผู้สืบทอดความรู้ทางด้านสมุนไพรหรือเผยแพร่ให้คงอยู่ต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่านที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมป่าไม้, 2526, ไม้และของป่าบางชนิดในประเทศไทย, กองค้นคว้าของป่า กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ.

[2] ตรีทิพย์ สุขโข, 2551, การสำรวจพืชสมุนไพรที่ชาวกะเหรี่ยงใช้ ณ ตำบลบ้านจันทร์และแจ่มหลวง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่.

[3] ปรีชา กลิ่นเกสร และธิดา โชติกเสถียร, 2539, การสำรวจและรวบรวมเห็ดในพื้นที่บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ - ปุยและพื้นที่ใกล้เคียง, สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

[4] วิสุทธิ์ ใบไม้, 2538, สถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย, กรุงเทพฯ, สถาบันบัณฑิตวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไทย.

[5] ราชบัณฑิตยสถาน, 2539, เห็ดกินได้และเห็ดมีพิษในประเทศไทย, กรุงเทพฯ, อัมรินทร์พริ้นติ้ง

[6] รุ่งรัตน์ เหลืองนที, 2540, พืชเครื่องเทศและสมุนไพร, กรุงเทพฯ, โอเอสพริ้นติ้งเฮาส์

[7] สงกรานต์ ศรีจันทร์, 2547, การจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมเพื่อการท่องเที่ยวเชิงพัฒนา, กรณีศูนย์ศึกษาพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, รายงานการวิจัยในโครงการ BRT, หน้า 231-238.

[8] สุภาพร สุกสีเหลือง, 2553, การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวและศึกษาเรียนรู้ชายฝั่งทะเล ตำบลม่วงกลวง อำเภอกะเปอร์ จังหวัดระนอง.

[9] สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การมหาชน), 2556, “ระบบฐานข้อมูลทรัพยากรชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่น,” http://www.bedo.or.th/lcdb/ [25 ตุลาคม 2556].

[10] อุไร จิรมงคลการ และยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา, 2545, ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์จากพืชบริเวณป่าเต่าดำ จังหวัดกาญจนบุรี, รายงานการวิจัยในโครงการ BRT, หน้า 59-68.

[11] เอื้อมพร วีสมหมาย, 2541, พฤกษาพัน, คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 637 น.

[12] เกษม สร้อยทอง, 2537, เห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย, อุบลราชธานี, ศิริธรรมออฟเซ็ท.

[13] โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, http://www.rspg.or.th/ [10 มกราคม 2554].

[14] ไซมอน การ์ดเนอร์, 2540, คู่มือศึกษาพรรณไม้ยืนต้นในป่าภาคเหนือ ประเทศไทย.

การพัฒนากระบวนการผลิตชาชงดอกดาหลาต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

Process Development of Torch Ginger Tea on Antioxidant Activity and Phenolic Compounds

สุวรรณา ผลใหม่[1*] ชฎาพร เกลี้ยงจันทร์[1] และสุไหลหมาน หมาดโหยด[2]

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, นครศรีธรรมราช

[2]คณะสัตวแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, นครศรีธรรมราช

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการอบแห้งต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของชาชงดอกดาหลา โดยศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2 – Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical acavenging และศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu จากการทดลองพบว่าค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (ร้อยละ 89.84) เวลา 30 ชั่วโมง (ร้อยละ 91.36) และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (158.73 ไมโครโมลาร์กรดเฟอรูลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) เวลา 30 ชั่วโมง (266.73 ไมโครโมลาร์กรดเฟอรูลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) ดังนั้นในกระบวนการผลิตชาชงดอกดาหลา ควรใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 30 ชั่วโมง ในการอบดอกดาหลา เพื่อรักษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

คำสำคัญ: ดอกดาหลา, สารประกอบฟีนอลิก, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

This study was investigated the effect of temperature and time air drying on antioxidant activity and phenolic compounds of Torch Ginger (*Etlingera elatior*) tea. Antioxidant activity was also evaluated using 2,2 – Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical acavenging and phenolic compounds was also evaluated using Folin-Ciocalteu. The result showed that the maximum antioxidant activity was at 70°C (89.84%) and 30 hours (91.36%). The maximum phenolic compounds at 70°C was 158.73 µM ferulic acid/g of dry weight and for 30 hours was 266.73 µM ferulic acid/g of dry weight. Then temperature at 70°C for 30 hours should be the suggestion method for process Torch Ginger (*Etlingera elatior*) tea because this method preserved the antioxidant activity and phenolic compounds.

Keywords: torch ginger, antioxidant activity, phenolic compound

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน joy067@yahoo.com โทร 0858833356

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีการนำพืชสมุนไพรพื้นบ้านหลายชนิด มาใช้เป็นเครื่องดื่มในลักษณะการชงดื่มกันอย่างแพร่หลาย โดยนำพืชสมุนไพรเหล่านั้นมาผ่านกระบวนการทำให้แห้ง แล้วลดขนาดให้เล็กลง บรรจุซองสำหรับการแช่น้ำร้อนเพื่อชงดื่ม (กองควบคุมอาหาร, 2549) เป็นการเก็บพืชสมุนไพรให้มีเวลาเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น และมีความสะดวกในการบริโภค ซึ่งในปัจจุบันจะเห็นได้ว่ามีการบริโภคชากันเป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มสูงขึ้น (ไพโรจน์, 2554) และในยุคที่กระแสการดูแลสุขภาพด้วยสารจากธรรมชาติกำลังได้รับความนิยมสูง ทำให้ผู้คนหันมาใช้ผลิตภัณฑ์สมุนไพรมากขึ้น เนื่องจากมีประสิทธิภาพเทียบเคียงสารเคมีสังเคราะห์ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการดูแลสุขภาพที่มีความปลอดภัยสูง (มัณฑนา, 2552) แต่เนื่องจากสภาพเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้ประชากรมีพฤติกรรมการบริโภคที่เปลี่ยนแปลงไปด้วย ปัญหาที่ตามมา คือ ภาวะโภชนาการและการได้รับ

สารพิษในรูปแบบต่าง ๆ นอกจากนั้น สภาวะเครียด มลภาวะ การสูบบุหรี่ การดื่มเหล้า เป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกาย เป็นผลให้เกิดเป็นอนุมูลอิสระ (อัจฉรา, 2554) เป็นสาเหตุสำคัญของโรคหลายชนิด (Nakabeppu *et al.*, 2006; Valko *et al.*, 2007)

อนุมูลอิสระมีความเกี่ยวข้องกับภาวะความผิดปกติของร่างกายมนุษย์ ดังนั้น การควบคุมปริมาณอนุมูลอิสระในร่างกายให้อยู่ในระดับที่สมดุล จึงเป็นหนทางหนึ่งที่ช่วยป้องกันการเกิดโรค (มัณฑนา, 2552) พืชพื้นบ้านของไทยหลายชนิดจัดว่ามีสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณที่สูง รวมทั้งพืชวงศ์ขิง เช่น ขิง ข่า ขมิ้น ไพล ซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิด (กมลทิพย์, 2549) ดาหลาจัดเป็นพืชในวงศ์ขิงที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระปริมาณสูง และด้วยรูปทรง สีสันที่สวยงาม และความทนทานของดอกดาหลา จึงกลายเป็นไม้ตัดดอกที่ทำกำไรให้กับผู้ปลูกเป็นจำนวนมาก ซึ่งไม่เพียงแต่เป็นไม้ประดับเท่านั้น ดอกดาหลายังสามารถนำมาทำเป็นอาหารได้หลากหลาย เช่น แกงส้ม แกงจืด แกงเผ็ด แกงกะทิ และเป็นส่วนผสมในข้าวยำที่เป็นอาหารประจำท้องถิ่นของชาวปักษ์ใต้ หรือการนำดอกดาหลาไปแปรรูปเป็นน้ำสมุนไพร ไวน์สมุนไพร เป็นต้น (กฤติยา, ม.ป.ป)

ปัจจุบันมีการนำดอกดาหลาไปแปรรูปเป็นน้ำสมุนไพร และมีการบริโภคกันอย่างแพร่หลาย แต่ยังมีข้อเสียในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนากระบวนการผลิตชาดาหลาในรูปแบบชาชง ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูง เพื่อเป็นการส่งเสริมการบริโภคชาจากพืชพื้นบ้าน และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับพืชพื้นบ้าน ซึ่งนำไปสู่การเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร

2. วิธีดำเนินการวิจัย

1.การเตรียมชาชงดอกดาหลา

นำดอกดาหลามาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำดอกดาหลาไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60, 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำดอกดาหลาที่อบแล้วในแต่ละอุณหภูมิมาเตรียมเป็นชาชงดอกดาหลา โดยนำมาบรรจุซองชาซองละ 5 กรัม แล้วนำมาชงด้วยน้ำร้อนปริมาตร 100 มิลลิลิตร เป็นเวลา 10 นาที จำนวน 2 ครั้ง จากนั้นนำน้ำชาชงดอกดาหลาที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ตามวิธีการข้อ 2 และวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดตามวิธีการข้อ 3 จากนั้นนำดอกดาหลามาอบแห้งที่อุณหภูมิที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด เป็นเวลา 12, 18, 24, 30, 42 และ 48 ชั่วโมง นำดอกดาหลาแต่ละชุดมาเตรียมเป็นชาชงดอกดาหลาและทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ตามวิธีการข้อ 2 และวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดตามวิธีการข้อ 3

2.การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (โดยดัดแปลงจากวิธีของ Paola, 2010)

ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH โดยนำน้ำชาชงดอกดาหลาปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองและเติมสารละลาย DPPH ปริมาตร 4.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันเป็นเวลา 10 นาที ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด เป็นเวลา 30, 60, 90 และ 120 นาที แล้วนำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 520 นาโนเมตร เพื่อคำนวณค่าร้อยละของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (% Inhibition activity) จากสมการ

$$\text{ค่าร้อยละของการต้านอนุมูลอิสระ} = \frac{(A_{control} - A_{sample})}{A_{control}} \times 100$$

เมื่อ $A_{control}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของสารควบคุม

A_{sample} = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง

3.การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (วิธีของ Mongolsilpet al, 2004)

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก โดยการนำน้ำชาชงจากดอกดาหลา ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Folin – Ciocalteu ที่เจือจาง 1:10 ด้วยน้ำกลั่น ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 7 นาที แล้วเติม 10 % Na_2CO_3 ปริมาตร 8 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง แล้วคำนวณค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานของกรดเฟอรูลิก

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

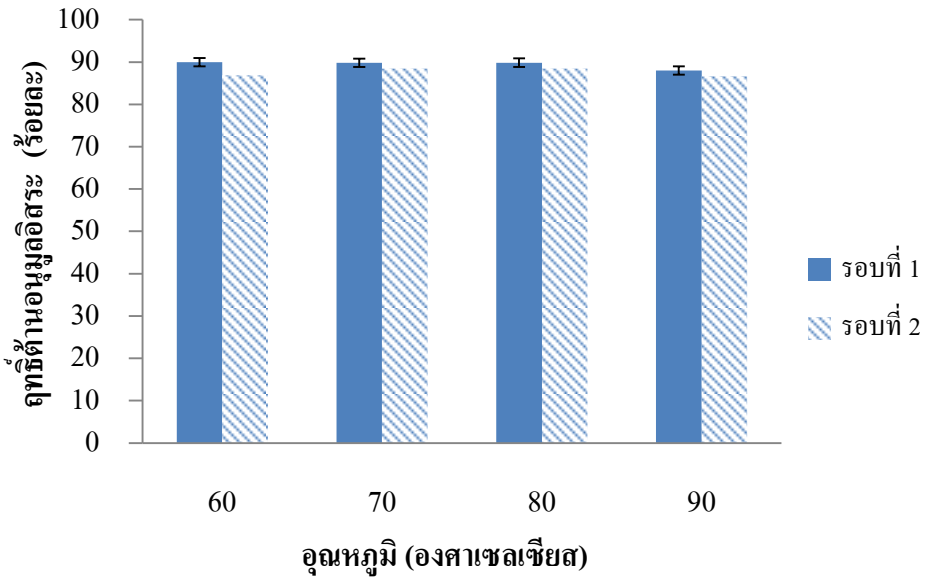
1.ผลของอุณหภูมิต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

1.1 ผลของอุณหภูมิต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในชาชงดอกดาหลาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60, 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในการชงชารอบที่ 1 พบว่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด เท่ากับ 89.99 รองลงมาคือ อุณหภูมิ 80, 70 และ 90 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับร้อยละ 89.85, 89.84 และ 88 ตามลำดับ ตามลำดับ (ภาพที่ 1) เมื่อนำค่าร้อยละของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในชาชงดอกดาหลาอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 60-90 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง มาเปรียบเทียบกัน พบว่า ค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \geq 0.05$) และจากการเปรียบเทียบค่าร้อยละของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในการชงชารอบที่ 1 และรอบที่ 2 พบว่า ค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 1 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชาชงดอกดาหลาที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ร้อยละ)	
	ชงรอบที่ 1	ชงรอบที่ 2
60	89.99±0.02	86.86±0.03
70	89.84±0.01	88.44±0.04
80	89.85±0.01	88.46±0.01
90	88.00±0.03	86.65±0.05



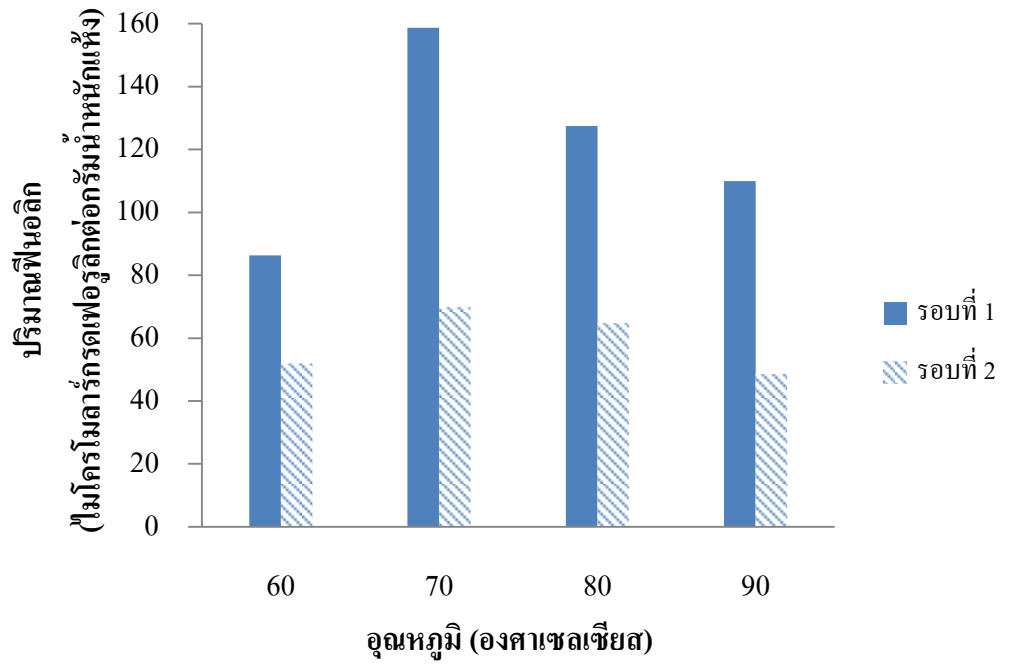
ภาพที่ 1 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชาชงดอกดาหลาที่อุณหภูมิต่าง ๆ

1.2 ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในชาชงดอกดาหลาที่อุณหภูมิ 60, 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในการชงชารอบที่ 1 พบว่าที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกสูงสุด เท่ากับ 158.73 ไมโครโมลาร์กรดเฟอรูลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ อุณหภูมิ 80, 90 และ 60 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 127.45, 110.00 และ 86.36 ไมโครโมลาร์กรดเฟอรูลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ภาพที่ 2) เมื่อนำค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในชาชงดอกดาหลาที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60-90 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง มาเปรียบเทียบกัน พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) และจากการเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในการชงชารอบที่ 1 และรอบที่ 2 พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของชาชงดอกดาหลาที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (ไมโครโมลาร์กรดเฟอรูลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง)	
	ชงรอบที่ 1	ชงรอบที่ 2
60	86.36±0.01	51.91±0.04
70	158.73±0.03	69.82±0.05
80	127.45±0.06	64.73±0.04
90	110.00±0.04	48.55±0.01



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของชาชงดอกดาหลาที่อุณหภูมิต่าง ๆ

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิอบแห้งต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสาร ประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่า ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่อุณหภูมิ 60 – 90 องศาเซลเซียส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \geq 0.05$) ส่วนปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่อุณหภูมิ 60 – 90 องศาเซลเซียส พบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) โดยพบมากสุดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปการอบชาจะทำที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เนื่องจากการอบที่อุณหภูมิสูงจะทำให้กลิ่นรสของชาระเหยออกไปได้ (สมบัติ, 2535) เช่นเดียวกับผลการศึกษาของนันท์ชนก และคณะ (2556) พบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของชาชงจากเปลือกส้มโอที่อุณหภูมิการอบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียส พบปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าระหว่าง 123.79-211.88 μg gallic acid/ml ค่าการต้านอนุมูลอิสระอยู่ระหว่าง 61.78-62.15% ดังนั้นจากการศึกษาครั้งจึงสรุปได้ว่าการอบแห้งดอกดาหลาที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดแก่การอบแห้งดอกดาหลา เมื่อได้อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุด จึงนำมาทำการอบแห้งที่เวลาต่าง ๆ เพื่อหาระยะเวลาที่ดีที่สุดของการอบแห้งดอกดาหลา

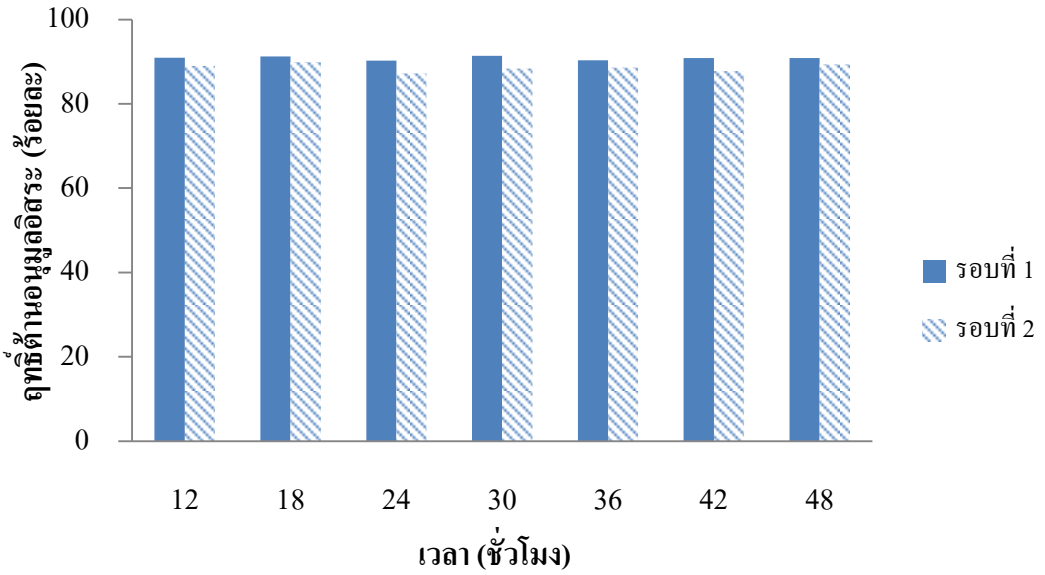
2. ผลของเวลาต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

2.1 ผลของเวลาต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในชาชงดอกดาหลาที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12, 18, 24, 30, 36, 42 และ 48 ชั่วโมง ในการชงชารอบที่ 1 พบว่า ที่เวลา 30 ชั่วโมง มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด เท่ากับ 91.36 รองลงมาคือ เวลา 18, 12, 42, 48, 36 และ 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับร้อยละ 91.22, 90.96, 90.89, 90.85, 90.31 และ 90.22 ตามลำดับ (ภาพที่ 3) เมื่อนำค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในชาชงดอกดาหลาอบแห้งที่เวลา 12- 48 ชั่วโมงมาเปรียบเทียบกัน พบว่า ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \geq 0.05$) และจากการเปรียบเทียบค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในการชงชารอบที่ 1 และรอบที่ 2 พบว่า ค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$)

ตารางที่ 3 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชาชงดอกดาหลาที่เวลาต่าง ๆ

เวลาในการอบ (ชั่วโมง)	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ร้อยละ)	
	ชงรอบที่ 1	ชงรอบที่ 2
12	90.96±0.05	88.93±0.03
18	91.22±0.01	89.84±0.03
24	90.22±0.02	87.19±0.08
30	91.36±0.01	88.37±0.03
36	90.31±0.07	88.58±0.04
42	90.89±0.03	87.77±0.08
48	90.85±0.02	89.33±0.05



ภาพที่ 3 แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของชาชงดอกดาหลา ณ เวลาต่าง ๆ

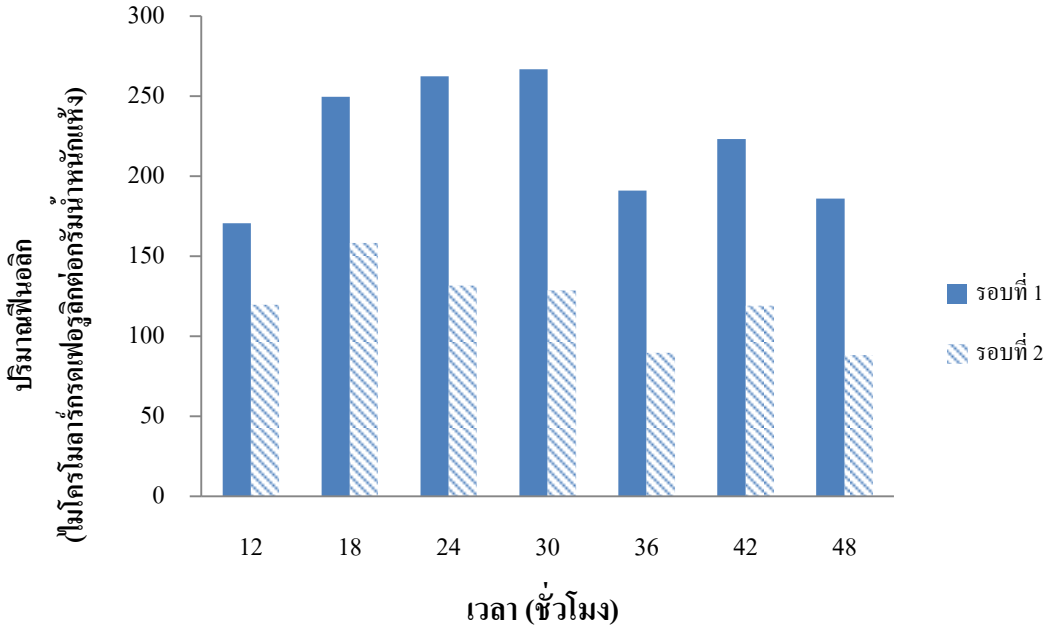
2.2 ผลของเวลาต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

จากผลการศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในชาชงดอกดาหลาอบแห้ง ณ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12, 18, 24, 30, 36, 42 และ 48 ชั่วโมง ในการชงชารอบที่ 1 พบว่า เวลา 30 ชั่วโมง มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด เท่ากับ 266.73 ไมโครโมลาร์กรดเฟอรูลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ เวลา 24, 18, 42, 36, 48 และ 12 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 262.36, 249.55, 223.09, 190.91, 186.00 และ 170.54 ไมโครโมลาร์กรดเฟอรูลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ภาพที่ 4) เมื่อนำค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในชาชงดอกดาหลาอบแห้งที่เวลา 12-48 ชั่วโมงมาเปรียบเทียบกัน พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่เวลาต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) และจากการเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในการชงชารอบที่ 1 และรอบที่ 2 พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$)

จากการศึกษาผลของเวลาอบแห้งต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่เวลา 12 – 48 ชั่วโมง พบว่าที่เวลา 30 ชั่วโมง มีค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุด ผลการศึกษาที่ได้ใกล้เคียงกับการศึกษาหาอัตราส่วนระหว่างชาเมี่ยงกับตะไคร้ในการผลิตเครื่องดื่มชนิดผง วิเคราะห์พอลิฟีนอลและการต้านออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาสมุนไพรชนิดผงจากชาเมี่ยงผสมตะไคร้โดยวิธีตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ประมาณ 24 ชั่วโมง (ปุญญาพร และเกียรติศักดิ์, 2555) ดังนั้นจากผลการศึกษาครั้งพบว่าในกระบวนการผลิตชาชงดอกดาหลาควรใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 30 ชั่วโมง ในการอบดอกดาหลาเพื่อรักษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

ตารางที่ 4 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของชาชงดอกดาหลาที่เวลาต่าง ๆ

เวลาในการอบ (ชั่วโมง)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (ไมโครโมลาร์กรดเฟอรูลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง)	
	ชงรอบที่ 1	ชงรอบที่ 2
12	170.54±0.02	119.46±0.05
18	249.55±0.05	158.18±0.04
24	262.36±0.02	131.45±0.03
30	266.73±0.01	128.45±0.06
36	190.91±0.02	89.46±0.06
42	223.09±0.03	118.91±0.03
48	186.00±0.02	88.09±0.05



ภาพที่ 4 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของชาชงดอกดาหลาที่เวลาต่าง ๆ

4. สรุปผล

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการอบแห้งต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของชาชงดอกดาหลา โดยศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2 – Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical acavenging และศึกษา

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu จากการทดลองพบว่าค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (ร้อยละ 89.84) เวลา 30 ชั่วโมง (ร้อยละ 91.36) และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงสุดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (158.73 ไมโครโมลาร์กรดเฟอรูลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) เวลา 30 ชั่วโมง (266.73 ไมโครโมลาร์กรดเฟอรูลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง) จากการเปรียบเทียบค่าร้อยละของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในการชงชารอบที่ 1 และรอบที่ 2 พบว่า ค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \geq 0.05$) ส่วนปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P \leq 0.05$) โดยพบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในการชงชารอบที่ 1 สูงกว่ารอบที่ 2 ดังนั้นในกระบวนการผลิตชาชงดอกดาหลา ควรใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เวลา 30 ชั่วโมง ในการอบดอกดาหลา เพื่อรักษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิก

5. กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณประจำปี 2558 ประเภทงบรายได้หน่วยงาน และขอขอบพระคุณสาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่อนุเคราะห์เครื่องมือวิจัยในห้องปฏิบัติการ และอาคารปฏิบัติการเพื่อการวิจัยจนงานวิจัยประสบผลสำเร็จ

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กมลทิพย์ สุวรรณเดช และดวงใจ ศุขเฉลิม, 2549, “การศึกษาอนุกรมวิธานของพืชในวงศ์ขิง (ZINGIBERACEAE) ในส่วนพื้นที่เขตป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี”, เรื่องเต็มการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44: สาขาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาสถาปัตยกรรมสาสตร์ สาขาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร, 572-579.

[2] กองควบคุมอาหาร, 2549, “แนวทางการพิจารณาอาหารประเภท “ชาสมุนไพร”, สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา,

[3] กฤติยา ไชยนอก, ม.ป.ป,” ดาหลา ความงามที่กินได้”, สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

[4] นันท์ชนก นันทะไชย, อินทิรา ลิจันทร์พร และปาลิดา ตั้งอนุรัตน์, 2556, “ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจากเปลือกส้มโอ”, คณะเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[5] ปุญญาพร บัวเผื่อน และเกียรติศักดิ์ พลสงคราม, 2555, “พอลิฟีนอลและความสามารถในการต้านออกซิเดชันของชาเมี่ยงผสมตะไคร้”, รายงานวิจัย โครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ เชียงใหม่.

[6] ไพโรจน์ วิริยจารี, ตะวัน บุรีแก้ว และกนิษฐา บุญสวัสดิ์, 2554, “การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตชาจากเจียวกู้หลานหรืออมาชาซูรู”, ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[7] มัณฑนา ภานุมาภรณ์, 2552, “เครื่องสำอางและความงามเพื่อสุขภาพ”. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์กรุงเทพเวชสาร: 27-81.

[8] อัจฉรา แก้วน้อย, 2554, “การพัฒนาเครื่องดื่มสมุนไพรที่ผลิตจากดอกไม้ท้องถิ่น อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม ที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระเพื่อการผลิตในเชิงพานิชย์”, สาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม และศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.

[9] Nakabeppu, Y., 2006, “Mutagenesis and carcinogenesis caused by the oxidation of nucleic acids”. Journal of Biological Chemistry, 387, 373-382.

[10] Valko, M., 2007, “Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease”, International Journal of Biochemistry & Cell Biology, 39: 4484-4489.

ผลของตาข่ายพรางแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งอินทรีย์

Effects of Shading Nets on Growth and Yield of Organic Pak Choi

คริษฐ์สพล หนูพรหม*

โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาผลของตาข่ายพรางแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งอินทรีย์ ที่คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ระหว่างเดือนมีนาคม-เมษายน ปี 2560 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 3 กรรมวิธี ดังนี้ 1) ไม่พรางแสง (วิธีควบคุม) 2) พรางแสงด้วยแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีเขียวชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ และพรางแสงด้วยแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาพบว่าการปลูกผักกวางตุ้งภายใต้การพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีเขียวชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์เหมาะสมสำหรับการผลิตกวางตุ้งอินทรีย์ เพราะทำให้ผักกวางตุ้งมีการเจริญเติบโตและผลผลิต ได้แก่ ความสูงต้น (20.8 เซนติเมตร) จำนวนใบ (10.8 ใบต่อต้น) ความยาวใบ (21.0 เซนติเมตร) ความกว้างใบ (10.3 เซนติเมตร) และน้ำหนักต้น (105.5 กรัม) สูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ

คำสำคัญ : ผักวงศ์กะหล่ำ, ผักอินทรีย์, ตาข่ายพรางแสง

Abstract

The study determined the effects of shading nets on growth and yield of organic pak choi at the Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University, Songkhla campus, Muang district, Songkhla province, from March to April, 2017. The experimental arrangement was a Completely Randomized Design (CRD) with 4 replications and 3 treatments as follow: 1) without shading (control), 2) shading under green shaded net with 50% shading and 3) shading under black shaded net with 50% shading. The results showed that pak choi growing under shading under green shaded net with 50% shading was suitable for organic pak choi production because they had high growths and yields than other treatments such as plant height (20.8 cm), number of leaves (10.8 leaves/plant), leave length (21.0 cm), leave width (10.3 cm) and plant weight (105.5 g).

Keywords : Brassicaceae, organic vegetable, shading nets

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน abhichard_n@hotmail.co.th

1. บทนำ

ผักกวางตุ้ง (*Brassica campestris* var. *chinensis*) เป็นผักกินใบวงศ์กะหล่ำ (Brassicaceae) ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ นิยมปลูกอย่างแพร่หลายในประเทศไทยและประเทศแถบทวีปเอเชีย ผักกวางตุ้งเป็นผักที่ปลูกง่ายและเจริญเติบโตเร็ว โดยมีอายุการเก็บเกี่ยวสั้นเพียง 35-45 วันหลังการเพาะปลูก [1] นอกจากนี้ผักกวางตุ้งมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ใน 100 กรัม ประกอบด้วยโปรตีน 1.7-2.4 กรัม คาร์โบไฮเดรต 2.8-3.0 กรัม ไขมัน 0.1-0.3 กรัม แคลเซียม 64-162 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 23-62 มิลลิกรัม เหล็ก 1.3-3.1 มิลลิกรัม และมีวิตามินชนิดต่างๆ หลายชนิด ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย [2] ในปีการเพาะปลูก 2559 กรมส่งเสริมการเกษตรรายงานว่าประเทศไทยมีเนื้อที่เพาะปลูกผักกวางตุ้งทั้งหมด 55,747 ไร่ มีเนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 47,167 และมีผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้

64,349 ตัน จังหวัดที่ปลูกผักกวางตุ้งมากที่สุด 5 อันดับแรกในประเทศไทย ได้แก่ ลำปาง ขอนแก่น สงขลา บุรีรัมย์ และนครปฐม ซึ่งมีพื้นที่ปลูก 2,389 2,268 1,176 1,134 และ 1,088 ไร่ ตามลำดับ [3]

ปัจจุบันการบริโภคผักอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพจากสารเคมีที่ใช้ในขั้นตอนการผลิต เช่น ปุ๋ยเคมี สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช และสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช [4] โดยเฉพาะสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่มักตรวจพบว่ามีสารเคมีตกค้างในผักมากเกินมาตรฐาน และบางครั้งยังตรวจพบสารพิษที่ห้ามใช้ทางการเกษตรที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ฝ่ายข้อมูลเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชรายงานผลการตรวจสารพิษตกค้างในผักของปี พ.ศ. 2555 ซึ่งสุ่มตรวจผักที่ประชาชนนิยมบริโภคทั่วไป 7 ชนิด คือ ถั่วฝักยาว กะหล่ำปลี ผักคะน้า ผักกาดขาว ผักบุ้งจีน พริก และผักชี ที่วางจำหน่ายในห้างสรรพสินค้า ตลาดสด และรถเร่ ในพื้นที่ของกรุงเทพมหานคร จากผลการวิเคราะห์พบว่าในผักทั้ง 7 ชนิดมีสารพิษตกค้างรวมทั้งสิ้นถึง 14 ชนิด ซึ่งในจำนวนสารเคมีเหล่านี้มีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชถึง 10 ชนิดที่อยู่ในรายการเฝ้าระวังของกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ [5] ทำให้ในปัจจุบันกระแสการบริโภคผักอินทรีย์เป็นที่นิยมสูงมากขึ้นในหมู่ผู้บริโภค เพราะผู้บริโภคส่วนใหญ่เริ่มให้ความสำคัญกับสุขภาพ พิษภัยของสารเคมี และปัญหาความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศมากยิ่งขึ้น [6]

พืชผักที่ปลูกในระบบเกษตรอินทรีย์มักมีการเจริญเติบโตและผลผลิตต่ำกว่าการปลูกในระบบเกษตรอินทรีย์ ดังนั้นเกษตรกรจึงต้องมีการจัดการระบบการปลูกที่มีประสิทธิภาพ เริ่มตั้งแต่การคัดเลือกพันธุ์ผักที่เหมาะสมสำหรับการปลูกแบบอินทรีย์ การจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการป้องกันกำจัดศัตรูพืช [6] นอกจากนี้ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ และแสงยังเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตผักด้วยเช่นกัน [7] โดยเฉพาะความเข้มแสง (light intensity) เป็นต้น ช่อทิพย์ [8] รายงานผลการศึกษาชนิดของตาข่ายพรางแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งในจังหวัดสงขลา พบว่าผักกวางตุ้งที่ปลูกภายใต้การพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีเขียวชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างใบ และน้ำหนักสด รวมทั้งการให้ผลผลิตต่อไร่สูงกว่าผักกวางตุ้งที่ปลูกภายใต้การพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีน้ำเงินชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ ตาข่ายพรางแสงสีดำชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ และในสภาพกลางแจ้ง ดังนั้นอาจเป็นไปได้ที่การนำตาข่ายพรางแสงมาประยุกต์ใช้เพื่อการผลิตผักอินทรีย์สามารถทำให้ผักมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงมากขึ้น

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลของตาข่ายพรางแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งอินทรีย์วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยการปลูกผักกวางตุ้ง 3 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่พรางแสง

กรรมวิธีที่ 2 พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีเขียวชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 3 พรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์

2.1 การปลูกและการดูแลรักษา

2.1.1 หยอดเมล็ดพันธุ์ผักกวางตุ้งลงในกระถางขนาด 10 นิ้ว ที่มีดินร่วนเป็นวัสดุปลูกจำนวน 4 เมล็ด เมื่อต้นกล้างอกและมีใบจริง 2 คู่ จึงถอนแยกต้นกล้าให้เหลือต้นที่แข็งแรงสมบูรณ์เพียงต้นเดียว โดยปลูกซ้ำละ 20 กระถาง

2.1.2 ให้น้ำโดยใช้บัวรดน้ำวันละ 2 ครั้ง เช้าและบ่าย ใส่ปุ๋ยมูลโคอัตรา 500 กรัมต่อกระถาง คลุกเคล้าไปกับวัสดุปลูก รดน้ำหมักชีวภาพจากปลาอัตราส่วนต่อน้ำ 1:1,000 ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 หลังการปลูก เมื่อผักกวางตุ้งมีอายุ 21 วันหลังการปลูกกำจัดแมลงศัตรูโดยการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้อัตราส่วนต่อน้ำ 1:500 กำจัดวัชพืชโดยการถอน และเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อผักกวางตุ้งมีอายุ 35 วันหลังการปลูก

2.3 การบันทึกข้อมูล

2.3.1 บันทึกข้อมูลอุณหภูมิบริเวณแปลงทดลอง โดยใช้ชุดตรวจสภาพอากาศแบบอัตโนมัติ รุ่น WS-GP1 ยี่ห้อ Delta-T Devices

2.3.2 วัดความเข้มแสงบริเวณแปลงทดลองในช่วงเวลา 11.00-13.00 น. เมื่อท้องฟ้าแจ่มใส จำนวน 5 ตำแหน่ง โดยใช้เครื่องวัดความเข้มแสง (light meter) รุ่น LX-72, Japan

2.3.3 จำนวนต้นกล้ารอดตาย นับจำนวนต้นกล้ารอดตายหลังการปลูก 30 วัน

2.3.4 ความสูงต้น วัดความสูงต้นจากโคนก้านใบเลี้ยงจนถึงปลายใบที่ยาวที่สุดจำนวน 15 ต้น

2.3.5 ความยาวใบ วัดความยาวใบที่ยาวที่สุดจากโคนก้านใบจนถึงปลายใบจำนวน 15 ต้น

2.3.6 ความกว้างใบ วัดความกว้างใบที่กว้างที่สุดจำนวน 15 ต้น

2.3.7 จำนวนใบต่อต้น นับจำนวนใบทั้งหมดโดยไม่รวมใบเลี้ยงจำนวน 15 ต้น

2.3.8 น้ำหนักต้น ชั่งน้ำหนักผักกวางตุ้งทุกต้นในแต่ละซ้ำ

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3. ผลการวิจัย

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งอินทรีย์ที่ปลูกภายใต้การพรางแสงที่แตกต่างกัน พบว่าการปลูกผักกวางตุ้งทั้งสามกรรมวิธีมีจำนวนต้นกล้ารอดตายไม่แตกต่างกันทางสถิติในช่วง 96.6-100.0 เปอร์เซ็นต์ สำหรับความสูงต้นพบว่าการปลูกผักกวางตุ้งอินทรีย์ภายใต้ตาข่ายพรางแสงสีเขียวชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์มีความสูงต้นสูงสุด 20.8 เซนติเมตร ส่วนการปลูกผักกวางตุ้งอินทรีย์ภายใต้ตาข่ายพรางแสงสีดำชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์มีความสูงต้นต่ำ 18.2 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปลูกผักกวางตุ้งอินทรีย์โดยการไม่พรางแสงที่มีความสูงต้นเท่ากับ 18.5 เซนติเมตร การปลูกผักกวางตุ้งอินทรีย์ภายใต้ตาข่ายพรางแสงสีเขียวชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์มีจำนวนใบมากที่สุด 10.8 ใบต่อต้น ในขณะที่การปลูกผักกวางตุ้งอินทรีย์ภายใต้ตาข่ายพรางแสงสีดำชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์มีจำนวนใบต่ำ 7.2 ใบต่อต้น ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปลูกผักกวางตุ้งอินทรีย์โดยการไม่พรางแสงที่มีจำนวนใบเท่ากับ 7.6 ใบต่อต้น (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลของตาข่ายพรางแสงต่อจำนวนต้นกล้ารอดตาย ความสูงต้น และจำนวนใบของผักกวางตุ้งอินทรีย์

กรรมวิธี	จำนวนต้นกล้ารอดตาย (%)	ความสูงต้น (เซนติเมตร)	จำนวนใบ (ใบต่อต้น)
กลางแจ้ง	100.0	18.5 [b]	7.6 [b]
พรางแสงด้วยตาแสงสีเขียวชนิดพรางแสง 50%	100.0	20.8 [a]	10.8 [a]
พรางแสงด้วยตาแสงสีดำชนิดพรางแสง 50%	96.6	18.2 [b]	7.2 [b]
F-test	ns	*	*
C.V. (%)	2.24	6.59	6.93

* = แตกต่างทางสถิติที่ P≤0.05

ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

ความยาวใบ พบว่า ผักกวางตุ้งอินทรีย์ที่ปลูกภายใต้ตาข่ายพรางแสงสีเขียวชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์มีความยาวใบสูง 21 เซนติเมตร ส่วนการปลูกผักกวางตุ้งอินทรีย์โดยการไม่พรางแสง และภายใต้ตาข่ายพรางแสงสีดำชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์มีความยาวใบต่ำไม่แตกต่างกันทางสถิติเท่ากับ 17.1 และ 15.6 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับความกว้างใบพบว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกับความยาวใบ การปลูกผักกวางตุ้งอินทรีย์ภายใต้ตาข่ายพรางแสงสีเขียวชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์มีความกว้างใบสูง 10.3 เซนติเมตร

ส่วนผักกวางตุ้งอินทรีย์ที่ปลูกโดยการไม่พรางแสงมีความกว้างใบต่ำ 7.6 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปลูกผักกวางตุ้งอินทรีย์ภายใต้ตาข่ายพรางแสงสีดำชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ที่มีความกว้างใบ 6.4 เซนติเมตร เมื่อศึกษาน้ำหนักต้นของผักกวางตุ้งอินทรีย์ พบว่าการปลูกผักกวางตุ้งอินทรีย์ภายใต้ตาข่ายพรางแสงสีเขียวชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์มีน้ำหนักต้นสูงสุดเท่ากับ 105.5 กรัมต่อต้น รองลงมาคือการปลูกผักกวางตุ้งอินทรีย์โดยการไม่พรางแสงที่มีน้ำหนักต้นเท่ากับ 60.3 กรัมต่อต้น ส่วนการปลูกผักกวางตุ้งอินทรีย์ภายใต้ตาข่ายพรางแสงสีดำชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์มีน้ำหนักต้นค่อนข้างต่ำเท่ากับ 31.9 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลของตาข่ายพรางแสงต่อความยาวใบ ความกว้างใบ น้ำหนักต้นของผักกวางตุ้งอินทรีย์

กรรมวิธี	ความยาวใบ (เซนติเมตร)	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	น้ำหนักต้น (กรัมต่อต้น)
กลางแจ้ง	17.1 [b]	7.6 [b]	60.3 [b]
พรางแสงด้วยตาแสงสีเขียวชนิดพรางแสง 50%	21.0 [a]	10.3 [a]	105.5 [a]
พรางแสงด้วยตาแสงสีดำชนิดพรางแสง 50%	15.6 [b]	6.4 [b]	31.9 [c]
F-test	*	*	*
C.V. (%)	9.32	9.27	14.77

* = แตกต่างทางสถิติที่ P≤0.05

ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

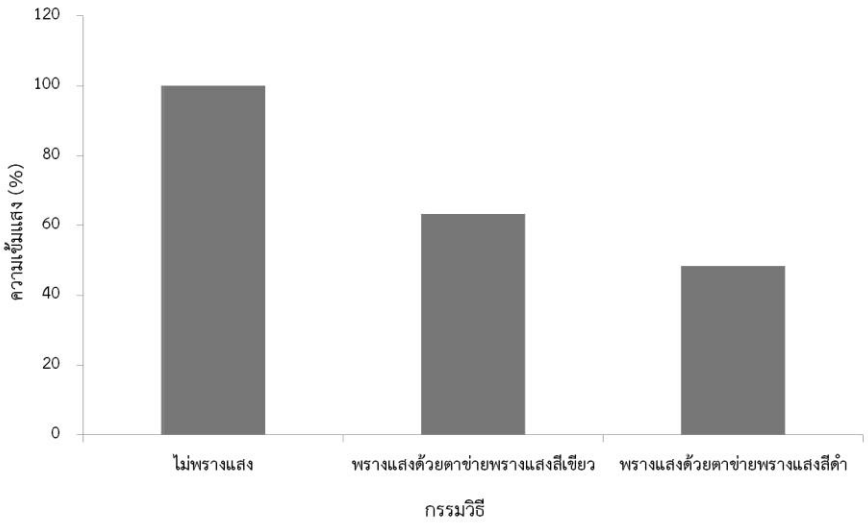
4. สรุปผลและอภิปรายผล

4.1 อภิปรายผล

จากการศึกษานี้พบว่าผักกวางตุ้งอินทรีย์ที่ปลูกในสภาพกลางแจ้งมีการเจริญเติบโตและผลผลิตต่ำกว่าการปลูกภายใต้ตาข่ายพรางแสงสีเขียวชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ อาจเพราะได้ปลูกผักกวางตุ้งในช่วงฤดูแล้งของภาคใต้ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในช่วง 35.08-36.10 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงเกินไป และไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช สอดคล้องกับรายงานของลิลลี่ [9] รายงานว่าพืชที่ได้รับอุณหภูมิในระดับสูงเกินไปทำให้อัตราการเจริญเติบโตของพืชลดลง และเกิดความเสียหาย เช่น ถูกความร้อนทำลายหรือยับยั้งการทำงานของคลอโรฟิลล์ เนื้อเยื่อของใบแห้งตาย (necrosis) ผลแห้งเกิดรอยตำหนิ (fruit scald) เนื้อเยื่อท่ออาหารและแคมเบียมตาย ซึ่งตามปกติผลกระทบของอุณหภูมิสูงต่อพืช มักเกิดจากการที่พืชหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของพืชได้รับแสงแดดที่มีความเข้มสูงเกินไป รังสีความร้อนทำให้อุณหภูมิของต้นพืชสูงขึ้นจนถึงจุดอันตรายหรือทำให้ผิวดินสะสมอุณหภูมิสูงขึ้นจนเป็นอันตรายต่อพืชได้ นอกจากนี้อุณหภูมิสูงยังมีผลทำให้อัตราการหายใจของพืชสูงขึ้น ในขณะที่การสังเคราะห์แสงจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิจนถึงระดับหนึ่งเท่านั้น หลังจากนั้นอัตราการสังเคราะห์แสงของพืชจะคงที่ ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของพืชลดลง [10]

ผักกวางตุ้งอินทรีย์ที่ปลูกภายใต้ตาข่ายพรางแสงสีเขียวชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์มีความสูงต้น ความยาวใบ และความกว้างใบสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆ เนื่องจากตาข่ายพรางแสงสีเขียวชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์สามารถทำให้สภาพแวดล้อมบริเวณแปลงปลูกมีความเข้มแสงลดลงเหลือเพียง 63.3 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มแสงที่ลดต่ำลงสามารถกระตุ้นการสังเคราะห์ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน (gibberellins) ที่ช่วยเร่งการยืดยาวของข้อและปล้อง [10] กระตุ้นให้พืชขยายขนาดพื้นที่ใบให้ใหญ่ขึ้นเพื่อเพิ่มพื้นที่รับแสงสำหรับการสังเคราะห์แสงได้มากขึ้น [5] ทำให้ผักกวางตุ้งอินทรีย์มีการเจริญเติบโตดี สำหรับตาข่ายพรางแสงสีดำชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ทำให้ผักกวางตุ้งอินทรีย์มีการเจริญเติบโตต่ำ เพราะตาข่ายพรางแสงสีดำชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ทำให้สภาพแวดล้อมบริเวณแปลงปลูกมีความเข้มแสงน้อยมากเพียง 48.5 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 1) ความเข้มแสงที่น้อยจนเกินไปอาจไม่เพียงพอที่พืชจะใช้เพื่อการ

สังเคราะห์แสงสำหรับการสร้างอาหารเลี้ยงลำต้น ทำให้ผักกวางตุ้งอินทรีย์ที่ปลูกภายใต้ตาข่ายพรางแสงดำชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์มีแนวโน้มการเจริญเติบโตและผลผลิตต่ำสุด สอดคล้องกับผลการศึกษาของช่อทิพย์ และคณะ [1] ที่รายงานว่าการปลูกผักกวางตุ้งภายใต้ตาข่ายพรางแสงสีเขียวชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์มีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่าผักกวางตุ้งที่ปลูกภายตาข่ายพรางแสงสีดำชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ และการไม่พรางแสง อาจเพราะแสงสามารถลอดผ่านตาข่ายพรางแสงสีเขียวได้มากกว่าตาข่ายสีดำและสีน้ำเงิน ดังนั้นพืชที่ปลูกภายใต้การพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีเขียวจึงสามารถสังเคราะห์แสงได้มาก และเจริญเติบโตได้ดีกว่าการพรางแสงด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำและสีน้ำเงิน [11]



ภาพที่ 1 ความเข้มแสงที่แตกต่างกันภายใต้ตาข่ายพรางแสงแต่ละชนิดบริเวณแปลงทดลองที่สถานีปฏิบัติการพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

4.2 สรุป

จากการศึกษาผลของตาข่ายพรางแสงที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้งอินทรีย์สามารถสรุปได้ว่า ตาข่ายพรางแสงสีเขียวชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์เหมาะสมสำหรับการใช้เพื่อผลิตผักกวางตุ้งอินทรีย์ เนื่องจากทำให้ผักกวางตุ้งมีการเจริญเติบโตและผลผลิต ได้แก่ ความสูงต้น จำนวนใบ ความยาวใบ ความกว้างใบ น้ำหนักต้น และน้ำหนักต่อต้นสูงกว่าการใช้ตาข่ายพรางแสงสีดำชนิดพรางแสง 50 เปอร์เซ็นต์ และการปลูกในสภาพกลางแจ้ง

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอบขอบพระคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาที่สนับสนุนพื้นที่ วัสดุ และอุปกรณ์เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ช่อทิพย์ อังศุนิตย์ลาภา, คริษฐ์สพล หนูพรหม และอมรรัตน์ ชุมทอง, 2559, “ผลของตาข่ายพรางแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดกวางตุ้งในฤดูแล้งของจังหวัดสงขลา,” การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 6, 888-893.

[2] ฉัตรชัย กิตติไพศาล, 2547, ผลของไนโตรเจนที่ใช้โดยเกษตรกรต่อผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของผักกวางตุ้ง, ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[3] กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560, “รายงานข้อมูลภาวะการผลิตกวางตุ้งปีการเพาะปลูก 2559,” http://pro duction. doae.go.th/report/report_main2.php?report_type=1 [15 พฤษภาคม 2560].
[4] ยุพารัตน์ มังคละศรี, 2554, ทัศนคติของผู้ประกอบการโรงแรมบูติกในจังหวัดเชียงใหม่ต่อผักอินทรีย์, ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
[5] นันทิรา หงส์ศรีสุวรรณ์, 2557, ความปลอดภัยจากสารเคมีตกค้างในผักปลอดสาร, มฉก.วิชาการ, 18 (35), 107-117.
[6] ศริษฐ์สพล หนูพรหม, 2558, การผลิตผักอินทรีย์, วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 23 (6) (ฉบับพิเศษ), 955-969.
[7] ศริษฐ์สพล หนูพรหม, 2559, หลักการผลิตผัก, สหมิตรพัฒนาการพิมพ์ (1992).
[8] ช่อทิพย์ อังศุนิตย์ลาภา, 2549, ผลของการพรางแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกวางตุ้งที่ปลูกในฤดูแล้งในจังหวัดสงขลา, ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
[9] ลิลลี่ กาวีต๊ะ, 2546, การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานและพัฒนาการของพืช, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
[10] เฉลิมพล แซมเพชร, 2535, สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
[11] สมพร คนยงค์, เฉลิมชัย กลิ่นอยู่ และรัชนีวรรณ จำรัส, 2559, “อิทธิพลของตาข่ายพรางแสงสีต่างๆ ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมเรดโอ๊คที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์,” http://kucon.lib.ku.ac.th/ Fulltext/KC4601055.pdf [4 พฤษภาคม 2560].

การผลิตผักบุ้งจีนอินทรีย์โดยการใช้สารซีโอไลต์

Organic Kang Kong Production by Using Zeolite

คริษฐ์สพล หนูพรหม*

โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของการผลิตผักบุ้งจีนอินทรีย์โดยการใช้สารซีโอไลต์ ณ แปลงทดลองสถานีปฏิบัติการพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ในเดือนกรกฎาคม ปี 2559 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ไม่ใช้สารซีโอไลต์ 2) ใช้สารซีโอไลต์อัตรา 250 กิโลกรัมต่อไร่ 3) ใช้สารซีโอไลต์อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่ 4) ใช้สาร ซีโอไลต์อัตรา 750 กิโลกรัมต่อไร่ และ 5) ใช้สารซีโอไลต์อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ จากการทดลองพบว่าการปลูกผักบุ้งจีนอินทรีย์โดยการใช้สารซีโอไลต์อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงต้น (14.10 ซม), เส้นผ่าสูงกลางลำต้น (5.29 มม), จำนวนใบ (10.47 ใบ/ต้น), ความยาวใบ (14.37 ซม) และผลผลิตต่อแปลง (8.97 กก) สูง ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับการใช้สารซีโอไลต์อัตรา 250, 500 และ 750 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่การปลูกผักบุ้งอินทรีย์โดยไม่ใช้สารซีโอไลต์มีการเจริญเติบโตและผลผลิตต่ำกว่าการใช้สารซีโอไลต์ทุกกรรมวิธี

คำสำคัญ : ผักบุ้ง, ผักอินทรีย์, ซีโอไลต์,

Abstract

Study on organic kang kong production by using zeolite at the Horticultural Practice Station, Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat University, Songkhla campus, Muang district, Songkhla province in July, 2016. The experimental design was randomized completely block design (RCBD) with 4 replications in 5 treatments; 1) No zeolite applied as control, 2) zeolite at rate of 250 kg/rai, 3) zeolite at rate of 500 kg/rai, 4) zeolite at rate of 750 kg/rai, and 5) zeolite at rate of 1,000 kg/rai. The results showed that kang kong growing by using zeolite at rate of 1,000 kg/rai had high stem height (14.10), stem diameter (5.29 mm), number of leaves (10.47 leaves/plant), leave length (14.37 cm), and yield per plot (8.97 kg/rai) which was not significantly different ($P \leq 0.05$) with zeolite at rates of 250, 500 and 750 kg/rai while organic kang kong growing had lower growth and yield than other treatments.

Keywords : *Ipomoea aquatica* Forsk., organic vegetable, zeolite

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน abhichard_n@hotmail.co.th

1. บทนำ

ผักบุ้งจีน (*Ipomoea aquatica* Forsk.) เป็นผักที่ประชาชนนิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารสูง ประกอบไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายหลายชนิด โดยเฉพาะวิตามินเอที่ช่วยบำรุงสายตาได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ผักบุ้งยังประกอบด้วยแคลเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามินซีในปริมาณสูง [1] ผู้บริโภคสามารถนำผักบุ้งมาประกอบอาหารได้หลายชนิด เช่น แกงเทโพ แกงส้ม ผัดผักบุ้งไฟแดง และบริโภคเป็นผักเครื่องเคียงกับน้ำพริกหรือส้มตำ เป็นต้น [2] การปลูกผักบุ้งจีนเพื่อการค้าในประเทศไทยพบว่าในปี 2558 ประเทศไทยมีเนื้อที่เพาะปลูกผักบุ้งจีนทั้งหมด 51,336 ไร่ มีเนื้อที่เก็บเกี่ยวผลผลิต 45,348 ไร่ และมี

ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ทั้งประเทศ 47,955 ตัน [3] อย่างไรก็ตามการบริโภคผักในปัจจุบันอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคจากสารเคมีที่ใช้ในขั้นตอนการผลิต เช่น ปุ๋ยเคมี สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช และสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เป็นต้น [4] โดยเฉพาะสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่มักตรวจพบว่ามีสารพิษตกค้างในผักมากเกินมาตรฐาน และบางครั้งยังตรวจพบสารพิษที่ห้ามใช้ทางการเกษตรที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม จากข้อมูลการสำรวจของเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในปี 2555 พบว่าผักที่ประชาชนนิยมบริโภคทั่วไป 7 ชนิดที่วางจำหน่ายในห้างสรรพสินค้า ตลาดสด และรถเร่ในพื้นที่ของกรุงเทพมหานคร ได้แก่ ถั่วฝักยาว กะหล่ำปลี คะน้า ผักกาดขาว พริก ผักชี และผักบุ้งจีน มีสารพิษตกค้างรวมทั้งสิ้น 14 ชนิด ซึ่งในจำนวนนี้มีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชถึง 10 ชนิดที่อยู่ในรายการเฝ้าระวังของกรมวิชาการเกษตร [5] ปัจจุบันกระแสการบริโภคผักอินทรีย์ได้แพร่หลายและเป็นที่นิยมสูงในหมู่ผู้บริโภค เนื่องจากผู้บริโภคหันมาให้ความสำคัญกับสุขภาพ พิษภัยของสารเคมี และปัญหาความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศมากยิ่งขึ้น การผลิตผักอินทรีย์จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรสามารถนำมาปรับใช้เพื่อการผลิตผักจำหน่ายภายในประเทศและสามารถส่งออกทำรายได้เพิ่มมากขึ้นได้ [6]

สารซีโอไลต์ (zeolite) เป็นสารอินทรีย์เป็นแร่อะลูมิโนซิลิเกตชนิดหนึ่งที่สามารถดูดซับน้ำและธาตุอาหารในดินได้มาก ซึ่งช่วยลดการชะล้างธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญต่อพืชให้น้อยลง โดยเฉพาะไนโตรเจน และโพแทสเซียม [7] รวมทั้งส่งเสริมการสลายตัวของหินฟอสเฟตทำให้ระดับของฟอสฟอรัสในรูปที่พืชดูดใช้ประโยชน์ได้เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากซีโอไลต์สามารถแลกเปลี่ยนประจุบวกได้สูง ดังนั้นการเติมซีโอไลต์ให้แก่ดินจึงเป็นการเพิ่มสมรรถนะของดินในการอุ้มน้ำและธาตุอาหาร เมื่อซีโอไลต์สลายตัวจะปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมาอีกหลายชนิดซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส และธาตุอาหารเสริมอื่นๆ เป็นต้น [8]) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักบุ้งจีนอินทรีย์ที่ผลิตโดยการใช้สารซีโอไลต์

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาการผลิตผักบุ้งจีนอินทรีย์โดยการใช้สารซีโอไลต์วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลองจำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยอัตราการใช้สารซีโอไลต์ 5 กรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใช้สารซีโอไลต์ (วิธีควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 ใช้สารซีโอไลต์อัตรา 250 กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธีที่ 3 ใช้สารซีโอไลต์อัตรา 500 กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธีที่ 4 ใช้สารซีโอไลต์อัตรา 750 กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธีที่ 5 ใช้สารซีโอไลต์อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

2.1 การปลูกและการดูแลรักษา

2.1.1 การเตรียมแปลง โดยการไถดะ ไถแปร และไถพรวน ยกแปลงขนาด 1×5 เมตร เว้นระยะระหว่างแปลง 0.5 เมตร กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยคอกพร้อมการเตรียมดินอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนกรรมวิธีที่ 2-5 ใส่ปุ๋ยคอกพร้อมการเตรียมดินอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ และคลุกเคล้าสารซีโอไลต์พร้อมกับปุ๋ยคอกตามอัตราที่ใช้ทดลองแต่ละกรรมวิธี นอกจากนี้ทุกกรรมวิธีใส่ปูนขาวอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดิน

2.1.2 การปลูกและการปฏิบัติรักษา หว่านเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีนแปลงละ 60.6 กรัม (กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.) จากนั้นให้น้ำแบบฝนเทียมวันละ 2 ครั้ง เช้า และบ่าย กำจัดวัชพืชโดยใช้จอบดายและถอนด้วยมือ ป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูโดยใช้สารสกัดใบยาสูบ ซึ่งได้จากการหมักใบยาสูบ 100 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร หมักทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาฉีดพ่นทุกๆ 5 วัน และเก็บเกี่ยวผลผลิตของผักบุ้งจีนเมื่อมีอายุ 25 วันหลังปลูก

2.2 การบันทึกข้อมูล บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักบุ้งจีนดังนี้

2.2.1 ความสูงลำต้น สุ่มวัดความสูงต้นจากพื้นดินถึงข้อสุดของยอดใบเมื่อผักบุ้งจีนมีอายุ 25 วันหลังปลูก จำนวน 20 ต้นต่อแปลง

2.2.2 เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น สุ่มวัดวัดกึ่งกลางลำต้นเมื่อผักบุ้งจีนมีอายุ 25 วันหลังปลูก จำนวน 20 ต้นต่อแปลง

2.2.3 จำนวนใบ สุ่มนับจำนวนใบต่อต้นเมื่อผักบุ้งจีนมีอายุ 25 วันหลังปลูก จำนวน 20 ต้นต่อแปลง

2.2.4 ความกว้างใบ สุ่มวัดความกว้างใบตามแนวกว้างของใบช่วงกลางใบ ใบที่ใช้วัดเป็นใบกึ่งแก่จำนวน 3 ใบต่อต้น เมื่อผักบุ้งจีนมีอายุ 25 วันหลังปลูก จำนวน 20 ต้นต่อแปลง

2.2.5 ความยาวใบ สุ่มวัดความยาวใบจากโคนใบถึงปลายใบ ใบที่ใช้วัดเป็นใบกึ่งแก่จำนวน 3 ใบต่อต้น เมื่อผักบุ้งจีนมีอายุ 25 วันหลังปลูก จำนวน 20 ต้นต่อแปลง

2.2.6 น้ำหนักสด สุ่มชั่งน้ำหนักต้นรวมรากเมื่อผักบุ้งจีนมีอายุ 25 วันหลังปลูก จำนวน 20 ต้นต่อแปลง

2.2.7 ผลผลิตต่อแปลง ชั่งน้ำหนักผลผลิตสดของผักบุ้งจีนต่อแปลง

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3. ผลการวิจัย

จากการศึกษาการผลิตผักบุ้งจีนอินทรีย์โดยการใช้สารซีโอไลต์ที่สถานีปฏิบัติการพืชสวน คณะเทคโนโลยี การเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีผลการศึกษาดังนี้

3.1 การเจริญเติบโตของผักบุ้งจีนอินทรีย์ จากการศึกษาการเจริญเติบโตพบว่าผักบุ้งจีนอินทรีย์ที่ปลูกโดยการใช้สารซีโอไลต์อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีความสูงต้นสูง 46.04 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปลูกผักบุ้งจีนอินทรีย์โดยการใช้สารซีโอไลต์อัตรา 250, 500 และ 750 กิโลกรัมต่อไร่ ที่มีความสูงต้น 42.69, 44.29 และ 44.57 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการปลูกผักบุ้งจีนอินทรีย์โดยไม่ใช้สารซีโอไลต์มีความสูงต้นต่ำเท่ากับ 40.08 เซนติเมตร นอกจากนี้การใช้สารซีโอไลต์อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ยังทำให้ผักบุ้งจีนอินทรีย์มีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นขนาดใหญ่เท่ากับ 5.29 มิลลิเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปลูกผักบุ้งจีนโดยการใช้สารซีโอไลต์กรรมวิธีอื่นๆ ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นสูงอยู่ในช่วง 4.86-5.18 มิลลิเมตร ส่วนการปลูกผักบุ้งจีนโดยไม่ใช้สารซีโอไลต์มีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นต่ำเท่ากับ 4.27 มิลลิเมตร เมื่อศึกษาจำนวนใบพบว่าการปลูกผักบุ้งจีนอินทรีย์โดยการใช้สารซีโอไลต์ทุกกรรมวิธีมีจำนวนใบสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติอยู่ในช่วง 9.51-10.47 ใบต่อต้น ในขณะที่การปลูกผักบุ้งจีนอินทรีย์โดยไม่ใช้สารซีโอไลต์มีจำนวนใบต่ำสุดเท่ากับ 8.30 ใบต่อต้น การปลูกผักบุ้งจีนอินทรีย์โดยการใช้สารซีโอไลต์อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีความยาวใบสูง 14.37 เซนติเมตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปลูกโดยการใช้สารซีโอไลต์อัตรา 250, 500 และ 750 กิโลกรัมต่อไร่ ที่มีความยาวใบ 12.10, 12.66 และ 12.97 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนการปลูกผักบุ้งจีนโดยไม่ใช้สารซีโอไลต์มีความยาวใบต่ำเท่ากับ 11.16 เซนติเมตร สำหรับความกว้างใบพบว่าการปลูกผักบุ้งจีนอินทรีย์ทุกกรรมวิธีมีความกว้างใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 อัตราการใช้สารซีโอไลต์ต่อความสูงต้น เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบ ความยาวใบ และความกว้างใบของผักบุ้งจีนอินทรีย์

กรรมวิธี	ความสูงต้น (ซม)	เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (มม)	จำนวนใบ (ใบ/ต้น)	ความยาวใบ (ซม)	ความกว้างใบ (ซม)
ไม่ใช้สารซีโอไลต์	40.08 [b]	4.27 [b]	8.30 [b]	11.16 [b]	2.65
ใช้สารซีโอไลต์อัตรา 250 กก/ไร่	42.69 [ab]	4.86 [a]	9.51 [a]	12.10 [ab]	2.73
ใช้สารซีโอไลต์อัตรา 500 กก/ไร่	44.29 [ab]	5.11 [a]	10.25 [a]	12.66 [ab]	2.77
ใช้สารซีโอไลต์อัตรา 750 กก/ไร่	44.57 [ab]	5.18 [a]	10.39 [a]	12.97 [ab]	2.88
ใช้สารซีโอไลต์อัตรา 1,000 กก/ไร่	46.04 [a]	5.29 [a]	10.47 [a]	14.37 [a]	2.02
F-test	*	*	*	*	ns
C.V. (%)	6.70	9.74	6.43	11.07	10.67

ns = ไม่แตกต่างทางสถิติ; * = แตกต่างกันทางสถิติที่ P≤0.05

ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

3.2 ผลผลิตของผักบุ้งจีนอินทรีย์ การปลูกผักบุ้งจีนอินทรีย์โดยการใช้สารซีโอไลต์อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่มีน้ำหนักสดสูงสุด 14.10 กรัมต่อต้น รองลงมาคือการปลูกโดยการใช้สารซีโอไลต์อัตรา 750, 500 และ 250 กิโลกรัมต่อไร่ที่มีน้ำหนักสดเท่ากับ 11.09, 9.49 และ 8.98 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ในขณะที่การปลูกผักบุ้งจีนโดยไม่ใช้สารซีโอไลต์มีน้ำหนักสดต่ำสุด 7.08 กรัมต่อต้น เมื่อศึกษาผลผลิตต่อแปลงพบว่าการปลูกผักบุ้งจีนอินทรีย์โดยการใช้สารซีโอไลต์อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ให้ผลผลิตต่อแปลงสูง 8.97 กิโลกรัม ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการปลูกผักบุ้งจีนอินทรีย์โดยการใช้สารซีโอไลต์อัตรา 250, 500 และ 750 กิโลกรัม ที่มีนผลผลิตต่อแปลงเท่ากับ 7.70, 7.45 และ 7.05 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนการปลูกผักบุ้งจีนโดยไม่ใช้สารซีโอไลต์มีผลผลิตต่อแปลงค่อนข้างต่ำเท่ากับ 6.14 กิโลกรัม (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 อัตราการใช้สารซีโอไลต์ต่อน้ำหนักสด และผลผลิตต่อแปลงของผักบุ้งอินทรีย์

กรรมวิธี	น้ำหนักสด (ก/ต้น)	ผลผลิตต่อแปลง (กก/แปลง)
ไม่ใช้สารซีโอไลต์	7.08 [d]	6.14 [b]
ใช้สารซีโอไลต์อัตรา 250 กก/ไร่	8.98 [c]	7.05 [ab]
ใช้สารซีโอไลต์อัตรา 500 กก/ไร่	9.49 [bc]	7.45 [ab]
ใช้สารซีโอไลต์อัตรา 750 กก/ไร่	11.09 [b]	7.70 [ab]
ใช้สารซีโอไลต์อัตรา 1,000 กก/ไร่	14.10 [a]	8.97 [a]
F-test	*	*
C.V. (%)	10.50	15.67

* =แตกต่างกันทางสถิติที่ P≤0.05

ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

4. สรุปผลและอภิปรายผล

4.1 สรุป

จากการศึกษาการผลิตผักบุ้งจีนอินทรีย์โดยการใช้สารซีโอไลต์สามารถสรุปได้ว่าผักบุ้งจีนอินทรีย์ที่ปลูกโดยการใช้สารซีโอไลต์ทุกอัตรา ได้แก่ 250, 500, 750 และ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่มีการเจริญเติบโตและผลผลิต ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบ ความยาวใบ น้ำหนักสด และผลผลิตต่อแปลงสูงกว่าการไม่ใช้สาร ซีโอไลต์ อย่างไรก็ตามหากเกษตรกรต้องการนำซีโอไลต์ไปใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตผักบุ้งจีนอินทรีย์ควรเลือกใช้สาร ซีโอไลต์ที่อัตรา 250 กิโลกรัมต่อไร่ เพราะใช้สารซีโอไลต์อัตรา 250 กิโลกรัมต่อไร่ทำให้ผักบุ้งจีนอินทรีย์มีการเจริญเติบโตและผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้สารซีโอไลต์อัตรา 500, 750 และ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ และที่สำคัญสามารถลดต้นทุนได้มากกว่าการใช้ซีโอไลต์กรรมวิธีอื่นๆ

4.2 อภิปรายผล

จากผลการศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตพบว่าผักบุ้งจีนอินทรีย์ที่ปลูกโดยการใช้สารซีโอไลต์ทุกอัตรามีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่าการไม่ใช้สารซีโอไลต์ เนื่องจากสารซีโอไลต์สามารถดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้มาก ซึ่งช่วยลดการชะล้างธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญต่อพืชให้น้อยลง โดยเฉพาะไนโตรเจน และโพแทสเซียม [7] รวมทั้งสามารถส่งเสริมการสลายตัวของหินฟอสเฟต

ทำให้ระดับของฟอสฟอรัสในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้เพิ่มมากขึ้น เพราะสารซีสารโอไลต์มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง (cation exchange capacity: CEC) ดังนั้นการเติมสารซีโอไลต์ให้แก่ดินจึงเป็นการเพิ่มสมรรถนะของดินในการอุ้มน้ำและธาตุอาหารพืช เมื่อสารซีโอไลต์สลายตัวจะปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมาอีกหลายชนิดซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และแมงกานีส [8] จากคุณสมบัติดังกล่าวของสารซีโอไลต์จึงอาจทำให้ผักบุ้งจีนที่ปลูกโดยการใช้สารซีโอไลต์ทุกกรรมวิธีมีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงกว่าผักบุ้งจีนที่ปลูกโดยไม่ใช้สารซีโอไลต์ สอดคล้องกับผลการศึกษาของภัสสมณฑ์ (2543) ที่รายงานว่าการใช้สารซีโอไลต์ทำให้ข้าวโพดหวานมีขนาดของลำต้นใหญ่ขึ้น อายุการออกดอกตัวผู้และตัวเมียเร็วขึ้น ขนาดของฝักใหญ่ขึ้น น้ำหนักของฝักเพิ่มขึ้น และความหวานของเมล็ดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้สารซีโอไลต์ ซึ่งการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพผลผลิตของข้าวโพดหวานจะเพิ่มขึ้นเมื่อใส่สารซีโอไลต์เพิ่มขึ้น [9] และเป็นไปในทิศทางเดียวกับร่วมจิตร (2543) ที่รายงานว่าการฉีดพ่นสารซีโอไลต์ทำให้ถั่วเหลืองฝักสดมีผลผลิตและคุณภาพฝักสดสูงกว่าการไม่ฉีดพ่นสารซีโอไลต์ [10]

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอบขอบพระคุณสถานีปฏิบัติการพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาที่สนับสนุนพื้นที่ วัสดุ และอุปกรณ์เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สุรีรัตน์ แซ่ลิ้ม, 2547, การวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ในผักบุ้งจีนที่รดด้วยสารต่างชนิดโดยวิธี วีสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี, โปรแกรมวิชาเคมี สถาบันราชภัฏนครปฐม.

[2] พรพรรณ สุรการพินิจ, 2555, ผลของน้ำธรรมชาติและวันปลูกต่อการเจริญเติบโตและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักบุ้ง, ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[3] กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560, “รายงานข้อมูลภาวะการผลิตผักบุ้งจีนปีการเพาะปลูก 2559,” http:// production.doae.go.th/report/report_main2.php?report_type=1 [9 พฤษภาคม 2560].

[4] ยุพารัตน์ มังคละศรี, 2554, ทัศนคติของผู้ประกอบการโรงแรมบูติกในจังหวัดเชียงใหม่ต่อผู้อินทรีย์, ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[5] นันทิรา หงษ์ศรีสุวรรณ์, 2557, ความปลอดภัยจากสารเคมีตกค้างในผักปลอดสาร, มฉก. วิชาการ, 18 (35), 107-117.

[6] คริษฐ์สพล หนูพรหม, 2558, การผลิตผักอินทรีย์, วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี, 23 (6), 955-969.

[7] ร่วมจิตร นกเขา, ถิรายุทธ์ วิจิตรภาพ และอภิชาติ ครุฑสุวรรณ, 2556, “คุณภาพเมล็ดพันธุ์แตงกวาที่ผลผลิตภายใต้ระบบเกษตรอินทรีย์,” รายงานการประชุมทางวิชาการเมล็ดพันธุ์พืชแห่งชาติ ครั้งที่ 20, 1-14.

[8] สุจยา ฤทธิศร, อรวรรณ ชื่นคุ้ม, เดชา นาวานุเคราะห์ และจุไรรัตน์ ดวงเดือน, 2550, การใช้จุลินทรีย์และซีโอไลต์ในการลดปริมาณไนโตรเจนจากการเลี้ยงปลาดุกระบบปิด, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[9] ภัสสมณฑ์ เอี่ยมเข่ง, 2543, ผลของสารซีโอไลต์ต่อผลผลิตและคุณภาพของข้าวโพดหวานลูกผสมที่ปลูกในฤดูแล้งและฤดูฝน, ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[10] ร่วมจิตร นกเขา, 2543, ผลของการใช้สารซีโอไลต์ สารป้องกันกำจัดแมลง และสารสกัดจากเมล็ดสะเดาที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของถั่วเหลืองฝักสด, ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชนิดและอายุของพืชหลักที่มีการปลูกแซมด้วยกล้วยไข่ ในจังหวัดจันทบุรี

The Kinds and Ages of Main Crops as Intercropping with Emperor Bananas in Chanthaburi.

ชัยวัฒน์ มครเพศ มาโนชญ์ กูลพฤกษี และสัมพันธ์ เซาะจอหอ

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี

บทคัดย่อ

ดำเนินการศึกษาโดยการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไข่ในบางพื้นที่เป้าหมายของ จ.จันทบุรี ได้แก่ อ.แก่งหางแมว ในพื้นที่ ต.ขุนซ่อง ต.พวา ต.เขาวงกต อ.นายายอาม ในพื้นที่ ต.วังใหม่ อ.ท่าใหม่ ในพื้นที่ ต.ทุ่งเบญจา และอ.เขาคิชฌกูฏในพื้นที่ ต.คลองพลู ต.พลวง ต.จันทเขลม ต.ชากไทย ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ 2554 จำนวนรวม 80 ราย พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่คือประมาณ 85.7% มีการปลูกกล้วยไข่เป็นพืชแซมในพืชหลัก โดย 31.2% ปลูกกล้วยไข่แซมในสวนทุเรียน รองลงไปได้แก่การปลูกกล้วยไข่แซมในมังคุด เงาะ และลองกอง ซึ่งมีปริมาณคิดเป็น 25.7% 13.8% และ 11.9% ตามลำดับ ในขณะที่มีการปลูกกล้วยไข่แซมในพืชอื่นค่อนข้างน้อย โดยที่อายุของพืชหลักโดยรวม ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 0-5 ปี คิดเป็น 36.3% รองลงไปพบว่าพืชหลักมีอายุอยู่ระหว่าง 6-10 ปี คิดเป็น 20.0%

คำสำคัญ : กล้วยไข่; พืชหลัก; การปลูกแซม

Abstract

The study was conducted by interviewing emperor banana growers in some target area of Chanthaburi province, i.e. Tambol Khun Song, Tambol Pha Wa, Tambol Kao Wong Kod in Kang Hang Maew District, Tambol Wang Mai in Na Yai Am District, Tambol Tung Banja in Tha Mai District, Tambol Klong Plu, Tambol Phlung, Tambol Chanta Klam, Tambol Chag Thai in Khitchakut District in February 2011 for 80 samples. There found that most farmers are estimated 85.7% to have grown emperor bananas as the main crop plants. By 31.2% grow emperor bananas in the durian orchard, subsequent to the planting of emperor bananas in orchards of mangosteen, rambutan and longkong, which accounted for 25.7%, 13.8% and 11.9%, respectively. While emperor banana planting in other crop plants was relatively little. The age of the main crop plant as a whole, most of the them between 0-5 years was 36.3%, followed by the main crop plant was between 6-10 years, 20.0%.

Keywords : Emperor Banana; Main Crops; Intercropping

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน cmakhonpas@gmail.com โทร. 062 465 5354

1. บทนำ

ปัจจุบันในพื้นที่ จ.จันทบุรีเกษตรกรนิยมปลูกกล้วยไข่เป็นพืชแซมในสวนผลไม้จำนวนมาก โดยมีข้อมูลว่าในปี 2552 มีเกษตรกรที่ปลูกกล้วยไข่ถึง 5,165 ราย คิดเป็นพื้นที่ปลูกทั้งหมด 18,701 ไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่ให้ผลผลิตสามารถเก็บเกี่ยวกล้วยได้แล้ว 16,574 ไร่ โดยมีผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 1,602 กิโลกรัม ต่อไร่ คิดเป็นผลผลิตโดยรวม 26,552 ตัน มีมูลค่า 330 ล้านบาท โดยเฉลี่ยแล้วเกษตรกรใช้ต้นทุนในการผลิตเท่ากับ 6.85 บาทต่อกิโลกรัม [1] และในบ้างช่วงของรอบปีราคากล้วยไข่เพื่อการส่งออกมีราคาสูงถึง 90 บาทต่อกิโลกรัม [2] ซึ่งเกษตรกรบางรายที่ปลูกกล้วยไข่เป็นพืชแซมในสวนผลไม้เช่นในสวนทุเรียนหรือมังคุดอาจมีรายได้ถึงเดือนละ

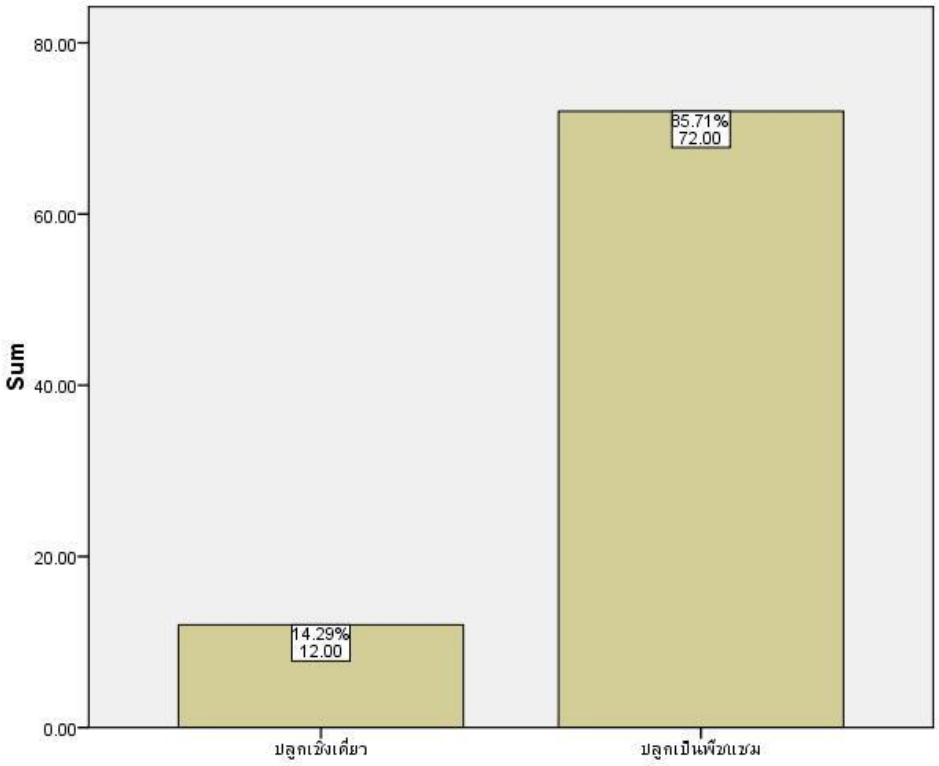
50,000 บาทจากการจำหน่ายกล้วยไข่ส่งออก [3] เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่ชัดเจนถึงลักษณะการปลูกกล้วยไข่ของเกษตรกรในจังหวัดจันทบุรี ในการที่จะได้นำไปประกอบการตัดสินในและวางแผนในการส่งเสริมและแนะนำให้กับเกษตรต่อไปของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

2. วิธีดำเนินการวิจัย

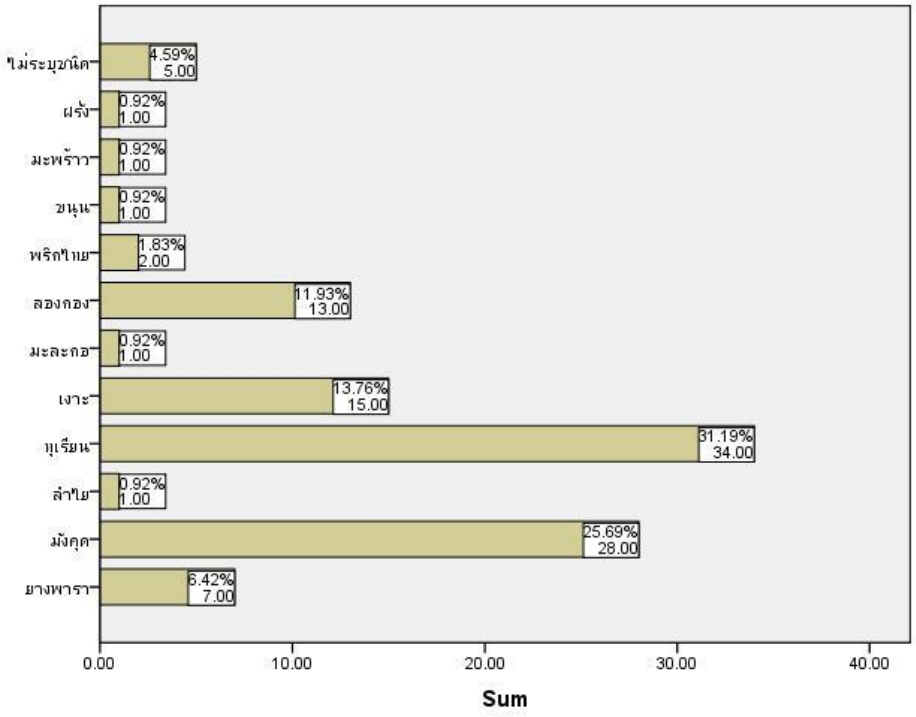
เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไข่ในพื้นที่เป้าหมายได้แก่ อ.แก่งหางแมว และอ.เขาคิชฌกฎ จ.จันทบุรี ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ 2554 จำนวนรวม 80 คน (ตามแบบสอบถามแนบ) แล้วนำเอาข้อมูลมาแจกแจงเป็นแผนภาพโดยใช้โปรแกรม SPSS v.16

3. ผลการวิจัย

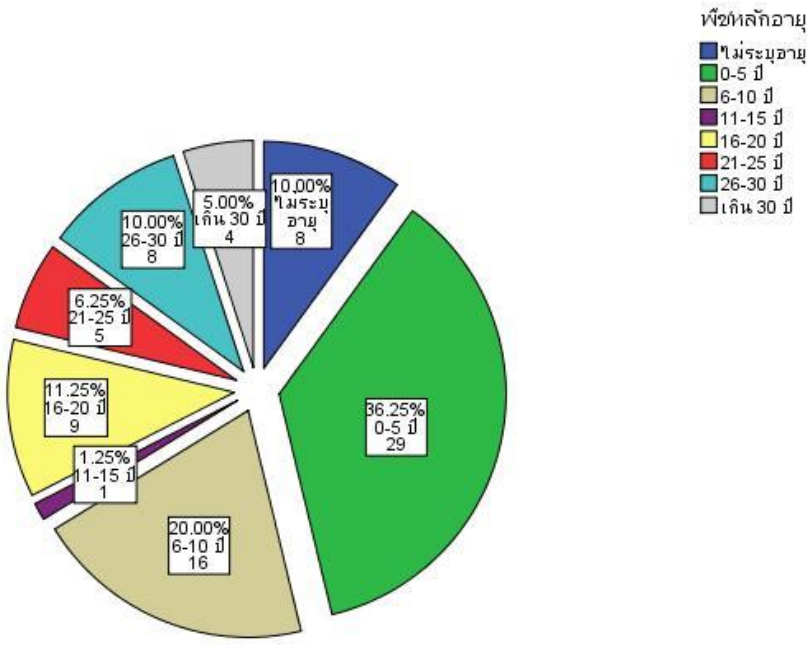
เกษตรกรส่วนใหญ่คือประมาณ 85.7% มีการปลูกกล้วยไข่เป็นพืชแซมในพืชหลัก มีเพียง 14.3% ที่ปลูกกล้วยไข่เชิงเดี่ยว (รูปที่ 1) โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายพืชหลัก ที่มีการปลูกกล้วยไข่เป็นพืชแซมนั้น พบว่า 31.2% ปลูกกล้วยไข่แซมในสวนทุเรียน รองลงไปได้แก่การปลูกกล้วยไข่แซมในมังคุด เงาะ และลองกอง ซึ่งมีปริมาณคิดเป็น 25.7% 13.8% และ 11.9% ตามลำดับ ในขณะที่มีการปลูกกล้วยไข่แซมในพืชอื่นค่อนข้างน้อย เช่น การปลูกกล้วยไข่แซมในสวนยางพารา 6.4% ปลูกแซมในสวนพริกไทย 1.8% และมีการปลูกกล้วยไข่แซมในสวนฝรั่ง มะพร้าว ขนุนเพียง 0.9% โดยมี 4.6% ที่ไม่ได้ระบุชนิดของพืชหลักซึ่งปลูกแซมด้วยกล้วยไข่ (รูปที่ 2) ในขณะที่อายุของพืชหลักโดยรวม ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 0-5 ปี คิดเป็น 36.3% รองลงไปพบว่าพืชหลักมีอายุอยู่ระหว่าง 6-10 ปี คิดเป็น 20.0% และพืชหลักที่มีอายุระหว่าง 16-20 ปี มี 11.3% โดยพืชหลักที่มีอายุ 26-30 ปี มีจำนวนเท่ากับการไม่ระบุชนิดพืชหลัก ซึ่งเท่ากับ 10.0% พืชหลักที่มีอายุ 21-25 ปี มีจำนวน 6.3% พืชหลักที่มีอายุเกิน 30 ปี มี 5.0% และพืชหลักที่มีอายุ 11-15 ปี มีเพียง 1.3% (รูปที่ 3)



รูปที่ 1 แสดงลักษณะปลูกกล้วยไข่ของเกษตรกรในจังหวัดจันทบุรี



รูปที่ 2 แสดงชนิดของพืชหลักที่มีการปลูกแซมด้วยกล้วยไข่ของเกษตรกรในจังหวัดจันทบุรี



รูปที่ 3 แสดงช่วงอายุของพืชหลักที่มีการปลูกแซมด้วยกล้วยไข่ของเกษตรกรในจังหวัดจันทบุรี

4. สรุปผลและอภิปรายผล

จากการดำเนินการเก็บข้อมูลของเกษตรกรที่ปลูกกล้วยไข่จำนวน 80 ราย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรในพื้นที่ อ.แก่งหางแมว และอ.เขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี นั้นพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีการปลูกกล้วยไข่เป็นพืชแซม ซึ่งส่วนใหญ่พืชหลักจะเป็นแปลงไม้ผล ได้แก่ ทุเรียน มังคุด เงาะ และลองกอง ในขณะที่พืชหลักชนิดอื่น เช่น ยางพารา พริกไทย มีการปลูกกล้วยไข่แซมค่อนข้างน้อย ในขณะที่การ

ปลูกกล้วยไข่ของเกษตรกรในพื้นที่อื่นๆ เช่นที่ จ.กำแพงเพชร นั้นส่วนใหญ่จะมีการปลูกกล้วยไข่แบบพืชเชิงเดี่ยวแบบพืชหลัก เหตุที่การปลูกกล้วยไข่ของเกษตรกรในพื้นที่ จ.จันทบุรีส่วนใหญ่เป็นพืชแซมน่าจะเนื่องมาจากในพื้นที่นี้มีสภาพความเหมาะสมในการปลูกไม้ผลยืนต้นเขตร้อนชื้น พวก ทุเรียน มังคุด เงาะ ลองกอง มาก่อน กล้วยไข่ซึ่งเป็นพืชที่แม้จะมีการนำมาปลูกในพื้นที่มาหลายสิบปี แต่ก็ปลูกในสวนปะปนกับกล้วยชนิดอื่น เช่นกล้วยหอม กล้วยน้ำว้า เป็นต้น การปลูกกล้วยไข่ใน จ.จันทบุรี พึ่งจะมีกระแสปลูกเพิ่มขึ้นในช่วงราวไม่ถึงสิบปีที่ผ่านมา เนื่องจากมีช่องทางการส่งออกไปจีน แต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรใน จ.จันทบุรี ก็มีส่วนน้อยที่ปลูกกล้วยไข่ในแปลงแบบเชิงเดี่ยว ส่วนใหญ่ยังคงปลูกไม้ผลเป็นพืชหลัก แต่นำมากล้วยไข่มาปลูกเป็นพืชแซมเพื่อเสริมรายได้อีกทางหนึ่ง ถึงแม้ว่าการปลูกกล้วยไข่แบบพืชแซมในแปลงปลูกพืชหลัก ซึ่งส่วนใหญ่มักจะเป็นแปลงไม้ผลนั้น จะก่อให้เกิดอุปสรรคในแง่ของการจัดการการบังแสงของพืชหลัก ทำให้ต้นกล้วยไข่สูง ไม่สะดวกต่อการห่อผลและการเก็บเกี่ยวอยู่บ้าง แต่ข้อดีของการปลูกแบบผสมผสานนี้ ก็มีเช่นในแง่ของการที่กล้วยไข่ได้รับน้ำและปุ๋ยจากการที่เกษตรกรจัดการให้กับพืชหลักอยู่แล้ว และในแง่ของการที่พืชหลักช่วยบังกระแสลมแรง ที่จะมีผลทำให้ใบกล้วยแตกกระทบกับผลผลิต และเกิดการหักล้มเสียหายได้ โดยทั่วไปเกษตรกรในจังหวัดจันทบุรีนิยมปลูกกล้วยไข่แซมในสวนผลไม้มากกว่าพืชหลักชนิดอื่น ซึ่งสอดคล้องกับการเก็บข้อมูลในครั้งนี้ เนื่องจากการปลูกกล้วยไข่ในพืชอื่นเช่นยางพารา นั้นสามารถทำได้ในระยะเวลาที่จำกัด ในช่วงระยะเวลาแค่ 3 ปีแรก เพราะหลังจากที่ต้นยางพาราโตกว่านี้ จะบังแสงจนไม่สามารถปลูกกล้วยไข่ได้อีกต่อไป [2]

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเกษตรกรที่ปลูกกล้วยไข่ ในพื้นที่อำเภอแก่งหางแมว อำเภอเขาคิชกูฏ ที่ร่วมให้ข้อมูลในการทำการวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] เทคโนโลยีชาวบ้าน. 2554."จันทบุรี" ส่งเสริมปลูกกล้วยไข่ (ผสมผสาน-เชิงเดี่ยว) ได้ผลผลิตสูง คุณภาพดี มาตรฐานส่งออก.วันที่ 01 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 ปีที่ 23 ฉบับที่ 496.

[2] สำนักข่าวไอเอ็นเอ็น. 2558. กล้วยไข่จันทบุรีราคาพุ่งสูงในรอบ10 ปี-90/กก.ข่าวภูมิภาค www.innnews.co.th/shownews/show?newscode=536686 [11 พฤษภาคม 2557]

[3] สำนักข่าวไทย. 2558. เกษตรทำเงิน : เทคนิคปลูกกล้วยไข่ส่งออกต้นทุนต่ำ. ostatic.tnamcot.com/content/tag/เกษตรทำเงิน/page/14 [24 มีนาคม พ.ศ.2558]

[4] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8. 2558. ทางเลือกการปลูกพืชแซมยาง พืชร่วมยาง และกิจกรรมเสริมรายได้ของชาวสวนยาง. http://www.doa.go.th/share/attachment.php?aid=1193 [28 มีนาคม พ.ศ. 2558]

การยอมรับการส่งเสริมการสร้างตราสินค้าของชาวนา ในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา

Acceptance of Promoting the create branded goods of farmers in Chalae Sub-district, Singhanakhon District, Songkhla Province

ปริยากร บุญส่ง *

โปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) สภาพสังคมและเศรษฐกิจของชาวนา (2) การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมในการผลิต และ (3) การยอมรับการส่งเสริมการสร้างตราสินค้าของชาวนา ในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา กลุ่มตัวอย่างคือชาวนาที่ได้รับการส่งเสริม จำนวน 150 คน โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ใช้ค่าสถิติอย่างง่าย เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุดต่ำสุด และค่าร้อยละ และ การวิเคราะห์ SWOT Analysis ผลการศึกษาพบว่า ชาวนาส่วนใหญ่เป็นเพศชาย นับถือศาสนาพุทธ มีสถานภาพสมรสและมีการศึกษาในระดับประถมศึกษา ไม่มีอาชีพเสริมอื่นๆ ส่วนใหญ่มีรายได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท และมีหนี้สินมากกว่า 50,000 บาท มีจุดแข็ง คือ มีความรู้และประสบการณ์ในการทำนามาก ปัจจัยการผลิตเพียงพอ มีความรู้ความสามารถในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช มีการรวมกลุ่มของเกษตรกร ผู้นำมีความเข้มแข็ง และสามารถผลิตและแปรรูปสินค้าเกษตรเองได้ภายในกลุ่ม มีจุดอ่อนคือ ชาวนาส่วนใหญ่มีอายุมาก ลูกหลานหรือแรงงานในครอบครัวไม่สนใจในการทำนา ผลผลิตต่อไร่ตกต่ำ บรรจุภัณฑ์ไม่สวยงามเมื่อเปรียบเทียบกับคู่แข่ง ไม่มีตราสินค้าที่เป็นเอกลักษณ์ระบุชัดเจน โอกาสของชาวนาคือ สภาพแวดล้อมเอื้ออำนวยในการทำนา มีระบบน้ำและชลประทาน หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและภาครัฐสนับสนุนให้การช่วยเหลือ มีอุปสรรคหรือข้อจำกัดคือ ในท้องถิ่นมีข้าวที่มีชื่อเสียงหลายชนิด คู่แข่งมีเงินทุนในการผลิตสูง เครื่องจักรมีราคาแพง ในภาพรวมชาวนามีการยอมรับการส่งเสริมการสร้างตราสินค้าเกษตรในระดับการไตร่ตรอง

คำสำคัญ : การยอมรับ, การส่งเสริม, ตราสินค้า

Abstract

This research aimed to study (1) the status of economic and social development of farmers. (2) Analysis of SWOT. And (3) Acceptance of the promotion of branding in Chalae Sub-district, Singhanakhon District, Songkhla Province. The research method was based on structured interviews. The participants of the sample were 150 farmers. The statistics tool such as mean, maximum, minimum, average, and percentage and SWOT Analysis. The study found that most of the farmers were male. There were Buddhists. There were married and primary education. average income was less than or equal to 10,000 baht per month and had debts of over 50,000 baht. The strength was the knowledge and experience of farming. Enough inputs Knowledgeable in pest control. There was a group of farmers. Leadership is strong. And can produced and processing agricultural products within the group. The weakness was that most of the farmers were very old. Descendants were not interested in farming. Low yield per rai. Packaging was not beautiful to compare with competitors. There was no distinct brand identity.

Opportunity of the peasants. Environment conducive to farming. Water and irrigation systems Relevant agencies and public sector support. Threats were famous competitors. Competitors have high capital to produce. Machinery was expensive In the overall picture, farmers were recognizing the promotion of agricultural branding at the level of deliberation. The Adoption of Promoting was evaluated.

Keywords : Acceptance, Promoting, branding

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน priyakorn_bs@hotmail.com

1. บทนำ

การทำนาเป็นอาชีพที่เคียงคู่กับสังคมไทยมาอย่างช้านาน มีการทำนากระจายอยู่ทุกภูมิภาคของประเทศ ภาคใต้แม้ว่าจะพื้นที่การทำนาค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับภูมิภาคอื่นๆ แต่ก็มีการทำนากระจายอยู่ทั่วทุกจังหวัด จังหวัดสงขลานับเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีการปลูกข้าวเชิงพาณิชย์ที่สำคัญในภาคใต้ มีการทำทั้งนาปีปละนาปรัง ในปีการเพาะปลูก พ.ศ. 2556 การผลิตข้าวนาปี มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปี 230,998 ไร่ และพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปรัง 126,942 ไร่ มีจำนวนชาวนาที่เพาะปลูกข้าวนาปีจำนวน 19,616 ครัวเรือน และปลูกข้าวนาปรังจำนวน 5,636 ครัวเรือน มีผลผลิตข้าวนาปรังเฉลี่ย 620 กิโลกรัม/ไร่ อำเภอสิงหนครนับเป็นแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญแหล่งหนึ่งของจังหวัดสงขลา เกษตรกรส่วนใหญ่ยึดการทำนาเป็นอาชีพหลักกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ทั้ง 9 ตำบล ในปีการเพาะปลูก พ.ศ. 2555 การผลิตข้าวนาปี มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปี 24,406 ไร่ และพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปรัง 2,989 ไร่ มีจำนวนเกษตรผู้เพาะปลูกข้าวนาปีจำนวน 1,792 ครัวเรือน และปลูกข้าวนาปรังจำนวน 253 ครัวเรือน มีการเพาะปลูกข้าวทั้งพันธุ์ส่งเสริมและพันธุ์พื้นเมือง ตลอดจนการปลูกข้าวอินทรีย์ รวมทั้งมีการรวมกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพื่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์ผลผลิตเบื้องต้น นับเป็นอำเภอที่มีความเข้มแข็งในการเพาะปลูกข้าว [1] ตำบลชะแล้นับเป็นตำบลหนึ่งที่เป็นแหล่งปลูกข้าวสำคัญของอำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ปลูกข้าวพื้นเมืองเป็นส่วนใหญ่ [2] ผลผลิตข้าวที่ผลิตได้ในตำบลมีการเก็บไว้ในการบริโภคในครัวเรือน และการจำหน่าย ลักษณะการจำหน่ายข้าวในพื้นที่นั้น มีทั้งลักษณะการจำหน่ายข้าวเปลือกให้โรงสี การจำหน่ายในลักษณะที่คู่ค้าใช้รถเกี่ยวข้าวมาเก็บผลผลิตเองในที่นา และการสีข้าวเป็นข้าวสารจำหน่ายเองโดยการรวมกลุ่มของชาวนา การจำหน่ายเป็นการใช้บรรจุภัณฑ์อย่างง่าย เป็นการใส่ถุงพลาสติกแล้วปิดปากถุง ไม่มีรายละเอียดของสินค้า มีการระบุตราสินค้าหรือข้อมูลรายละเอียดอื่นๆ สำหรับให้ผู้บริโภคติดต่อหากมีการซื้อซ้ำค่อนข้างน้อย ในขณะที่แบรนด์หรือตราสินค้านับว่ามีความสำคัญอย่างอย่างยิ่งที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้สินค้าเกษตรได้

การสร้างมูลค่าเพิ่มสินค้าเกษตร หมายถึง การนำผลิตผลทางการเกษตรมาแปรสภาพจากลักษณะเดิมไปเป็นกระบวนการผลิตไม่ซับซ้อน ซึ่งอาจเกิดจากการแปรสภาพตามธรรมชาติให้ต่างไปจากเดิมเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งมีทั้งสินค้าเกษตรด้านที่ไม่ใช่อาหารและด้านอาหาร วิธีการสร้างมูลค่าเพิ่มสินค้าเกษตรโดยการการสร้างแบรนด์คือ มีตราสินค้าหรือเครื่องหมายของสินค้า ทำให้เรามีความภาคภูมิใจในสินค้าและเกิดความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาสินค้า ทำให้เกิดความเป็นเอกลักษณ์ และลดการเลียนแบบสินค้า ทำให้ผู้ซื้อจดจำสินค้าของเราได้ทำให้เกิดความเป็นเอกลักษณ์ และลดการเลียนแบบสินค้า [3]

คณะเทคโนโลยีการเกษตรมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาเล็งเห็นความสำคัญดังกล่าวจึงมีการถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับการสร้างแบรนด์และกลยุทธ์ทางการตลาดแก่เกษตรกรในพื้นที่ตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา โดยผ่านโครงการบริการวิชาการของคณะ เพื่อให้เกษตรกรสามารถใช้ความรู้ดังกล่าวสร้างมูลค่าเพิ่มสินค้าเกษตรของตำบลได้ การศึกษาในครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาการยอมรับการส่งเสริมการสร้างตราสินค้าเกษตรของชาวนา ในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา เพื่อศึกษาการยอมรับหรือการตอบสนองของชาวนาในชุมชนเกี่ยวกับความรู้ที่ได้รับจากการส่งเสริม ซึ่งเป็นแนวทางในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าเกษตร สร้างผลตอบแทนที่เพิ่มขึ้น สร้างความเข้มแข็งและความยั่งยืนของชุมชนในระยาวได้ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) สภาพสังคมและเศรษฐกิจของชาวนาในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ที่ได้รับการถ่ายทอด

ความรู้หรือการส่งเสริมการสร้างแบรนด์หรือตราสินค้า (2) การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมในการผลิต (3) ระดับการยอมรับการส่งเสริมและปัญหาและอุปสรรคในการสร้างแบรนด์หรือตราสินค้าของชาวนา

2. วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษานี้ใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากชาวนา ในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา จำนวน 3 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ที่ 1, หมู่ที่ 4 และหมู่ที่ 5 ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้มีการถ่ายทอดความรู้ที่เกี่ยวข้องและได้รับการบริการวิชาการจากคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เป็นพื้นที่ในการศึกษา ใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบโควต้า (Quota sampling) ทั้งนี้ได้ข้อมูลทั้งสิ้น 150 ราย การตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษานั้น โดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence : IOC) และทดลองสัมภาษณ์ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ราย ก่อนเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์มาจัดหมวดหมู่ แจกแจงความถี่ ทำการวิเคราะห์และประมวลผลตามระเบียบทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปประยุกต์ในการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ส่วนนี้จะใช้เครื่องมือหรือค่าสถิติอย่างง่าย เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุดต่ำสุด และค่าร้อยละ ในสภาพแวดล้อมในการทำนาทั้งจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค ใช้การวิเคราะห์ SWOT Analysis ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการยอมรับของชาวนานั้น ผู้วิจัยจะกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อใช้ในการศึกษาในหัวข้อดังกล่าว เกณฑ์การให้คะแนนจะเป็นไปในลักษณะการกำหนดระดับมาตราส่วนให้เป็นไปตามค่าน้ำหนักและแปลความหมายของระดับคะแนนตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert Scale) [4]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดค่าของคะแนนในแบบสอบถามที่มีระดับการยอมรับ 5 ระดับ และกำหนดการแปลความหมายของระดับคะแนน ดังนี้

ระดับคะแนนของการยอมรับและการแปลความหมาย

ระดับการยอมรับ	ระดับคะแนนของคำถาม (คะแนน)
นำไปปฏิบัติ	5
ทดลองทำ	4
ไตร่ตรอง	3
สนใจ	2
รับรู้	1

หลังจากนั้นได้นำคะแนนมาจัดกลุ่มออกเป็น 5 ระดับ ตามคะแนนเฉลี่ย ดังนี้

$$\text{ช่วงห่างของคะแนน} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}} \quad (1)$$

$$= (5-1)/5$$

$$= 0.8$$

เกณฑ์ชี้วัด สรุปได้ดังนี้

ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าคะแนนเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.21 - 5.00 หมายความว่า มีการยอมรับในระดับการนำไปปฏิบัติ

ค่าเฉลี่ย 3.41 - 4.20 หมายความว่า มีการยอมรับในระดับการทดลองทำ

ค่าเฉลี่ย 2.61 - 3.40 หมายความว่า มีการยอมรับในระดับการไตร่ตรอง

ค่าเฉลี่ย 1.81 - 2.60 หมายความว่า มีการยอมรับในระดับการสนใจ

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.80 หมายความว่า มีการยอมรับในระดับการรับรู้

นิยามของระดับการยอมรับ

1. ขั้นการรับรู้ หมายถึง การทราบข้อมูลหรือได้รับการถ่ายทอดความรู้แต่ไม่มีความต้องการที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติมไม่มีความคิดที่จะทดลองทำ

2. ขั้นการสนใจ หมายถึง เมื่อได้รับการถ่ายทอดความรู้มีการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม มีความสนใจ มีความคิดริเริ่มที่จะทดลองทำ

3. ขั้นการไตร่ตรอง หมายถึง เมื่อได้รับการถ่ายทอดความรู้และหาข้อมูลเพิ่มเติมแล้ว มีการทดลองสร้างแบรนด์หรือตราสินค้า หรืออยู่ระหว่างการตัดสินใจใช้ความรู้ไปปฏิบัติจริง

4. ขั้นการทดลองทำ หมายถึง การใช้ความรู้ที่ได้รับปฏิบัติในการสร้างแบรนด์หรือตราสินค้า เพื่อจำหน่ายจริง ทั้งที่หยุดการปฏิบัติแล้ว หรือยังปฏิบัติอยู่แต่ยังไม่มีการปฏิบัติเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง

5. ขั้นการนำไปปฏิบัติ หมายถึง การใช้ความรู้ที่ได้รับปฏิบัติในการสร้างแบรนด์หรือตราสินค้าในการจำหน่าย เป็นประจำอย่างต่อเนื่อง

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการศึกษาสภาพสังคมและเศรษฐกิจของชาวนาในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลาที่ได้รับการถ่ายทอดความรู้หรือการส่งเสริมการสร้างแบรนด์หรือตราสินค้า

ผลการศึกษาพบว่าชาวนาในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 56.67 และเป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 43.33 ทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธ ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส คิดเป็นร้อยละ 94.67 และมีการศึกษาในระดับประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 90 ส่วนใหญ่มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน 3-5 คน คิดเป็นร้อยละ 74.00 ส่วนใหญ่มีอาชีพทำนาเพียงอย่างเดียวไม่มีอาชีพเสริมอื่นๆ มีเสริมหรืออาชีพรองเพียงร้อยละ 28.00 เท่านั้น มีพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 6.33 ไร่ ส่วนใหญ่มีรายได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 85.33 และมีหนี้สินคิดเป็นร้อยละ 87.33 มีหนี้สินมากกว่า 50,000 บาท 52.67 รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: สถานภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของชาวนา ในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา

รายการ	จำนวน (n=150)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	85	56.67
หญิง	65	43.33
อายุเฉลี่ย (ปี)	59.31	
ศาสนาพุทธ	100	100.00
สถานภาพสมรส		
สมรส	142	94.67
โสด	6	4.00
หม้าย/หย่าร้าง	2	1.33

ตารางที่ 1: สถานภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของชาวนา ในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา (ต่อ)

รายการ	จำนวน (n=150)	ร้อยละ
ระดับการศึกษา		
ประถมศึกษา	135	90.00
มัธยมศึกษาตอนต้น	8	5.33
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	4	2.67
อนุปริญญา /ปวส.	2	1.33
ปริญญาตรี	1	0.67
จำนวนสมาชิกในครัวเรือน (คน)		
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2	14	9.33
3 - 5	111	74.00
มากกว่า 5 คน	25	16.67
การมีอาชีพเสริมหรืออาชีพรอง	42	28.00
มีพื้นที่ถือครองเฉลี่ย(ไร่)	6.33	
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน (บาท)		
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000	128	85.33
10,001 – 20,000	18	12.00
20,001 – 30,000	3	2.00
30,001– 40,000	1	0.70
มีหนี้สิน	131	87.33
จำนวนหนี้สินที่มี (บาท)	(n=131)	
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000	37	28.24
10,001 – 20,000	10	6.67
20,001 – 30,000	2	1.53
30,001– 40,000	5	3.81
40,001-50,000	8	6.11
มากกว่า 50,001	69	52.67

3.2 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมในการผลิตของชาวนา ในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ที่ได้รับการถ่ายทอดความรู้หรือการส่งเสริมการสร้างแบรนด์หรือตราสินค้า

3.2.1 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายในของชาวนา

การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายใน ในการผลิตของชาวนา ซึ่งประกอบด้วย จุดแข็งและจุดอ่อน มีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์จุดแข็ง

ผลการศึกษา พบว่า ชาวนาในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ที่ได้รับการถ่ายทอดความรู้หรือการส่งเสริมการสร้างแบรนด์หรือตราสินค้า มีจุดแข็ง คือ

1. มีความรู้และประสบการณ์ในการทำนามาก
2. ปัจจัยการผลิต เช่น เมล็ดพันธุ์ น้ำ เพียงพอ
3. มีความรู้ความสามารถในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

4. มีการรวมกลุ่มของเกษตรกร

5. ผู้นำมีความเข้มแข็ง

6. สามารถผลิตและแปรรูปสินค้าเกษตรเองได้ภายในกลุ่ม

การวิเคราะห์จุดอ่อน

ผลการศึกษา พบว่า ชาวนาในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ที่ได้รับการถ่ายทอดความรู้หรือการส่งเสริมการสร้างแบรนด์หรือตราสินค้า มีจุดอ่อน คือ

1. ชาวนาส่วนใหญ่มีอายุมาก

2. ลูกหลานหรือแรงงานในครอบครัวไม่สนใจในการทำนา

3. ผลผลิตต่อไร่ตกต่ำ

4. บรรจุภัณฑ์ไม่สวยงามเพื่อเปรียบเทียบกับคู่แข่ง

5. ไม่มีตราสินค้าที่เป็นเอกลักษณ์ระบุชัดเจน

3.2.2 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายนอกของชาวนา

การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายนอก ในการผลิตของชาวนา ของชาวนา ซึ่งประกอบด้วย โอกาสและอุปสรรค มีรายละเอียดดังนี้

การวิเคราะห์โอกาส

ผลการศึกษา พบว่า ชาวนาในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ที่ได้รับการถ่ายทอดความรู้หรือการส่งเสริมการสร้างแบรนด์หรือตราสินค้า มีโอกาส คือ

1. สภาพแวดล้อมเอื้ออำนวยในการทำนา

2. มีระบบน้ำและชลประทานในพื้นที่

3. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและภาครัฐสนับสนุนและให้การช่วยเหลืออย่างเต็มที่

4. ได้รับการถ่ายทอดความรู้หรือบริการวิชาการจากหน่วยงานในท้องถิ่น เช่น คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

การวิเคราะห์อุปสรรค

ผลการศึกษา พบว่า ชาวนาในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ที่ได้รับการถ่ายทอดความรู้หรือการส่งเสริมการสร้างแบรนด์หรือตราสินค้า มีอุปสรรคหรือข้อจำกัด คือ

1. ในท้องถิ่นมีข้าวที่มีชื่อเสียงเช่นข้าวสังข์หยดพัทลุงเป็นคู่แข่งสำคัญ

2. คู่แข่งมีเงินทุนในการผลิตสูง เครื่องจักรมีราคาแพง

3.3 การยอมรับการส่งเสริมการสร้างตราสินค้าเกษตรของชาวนา ในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ที่ได้รับการถ่ายทอดความรู้หรือการส่งเสริมการสร้างแบรนด์หรือตราสินค้า

ผลการศึกษาพบว่าชาวนา ในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ที่ได้รับการถ่ายทอดความรู้หรือการส่งเสริมการสร้างแบรนด์หรือตราสินค้ามีการยอมรับการส่งเสริมดังกล่าว อยู่ในระดับการไตร่ตรองมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 32.67 รองลงมาคือในระดับทดลองคำ คิดเป็นร้อยละ 28.00 ในระดับสนใจคิดเป็นร้อยละ 22.00 ในระดับรับรู้คิดเป็นร้อยละ 11.33 และในระดับนำไปปฏิบัติน้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 6.00 มีระดับการยอมรับเฉลี่ย เท่ากับ 3.05 ซึ่งหมายความว่ามีการยอมรับการส่งเสริมการสร้างตราสินค้าเกษตรในระดับการไตร่ตรอง รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: การยอมรับการส่งเสริมการสร้างตราสินค้าเกษตรของชาวนา ในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา

ระดับการยอมรับ	จำนวน (n=150)	ร้อยละ
รับรู้	17	11.33
สนใจ	33	22.00
ไตร่ตรอง	49	32.67
ทดลองทำ	42	28.00
นำไปปฏิบัติ	9	6.00
ระดับการยอมรับเฉลี่ย	3.05	

4. สรุปและอภิปรายผล

ผลการศึกษาพบว่าชาวนาในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธ ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรสและมีการศึกษาในระดับประถมศึกษา มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 3-5 คน ส่วนใหญ่ มีอาชีพทำนาเพียงอย่างเดียวไม่มีอาชีพเสริมอื่นๆ ส่วนใหญ่มีรายได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10,000 บาท และมีหนี้สินมากกว่า 50,000 บาท ชาวนามีจุดแข็ง คือ มีความรู้และประสบการณ์ในการทำนามาก ปัจจัยการผลิต เช่น เมล็ดพันธุ์ น้ำ เพียงพอ มีความรู้ความสามารถในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช มีการรวมกลุ่มของเกษตรกร ผู้นำมีความเข้มแข็ง และสามารถผลิตและแปรรูปสินค้าเกษตรเองได้ภายในกลุ่ม มีจุดอ่อนในการผลิตคือ ชาวนาส่วนใหญ่มีอายุมาก ลูกหลานหรือแรงงานในครอบครัวไม่สนใจในการทำนา ผลผลิตต่อไร่ตกต่ำ บรรจุภัณฑ์ไม่สวยงามเพื่อเปรียบเทียบกับคู่แข่ง และไม่มีตราสินค้าที่เป็นเอกลักษณ์ระบุชัดเจน โอกาสของชาวนาคือ สภาพแวดล้อมเอื้ออำนวยในการทำนา มีระบบน้ำและชลประทานในพื้นที่ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและภาครัฐสนับสนุนและให้การช่วยเหลืออย่างเต็มที่ ได้รับการถ่ายทอดความรู้หรือบริการวิชาการจากหน่วยงานในท้องถิ่น มีอุปสรรคหรือข้อจำกัดคือ ในท้องถิ่นมีข้าวที่มีชื่อเสียง เช่น ข้าวสังข์หยดพัทลุงเป็นคู่แข่งสำคัญ คู่แข่งมีเงินทุนในการผลิตสูง เครื่องจักรมีราคาแพง ในภาพรวมชาวนามีการยอมรับการส่งเสริมการสร้างตราสินค้าเกษตรในระดับการไตร่ตรอง

ทั้งนี้การที่ชาวนาส่วนใหญ่มีการยอมรับในระดับการไตรตรองหรืออยู่ระหว่างตัดสินใจที่จะนำความรู้ดังกล่าวไปใช้ เนื่องจากราคาของเครื่องบรรจุข้าว หรือการออกแบบบรรจุภัณฑ์และตราสินค้ามีราคาแพง ต้นทุนการผลิตสูง แต่ชาวนาในพื้นที่ทั้งหมดรับรู้ เข้าใจ และเห็นด้วยกับการใช้ตราสินค้าเป็นเครื่องมือในการสร้างเอกลักษณ์และการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าของท้องถิ่น โดยชาวนาอาจนำผลผลิตที่มีคุณภาพของท้องถิ่นมาจำหน่ายภายใต้ตราสินค้าเดียวกัน เพื่อสร้างเอกลักษณ์ของตำบลชะแล้ ไม่สร้างตราสินค้าที่หลากหลายจนทำให้ผู้บริโภคสับสน หรืออาจมีการระบุชื่อของตำบลชะแล้บนบรรจุภัณฑ์ เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ปราณี เอี่ยมละออภักดี (2552) ซึ่งพบว่า การสร้างชื่อเสียงของตราสินค้าเริ่มต้นจากการสร้างเอกลักษณ์ของตราสินค้าขององค์กรให้แตกต่างจากตราสินค้าอื่นๆ ที่มีอยู่ในตลาด โดยการสร้างความเข้าใจที่ตรงกันระหว่างบุคคลภายในองค์กรเป็นอันดับแรก ก่อนดำเนินการสื่อสารไปยังกลุ่มบุคคลต่างๆ ที่อยู่ภายนอกองค์กร เพื่อให้เกิดการรับรู้ตราสินค้าและก่อให้เกิดภาพลักษณ์ต่อตราสินค้าภายในใจของบุคคล ดังนั้น เอกลักษณ์ของตราสินค้าที่ดีส่งผลต่อภาพลักษณ์ของตราสินค้าที่ดีเป็นระยะเวลาที่ยาวนานและต่อเนื่อง ก่อให้เกิดเป็นชื่อเสียงของตราสินค้าที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค [5] เช่นเดียวกับรายงานของบุริม โอทกานนท์ (2552) ซึ่งกล่าวว่า มูลเหตุหนึ่งของการที่ใครซักคนหรือบริษัทซักแห่งต้องการสร้างแบรนด์ของตนเองขึ้นมานั้นก็เพื่อต้องการให้ผู้คนรับรู้ว่า สินค้า ผลิตภัณฑ์ บริการ หรือแม้กระทั่งตัวบริษัทนั้นๆ มีความเป็นตัวตนหรืออัตลักษณ์ (Identity) ที่มีความเฉพาะตัวอย่างไร เพื่อจะให้ผู้คนจดจำได้ มองเห็นและรู้สึกถึงความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกับสินค้าและบริการที่มีรูปแบบคล้ายกันหรือเหมือนๆ กัน [6] ในขณะที่ผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของผู้บริโภคที่ซื้อสติ๊กเกอร์ไลน์ในเขตกรุงเทพมหานคร: บทบาทของเอกลักษณ์และคุณค่าตราสินค้า ของณัฐธิดา โพธิ์ประเสริฐ (2558) พบว่า ความพึงพอใจในเอกลักษณ์ตราสินค้ามีความสัมพันธ์กับคุณค่าตราสินค้า (ด้านการแสดงออก/ คุณค่าทางสังคม ด้านคุณค่าที่เป็นประโยชน์ใช้สอย ด้าน

คุณค่าทางอารมณ์ ด้านมูลค่าทางเศรษฐกิจ) และความพึงพอใจในคุณค่าตราสินค้า (ด้านการแสดงออก/ คุณค่าทางสังคม ด้านคุณค่าที่เป็นประโยชน์ใช้สอย ด้านคุณค่าทางอารมณ์ ด้านมูลค่าทางเศรษฐกิจ) มีความสัมพันธ์กับความจงรักภักดีต่อตราสินค้า [7] ดังนั้น ชาวนาในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา จึงควรใช้ความรู้ที่ได้รับการถ่ายทอดหรือการส่งเสริมการสร้างแบรนด์หรือตราสินค้าไปใช้ประโยชน์หรือต่อยอดในการสร้างแบรนด์หรือตราของข้าว หรือสินค้าทางการเกษตรอื่นๆ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่สินค้า และสร้างเอกลักษณ์ให้แก่ท้องถิ่น เพื่อช่วยสร้างรายได้ให้แก่ชาวนาในท้องถิ่นต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้ขอขอบคุณกองทุนวิจัย สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา และคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ในการสนับสนุนงบประมาณที่ใช้ในการศึกษา ขอบคุณชาวนา ในตำบลชะแล้ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลเป็นอย่างดี ขอบคุณผู้นำชุมชนที่ให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้านตลอดการลงพื้นที่เก็บข้อมูล ตลอดจนขอบคุณผู้ที่มีส่วนช่วยสนับสนุนการวิจัยทุกท่านที่ช่วยให้การวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานเกษตรจังหวัดสงขลา, 2556, “ข้อมูลข้าว”, http://www.thairice.org/ [13 พฤษภาคม 2560].

[2] คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, 2557, “สรุปผลการดำเนินงานโครงการค้นหาโจทย์วิจัย เพื่อพัฒนาเชิงพื้นที่ ABC”, รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, สงขลา, 46 น.

[3] กลุ่มส่งเสริมและพัฒนาผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชน กองส่งเสริมวิสาหกิจชุมชน กรมส่งเสริมการเกษตร, “ความสำคัญของการสร้างมูลค่าเพิ่มสินค้าเกษตร”, http://www.sceb.doae.go.th/data/ktank/ความสำคัญของการสร้างมูลค่าเพิ่มสินค้าเกษตร.pdf. [23 พฤษภาคม 2560].

[4] อรทัย เลื่อนวัน, 2555, “ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ: กรณีศึกษากรมการพัฒนาชุมชนศูนย์ราชการแจ้งวัฒนะ”. การค้นคว้าแบบอิสระ หลักสูตรปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการทั่วไป. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[5] ปราณี เอี่ยมละออภักดี, 2552, “บทบาทของเอกลักษณ์ตราสินค้าในการกำหนดความนิยมในตราสินค้าที่มีชื่อเสียง”. วารสารมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 29:3, 183-192.

[6] บุริม โอทกานนท์, 2552, “อัตตลักษณ์ของแบรนด์ (Brand Identity), http://thaifranchisedownload.com/dl/group13_6480_20140108162050.pdf. [23 พฤษภาคม 2560].

[7] ณัฐธิดา โพธิ์ประเสริฐ, 2558, “ปัจจัยที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีของผู้บริโภคที่ซื้อสติ๊กเกอร์ไลน์ ในเขตกรุงเทพมหานคร: บทบาทของเอกลักษณ์และคุณค่าตราสินค้า”การค้นคว้าแบบอิสระ หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต .มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของสารสกัดหยาบจากหนอนตายหยาก (Stemona tuberosa Lour.)

Antimicrobial activity of Crude Extract from *Stemona tuberosa* Lour.

สาโรช เจริญศักดิ์* กาญจนา ชินสำราญ และดวงสุรีย์ แสนสีระ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ กรุงเทพฯ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของสารสกัดหยาบจากหนอนตายหยาก (*Stemona* sp.) ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ เฮกเซน อะซิโตน และเอทานอล ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* บนอาหาร PDA โดยการทดสอบด้วยวิธี Paper disc diffusion ที่ระดับความเข้มข้น 500 250 125 และ 62.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าส่วนสกัดหยาบที่สกัดจากชั้นเอทานอลและอะซิโตนสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides*. ได้ดีที่สุดคือ ที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลา 10 วัน โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 45.79 เปอร์เซ็นต์ และ 39.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ : หนอนตายหยาก

Abstract

In this research work, antifungal activity of the extracts from *Stemona* sp. were studied. The roots of this plant were macerated with hexane, acetone and ethanol sequentially. Antifungal activity of plant extracts were measured by paper disc diffusion method. Determination antifungal activity against *Colletotrichum gloeosporioides* of the extracts were measured at concentration of 62.5, 125, 250 and 500 mg/ml., respectively. The ethanol exteact and acetone extract of this plant gave the highest antifungal activity against *Colletotrichum gloeosporioides* at the concentration of 500 mg/ml, for 10 days. The percentage inhibition of the ethanol extract and acetone extract of this plant were 45.79 % and 39.90 % , respectively.

Keywords : *Stemona* sp.

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน sa.charo@hothail.com โทร. 02-2879600 ต่อ 2204 และ 08-6997-4859

1. บทนำ

ปัจจุบันพบว่าการใช้สารเคมีทางการเกษตรมีผลกระทบต่อมนุษย์และสัตว์รวมถึงสภาพแวดล้อม การใช้สารสกัดจากพืชจึงมีความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตและไม่มีพิษตกค้างในธรรมชาติ พืชสมุนไพรหลายชนิดมีรายงานว่าสามารถออกฤทธิ์ในการต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยถูกนำมาใช้ในการกำจัดศัตรูพืชเพื่อทดแทนสารเคมีสังเคราะห์ในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต คาร์บาเมต ออร์กาโนคลอรีน เป็นต้น [1] ซึ่งในปีหนึ่งๆ ประเทศไทยมีการนำเข้าสารเคมีทางการเกษตรเป็นปริมาณมากกว่า 20,000 ตัน คิดเป็นมูลค่าหลายหมื่นล้านบาท [2] ประเทศไทยกำลังประสบกับปัญหาการใช้สารพิษทางการเกษตรเนื่องมาจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ในการใช้ และความรู้เกี่ยวกับผลข้างเคียงของสารพิษของผู้ใช้ และผู้เกี่ยวข้องมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นปัญหาเกี่ยวกับการใช้สารพิษทางการเกษตรจึงมีอยู่มากมาย โดยเฉพาะปัญหาการเลือกใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช [3] ดังนั้นการนำสมุนไพรซึ่งเป็นพรรณพืชที่มีอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์ในประเทศไทยมาใช้ประโยชน์โดยนำมาใช้ในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดเพื่อทดแทนการใช้สารเคมีสังเคราะห์ นอกจากจะเป็นการลดการนำเข้าสารเคมีจากต่างประเทศอันส่งผลให้เกิดการลดความขาดดุลทางการค้าแล้ว [4] ได้กล่าวถึงข้อดีของการใช้พืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชไว้ว่า สารสกัดจากพืชสมุนไพรส่วนมากมีฤทธิ์อ่อน จึงไม่เกิดพิษต่อคนและสัตว์เลี้ยง

สลายตัวได้รวดเร็วทำให้ไม่เกิดพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรจึงเป็นอีกแนวทางเลือกหนึ่งในการลดการใช้สารเคมี ลดพิษตกค้างในพืชผักและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้พืชสมุนไพรบางชนิดยังหาได้ง่ายและมีราคาถูก

เชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคแอนแทรคโนสกับพืชได้หลายชนิด ทำให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตทั้งทางปริมาณและคุณภาพ เชื้อราสาเหตุของโรคอยู่ในจีนัส *Colletotrichum* ทำให้เกิดความสูญเสียกับพืชเศรษฐกิจ โดยเชื้อราดังกล่าวมีพืชอาศัยมากถึง 470 สกุล [10] ทั้งพืชตระกูลถั่ว หญ้า พืชผัก ไม้ผล และไม้ประดับ [11] ทำให้ผลผลิตเน่าเสีย อายุการเก็บเกี่ยวสั้น ไม่สามารถขนส่งระยะไกลได้ การระบาดของโรคนี้ในประเทศไทยเกิดขึ้นรวดเร็วและรุนแรง เนื่องจากอยู่ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง [5] ลักษณะเส้นใยของเชื้อรานี้มีผนังกั้นตามขวาง (septate hypha) สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) โดยสร้าง conidia ใน fruiting body แบบ acervulus อยู่ภายใต้ชั้นผิว (epidermis) ของพืช เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม มีความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 95-97 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิช่วง 20-30 องศาเซลเซียส conidium จะสามารถงอกได้ ซึ่งจะแพร่กระจายโดยอาศัยลม น้ำฝน หรือแมลง [6]

พืชสมุนไพรที่มีผลในการป้องกันกำจัดเชื้อจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชมีหลายชนิด หนอนตายหยาก เป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Stemonaceae เป็นไม้เลื้อยหรือไม้เนื้ออ่อนที่มีรากอยู่ใต้ดินจำนวนมาก มีรูปร่างคล้ายกระสวยหรือทรงกระบอก อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม [7] เป็นพืชที่นำส่วนของรากมาใช้ประโยชน์ พบได้ในป่าทั่ว ๆ ไปของประเทศจีน ญี่ปุ่น มาเลเซีย ลาว ไทย ฯลฯ สำหรับประเทศไทยพบหนอนตายหยากได้ทั่วไปทุกภาคและมีชื่อเรียกต่างกันตามท้องถิ่น เช่น พญาร้อยหัว กระเพียดหนู ต้นสามสิบกลีบ โป่งมดง่าม สลอดเชียงคำ ฯลฯ นอกจากนั้นหนอนตายหยากในประเทศไทยยังมีความหลากหลายในชนิด (Species) เช่น *Stemona tuberose* Lour, *Stemona collinsae* Craib, *Stemona keri*, *Stemona berkill*, *Stemona stercochin* เป็นต้น ซึ่งได้มีการนำมาใช้ประโยชน์ทั้งทางด้านการเป็นยารักษาโรค เนื่องจากมีสรรพคุณทางยา และใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชทั้งจำพวกแมลงศัตรูพืชอย่างได้ผล เช่น หนอนกัดกินใบ ลูกน้ำยุง และเพลี้ยอ่อน แล้วสามารถผลิตในเชิงอุตสาหกรรมทดแทนสารเคมีฆ่าแมลงได้ ตลอดจนมีรายงานว่าสามารถนำมาใช้กำจัดเชื้อจุลินทรียสาเหตุโรคพืชบางชนิดได้ เช่น *Rhizoctonia solani* และ *Erwinia carotovora* [8]

มีรายงานเกี่ยวกับสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ตรวจพบในรากหนอนตายหยาก อยู่ในกลุ่ม Alkaloids ได้แก่ สติลบินอยด์ (stilbenoids) และโทโคเฟอรอล (tocopherols) [12] Stemofoline และ 16 17 –didehydro-16 (e)- Stemofoline ซึ่งตรวจพบในหนอนตายหยากชนิด Stamona collinsaecraib [13] จากการศึกษาชนิดของอัลคาลอยด์ในรากของหนอนตายหยาก (*S. tuberosa*) จำแนกได้ 7 ชนิด ได้แก่ 2-oxostenine, tuberostemonine, sessilifoliamide H, tuberostemonone, didehydrotuberostemonine, bisdehydrostemoninine และ tuberostemoamide [14]

ในปัจจุบันมีการขยายพันธุ์และเพาะปลูกหนอนตายหยากเพื่อนำมาขายเป็นการค้าโดยนำรากมาสกัดด้วยน้ำหรือแอลกอฮอล์เพื่อใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชในแปลงเกษตรกร แต่สารสกัดจากหนอนตายหยากที่นำมาใช้อาจมีฤทธิ์แตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดสายพันธุ์ ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด เป็นต้น งานวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบจากรากหนอนตายหยากที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เฮกเซน (hexane) อะซิโตน (acetone) และเอทานอล (ethanol) ที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* เพื่อเป็นการยืนยันถึงประสิทธิภาพของพืชสมุนไพรชนิดนี้สำหรับเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ต่อไป

2. วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างพืชหนอนตายหยาก

หนอนตายหยากที่ใช้ในการวิจัยนี้เก็บมาจากพื้นที่ อ.เมือง จ.อุบลราชธานี ในช่วงเดือนสิงหาคม

2. การเตรียมสารสกัด

ทำการสกัดสารจากส่วนรากหนอนตายหยากโดยวิธี sequential extraction โดยนำส่วนรากของหนอนตายหยากที่บดละเอียดมาห่อด้วยผ้าขาวบางที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว มัดให้แน่นแล้วใส่แช่ในขวดโหลที่มีตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ คือ เฮกเซน อะซิโตน

และเอทานอล ในอัตราส่วน 40 กรัม ต่อตัวทำละลาย 600 มิลลิลิตร เป็นระยะเวลา 7 วัน การแช่พืชสมุนไพรจะแช่เรียงลำดับตามความมีขั้วของตัวทำละลายอินทรีย์จากน้อยไปหามาก คือ เฮกเซน อะซิโตน และเอทานอล ตามลำดับ เมื่อแช่ในตัวทำละลายแต่ละชนิดครบกำหนด 7 วัน นำสารที่สกัดได้มากรองผ่านผ้าขาวบางและกระดาษกรองเบอร์ 1 จากนั้นทำการระเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (rotatory vacumm evaporation) เก็บส่วนของสารสกัดที่ได้จากการระเหยตัวทำละลายออก คำนวณปริมาณสารสกัดที่ได้จากตัวทำละลายแต่ละชนิด เก็บสารสกัดที่ได้ไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้สำหรับทดสอบฤทธิ์ต่อไป

3. การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA)

ชั่งอาหารสำเร็จรูป PDA อัตราส่วน 39.0 กรัมต่อลิตร เทลงในขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) เติมน้ำกลั่น คนให้ละลายเข้ากัน แล้วนำไปฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เวลา 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำมาเทใส่จานเพาะเลี้ยง

4. การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้นของสารสกัดหยาบจากรากหนอนตายหยากต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides*

4.1 การเตรียมเชื้อราสาเหตุโรคพืช นำเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่ใช้ทดสอบ จำนวน 1 ชนิด ซึ่งแยกบริสุทธิ์แล้วมาเพาะให้เจริญในอาหาร PDA slant แล้วย้ายจากหลอดอาหารลงเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ในจานเลี้ยงเชื้อที่มีอาหาร 15 มิลลิลิตรต่อจานแล้วจึงนำ ไปบ่ม (incubate) ไว้ ที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) นาน 7 วัน

4.2 การเตรียมการทดสอบการออกฤทธิ์ โดยนำสารสกัดหยาบที่ได้จากการสกัดในตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด แต่ละชนิด มาเตรียมส่วนสกัดหยาบให้มีระดับความเข้มข้นเป็น 1,000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เพื่อเก็บไว้เป็น stock สำหรับเจือจางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ โดยใช้อัตราส่วน สารสกัดหยาบ 1 กรัม ต่อตัวทำละลาย 1 มิลลิลิตร จากนั้นจะนำส่วนสกัดหยาบที่ระดับความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรนี้ มาปรับความเข้มข้นให้เป็น 500, 250, 125 และ 62.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ โดยทำการเจือจางด้วยตัวทำละลายแต่ละชนิด แล้วผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (Vortex mixture)

4.3 ย้ายเชื้อราที่ต้องการทดสอบ โดยใช้ cork borrer ตัดเส้นใยที่บริเวณขอบโคโลนีพร้อมทั้งวุ้นอาหารออกเป็นชิ้นกลม แล้วใช้เข็มเขี่ยวุ้นที่มีเชื้อราเจริญนี้ย้ายไปวางบนจุดกึ่งกลางของจานอาหาร PDA โดยคว่ำเอาด้านที่มีเส้นใยเจริญอยู่ให้สัมผัสกับอาหาร แล้วนำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) นาน 7 วัน (เชื้อราบนจานเลี้ยงเชื้อในชุดควบคุม เจริญขยายเต็มจานเลี้ยงเชื้อ)

4.4 ทำการทดสอบด้วยวิธี Paper disc diffusion โดยนำส่วนสกัดแต่ละความเข้มข้น ได้แก่ 500, 250, 125 และ 62.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ มาหยดโดยใช้ micropipette ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ลงบนกระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว สำหรับส่วนที่ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ (control) จะใช้ตัวทำละลายแทน โดยวางกระดาษกรองที่หยดด้วยส่วนของสารสกัดลงบนผิวอาหารห่างจากจุดกึ่งกลางของจานที่ปลูกเชื้อราไว้เป็นระยะ 2.0 เซนติเมตร โดยวางไว้ 4 จุดในแนวรัศมี

4.5 ทำการบันทึกผลการทดลองที่ระยะเวลา 5, 7 และ 10 วัน วัดการเจริญของเส้นใยเชื้อรา โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา

4.6 นำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเชื้อราในแต่ละซ้ำ แต่ละความเข้มข้นของสารสกัด มา คำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโต โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

$$\text{การยับยั้ง (เปอร์เซ็นต์)} = \left(\frac{DC - DT}{DC}\right)$$

เมื่อ DC คือ ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อราบนจานเลี้ยงเชื้อในชุดควบคุม

DT คือ ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีเชื้อราบนจานเลี้ยงเชื้อที่ใส่สารสกัดในแต่ละความเข้มข้นของแต่ละซ้ำ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา และวิเคราะห์ความแปรปรวนและคำนวณค่าความแตกต่างเฉลี่ยทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ Duncan's New multiple Test (DMRT)

3. ผลการวิจัย

1. สายพันธุ์หนอนตายหยาก

หนอนตายหยากที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้ระบุได้เพียงว่าเป็นจีนัส *Stemona* sp. ยังไม่ชี้ชัดว่าเป็นสปีชีส์ใด เนื่องจากยังไม่พบเห็นดอก ซึ่งในการระบุชนิดพันธุ์ต้องอาศัยลักษณะของดอกด้วย

รูปที่ 1 ลักษณะของใบและรากหนอนตายหยาก

2. ผลการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหนอนตายหยากต่อเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides*

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากรากหนอนตายหยากด้วยตัวทำละลายเฮกเซน อะซิโตน และเอทานอล โดยวิธี Paper disc diffusion พบว่ามีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ดังนี้

2.1 ฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราของสารสกัดหยาบหนอนตายหยากที่สกัดได้จากตัวทำละลายเฮกเซน

จากการทดสอบพบว่าสารสกัดหยาบหนอนตายหยากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนที่ระดับความเข้มข้น 500, 250, 125 และ 62.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าที่ระยะเวลาในการทดลอง 10 วัน ที่ระดับความเข้มข้น 250 และ 125 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Colletotrichum* sp. ได้ในระดับเดียวกันและสามารถยับยั้งได้ดีที่สุด (รูปที่ 1) โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเท่ากับ 10.53 รองลงมาคือ ที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 62.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเท่ากับ 8.95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนสารสกัดหยาบหนอนตายหยากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนที่ระดับความเข้มข้น 250, 125 และ 62.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาในการทดลอง 7 วัน สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Colletotrichum* sp. ได้ต่ำสุด (รูปที่ 1) โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญได้เท่ากัน คือ 3.63 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาในการทดลองเดียวกัน ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อเท่ากับ 6.36 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1)

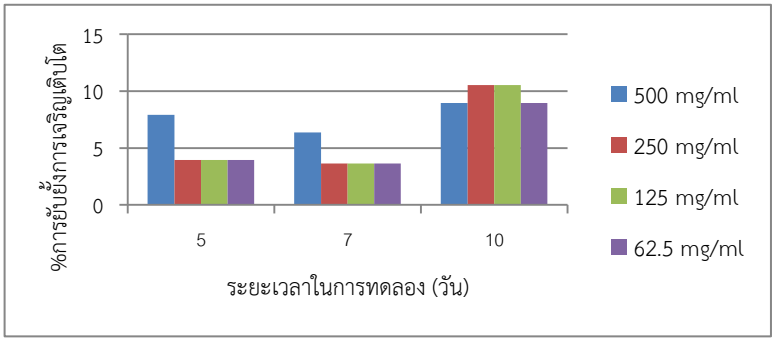
2.2 ฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราของสารสกัดหยาบหนอนตายหยากที่สกัดได้จากตัวทำละลายอะซิโตน

จากการทดสอบพบว่าสารสกัดหยาบหนอนตายหยากที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนที่ระดับความเข้มข้น 500, 250, 125 และ 62.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าสารสกัดหยาบหนอนตายหยากระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาในการทดลอง 10 วัน สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* ได้ดีที่สุด รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาในการทดลองเท่ากัน (รูปที่ 2) ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราเท่ากับ 39.90 และ 34.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ (ตารางที่ 1) สำหรับที่ระยะเวลาในการ

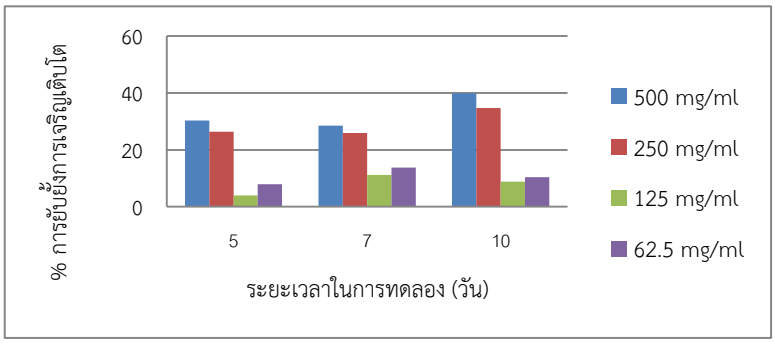
ทดลอง 5 วัน พบว่าสารสกัดที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* ได้ดีที่สุด รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาในการทดลองเท่ากัน (รูปที่ 2) ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราเท่ากับ 30.26 และ 26.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ (ตารางที่ 1) ส่วนที่ระยะเวลาในการทดลอง 7 วัน พบว่าพบว่าสารสกัดที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* ได้ดีที่สุด รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาในการทดลองเท่ากัน (รูปที่ 2) ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราเท่ากับ 28.45 และ 25.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ (ตารางที่ 1)

2.3 ฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราของสารสกัดหยาบหนอนตายหยากที่สกัดได้จากตัวทำละลายเอทานอล

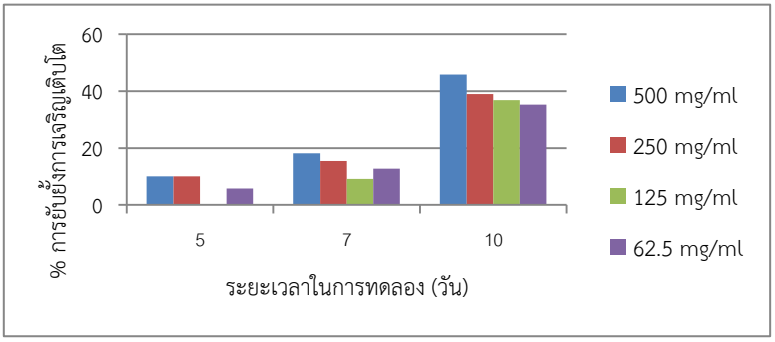
จากการทดสอบพบว่าสารสกัดหยาบหนอนตายหยากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลที่ระดับความเข้มข้น 500, 250, 125 และ 62.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าสารสกัดหยาบหนอนตายหยากระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาในการทดลอง 10 วัน สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* ได้ดีที่สุด โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ในระดับที่สูง รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาในการทดลองเท่ากัน (รูปที่ 3) ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราเท่ากับ 45.79 และ 38.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนสารสกัดที่ระดับความเข้มข้น 62.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาในการทดลองเดียวกัน มีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้น้อยที่สุด คือ 35.26 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหากเปรียบเทียบกับที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรแล้ว พบว่าผลของการยับยั้งการเจริญของเชื้อมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) สำหรับสารสกัดหยาบหนอนตายหยากระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาในการทดลอง 7 วัน สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* ได้ดีที่สุด รองลงมาคือที่ระดับความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาในการทดลองเท่ากัน (รูปที่ 3) ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราเท่ากับ 18.718 และ 15.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสารสกัดหยาบที่ระยะเวลาในการทดลอง 5 วัน ในทุกระดับความเข้มข้น จะมีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเชื้อราอยู่ในระดับต่ำ (ตาราง 1)



รูปที่ 1 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* จากส่วนสกัดหยาบหนอนตายหยากในชั้นเฮกเซน ที่ระดับความเข้มข้น 500 250 125 และ 62.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลาการทดลอง 5 วัน 7 วัน และ 10 วัน



รูปที่ 2 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* จากส่วนสกัดหยาบหนอนตายหยากในชั้นอะซิโตน ที่ระดับความเข้มข้น 500 250 125 และ 62.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลาการทดลอง 5 วัน 7 วัน และ 10 วัน



รูปที่ 3 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* จากส่วนสกัดหยาบหนอนตายหยากในชั้นเอทานอล ที่ระดับความเข้มข้น 500 250 125 และ 62.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลาการทดลอง 5 วัน 7 วัน และ 10 วัน

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ของส่วนสกัดหยาบหนอนตายหยากในตัวทำละลายเฮกเซน อะซิโตน และเอทานอล ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ระดับความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	% ยับยั้งการเจริญเติบโต								
	ระยะเวลาในการทดลอง								
	เฮกเซน			อะซิโตน			เอทานอล		
	5 วัน	7 วัน	10 วัน	5 วัน	7 วัน	10 วัน	5 วัน	7 วัน	10 วัน
500	7.90 a	6.36 a	8.95 a	30.26 a	28.45 a	39.90 a	10.00 a	18.18 a	45.79 a
250	3.95 a	3.63 a	10.53 a	26.32 ab	25.86 a	34.72 a	10.00 a	15.45 a	38.95 a
125	3.95 a	3.63 a	10.53 a	3.95 c	11.21 ab	8.80 bc	0.00 a	9.09 a	36.84 a
62.5	3.95 a	3.63 a	8.95 a	7.89 bc	13.79 ab	10.36 b	5.71 a	12.73 a	35.26 a

ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองข้างต้นพบว่าสารสกัดหนอนตายหยากที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ที่สกัดได้จากตัวทำละลายแต่ละชนิด ในแต่ละทุกช่วงระยะเวลาในการทดสอบนั้น จะมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ได้ดีกว่าสารสกัดหนอนตายหยากที่ระดับความเข้มข้นต่ำกว่าที่ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบที่เท่ากัน จึงได้

เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดหนอนตายหยากที่สกัดได้จากตัวทำละลายแต่ละชนิด ได้แก่ เฮกเซน อะซิโตน และเอทานอล ที่แต่ละระดับความเข้มข้น คือ 500 และ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ที่ระยะเวลาในการทดลอง 5 7 และ 10 วัน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Colletotrichum* sp. ของส่วนสกัดหยาบหนอนตายหยากที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ในตัวทำละลายชนิดต่างๆ

ระดับความเข้มข้น / ชนิดตัวทำละลาย	% ยับยั้งการเจริญเติบโต					
	5 วัน		7 วัน		10 วัน	
	500	250	500	250	500	250
เฮกเซน	7.90 b	3.95 b	6.36 c	3.63 c	8.95 c	10.53 a
อะซิโตน	30.26 a	26.32 a	28.45 a	25.86 a	39.90 b	34.72 a
เอทานอล	10.00 b	10.00 ab	18.18 ab	15.45 ab	45.79 a	38.95 a

ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 3 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลองพบว่าสารสกัดหนอนตายหยากที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ที่ระยะเวลาในการทดลอง 10 วัน ซึ่งสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* ได้ดีที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดหนอนตายหยากที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน ซึ่งมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อรารองลงมา โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา 45.79 และ 39.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4. สรุปผลและอภิปรายผล

จากการทดลองโดยนำส่วนสารสกัดหยาบจากรากหนอนตายหยากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน อะซิโตน และเอทานอล มาทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Colletotrichum* sp. โดยวิธี Paper disc diffusion ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ได้แก่ 500, 250, 125 และ 62.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ระยะเวลาการทดลอง 5, 7 และ 10 วัน พบว่าสารสกัดหยาบจากส่วนรากหนอนตายหยากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล ที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Colletotrichum* sp. โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตเท่ากับ 45.79 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลาทดลอง 10 วัน ส่วนสารสกัดหยาบจากรากหนอนตายหยากที่มีประสิทธิภาพรองลงมา คือ สารที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน ที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตเท่ากับ 39.90 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลาทดลอง 10 วัน ส่วนสารสกัดจากรากหนอนตายหยากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน มีประสิทธิภาพต่ำในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ในทุกระดับความเข้มข้น และทุกช่วงระยะเวลาในการทดสอบ จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าสารออกฤทธิ์ต่างๆ ที่อยู่ในพืชมีความสามารถในการละลายในตัวทำละลายต่างชนิดกันได้ไม่เท่ากัน จึงทำให้มีผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้แตกต่างกัน การทดลองในครั้งนี้ทำให้พบว่าสารสกัดหนอนตายหยากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล ที่ระยะเวลาทดลอง 10 วัน ที่ทุกระดับความเข้มข้น มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราได้อย่างมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนสารสกัดหนอนตายหยากที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน ที่ระดับความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดจากตัวทำละลายชนิดเดียวกันที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จะพบว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเติบโตของเชื้อราได้อย่างมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ นอกจากนี้สารสกัดหนอนตายหยากที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตนที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้อย่างมีประสิทธิภาพในทุกช่วงระยะเวลาที่ทำการทดลอง จึงนับว่าเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum*

gloeosporioides ได้อย่างมีประสิทธิภาพ [9] รายงานว่า พืชแต่ละชนิดจะมีสาระสำคัญที่แตกต่างกันทางด้านชนิดและปริมาณ โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดพันธุ์ อายุและช่วงการเก็บเกี่ยว สภาพแวดล้อมในการปลูก เป็นต้น

นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายแต่ละชนิดที่มีความเข้มข้นต่างๆ กัน 4 ระดับ คือ 500, 250, 125 และ 62.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่มีช่วงระยะเวลาในการทดลองเดียวกัน มีแนวโน้มจะมีเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราสูงเมื่อระดับความเข้มข้นของสารสกัดที่ใช้ทดสอบสูงขึ้น กล่าวคือ ที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จะมีค่าเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราสูงสุด ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 62.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จะมีค่าเปอร์เซ็นต์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราต่ำสุด ซึ่งระดับความเข้มข้นของสารสกัดพืชสมุนไพรที่ใช้ทดสอบเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา โดยที่ระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเพิ่มขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามการทดลองนี้เป็นเพียงการศึกษาผลของสารสกัดหยาบจากส่วนรากหนอนตายหยากเท่านั้น ยังสามารถนำข้อมูลดังกล่าวนี้ไปใช้ศึกษาเชิงลึก เช่น ศึกษากลุ่มของสารออกฤทธิ์ รูปแบบและวิธีการที่เหมาะสมในการเพิ่มประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ เพื่อที่จะนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัย เพื่อการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ไพบูลย์ ปะนะเส. 2551. ผลของสารกำจัดแมลงชีวภาพจากหนอนตายหยาก (*Stemona curtisii* Hook. F.) และสารภี (*Memmea siamensis* Miq. T.) ต่อระดับอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรสและกิจกรรมไลโซไซม์ในปลานิล (*Oreochromis niloticus*). วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[2] กอบเกียรติ บัณสิทธิ์. 2536. “ประวัติการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงในสวนผัก.” วารสารกีฏและสัตววิทยา. 15(1) : 58-62.

[3] ณรรฐพล วัลลีย์ลักษณ์. 2526. แมลงศัตรูผักของประเทศไทย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[4] พันธิตร์ มะลิสุวรรณ และผุสดี สายชนะพันธ์. 2546. สมุนไพรกำจัดแมลงและศัตรูพืช. กรุงเทพฯ : ศรีสยามพริ้นท์.

[5] นิพนธ์ วิสารทานนท์. 2542. โรคไม้ผลเขตร้อนและการป้องกันกำจัด. กรุงเทพฯ. 172 หน้า.

[6] วีระณีย์ ศรีพรมสุข, สมเดช กนกเมธากุล, ขวัญใจ กนกเมธากุล และเกษม สร้อยทอง. 2537. การศึกษาลักษณะความต้องการทางสรีรวิทยาของเชื้อ *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & sacc. สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของมะม่วง (*Mangifera indica* L.) และการควบคุมโรคโดยใช้สารสกัดจากจุลินทรีย์. วารสารสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 16(2) : 25-30.

[7] นิจศิริ เรืองรังสี. 2547. สมุนไพรไทย. สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร.

[8] นันทวัน บุณยประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2543. สมุนไพรไม้พื้นบ้าน(4). กรุงเทพมหานคร : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ.

[9] วันดี กฤษณพันธ์. 2537. สมุนไพรน่ารู้. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[10] Sutton, B.C. 1992. The genus *Glomerella* ans its anamorph *Colletotrichum* spp. *In* : *Colletotrichum* : Biology, Pathology and Control. Bailey, J.A. and Jeger, M.J. (eds). CAB International, Wallingford, UK.

[11] Bailey, J.A. and M.J. Jeger. 1992. *Colletotrichum* : Biology, Pathology and Control. CAB International, Wallingford, UK.

[12] Li, S.L., R.W. Jiang and P.M. Hon. 2007. Quality evaluation of Radix Stemonae through simulateneous quantification of bioacetive alkaloids by hightperformance liquid chromatography coupled with diode array and evaporation light scattering detectors. Biomed Chromatogr. (in press).

[13] Jiwajinda, S., N. Hirai, K. Watanabe, V. Santisopasri, N. Chuengsamarnyart, K. Koshimizu and H. Ohigashi. 2001. Occurrence of the insecticidal 16, 17-didehydro-16(E)-Stemofoline in Stemona callinsae. Phytochemistry 56: 693-695.

[14] Hu, J.P., D.H. Yang, W.H. Lin and S.Q. Cai. 2009. Alkaloids from the roots of *Stemona tuberosa*. Helveta Chemica Acta. 92 : 2125-2133.

ฤทธิ์ในการรักษาบาดแผลและต้านอนุมูลอิสระของประดู่ป่าในไก่ชน

Would healing and Antioxidant Activities of *Pterocarpus macrocarpus* Kurz in *Gallus gallus*

ธาริณี ทับทิม ศิริลักษณ์ มีสุวรรณ กุลชัย นาคบุปผา

สวรรยา วภักดิ์เพชร เตือนตา ชาญศิลป์ และพงษ์พิพัฒน์ สาจันทร์

คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จ.ชลบุรี

บทคัดย่อ

ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) เป็นพืชที่มีสรรพคุณในการรักษาและสมานแผล โดยมีการพัฒนาเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นในการรักษาแผลของไก่ชน ซึ่งในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำส่วนต่างๆ ของประดู่มาหาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและศึกษาการหายของบาดแผลในไก่ชนเมื่อทาด้วยสารสกัดดังกล่าวที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ โดยพบว่าสารสกัดจากเปลือกที่สกัดด้วยเมทานอลมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด เมื่อทำการทดสอบด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay ซึ่งให้ค่า IC_{50} เท่ากับ 0.122 mg/mL จากการศึกษาการหายของบาดแผลในไก่ชนเมื่อทาด้วยสารสกัดจากส่วนต่างๆ ของประดู่ป่าที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ คือ 25, 50, 75 และ 95% พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ของสารสกัด และปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างสารสกัดจากส่วนต่างๆ ของประดู่ ตัวทำละลาย และเปอร์เซ็นต์ของสารสกัดประดู่ มีผลต่อค่าเฉลี่ยของค่า log ของอัตราส่วนระหว่างขนาดของแผลเริ่มต้นต่อระยะเวลา การหายของบาดแผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้สารสกัดจากใบประดู่ป่าที่ความเข้มข้น 50% มาละลายด้วยวาสลิน ให้ผลค่าเฉลี่ยของค่า log ดังกล่าวน้อยที่สุด เท่ากับ -0.5553 ซึ่งแสดงถึงระยะเวลาการหายของบาดแผลที่สั้นที่สุด

คำสำคัญ : ประดู่ป่า, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, การหายของบาดแผล, ไก่ชน

Abstract

Pterocarpus macrocarpus Kurz is a plant has treatment and wound healing properties, by developed the useful of this plant in local wisdom about wound therapy on fighting cock (*G. gallus*). Which in this study had objective to take several parts of Burmese Pedauk to determine Antioxidatiive activity test and study about wound healing in fighting cock, when salved with those extracts at several concentrations. From the results, found that bark extract from methanol had the best antioxidative activity, when using DPPH radical scavenging assay, which gave IC_{50} at 0.122 mg/mL.

From study about wound healing when salved with extract from several parts of Burmese Pedauk at concentrations, such as 25, 50, 75, and 95%, it was found that percents of extract and interaction between extracts from several parts of Burmese Pedauk, solvents and percents of Burmese Pedauk extract had effect to the those mean of ratio between origin size of wound to wound healing time with statistical significant. Using of leave extract at 50% concentration in Vaseline gave the least those mean of log to -0.5553 which shown to the shortest of wound healing time.

Keywords : *Pterocarpus macrocarpus* Kurz, Antioxidant activity, Would healing, *Gallus gallus*

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน tannyvetty@htomail.com โทร. 038-358141 ต่อ 1025

1. **บทนำ**

การชนไก่มีการเลี้ยงกันมาในแถบเอเชีย โดยถูกนำมาใช้ในวัตถุประสงค์หลายอย่างเช่น การชนไก่ หรือ การเปรียบไก่ สิ่งที่ตามมาคือการบาดเจ็บที่จะงอยปาก เดือย และเล็บของไก่ที่เป็นผลจากการต่อสู้ ซึ่งในสมัยก่อนที่ยังไม่มีวิทยาการอันทันสมัยได้มีการนำองค์ความรู้เรื่องสมุนไพรไทยจากภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้รักษาบาดเจ็บในไก่ชน เนื่องจากกติกาของการชนไก่จะไม่ให้ใช้ยาแผนปัจจุบันในการรักษา โดยในแถบภาคตะวันออกของประเทศไทยจะใช้สมุนไพรจากต้นประดู่ในการรักษาบาดแผลของไก่ชน ซึ่งมีผลทำให้แผลแห้งเร็ว ไก่ชนมีการฟื้นตัวและบาดแผลหายเร็ว

ประดู่เป็นต้นไม้ประจำจังหวัดชลบุรี มีอยู่หลายพันธุ์ ทั้งพันธุ์ที่พบในประเทศไทยและพันธุ์ที่เข้ามาจากต่างประเทศ สำหรับประดู่พันธุ์ที่ใช้ในการรักษาแผลในไก่ชน คือ ประดู่ป่า)*Pterocarpus macrocarpus* Kurz.(อยู่ในวงศ์ Papilionoideae เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่สูงลำต้นตรง ไม่ค่อยแตกกิ่งก้านสาขา ทรงพุ่มไม่แผ่กว้าง กิ่งก้านตั้งขึ้น เปลือกสีน้ำตาลออกดำแตกเป็นระแหง (กรมหม่อนไหม, 2557) ทุกส่วนของประดู่มีสารแทนนิน (Tannin) ฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) และ ซาโปนิน (Saponin)นิรนาม) , 2556) ซึ่งสารดังกล่าวมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระสามารถกำจัดอนุมูลดีพีพีเอช)DPPH) และอนุมูลไนตริกออกซ์ (NO) ซึ่งเป็นสารเคมีที่เกิดจากกระบวนการอักเสบของแผลได้ (Tachakittirungrod, Okonogi and Chowwanapoonpohn, 2007) โดยมีนักวิจัยตั้งสมมติฐานว่าสารสกัดจากประดู่จะสามารถเร่งการหายของบาดแผลได้ โดยมีฤทธิ์ในการลดการอักเสบ ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งของการหายของบาดแผล ถ้าหากระยะเวลาในการอักเสบสั้นลง การหายของบาดแผลก็จะเกิดเร็ว ทั้งนี้พบว่าเปลือกและแก่นของประดู่จะมีสารออกฤทธิ์สำหรับต้านสารเคมีชักนำที่กระตุ้นการอักเสบอยู่ (Mazumder et al, 2012)

จากความรอบรู้แลประสบการณ์ของคนสมัยก่อนจึงได้นำสรรพคุณดังกล่าวของประดู่มาใช้ในการรักษาบาดแผลของไก่ชน จัดเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่ควรค่าแก่การส่งเสริมพัฒนา และถ่ายทอดสู่คนรุ่นหลังเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากไม่ได้มีการลงทุนใดที่สูง แต่ให้ผลดีเลิศและเป็นการสะท้อนเรื่องการใช้ประดู่ในการรักษาไก่ชนอันเป็นภูมิปัญญาพื้นบ้านที่ทรงคุณค่าอย่างยิ่งของคนไทยในจังหวัดชลบุรี

2. **วิธีดำเนินการวิจัย**

ทำการลงพื้นที่สำรวจแหล่งที่มีการเลี้ยงไก่ชนในเขต อ. บ้านบึง อ. เมือง และ อ.ศรีราชา จ. ชลบุรี เพื่อศึกษา ค้นหาองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้ประดู่ในการรักษาบาดแผลไก่ชน ทั้งในด้านวัตถุดิบ และกรรมวิธี จากนั้นทำการสกัดสารจากเปลือกต้น กิ่ง ใบ และผลประดู่ป่า มาทำการสกัดเพื่อทดสอบหาสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl radical (DPPH) โดยใช้ตัวทำลายที่เหมาะสมได้แก่ เฮกเซน ไดคลอโรมีเทน เอทิลอะซิเตต และเมทานอล แล้วนำเปลือกต้น กิ่ง ใบ และผลประดู่ป่ามาระเหยแยกตัวทำละลายออกไปด้วยเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ (evaporator) เพื่อศึกษาองค์ประกอบภายในของแต่ละสารสกัดดังกล่าว พร้อมทั้งตรวจสอบคุณลักษณะขั้นพื้นฐานของสารสกัดจากสารพฤกษเคมีที่เป็นองค์ประกอบด้วยรีเอเจนต์ชนิดต่าง ๆ และทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH เบื้องต้น ด้วยวิธี Thin Layer Chromatography (TLC) และ ด้วยวิธี spectrophotometry assay หลังจากนั้นศึกษาความเป็นไปได้ในการเตรียมส่วนผสมของสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่าแล้วนำสารสกัดดังกล่าวที่ความเข้มข้น 25, 50, 75 และ 95% มาทาแผลไก่ชนหลังการตี คำนวณค่า log ของอัตราส่วนระหว่างขนาดของแผลเริ่มต้นต่อระยะเวลาการหายของบาดแผล แล้วนำค่า log ของดังกล่าวของไก่ชนทุกกลุ่มการทดลองมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี One way ANOVA พร้อมกับวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของ ค่า log ดังกล่าวของแต่ละกลุ่มการทดลองด้วยวิธี Turkey-Kramer

3. ผลการวิจัย

1. ผลการเตรียมสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่าและการทดสอบหาสารออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH

จากการสกัดกิ่ง ผล เปลือกต้น และใบประดู่ป่า ด้วยตัวทำละลายต่างๆ พบว่า สามารถแยกสารสกัดได้ จำนวน 16 ตัวอย่าง ได้แก่ สารสกัดกิ่ง ผล เปลือกต้น และใบประดู่ป่าด้วยตัวทำละลายเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน เอทิลอะซิเตต และเมทานอล ตามลำดับ พบว่าสารสกัดกิ่ง ผล เปลือกต้น และใบประดู่ป่าด้วยตัวทำละลายเมทานอล ให้ปริมาณมากสุด คิดเป็น 5.95, 2.69, 8.36 และ 3.31 % โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

จากการศึกษาองค์ประกอบภายในของสารสกัดดังกล่าวด้วยแผ่น TLC พบว่า สารสกัดจากเฮกเซนและไดคลอโรมีเทนมีจำนวนจุด (spot) ของสารมากกว่าสารสกัดจากเอทิลอะซิเตตและเมทานอล และผลการทดสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้น 6 ประเภท คือ ฟลาโวนอยด์ แทนนิน ซาโปนิน อัลคาลอยด์ คูมาริน และเทอร์พีนอยด์ พบสารพฤกษเคมีหลัก 1 ประเภท คือ คูมาริน ส่วนสารพฤกษเคมีรองลงมา คือ อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ และเทอร์พีนอยด์ เมื่อนำสารสกัดที่ได้จากตัวทำละลายแต่ละชนิดมาทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเบื้องต้น (*DPPH assay* on TLC) พบว่าสารสกัดที่ 6, 9 และ 13-16 มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด เนื่องจากพบบริเวณสีเหลืองบนแผ่น TLC ที่มีสารสกัดดังกล่าว และพ่นด้วยสารละลาย DPPH แสดงดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 ผลการนำสารสกัดที่ได้จากตัวทำละลายแต่ละชนิดมาทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเบื้องต้น (*DPPH assay* on TLC)

จากการนำตัวอย่างสารสกัดที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระจากการทดสอบในเบื้องต้น มาทำการทดสอบด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm ไปสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้น (mg/mL) และ เปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดที่ 6 และนำค่าความชันที่ได้ไปใช้ในการคำนวณหาค่า IC_{50} พบว่า สารสกัดที่ 6, 9 และ 13-16 คือ สารสกัดจากผลด้วยตัวทำละลาย ไดคลอโรมีเทน สารสกัดจากกิ่งด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตและเมทานอล สารสกัดจากผล เปลือก และใบด้วยตัวทำละลายเมทานอล มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้ดี เนื่องจากค่าความเข้มข้นของสารสกัดดังกล่าวที่ให้ ผลต้านออกซิเดชันครึ่งหนึ่ง (IC_{50}) มีค่าเท่ากับ 0.903, 0.531 0.183, 0.528, 0.122 และ 0.532 mg/mL ตามลำดับ ทั้งนี้ สารสกัดที่ 15 คือสารสกัดจากเปลือกด้วยตัวทำละลายเมทานอล ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.122 mg/mL มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด และดีเทียบเท่ากับสารมาตรฐานวิตามินซี ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.125 mg/mL ส่วนสารสกัดอื่น ๆ ไม่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี เนื่องจากค่า IC_{50} มากกว่า 1.0 mg/mL

2. ผลจากการใช้สารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่าที่ความเข้มข้นต่างๆ

2.1 จากการใช้สารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่าที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ซึ่งละลายด้วยน้ำ และวาสลิน มาทาแผลในไก่ชน พบว่าสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่า และตัวทำละลาย ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของค่า log ของอัตราส่วนระหว่างขนาดของแผลเริ่มต้นต่อระยะเวลาการหายของบาดแผล ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์ของสารสกัด และปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของ

ประดู่ป่า ตัวทำละลาย และเปอร์เซ็นต์ของสารสกัดประดู่ป่า มีผลต่อค่าเฉลี่ยของค่า log ดังกล่าวโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของสารสกัด ตัวทำละลายที่ใช้ในการเตรียมสารสกัดก่อนทาบาดแผล เปอร์เซ็นต์ของสารสกัด และปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างทั้ง 3 ปัจจัย ดังกล่าวกับค่าเฉลี่ยของค่า log ของอัตราส่วนระหว่างขนาดของแผลเริ่มต้นต่อระยะเวลาการหายของบาดแผล จากการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี One way ANOVA

ปัจจัยที่ศึกษา	F value
สารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่า	1.416
ตัวทำละลาย	0.047
เปอร์เซ็นต์ของสารสกัด	5.193[a]
ปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่า ตัวทำละลาย และเปอร์เซ็นต์ของสารสกัดประดู่ป่า	2.731[b]

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่ากับค่าเฉลี่ยของค่า log ของอัตราส่วนระหว่างขนาดของแผลเริ่มต้นต่อระยะเวลาการหายของบาดแผล แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่ากับค่าเฉลี่ยของค่า log ของอัตราส่วนระหว่างขนาดของแผลเริ่มต้นต่อระยะเวลาการหายของบาดแผล

เปอร์เซ็นต์ของสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่า	กลุ่มที่		
	1	2	3
ไม่มีสารสกัดจากประดู่ป่า	-0.8485[a]		
มีสารสกัดจากประดู่ป่า 25%		-0.8012[ab]	
มีสารสกัดจากประดู่ป่า 50%			-0.7705[b]
มีสารสกัดจากประดู่ป่า 75%			-0.7443[b]
มีสารสกัดจากประดู่ป่า 95%			-0.7633[b]

จากตารางที่ 2 พบว่าการทาแผลโดยไม่มีสารสกัดจากประดู่ป่าซึ่งมีเพียงตัวทำละลายน้ำหรือวาสลินเท่านั้นให้ค่าเฉลี่ยของค่า log ดังกล่าวโดยรวม เท่ากับ -0.8485 ซึ่งแตกต่างจากการทาแผล โดยมีสารสกัดจากประดู่ป่าที่ความเข้มข้น 25% อย่างมีนัยสำคัญ โดยให้ค่าเฉลี่ยของค่า log ดังกล่าว เท่ากับ -0.8012 แต่การทาแผลโดยมีสารสกัดจากประดู่ป่าที่ความเข้มข้น 25% นี้ให้ค่าเฉลี่ยของค่า log ดังกล่าวแตกต่างจากการทาแผลโดยมีสารสกัดจากประดู่ป่าที่ความเข้มข้น 50, 75 และ 95% อย่างมีนัยสำคัญ โดยการใช้สารสกัดจากประดู่ป่าทั้ง 3 ความเข้มข้นดังกล่าวนี้ ให้ค่าเฉลี่ยของค่า log ดังกล่าว เท่ากับ -0.7705, -0.7443 และ -0.7633 ตามลำดับ ระหว่างปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่า ตัวทำละลาย และเปอร์เซ็นต์ของสารสกัดประดู่ป่าต่อค่าเฉลี่ยของค่า log ของอัตราส่วนระหว่างขนาดของแผลเริ่มต้นต่อระยะเวลาการหายของบาดแผล แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่าตัวทำละลาย และเปอร์เซ็นต์ของสารสกัดประดู่ป่า ต่อค่าเฉลี่ยของค่า log ของอัตราส่วนระหว่างขนาดของแผลเริ่มต้นต่อระยะเวลาการหายของบาดแผล

กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
-0.8784[a]			
	-0.8558[ab]		
	-0.8485[ab]		
	-0.8387[ab]		
	-0.7921[ab]		
	-0.7918[ab]		
	-0.7750[ab]		
	-0.7685[qb]		
	-0.7491[ab]		
	-0.7280[ab]		
		-0.7185[b]	
		-0.7184[b]	
			-0.5553[c]

จากตารางที่ 3 พบว่าค่าปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่า ตัวทำละลาย และเปอร์เซ็นต์ของสารสกัดประดู่ป่า ต่อค่าเฉลี่ยของค่า log ข้างต้น มีความแตกต่างกันโดยพบว่า กลุ่มที่ 1 คือ ค่าปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่า ตัวทำละลาย และเปอร์เซ็นต์ของสารสกัดประดู่ป่า ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยของค่า log ข้างต้น เท่ากับ -0.8784 ได้แก่ การใช้สารสกัดจากกิ่งประดู่ป่าที่ความเข้มข้น 50% มาละลายด้วยน้ำ และการใช้สารสกัดจากใบความเข้มข้น 95% มาละลายด้วยน้ำ โดยกลุ่มที่ 1 ให้ค่าเฉลี่ยของค่า log ข้างต้นแตกต่างจากกลุ่มที่ 2-4

ส่วนกลุ่มที่ 2 คือ ค่าปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่า ตัวทำละลาย และเปอร์เซ็นต์ของสารสกัดประดู่ป่า ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยของค่า log ข้างต้น อยู่ในช่วง -0.8558 ถึง -0.7280 ได้แก่ การใช้วาสลินหรือน้ำเพียงอย่างเดียว สารสกัดจากกิ่งประดู่ป่าที่ความเข้มข้น 25, 75 และ 95% มาละลายด้วยน้ำ สารสกัดจากกิ่งประดู่ป่าที่ความเข้มข้น 25-95% มาละลายด้วยวาสลิน สารสกัดจากผลประดู่ป่าที่ความเข้มข้น 25-95% มาละลายด้วยน้ำ สารสกัดจากผลประดู่ป่าที่ความเข้มข้น 50-95% มาละลายด้วยวาสลิน สารสกัดจากใบประดู่ป่าที่ความเข้มข้น 50 และ 75% มาละลายด้วยน้ำ สารสกัดจากใบประดู่ป่าที่ความเข้มข้น 75 และ 95% มาละลายด้วยวาสลิน สารสกัดจากเปลือกประดู่ป่าที่ความเข้มข้น 25, 50 และ 95% มาละลายด้วยน้ำ สารสกัดจากเปลือกประดู่ป่าที่ความเข้มข้น 25 และ 95% มาละลายด้วยวาสลิน โดยกลุ่มที่ 2 ให้ค่าเฉลี่ยของค่า log ข้างต้นแตกต่างจากกลุ่มที่ 3-4

ส่วนกลุ่มที่ 3 คือ ค่าปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่า ตัวทำละลาย และเปอร์เซ็นต์ของสารสกัดประดู่ป่า ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยของค่า log ข้างต้น อยู่ในช่วง -0.7185 ถึง -0.7184 ได้แก่ สารสกัดจากผลประดู่ป่าที่ความเข้มข้น 25% มาละลายด้วยวาสลิน สารสกัดจากใบประดู่ป่าที่ความเข้มข้น 25% มาละลายด้วยวาสลิน สารสกัดจากเปลือกประดู่ป่าที่ความเข้มข้น 25% มาละลายด้วยน้ำ และสารสกัดจากเปลือกประดู่ป่าที่ความเข้มข้น 50-75% มาละลายด้วยวาสลิน โดยกลุ่มที่ 3 ให้ค่าเฉลี่ยของค่า log ข้างต้นแตกต่างจากกลุ่มที่ 4

และกลุ่มที่ 4 คือ ค่าปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่า ตัวทำละลาย และเปอร์เซ็นต์ของสารสกัดประดู่ป่า ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยของค่า log ข้างต้น เท่ากับ -0.5553 ได้แก่ การใช้สารสกัดจากใบประดู่ป่าที่ความเข้มข้น 50% มาละลายด้วยวาสลิน

4. สรุปผลและอภิปรายผล

1. จากการสกัดกิ่ง ผล เปลือกต้น และใบประดู่ป่า ด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ ที่เหมาะสม พบว่า สามารถแยกสารสกัดได้ จำนวน 16 ตัวอย่าง โดยสารสกัดกิ่ง ผล เปลือกต้น และใบประดู่ป่าด้วยตัวทำละลายเมทานอล มีปริมาณ มากสุด คิดเป็น 5.95, 2.69, 8.36 และ 3.31 % โดยน้ำหนัก

2. จากการศึกษาองค์ประกอบภายในของตัวอย่างสารสกัดด้วยวิธี TLC พบว่า สารสกัดประดู่ป่าด้วยตัวทำละลายเฮกเซนและไดคลอโรมีเทนมีจำนวน spot สารมากที่สุด และผลการทดสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้น 6 ประเภท พบสารพฤกษเคมีหลัก 1 ประเภท คือ คูมาริน ส่วนสารพฤกษเคมีรองลงมาคือ อัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์และเทอร์พีนอยด์

3. เมื่อนำตัวอย่างสารสกัดของประดู่ป่าที่ได้จากแต่ละตัวทำละลายมาทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระเบื้องต้น (*DPPH assay* on TLC) พบว่าสารสกัดจากผลประดู่ป่าด้วยตัวทำละลายไดคลอโรมีเทน และเมทานอล สารสกัดจากกิ่งประดู่ป่าด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต และเมทานอล สารสกัดจากเปลือกประดู่ป่าด้วยตัวทำละลายเมทานอล และสารสกัดจากใบประดู่ป่าด้วยตัวทำละลายเมทานอล มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด

สำหรับการศึกษาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay พบว่า สารสกัดจากผลประดู่ป่าทุกตัวอย่างดังกล่าวมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้ดี โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.903, 0.531 0.183, 0.528, 0.122 และ 0.532 mg/mL ตามลำดับ ทั้งนี้ สารสกัดเปลือกประดู่ป่าด้วยเมทานอล มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.122 mg/mL มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด และดีเทียบเท่ากับสารมาตรฐานวิตามินซี ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.125 mg/mL

4. จากการใช้สารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่าที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ซึ่งละลายด้วยน้ำ และวาสลิน มาทาแผลในไก่ชน พบว่าสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่า และตัวทำละลาย ไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของค่า log ของอัตราส่วนระหว่างขนาดของแผลเริ่มต้นต่อระยะเวลาการหายของบาดแผล ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์ของสารสกัด และปฏิสัมพันธ์ร่วมระหว่างสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของประดู่ป่า ตัวทำละลาย และเปอร์เซ็นต์ของสารสกัดประดู่ป่า มีผลต่อค่าเฉลี่ยของค่า log ดังกล่าวโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5. การใช้สารสกัดจากใบประดู่ป่าที่ความเข้มข้น 50% มาละลายด้วยวาสลิน ให้ผลค่าเฉลี่ยของค่า log ของอัตราส่วนระหว่างขนาดของแผลเริ่มต้นต่อระยะเวลาการหายของบาดแผลน้อยที่สุด เท่ากับ -0.5553 ซึ่งแสดงถึงการหายของบาดแผลที่สั้นที่สุด

ทั้งนี้องค์ประกอบของสารพฤกษเคมีในประดู่ป่า คือ คูมาริน ช่วยป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรีย กระตุ้นการหายของบาดแผลและป้องกันการเกิดเนื้องอกในร่างกาย (Jain and Joshi, 2012) อีกทั้งในประดู่ยังพบอัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ ที่ช่วยในการระงับอาการปวด แก้ไข้ และลดความดันโลหิต (เยาวมาลย์,2556 และ นิรนาม, 2556) โดยสารดังกล่าวมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระสามารถกำจัดอนุมูล DPPH และอนุมูลไนตริกออกไซด์ (NO) ซึ่งเป็นสารเคมีที่เกิดจากกระบวนการอักเสบของแผลได้ (Tachakittirungrod, Okonogi and Chowwanapoonpohn, 2007) คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของประดู่อาจเป็นกลไกหนึ่งของร่างกายในการรักษาและสมานแผล โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mazumder และคณะ (2012) สำหรับพืชสมุนไพรสายพันธุ์ประดู่ (*Pterocarpus marsopium*. Kino) พบว่าเปลือกและแก่นของประดู่จะมีสารออกฤทธิ์สำหรับต้านสารเคมีชักนำที่กระตุ้นการอักเสบอยู่ ทำให้สามารถเร่งการหายของบาดแผลได้ อีกทั้งยังพบวิตามินซีที่มีผลในการช่วยสมานแผล (Kiran, K. and Asad, M., 2008) ซึ่งหากระยะเวลาในการอักเสบสั้น การหายของบาดแผลก็จะเกิดเร็วขึ้น ดังนั้น การหายของบาดแผลในไก่ชนที่ทาสารสกัดจากประดู่ป่าจึงหายเร็วกว่าการหายเองโดยไม่ใช้สารสกัด

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักบริหารโครงการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา งบประมาณประจำปี 2557 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำการวิจัยครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นายจิระศักดิ์ เศวตศิลป์ และนางสาวรัตนา คงสืบ ที่ให้ความร่วมมือในการให้คำปรึกษา และนางสาวเอมอร โอฬารรัตน์มณี ที่ช่วยให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ทางสถิติในงานวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมหม่อนไหม. 2557. พันธุ์ไม้ย้อมสีธรรมชาติ, “**ประดู่ป่า**”. ออนไลน์เข้าถึงได้จาก: qsds.go.th/webtreecolor/. [4 กันยายน 2557]

[2] นิรนาม. 2556. ออนไลน์เข้าถึงได้จาก http://www.udomsuksa.ac.th/ [19 สิงหาคม 2556]

[3] เยาวมาลย์ ค้าเจริญ. 2556. การใช้สมุนไพรในอาหารสัตว์ไทยมุ่งสู่มาตรฐานอาเซียน. KHON KAEN AGR. J. 41 (4) : 369-376

[4] Jain, P. K. and Joshi, H. 2012. Coumarin: Chemical and Pharmacological Profile. Journal of Applied Pharmaceutical Science 02 (06); 236-240

[5] Kiran, K. and Asad, M. 2008. Wound healing activity of *Seamum indicum* L seed and oil in rats. Indian of Journal Experimental Biology (46); 777-782

[6] Mazumder P.M., Rathinavelusamy P. and Sasma, D. 2012. Role of antioxidants in phytomedicine with special reference to antidiabetic herbs. Asian Pacific Journal of Tropiccal Disease S969-S979

[7] Tachakittirungrod, S., Okonogi, S. and Chowwanapoonpohn, S. 2007. Study on antioxidant activity of certain plants in Thailand: Mechanism of antioxidant action of guava leaf extract, Food Chem ; 107: 381-388.

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้าวสังข์หยดกึ่งสำเร็จรูป

Consumer Acceptance of Instant Sang-Yod Rice Soup

ดารามาศ แก้วแดง[1*] จิราภรณ์ ตันติพงศ์อาภา[2] อุมาพร มีเดช[1] และกฤษชนก ศุขเกษม[1]

[1]สาขาวิชาธุรกิจอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพฯ

[2]สาขาคหกรรมศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย สงขลา

บทคัดย่อ

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้าวสังข์หยดกึ่งสำเร็จรูป โดยใช้แบบสอบถามพร้อมชิมตัวอย่าง จำนวน 120 คน ซึ่งเป็นคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และผู้บริโภคทั่วไป โดยการสำรวจข้อมูลทั่วไป ข้อมูลการรับประทานซุปกึ่งสำเร็จรูป และการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้าวสังข์หยดกึ่งสำเร็จรูปด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม แบบ 9 คะแนน (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) พบว่า จากจำนวนกลุ่มตัวอย่างผู้บริโภค 120 คน ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุ 15-24 ปี โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่ เคยรับประทานซุปกึ่งสำเร็จรูป ความถี่ในการรับประทานคือ 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ ส่วนใหญ่รับประทานในมื้อเช้า ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลในการเลือกรับประทานซุปกึ่งสำเร็จรูป คือ ปรุงได้สะดวกและรวดเร็ว นอกจากนี้ผลการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้าวสังข์หยดกึ่งสำเร็จรูปในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 6.68, 6.94, 6.70, 6.77 และ 7.07 ตามลำดับ แสดงว่าผลิตภัณฑ์นี้มีความชอบอยู่ในระดับปานกลาง โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ซุปข้าวสังข์หยดกึ่งสำเร็จรูป คิดเป็นร้อยละ 90.8

คำสำคัญ : ข้าวสังข์หยด ซุปกึ่งสำเร็จรูป การยอมรับของผู้บริโภค

Abstract

Consumer acceptance of instant Sang-Yod Rice soup was tested in Lecturer, officer, student's Rajamangala University of Technology Krungthep and General Consumer amount 120 persons. The tools which were use in this research are questionnaires and Sang-Yod Rice soup Sample. Result showed that hedonic scores (1 = dislike very much, 9 = like very much) of colour, odor, taste, texture and overall preference was 6.68, 6.94, 6.70, 6.77 and 7.07 respectively. The results of this research are found that most of sample are female , age between 15-24 year old, consumer have eaten instant soup, frequency of consumption are 1-2 times a week, eat instant soup in breakfast. Instant Soup is easy and quick to cook. The consumers of 90.8% accepted this product.

Keywords : Sang-Yod Rice, Instant Soup, Consumer Acceptance

*ผู้นิพนธ์ประสานงานอิเล็กทรอนิกส์ oumapornmee@gmail.com โทร 094-915-9446

1. บทนำ

ข้าวสังข์หยด เป็นข้าวเจ้าพันธุ์พื้นเมืองของจังหวัดพัทลุงที่นิยมปลูกอย่างแพร่หลายทั้งในพื้นที่ จังหวัดพัทลุง และจังหวัดใกล้เคียง ทั้งนี้เพราะผู้บริโภคนิยมรับประทานเป็นข้าวเพื่อสุขภาพ ทั้งนี้เพราะข้าวสังข์หยดพัทลุงจัดอยู่ในกลุ่มข้าวมีสีที่มีประโยชน์ เนื่องจาก มีสารอาหารที่ดีต่อสุขภาพในปริมาณสูง รวมทั้งวิตามินบีสูง ช่วยป้องกันโรคเหน็บชา ปัจจุบันภาวการณ์ เปลี่ยนแปลงของโลกส่งผลต่อฤดูกาลปลูกข้าวและการเก็บ เกี่ยว ซึ่งเคยปรากฏว่าเกษตรกรปลูกข้าวสังข์หยดพัทลุง ในช่วงนาปรังได้ผลผลิตดีเช่นกัน แต่ยังไม่มีการศึกษา สารอาหารที่สำคัญต่อผลผลิต ส่งผลให้เกษตรกรบางอำเภอได้ขยายการปลูกข้าวชนิดนี้ในฤดูนาปรังด้วย อีกทั้ง ปัจจุบัน

ข้าวสังข์หยดมีการปลูกเพิ่มมากขึ้นในหลายพื้นที่ ดังนั้นการนึ่งจึงอาจเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการการแปร รูปเพื่อให้เก็บรักษาข้าวได้นานขึ้นและคุณค่าทาง โภชนาการดีขึ้น (อุไรวรรณ และคณะ, 2558)

ซุป (Soup) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยเนื้อ สัตว์หรือพืช เช่น เนื้อสัตว์ ธัญชาติ ผัก ถั่ว เต้าหู้ ผสมกับเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส และอาจมีการผสม สวนประกอบอื่น เช่น แป้ง เส้นบะหมี่ พาสต้า ผ่านกรรมวิธีทำให้แห้ง หรือใช้สวนประกอบที่ทำให้ แห้งแล้วมาผสมกัน โดยรักษาคุณภาพและกลิ่นรสของสวนประกอบไว้ นำมาทำให้สุกตามวิธีที่ระบุ ไว้บนฉลาก รับประทานได้ในเวลาไม่เกิน10 นาที (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548)

อาหารกึ่งสำเร็จรูป ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 210 พ.ศ. 2543 หมายถึง อาหารที่ผ่านกรรมวิธี และปรุงแต่งมาบ้างแล้ว เพียงแต่ผ่านกรรมวิธีอย่างง่าย ใช้ระยะเวลาสั้น เช่น การเติมน้ำร้อน หรือการต้มเพียงไม่กี่นาทีก็สามารถนำมารับประทานได้ ปัจจุบันอาหารกึ่งสำเร็จรูปมีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น เนื่องจากสภาพการดำรงชีวิตที่ต้องเร่งรีบแข่งกับเวลา การงานก็มีการแข่งขันกันมากขึ้น โดยเฉพาะแม่บ้านที่ต้องออกไปทำงานนอกบ้าน จะไม่ค่อยมีเวลาในการเตรียมอาหารเช้าให้กับสมาชิกในครอบครัว ผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งสำเร็จรูป จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างมากเพราะใช้เวลาในการเตรียมไม่นานและกรรมวิธีในการปรุงก็ไม่ยุ่งยากเพียงใช้เวลาไม่กี่นาทีก็สามารถนำมารับประทานได้ จากสาเหตุดังกล่าวคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้าวสังข์หยดกึ่งสำเร็จรูป เนื่องจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจะแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมในการบริโภค ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ รวมถึงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการผลิตหรือพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์ต่อไป

2. วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างสำหรับการทดสอบผู้บริโภค

นำผลิตภัณฑ์ซุปข้าวสังข์หยดกึ่งสำเร็จรูปผสมกับน้ำ 175 มิลลิลิตร ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ กำลังไฟสูงสุด เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นผสมให้เข้ากัน บรรจุลงในกระติกควบคุมอุณหภูมิ เพื่อใช้ในการทดสอบการยอมรับต่อไป

2. การสร้างแบบสอบถาม

แบบสอบถามแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค ส่วนที่ 2 พฤติกรรมผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูป และส่วนที่ 3 การยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้าวสังข์หยดกึ่งสำเร็จรูป

3. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้าวสังข์หยดกึ่งสำเร็จรูป

ตัวแทนกลุ่มผู้บริโภคคือคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 120 คน ทำการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ซุปข้าวสังข์หยดกึ่งสำเร็จรูปที่ผลิตขึ้นเอง โดยใช้แบบสอบถาม พร้อมทั้งมีตัวอย่างให้ประเมินผล

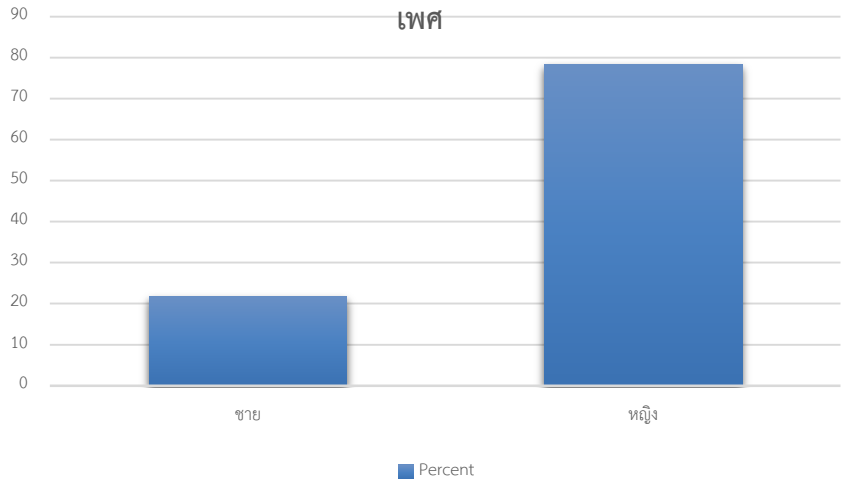
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและตีความ

วิเคราะห์ผลการทดสอบโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) โดยคำนวณค่าร้อยละของผู้บริโภคตามลักษณะทางประชากรศาสตร์ พฤติกรรมผู้บริโภค การยอมรับผลิตภัณฑ์ และคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยออกมาเปรียบเทียบโดยใช้วิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test)

3. ผลการวิจัย

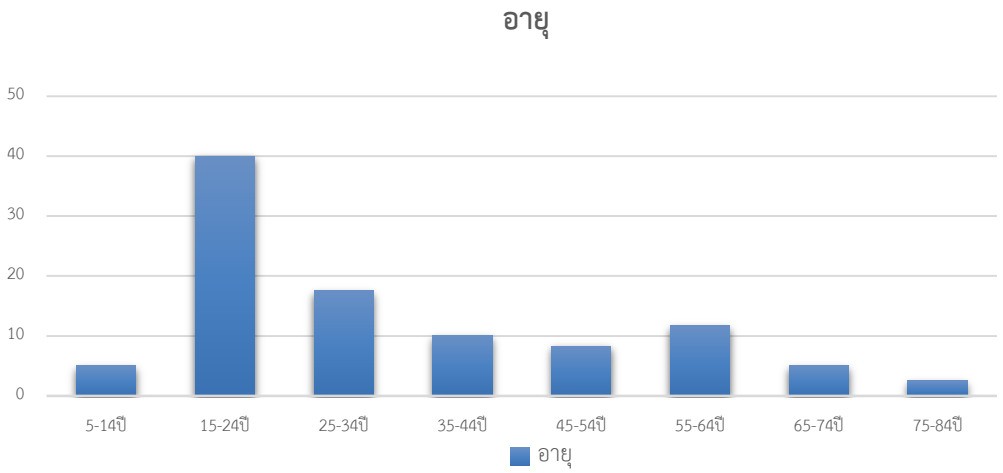
1. ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ และรายได้ต่อเดือน แสดงเป็นร้อยละ ดังแสดงในรูปที่ 1 – 5



รูปที่ 1 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเพศ

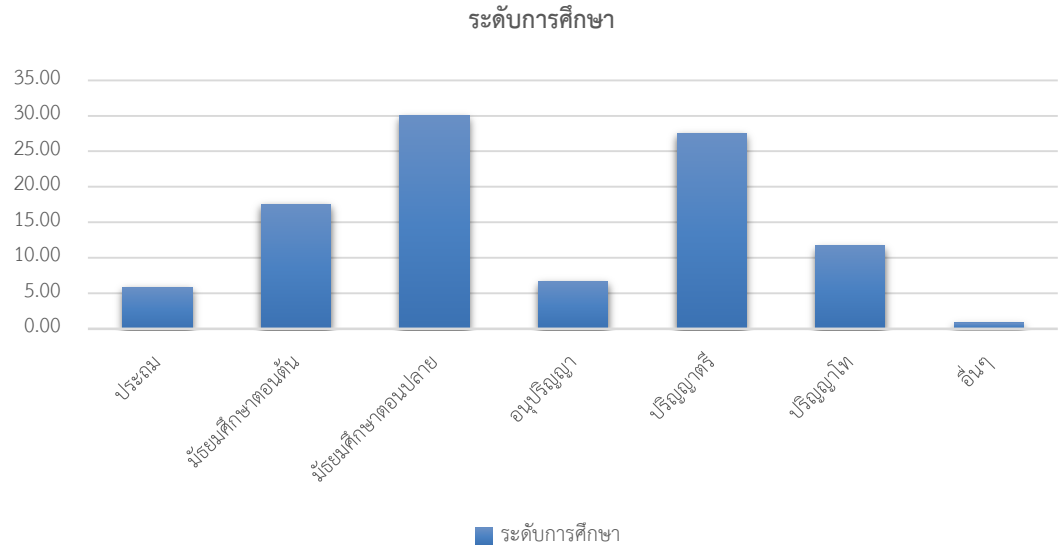
จากรูปที่ 1 แสดงข้อมูลด้านเพศ พบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 78.3 และเพศชายคิดเป็นร้อยละ 21.7 ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของศศิภัสสร์ กุลวุฒิโรจน์ : 2557 ออนไลน์ ในบทความเรื่อง “อาหารกึ่งสำเร็จรูป จานด่วนทันใจไม่ต้องปรุง” ว่าส่วนใหญ่ถ้าเป็นพวกซุปจะมีลูกค้าเป็นผู้หญิงและจากบทความเรื่อง VONO ถึงเวลาคนไทยคลั่งซุปของบริษัทอายิโนะโมโต๊ะ กล่าวไว้ว่า “การเวลาที่ผันผ่านไป ผู้บริโภคเริ่มรับรู้และชื่นชอบอาหารในตะวันตกมากขึ้น กลุ่มเป้าหมาย ที่เป็นผู้หญิงสมัยใหม่ที่มีอายุระหว่าง 18-35 ปี ไม่มีเวลาเข้าครัวและเร่งรีบในการทำงานมีไลฟ์สไตล์ที่ทันสมัย คุ้นเคยกับพาสต้า และซุป จากร้านอาหาร fast food ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง การศึกษาพฤติกรรมและปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อซุปกึ่งสำเร็จรูปของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร. 2553 พบว่าเพศหญิงให้ระดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อซุปกึ่งสำเร็จรูปมากกว่าเพศชาย



รูปที่ 2 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามอายุ

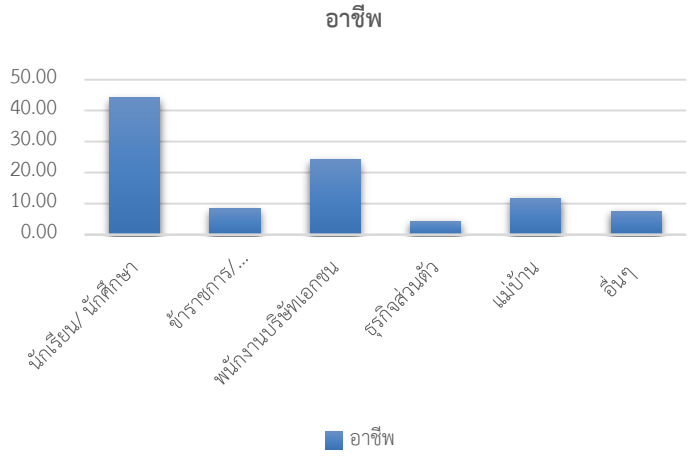
จากรูปที่ 2 แสดงข้อมูลด้านอายุ พบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่ มีอายุ 15-24 ปี คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมา 25-34 ปี คิดเป็นร้อยละ 17.5 อายุ 55-64 ปี คิดเป็นร้อยละ 11.7 อายุ 35-44 ปี คิดเป็นร้อยละ 10 อายุ 45-54 ปี คิดเป็นร้อยละ 8.3 อายุ 5-14 ปี และ อายุ 65-74 ปี คิดเป็นร้อยละ 5 และ อายุ 75-84 ปี คิดเป็นร้อยละ 2.5 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง การศึกษา

พฤติกรรมและปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อซุปกึ่งสำเร็จรูปของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร. 2553 พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 20 ปี ไม่เกิน 30 ปี ซึ่งศูนย์วิจัยสุขภาพกรุงเทพ: 2557 ออนไลน์ กล่าวว่า “ปัจจุบัน อาหารกึ่งสำเร็จรูปเป็นที่นิยมมากไม่ว่าจะมีเงินมากมายขนาดไหน เพราะราคาของอาหารกึ่งสำเร็จรูปยังไม่สูงมากนัก คนแต่ละอาชีพ แต่ละวัย แต่ละสถานะ ก็นิยมรับประทานกันเสมอ โดยเฉพาะในเด็กนักเรียน หรือวัยรุ่น



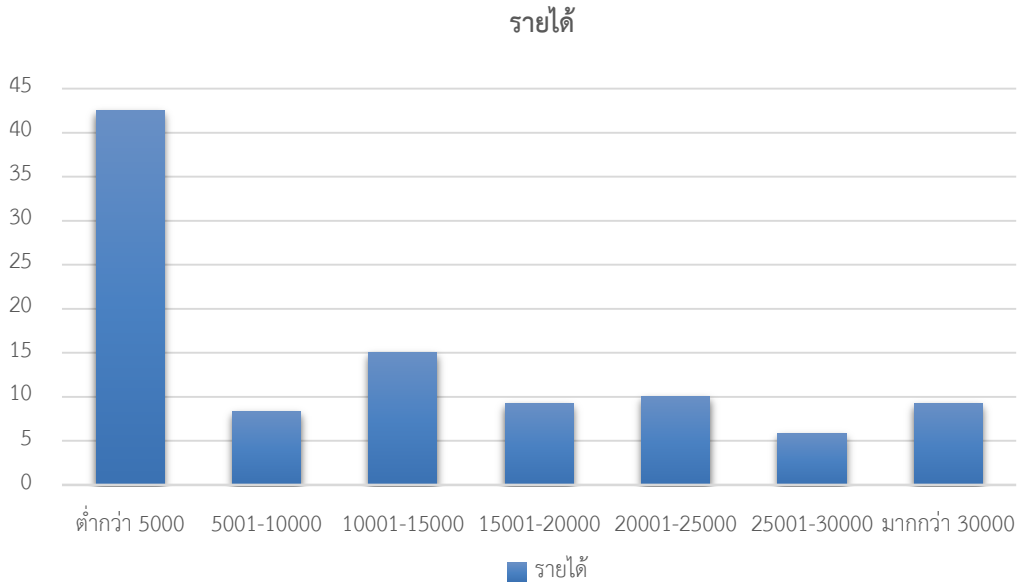
รูปที่ 3 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามระดับการศึกษา

จากรูปที่ 3 แสดงข้อมูลด้านระดับการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่ มีระดับการศึกษา มัธยมศึกษาตอนปลาย คิดเป็นร้อยละ 30.0 รองลงมาอยู่ในระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 27.5 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คิดเป็นร้อยละ 17.5 ระดับปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 11.7 ระดับอนุปริญญา คิดเป็นร้อยละ 6.7 ระดับ ประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 5.8 และ อื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 0.8 ซึ่งศศิภัสสร์ กุลวุฒิโรจน์ : 2557 ออนไลน์ กล่าวว่าส่วนใหญ่ถ้าเป็นพวกซุปจะมีลูกค้าเป็นผู้หญิงแบ่งเป็นกลุ่มนักศึกษาอายุ 17-25 ปี ที่ใส่ใจเรื่องสุขภาพ ความสวยงาม ส่วนอีกกลุ่มเป็นกลุ่มผู้หญิงทำงานอายุ 25-40 ปี ชอบความทันสมัย ความสะดวกสบาย ไม่มีเวลาทำอาหารรับประทานเอง ใส่ใจเรื่องสุขภาพ และความสวยงามเช่นเดียวกับกลุ่มแรก รองลงมาอายุ 25-34ปี คิดเป็นร้อยละ 17.5



รูปที่ 4 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามอาชีพ

จากรูปที่ 4 แสดงข้อมูลด้านอาชีพ พบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่ อาชีพนักเรียน/ นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 44.17 พนักงานบริษัทเอกชน คิดเป็นร้อยละ 24.17 แม่บ้าน คิดเป็นร้อยละ 11.67 ข้าราชการ/ รัฐวิสาหกิจ คิดเป็นร้อยละ 8.33 อื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 7.50 และธุรกิจส่วนตัว คิดเป็นร้อยละ 4.17

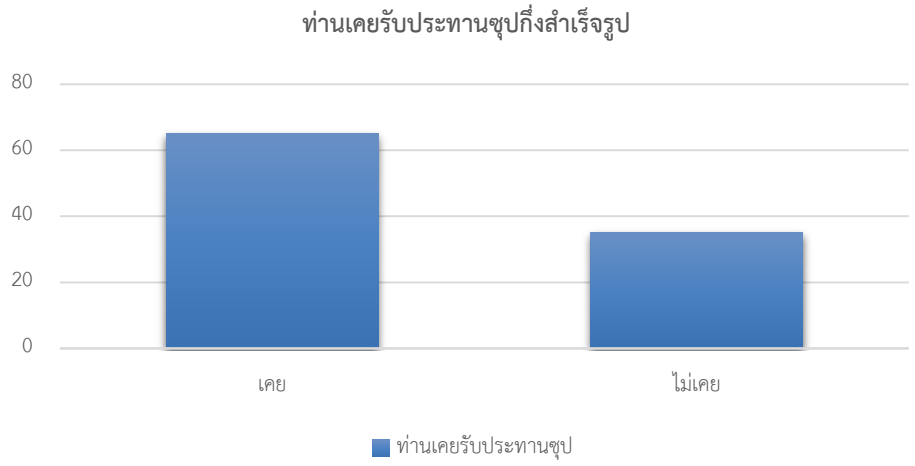


รูปที่ 5 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามรายได้

จากรูปที่ 4.7 แสดงข้อมูลด้านรายได้ พบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่มีรายได้ ต่ำกว่า 5000 บาท คิดเป็นร้อยละ 42.50 รองลงมารายได้ 10001-15000 บาท คิดเป็นร้อยละ 15 รายได้ 20001 – 25000 บาท คิดเป็นร้อยละ 10 รายได้ 15001-20000 บาท และ มากกว่า 30000 บาท คิดเป็นร้อยละ 9.20 รายได้ 5001 – 10000 บาท คิดเป็นร้อยละ 8.30 และรายได้ 25001 – 30000 บาท คิดเป็นร้อยละ 5.80

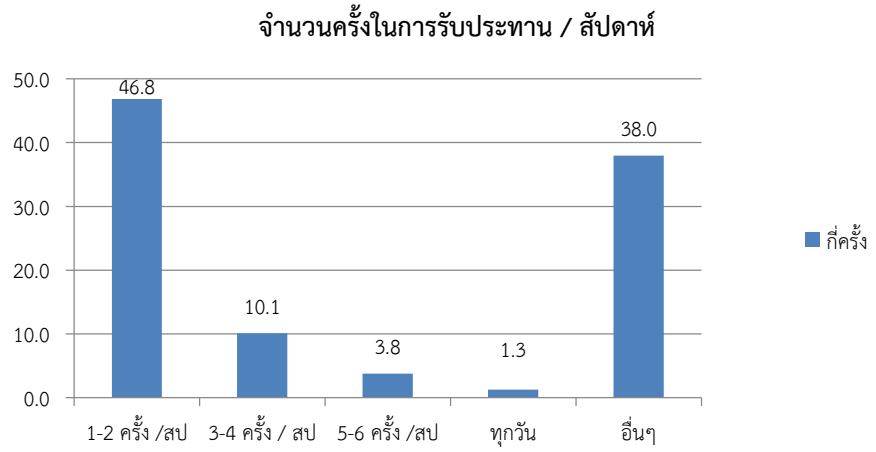
2. ข้อมูลด้านพฤติกรรมการบริโภค

การวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภค ประกอบด้วย ข้อมูลด้านการรับประทานซุปกึ่งสำเร็จรูป จำนวนครั้งในการบริโภค และมื้ออาหารที่ผู้บริโภครับประทานซุปกึ่งสำเร็จรูป แสดงเป็นร้อยละ ดังแสดงในรูปที่ 6 – 8



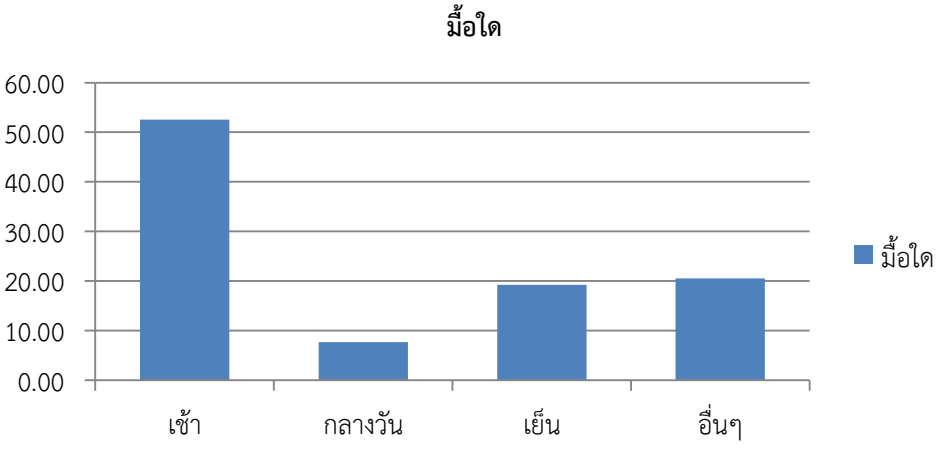
รูปที่ 6 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามพฤติกรรมการบริโภคซุปกึ่งสำเร็จรูป

จากรูปที่ 6 แสดงข้อมูลด้านการรับประทานซุปกึ่งสำเร็จรูป พบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่ เคยรับประทานซุปกึ่งสำเร็จรูป คิดเป็นร้อยละ 65 และ ไม่เคย คิดเป็นร้อยละ 35 ด้วยอาหารกึ่งสำเร็จรูปมีบทบาทต่อคนไทยมากขึ้น เนื่องจากสามารถตอบสนองกับวิถีชีวิตในปัจจุบัน ที่ต้องเร่งรีบ แข่งกับเวลา และในช่วงที่ผู้บริโภคต้องประหยัดนั้น ความนิยมอาหารกึ่งสำเร็จรูป มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจาก คุณสมบัติที่โดดเด่น ของอาหารกึ่งสำเร็จรูป คือ ราคาจำหน่ายอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เมื่อเทียบกับอาหารประเภทอื่นๆ ไม่ต้องเสียเวลาในการเตรียมอาหารมากนัก มีความสะดวกรวดเร็ว และมีเลือกหลากหลายรสชาติ รวมทั้งเป็นอาหารที่เก็บไว้ได้นานอีกด้วย (อาหารกึ่งสำเร็จรูป : แนวโน้มขยายตัว สอดรับพฤติกรรมผู้บริโภครัดเข็มขัด : 2557) และส่วนใหญ่ผู้บริโภครู้จักผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปและเคยซื้อซุปกึ่งสำเร็จรูปทั้งสองอย่าง แต่ส่วนใหญ่ผู้บริโภคเลือกซื้อซุปครีม/ข้นกึ่งสำเร็จรูปมากกว่าซุปใสกึ่งสำเร็จรูป (สุกัญญา, 2552)



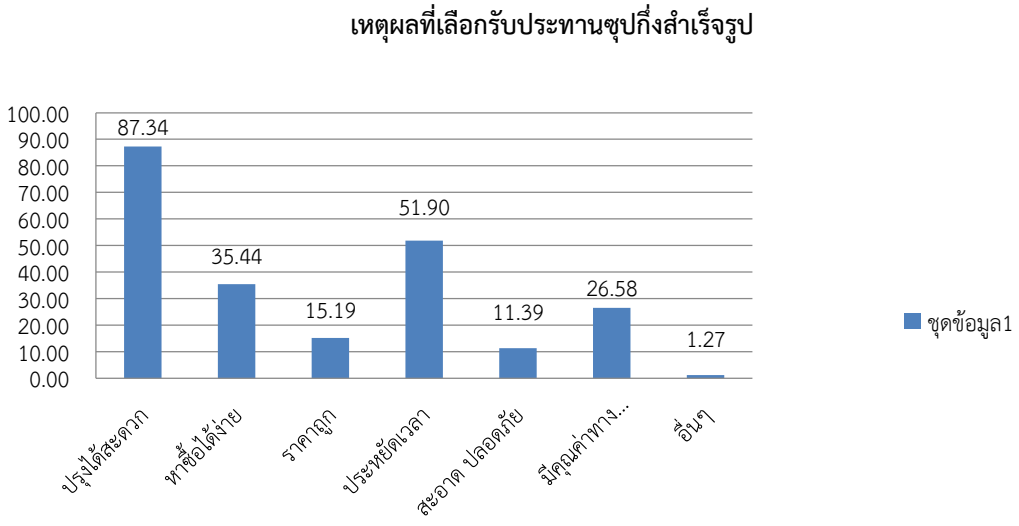
รูปที่ 7 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามความถี่ในการบริโภคซุปกึ่งสำเร็จรูป

จากรูปที่ 7 แสดงข้อมูลด้านจำนวนครั้งในรับประทานซุป พบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่ รับประทาน 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 46.8 อื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 37.9 รับประทาน 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 10.1 รับประทาน 5-6 ครั้งต่อสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 3.8 และรับประทาน ทุกวัน คิดเป็นร้อยละ 1.2



รูปที่ 8 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามมื้ออาหารที่ผู้บริโภคเลือกรับประทานซุปกึ่งสำเร็จรูป

จากรูปที่ 8 แสดงข้อมูลด้านรับประทานซุปมื้อใด พบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่รับประทานซุปในมื้อเช้า คิดเป็นร้อยละ 52.56 รับประทานซุปในมื้ออื่นๆคิดเป็นร้อยละ 20.51รับประทานซุปในมื้อเย็น คิดเป็นร้อยละ 19.23 และ รับประทานซุปในมื้อกลางวัน คิดเป็นร้อยละ 7.69 ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวที่ว่า ซุปกึ่งสำเร็จรูปก็คือปัจจัยหนุนจากวิถีชีวิตที่เปลี่ยนไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งคนทำงานในเมืองที่ต้องใช้ชีวิตอย่างเร่งรีบ ทำให้มีผู้บริโภคจำนวนไม่น้อยละเลยการรับประทานอาหารเช้า ทำให้ผู้ประกอบการต้องการสร้างพฤติกรรมให้คนไทยส่วนหนึ่งหันมารับประทานซุปกึ่งสำเร็จรูปเป็นอาหารเช้า (อาหารกึ่งสำเร็จรูป: แนวโน้มขยายตัว สอดรับพฤติกรรมผู้บริโภครัดเข็มขัด : 2557)



รูปที่ 9 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามเหตุผลที่เลือกรับประทานซุปกึ่งสำเร็จรูป

จากรูปที่ 9 แสดงข้อมูลด้านเหตุผลการเลือกรับประทานซุปกึ่งสำเร็จรูป พบว่า สาเหตุที่กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่ เลือกเพราะว่าปรุงได้สะดวก รวดเร็ว คิดเป็นร้อยละ 87.34 รองลงมา ประหยัดเวลา คิดเป็นร้อยละ 51.90 หาซื้อได้ง่าย คิดเป็นร้อยละ 35.44 มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน คิดเป็นร้อยละ 26.58 ราคาถูก คิดเป็นร้อยละ 15.19 สะอาด ปลอดภัย คิดเป็นร้อยละ 11.39 อื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 1.27 เนื่องจากสภาพการดำรงชีวิตในปัจจุบันอยู่ในภาวะที่ต้องเร่งรีบแข่งกับเวลา ทำให้ไม่มีเวลาในการเตรียมอาหารเพื่อรับประทาน การที่ผู้บริโภคจะไปซื้อของเพื่อกลับไปปรุงอาหารเพื่อรับประทานที่บ้านค่อย ๆ เลือนหายไป พร้อมกับการเกิดขึ้นของวัฒนธรรมการบริโภคอาหารแบบ อีต เอ้าท์ (Eat out) หรือการบริโภคอาหารนอกบ้านตามร้านอาหาร และวัฒนธรรมการบริโภคอาหารจานด่วนเป็นที่นิยมมากขึ้น ผู้บริโภคนิยมซื้ออาหารถุงสำเร็จรูป วัตถุดิบและอาหารสดเป็นแพ็คพร้อมสำหรับนำไปปรุงอาหารรับประทานได้ทันที ตลอดจนอาหารกึ่งสำเร็จรูปตามห้างสรรพสินค้ามาบริโภค ขณะที่อาหารกึ่งสำเร็จรูปนั้นผู้รับประทานสามารถทานได้ทันที เพียงเติมน้ำร้อนในปริมาณที่เหมาะสม (อาหารกึ่งสำเร็จรูป จานด่วนทันใจไม่ต้องปรุง: 2557. ออนไลน์) ปัจจุบัน ตลาดอาหารกึ่งสำเร็จรูปในประเทศไทย มีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง อันเป็นผลมาจากการที่ผู้บริโภคหันมารับประทานอาหารกึ่งสำเร็จรูปมากขึ้น จากความโดดเด่นของคุณสมบัติของอาหารกึ่งสำเร็จรูปที่สะดวก ใช้เวลาในการปรุงไม่นาน ราคาไม่แพงมากนัก หาซื้อได้ง่าย เก็บรักษาไว้ได้นาน และมีให้เลือกหลากหลาย ดังนั้น อาหารกึ่งสำเร็จรูป จึงสามารถตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของคนไทยโดยเฉพาะในยุคที่ผู้บริโภคต้องรัดเข็มขัด มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน (อาหารกึ่งสำเร็จรูป: แนวโน้มขยายตัว สอดรับพฤติกรรมผู้บริโภครัดเข็มขัด : 2557)

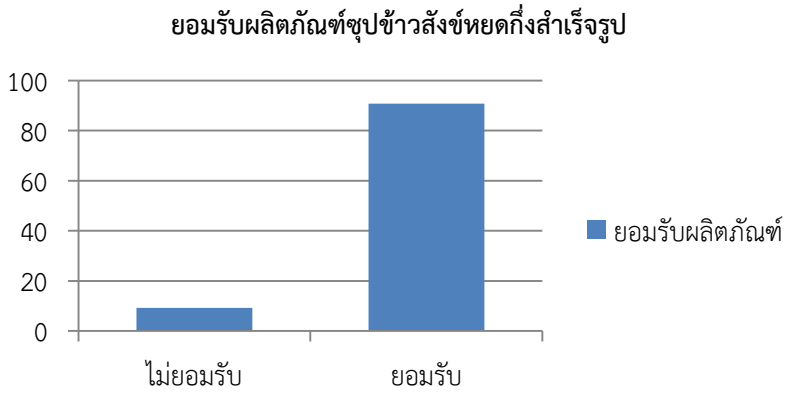
3. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้าวสังข์หยดกึ่งสำเร็จรูป

จากการทดสอบผู้บริโภคจำนวน 120 คน โดยให้คะแนนความชอบ (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) แก่ปัจจัยคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.68, 6.94, 6.70, 6.77 และ 7.07 ตามลำดับ ซึ่งมีระดับความชอบอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้าวสังข์หยดกึ่งสำเร็จรูป

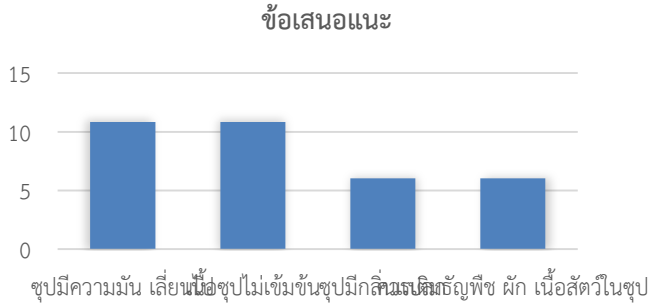
ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนเฉลี่ย
สี	6.68±1.55
กลิ่น	6.94±1.74
รสชาติ	6.70±1.67
เนื้อสัมผัส	6.77±1.71
ความชอบรวม	7.07±1.34

จากการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ซุปข้าวสังข์หยดกึ่งสำเร็จรูป พบว่า กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคส่วนใหญ่ ยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 90.8 รองลงมา ไม่ยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 9.2 ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ซุปข้าวสังข์หยดกึ่งสำเร็จรูป

ผู้บริโภคให้ข้อเสนอแนะอื่นๆ คือ ซุปมีความมัน เลี่ยน ร้อยละ 10.8 เนื้อซุปไม่ข้น ร้อยละ 10.8 ซุปมีกลิ่นแปลก ร้อยละ 6 และควรเติมธัญพืช ผัก เนื้อสัตว์ในซุป ร้อยละ 6



รูปที่ 11 แสดงข้อมูลด้านข้อเสนอแนะของผู้บริโภค

4. สรุปและอภิปรายผล

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้าวสังข์หยดกึ่งสำเร็จรูป จำนวน 120 คน เป็นคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และผู้บริโภคทั่วไปส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 78.3 มีอายุระหว่าง 15-24 ปี คิดเป็นร้อยละ 40 มีอาชีพนักเรียนนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 44.17 มีรายได้ ต่ำกว่า 5000 บาท เคยรับประทานซุปกึ่งสำเร็จรูป คิดเป็นร้อยละ 65 โดยจะรับประทานซุปกึ่งสำเร็จรูป 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ ซึ่งมื้อเช้าคือมื้อที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่เลือกรับประทานซุปกึ่งสำเร็จรูป เหตุผลที่เลือกรับประทานซุปกึ่งสำเร็จรูป พบว่า เหตุผลส่วนใหญ่เลือกเพราะปรุงได้สะดวก รวดเร็ว คิดเป็นร้อยละ 87.34 และจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้าวสังข์หยดกึ่งสำเร็จรูป พบว่า ได้รับคะแนนความชอบอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม เท่ากับ 6.68, 6.94, 6.70, 6.77 และ 7.07 ตามลำดับ ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยอมรับ คิดเป็นร้อยละ 90.8 และมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ ซุปมีความมัน เลี่ยน เนื้อซุปไม่ข้น มีกลิ่นแปลก และควรเติมธัญพืช ผัก เนื้อสัตว์ในซุป

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซุปข้าวสังข์หยดกึ่งสำเร็จรูป สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ให้ทุนอุดหนุนวิจัยประจำปี 2557 ส่งผลให้คณะผู้วิจัยได้รับโอกาสในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในงานวิจัยครั้งนี้อีกหลายท่านที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงสาธารณสุข, 2543, ประกาศกระทรวงสาธารณสุข 2543 (ฉบับที่ 210) เรื่องอาหารกึ่งสำเร็จรูป, 24 มกราคม 2544.

[2] ศศิภัสสร์ กุลวุฒิโรจน์, อาหารกึ่งสำเร็จรูป จานด่วนทันใจไม่ต้องปรุง, 2557, http://www.manager.co.th/asp-bin/viewgallery.aspx?newsid=9490000028479&imageid=485562.

[3] สุกัญญา ชายกลาง, 2552, การศึกษาพฤติกรรมและปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อซุปกึ่งสำเร็จรูปของผู้บริโภค ในเขตกรุงเทพมหานคร.

[4] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑอุตสาหกรรม, 2548, มาตรฐานผลิตภัณฑอุตสาหกรรม: ซุปกึ่งสำเร็จรูป มอก. 462-2548.

[5] อาหารกึ่งสำเร็จรูป : แนวโน้มขยายตัว...สอดรับพฤติกรรมผู้บริโภครัดเข็มขัด, 2557, http://positioningmag.com/24308.

[6] อุไรวรรณ วัฒนกุล, วัฒนา วัฒนกุล และพีระพงษ์ พึ่งแย้ม, 2558, คุณภาพทางเคมี กายภาพ และสารชีวกิจกรรมในข้าวกล้องและข้าวนึ่ง สังข์หยดพัทลุงที่ปลูกนอกฤดูกาล, การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา “การวิจัยเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน” 3 – 4 กันยายน 2558.

ความคิดเห็นต่อแนวทางการจัดการประมงของผู้มีส่วนได้เสียในการทำประมงกุ้งมังกรในจังหวัดตรัง

Opinion of Fishery Management from Spiny Lobster Stakeholders in Trang Province

ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ[1*] กันย์สินี พันธ์วนิชดำรง[1] และจันทร์สว่าง งามผ่องใส[2]

[1]ภาควิชาการจัดการประมงและธุรกิจสัตว์น้ำ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[2] ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

บทคัดย่อ

ความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงกุ้งมังกรในจังหวัดตรังต่อแนวทางการจัดการประมงกุ้งมังกรนับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบในการดำเนินการจัดการประมงเพื่อให้ทรัพยากรกุ้งมังกรมีความยั่งยืน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม สัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้เสียจำนวน 61 ราย จำนวน 1 ครั้ง เก็บข้อมูลระหว่างเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560

ผลการศึกษาพบว่า ผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงกุ้งมังกรเห็นด้วยอย่างยิ่งกับแนวทางการจัดการประมงกุ้งมังกรในเรื่องที่ไม่เสียประโยชน์ เช่น การเข้าร่วมอบรมหรือกิจกรรมอนุรักษ์กุ้งมังกร และเห็นด้วยกับแนวทางที่ไม่เสียประโยชน์มากนัก เช่น การเข้าร่วมกิจกรรมปล่อยกุ้งมังกรที่มีขนาดเล็กและมีไข่นอก แต่หากเป็นแนวทางที่ต้องเสียประโยชน์มากขึ้นก็จะเห็นด้วยในระดับที่ลดลง เช่น มาตรการลดหรืองดทำประมงในพื้นที่หรือช่วงเวลาที่มีกุ้งมังกรขนาดเล็กหรือมีไข่นอกมาก และความคิดเห็นระดับปานกลางกับแนวทางที่ควบคุมปริมาณการจับ โดยความคิดเห็นนี้สอดคล้องกับการจัดกลุ่มของแนวทางการจัดการประมงกุ้งมังกรที่จัดกลุ่มได้ตามระดับความสูญเสียผลประโยชน์ ความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงกุ้งมังกรต่อแนวทางการจัดการประมงกุ้งมังกรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อจำแนกตามกลุ่มผู้มีส่วนได้เสีย อำเภอ และกลุ่มชาวประมงและแพรับซื้อสัตว์น้ำ ($P>0.05$) แนวทางการจัดการประมงกุ้งมังกรจากการทำประมงขนาดเล็กควรเริ่มต้นจากการให้ความรู้เกี่ยวกับกุ้งมังกร ความสำคัญในการจัดการประมงกุ้งมังกร และต่อมาต้องใช้แนวทางการจัดการกุ้งมังกรขนาดเล็ก และมีไข่นอก

คำสำคัญ : ความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสีย, การจัดการประมง, การประมงขนาดเล็ก, กุ้งมังกร, จังหวัดตรัง

Abstract

The opinions of stakeholders toward lobster fishery management approach in Trang province are very importance to be used as information in the fishery management to sustain the lobster resource. Data was collected by using questionnaires. Interviewed 61 stakeholders during January-February 2017.

The result showed that stakeholders in lobster fishery highly agreed with the lobster management approach in term of no benefit, such as participating in training and conservation of the lobster. They agreed with the approach in term of not too many loss of benefit, such as participating in releasing small and berried female lobster. They decreasing agreed with the approach in term of loss of benefit, such as measures of reduce or refrain from fishing in small or berried female lobster area and season. They moderately agreed with the limited yield approach that was consistent with the grouping of lobster fishery management approach by level of loss of benefit. There was no statistical difference ($p>0.05$) on the opinions of stakeholders toward lobster fishery management approach divided by district, fishermen and fishing port. Lobster fishery management approach by small scale fishery should start by education about the lobster and importance of lobster management. Afterward, used small and berried female lobster management approach.

Keywords: stakeholder opinion, fishery management, small-scale fishery, spiny lobster, Trang province

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน nitiratsuwan@gmail.com โทร. 075204064

1. บทนำ

กุ้งมังกร (*Panulirus spp.*) นับว่าเป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะกับชาวประมงขนาดเล็ก เนื่องจากกุ้งมังกรเป็นสัตว์น้ำที่มีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์น้ำชนิดอื่น เช่น กุ้งมังกรเจ็ดสีที่มีชีวิตขนาดกลางชาวประมงจำหน่ายได้ในราคา 14,000 บาทต่อกิโลกรัม (จากการเก็บข้อมูลพ.ศ.2559) หากชาวประมงจับกุ้งมังกรเจ็ดสีได้ 1 ตัว น้ำหนัก 500 กรัม ก็จะจำหน่ายได้ในราคา 750 บาท ซึ่งนับว่าเป็นรายได้ที่ค่อนข้างสูงสำหรับชาวประมงขนาดเล็ก แต่เมื่อทำการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับกุ้งมังกรในประเทศไทยพบว่ามีอยู่น้อยมาก พบเพียงการศึกษาชีววิทยาของกุ้งมังกรในสกุล Panulirus ในจังหวัดภูเก็ตและจังหวัดใกล้เคียงในพ.ศ.2537 [1] บทบาทของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำต่อการแพร่กระจายของกุ้งมังกรบริเวณอ่าวกะเปอร์ จังหวัดระนอง [2] จากข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่ากุ้งมังกรเป็นสัตว์น้ำที่มีอยู่ค่อนข้างจำกัด อีกทั้งมีการเติบโตค่อนข้างช้าจากการทดลองเลี้ยงกุ้งมังกรเลน (*Panulirus polyphagus* Herbst, 1793) ด้วยอาหารชนิดต่างๆ พบว่ากุ้งมังกรเลนที่เลี้ยงด้วยเนื้อหอยแมลงภู่ที่เริ่มต้นเลี้ยงจากความยาวเปลือกหัวและน้ำหนักเท่ากับ 7.42±0.32 เซนติเมตร และ 128.21±16.58 กรัม เป็นเวลา 4 เดือน พบว่ามีความยาวเปลือกหัวและน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 8.21±0.39 เซนติเมตร และ 176.00±31.10 กรัม [3] แต่ในการทำประมงกุ้งมังกรจากชาวประมงขนาดเล็กพบปัญหาการนำกุ้งมังกรขนาดเล็กขึ้นมาใช้ประโยชน์ [4]

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นหากไม่มีการดำเนินการใดๆ อาจนำไปสู่ความไม่ยั่งยืนของทรัพยากรกุ้งมังกรได้ โดยในการจัดการทรัพยากรประมงนั้นมีอยู่หลายนโยบาย แต่ในการที่จะนำนโยบายใดๆ มาใช้นั้นควรทำการศึกษาความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสียก่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนโยบายที่จะนำมาใช้สำหรับการทำประมงขนาดเล็ก เนื่องจากหากนโยบายนั้นๆ ผู้มีส่วนได้เสียไม่เห็นด้วยก็จะส่งผลให้นโยบายนั้นๆ ไม่สามารถนำมาใช้ได้จริง แต่หากเป็นนโยบายที่ผู้มีส่วนได้เสียเห็นด้วยก็ย่อมนำไปสู่การจัดการประมงที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงดำเนินการศึกษาความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงขนาดเล็กที่มีต่อแนวทางการจัดการประมงกุ้งมังกร โดยดำเนินการศึกษาในจังหวัดตรัง

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ใช้ประชากรคือ ผู้มีส่วนได้เสียในการทำประมงกุ้งมังกรในจังหวัดตรัง ประกอบด้วย ชาวประมงขนาดเล็กที่จับกุ้งมังกรได้จากการทำประมงอวนจมปูม้า ชาวประมงที่ดำน้ำจับกุ้งมังกร และแพรับซื้อกุ้งมังกร ทำการสำรวจในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 พบจำนวน 72 ราย กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีของ Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ได้ตัวอย่างจำนวน 61 ราย กำหนดกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบสัดส่วนตามชั้นภูมิ (proportional stratify sampling) โดยแบ่งสัดส่วนกลุ่มผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงกุ้งมังกรออกเป็น 5 กลุ่ม ประกอบด้วย ชาวประมงขนาดเล็กที่จับกุ้งมังกรได้ 3 กลุ่ม แบ่งออกเป็น 1) กลุ่มชาวประมงขนาดเล็กในอำเภอสิเกา 16 ราย 2) อำเภอหาดสำราญ 16 ราย 3) อำเภอปะเหลียน 16 ราย 4) กลุ่มชาวประมงที่ดำน้ำจับกุ้งมังกร 3 ราย และ 5) กลุ่มแพรับซื้อกุ้งมังกร 8 ราย สุดท้ายกำหนดตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling) ด้วยการจับฉลาก [5]

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างคือ แบบสัมภาษณ์ (interview form) ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (structured interview) เก็บข้อมูลระหว่างเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 ข้อมูลที่จัดเก็บประกอบด้วย 1) สถานภาพของผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงกุ้งมังกร 2) ระดับความคิดเห็นต่อแนวทางในการจัดการประมงกุ้งมังกร โดยแบ่งระดับความคิดเห็นเป็นแบบ Likert scale จำนวน 5 ระดับ [6] การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา บรรยายข้อมูลด้วย จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การแปลผลความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงกุ้งมังกรในจังหวัดตรังแบ่งออกเป็นระดับดังนี้ ความคิดเห็นระหว่าง 1.00 - 1.80 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง, 1.81 - 2.60 = ไม่เห็นด้วย, 2.61 - 3.40 = ปานกลาง, 3.41 – 4.20 = เห็นด้วย และ 4.21- 5.00 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง วิเคราะห์จำแนกกลุ่มความคิดเห็นด้วยการสร้าง

dendrogram โดยวิธี hierarchical cluster analysis [7] ตรวจสอบการกระจายของข้อมูลความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงกุ้งมังกรด้วยวิธี Kolmogorov-Smirnov เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงกุ้งมังกรจำแนกตามกลุ่มผู้มีส่วนได้เสีย 5 กลุ่ม และจำแนกตามอำเภอ 3 กลุ่ม (สิเกา หาดสำราญ และปะเหลียน) ด้วยวิธี Kruskal-Wallis H และจำแนกตามกลุ่มชาวประมงและแพรับซื้อสัตว์น้ำด้วยวิธี Mann-Whitney U

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1. ข้อมูลทั่วไปของผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงกุ้งมังกรขนาดเล็กในจังหวัดตรัง อายุเฉลี่ย 47.9+11.7 ปี ประสบการณ์เฉลี่ย 28.3+12.6 ปี ส่วนข้อมูลทั่วไปของชาวประมงที่ทำการทำประมงกุ้งมังกรในจังหวัดตรังชาวประมงที่ทำประมงกุ้งมังกรส่วนใหญ่คือ ชาวประมงที่ใช้อวนจมปูม้า รองลงมาใช้เครื่องมือชนิดอื่นๆ และดำน้ำจับ (ร้อยละ 86.8, 7.5 และ 5.7 ของชาวประมงทั้งหมด ตามลำดับ) ต่างจากในพื้นที่จังหวัดภูเก็ตที่ส่วนใหญ่จับกุ้งมังกรโดยร้อยละ 65 ของกุ้งมังกรทั้งหมดจับได้จากอวนลาก นอกจากนั้นจับได้จากการดำน้ำ และอวนถ่วง [1]

ชาวประมงที่ทำประมงกุ้งมังกรในจังหวัดตรังส่วนใหญ่ใช้แรงงาน 2 คนต่อราย รองลงมา 1 และ 3 ราย ตามลำดับ (ร้อยละ 90.5, 7.5 และ 1.9 ของชาวประมงทั้งหมด ตามลำดับ) กุ้งมังกรเลนเป็นชนิดกุ้งมังกรที่จับได้มากที่สุด รองลงมา กุ้งมังกรเจ็ดสี และกุ้งมังกรเขียว (ร้อยละ 90.6, 5.7 และ 3.8 ของชาวประมงทั้งหมด ตามลำดับ) ซึ่งเหมือนกับการทำประมงกุ้งมังกรในจังหวัดภูเก็ตที่จับกุ้งมังกรเลนร้อยละ 96.5 รองลงมา กุ้งมังกรเจ็ดสี และกุ้งมังกรเขียวร้อยละ 3.3 และ 0.2 ตามลำดับ [1]

3.2. ความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงกุ้งมังกรขนาดเล็กในจังหวัดตรังต่อแนวทางการจัดการประมงกุ้งมังกร โดยผู้มีส่วนได้เสียเห็นด้วยอย่างยิ่งใน 3 แนวทาง ดังนี้ การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับกุ้งมังกรให้แก่เยาวชนและชาวประมง (5.00+0.00) รองลงมาคือ การเข้าร่วมกิจกรรมปล่อยกุ้งมังกรขนาดเล็กและกุ้งมังกรที่มีไข่นอก และการห้ามจับกุ้งมังกรขนาดเล็ก (4.98$\pm$0.13 และ 4.28$\pm$0.97)

ผู้มีส่วนได้เสียฯ เห็นด้วยกับ 11 แนวทาง เช่น การลดหรือการห้ามทำการประมงกุ้งมังกรขนาดเล็ก การลดหรือการห้ามทำประมงที่มีไข่นอกกระดอง การห้ามหรือการลดการทำประมงในพื้นที่หรือช่วงเวลาที่พบกุ้งมังกรขนาดเล็กหรือมีไข่นอก

สุดท้ายผู้มีส่วนได้เสียแสดงความคิดเห็นระดับปานกลางในเรื่อง การกำหนดปริมาณการจับกุ้งมังกร 3.26$\pm$1.33) (ตารางที่ 1) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ [8] ที่รายงานว่าชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงปูม้าไม่เห็นด้วยกับการกำหนดปริมาณการจับปูม้าเช่นกัน

ตารางที่ 1 ความคิดเห็นต่อแนวทางการจัดการประมงกุ้งมังกรของผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงกุ้งมังกรในจังหวัดตรัง

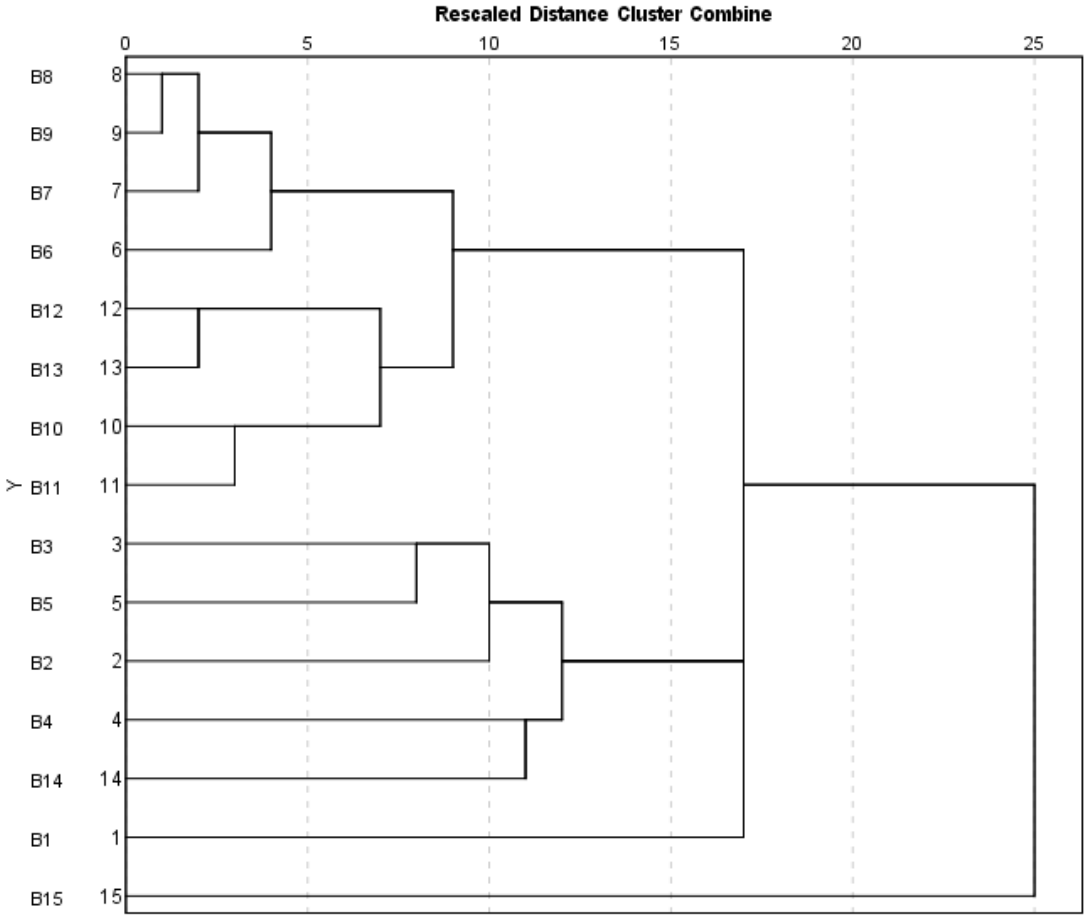
ความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสียฯ /แนวทางการจัดการประมงกุ้งมังกร	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับกุ้งมังกรให้แก่เยาวชนและชาวประมงในพื้นที่ (B14)	5.00	0.00	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
การเข้าร่วมกิจกรรมปล่อยกุ้งมังกรขนาดเล็กและกุ้งมังกรมีไข่สู่ธรรมชาติ (B15)	4.98	.13	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
การห้ามจับกุ้งมังกรขนาดเล็ก (B2)	4.28	.97	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
การปล่อยกุ้งมังกรที่มีขนาดเล็กครึ่งหนึ่งของกุ้งมังกรขนาดเล็กที่จับได้ทั้งหมด (B3)	4.20	.93	เห็นด้วย
การห้ามจับกุ้งมังกรที่มีไข่นอก (B4)	4.13	.97	เห็นด้วย
การปล่อยกุ้งมังกรที่มีไข่ครึ่งหนึ่งของกุ้งมังกรที่มีไข่ที่จับได้ทั้งหมด (B5)	4.02	1.09	เห็นด้วย

การห้ามทำประมงในพื้นที่พบกุ้งมังกรขนาดเล็ก(B6)	3.54	1.19	เห็นด้วย
การลดการทำประมงในพื้นที่พบกุ้งมังกรขนาดเล็ก (B7)	3.52	1.12	เห็นด้วย
การห้ามทำประมงในพื้นที่พบกุ้งมังกรที่มีไข่นอก (B8)	3.57	1.15	เห็นด้วย
การลดการทำประมงในพื้นที่พบกุ้งมังกรที่มีไข่นอก (B9)	3.51	1.12	เห็นด้วย
การห้ามทำประมงกุ้งมังกรในช่วงเดือนที่พบกุ้งมังกรขนาดเล็กจำนวนมาก (B10)	3.59	1.23	เห็นด้วย
การลดจำนวนวันลงแรงประมงในช่วงเดือนที่พบกุ้งมังกรขนาดเล็กมาก (B11)	3.57	1.26	เห็นด้วย
การห้ามทำประมงกุ้งมังกรในช่วงเดือนที่พบกุ้งมังกรที่มีไข่นอกจำนวนมาก (B12)	3.69	1.12	เห็นด้วย
การลดจำนวนวันลงแรงประมงในช่วงเดือนที่พบกุ้งมังกรที่มีไข่ (B13)	3.85	1.01	เห็นด้วย
การกำหนดปริมานการจับกุ้งมังกร (B1)	3.26	1.33	ปานกลาง

หมายเหตุ: ระดับความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสียในการทำประมงกุ้งมังกรดังนี้ 1.00 - 1.80 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง, 1.81 - 2.60 = ไม่เห็นด้วย, 2.61 - 3.40 = ปานกลาง, 3.41 – 4.20 = เห็นด้วย และ 4.21- 5.00 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ระดับความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงกุ้งมังกรต่อแนวทางการจัดการประมงกุ้งมังกรเป็นไปในทิศทางเดียวกับระดับความคิดเห็นของชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงปูม้าในจังหวัดตรังต่อมาตรการลดการทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง ที่รายงานว่า ชาวประมงเห็นด้วยเป็นอย่างยิ่งกับแนวทางที่ไม่กระทบกับผลประโยชน์ของชาวประมง และระดับความคิดเห็นจะลดลงเรื่อยๆ ตามระดับผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผลประโยชน์ที่ชาวประมงจะได้รับ [9] แต่ในการจัดการทรัพยากรประมงให้มีความยั่งยืนนั้นจำเป็นที่ต้องใช้นโยบายที่ปกป้องพ่อแม่พันธุ์ซึ่งถือเป็นมาตรการสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์น้ำเพศเมียที่มีไข่เพื่อให้มีการทดแทนที่ของทรัพยากรรุ่นใหม่ และการกำหนดขนาดสัตว์น้ำขนาดเล็กที่อนุญาตให้ทำประมงเพื่อให้สัตว์น้ำได้ผสมพันธุ์ก่อนถูกจับขึ้นมาใช้ประโยชน์ [10]

การจัดกลุ่มความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงกุ้งมังกรในจังหวัดตรังเมื่อระยะห่างเท่ากับ 13 แบ่งกลุ่มความคิดเห็นออกเป็น 4 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่ม1 คือ การห้ามและการลดทำประมงในพื้นที่ที่มีไข่นอก (B8,B9) การลดและการห้ามทำประมงในพื้นที่ที่มีกุ้งมังกรขนาดเล็ก (B7,B6) การลดจำนวนวันทำประมงและห้ามทำประมงในช่วงเดือนที่กุ้งมังกรมีไข่นอกกระดอง (B12,B13) การลดจำนวนวันทำประมงและห้ามทำประมงในช่วงเดือนที่กุ้งมังกรมีขนาดเล็ก (B10,B11) กลุ่ม2 คือ การปล่อยกุ้งมังกรขนาดเล็กและมีไข่นอกครึ่งหนึ่งของที่จับได้ (B3,B5) การห้ามจับกุ้งมังกรขนาดเล็กและมีไข่นอก (B2,B4) และการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับกุ้งมังกรให้แก่เยาวชนและชาวประมง (B14) กลุ่ม3 คือ การกำหนดปริมาณการจับกุ้งมังกร (B1) สุดท้าย กลุ่ม4 การเข้าร่วมกิจกรรมปล่อยกุ้งมังกรขนาดเล็กและมีไข่นอก (B15) (รูปที่) การจัดกลุ่มความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงกุ้งมังกรมีความสอดคล้องกับการสูญเสียผลประโยชน์ที่จะได้รับ โดยหากสูญเสียมากก็จะอยู่ในกลุ่มเดียวกัน แต่หากสูญเสียน้อยก็ จะอยู่กลุ่มเดียวกัน



รูปที่ 1 เดนโดรแกรมความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงกุ้งมังกรต่อแนวทางการจัดการประมงกุ้งมังกรในจังหวัดตรัง

การกระจายของข้อมูลความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงกุ้งมังกรต่อแนวทางการจัดการประมงกุ้งมังกรทุกข้อมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ ($P<0.05$) เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงกุ้งมังกรจำแนกตามกลุ่มผู้มีส่วนได้เสีย 5 กลุ่ม และจำแนกตามอำเภอ 3 กลุ่ม (สิเกา หาดสำราญ และปะเหลียน) และจำแนกตามกลุ่มชาวประมงและแพรับซื้อสัตว์น้ำพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ผลการศึกษานี้แตกต่างกับความคิดเห็นของชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงปูม้าในจังหวัดตรังต่อมาตรการลดการทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดองที่รายงานว่า อำเภอที่อาศัยของชาวประมงมีผลต่อความคิดเห็นของชาวประมง ($P<0.01$)

4. สรุปผลการวิจัย

ผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงกุ้งมังกรเห็นด้วยอย่างยิ่งกับแนวทางการจัดการประมงกุ้งมังกรในเรื่องที่ไม่เสียประโยชน์ เช่น การเข้าร่วมอบรมหรือกิจกรรมอนุรักษ์กุ้งมังกร และเห็นด้วยกับแนวทางที่ไม่เสียประโยชน์มากนักเช่น การเข้าร่วมกิจกรรมปล่อยกุ้งมังกรที่มีขนาดเล็กและมีไข่นอก แต่หากเป็นแนวทางที่ต้องเสียประโยชน์มากขึ้นก็จะเห็นด้วยในระดับที่ลดลง เช่น มาตรการลดหรืองดทำประมงในพื้นที่หรือช่วงเวลาที่มีกุ้งมังกรขนาดเล็กหรือมีไข่นอกมาก และมีความคิดเห็นระดับปานกลางกับแนวทางที่ควบคุมปริมาณการจับกุ้งมังกร โดยความคิดเห็นนี้สอดคล้องกับการจัดกลุ่มของแนวทางการจัดการประมงกุ้งมังกรที่จัดกลุ่มได้ตามระดับความสูญเสียผลประโยชน์

ความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงกุ้งมังกรต่อแนวทางการจัดการประมงกุ้งมังกรเป็นไปในทิศทางเดียวกันไม่ว่าจะจำแนกตามกลุ่มผู้มีส่วนได้เสีย อำเภอ และกลุ่มชาวประมงและแพรับซื้อสัตว์น้ำ ($P>0.05$)

5. แนวทางในการจัดการประมงกุ้งมังกรในจังหวัดตรัง

การจัดการประมงกุ้งมังกรจากการทำประมงขนาดเล็กควรแบ่งออกเป็น 2 ระยะ เริ่มต้นจากการให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีววิทยาของกุ้งมังกร ความสำคัญของการจัดการทรัพยากรกุ้งมังกรเพื่อความยั่งยืน และระยะต่อมาดำเนินการประชุมผู้มีส่วนได้เสียฯ เพื่อกำหนดมาตรการงดทำประมงกุ้งมังกรขนาดเล็กและกุ้งมังกรที่มีไข่นอกกระดอง ส่วนมาตรการเชิงพื้นที่และช่วงเวลาอาจจะไม่จำเป็นต้องนำมาใช้หากชาวประมงไม่จับกุ้งมังกรขนาดเล็กและกุ้งมังกรที่มีไข่นอกแล้ว สุดท้ายมาตรการกำหนดปริมาณการจับอาจไม่จำเป็น เนื่องจากกุ้งมังกรที่จับได้ส่วนใหญ่เป็นเพียงผลผลอยได้จากการทำประมงปูม้าเท่านั้นส่งผลให้ปกติแล้วชาวประมงจับกุ้งมังกรได้จำนวนน้อยมากๆ ยกเว้นกลุ่มที่ทำประมงกุ้งมังกรด้วยการดำน้ำจับ

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงกุ้งมังกร และแพรับซื้อกุ้งมังกรทุกรายในจังหวัดตรัง ที่ให้ข้อมูลในการวิจัยนี้เป็นอย่างดี ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยในโครงการวิจัยเรื่องการจัดการประมงกุ้งมังกร (*Panulirus spp.*) อย่างยั่งยืนเพื่อชุมชนประมง สุดท้ายนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการประมงและธุรกิจสัตว์น้ำ และนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการชายฝั่งอย่างบูรณาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ที่ได้ร่วมกันเก็บข้อมูล

7. เอกสารอ้างอิง

[1] อุ่นจิต ปาติยเสวี และก้องเกียรติ กิตติวัฒนาสกุล. 2537. ชีววิทยาของกุ้งมังกรในสกุล Panulirus ในจังหวัดภูเก็ตและจังหวัดใกล้เคียง. ใน รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2537 กรมประมง 19-21 กันยายน พ.ศ.2537.360-372 น.

[2] วัชรรัฐ ลิ้นจี่. 2554. บทบาทของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำต่อการแพร่กระจายของกุ้งมังกรบริเวณอ่าวกะเปอร์ จังหวัดระนอง. ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[3] พัชรี ชุ่นสั้น, จูอะดี พงศ์มณีรัตน์ และสามารถ เดชสถิตย์. การเลี้ยงกุ้งมังกรเลน *Panulirus polyphagus* (Herbst, 1793) ด้วยอาหารชนิดต่างๆ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 21/2551 สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 26 หน้า.

[4] ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ, กันสินี พันธ์วนิชดำรง และจันทร์สว่าง งามผ่องใส. 2560. ชีววิทยาบางประการของกุ้งมังกรเจ็ดสี (*Panulirus ornatus* Fabricius 1798) จากการทำประมงขนาดเล็กในจังหวัดตรัง. ว.แก่นเกษตร 45 (ฉบับพิเศษ):116-120.

[5] ณรงค์ ศรีสวัสดิ์. 2542. วิธีการวิจัยทางสังคมวิทยา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[6] ชัชวาลย์ เรืองประพันธ์. 2539. สถิติพื้นฐาน. ขอนแก่น : โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.

[7] กัลยา วานิชย์บัญชา. 2546. การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows. กรุงเทพฯ : บริษัท ธรรมสาร จำกัด.

[8] ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ, บัญชา สมบูรณ์สุข และสมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ. 2553. ความคิดเห็นของชาวประมงขนาดเล็กที่ทำการประมงปูม้า (Portunus pelagicus Linnaeus, 1758) ต่อการจัดการทรัพยากรปูม้าในจังหวัดตรัง, น.218-228. ใน การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 48 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาประมง, 3-5 กุมภาพันธ์ 2553, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

[9] ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ, กันสินี พันธ์วนิชดำรง และวีระพร สุขสมจิตร. 2560. ความคิดเห็นของชาวประมงต่อการลดการทำประมงปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่มีไข่นอกกระดองของชาวประมงขนาดเล็กในจังหวัดตรัง, น.787-795. ใน การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 55 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 31 มกราคม - 3 กุมภาพันธ์ 2560, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

[10] King, M. 1995. Fisheries Biology, Assessment and Management. Oxford: Fishing News Books.

การเสริมน้ำส้มควันไม้ดิบและผงถ่านในอาหารไก่ไข่

Raw Wood Vinegar and charcoal powder Supplementation in Layer Diets

ณิฐิมา เฉลิมแสน* บุญชู นาวนนุเคราะห์ อรรถพล ตันไสว และธัญรัตน์ จารี

สาขาสัตวศาสตร์และประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบของการเสริมน้ำส้มควันไม้ดิบและผงถ่านในอาหารไก่ไข่โดยพิจารณาจากสมรรถภาพการให้ผลผลิตไข่ คุณภาพไข่ และจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในมูลไก่ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (RCBD) โดยกำหนดให้บล็อก คือ ตำแหน่งของแถวกรงตับภายในโรงเรือน มี 4 แถว ในแต่ละแถวใช้กรงตับไก่ชุดละ 9 ตัว เลี้ยงไก่ไข่พันธุ์อีซ่าบราวน์อายุ 44 สัปดาห์ ในกรงตับกรงละ 3 ตัว รวม 180 ตัว ในแต่ละแถวสุ่มไก่ในแต่ละชุดให้ได้รับอาหารทดลอง 5 สูตร ได้แก่ อาหารไก่ไข่ที่ไม่มีการเสริมน้ำส้มควันไม้ (control), อาหารเสริมน้ำส้มควันไม้ดิบ 1 %, เสริมผงถ่าน 1 %, เสริมด้วยน้ำส้มควันไม้ ผสมกับผงถ่าน (น้ำส้มควันไม้ : ผงถ่าน = 1:1) 1 % และ เสริมด้วยน้ำส้มควันไม้ ผสมกับผงถ่าน (น้ำส้มควันไม้ : ผงถ่าน = 1:1) 2 % เก็บข้อมูลด้านสมรรถภาพการให้ผลผลิตไข่ คุณภาพไข่ และจำนวนจุลินทรีย์รวม โคลิฟอร์ม ซัลโมเนลลา และแลคติกแอซิกแบคทีเรีย 4 ช่วง (period) ช่วงละ 28 วัน ผลการทดลองปรากฏว่าไก่ที่ได้รับอาหารทดลองทุกกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์การให้ไข่ ปริมาณการกินอาหาร ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม และอัตราการรอดชีวิต รวมทั้งคุณภาพไข่ (น้ำหนักไข่ ความสูงไข่ขาว และค่า Haugh unit) เฉลี่ยทุกช่วงการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่าไก่ที่ได้รับอาหารเสริมด้วยน้ำส้มควันไม้ ผสมกับผงถ่าน 2 % มีเปอร์เซ็นต์การให้ไข่สูงกว่ากลุ่มอื่น อย่างไรก็ตามไก่ที่ได้รับอาหารเสริมด้วยน้ำส้มควันไม้ และผงถ่านเพียงอย่างเดียวมีความหนาเปลือกไข่ ต่ำกว่าไก่ที่กินอาหารที่ไม่มีการเสริมน้ำส้มควันไม้ (P<0.05) ส่วนผลการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ พบว่าจำนวนจุลินทรีย์รวม โคลิฟอร์ม และซัลโมเนลลาในมูลไก่ทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่แลคติกแอซิกแบคทีเรียในมูลไก่ที่ได้รับอาหารเสริมด้วยน้ำส้มควันไม้ดิบผสมกับผงถ่าน 2 % มีจำนวนสูงกว่ากลุ่มอื่น

คำสำคัญ : น้ำส้มควันไม้ดิบ, ผงถ่าน, อาหารไก่ไข่

Abstract

The aim of this experiment was to investigate the suitable model of using wood vinegar in layer diets. Randomized complete block design was used in this experiment. One hundred and eighty of 44 weeks of age Isa-brown breed layers were divided into 20 groups of 4 rows, 9 birds of each group. The group in each row was randomly assigned to 5 treatments: 0 % of raw wood vinegar and charcoal powder in diet (control, 0 % CRWVC), 1 % of raw wood vinegar in diets (1 % RWV), 1 % of charcoal powder in diets (1 % C), 1 % of charcoal powder-raw wood vinegar compound in diets (1 % CRWVC; RWV:C =1:1) and 2 % of charcoal powder-raw wood vinegar compound in diets (2 % CRWVC; RWV:C =1:1). All birds were placed in separate pen where feed and water were provided ad libitum. There were 4 periods (28 days per period) to collect data of egg production, egg quality and the feces of each group were collected to determine number of microorganism (total plate count, coliform, salmonella and lactic acid bacteria). The results showed that, there were no statistical difference among 5 groups on egg production (hen day and hen house percentage), feed conversion ratio, feed cost per 1 kilogram of egg and egg quality (P>0.05), except the shell tick of layers fed in 1 % RWV diet and 1 % C diet were lower than control (P<0.05) . Egg production percentage (hen day and hen house) of the bird group fed 2 % CRWVC diet

was slightly higher than the other groups. Besides, there were no statistical difference among 5 groups on number of microorganism in feces (total plate count, coliform, salmonella), but the number of lactic acid bacteria in feces of the bird group fed 2 % CRWVC diet was more than others groups.

Keywords : raw wood vinegar, charcoal powder, laying hen diet

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน nokgapood@gmail.com โทร. 0868967325

1. บทนำ

ปัจจุบันกระแสของการบริโภคอาหารที่คำนึงถึงความปลอดภัยต่อสุขภาพ (food safety) มีแนวโน้มสูงขึ้น ประกอบกับนโยบายภาครัฐมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มศักยภาพการแข่งขันสินค้าเกษตร และสินค้าเกษตรอุตสาหกรรมในต่างประเทศ และปัญหาของเกษตรกรไทยในปัจจุบันคือการใช้สารเคมีเกษตร ซึ่งมักจะเป็นประเด็นในการเจรจาการค้าโลกเนื่องจากเกษตรกรไทยมีการใช้สารเคมีในการผลิตในปริมาณมากจนเกิดสารตกค้างในผลผลิตและสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นประเด็นให้เกิดการกีดกันทางการค้าในปัจจุบันและเป็นประเด็นที่ต้องแก้ไขอย่างเร่งด่วน จึงทำให้การเกษตรยุคใหม่ต้องปรับกระบวนการผลิตโดยเปลี่ยนรูปแบบมาเป็นทำการเกษตรปลอดภัย หรือเกษตรอินทรีย์ มากขึ้น นั่นคือการหันมาใช้สารอินทรีย์ทดแทนการใช้สารเคมีเพื่อไม่ให้มีสารตกค้างในผลผลิตที่จะส่งออกไปขายยังตลาดโลก ซึ่งการใช้สารอินทรีย์ในกระบวนการผลิตนั้น นอกจากจะทำให้เกิดความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้ผลิต ผู้แปรรูปและผู้บริโภคแล้ว ยังช่วยลดต้นทุนการผลิต และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ในทำนองเดียวกันการเลี้ยงสัตว์ดังเช่นไก่ไข่ ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันผู้เลี้ยงมักนิยมใช้สารปฏิชีวนะ และสารเคมีเสริมในอาหารเพื่อป้องกันโรค กระตุ้นการกินอาหาร และเป็นสารีในไข่แดง ซึ่งสารปฏิชีวนะออกฤทธิ์ไปทำลายเชื้อจุลินทรีย์ทั้งที่เป็นประโยชน์และโทษ และหากใช้เป็นเวลานาน จะทำให้เชื้อโรคเกิดการดื้อยา นอกจากนี้ทั้งสารปฏิชีวนะและสารเคมีที่อื่นๆอาจมีผลตกค้างในผลิตภัณฑ์จากสัตว์ จึงมีการพยายามลดการใช้สารปฏิชีวนะ และสารเคมีเพื่อลดปัญหาดังนี้ น้ำส้มควันไม้จึงเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาอีกทางหนึ่ง เนื่องจากคุณสมบัติที่โดดเด่นที่สุดของน้ำส้มควันไม้ เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติสอดคล้องกับกระแสการบริโภคในปัจจุบันที่เน้นเรื่องของความปลอดภัย ปลอดสารพิษ สามารถใช้ได้อย่างสะดวก ไร้สารเคมีตกค้าง ในทางปศุสัตว์ น้ำส้มควันไม้ ช่วยลดกลิ่นและแมลงในฟาร์มปศุสัตว์ และเมื่อนำมาผสมอาหารจะช่วยทำให้การย่อยและการใช้ประโยชน์จากอาหารดีขึ้น ดังนั้นการนำน้ำส้มควันไม้ที่ผลิตในชุมชนมาใช้ในอาหารสัตว์ เพื่อทดแทนการใช้สารปฏิชีวนะและสารเคมีภายในฟาร์มของสัตว์ได้ และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของน้ำส้มควันไม้ที่ผลิตในชุมชนได้อีกทางหนึ่ง

น้ำส้มควันไม้ที่ใช้ในปัจจุบันมี 2 ประเภท คือ น้ำส้มควันไม้ดิบ และน้ำส้มควันไม้กลั่น ทั้งนี้ น้ำส้มควันไม้ดิบ ใช้เป็นสารป้องกัน และกำจัดศัตรูพืช ช่วยในการปรับปรุงสภาพดิน เป็นสารช่วยดับกลิ่น และช่วยฆ่าเชื้อโรคต่าง ๆ เป็นต้น ส่วนน้ำส้มควันไม้กลั่น (นำน้ำส้มควันไม้ดิบมากลั่น) มีลักษณะใสกว่าน้ำส้มควันไม้ดิบ มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่ำกว่าน้ำส้มควันไม้ดิบ (เริงนภรณ์ และคณะ, 2555) สามารถใช้ประโยชน์ได้หลายประการ เช่น ช่วยรักษาความสดของเนื้อปลาและเนื้อสัตว์ ใช้รักษาแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวกแผลสด บรรเทาอาการเจ็บปวดต่าง ๆ และใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เช่นลูกกลิ้งลดกลิ่นเหม็นของเหงื่อ เป็นต้น ในการใช้น้ำส้มควันไม้ในอาหารสัตว์ มีการแนะนำให้ใช้ในรูปของน้ำส้มควันไม้กลั่น เพื่อลดปัญหาสารตกค้างบางชนิดที่อาจตกค้างอยู่ในน้ำส้มควันไม้ดิบ ซึ่งอาจเป็นอันตรายกับสัตว์ได้ อย่างไรก็ตาม การทำน้ำส้มควันไม้กลั่นจะต้องมีเครื่องมือ และอุปกรณ์มากขึ้น และต้นทุนการผลิตสูง ทำให้มีราคาแพง มีรายงานว่าการใช้น้ำส้มควันไม้ดิบเสริมในอาหารไก่เนื้อให้ผลได้ดีเช่นเดียวกับการใช้น้ำส้มควันไม้กลั่น (ณิฐิมาและคณะ, 2556) ดังนั้นการใช้น้ำส้มควันไม้ดิบในอาหารสัตว์ได้จะทำให้เกษตรกรไม่ต้องลงทุนเพิ่ม เพราะสามารถผลิตได้เองในท้องถิ่น

มีงานวิจัยจำนวนมากที่รายงานว่าน้ำส้มควันไม้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค เช่น เชื้อซัลโมเนลลา และอีโคไลได้ (สรรเพชญ และคณะ, 2551; นงลักษณ์, 2554; Watarai and Tana, 2005) และน้ำส้มควันไม้ยังเป็นตัวกระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ในลำไส้ของสัตว์ได้อีกด้วย (Watarai and Tana, 2005) มีรายงานว่าการใช้น้ำส้มควันไม้ร่วมกับผงถ่านในอาหารสุกรหย่านมมีผลทำให้จำนวนแลกติกแอซิคแบคทีเรียในลำไส้ของสุกรเพิ่มขึ้นและส่งผลให้อาการท้องเสียของสุกรลดลง (ณิฐิมาและคณะ, 2553) ในทำนองเดียวกัน จิระพงษ์ (2552) แนะนำว่าการใช้น้ำส้มควันไม้ผสมในอาหารสัตว์

เพื่อป้องกันโรคท้องเสียควรนำไปผสมกับผงถ่านก่อนเพื่อลดกลิ่นควันไฟ ผงถ่านที่ผสมในอาหารสัตว์ก็มีคุณสมบัติที่ใช้ทดแทนสารเคมีได้ โดยจะช่วยทำให้การย่อยและการใช้ประโยชน์จากอาหารดีขึ้น ช่วยยับยั้งการเกิดแก๊สแอมโมเนีย และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ลดกลิ่นของมูลสัตว์ ช่วยดูดซึมโลหะหนักในกระเพาะอาหารป้องกันและรักษาอาการท้องเสีย และช่วยยับยั้งการฟักไข่ของแมลงในมูลสัตว์ได้ (พุฒินันท์, 2545; Samanya and Yamauchi, 2001) มีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ผงถ่านผสมลงในอาหารไก่ที่มีเชื้อราอะฟลาทอกซิน พบว่าปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักตัวที่เพิ่มดีขึ้น (Anjaneyulu *et al*., 1993 ; Dalvi and Ademoyero, 1984)

ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบที่เหมาะสมของการเสริมน้ำส้มควันไม้ดิบ และผงถ่าน ที่เป็นผลิตภัณฑ์ในชุมชน ในอาหารไก่ไข่ โดยพิจารณาจากสมรรถภาพการผลิตไข่ คุณภาพไข่ และจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในมูลของไก่เพื่อเป็นแนวทางในการทดแทนการใช้สารปฏิชีวนะและสารเคมีภายในฟาร์มไก่ไข่ต่อไป

2. วิธีดำเนินการวิจัย

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) โดยกำหนดให้บล็อก คือ ตำแหน่งของแถวกรงตับภายในโรงเรือน มี 4 แถว ในแต่ละแถวใช้กรงตับไก่ชุดละ 9 ตัว ใช้ไก่ไข่ อายุประมาณ 32 สัปดาห์ เลี้ยงไก่ในกรงตับกรงละ 3 ตัว รวม 180 ตัว ในแต่ละแถวสุ่มไก่ในแต่ละชุด ให้ได้รับอาหารทดลอง 5 สูตรดังนี้

สูตรที่ 1 อาหารไก่ไข่เสริมด้วยน้ำส้มควันไม้ดิบ 0 % (control)

สูตรที่ 2 อาหารไก่ไข่เสริมด้วยน้ำส้มควันไม้ดิบ 1 %

สูตรที่ 3 อาหารไก่ไข่เสริมด้วยผงถ่าน 1 %

สูตรที่ 4 อาหารไก่ไข่เสริมด้วยน้ำส้มควันไม้ดิบ ผสมกับผงถ่าน (น้ำส้มควันไม้ : ผงถ่าน = 1:1) 1 %

สูตรที่ 5 อาหารไก่ไข่เสริมด้วยน้ำส้มควันไม้ดิบ ผสมกับผงถ่าน (น้ำส้มควันไม้ : ผงถ่าน = 1:1) 2 %

อาหารทดลองทุกสูตรได้คำนวณให้มีโภชนะ ได้แก่ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ แคลเซียม ฟอสฟอรัส กรดอะมิโนที่จำเป็น เช่น ไลซีน และเมทไธโอนีน ตรงตามความต้องการของไก่ไข่ที่แนะนำโดย NRC (1994) ทั้งนี้สูตรอาหารไก่ไข่ทดลองแต่ละสูตรแสดงในตารางที่ 1 ไก่ทุกกรงจะได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ (ad libitum) โดยให้วันละ 2 มื้อคือ เช้า และบ่าย กำหนดโปรแกรมให้แสงสำหรับไก่จำนวน 16 ชั่วโมงต่อวัน

2. การบันทึกข้อมูล

การบันทึกผลการทดลองจะทำเป็นช่วงๆ โดยแบ่งเป็น 4 ช่วง (period) ช่วงละ 28 วัน คือช่วงที่ไก่ไข่อายุ 44-47, 48-51 , 52-55 และ 56-59 สัปดาห์ ในแต่ละช่วงมีการเก็บข้อมูล ปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่แต่ละวัน และจำนวนไก่ตาย นอกจากนี้ทุก 3 วันสุดท้ายของแต่ละช่วง สุ่มไข่ไก่ซ้ำละ 4 ฟองต่อวัน เพื่อนำมาตรวจวัดคุณภาพไข่ไก่ ได้แก่ น้ำหนักไข่ สีไข่แดง ความสูงไข่ขาว และความหนาของเปลือกไข่ เป็นต้น ช่วงท้ายของการทดลองสุ่มเก็บมูลไก่ในแต่ละกลุ่มมาศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวม (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)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

คำนวณสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การไข่ ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม อัตราการรอดชีวิต Haugh unit และ ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม แล้วนำข้อมูลด้านสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) สำหรับจำนวนจุลินทรีย์ ทำการแปลงข้อมูลเป็นค่า log แล้วจึงวิเคราะห์ความแปรปรวน จากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 1990)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบสูตรอาหารไก่ไข่ทดลอง (กิโลกรัม)

วัตถุดิบอาหาร	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
ข้าวโพด	49.83	47.7	47.7	47.7	45.5
รำละเอียด	15	15	15	15	15
กากถั่วเหลือง	16.62	17	17	17	17.4
ปลาป่น	5	5	5	5	5
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
เปลือกหอย	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
เมทไธโอนีน	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
น้ำส้มควันไม้ดิบ	0	1	0	0.5	1
ผงถ่าน	0	0	1	0.5	1
น้ำมันพืช	3.35	4.1	4.1	4.1	4.9
เกลือ	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
พรีมิกซ์	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
รวม	100	100	100	100	100
โภชนะที่ได้จากการคำนวณ					
โปรตีน (%)	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Kcal/kg)	2900	2899	2899	2899	2900
แคลเซียม (%)	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
ฟอสฟอรัส (%)	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
เยื่อใย (%)	4.06	4.03	4.83	4.43	4.81
ไลซีน (%)	0.86	0.87	0.87	0.87	0.87
เมทไธโอนีน (%)	0.67	0.66	0.66	0.66	0.66
ทริปโตเฟน (%)	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
ทรีโอนีน (%)	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
ราคา/กก.	11.66	12.53	11.93	12.23	12.83

หมายเหตุ น้ำส้มควันไม้ ราคา 50 บาท/กิโลกรัม ผงถ่านราคา 5.50 บาทต่อกิโลกรัม

3. ผลการวิจัย

ผลการศึกษาการเสริมน้ำส้มควันไม้ดิบและผงถ่านในอาหารไก่ไข่ พบว่าสมรรถภาพการผลิต ได้แก่เปอร์เซ็นต์ไข่ ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม และอัตราการรอดชีวิต ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าไก่ที่กินอาหารเสริมน้ำส้มควันไม้ดิบผสมผงถ่าน (สัดส่วน 1:1) 2 เปอร์เซ็นต์มีเปอร์เซ็นต์ไข่ (hen day production และ hen house production) และปริมาณอาหารที่กินสูงกว่ากลุ่มอื่น และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ รวมทั้งต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัมดีกว่ากลุ่มอื่นดังแสดงในตารางที่ 2 ในด้านคุณภาพไข่พบว่าน้ำหนักไข่ ความสูงไข่ขาว คะแนนสีไข่แดง และค่า Haugh unit ของไข่ไก่ที่กินอาหารทุกสูตรไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ไข่ของไก่ที่ได้รับอาหารเสริมน้ำส้มควันไม้ดิบ 1 เปอร์เซ็นต์ และที่ได้รับอาหารเสริมผงถ่าน 1 เปอร์เซ็นต์มีความหนาของเปลือกไข่ต่ำที่สุด ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3 ส่วนจำนวนจุลินทรีย์ในมูลปรากฏว่าไก่ที่ได้รับอาหารทดลองทุกสูตรมีจำนวนจุลินทรีย์รวม โคลิฟอร์ม และซัลโมเนลลา ไม่

แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่ไก่ที่กินอาหารเสริมน้ำส้มควันไม้ดิบผสมผงถ่าน (สัดส่วน 1:1) 2 เปอร์เซ็นต์ มีแลคติก แอซิก แบคทีเรีย สูงกว่ากลุ่มอื่น (P<0.05) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับไก่ที่กินอาหารเสริมน้ำส้มควันไม้ดิบ 1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 2 สมรรถภาพการผลิตไข่เฉลี่ย (mean ± SD) ของไก่ไข่ที่กินอาหารผสมน้ำส้มควันไม้ดิบและผงถ่านในรูปแบบต่างกัน

รายการ	0 % CRWVC	1 % RWV	1 % C	1 % CRWVC	2 % CRWVC	P-value
Hen day (%)	62.26±15.51	66.67±4.59	67.05±15.36	67.05±5.1	73.64±1.97	0.651
Hen house (%)	62.26±15.51	65.23±5.14	67.05±15.37	67.05±5.10	69.35±4.35	0.903
ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (กรัม/ตัว/วัน)	103.55±0.96	100.46±6.83	101.53±0.31	100.86±1.48	104.99±2.91	0.325
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กก.	2.85±0.78	2.51±0.23	2.64±0.60	2.50±0.21	2.37±0.03	0.650
ต้นทุนค่าอาหารต่อไข่ 1 กก. (บาท)	33.26±9.03	31.42±2.87	31.46±7.19	30.51±2.53	30.41±0.34	0.947
อัตราการรอดชีวิต (%)	100.0±0	91.67±11	100.0±0	100.0±0	97.22±6	0.128

หมายเหตุ RWV = น้ำส้มควันไม้ดิบ ; C = ผงถ่าน ; CRWVC = น้ำส้มควันไม้ดิบผสมผงถ่าน

ตารางที่ 3 คุณภาพไข่เฉลี่ย (mean ± SD) ของไก่ไข่ที่กินอาหารผสมน้ำส้มควันไม้ดิบและผงถ่านในรูปแบบต่างกัน

รายการ	0 % CRWVC	1 % RWV	1 % C	1 % CRWVC	2 % CRWVC	P-value
น้ำหนักไข่ (กรัม/ฟอง)	61.50±3.66	60.25±1.49	59.71±1.00	60.55±1.17	60.61±0.40	0.734
ความสูงไข่ขาว (มม.)	6.71±0.76	7.70±0.83	7.09±0.84	7.07±0.79	7.00±0.94	0.574
คะแนนสีไข่แดง	11.14±0.29	11.03±0.17	10.89±0.63	11.44±0.33	11.03±0.17	0.289
ค่า Haugh unit	75.56±4.39	78.30±3.43	81.57±3.46	81.43±2.99	80.11±3.34	0.223
ความหนาเปลือกไข่ (มม.)	0.57±0.01 ^{a}	0.55±0.01 ^{b}	0.55±0.00 ^{b}	0.56±0.01 ^{ab}	0.56±0.00 ^{ab}	0.021

หมายเหตุ ^{ab}ตัวอักษรต่างกันในแถวเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

RWV = น้ำส้มควันไม้ดิบ ; C = ผงถ่าน ; CRWVC = น้ำส้มควันไม้ดิบผสมผงถ่าน

ตารางที่ 4 จำนวนจุลินทรีย์ในมูลเฉลี่ย (mean ± SD) ของไก่ไข่ที่กินอาหารผสมน้ำส้มควันไม้ดิบและผงถ่านในรูปแบบต่างกัน (log of cfu/g)

รายการ	0 % CRWVC	1 % RWV	1 % C	1 % CRWVC	2 % CRWVC	P-value
total plate count	17.00±1.11	17.27±0.78	16.98±1.23	17.74±0.59	17.29±1.32	0.781
coliform	8.29±0.64	8.30±0.42	8.12±0.42	8.38±0.37	8.59±0.18	0.703
Salmonella	5.64±1.14	5.71±0.19	5.21±0.90	4.60±0.53	5.10±0.22	0.184
Lactic acid bacteria	11.72±0.45^{b}	12.11±0.57^{ab}	11.88±0.36^{b}	11.98±0.15^{b}	12.72±0.65^{a}	0.037

หมายเหตุ ^{ab}ตัวอักษรต่างกันในแถวเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

RWV = น้ำส้มควันไม้ดิบ ; C = ผงถ่าน ; CRWVC = น้ำส้มควันไม้ดิบผสมผงถ่าน

4. **สรุปผลและอภิปรายผล**

จากผลการศึกษาการเสริมน้ำส้มควันไม้ดิบและผงถ่านในอาหารไก่ไข่สรุปได้ว่าแม้ว่าการเสริมน้ำส้มควันไม้และผงถ่านในอาหารไก่ไข่ในรูปแบบต่างๆไม่ทำให้สมรรถภาพการผลิตไข่ และคุณภาพไข่โดยรวม รวมทั้งจำนวนจุลินทรีย์รวม และจุลินทรีย์ก่อโรคแตกต่างทางสถิติกับไก่ที่ไม่ได้รับการเสริมน้ำส้มควันไม้ดิบและผลถ่าน แต่มีแนวโน้มว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารที่เสริมน้ำส้มควันไม้ดิบผสมผงถ่าน (สัดส่วน 1:1) 2 เปอร์เซ็นต์มีสมรรถภาพการผลิตดีขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Sakaida *et al* (1987) ที่รายงานว่าการเสริมน้ำส้มควันไม้ร่วมกับผงถ่านในสัดส่วน 1:4 ที่ระดับ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เปอร์เซ็นต์การผลิตไข่ (hen-day production) เพิ่มขึ้น และประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น ในทำนองเดียวกัน Li and Ryu (2001) ก็รายงานว่าน้ำส้มควันไม้ช่วยเพิ่มผลิตไข่ และปรับปรุงอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ให้ดีขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบสำคัญคือกรดอินทรีย์ ซึ่งได้แก่ กรดอะซิติก กรดฟอร์มิก และกรดโพรพิโอนิก เป็นต้น กรดอินทรีย์ดังกล่าว เป็นสารที่ช่วยส่งเสริมการย่อยได้ในระบบทางเดินอาหารของไก่ ซึ่งสอดคล้องกับจิระพงษ์ (2548) ที่รายงานว่า น้ำส้มควันไม้มีส่วนประกอบเป็นกรดอินทรีย์ มีฤทธิ์ในการช่วยการย่อยอาหาร และทำให้การใช้ประโยชน์จากอาหารดีขึ้นโดยการนำมาผสมในอาหารสัตว์ ในทำนองเดียวกัน กิตติ (2551) รายงานว่าน้ำส้มควันไม้สามารถใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับสัตว์ได้ โดยช่วยปรับระดับแบคทีเรียในลำไส้และส่งเสริมการดูดซึมสารอาหารที่ลำไส้ของสัตว์ ทั้งนี้ จิระพงษ์ (2552) ได้ให้คำแนะนำว่าการใช้น้ำส้มควันไม้ในอาหารไก่ไข่ และเป็ดไข่ ที่มีอายุมากกว่า 150 วันควรใช้ในระดับ 0.8 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร อย่างไรก็ตามการเสริมน้ำส้มควันไม้ดิบเพียงอย่างเดียว 1 เปอร์เซ็นต์ และเสริมผงถ่านเพียงอย่างเดียว 1 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ความหนาของเปลือกไข่ลดลง ทั้งนี้อาจเป็นผลจากการนำแคลเซียมไปใช้ในการสร้างเปลือกไข่ของไก่กลุ่มดังกล่าวทำได้ไม่สมบูรณ์ เสาวนิต (2537) ได้รายงานว่า ความเป็นกรด-ด่างของลำไส้มีผลต่อการดูดซึมแคลเซียมหากลำไส้มีความเป็นด่างมากการละลายแคลเซียมลดลง แต่ถ้ามีความเป็นกรด เช่นค่า pH ต่ำกว่า 5 แคลเซียมจะละลายได้ดี นอกจากนี้กรดอินทรีย์ เช่นกรดแลคติก และกรดซิตริกยังช่วยให้การดูดซึมแคลเซียมดีขึ้น ดังนั้นน้ำส้มควันไม้ซึ่งมีกรดอินทรีย์ และมีค่า pH ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์จึงส่งผลต่อการดูดซึมแคลเซียมได้ดี อย่างไรก็ตามการละลายและดูดซึมแคลเซียมในไก่ไข่หากเร็วเกินไปจะทำให้ไก่ไม่สามารถนำแคลเซียมไปสร้างเปลือกไข่ได้ทันจึงถูกขับออกนอกร่างกายก่อนถึงเวลาสร้างเปลือกไข่ จึงอาจทำให้ไข่เปลือกบางลงได้ ส่วนผงถ่านมีฤทธิ์เป็นด่าง (จิระพงษ์, 2552) จึงอาจส่งผลต่อการดูดซึมแคลเซียมได้น้อยลง ดังนั้นการใช้น้ำส้มควันไม้ดิบร่วมกับผงถ่านจึงไม่ส่งผลต่อการดูดซึมแคลเซียมและไม่ทำให้เปลือกไข่บางลง

ในส่วนของจำนวนจุลินทรีย์ในมูล แม้ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลองทุกสูตรมีจำนวนจุลินทรีย์ก่อโรคในมูลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าไก่ที่กินอาหารที่เสริมด้วยน้ำส้มควันไม้ดิบร่วมกับผงถ่านในระดับ 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์มีจำนวนจุลินทรีย์ซัลโมเนลล่าในมูลน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริม และเสริมน้ำส้มควันไม้ดิบหรือผงถ่านเพียงอย่างเดียว ซึ่งในรายงานของ Watarai and Tana (2005) กล่าวว่าการเสริมน้ำส้มควันไม้และกรดอะซิติก ที่ความเข้มข้น 0.25 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลล่า (*Salmonella enterica serovar Enteritidis*) ลดลง และจากการทดลองของสรรเพชญ และคณะ (2551) ที่ได้ศึกษาผลของน้ำส้มควันไม้ต่อเชื้อซัลโมเนลลา และ อีโคไล ในหลอดทดลอง พบว่า น้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้น 20, 10 และ 7 เปอร์เซ็นต์ตรวจไม่พบเชื้อเหล่านี้ ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0, 6 และ24 เป็นต้นไป ตามลำดับ และพบว่าน้ำส้มควันไม้ที่ความเข้มข้นเปอร์เซ็นต์ 20 ตรวจไม่พบเชื้อ *S. enteritidis, S. typhimurium และ E. coli* ทันที ทั้งนี้เนื่องจากการทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาในฟาร์มซึ่งมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ไม่มากพอ ดังเช่นการทดลองกับเชื้อจุลินทรีย์โดยตรงในห้องปฏิบัติการจึงยังไม่เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน ส่วน แลคติก แอซิก แบคทีเรีย ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในระบบทางเดินอาหารพบว่า ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมผสมผงถ่าน (สัดส่วน 1:1) 2 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนแลคติก แอซิก แบคทีเรีย ในมูลมากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของณรงค์ และคณะ (2555) ที่รายงานว่าไก่เนื้อที่กินอาหารเสริมน้ำส้มควันไม้ดิบผสมผงถ่าน 1 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนแลคติก แอซิคแบคทีเรียในลำไส้มากกว่าไก่ที่กินอาหารที่ไม่มีการเสริมน้ำส้มควันไม้ดิบผสมผงถ่าน ในทำนองเดียวกัน ณิฐิมา และคณะ (2553) รายงานว่าการเสริมน้ำส้มควันไม้ผสมผงถ่านที่ระดับ 1 - 3 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารทำให้จำนวนแลคติกแอซิคแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ของสุกรหย่านมเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะน้ำส้มควันไม้มีกรดอินทรีย์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญหลายชนิดได้แก่ Acetic acid, Formic acid, Propionic acid เป็นต้น (สุพรชัย, 2550; เริงนภรณ์,

2555) ซึ่งถือว่ากรดอินทรีย์เหล่านี้เป็นสารพรีไบโอติก กลุ่มหนึ่งซึ่งเป็นอาหารของแลคติกแอซิคแบคทีเรีย จึงทำให้จุลินทรีย์ในกลุ่มดังกล่าวมีจำนวนมากขึ้น

ดังนั้นการใช้น้ำส้มควันไม้ดิบร่วมกับผงถ่านในอาหารไก่ไข่จึงเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการผลิตไก่ไข่ปลอดภัยที่ลดการใช้สารปฏิชีวนะในอาหารได้ และยังเป็นการใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติที่มีในท้องถิ่นเพื่อลดต้นทุนการผลิตไข่ได้อีกทางหนึ่งโดยใช้เสริมในระดับ 2 เปอร์เซ็นต์จะให้ผลดีกับสมรรถภาพการผลิตไข่ และสุขภาพของแม่ไก่ไข่

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ในส่วนของงบประมาณแผ่นดินในปี 2555 ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] เริงนภรณ์ โม้พวง วาสนา ชัยเสนา อรรถพล ตันไสว ยรรยง เฉลิมแสน และขนิษฐา ท่วงที. 2555. สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำส้มควันไม้มะขาม. วิทยาศาสตร์เกษตร 43(2) (พิเศษ): 657-660.

[2] ณิฐิมา เฉลิมแสน บุญชู นาวานุเคราะห์ อรรถพล ตันไสว ณรงค์ นันต๊ะจันทร์ ธัญรัตน์ จารี และพรพล บุญดา.2556. ผลของการเสริมน้ำส้มควันไม้ดิบและน้ำส้มควันไม้กลั่นในอาหารไก่เนื้อ. ในวารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต 1 (2): 111-121.

[3] สรรเพชญ อังกิติตระกูล และนริศร นางาม. 2551. ผลของน้ำส้มควันไม้ต่อเชื้อซัลโมเนลลา และอีโคไล ในหลอดทดลอง. น.303 -306. ในรายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยขอนแกน ครั้งที่ 9 คณะสัตวแพทย์ศาสตร์, ขอนแก่น.

[4] นงลักษณ์ นพสุพรรณ. 2554. ผลการใช้น้ำส้มควันไม้ และกรดอินทรีย์ในอาหารไก่เนื้อต่อสมรรถภาพการผลิต การย่อยได้ของโภชนะ และจุลินทรีย์ในมูล. วิทยาศาสตรมหาบันฑิต. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 96 หน้า

[5] ณิฐิมา เฉลิมแสน ยรรยง เฉลิมแสน และ ธัญรัตน์ จารี. 2553. การใช้น้ำส้มควันไม้ผสมผงถ่านในอาหารสุกรหลังหย่านม ในรายงานการประชุมวิชาการครั้งที่ 48. 3-6 กุมภาพันธ์ 2553. ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

[6] จิระพงษ์ คูหากาญจน์. 2552. คู่มือการผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้. พิมพ์ครั้งที่ 2. เกษตรกรรมธรรมชาติ. กรุงเทพมหานคร. 80 หน้า.

[7] พุฒินันท์ พึ่งวงศ์ญาติ. 2545. น้ำส้มควันไม้ จากเตาเผาถ่าน. เทคโนโลยีชาวบ้าน, 15(301): 31-32.

[8] จิระพงษ์ คูหากาญจน์. 2548. การใช้น้ำส้มควันไม้กับปศุสัตว์. เกษตรกรรมธรรมชาติ. กรุงเทพมหานคร. 72 หน้า.

[9] กิตติ เลิศล้ำ. 2551. “น้ำส้มควันไม้”. http://www.weloveshopping.com/template/a09/show_article.php?shopid= 9108&qid=6264 [30 เมษายน 2555].

[10] เสาวนิต คูประเสริฐ. 2537. โภชนาศาสตร์สัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา. 447 น.

[11] ณรงค์ นันต๊ะจันทร์ ณิฐิมา เฉลิมแสน บุญชู นาวานุเคราะห์ อรรถพล ตันไสว พรพล บุญดา ธัญรัตน์ จารี. 2555. การใช้น้ำส้มควันไม้ดิบร่วมกับผงถ่านในสูตรอาหารไก่เนื้อ. วารสารเกษตรนเรศวร. 1: 1-8.

[12] สุพรชัย มั่งมีสิทธิ. 2550. น้ำส้มควันไม้ผลพลอยได้จากธรรมชาติ. สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยศิลปากร. นครปฐม. 57 น.

[13] Watarai, S. and Tana. 2005. Eliminating the carriage of Salmonella enterica serovar Enteritidis in domestic fowls by feeding activated charcoal from bark containing wood vinegar liquid. Poultry Science J. 84 (4): 515-521.

[14] Samanya, M., & Yamauchi, K.(2001). Morphological Demonstration of the Stimulative Effects of Charcoal Powder Including Wood Vinegar Compound Solution on Growth Performance and Intestinal Villus Histology in Chickens. Poultry Sci. Journal, 39 (1), 42-55.

[15] Anjaneyulu, Y., Rao, P.R., & Naidu, N.R.G. (1993). Experimental aflatoxicosis and amelioration by activated charcoal in broiler chicken stusdy on performance and heamatology. Veternary and Animal Science Journal. 24: 51-54.

[16] Dalvi, R.R., & Ademoyero, A.A. (1984). Toxic effects of aflatoxin B1 in chicken giving feed contaminated with Aspergillus flavus and reduction of the toxicity by activated charcoal and some chemical agent. Avain Diseasees Journal, 28, 61-69.

[17] NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry 9th Revised Edition. Academy of Sciences. Wachington DC. 155 p.

[18] Downes, F.P. and K. Ito. 2001. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of food 4th ed. America Public Health Association. Washington D.C. 677 p.

[19] SAS. 1990. SAS/STAT User's Guide (Vol. 2), Version 6, Fourth Edition, Cary, NC.

[20] Sakaita, T., Enya, K., & Tana, T. (1987). Effect of the wood vinegar compound on egg production and egg quality of white leghorn hens. Japanese Poultry Sci. Journal, 24, 44-49.

[21] Li, H. L. and K. S. Ryu. 2001. Effect of feeding various vinegar on performance and egg quality of laying hens. Kor. J. Anim. Sci. Technol. 43: 655-662.

ไข่ดีไซเนอร์ : ความเป็นไปได้ของไข่แคลเซียม

Designer Eggs: Feasibility of Calcium Eggs

พรรณระพี อำนวยสิทธิ์* สุภาวิณี สีแดงดี กรรณิการ์ แสนมั่ง และภัทราวดี นวลศรี

สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก

บทคัดย่อ

ไข่ดีไซเนอร์ (designer eggs) เป็นไข่บริโภคที่พัฒนาให้มีโภชนะบางชนิดสูงกว่าไข่ธรรมดาเพื่อใช้เป็นอาหารสุขภาพ ความเป็นไปได้ในการผลิตไข่แคลเซียมจากไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทาญี่ปุ่นด้วยวิธีแช่ในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ใช้น้ำกลั่น มี 3 การทดลอง คือไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทาญี่ปุ่น นำไข่ไปแช่ในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าว และแช่ในน้ำกลั่นนาน 72 ชั่วโมง แต่ละการทดลองมี 6 กลุ่มคือกลุ่มเปลือกไข่ ไข่ขาว และไข่แดง ที่แช่ในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวและน้ำกลั่น ผลการทดลองพบว่าไข่ขาวของไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทาที่แช่ในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวมีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าไข่ขาวของไข่ที่แช่ด้วยน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) จึงมีความเป็นไปได้ในการผลิตไข่ดีไซเนอร์เพื่อให้ได้ไข่แคลเซียมสำหรับเป็นอาหารสุขภาพเสริมแคลเซียม แม้จะพบว่าไข่ขาวและไข่แดงของไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทาญี่ปุ่นที่แช่ในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวมีปริมาณโปรตีนหยาบต่ำกว่ากลุ่มที่แช่ในน้ำกลั่น ($p<0.01$) ซึ่งเชื่อว่าเกิดจากการเปลี่ยนสภาพ (denature) ของโปรตีนคล้ายไข่เยี่ยวม้า

คำสำคัญ : ไข่ดีไซเนอร์ ไข่แคลเซียม น้ำส้มสายชูหมักจากข้าว

Abstract

The designer eggs are modified from the standard egg in term high some nutrient to use as functional food for good health. Three Experiments were used. The hen eggs, duck eggs and japanese quail eggs were treated in Experimental 1 , 2 and 3, respectively. They were pickled in rice wine vinegar compared with distilled water for 72 hours. They were divided to six groups (shell egg, egg white, egg yolk in rice wine vinegar and distilled water). The result showed highly significant different ($p<0.01$). The hen eggs, duck eggs and japanese quail eggs which were pickled in rice wine vinegar had calcium level in egg white more than in distilled water. So, this study showed that it is feasible to modified standard egg to the calcium enriched designer eggs by this mothod. Eventhoug, the egg white and egg yolk of hen eggs, duck eggs and japanese quail eggs which pickled in rice wine vinegar had crude protein lower than distilled water groups ($p<0.01$) because of protein denature as same as century egg.

Keywords: designer eggs, calcium enriched eggs, rice wine vinegar

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน p_rapee_amns@hotmail.com

1. บทนำ

Designer Eggs หรือไข่ดีไซเนอร์ [1] เป็นไข่สัตว์ปีกที่เกิดจากขบวนการทำให้มีโภชนะบางอย่างสูงกว่าไขในธรรมชาติ เช่น การพัฒนาสูตรอาหารเพื่อให้มีโภชนะที่ต้องการอยู่ในเนื้อไข่ สำหรับใช้เป็นอาหารสุขภาพ (functional eggs) ไข่ดีไซเนอร์ที่คนไทยรู้จักดีคือไขโอเมก้า 3 (omega-3- fatty acid enriched eggs) ซึ่งไข่ดีไซเนอร์มีการศึกษาประมาณ ค.ศ. 1992 โดย [2], [3] รายงานเบื้องต้นว่ากลุ่มอาสาสมัครที่มีระดับไตรกลีเซอไรด์ในซีรั่มสูงเมื่อรับประทานไข่ที่มี α-linolenic acid (18:3 n–3) หรือ ALA enriched eggs นาน 28 วันพบว่าระดับไตรกลีเซอไรด์ในซีรั่มลดลง ต่อมามีนักวิจัยหลายประเทศศึกษาการออกแบบสูตรอาหาร

เพื่อให้ได้ไข่ไก่ที่มีโภชนะตามต้องการหรือให้ได้ไข่สุขภาพ ประเทศไทยมีการผลิตไข่ไก่เพื่อสุขภาพจำหน่ายหลากหลายชนิด เช่น ไข่โอเมก้า 3 [4] ไข่ซิลีเนียม [5] ไข่ไอโอดีน [6]

ปกติเปลือกไข่ของสัตว์ปีก เช่นไข่ไก่ ไข่เป็ดหรือไข่นกกระทาญี่ปุ่นมีธาตุแคลเซียมในรูปผลึกแคลไซด์ของสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต ประมาณ 99 เปอร์เซ็นต์ [7] ประมาณร้อยละ 39 โดยน้ำหนัก [8] มีสารอินทรีย์ปริมาณเล็กน้อย ผงเปลือกไข่สามารถนำมาใช้เป็นสารเติมแต่งอาหาร หรือ food additive ในลักษณะผงละเอียด หรือ eggshell powder (ESP) [9] โดยนำมาใช้เสริมในอาหารสำหรับการบริโภคเพื่อเพิ่มความหนาแน่นของมวลกระดูก (bone mineral density, BMD) [10] ซึ่ง [11] นำแคลเซียมจากเปลือกไข่มาใช้ประโยชน์โดยตรงจากการนำเปลือกไข่มาล้างให้สะอาด แยกเยื่อเปลือกไข่ (shell membrane) และสิ่งสกปรกออก ตากให้แห้งแล้วนำไปอบในตู้อบลม ร้อนทีอุณหภูมิ 37°C จนเปลือกไข่แห้งสนิทนำมาบดให้ละเอียดจะได้เปลือกไข่ผงที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตตามต้องการ ส่วน [12] ได้ต้มเปลือกไข่ใน deionized water นาน 30 นาที จากนั้นทำให้แห้งใน hot air oven ที่ 80^{O}C นาน 2 ชั่วโมง และนำเปลือกไข่มาฆ่าเชื้อโรคแบบ sterilization นาน 15 นาที ส่วน[13] ใช้วิธีการสกัดแคลเซียมจากเปลือกไข่ไก่มาต้มในสารละลาย 10%โซเดียมไบคาร์บอเนต จากนั้นนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ180 องศาเซลเซียส บดให้ละเอียด เมื่อวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตโดยวิธีการไตเตรท พบว่ามีปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตอยู่ร้อยละ 96.2±0.71 w/w เมื่อนำมาเตรียมในรูปยาเม็ดฟู่เพื่อให้ได้เกลือของแคลเซียมที่ละลายน้ำและดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้พบว่าปริมาณแคลเซียมที่ละลายมีปริมาณน้อยมาก ซึ่ง [13] สันนิษฐานว่าอาจมาจากวิธีการทำเม็ดฟู่ที่ใช้ไม่เหมาะกับเปลือกไข่

แคลเซียมเป็นแร่ธาตุหลักที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของมนุษย์ทุกช่วงอายุ แคลเซียมเป็นธาตุสำคัญในการสร้างกระดูก ฟันและช่วยการรับและส่งสัญญาณไฟฟ้าจากเซลล์หนึ่งไปอีกเซลล์หนึ่ง (synapsis of nerve) ร่างกายมนุษย์มีปริมาณแคลเซียมประมาณ 1,200-2,000 กรัม โดยอยู่ในกระดูกและฟัน ประมาณ 99 เปอร์เซ็นต์อยู่ในรูป multiple hydroxy apatite salt ($Ca_{10}(PO_4)_6$ $(OH)_2$) ของแคลเซียมฟอสเฟต และแคลเซียมคาร์บอเนต มีการเรียงตัวแบบ crystal lattice ส่วนแคลเซียมที่เหลือประมาณร้อยละ 1 หรือประมาณ 10 กรัมจะพบอยู่ในเลือด เนื้อเยื่อ และของเหลวในร่างกาย (ww.siamchemi.com/แคลเซียม) ปกติแคลเซียมคาร์บอเนตจะให้แคลเซียมได้ร้อยละ 40 สำหรับแคลเซียมซิเตรตให้แคลเซียมได้ร้อยละ 21 และแคลเซียมกลูโคเนตให้แคลเซียมได้ร้อยละ 9 [14] ปัญหาหนึ่งที่พบในผู้สูงอายุคือโรคกระดูกพรุน เนื่องจากมวลของกระดูกมีความหนาแน่นลดลง การเสริมแคลเซียมจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยเพิ่มความหนาแน่นของมวลกระดูกในผู้สูงอายุ ถ้าสามารถผลิตไข่ที่มีแคลเซียมมากกว่าไข่ปกติและมีราคาถูกได้ก็อาจเป็นหนทางหนึ่งในการเสริมแคลเซียมให้แก่ผู้สูงอายุ

ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นถึงความเป็นไปได้ของไข่ดีไซด์เนอร์ที่มีแคลเซียมในเนื้อไข่โดยไม่ต้องพัฒนาสูตรอาหารแม่ไก่

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

แบ่งการทดลองเป็น 3 การทดลองคือการทดลองที่ 1 ใช้ไข่ไก่ การทดลองที่ 2 ใช้ ไข่เป็ด และการทดลองที่ 3 ใช้ไข่นกกระทาญี่ปุ่น ทุกการทดลองใช้ไข่จำนวน 10 ฟองต่อซ้ำแช่ในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวและน้ำกลั่นกลุ่มละ 4 ซ้ำ แช่นาน 72 ชั่วโมง นำไข่มาสะเด็ดน้ำแยกเปลือก ไข่ขาว และไข่แดงออกจากกัน นำมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสนาน 3 วันจากนั้นบดให้ละเอียดเก็บใส่ถุงฟลอยด์กันความชื้นเพื่อรอการวิเคราะห์ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 6 กลุ่มทดลองคือกลุ่มเปลือกไข่ที่แช่ในน้ำกลั่น กลุ่มไข่ขาวที่แช่ในน้ำกลั่น กลุ่มไข่แดงที่แช่ในน้ำกลั่น กลุ่มเปลือกไข่ที่แช่ในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าว กลุ่มไข่ขาวที่แช่ในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าว และกลุ่มไข่แดงที่แช่ในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าว ข้อมูลที่เก็บคือปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส โปรตีน และค่าความเป็นกรด-ด่าง วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติแบบสุ่มสมบูรณ์และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

2. ผลการทดลอง

จากการใช้น้ำส้มสายชูหมักจากข้าวแช่ไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทาญี่ปุ่น เพื่อศึกษาปริมาณแคลเซียมในเปลือกไข่ ไข่ขาว และไข่แดงเปรียบเทียบกับการแช่ในน้ำกลั่น พบว่าไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทาญี่ปุ่น แช่ในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวมีค่าเฉลี่ยปริมาณแคลเซียม (มก./กก.) ต่ำกว่าเปลือกไข่ของไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทาญี่ปุ่นที่แช่ในน้ำกลั่นอย่างมีนัยยิ่งสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ที่เป็นเช่นนี้น่าจะเนื่องมาน้ำส้มสายชูหมักจากข้าว (rice vinegar) เกิดจากขบวนการหมักตามธรรมชาติเพื่อให้เกิดแอลกอฮอล์ก่อน จากนั้นแอลกอฮอล์จะถูกเปลี่ยนเป็นกรดอะซิติก (acetic acid) ซึ่งมีสภาพความเป็นกรด [15] อาจทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) ที่เปลือกไข่กับกรดอะซิติก ส่งผลให้การเกิดการปล่อยกาซคาร์บอนไดออกไซด์จากแคลเซียมคาร์บอเนตที่เปลือกไข่ และแคลเซียมก็ถูกปลดปล่อยออกจากเปลือกด้วยทำให้ปริมษรแคลเซียมที่เปลือกลดลง ส่วนไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทาที่แช่ในน้ำกลั่นไม่เกิดการปล่อยกาซคาร์บอนไดออกไซด์จากแคลเซียมคาร์บอเนตจึงมีปริมาณแคเซียมมากกว่า ส่วนปริมาณแคลเซียมในไข่ขาวของไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทาที่แช่ในน้ำส้มสายชูหมักด้วยข้าว พบว่ามีปริมาณแคลเซียมสูงกว่าไข่ขาวของไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทาที่ดองด้วยน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) สันนิษฐานว่าอาจเกิดจากแคลเซียมที่ถูกปลดปล่อยจากแคลเซียมคาร์บอเนตรวมตัวกับกรดอะซิติกในรูปแคลเซียมอซิเตต (calcium acetate) ซึมเข้าในเนื้อไข่ขาวพร้อมกับน้ำส้มสายชูหมักจากข้าว ซึ่ง [7] รายงานว่าเปลือกไข่ไก่ประกอบด้วยหินปูน (calcium carbonate) เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำส้มสายชูจะปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ออกมา และน้ำส้มสายชูมีความเข้มข้นกว่าน้ำในเนื้อไข่ จึงซึมเข้าสู่เนื้อไข่ตามหลักแรงดันออสโมซิส (osmosis) อย่างไรก็ตามรูปทรงของไข่ไก่ยังคงอยู่ได้เพราะเยื่อบุผิวไข่ไก่ (membrane) ไม่ถูกย่อยสลายด้วยน้ำส้มสายชู สำหรับปริมาณแคลเซียมในไข่แดงของไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทาญี่ปุ่นที่แช่ในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวพบว่ามีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) กับไข่แดงของไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทาญี่ปุ่นกลุ่มที่ดองด้วยน้ำกลั่น (ตารางที่ 3) ที่เป็นเช่นนี้เพราะในไข่แดงของสัตว์ปีกมีแร่ธาตุต่าง ๆ อยู่ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์โดยเฉพาะแคลเซียมหรือมีปริมาณมากกว่าไข่ขาว [7] ทำให้แคลเซียมไม่สามารถซึมเข้าไปในไข่แดงได้ด้วยแรงดันออสโมซิส

ในการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในเปลือกไข่และไข่ขาว ของไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทาญี่ปุ่นที่แช่ในน้ำกลั่นพบว่ามีปริมาณมากกว่ากลุ่มที่แช่ในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าว ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสในไข่แดงพบว่าไข่ไก่ และไข่นกกระทาญี่ปุ่นที่แช่ในน้ำกลั่นมีปริมาณมากกว่ากลุ่มที่แช่ในน้ำส้มสายชู ยกเว้นไข่แดงของไข่เป็ดที่แช่ในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวที่พบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่ากลุ่มที่แช่ในน้ำกลั่น ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นไปได้ว่าไข่แดงของไข่เป็ดกลุ่มที่ใช้ทดลองมีฟอสฟอรัสต่ำเมื่อแช่ในน้ำส้มสายชูจึงเกิดการซึมของฟอสฟอรัสเข้าสู่ไข่แดง ทำนองเดียวกับปริมาณฟอสฟอรัสในไข่ขาวและไข่แดงของไข่ไก่และไข่นกกระทาที่แช่ในน้ำส้มสายชูที่พบปริมาณต่ำจึงเป็นไปได้เช่นกันว่ามีการซึมออกของฟอสฟอรัสจากไข่ขาวและไข่แดงเมื่อแช่ในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าว ซึ่งงานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำส้มสายชูหลังการแช่จึงอาจเป็นไปได้ว่าฟอสฟอรัสอาจซึมออกจากไข่ขาวและไข่แดงมาอยู่ในส่วนของน้ำส้มสายชูหมัก โดย [16] รายงานว่าแร่ธาตุบางชนิดในเนื้อไข่สามารถเพิ่มปริมาณได้ถ้ามีความเข้มข้นของแร่ธาตุนั้นไม่เท่ากันในส่วนประกอบของไข่

ในการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของเปลือกไข่ของไข่เป็ดและไข่นกกระญี่ปุ่นไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่แช่ในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวและน้ำกลั่น ส่วนไข่ขาวและไข่แดงในไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทาญี่ปุ่นที่แช่ในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าวพบว่ามีปริมาณโปรตีนต่ำกว่ากลุ่มที่แช่ในน้ำกลั่น ($p<0.01$) การนี้คาดว่าความเป็นกรดของน้ำส้มสายชูจะทำให้โปรตีนในไข่ขาวและไข่แดงเกิดการเปลี่ยนสภาพ (denature) ไป ส่งผลต่อวิเคราะห์โปรตีนด้วยวิธีการของ A.O.A.C ที่ใช้ปริมาณไนโตรเจนในสิ่งที่จะวิเคราะห์ ส่งผลให้การคำนวณปริมาณโปรตีนจากค่าไนโตรเจนต่ำลงไปด้วย สอดคล้องกับ [17] ที่รายงานว่าไข่ดองด้วยน้ำส้มสายชูจะมีปริมาณโปรตีนต่ำจากการเสื่อมสภาพ นอกจากนี้สอดคล้องกับ [18] [19] [20] [21] ที่รายงานว่าไข่เป็ดที่ผ่านขบวนการทำไข่เยี่ยวม้า (pidan egg) จะมีส่วนประกอบของโปรตีนในไข่ลดลงเนื่องจากการเปลี่ยนสภาพ

ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของเปลือกไข่ ไข่ขาว และไข่แดง ของไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทาญี่ปุ่นที่แช่ในน้ำกลั่นจะมีค่าความเป็นกรดน้อยกว่ากลุ่มที่แช่ในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าว ($p<0.01$) สอดคล้องกับ [21] ที่รายงานว่าน้ำส้มสายชูมีความเป็นกรดเมื่อนำมาดองไข่จะดูดซึมเข้าไปในเนื้อไข่ขาวและไข่แดง ทำให้ไข่ที่ดองด้วยน้ำส้มสายชูมีความเป็นกรดสูง ตามไปด้วย

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยปริมาณแคลเซียมใน เปลือกไข่ ไข่ขาว และไข่แดงของ ไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทาที่แช่ในน้ำกลั่นและน้ำส้มสายชูหมักจากข้าว

	น้ำกลั่น			น้ำส้มสายชูหมักจากข้าว			
	เปลือกไข่	ไข่ขาว	ไข่แดง	เปลือกไข่	ไข่ขาว	ไข่แดง	
การทดลองที่ 1: ไข่ไก่							
-แคลเซียม,มก/กก.	34.17±0.89^{a}	0.60±0.37^{d}	0.43±0.20^{e}	30.89+4.20^{b}	6.41+0.34^{c}	0.34+0.02^{e}	**
-ฟอสฟอรัส,มก/กก.	0.22±0.03^{b}	0.24±0.08^{b}	2.20±0.16^{a}	0.09+0.06^{c}	0.20+0.05^{bc}	2.11+0.09^{a}	**
-โปรตีน,%	7.35±0.8^{e}	79.12±0.64^{a}	34.40±0.85^{c}	10.87+2.2^{d}	46.50+1.72^{b}	34.38+0.46^{c}	**
-ค่ากรด-ด่าง (pH)	7.84±0.05^{b}	8.66±0.19^{a}	5.9±0.07^{c}	7.1+0.13^{bc}	6.0+0.03^{c}	5.52+0.10^{d}	**
การทดลองที่ 2 : ไข่เป็ด							
-แคลเซียม,มก/กก.	35.94±0.22^{a}	0.13±0.10^{d}	0.33±0.02^{d}	33.61±2.23^{b}	5.74±1.05^{c}	0.58±0.54^{d}	**
-ฟอสฟอรัส,มก/กก.	0.31±0.01^{c}	0.29±0.04^{d}	1.78±0.30^{b}	0.22±0.01^{e}	0.22±0.03^{e}	2.00±0.07^{a}	**
-โปรตีน,%	7.77±0.92^{e}	77.51±1.43^{a}	33.90±1.44^{c}	7.84±1.05^{e}	53.30±1.00^{b}	32.11±0.96^{d}	**
-ค่ากรด-ด่าง (pH)	7.84±0.27^{b}	8.74±0.47^{a}	5.38±0.09^{e}	6.98±0.25^{c}	5.72±0.01^{d}	5.02±0.10^{f}	
การทดลองที่ 3 ไข่นกกระทาญี่ปุ่น							
-แคลเซียม,มก/กก.	46.18±1.45^{a}	0.75±0.11^{d}	0.70±0.39^{d}	41.29±1.29^{b}	3.22±0.72^{c}	0.59±0.48^{d}	**
-ฟอสฟอรัส,มก/กก.	0.42±0.08^{d}	2.14±0.05^{b}	2.68±0.58^{a}	0.34±0.03^{d}	1.46±0.60^{c}	2.75±0.21^{a}	**
-โปรตีน,%	7.88±1.01^{e}	67.26±1.86^{a}	31.12±1.39^{c}	7.89±0.33^{e}	50.57±1.13^{b}	28.68±0.48^{d}	**
-ค่ากรด-ด่าง (pH)	6.67±0.14^{b}	7.52±0.29^{a}	5.22±0.14^{c}	5.62±0.12^{c}	4.80±0.20^{d}	4.66±0.14^{d}	**

** หมายความว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

^{abcd} อักษรที่ต่างกันบนค่าเฉลี่ยในแถวนอนเดียวกันหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

3. สรุปผลการทดลอง

จากการนำไข่ไก่ ไข่เป็ด และไข่นกกระทาญี่ปุ่นแช่ในน้ำส้มสายชูหมักจากข้าว นาน 72 ชั่วโมงพบความเป็นไปได้ในการทำไข่ดีไซเนอร์ที่มีแคลเซียม หรือไข่แคลเซียมที่เกิดจากการซึมของแคลเซียมจากเปลือกไข่เข้าสู่เนื้อไข่ แม้ว่าจะพบโปรตีนหยาบในระดับต่ำกว่ากลุ่มควบคุมที่แช่ในน้ำกลั่นซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนสภาพ และค่าความเป็นกรดสูงซึ่งควรพัฒนากรรมวิธีเพื่อแก้ไขข้อด้อยดังกล่าว

4. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับเงินสนับสนุนการทำวิจัย 20,000 บาท (สองหมื่นบาท) จาก “โครงการระดับปริญญานิพนธ์เป็นงานวิจัย ตีพิมพ์ งานสร้างสรรค์ และงานบริการวิชาการสู่ชุมชน ประจำปีงบประมาณ 2558” ของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

5. เอกสารอ้างอิง

[1] Manohar, G.R. 2015, “Designer Egg Production- an overview”, International Journal of Science, Environment and Technology, 4(5): 1373 – 1376.

[2] Ferrier, L., Caston, L., Leeson, S., Jamessquires, E., Celi, B., and Thomas, L., 1992, “Changes in serum lipids and platelet fatty acid composition following consumption of eggs enriched in alpha-linolenic acid (LnA)”, Food Research International, 25, cited by Fraeye et al, 2012.

[3] Fraeye, I., Bruneel, C., Lemahieu, C., Buyse,J., Muylaert, K., Foubert, I, 2012, “Dietary enrichment of eggs with omega-3 fatty acids: A review”, Food Research International, 48:961–969.

[4] เสกสม อาตมางกูร ยุวเรศ สังวราภรณ์ และฉัตรชัย เจนการวณิช. 2539. “ไข่ไอโอดีนเกษตร”, http://www.ku.ac.th/kaset60/ku60/eggkaset.html, [20 พฤษภาคม 2559]

[5] อรวรรณ เรืองเดชชัยกุล, 2542, “การเสริมโซเดียมซิลิไนท์ในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่และการสะสมซิลิเนียมในไข่”, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[6] อรประพันธ์ ส่งเสริม; สุเจตน์ ชื่นชม สุชาติ สงวนพันธุ์ อรทัย ไตรวุฒานนท์ และอรรถวุฒิ พลายบุญ, 2549, “การเสริมธาตุไอโอดีนในอาหารไก่ไข่เพื่อการผลิตไข่ไก่เสริมไอโอดีนแบบเป็นอุตสาหกรรม 1.ผลต่อปริมาณไอโอดีนในฟองไข่และสมรรถภาพการผลิตไข่ของแม่ไก่”, หน้า 257-264. *ใน* รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 : สาขาสัตว์ สาขาสัตวแพทยศาสตร์ ระหว่างวันที่ 30 มกราคม-2 กุมภาพันธ์ 2549.

[7] สุวรรณ เกษตรสุวรรณ, 2529, “ไข่และเนื้อไก่”, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 382 หน้า.

[8] Cortivo, R., Castellani, I., Martelli, M., Michelotto, G., Abatangelo, G. 1982. Chemical characterization of the hen eggshell matrix: isolation of an alkaline-resistant peptide. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 48: 4883-4889

[9] Schaafsma, A., Pakan, I., Hofstede, G.J.H., Muskiet, F.A.J., Van der Veer, E., and De Vries, P.J.E. , 2000, “ Mineral, amino acid and hormonal composition of chicken eggshell powder and the evaluation of its use in human nutrition”, Poultry Science, 79: 1833-1838

[10] Schaafsma, Z., van Doormal, J.J. , Muskiet, F.A., Hofstede, G.J., Pakan, I. and van der Veer, E., 2002, “Positive effects of a chicken eggshell powder enriched vitamin-mineral supplement on femoral neck bone mineral density in healthy late post menopausal Dutch women”, Br. J. Nutr., 87: 267 275.

[11] Daengprok W., Garnjanagoonchorn W., & Mine, Y., 2002, “Fermented pork sausage fortified with commercial or hen eggshell calcium lactate”, Meat Sci. 62:199–204.

[12] Nahla M., and Hassan, M., 2015, “Chicken eggshell powder as dietary calcium source in biscuits. World” Journal of Dairy & Food Sciences 10 (2): 199-206.

[13] ชัชวัสส์ ปานตู้ และชุติมา สุขสำราญ, 2553, การเตรียมแคลเซียมอินทรีย์จากเปลือกไข่เพื่อใช้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร, http://www.pharmacy. mahidol.ac.th/newspdf/specialproject /2553-41.pdf. [15 พฤษภาคม 2560]

[14] บุษบา จินดาวิจักษณ์. 2555. แคลเซียมกับโรคกระดูกพรุน ตอนที่ 2 http://www.pharmacy.mahidol.ac.th /th /knowledge/ article/218 [15 พฤศจิกายน 2558]

[15] ฤทัย จงสฤษดิ์. 2552. สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (On-line). Avialable: http://www.most.go.th/main/index.php/organization-news/, 2 พฤษภาคม 2559.

[16] Ganasen P., Benjakul S., Kishimura H. 2013. Effect of different cations on pidan composition and flavor in comparison to the fresh duck egg. Korean J. Food Sci. An. 33:214–220

[17] กฤษดา ศิรามพุช. 2556. ไข่ดองน้ำส้มสายชูหมัก รักษาโรคได้จริงหรือ? – X-RAY สุขภาพ (On-line). Avialable: http://www.dailynews.co.th/article/198645, 20 ,มีนาคม 2559.

[18] Kaewmanee, T., S. Benjakul, and W. Visessanguan. 2009[a]. Effect of salting processes on chemical composition, textural properties and microstructure of duck egg. J. Sci. Food Agric. 89, 625-633.

[19] Kaewmanee, T., S' Benjakul, and W. Visessanguan. 2009[b]. Changes in chemical composition, physical properties and microstructure of duck egg as influenced by salting. Food Chem. 112, 560-569.

[20] Ganasen, P. and S. Benjakul. 2010[a]. Chemical compositions and properties of alkali pickled egg (Pidan) as affected by cations and selected pickling ingredients. Ph.D. Thesis. Prince of Songkla University, Hat Yai, Thailand

[21] Ganasen, P. and S. Benjakul., 2010[b]. Physical properties and microstructure of pidan yolk as affected by different divalent and monovalent cations. LWT-Food Sci. Technol. 43, 77-85.

ผลของปุ๋ยต่อปริมาณสารฟลาโวนอยด์และคุณค่าทางโภชนาการในใบมะรุม

Effect of fertilizers on flavonoids component and nutritional content of *Moringa oleifera* leaves

ศีลศิริ สง่าจิตร[1*] ประเทือง สง่าจิตร[1] และคชรัตน์ ทองฟัก[2]

[1]สาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก

[2]สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารสารฟลาโวนอยด์ (rutin และ quercetin) และคุณค่าทางโภชนาการใบมะรุม จากการปลูกมะรุมที่ ไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มี ธาตุปุ๋ย N P K แตกต่างกัน หลังปลูก 8 เดือนเก็บผลผลิตใบโดยตัดส่วนยอดยาว 20 ซ.ม. ทำให้แห้งโดยการผึ่งในที่ร่ม แล้ววิเคราะห์ปริมาณสาร rutin และ quercetin ในใบแห้งโดยเทคนิค HPLC-DAD/MSD วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการด้วยวิธี proximate analysis จากผลการทดลองพบว่าทุกสิ่งทดลองให้ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ (rutin และ quercetin) ในใบมะรุมที่ไม่แตกต่างกัน โดยมีปริมาณสาร 192.72±32.66 - 318.56±103.36 มก./กก. คุณค่าทางโภชนาการในใบมะรุมให้ผลที่แตกต่างกันเล็กน้อยดังนี้ ความชื้นมีค่าระหว่าง 4.90-6.94% โปรตีน 26.14-28.41 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 9.08 - 12.82 % เถ้า 9.41 - 12.22 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 3.75-5.81 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 46.48-49.43 % แคลเซียม 1.11–1.66 % ฟอสฟอรัส 0.39-0.64 % และพลังงาน 3,319.50-4,430.59 Kcal/kg ดังนั้น การให้ปุ๋ยไม่มีผลต่อปริมาณสาร rutin และ quercetin แต่การให้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยฟอสฟอรัสหรือโพแทสเซียม มีผลเพิ่มปริมาณโปรตีนในใบมะรุม

คำสำคัญ: ฟลาโวนอยด์ , รูทิน , เควอเซทิน , คุณค่าทางโภชนาการ

Abstract

This research aimed to study amount of rutin, quercetin components and nutritional content obtained from leaves of *Moringa oleifera* grown from non fertilizer, organic fertilizer and organic fertilizer with various macronutrients of chemical fertilizer. After eight months planting, the leaves were harvested by cutting 20 cm. from the top and dried in shade. The amount of rutin and quercetin were analysed by HPLC-DAD/MSD technique. The proximate analyses were done for detecting nutritional content. The results showed that all treatments had no difference in amount of flavonoids (rutin and quercetin) component in moringa leaves. There were 192.72±32.66 - 318.56±103.36 mg/kg. The proximate analysis of *M. oleifera* leaves showed the little difference in nutritional content. The moisture content was in the range of 4.90-6.94 % , protein 26.14-28.41 %, fiber 9.08 - 12.82 %, ash 9.41-12.22 %, fat 3.75-5.81 % carbohydrate 46.48-49.43 %, Calcium 1.11–1.66 %, Phosphorus 0.39-0.64 % and the energy value 3,319.50-4,430.59 Kcal/kg. Consequently, the application of fertilizers had no effect in amount of rutin and quercetin component. The application of organic fertilizer and nitrogen fertilizer with phosphorus or potassium increase protein in moringa leaves.

Keywords: flavonoid , rutin , quercetin , nutritional content

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน seensiri@yahoo.com

1. บทนำ

มะรุม เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางพบได้ทุกภาคในประเทศไทย กินได้ทั้งยอด ดอก และฝักเขียว แต่นิยมกินฝักมากกว่าส่วนอื่น ๆ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Moringa oleifera* Lam. อยู่ในวงศ์ Moringaceae ชื่อสามัญ Horse –radish tree, Ben tree, Drumstick tree [1] ประโยชน์ของใบมะรุมมีทั้งประกอบอาหารหรือในรูปแบบสมุนไพร อาหารเสริม เนื่องจากในใบมะรุมมีสารฟลาโวนอยด์ที่สำคัญ คือ รูทินและเควอเซทิน (rutin และ quercetin) สารลูทีน และกรดแคฟฟีโอ-ลิลควินิก (lutein และ caffeoylquinic acids) ซึ่งมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ดูแลอวัยวะต่างๆ ได้แก่ จอประสาทตา ตับ และหลอดเลือดจากการเสื่อมสภาพตามอายุ [2] เควอซิทินเป็นสารพฤกษเคมีที่อยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ มีฤทธิ์ในการต้านออกซิเดชั่นสูงที่สุด มีมากในหัวหอม หอมแดง และพืชตระกูลถั่ว เป็นสารที่ปกป้องหลอดเลือด (vasoprotective) และช่วยในการทำงานของหลอดเลือดหัวใจ สามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชั่นในหลอดเลือด และหลอดเลือดเลี้ยงสมองอุดตันและหัวใจได้ นอกจากนั้นให้ฤทธิ์ในการป้องกันการอักเสบ ป้องกันแบคทีเรีย และไวรัส ช่วยป้องกันอาการแพ้

สารรูทินเป็นสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติผลึกสีเหลืองโมเลกุลสูตร C_{27} H_{30} O_{16} ที่เกิดขึ้นในพืชชนิดต่างๆ และถูกนำมาใช้ในทางการแพทย์ ส่วนใหญ่สำหรับการเสริมสร้างผนังหลอดเลือดฝอย บางแห่งเรียกวิตามินพี หน้าที่สำคัญ*คือ* ช่วยในการดูดซึมวิตามินซี ช่วยให้ผนังเส้นเลือดฝอยแข็งแรง นอกเหนือจากอุดมด้วยสารฟลาโวนอยด์แล้ว คุณค่าทางโภชนาการของใบมะรุมมีโปรตีนสูงกว่านมสด 2 เท่า ปริมาณแคลเซียมสูงกว่านมสด 3 เท่า [9] ในประเทศอินเดียมีการใช้ใบมะรุมลดไขมันในคนที่มีโรคอ้วนมาแต่เดิม เสริมธาตุเหล็กในหญิงตั้งครรภ์ ประเทศฟิลิปปินส์และบอสวานาหญิงที่เลี้ยงลูกด้วยนมจะกินแกงจืดใบมะรุม (ภาษาฟิลิปปินส์เรียก “มาลังเก”) เพื่อประสะน้ำนมและเพิ่มแคลเซียมให้กับน้ำนมแม่เหมือนกับคนไทย [2] นอกเหนือจากการใช้เป็นอาหาร สมุนไพร และอาหารเสริมใบมะรุมสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนและพลังงานค่อนข้างสูง การให้ใบมะรุมผงในไก่ไข่สามารถเพิ่มสีไข่แดงให้เข้มขึ้น [3] และการให้ใบมะรุมผงในไก่กระทงสามารถลดการ สะสมไขมันและลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือด [4]

ในการผลิตสมุนไพรให้มีคุณภาพดีมีสารออกฤทธิ์ตรงตามมาตรฐาน ในการปลูกดูแลรักษา โดยเฉพาะการให้ปุ๋ยสำหรับพืชสมุนไพร จะมีผลต่อปริมาณสารสำคัญและคุณภาพของสมุนไพรดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลการใส่ปุ๋ยของพืชแต่ละชนิดให้เหมาะสม จำเป็นต้องใส่ให้สัมพันธ์กันทั้งในด้านผลผลิตและคุณภาพ โดยทั่วไปปุ๋ยที่เหมาะสมกับพืชสมุนไพรควรเป็นปุ๋ยอินทรีย์ หากมีการใส่ปุ๋ยเคมีควรเลือกชนิดของปุ๋ยและปริมาณให้ถูกต้อง ตามความต้องการของพืชแต่ละชนิด เช่น การให้ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไปการเจริญเติบโตจะเร็ว แต่อาจมีผลทำให้ปริมาณสารสำคัญในพืชลดลงและให้ปุ๋ยในระยะที่พืชที่ต้องการในตำแหน่งที่พืชจะให้ประโยชน์ได้ง่ายและรวดเร็วที่สุด [5] จากการศึกษาระดับธาตุอาหารที่มีผลต่อคุณภาพของ mango-ginger พบว่าปริมาณน้ำมันหอมระเหยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับระดับไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นแต่การเพิ่มโพแทสเซียมจะลดปริมาณน้ำมันหอมระเหย [10] ซึ่งคุณภาพของสมุนไพรอาจเปลี่ยนแปลงได้จากปัจจัยด้านสายพันธุ์ แหล่งปลูก การจัดการในการปลูก และปุ๋ยที่ใช้ [6] สอดคล้องกับการศึกษาของ Mitchell et al. (2007) [11] รายงานว่าสภาพการปลูกมีผลต่อปริมาณสารสำคัญในมะเขือเทศ โดยการปลูกแบบอินทรีย์ให้ปริมาณสาร quercetin aglycone สูงกว่าการปลูกเพื่อการค้า ดังนั้นการศึกษาชนิดปุ๋ยและอัตราปุ๋ยที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการ ในใบมะรุม จะทำให้สามารถรักษาคุณภาพของผลผลิต และเป็นแนวทางในการผลิตทางการค้าอย่างยั่งยืนในอนาคต

2. วิธีการศึกษา

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 9 สิ่งทดลอง 3 ซ้ำ ได้แก่

1. ไม่ใส่ปุ๋ย
2. ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1 กก / ต้น/6 เดือน
3. ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 2 กก / ต้นร่วมกับปุ๋ย46-0-0 อัตรา 15 กก.N/ไร่/เดือน

4. ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 2 กก / ต้นร่วมกับปุ๋ย0-46-0 อัตรา 15 กก.P/ไร่/เดือน
5. ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 2 กก / ต้นร่วมกับปุ๋ย0-0-60 อัตรา 15 กก.K/ไร่/เดือน
6. ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 2 กก / ต้นร่วมกับปุ๋ย46-0-0 และ 0-46-0 อัตรา 15 กก.N/ไร่และ15 กก.P/ไร่/เดือน
7. ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 2 กก / ต้นร่วมกับปุ๋ย46-0-0 และ 0-0-60 อัตรา 15 กก.N/ไร่และ15 กก.K/ไร่/เดือน
8. ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 2 กก / ต้นร่วมกับปุ๋ย0-46-0 และ 0-0-60 อัตรา 15 กก.P/ไร่และ15 กก.K/ไร่/เดือน
9. ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ 2 กก / ต้นร่วมกับปุ๋ย46-0-0, 0-46-0 และ0-0-60 อัตรา 15 กก.N/ไร่ 15 กก.P/ไร่และ 15 กก.K/ไร่/เดือน

การดำเนินการวิจัย

เตรียมดินในแปลงปลูกมะรุมขนาด 10 ตร.ม./ซ้ำ และเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ ย้ายปลูกต้นกล้ามะรุมที่ได้จากการเพาะเมล็ดจากต้นเดียวกันอายุ 45 วัน โดยมีระยะปลูกระหว่างต้น 0.50 เมตรระหว่างแถว 1 เมตร ใส่ปุ๋ยในอัตราที่กำหนดตามสิ่งทดลอง โดยปุ๋ยอินทรีย์ใส่ 1 กก./ต้น/ 6 เดือน เมื่อต้นสูงทำการตัดยอดให้มีความสูงต้น 70 เซนติเมตร หลังปลูก 8 เดือน เก็บส่วนยอด ยาว 20 เซนติเมตร แยกส่วนใบสดออกจากก้าน นำใบผึ่งในที่ร่มเป็นเวลา 5-7 วัน เมื่อแห้งนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ คือ รูทินและเควอเซทิน (rutin และ quercetin) โดยเทคนิค HPLC-DAD และ LC-MS นำส่งตรวจวิเคราะห์ที่บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด จังหวัดเชียงใหม่ ระยะเวลาการศึกษา 2556-2558 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก

ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า คาร์โบไฮเดรต พลังงาน แคลเซียม ฟอสฟอรัส โดยวิธี proximate analysis

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's new multiple range test

ต้นมะรุมอายุประมาณ 3 เดือนตัดให้มีความสูง 70 เซนติเมตร

ต้นมะรุมอายุประมาณ 6 เดือนเก็บผลผลิต

ผลผลิตใบมะรุมที่รูดก้านใบ และผึ่งให้แห้งในที่ร่ม

ภาพที่ 1 ลักษณะมะรุมที่ปลูกเพื่อใช้ใบ

3. ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นสาร rutin และ quercetin ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าปริมาณสารฟลาโวนอยด์ (rutin และ quercetin) ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P<0.01$ โดยมีปริมาณสาร 192.72±32.66 - 318.56±103.36 มก./กก.ซึ่งน้อยกว่าปริมาณ quercetin ในใบมะรุมบริเวณอัฟริกาตอนใต้และเม็กซิโกที่มีปริมาณสาร 1,362.6 มก./กก.[12] ทั้งนี้พบว่าปริมาณสาร rutin มีปริมาณสารที่แตกต่างกันทางสถิติที่ $P<0.01$ โดยสิ่งทดลองปุ๋ยอินทรีย์+P มีปริมาณสาร rutin มากที่สุด 151.96±6.41 มก./กก. แต่มีปริมาณสาร quercetin น้อยสุดเท่ากับ 72.57±30.62 มก./กก. เมื่อพิจารณาโครงสร้างสาร

quercetin และ rutin ซึ่งมีรายงานสูตร $C_{15}H_{10}O_7$ และ $C_{27}H_{30}O_{16}$ สาร rutin เป็น flavonol glucoside ซึ่งประกอบด้วย quercetin และ disaccharide rutinose (rhamnose and glucose). ดังนั้น การที่พบปริมาณสาร quercetin และ rutin ในแต่ละสิ่งทดลองที่พบค่าสารตัวหนึ่งสูงอีกสารหนึ่งจะมีค่าที่ต่ำ อาจเป็นเพราะ quercetin สามารถเป็นองค์ประกอบของ rutin ได้ หากพิจารณาสารรวมในภาพที่ 1 จะพบว่าปริมาณสารรวมของ quercetin และ rutin มีลักษณะเส้นกราฟไปในทิศทางเดียวกับสาร quercetin ซึ่งในการทดลองนี้พบในปริมาณมากกว่าสาร rutin ในขณะที่ Mónica *et al* (2015) [15] รายงานผลการวิเคราะห์สาร phenolic ในใบมะรุมสองแหล่งในประเทศเม็กซิโก คือ San Pedro Lombardia พบว่ามีปริมาณสาร rutin สูงถึง 603.35±13.48 , 845.25±18.83 มก./กก. แต่พบปริมาณ quercetin เพียง 46.18±0.6 , 49.89±6.98 มก./กก. ปริมาณสารรวมในสิ่งทดลองปุ๋ยอินทรีย์+NK มีปริมาณสาร quercetin เท่ากับ 266.99±126.66 มก./กก.แต่มี rutin น้อยที่สุด 50.58±23.30 มก./กก.

Table 1 The amount of quercetin and rutin content in *M. oleifera* leaves from non fertilizer, organic fertilizer and organic fertilizer with chemical fertilizer in different macronutrients treatments

treatment	quercetin (mg./kg.)	rutin (mg./kg.)	quercetin+rutin (mg./kg.)
Non fertlizer	176.33±122.79	120.83±18.99abc	297.16±103.80
Organic fertlizer	89.57±9.44	129.90±15.17ab	219.46±24.61
Org fertlizer +N	108.04±49.70	134.55±9.06ab	242.59±40.64
Org fertlizer +P	72.57± 30.62	151.96±6.41a	224.53±37.02
Org fertlizer +K	171.33±14.91	88.59±8.39bcd	259.92±6.52
Orgfertlizer +NP	218.79± 54.20	75.85±0.08cd	294.64±54.11
Org fertlizer +NK	267.99±126.66	50.58±23.30cd	318.56±103.36
Org fertlizer +PK	100.17±48.31	92.55±15.65bcd	192.72±32.66
Org fertlizer +NPK	139.26±89.39	71.90±10.78cd	211.16±78.62
mean	149.34±65.00	101.85±33.90	251.19±43.92
F-test	0.96	11.28	0.88
C.V.(%)	55.60	13.73	26.32

Note: The concentration is given in mg/kg of the dry plant material for duplicate injections

Means with different letters in the same column are significantly different (P<0.01)

จากรายงานของ Germ (2004) พบว่า quercetin rutin quercitrin และสารฟลาโวนอยส์อื่น ๆ ถูกสังเคราะห์ในพืชชั้นสูง เพื่อที่จะช่วยพืชป้องกันอันตรายจากรังสียูวี โรคและศัตรูอื่นๆ ความสามารถในการสังเคราะห์สาร rutin และสารฟลาโวนอยส์อื่น ๆ อาจเป็นการพัฒนาการของพืชที่ตอบสนองต่อสภาพการปลูกเลี้ยง มะรุมที่ทดลองเป็นการเก็บเกี่ยวในช่วงฤดูร้อนที่มีปริมาณรังสียูวีสูง มีแมลงทำลายเล็กน้อย ซึ่งสภาพดังกล่าวเป็นที่น่าสนใจในการศึกษาปริมาณสารในแต่ละฤดูกาลว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ ในสภาพแสงและอุณหภูมิของประเทศไทยและอาจแตกต่างกันในแต่ละภูมิภาคเนื่องจากสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตามจากการทดลองการให้ปุ๋ยไม่มีผลต่อปริมาณสาร สารฟลาโวนอยด์ (rutin และ quercetin) ในใบมะรุม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาระดับการให้ปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณสาร quercetin ในหอมหัวใหญ่พบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่สูงมีผลต่อปริมาณสาร quercetin glucosides น้อยมาก (Mogren et al., 2007)

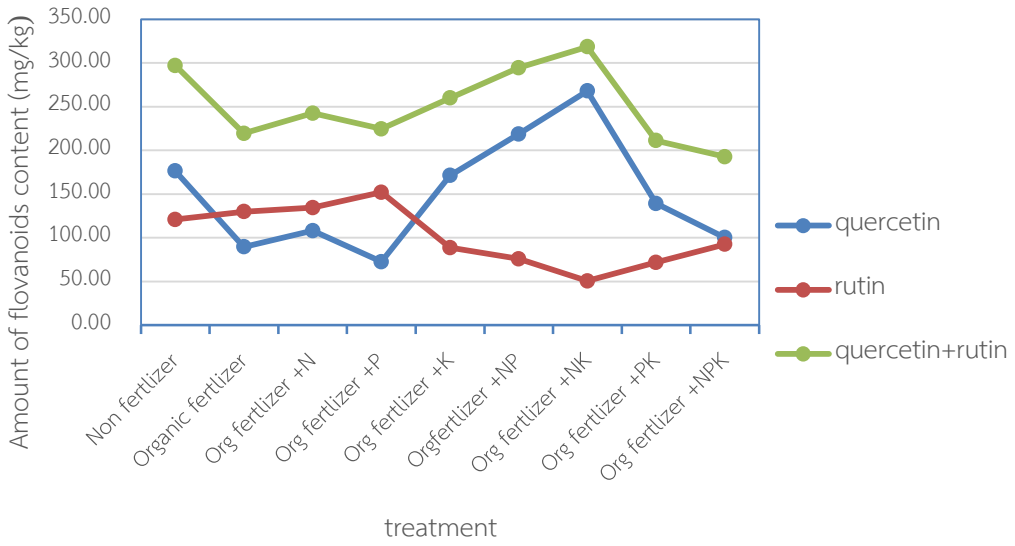


Figure 1 The amount of rutin and quercetin content in *M. oleifera* leaves

คุณค่าทางโภชนาการของใบมะรุม

จากตารางที่ 2 พบว่าคุณค่าทางโภชนาการได้แก่ ความชื้น โปรตีน เยื่อใย เถ้า และแคลเซียม ของใบมะรุมในแต่ละสิ่งทดลอง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P<0.05 โดยมีค่าที่แตกต่างกันเล็กน้อย ความชื้นมีค่าระหว่าง 4.90-6.94 % โปรตีนมีค่าระหว่าง 26.14-28.41% โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมมีผลในการเพิ่มปริมาณโปรตีนมากที่สุด 28.41% รองลงมาเป็นสิ่งทดลองที่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับธาตุปุ๋ยอื่น ๆ มีแนวโน้มพบปริมาณโปรตีนสูงกว่าสิ่งทดลองอื่น เนื่องจากการให้ปุ๋ยยูเรียซึ่งให้ไนโตรเจนแก่พืช พืชนำไนโตรเจนผ่านการดูดซึมจากรากในดินในรูปของเกลือแอมโมเนียม ($NH4^+$) แอมโมเนียม จะจับกับอนุภาคดินที่เป็นประจุลบ เป็นธาตุอาหารไนโตรเจนที่พืชสามารถดูดซึมไปใช้ได้ โดยเอาไนไตรเจนจากดิน รวมเข้ากับน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ แล้วสร้างเป็นโปรตีน ทั้งนี้ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของพืชประมาณร้อยละ 18 และปริมาณไนโตรเจนกว่าร้อยละ 80-85 ของไนโตรเจนทั้งหมดที่พบในพืชจะเป็นองค์ประกอบของโปรตีน ร้อยละ 10 เป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก และร้อยละ 5 เป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่ละลายได้ การปลูกผักโขมที่ได้รับไนโตรเจนมากขึ้น จะเพิ่มปริมาณโปรตีน [7] การให้ไนโตรเจนเมื่อร่วมกับธาตุโพแทสเซียมซึ่งเป็นธาตุอาหารกระตุ้นการทำงานของ enzyme ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่าง ๆ เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ การสังเคราะห์โปรตีนและแป้ง จึงทำให้สิ่งทดลองใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับโพแทสเซียมมีโปรตีนมากที่สุด ผลวิเคราะห์เยื่อใยมีค่า 9.08-12.82 % โดยสิ่งทดลองที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์มีเปอร์เซ็นต์เยื่อใยสูงที่สุด 12.82 % การไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ย K มีเยื่อใยมาก เถ้ามีค่า 9.41 - 12.22 % สำหรับ ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และพลังงาน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ P>0.05 มีค่าเฉลี่ยในทุกสิ่งทดลองเท่ากับ 4.22, 48.32 และ 0.56 % ตามลำดับ พลังงานมีค่า 4,244.51 Kcal/kg ค่าโภชนาการเถ้า ไขมัน โปรตีนจากการศึกษาให้ผลใกล้เคียงกับรายงานของ Jongrungruangchok et al. (2010)[16] ผลการวิเคราะห์โภชนาการ โดยวิธี proximate analysis ใบมะรุมจาก 11 จังหวัดในประเทศไทย พบว่ามีความชื้น 10.48 % โปรตีน 23.29 % เยื่อใย 19.91 % เถ้า 7.07 % ไขมัน 2.26 % และแคลเซียม 1.90 % จากการศึกษาของสมโภชน์ และวิวัฒน์ (2558)[8] ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของมะรุมสายพันธุ์ไทยมีโปรตีน ไขมัน แคลเซียม 23.31 4.73 0.66- % ตามลำดับ ดังนั้นการใส่ปุ๋ยมีผลต่อโภชนาการของใบมะรุม โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมมีผลในการเพิ่มปริมาณโปรตีน

Table 2 Proximate of *M. oleifera* leaves from nine different treatments

treatment	Moisture (%)	Protein (%)	Fiber (%)	Lipid (%)	Ash (%)	carbohydrate (%)	Energy value Kcal/kg
Non fertlizer	4.89b	27.02bc	10.62ab	4.75	9.80ab	47.81	4,317.32
Organic fertlizer	5.55ab	27.44ab	12.82a	3.75	9.47b	46.52	4,272.59
Org fertlizer +N	5.04b	27.39ab	9.08b	4.34	9.75b	49.43	4,395.32
Org fertlizer +P	4.99b	27.38ab	9.86b	3.85	9.83ab	49.08	4,287.10
Org fertlizer +K	4.90b	26.99bc	10.26ab	3.88	9.61b	49.26	4,367.79
Orgfertlizer +NP	5.37ab	27.61ab	9.34b	4.07	9.81ab	49.16	3,319.50
Org fertlizer +NK	4.93b	28.41a	9.91b	4.05	9.41b	48.21	4,429.81
Org fertlizer +PK	6.94a	26.14c	9.36b	5.81	12.22a	46.48	4,380.55
Org fertlizer +NPK	5.41ab	27.93ab	9.70b	3.45	10.02ab	48.89	4,430.59
F-test	1.56	4.00	2.08	0.88	1.55	0.69	1.05
C.V.(%)	13.83	1.65	10.90	24.12	1.18	4.07	11.44

Note: Means with different letters in the same column are significantly different (P<0.05)

4. สรุปผลการทดลอง

การใส่ปุ๋ยไม่มีผลต่อปริมาณสาร สารฟลาโวนอยด์ (rutin และ quercetin) ในใบมะรุม แต่การให้ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียวทำให้มีปริมาณสาร rutin มากขึ้น การใส่ปุ๋ยมีผลต่อโภชนาการของใบมะรุม โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับปุ๋ยโพแทสเซียมและหรือปุ๋ยฟอสฟอรัสมีผลในการเพิ่มปริมาณโปรตีน

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ สนับสนุนโดยทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ประจำปีงบประมาณ 2555 จึงขอขอบคุณมหาวิทยาลัยฯ และขอขอบคุณสาขาพืชศาสตร์ ต่อการสนับสนุนทรัพยากรในการวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] นิดดา หงส์วิวัฒน์ ทวีทอง หงส์วิวัฒน์และสุภาพรรณ เยี่ยมชัยภูมิ. 2550. ผัก 333 ชนิดคุณค่าอาหารและการกิน. บริษัทสำนักพิมพ์แสงแดดจำกัด, กรุงเทพฯ.

[2] สุธาทิพ ภมรประวัติ. 2550. มะรุมลดไขมันป้องกันมะเร็ง. หมอชาวบ้าน 29 (338) : 17-18

[3] ภุชงค์ วีรดิษฐกิจ, ไพโชค ปัญจะ. 2558. อิทธิพลของการเสริมใบมะรุมผงในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 23(2) : 293-305

[4] ไพโชค ปัญจะ. 2558. อิทธิพลของการเสริมใบมะรุมผงในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและไขมันในพลาสมาของไก่กระทง. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 23(2) : 283-292

[5] กรมวิชาการเกษตร. 2541. การผลิตทางการเกษตรอย่างถูกต้องและเหมาะสม Good Agricultural Practice (GAP). กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร. 50 หน้า.

[6] วารุณี จิรวัฒนาพงศ์, 2550. การควบคุมคุณภาพและกำหนดมาตรฐานสมุนไพร. น. 1 ใน คุณภาพทางเคมีของสมุนไพร เล่ม 1 . สถาบันวิจัยสมุนไพร, กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, กระทรวงสาธารณสุข.

[7] ยงยุทธ โอสถสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์และชวลิต ฮงประยูร. 2556. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, พิมพ์ครั้งที่ 3, กรุงเทพฯ.

[8] สมโภชน์ โกมลมณีและวิวัฒน์ หวังเจริญ. 2558. คุณค่าทางโภชนาการของใบมะรุม (*Moringa oleifera).* วิทยาศาสตร์เกษตร 46 (3/1 พิเศษ)กันยายน-ธันวาคม: 84-86

[9] Peace Corps Senegal. 2009. Moringa: Cultivation and Usage (Pocket Guide). Almadies Lot N/1 TF 23231, B.P. 2534, Dakar RP. 15 p.

[10] Mridula.K.R.; B.K. Jayachandran. 2001. Quality of Mango-Ginger (*Curcuma amada*) as influenced by mineral nutrition.. J.Tropical Agriculture 39(2001): 182-183.

[11] Mitchell, A.E. et al. 2007. Ten-year comparison of the influence of organic and conventional crop management practices on the content of flavonoids in tomatoes. J. Agric Food Chem 55:6154-6159.

[12] Pakade, V., E. Cukrowska and L. Chimuka. 2013. Metal and flavonol contents of *Moringa oleifera* grown in South Africa. S Afr.J. Science. 109(3-4): 7

[13] Mónica et al . 2015. Nutritional content and elemental and phytochemical analyses of *Moringa oleifera* grown in Mexico. J. Chemistry Volume 2015 (2015), Article ID 860381, 9 pages

[14] Germ, Mateja. 2004. Environmental factors stimulate synthesis of protective substances in buckwheat. Pages 55-60. In Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat, Prague.

[15] Mogren, L. M., M. E. Olsson and U. E. Gertsson. 2007. Effects of cultivar, lifting time and nitrogen fertiliser level on quercetin content in onion (*allium cepa* l.) at lifting. J. the Science of Food and Agriculture 87(3): 470-476.

[16] Jongrungruangchok, Suchada, Supawan Bunrathep and Thanapat Songsak. 2010. Nutrients and minerals of eleven content of eleven different samples of *Moringa oleifera* cultivated in Thailand. J. Health 24(3): 123-127

การเสริมกากสาคูในอาหารที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมือง

The Use Sago Palm kernel in feed of productive performance of Thai native chickens

สุภิญญา ชูใจ สิริศักดิ์ ชีช้าง ธีระวิทย์ จันทร์ทิพย์ ธีระพงษ์ รัตนพันธุ์
กิตติศักดิ์ ทองหนู และควีนส์ คงรัตน์
คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย นครศรีธรรมราช (ทุ่งใหญ่)

บทคัดย่อ

สาคูเป็นพืชท้องถิ่นที่มีอยู่ในภาคใต้ ในพื้นที่ตำบลที่วัง อำเภอทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช มีพื้นที่ปริมาณมากกว่า 600 ไร่ สาคู 1 ต้น สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย อาทิเช่น เปลือกสาคูสามารถมาทำเก้าอีสำหรับนั่ง เยื่อในลำต้นสาคูสามารถนำมาผลิตเป็นขนมสาคูที่มีการบริโภคจำนวนมากในพื้นที่ภาคใต้และมีความนิยม เศษเหลือจากการนำเยื่อในสำต้นสาคูไปทำขนมสาคู ยังมีเศษเหลือจากการทำขนมสาคู ที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตปริมาณ 74.59 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสัตว์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ จากการนำกากสาคูมาเสริมในอาหารสำหรับใช้เลี้ยงไก่พื้นเมืองที่ระดับ 0, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงไก่พื้นเมือง พันธุ์แดงสุราษฎร์ ระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าไก่พื้นเมืองที่ได้รับอาหารเสริมด้วยกากสาคูที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวสุดท้าย 1,566 กรัม แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มทดลองที่เสริมกากสาคูที่ระดับ 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ นำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (1,300 กรัม) อัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวัน (17.76 กรัม) ปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวัน (11,038 กรัม) และประสิทธิภาพการใช้อาหาร (7.95) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) การเสริมกากสาคูที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดต้นทุนค่าอาหาร และสามารถนำมาใช้เลี้ยงไก่พื้นเมืองได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: กากสาคู สมรรถภาพการผลิต ไก่พื้นเมือง

Abstract

Sago palm of nature south of Thailand in Tabon Teewang Aumper Thungsong Nakhonsrithammarat area. It is area 600 rai. Sago palm tree one can be used to a wide range such as Sago shells is made chair.The pulp in the sago stem can be produced as a sago. The remnants of the pulp in the sago to make sago. There are also remnants of the sago. The carbohydrate content of 74.59 percent which animals can be used. The sorghum was added to 0, 15, 20 and 25 percent of native chickens. Red Surat 12 weeks. It was found that native chickens fed with 25% had the final weight of 1,566 g but not significantly different in the 15 and 20%. The daily gain (17.76 g), feed intake per day (11,038 g) and feed efficiency (7.95) were significantly different ($P <0.001$). Sago kernel at 25 percent can reduce food costs. And can be used for native chicken as well.

Key world: Sago kernel, Production performance, Chicken native

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน

1. บทนำ

สาคู (sago palm) สาคูที่พบในประเทศไทยมี 2 ชนิด คือ 1. ชนิดมีหนาม (Metroxylon sagu Rottb) ยอดมีสีแดง มีหนามอยู่ตามก้านใบมีขนาดของลำต้นโตกว่าชนิดไม่มี หนาม 2. ชนิดไม่มีหนาม (Metroxylon rumphii Mart.) ยอดสีขาว มีหนามอยู่ตามก้านใบ ใบมีขนาดสั้นและเปราะ (ไพรัตน์ โสภโณดร, 2524) ดังแสดงในรูปภาพที่ 1 สาคูเจริญได้ดีในดินที่มีระดับความเป็นกรดจัดถึงกรดอ่อน pH = 4.03 – 6.50 มีอินทรียวัตถุในดินประมาณ 0.66 – 2.60 เปอร์เซ็นต์ (กัญจนัสม์ พาพล และนิพนธ์ ใจปลื้ม, 2554) ต้องการ

น้ำสูง มีฝนตกชุกสม่ำเสมอ ชอบอากาศร้อนชื้น ขึ้นในที่ลุ่มน้ำขังตลอดปีในพื้นที่ที่มีการทับถมของซากพืชเป็นเวลานานซึ่งมีลักษณะเป็นป่าพรุ (Kawahigashi, 2001) ปาล์มสาคูเป็นพืชท้องถิ่นที่มีถิ่นกำเนิดแถบเอเชีย พบมากในเขตภาคใต้ของไทย มีพื้นที่ประมาณสามหมื่นกว่าไร่ (FAO, 1983) ในพื้นที่ตำบลที่วัง อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราชมีพื้นที่สาคู ประมาณ 600 กว่าไร่ ชอบขึ้นในพื้นที่มีน้ำท่วมขัง ในเขตป่าพรุ (Purseglove, 1975) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ตระกูลปาล์ม สูงประมาณ 10 เมตร ออกดอกที่ปลาย ยอดลำต้นและจะตายเมื่อให้ผลผลิตแล้ว (Sim and Ahmad, 1977) เป็นพืชเอนกประสงค์ที่มีความสำคัญ ต่อวิถีชีวิตของชุมชน สาคูจัดเป็นพืชที่มีประโยชน์มากสามารถใช้ประโยชน์ได้ในทุก ส่วน สาคูมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตประเภทแป้งและ น้ำตาล ซึ่งเป็นส่วนของคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ง่าย อยู่ในส่วนของเยื่อในลำต้น (84.7 เปอร์เซ็นต์) มี ปริมาณสูงกว่าแป้งและข้าว (77.3 และ 80 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) ซึ่งมีน้อยกว่ามันสำปะหลัง (88.2 เปอร์เซ็นต์) และมีพลังงาน (353 กิโลแคลอรี/กรัม) ใกล้ เคียงกับ ข้าว แป้งและมันสำปะหลัง (364, 365 และ 363 กิโลแคลอรี/กรัม ตามลำดับ) (กรมปศุสัตว์, 2527) มีการนำเยื่อในลำต้นสาคูทดแทนข้าวโพดในอาหารแพะได้ในระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ (ขวัญชนก, 2552) สามารถใช้เยื่อในลำต้นสาคูในอาหารไก่เนื้อได้ในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ (สมศักดิ์และชาญวิทย์, 2533) และนำ ไปใช้ในอาหารไก่ไข่ได้ในระดับ 20 - 30 เปอร์เซ็นต์ (สมศักดิ์ และชาญวิทย์, 2535) และมีการนำเยื่อใน ลำต้นสาคูไปเสริมในอาหารสำเร็จรูปในปลานิลแดง แปลงเพศได้ในระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ (วรรณชัย, 2552) สาคู 1 ต้น สามารถมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เปลือกสาคูสามารถเอามาทำเก้าอี้ เยื่อในลำต้นสาคูสามารถนำมาผลิตเป็น ขนมแป้งสาคู หรือนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ได้ ดังแสดงในรูปภาพที่ 2 ในการผลิตขนมแป้งสาคูมีเศษเหลือที่มีปริมาณแป้งหลงเหลืออยู่ในปริมาณที่สูง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์ได้ ดังแสดงในรูปภาพที่ 3 เมื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกากสาคูมีโปรตีนคอนข้างต่ำ แต่คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้ง่ายมีปริมาณสูง สามารถนำมาเป็นอาหารสัตว์ได้ นำมาสู่วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้ ศึกษา การเสริมกากสาคูในอาหารที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมือง

รูปภาพที่ 1 ต้นสาคู

รูปภาพที่ 2 เยื่อในลำต้นสาคู

รูปภาพที่ 3 กากสาคู

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้ไก่พื้นเมือง พันธุ์แดงสุราษฎร์ คละเพศ อายุ 1 สัปดาห์ มีน้ำหนักเฉลี่ย 300 กรัม เลี้ยงในคอกทดลองในสภาพโรงเรือนเปิด เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) แบ่งไก่ออกเป็น 4 กลุ่มๆละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว ไก่แต่ละกลุ่มได้รับอาหารทดลอง 4 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ที่ 1 อาหารเสริมกากสาคูที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ ทรีทเมนต์ที่ 2 อาหารที่ใช้กากสาคู 15 เปอร์เซ็นต์ ทรีทเมนต์ที่ 3 อาหารที่ใช้กากสาคู 20 เปอร์เซ็นต์ ทรีทเมนต์ที่ 4 อาหารที่ใช้กากสาคู 25 เปอร์เซ็นต์ ไก่ทดลองได้รับอาหารและน้ำตลอดเวลา ทำวัคซีนตามโปรแกรม บันทึกปริมาณการกินได้ น้ำหนักตัวเพิ่ม อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เก็บตัวอย่างอาหารแต่ละสูตรวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี วิเคราะห์วัตถุแห้ง อินทรียวัตถุ โปรตีนรวม ไขมันรวม เยื่อใย และเถ้า ใช้วิธี Proximate analysis (AOAC, 1990) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ โดย Duncan's new multiple range test: DMRT โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปในการวิเคราะห์

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการเสริมกากสาคูในอาหารที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมือง โดยใช้กากสาคูที่ระดับ 0, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของกากสาคูที่เหลือจากการทำแป้งสาคู โปรตีนค่อนข้างต่ำ (0.81 เปอร์เซ็นต์) ส่วนคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้ง่ายหรือไนโตรเจนฟรีเอกเทรกมีปริมาณสูง เท่ากับ 74.59 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่ารายงานของ สุมาลี (2551) พบว่าเยื่อใยลำต้นสาคูมีค่าคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้ง่ายเท่ากับ 83.25 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณที่ต่ำกว่าเพราะกากสาคูที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นกากสาคูที่ได้จากเศษเหลือจากการทำแป้งสาคู ทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรทที่ย่อยสลายได้ง่ายลดลง คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้ง่ายจัดเป็นอาหารกลุ่มที่ให้พลังงาน เมื่อสัตว์กินอาหารกลุ่มนี้เข้าไปจะเกิดการย่อยสลายได้ดีในระบบทางเดินอาหารสัตว์ สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองมีองค์ประกอบทางเคมีดังแสดงในตารางที่ 1 สูตรอาหารทั้ง 4 สูตรมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ย 19 เปอร์เซ็นต์ มีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้ง่ายสูงขึ้นตามปริมาณ กากสาคูที่เพิ่มสูงขึ้นในแต่ละสูตร

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

องค์ประกอบทางเคมี	ระดับกากสาคู			
	0	15	20	25
Crude Protein (CP)	19.12	19.37	19.12	19.41
Fat	2.3	2.4	2.4	2.3
Crude fiber (CF)	3.01	3.52	4.13	4.55
Ash	1.2	1.3	1.2	1.4
Dry matter (DM)	82.32	89.22	92.14	92.69
Nitrogent free extract (NFE)	56.69	62.63	65.29	65.03

ผลการใช้กากสาคูที่ระดับต่างๆ ต่อปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต และคุณภาพซากของไก่พื้นเมือง โดยทำการเลี้ยงไก่เป็นระยะเวลา 90 วัน ไก่ได้รับอาหารทั้ง 4 สูตรพบว่า จำนวนไก่ที่เลี้ยงตลอดระยะเวลาในการทดลอง 160 ตัว น้ำหนักเริ่มแรกในการทดลอง 300 ± 5 กรัม ไก่ที่ใช้กากสาคูเป็นส่วนผสมในอาหารพบว่าน้ำหนักสุดท้าย สูตรที่เสริมกากสาคูที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์มีน้ำหนักตัวสูงสุด 1,566 กรัม แต่ไม่แตกต่างกับสูตรที่เสริมกากสาคูที่ระดับ 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 1,466 และ 1,466 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักตัวเพิ่ม ไก่ทดลองที่ได้สูตรอาหารที่เสริมกากสาคู 25 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวัน ปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวัน และประสิทธิภาพการใช้อาหาร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) เท่ากับ 1,300 กรัม 17.76 กรัม 11,038 กรัม และ 7.95 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 โดยสมศักดิ์ และชาญวิทย์ (2533) ใช้เยื่อในลำต้นสาคูทดแทนปลายข้าวในสูตรอาหารไก่เนื้อในระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ทำให้สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากลดลง แต่เปลื้อง และมงคล (2557) รายงานว่าสำหรับอาหารไก่เนื้อสามารถใช้ได้ในระดับ 20-30 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 ผลการใช้กากสาคูที่ระดับต่างๆ ต่อปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต และคุณภาพซากของไก่พื้นเมือง

ลักษณะที่ศึกษา	ระดับกากเยื่อในลำต้นสาคู (%)			
	0	15	20	25
จำนวนไก่ทดลอง	160	160	160	160
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	300 ±5	300 ±5	300 ±5	300 ±5
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)	1,333^{b}	1,433^{ab}	1,466^{ab}	1,566^{a}
น้ำหนักตัวเพิ่ม (กรัม)	1,099^{b}	1,132^{b}	1,166^{b}	1,300^{a}
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กรัม)	13.33^{d}	14.23^{c}	15.54^{b}	17.76^{a}
ปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวัน (กรัม)	5,450^{c}	7,017^{b}	11,199^{a}	11,038^{a}
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	4.53^{d}	5.47^{c}	6.90^{b}	7.95^{a}

^{abcd} อักษรในแนวนอนที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ

สรุปผล

การเสริมกากสาคูในอาหารที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมือง พบว่า ไก่พื้นเมืองที่ได้รับอาหารเสริมด้วยกาสาคูที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้ำหนักตัวสุดท้ายของการทดลอง เท่ากับ 1566 กรัม น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น 1300 กรัม อัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวัน 17.76 กรัม ปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวัน 11,038 กรัม และประสิทธิภาพการใช้อาหาร 7.95 การใช้อาหารที่เสริมกากสาคูที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์สามารถนำมาเลี้ยงไก่พื้นเมืองได้ โดยไม่กระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหาร และเป็นการนำวัตถุดิบที่ท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใครขอขอบคุณ บุคลากร และเจ้าหน้าที่คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ทำให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ขวัญชนก รัตนะ. 2552. ผลของระดับเยื่อในลำต้นสาคูในอาหาร ข้นต่อการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะนิเวศวิทยาใน กระเพาะรูเมน สมรรถภาพการเจริญเติบโตและลักษณะ ซากของแพะพื้นเมืองไทยเพศผู้. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นิพนธ์ ใจปลื้ม. 2549.การศึกษาและฟื้นฟูป่าสาคูเพื่อธุรกิจ ชุมชนและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่ง แวดล้อม. บทความผลการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช. Available: kucon.lib ku.ac.th/Fulltext/kc4814001.pdf. Accessed Jan. 14, 2014.

วรรณชัย พรหมเกิด. 2552. ระดับสาคูที่เหมาะสมในอาหารต่อ การเจริญเติบโตของปลานิลแปลงเพศ. น. 9 -19. ใน: รายงานการประชุมวิชาการเครือข่ายการวิจัยสถาบัน อุดมศึกษา ปี 2552: เศรษฐกิจฐานความรู้กู้ชาติ. นครศรีธรรมราช.

สมศักดิ์ เหล่าเจริญสุข และชาญวิทย์ เบญจมะ. 2533. การใช้ เยื่อในลำต้นสาคูในอาหารไก่เนื้อ. น. 329-338. ใน: รายการการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 28 สาขาสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

AOAC. 1990. Official Method of Analyses. The 15th ed., Washington, D. C.: Association of Official Analytical Chemists.

FAO. 1983. The sago plam.Plant productionand protection paper 47. Food and Agricultural Organization of the United Nation.

Purseglove, J. W. 1975. Tropical crops monocotyledons. London: Longman group Company. 719 pp.

Sim, E.S. and M.I. Admad. 1977. Variationof flour yield in the sago palm. Malaysian Agricultural Journal. 54(4): 351 - 358.

Yeong, S.W., and A.B. Syed Ali. 1977. The used of sago in layerdiets. Malaysian Agricultural Journal. 51 (4): 244-248.

อุบัติการณ์และการตรวจวินิจฉัยยีนสร้าง Toxin (Pir Toxin) ก่อโรค Early Mortality Syndrome (EMS) ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาว (Litopenaeus vannamei) พื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

Occurrence and Diagnosis of Toxin (Pir Toxin) Gene that Causes Early Mortality Syndrome (EMS) in White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Ponds from Pakphanang Basin, Nakhon Si Thammarat Province

วราภรณ์ ธัญญาพืช[1] พงศ์พันธุ์ แพรกทอง[1,2] ธนาวุฒิ กุลจิตติชนก[1] นิอร จิรพงศธรกุล[2] และกิตติชนม์ อุเทนะพันธุ์[2*]

[1] ศูนย์พัฒนาประมงพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ กรมประมง 34/4 หมู่ 5 ตำบลหูล่อง อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80140

[2] สาขาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110

บทคัดย่อ

การเลี้ยงกุ้งขาวของไทยในระยะที่ผ่านมาประสบปัญหาการตายของกุ้งด้วยโรค Early mortality syndrome (EMS) ซึ่งมีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio parahaemolyticus* สายพันธุ์ที่ได้รับยีนสร้าง Toxin ชนิด Photorhabdus insect-related (Pir) toxins A และ B ซึ่งการศึกษานี้ได้ศึกษาอุบัติการณ์ของเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง รวมถึงการตรวจวินิจฉัยเชื้อ *V. parahaemolyticus* ที่มีพลาสมิดก่อโรค EMS และพลาสมิดที่มี Toxin ก่อโรค EMS ที่แพร่ระบาดในน้ำและในดินก้นบ่อระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวของเกษตรกรด้วยเทคนิค Multiplex PCR ผลการศึกษาแสดงข้อมูลการแพร่กระจายของปัจจัยก่อโรค ได้แก่ เชื้อ *V. parahaemolyticus* พลาสมิด ยีน Toxin รวมถึงแหล่งสะสมปัจจัยก่อโรค ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำคัญต่อเกษตรกรและผู้เกี่ยวข้องในการเฝ้าระวังและจัดการบ่อเลี้ยงกุ้งขาวในอนาคต

คำสำคัญ : Early Mortality Syndrome (EMS), Toxin (*Pir* Toxin), กุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*), ลุ่มน้ำปากพนัง

Abstract

Recently, white shrimp culture in Thailand has been confronted with a problem regarding early mortality syndrome (EMS) caused by a pathogenic bacteria *Vibrio parahaemolyticus* containing the Toxin gene (Photorhabdus insect-related (Pir) toxins A and B). This work aimed to study the occurrence and to diagnose *V. parahaemolyticus* strains, which contain the EMS causing plasmid and/or Toxin gene inserting plasmid, in water and sedimentary soil from white shrimp farms by a multiplex PCR technique. The obtained results, the transmission of disease factors such as bacteria *V. parahaemolyticus,* the mentioned plasmids, Toxin gene and source of pathogen inoculums, may provide the important information concerning disease surveillance and white shrimp farm management for farmers and associates.

Keywords : Early Mortality Syndrome (EMS), Toxin (*Pir* Toxin), white shrimp (*Litopenaeus vannamei*), Pakphanang basin

*ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ e_aquatic1@hotmail.com โทร. 0815990778

1. บทนำ

โรคระบาดในอุตสาหกรรมเกษตรนับเป็นภัยคุกคามและอุปสรรคต่อการผลิตและความยั่งยืนของอาชีพเกษตรกร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เมื่อเกิดการระบาดของโรคขึ้นแล้วย่อมส่งผลโดยตรงต่อระบบเศรษฐกิจทั้งในระดับจุลภาคและ

มหภาคอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมสมัยใหม่มีส่วนช่วยให้สามารถติดตามผลและตรวจวิเคราะห์รวมถึงการป้องกันการเกิดโรคได้อย่างแม่นยำ รวดเร็ว การใช้เทคโนโลยีทางชีวภาพจึงเป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการใช้องค์ความรู้ด้านจุลชีววิทยา ตลอดจนถึงด้านชีวโมเลกุล ที่มีการค้นคว้าศึกษาอย่างกว้างขวาง จนทำให้เรื่องโรคระบาดกลายเป็นเรื่องใกล้ตัว สามารถก้าวทันโรคอันนำไปสู่การป้องกันและแก้ไขได้อย่างทันท่วงที ประเทศไทยถือเป็นพื้นที่การผลิตกุ้งขาวที่มีความสำคัญในระดับโลกซึ่งสามารถพิจารณาได้จากข้อมูลการส่งออกโดยเฉพาะจากการเพาะเลี้ยงแถบชายฝั่งทั้งอ่าวไทยและอันดามัน สามารถสร้างรายได้จากการผลิตและส่งออกให้กับประเทศเป็นเม็ดเงินจำนวนมาก นอกจากนี้ยังเกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่องและสร้างมูลค่าเพิ่มในภาคอุตสาหกรรมเกษตร เช่น อาหารสัตว์น้ำ และเวชภัณฑ์ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันการวางแผนการผลิตและการป้องการความเสียหายจากการเกิดโรคระบาดในกุ้งขาวของประเทศไทยยังพึงพาข้อมูลจากต่างประเทศเป็นสำคัญและขาดการศึกษาข้อมูลในพื้นที่การเลี้ยงจริงของเกษตรกร ทั้งนี้พื้นที่เลี้ยงกุ้งบริเวณชายฝั่งลุ่มน้ำปากพนังถือเป็นอีกหนึ่งพื้นที่หนึ่งที่มีความสำคัญต่อการผลิตกุ้งในประเทศ ดังนั้นการศึกษาอุบัติการณ์และคุณลักษณะทางชีวโมเลกุลของพลาสมิดในเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ก่อโรคตายด่วนจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาเทคโนโลยีทางชีวโมเลกุลที่ใช้ตรวจจับเชื้อก่อโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนสามารถสร้างเสถียรภาพแก่อุตสาหกรรมการผลิตกุ้งของประเทศไทยและมีศักยภาพในการแข่งขันในระดับสากล ตามแนวนโยบายประเทศไทย 4.0 ที่มุ่งเน้นการพัฒนาด้านนวัตกรรมการเกษตรกรให้เกิดความเข้มแข็งและแข่งขันได้

โรคตายด่วน (Early Mortality Syndrome :EMS) เป็นโรคระบาดที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวของประเทศไทยเป็นอย่างมาก ซึ่งเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงกุ้งขาวโดยทั่วไปรู้จักในนามของโรค EMS หรือโรค acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND) จากรายงานที่ผ่านมาพบว่า โรค EMS เกิดการระบาดขึ้นครั้งแรกที่ประเทศจีนในปี 2009 บริเวณมณฑล ไหหลำ กวางตุ้ง ฝูเจี้ยน และกวางสี จากนั้นระบาดเข้าสู่ประเทศเวียดนาม (2011) มาเลเซีย (2013) และประเทศเม็กซิโก (2013) [1] ซึ่งในประเทศไทยโรค EMS เริ่มมีการระบาดตั้งแต่ปี 2012 โดยพบในพื้นที่การเลี้ยงกุ้งขาวในภาคตะวันออกของประเทศจากนั้นระบาดไปทั่วประเทศ ซึ่งในระยะแรกของการระบาดส่งผลให้กำลังการผลิตกุ้งขาวของประเทศไทยลดลงถึง 30% ตลอดระยะเวลา 4 ปีที่ผ่านมา โรค EMS ได้สร้างความเสียหายอย่างรุนแรงแก่อุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งขาวของประเทศไทย โดยลักษณะทางคลินิกของกุ้งขาวที่เป็นโรค EMS ประกอบด้วยลักษณะอาการของตับและตับอ่อนฝ่อ มีสีซีดจาง ไม่พบเม็ดไขมันและการสะสมอาหารในตับและตับอ่อน ไม่มีอาหารในลำไส้ กระเพาะอาหารมีลักษณะขุ่นขาวคล้ายสีของน้ำนม และตัวนิ่ม กรอบแกรบ [2] โรค EMS มีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio parahaemolyticus* สายพันธุ์ก่อโรคที่ได้รับยีนผลิตสารพิษ Photorhabdus insect-related (*Pir*) toxin ซึ่งในปัจจุบันมีรายงานการพบยีนที่เกี่ยวข้องกับการผลิต Toxin *Pir* ในเชื้อ *V. parahaemolyticus* จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ *Pir A* ซึ่งมีความยาว 336 bp และ *Pir B* ซึ่งมีความยาว 1317 bp โดย toxin ทั้งสองชนิดพบในพลาสมิดชนิด pVPA3-1 และ pVA1 [3], [4], [5], [6] ซึ่ง toxin กลุ่มนี้มีความสามารถในการทำลายเนื้อเยื่อในระบบทางเดินอาหารของกุ้งขาวโดยเฉพาะในส่วนของทางเดินอาหารส่วนกลาง (midgut) จากการวิเคราะห์โครงสร้างพลาสมิดที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรค EMS ของพลาสมิด pVA1 ซึ่งระบาดในพื้นที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จีนและเม็กซิโก พบว่าพลาสมิดที่มียีนก่อโรคขนาด 70,452 bp และพลาสมิดชนิดเดี่ยวกันที่ไม่พบยีนก่อโรค EMS มีขนาด 64 kb และพลาสมิดชนิด pVPA3-1 ซึ่งระบาดในพื้นที่ประเทศเวียดนาม พบว่าพลาสมิดที่มียีนก่อโรค EMS มีขนาด 69 kb พลาสมิดมี GC content ในช่วง 45.9% และมีปริมาณ copy number สูงถึง 37 copy ต่อเซลล์แบคทีเรีย พลาสมิด pVPA3-1 มีจำนวน open reading frames 92 ตำแหน่งและมีโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างระดับความรุนแรงที่มีลักษณะคล้ายกับยีนผลิตสารพิษ Pir บนพลาสมิด 2 ยีน คือ pirA pirB-like (Pir AB) เช่นเดียวกับพลาสมิด pVA1 แต่แสดงในตำแหน่ง 3.5 kb จากการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงลักษณะของพลาสมิดและยีนก่อโรค EMS ที่พบในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วโลก มีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน แต่อย่างไรก็ตามองค์ประกอบของลำดับเบสและตำแหน่งของยีนสร้างสารพิษและยีนที่เกี่ยวข้องกับการก่อโรค EMS มีลักษณะเฉพาะของพลาสมิดแต่ละสายพันธุ์ นอกจากนี้ยังพบยีนที่เกี่ยวข้องกับการความรุนแรงในพลาสมิด (Virulence-associated proteins within the plasmid) ซึ่งเป็นยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโปรตีน ที่เป็นสารพิษ (Pir A,B) ทั้งหมด 6 ยีน (6 virulence-associated genes) ได้แก่ ORF70, ORF72, ORF75, ORF 76, ORF 79 และ ORF78 จากการศึกษาของ Han *et al.* [7] ได้อธิบาย

ถึง Insertion sequence (ISs) ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญต่อโครงสร้างพลาสมิดและศักยภาพการก่อโรคของเชื้อ *V. Parahaemolyticus* สายพันธุ์ก่อโรค EMS ซึ่งผลการศึกษาแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงคุณลักษณะของยีน Pir A,B ที่ใกล้เคียงกับ Insertion sequence ชนิด ISVal1 ซึ่งอยู่ในกลุ่มของ ครอบครัวยีน IS5 โดยในปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่ายีนในกลุ่มนี้เกี่ยวข้องกับการผลิตโปรตีนความรุนแรงและยีนต่อต้านยาปฏิชีวนะของเชื้อ กลุ่ม*Vibrio* spp. เช่น *V. pahaemolyticus* สายพันธุ์ XSHD3 และ *V. cholera* 91 ซึ่งในปัจจุบันมีข้อมูลแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของ ISs ในพลาสมิดที่พบแพร่ระบาดในเขตพื้นที่ เม็กซิโกและเอเชีย โดยพลาสมิดที่พบแพร่ระบาดในพื้นที่เอเชียจะพบการลดลำดับนิวคลีโอไทด์ใน Oper reading frame (ORF) ที่ 4 ซึ่งในปัจจัยยังไม่สามารถอธิบายคุณสมบัติของโปรตีนที่เปลี่ยนแปลงจากการลดลำดับนิวคลีโอไทด์ใน ORF 4 ได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังพบการลดลำดับนิวคลีโอไทด์ตำแหน่งยีน Tn3-like transposon ในพลาสมิดสายพันธุ์เอเชีย อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาเมื่อเกิดการระบาดของโรคย่อมส่งผลกระทบต่อขีดความสามารถในการผลิตของเกษตรกร ดังนั้นการควบคุมและป้องกันโรคจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสม ในการดำเนินการจำเป็นที่จะต้องทราบถึงการมีอยู่ของเชื้อแบคทีเรียชนิด *V. parahaemolyticus* การมีอยู่ของพลาสมิดและยีน Toxin Pir ซึ่งจะทำให้เกษตรกรสามารถวางแผนป้องกันและวางระบบการจัดการในการเลี้ยงที่เหมาะสมได้ การตรวจวินิจฉัยเชื้อแบคทีเรียก่อโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อแบคทีเรียเป้าหมายเป็นแบคทีเรียกลุ่มพิเศษ ซึ่งหมายถึงแบคทีเรียชนิดเดียวกันแต่มียีนหรือคุณสมบัติที่แตกต่างกัน การจำแนกจะทำได้ยิ่งขึ้นเมื่อใช้เทคนิคในการจัดจำแนกด้วยกระบวนการทางจุลชีววิทยาหรือชีวเคมี เนื่องจากวิธีการจัดจำแนกดังกล่าวอาศัยหลักการการใช้สารสับสเตรทและเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อการดำรงชีวิตเป็นประเด็นสำคัญในการตรวจสอบ ดังนั้นเมื่อเป็นแบคทีเรียชนิดเดียวกันย่อมให้ผลการใช้สับสเตรทที่เหมือนกัน แต่อย่างไรก็ตามในกรณีของโรค EMS ซึ่งมีสาเหตุจากเชื้อ *V. parahaemolyticus* สายพันธุ์ที่ได้รับยีนสารพิษชนิด Pir A,B ย่อมมีลักษณะทางสัณฐานวิทยา ชีวเคมี รวมถึงการดำรงชีวิตเช่นเดียวกับ *V. parahaemolyticus* สายพันธุ์ที่ไม่ได้รับยีนสารพิษชนิด Pir A,B ดังนั้นการตรวจวินิจฉัยเชื้อก่อโรคที่เป็นสาเหตุของโรค EMS จึงจำเป็นต้องตรวจสอบเฉพาะในส่วนของยีนและสารพิษที่แบคทีเรียผลิตขึ้น ตามแนวทางปฏิบัติของการควบคุมโรคระบาดสากลขององค์การโรคระบาดสัตว์สากล (OIE) ได้ระบุโรค EMS ในกุ้งขาวและกุ้งกุลาดำเป็นโรคระบาดที่เฝ้าระวังทั่วโลก [8] ซึ่งการตรวจวินิจฉัยสามารถประเมินได้จากลักษณะอาการภายนอก การเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อวิทยา และการตรวจวินิจฉัยยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสารพิษในแบคทีเรียก่อโรค เทคนิคในการตรวจสอบการมีอยู่ของยีนที่เกี่ยวข้องกับกับการสร้างสารพิษ จำเป็นต้องอาศัยองค์ความรู้ทางชีวโมเลกุลในการตรวจวินิจฉัย ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาเทคนิคต่าง ๆ ในการตรวจวินิจฉัย ได้แก่ เทคนิคการเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมในหลอดทดลอง (PCR) และการวัดปริมาณสารพันธุกรรมในสภาวะการเพิ่มปริมาณจริง (quantitative polymerase chain reaction: qPCR) รวมถึงการใช้เทคนิคเฉพาะของการเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมในหลอดทดลองโดยใช้ไพรเมอร์หลายเป้าหมาย (multiplex PCR) ในการตรวจวินิจฉัย [9], [10] นอกจากการใช้เทคนิคพื้นฐานของ PCR ในปัจจุบันยังพบรายการการพัฒนาวิธีตรวจวินิจฉัยเชื้อแบคทีเรียก่อโรค EMS ด้วยวิธี Loop-mediated isothermal amplification (LAMP) โดยเทคนิค LAMP ได้ถูกพัฒนาขึ้นจากหลักการพื้นฐานของการสังเคราะห์ DNA โดยใช้ เอนไซม์ *Bst* Polymerase ซึ่งสามารถแยกสายคู่ของ DNA ออกในระหว่างการสังเคราะห์ DNA ได้ รวมถึงการออกแบบไพรเมอร์ให้มีลักษณะพับเข้าจับเกาะกันเองในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็น template [11] โดยในระหว่างการสังเคราะห์ DNA จะเกิดสารประกอบ Magnesium pyrophosphate ซึ่งจะทำให้สารละลายมีความขุ่นมากขึ้น เมื่อสังเคราะห์ DNA ในปริมาณสูงขึ้น ความขุ่นของสารละลายจะแปรผันตรงกับปริมาณ DNA ที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้สามารถวัดค่าการสังเคราะห์ DNA เป้าหมายได้อย่างแม่นยำ หลักการพื้นฐานของการตรวจวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคทางชีวโมเลกุล คือการยืนยันขนาด (PCR) หรือลักษณะทาง *polymorphism* ของชิ้นส่วนนิวคลีโอไทด์จากยีนเป้าหมายที่สนใจ โดยใช้ไพรเมอร์ที่จำเพาะทั้งทาง 5' และ 3' ของชิ้นยีนที่สนใจ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาอุบัติการณ์ของเชื้อแบคทีเรีย *V. Parahaemolyticus* ในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง รวมถึงการตรวจวินิจฉัยเชื้อ *V. parahaemolyticus* ที่มีพลาสมิดก่อโรค EMS และการมี toxin ก่อโรค EMS ของเชื้อ *V. parahaemolyticus* ที่แพร่ระบาดในน้ำและในดินก้นบ่อระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวของเกษตรกรด้วยเทคนิค multiplex PCR

2. วิธีการวิจัย

2.1 ตัวอย่างบ่อเลี้ยงกุ้งขาว

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเลี้ยงกุ้งขาวและดินจากก้นบ่อเลี้ยงกุ้งขาวในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง โดยเก็บตัวอย่างระหว่างเดือน ธันวาคม 2558 – กันยายน 2559 และแบ่งช่วงการเก็บตัวอย่างตามลักษณะการเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรในพื้นที่ ซึ่งเกษตรกรจะเลี้ยง 3 รอบต่อปี ได้แก่ ช่วงที่ 1 ระหว่างเดือน ธันวาคม – กุมภาพันธ์ ช่วงที่ 2 ระหว่างเดือน มีนาคม – มิถุนายน และช่วงที่ 3 ระหว่างเดือน กรกฎาคม – กันยายน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้จะเก็บตัวอย่างจำนวน 20 บ่อต่อรอบการเลี้ยงกุ้งของเกษตรกร โดยเก็บตัวอย่างระหว่างที่เกษตรกรกำลังดำเนินการเลี้ยงกุ้งขาว

2.2 การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินก้นบ่อๆละ 3 – 5 จุด (เก็บจากบริเวณ กลางบ่อ และริมบ่อ) หรือบริเวณกองเลนที่มีการสะสมของเสีย ที่ระดับความลึกตั้งแต่พื้นบ่อจนลึกลงไป 0 – 30 เซนติเมตร เก็บดินทุกจุดผสมรวมกันในสัดส่วนที่เท่ากันให้ได้น้ำหนักรวม 100 กรัม ใส่ในขวดแก้วปราศจากเชื้อ แล้วนำส่งห้องปฏิบัติการในวันที่เก็บตัวอย่างภายใต้การควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่ง ไม่เกิน 5 °C โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่งไม่เกิน 6 ชั่วโมง

2.3 การเก็บตัวอย่างน้ำ

ในบ่อที่อยู่ระหว่างการเตรียมบ่อและระหว่างการเลี้ยงกุ้งเก็บตัวอย่างน้ำในบ่อจำนวน 4 จุด เก็บน้ำทุกจุดผสมรวมกันในสัดส่วนที่เท่ากันให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใส่ขวดแก้วสีชาปราศจากเชื้อแล้วปิดฝาให้สนิท แล้วนำส่งห้องปฏิบัติการในวันที่เก็บตัวอย่างภายใต้การควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่ง ไม่เกิน 5 °C โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่งไม่เกิน 6 ชั่วโมง

2.4 การเตรียมตัวอย่างสำหรับตรวจเชื้อ *V. parahaemolyticus* สายพันธุ์ EMS/AHPND

นำตัวอย่างที่เตรียมไว้มาผสมกับ Thiosulfate citrate bile salts sucrose (TCBS) ปริมาตร 0.9 มิลลิลิตร ในหลอด 1.5 มิลลิลิตร โดยตัวอย่างน้ำใช้ปริมาตรตัวอย่าง 0.1 มิลลิลิตร และตัวอย่างดินใช้ตัวอย่าง 0.1 กรัม จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35±2 °C นาน 6 ชั่วโมง จากนั้นดูดสารละลายอาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS ส่วนด้านบนใส่หลอดขนาด 1.5 มิลลิลิตร และปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 12,000 rpm นาน 5 นาที ภายใต้อุณหภูมิห้อง เก็บส่วนของตะกอนแบคทีเรียและนำไปสกัด DNA ด้วย DNAzol® reagent ตามวิธีการของบริษัท ทำการตรวจหาเชื้อ *V. parahaemolyticus* สายพันธุ์ EMS/AHPND ด้วยเทคนิค multiplex PCR โดยดัดแปลงวิธีการศึกษาจาก Tinwongger และคณะ [1] โดยไพรเมอร์แสดงในตารางที่ 1 การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมาย โดยเครื่อง FlexCycler^2 (Analytik Jena) ซึ่งมีปริมาตรสุทธิ 20 ไมโครลิตร ประกอบด้วย 2 ไมโครลิตร ของ DNA ตัวอย่าง 1X KAPA 2G Fast Readymix (Kapa-Biosystems) และ 1 µM Mix primers โดยควบคุมอุณหภูมิในปฏิกิริยา PCR เพื่อเพิ่มปริมาณ DNA ตามวิธีการดังนี้ กระบวนการ preheating ที่ 95 °C นาน 3 นาที 30 รอบการสังเคราะห์ โดยมีการควบคุมกระบวนการ denaturation ที่ 95 °C นาน 30 วินาที กระบวนการ annealing ที่ 60 °C นาน 30 วินาที และกระบวนการ extension ที่ 72 °C นาน 30 วินาที จากนั้นเข้าสู่กระบวนการ final extension จำนวน 1 รอบที่ 72 °C นาน 5 นาที จากนั้นนำผลผลิตจากปฏิกิริยา PCR เข้าสู่กระบวนการแยกผลผลิต DNA เป้าหมายด้วยเทคนิคอิเล็กโตรโฟรีซิส ที่มีความเข้มข้นของวุ้นที่ 1.5% และถ่ายภาพเจลด้วยเครื่อง Gel document (Uvitec)

2.5 การแปลผลการสังเคราะห์ DNA เป้าหมาย

ตัวอย่างที่ได้จากการเพิ่มปริมาณ DNA จากเทคนิค multiplex PCR ด้วยไพรเมอร์จำนวน 4 ชุด สามารถสร้าง DNA เป้าหมายได้ 4 ชิ้นส่วนตามขนาดของแต่ละไพรเมอร์ โดยไพรเมอร์ Vp.flaE จำเพาะต่อ *V. parahaemolyticus* ไพรเมอร์ TUMSAT-Vp1 และ TUMSAT-Vp2 จำเพาะต่อ *V. parahaemolyticus* สายพันธุ์ที่มีพลาสมิดเป้าหมาย และไพรเมอร์ TUMSAT-Vp3 จำเพาะต่อ *V. parahaemolyticus* สายพันธุ์ที่มีพลาสมิดเป้าหมายและสามารถสร้าง Toxin ได้ โดยการรายงานผลการตรวจวินิจฉัยเป็นการรายงานชิ้นส่วน DNA จากไพรเมอร์ TUMSAT-Vp1 และ TUMSAT-Vp2 เป็นข้อมูลเดียวกัน [1]

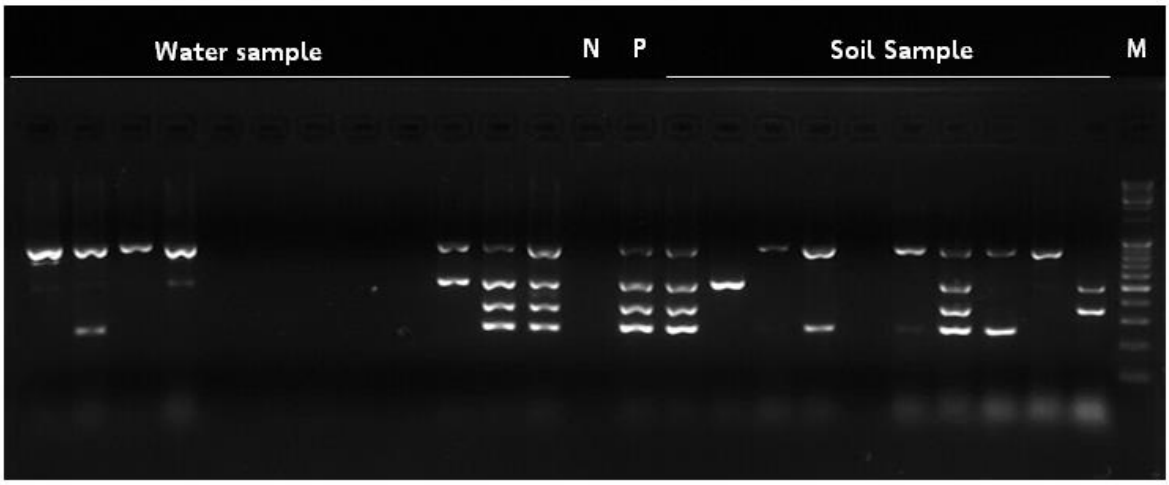
ตารางที่ 1 ไพรเมอร์ที่ใช้ในการศึกษา

Primer name	Sequence	Products size (bp)	References
Vp.flaE-79F	5´-GCA-GCT-GAT-CAA-AAC-GTT-GAG-T-3´	897	Tarr *et al*., 2007
Vp.flaE-34R	5´-ATT-ATC-GAT-CGT-GCC-ACT-CAC -3´		
TUMSAT-Vp1F	5´-CGC-AGA-TTT-GCT-TTT-GTG-AA -3´	500	Tinwongger *et al*., 2014
TUMSAT-Vp1R	5´-AGA-AGC-TGG-CCG-AAG-TGA-TA -3´		
TUMSAT-Vp2F	5´-TGG-CTC-ACA-TGA-ACT-CCT-TGC -3´	236	Tinwongger *et al*., 2014
TUMSAT-VP2R	5´-GTG-GAT-CGC-TGA-ATG-ACT-GT -3´		
TUMSAT-Vp3F	5´-GTG-TTG-CAT-AAT-TTT-GTG-CA -3´	360	Tinwongger *et al*., 2014
TUMSAT-VP3R	5´-TTG-TAC-AGA-AAC-CAC-GAC-TA -3´		

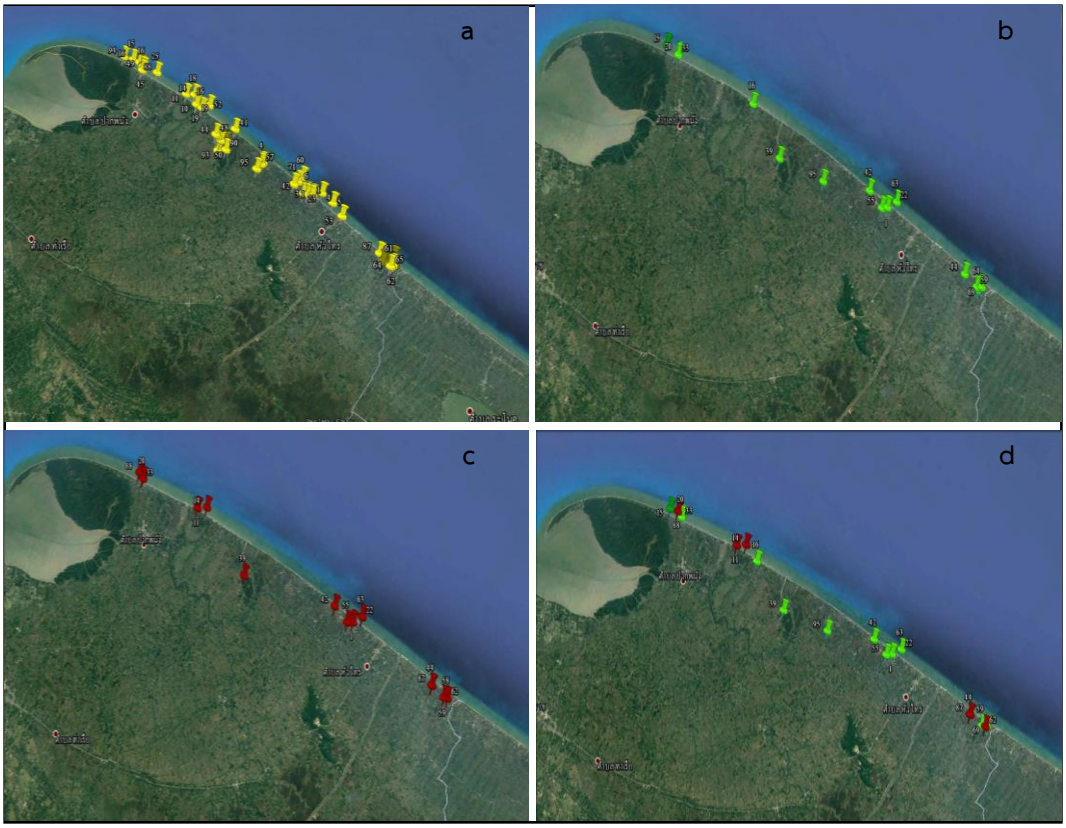
3. ผลการวิจัยและอภิปราย

การตรวจวินิจฉัยยีนเป้าหมายของเชื้อ *V. parahaemolyticus* ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรค EMS โดยใช้ไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อลักษณะเป้าหมาย 3 รูปแบบ ได้แก่ เชื้อ *V. parahaemolyticus*, พลาสมิดเป้าหมายและยีนผลิต Toxin (*Pir*) ในน้ำและดินก้นบ่อ (ผลการสังเคราะห์แสดงในรูปที่ 1) จากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวของเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง โดยตำแหน่งของบ่อตลอดระยะเวลาการศึกษาและผลการตรวจวินิจฉัยในบ่อที่พบชิ้นส่วนยีน Toxin ในน้ำและในดินก้นบ่อ แสดงในรูปที่ 2 จากการศึกษาแสดงให้เห็นถึงการแพร่กระจายของเชื้อที่มีศักยภาพการก่อโรค EMS ซึ่งจากการตรวจวินิจฉัยสามารถตรวจพบยีน Toxin จากตัวอย่างน้ำและดินก้นบ่อได้ทั่วทั้งบริเวณชายฝั่งลุ่มน้ำปากพนังและไม่พบการกระจุกตัวของกลุ่มเชื้อก่อโรคในพื้นที่การศึกษา ซึ่งอุบัติการณ์การเกิดโรค EMS ในแต่ละช่วงของการเลี้ยงกุ้งขาวในรอบปีของพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนังพบว่า สามารถตรวจพบชิ้นยีนเป้าหมายของ Toxin ก่อโรค EMS ได้ทุกรอบการเลี้ยง โดยในน้ำสามารถตรวจพบได้ระหว่าง 20% – 25% และในดินก้นบ่อสามารถพบได้ 30% ในขณะที่บ่อที่ไม่สามารถตรวจพบเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในน้ำได้พบว่าในช่วงธันวาคม – มิถุนายน มีสูงถึง 30% แต่เมื่อเข้าสู่ช่วงกรกฎาคม – กันยายน พบว่ามีบ่อเลี้ยงที่ตรวจไม่พบเชื้อ *V. parahaemolyticus* มีเพียง 5% แต่อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่าการตรวจไม่พบเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในน้ำของบ่อที่กำลังเลี้ยงกุ้งขาวนั้นลดลงเมื่อช่วงเวลาที่มีการเลี้ยงอย่างหนาแน่น (ช่วงกรกฎาคม – กันยายน มีการเลี้ยงกุ้งกันมากในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง) และผลการศึกษาในดินก้นบ่อพบว่าสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวินิจฉัยในน้ำ โดยพบว่าในช่วงธันวาคม – กุมภาพันธ์ มี 15% และในช่วงมีนาคม – มิถุนายน ลดลงเหลือ 10% และเมื่อเข้าสู่ช่วงกรกฎาคม – กันยายน พบว่ามีบ่อเลี้ยงที่ตรวจไม่พบเชื้อ *V. parahaemolyticus* เพียง 5% เท่านั้น (ตารางที่ 2 และ 3) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ว่า หากเกษตรกรในพื้นที่เลี้ยงกุ้งเพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อการแพร่ระบาดของชิ้นยีนสร้าง Toxin

การตรวจสอบพลาสมิดเป้าหมาย พบการแพร่กระจายของพลาสมิดที่เกี่ยวข้องกับการก่อโรค EMS ทั้งในน้ำและดินก้นบ่อตลอดทุกช่วงเวลาในการศึกษา ซึ่งจากการศึกษาในน้ำพบ 30% – 45% ซึ่งแตกต่างจากผลการตรวจวินิจฉัยในดินก้นบ่อ ซึ่งพบว่าในช่วง ธันวาคม – กุมภาพันธ์ มีการตรวจพบ 45% และในช่วงมีนาคม – มิถุนายน เพิ่มขึ้นเป็น 65% และเมื่อเข้าสู่ช่วงกรกฎาคม – กันยายน พบว่ามีบ่อเลี้ยงที่ตรวจพบสูงถึง 75% (ตารางที่ 2 และ 3) ซึ่งสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของการตรวจพบชิ้นส่วยยีน toxin ของเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในดินก้นบ่อ ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า การสะสมพลาสมิดที่เกี่ยวข้องกับการก่อโรค EMS เกี่ยวข้องกับการสะสมดินเลนก้นบ่อรวมถึงเชื้อ *V. parahaemolyticus* ซึ่งสอดคล้องกับผลจากการศึกษาของ Han *et al*. [12] ที่พบว่าการใช้จุลินทรีย์โปรไบโอติกในการควบคุมคุณภาพน้ำส่งผลต่อการควบคุมเชื้อ *Vibrio* spp. และอัตราการรอดตายของกุ้งขาวจากโรค EMS โดยการลดสารอินทรีย์ในพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งขาว



รูปที่ 1 ผลการสังเคราะห์ DNA เป้าหมาย N คือ negative control, P คือ positive control และ M คือ DNA marker



รูปที่ 2 แผนที่การเก็บตัวอย่างและการแพร่กระจายของยีน Toxin ในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง a จำนวนบ่อทั้งหมดที่ทำการเก็บตัวอย่าง b บ่อที่ตรวจพบยีน Toxin ในน้ำเลี้ยงกุ้งขาว c บ่อที่ตรวจพบยีน Toxin ในดินก้นบ่อเลี้ยงกุ้งขาว และ d บ่อที่ตรวจพบยีน Toxin ในตัวอย่างดินและน้ำ (สีเขียวคือพบทั้งในดินและน้ำ สีแดงคือพบเฉพาะในดิน และสีเหลืองคือพบเฉพาะในน้ำ)

การตรวจวินิจฉัยเชื้อแบคทีเรีย *V. parahaemolyticus* ในตัวอย่างจากน้ำและดินก้นบ่อในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง พบการแพร่กระจายของเชื้อแบคทีเรียทั้งในน้ำและดินก้นบ่อตลอดทุกช่วงเวลาในการศึกษา ซึ่งจากการศึกษาในน้ำของบ่อเลี้ยงกุ้งขาวพบว่าในช่วงธันวาคม – กุมภาพันธ์ มี 70% และในช่วงมีนาคม – มิถุนายน ลดลงเหลือ 60% และเมื่อเข้าสู่ช่วงกรกฎาคม – กันยายน พบว่า

มีบ่อเลี้ยงที่ตรวจพบ เชื้อ *V. parahaemolyticus* สูงขึ้นเป็น 95% ในขณะที่ผลการตรวจเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในดินก้นบ่อ ธันวาคม – มิถุนายน มี 90% และในช่วงกรกฎาคม – กันยายน มี 95% จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า สัดส่วนการตรวจพบเชื้อ *V. parahaemolyticus* ในดินก้นบ่อมีสูงกว่าการตรวจพบในน้ำของบ่อเลียงกุ้งขาว ซึ่งเป็นข้อยืนยันถึงการสะสมเชื้อแบคทีเรียในดินก้นบ่อมากกว่าการสะสมเชื้อแบคทีเรียในน้ำ นอกจากนี้การศึกษาครั้งนี้ยังแสดงให้เห็นถึงข้อมูลที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งของอุบัติการณ์การก่อโรค EMS ในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง คือการตรวจวินิจฉัยยีน Toxin ก่อโรค EMS จากตัวอย่างน้ำและดินจำนวนรวม 60 บ่อผลการศึกษาพบว่าหากตรวจสอบพบชิ้นยีน Toxin เป้าหมายจากตัวอย่างน้ำในบ่อที่ศึกษาต้องตรวจพบชิ้นยีน Toxin เป้าหมายจากตัวอย่างดินก้นบ่อด้วยเช่นกัน แต่หากตรวจพบชิ้นยีน Toxin เป้าหมายจากตัวอย่างดินก้นบ่อไม่จำเป็นจะต้องตรวจพบชิ้นยีน Toxin เป้าหมายจากตัวอย่างน้ำ ซึ่งเป็นการชี้ชัดเจนถึงการสะสมชิ้นยีน Toxin ในดินเลนก้นบ่ออย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 2 จำนวนตัวอย่างน้ำและดินก้นบ่อที่ตรวจพบ DNA/ยีนเป้าหมาย

DNA เป้าหมาย	ชนิดตัวอย่าง	จำนวนบ่อ	% การพบ DNA เป้าหมาย			เฉลี่ย
			ธ.ค. – ก.พ.	มี.ค. – มิ.ย.	ก.ค. – ก.ย.	
879 bp	น้ำ	20	14.0	12.0	19.0	15.0
	ดิน		18.0	18.0	19.0	18.0
500/236 bp	น้ำ	20	7.0	6.0	9.0	7.0
	ดิน		9.0	13.0	15.0	12.0
360 bp	น้ำ	20	5.0	4.0	4.0	4.0
	ดิน		6.0	6.0	6.0	6.0
ไม่พบ	น้ำ	20	6.0	6.0	5.0	6.0
	ดิน		3.0	2.0	1.0	2.0

จากการศึกษาของ Han และคณะ [12] ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของพลาสมิดที่เกี่ยวข้องกับการก่อโรค EMS กับความสามารถในการต้านทานยาปฏิชีวนะ โดยพบว่า พลาสมิดก่อโรค EMS มียีนต้านทานยาปฏิชีวนะกลุ่ม tetracycline โดยพบยีน TetB ในพลาสมิด ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสื่อให้เห็นถึงความสำคัญของผลกระทบการใช้ยาปฏิชีวนะต่อการอุบัติของโรคชนิดใหม่ในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งและสัตว์น้ำ

ตารางที่ 3 สัดส่วนตัวอย่างน้ำและดินก้นบ่อที่ตรวจพบ DNA/ยีนเป้าหมาย

DNA เป้าหมาย	ชนิดตัวอย่าง	จำนวนบ่อ	% การพบ DNA เป้าหมาย			เฉลี่ย
			ธ.ค. – ก.พ.	มี.ค. – มิ.ย.	ก.ค. – ก.ย.	
879 bp	น้ำ	20	70.0	60.0	95.0	75.0
	ดิน		90.0	90.0	95.0	91.7
500/236 bp	น้ำ	20	35.0	30.0	45.0	36.7
	ดิน		45.0	65.0	75.0	61.7
360 bp	น้ำ	20	25.0	20.0	20.0	21.7
	ดิน		30.0	30.0	30.0	30.0

ไม่พบ	น้ำ	20	30.0	30.0	5.0	21.7
	ดิน		15.0	10.0	5.0	10.0

4. สรุป

จากการศึกษาอุบัติการณ์ของโรค EMS จากเชื้อแบคทีเรีย *V. parahaemolyticus* ในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง รวมถึงการตรวจวินิจฉัยเชื้อ *V. parahaemolyticus* ที่มีพลาสมิดก่อโรค EMS และการมี toxin (*Pir* Toxin) ก่อโรค EMS ของเชื้อ *V. parahaemolyticus* ที่แพร่ระบาดในน้ำและในดินก้นบ่อระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวของเกษตรกร ในระหว่างธันวาคม 2558 – กันยายน 2559 จากการศึกษาแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงการสะสมโรค ทั้งในแง่ของเชื้อ *V. parahaemolyticus* พลาสมิดและยีน Toxin ในดินก้นบ่อ รวมถึงช่วงเวลาการเลี้ยงในรอบปีของเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำคัญต่อเกษตรกรและผู้เกี่ยวข้องในการเฝ้าระวังและจัดการบ่อเลี้ยงกุ้งให้เหมาะสมต่อการป้องกันการเกิดโรค EMS ในการเลี้ยงกุ้งขาว

5. เอกสารอ้างอิง

Tinwongger, S., Proespraiwong, P., Thawonsuwan, J., Sriwanayos, P., Kongkumnerd, J., Chaweepack, T., Mavichak, R., Unajak, S., Nozaki, R., Kondo, H., Hirono, I., 2014, “Development of PCR diagnosis for shrimp acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND) strain of *Vibrio parahaemolyticus*,” Fish Pathology, 49, 159–164.

Leano, E.M., Mohan, C.V., 2012, “Early mortality syndrome threatens Asia’s shrimp farms,” Global Aquaculture Advocate, 38-39 (Jul/Aug).

Chumpol, S., Kantachote, D., Nitoda, T., Kanzaki, H., 2017, “The roles of probiotic purple nonsulfur bacteri to control water quality and prevent acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND) for enhancement growth with higher survival in white shrimp,” Aquaculture, 473, 327–336.

Han, J.E., Tang, K.F., Tran, L.H., Lightner, D.V., 2015a, “Photorhabdus insect-related (Pir) toxin-like genes in a plasmid of *Vibrio parahaemolyticus*, the causative agent of acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND) of shrimp,” Disease of Aquatic Organisms, 113, 33–40.

Lee, C.-T., Chen, I.-T., Yang, Y.-T., Huang, Y.-Z., Ko, T.-P., Huang, J.-Y., Huang, M.-F., Lin, C.Y., Lin, S.-S., Lightner D., Wang, H., Wang, A., Wang, H., Hor. L., Lo. C.-F., 2015, “The opportunistic marine pathogen *Vibrio parahaemolyticus* becomes virulent by acquiring a plasmid that expresses a deadly toxin,” Proceeding of the national academy of sciences of United States of America, 112, 10798-10803.

Yang, Y.T., Chan, I.T., Lee, C.T., Chen, C.Y., Lin, S.S, Hor, L.I., Tseng, T.C., Huang, Y.T., Sritunyalucksana, K., Thitamadee, S., Wang, H.C., Lo, C.F., 2014, “Draft genome sequences of four strains of *Vibrio parahaemolyticus*, three of which cause early mortality syndrome/acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND) in shrimp in China and Thailand,” Genome Announcements, 2 (e00816–14).

Han, J.E., Tang, K.F., Aranguren, L.F. and Piamsomboon, P. 2017, “Characterization and pathogenicity of acute hepatopancreatic necrosis disease natural mutants, pirABvp (-) V. parahaemolyticus, and pirABvp (+) *V. campbellii* strains,” Aquaculture, 470 84–90.

OIE., 2016, Aquatic Animal Health Standards Commission (Aquatic Animals Commission). “Retrieved on 2016,” from http://www.oie. int/en/international-standard-setting/ specialists-commissions-groups/ aquaticanimal-commission-reports/aquaticcommission/.

Han, J.E., Tang, K.F., Pantoja, C.R., White, B.L., Lightner, D.V., 2015b, “qPCR assay for detecting and quantifying a virulence plasmid in acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND) due to pathogenic *Vibrio parahaemolyticus*,” Aquaculture, 442, 12–15.

Tarr, C.L., Patel, J.S., Puhr, N.D., Sowers, E.G., Bopp, C.A., Strochbine, N.A., 2007, “Identification of *Vibrio* Isolates by a multiplex PCR assay and rpoB sequence determination,” Journal of Clinical Microbiology 45, 134–1470.

Notomi, T., Okayama, H., Masubchi,H., Yonekawa, T., Watanabe, K., Amino, N., Hase, T. 2000. Loop mediated isothermal amplification of DNA. Nucleic Acids Research 28:E63.

Han, J.E., Mohney, L.L., Tang, K.F., Pantoja, C.R., Lightner, D.V., 2015c, "Plasmid mediated tetracycline resistance of *Vibrio parahaemolyticus* associated with acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND) in shrimp," Aquaculture Reports, 2, 17–21.

สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดละลายน้ำจากเหง้าข่า: คุณสมบัติทางเคมี การยับยั้งเชื้อก่อโรค และประสิทธิภาพ การเป็นพรีไบโอติก

Soluble Polysaccharide Extracted from Rhizome of Alpania galanga: Chemical Characterization, Bioactivity against Bacterial Pathogen and Prebiotic Property

ณัฏนิชา เมืองกาญจน์ ศุภณัฐ วัฒิธรรม กิตติชนม์ อุเทนะพันธุ์ และนิอร จิรพงศธรกุล*

สาขาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช

อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช 80110

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาสารพอลิแซ็กคาไรด์ที่ละลายน้ำได้จากเหง้าข่าที่สกัดด้วยวิธี Hot alkaline extraction และ Ultrasonic alkaline extraction โดยวิเคราะห์ปริมาณที่สกัดได้ คุณสมบัติทางเคมี คือ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต และปริมาณโปรตีน ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคสำคัญในปลานิล (*Aeromonas hydrophila*) และการเป็นพรีไบโอติกในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียโปรไบโอติก 3 ชนิด (*Bacillus subtilis B. megaterium* และ *B. licheniformis*) จากผลการทดลอง พบว่าสารที่สกัดได้เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของเชื้อโปรไบโอติก *B. subtilis B. megaterium* และ *B. licheniformis* ได้อย่างชัดเจน แต่ไม่มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรค *A. hydrophila* การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของข่าซึ่งเป็นสมุนไพรท้องถิ่นในการพัฒนาเป็นสารพรีไบโอติกสำหรับประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ต่อไปได้

คำสำคัญ : ข่า, พอลิแซ็กคาไรด์ละลายน้ำ, พรีไบโอติก, *Bacillus* sp., *Aeromonas hydrophila*

Abstract

The soluble polysaccharides extracted by hot alkaline and ultrasonic alkaline extraction from rhizome of galangal (*Alpania galanga*) were studied in this work. The obtain yield and chemical characterization including amount of carbohydrate and protein was analyzed. In addition, bioactivity against bacterial pathogen that causes important disease in Nile tilapia, *Aeromonas hydrophila*, and prebiotic activity enhancing the growth of prebiotic bacteria (*Bacillus subtilis B. megaterium* and *B. licheniformis*) was also studied. The results showed that the obtained polysaccharide exhibited prebiotic activity since it could clearly induce the growth of *B. subtilis*, *B. megaterium* and *B. licheniformis*. However, it could not inhibit the growth of the pathogen *A. hydrophila*. This study revealed the prebiotic efficiency of galangal, a traditional herb that can be used in various applications.

Keywords : *Alpania galanga*, soluble polysaccharide, prebiotic, *Bacillus* sp., *Aeromonas hydrophila*

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน : nim_nion@hotmail.com, nion.c@rmutsv.ac.th โทร. 075773131 ต่อ 223

1. บทนำ

ปัจจุบันการบริโภคอาหารของมนุษย์มีแนวโน้มนิยมบริโภคสินค้าเกษตรอินทรีย์เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ สินค้าสัตว์น้ำอินทรีย์ก็เช่นเดียวกัน ดังนั้น เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค รูปแบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไป (วุฒิ คุปตะวาทิน, 2550) โดยหลีกเลี่ยงการใช้วัตถุดิบจากการสังเคราะห์ พืช สัตว์หรือจุลินทรีย์ที่ได้ผ่านกระบวนการผลิตด้วยเทคนิคการดัดแปลงพันธุกรรม รวมถึงสารเคมีหรือยาปฏิชีวนะ ที่อาจก่อให้เกิดการทำลายสมดุลธรรมชาติ หรือมีสารพิษปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและสัตว์น้ำ

ที่เป็นสาเหตุให้อันตรายต่อผู้บริโภคได้ การเลี้ยงสัตว์น้ำในรูปแบบใหม่หรือที่เรียกว่าการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบอินทรีย์จึงได้รับ ความสนใจเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยรูปแบบการเลี้ยงแบบอินทรีย์จะเน้นอาศัยการใช้วัสดุธรรมชาติ รวมถึงสารสกัดจากวัตถุดิบจากธรรมชาติ (กลุ่มวิจัยและพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง, 2551)

โรคระบาดในสัตว์น้ำถือเป็นสาเหตุหลักประการหนึ่งที่ทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจที่สำคัญทั้งต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งการแก้ไขปัญหาในปัจจุบันยังใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะหลายชนิดในการควบคุมและรักษาโรคที่มีสาเหตุจากปรสิต เชื้อรา และแบคทีเรีย อย่างไรก็ตามการใช้ดังกล่าวต่อเนื่องเป็นเวลานาน จะส่งผลให้เชื้อก่อโรคต่าง ๆ ดื้อยาหรือทนทานต่อยาได้มากขึ้น และหากมีการเพิ่มขนาดยาจะยิ่งส่งผลให้เกิดการตกค้างในตัวสัตว์น้ำและสิ่งแวดล้อม (ชนกันต์ จิตมนัส, 2556) ดังนั้น การพัฒนาและสนับสนุนการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของไทยอย่างยั่งยืนจึงอาศัยแนวคิดในการเพิ่มประสิทธิภาพการต่อต้านโรคในสัตว์น้ำโดยการผลิตอาหารสุขภาพ ทำให้สัตว์น้ำมีสุขภาพแข็งแรงและต่อสู้กับเชื้อก่อโรคตามธรรมชาติได้ดี

การใช้สมุนไพรหรือสารสกัดจากสมุนไพรเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้ เนื่องจากมีรายงานถึงคุณสมบัติของสารสกัดของพืชสมุนไพรหลายชนิด เช่น กระเพรา สะเดา ขมิ้นชัน ใบฝรั่ง กระเทียม และพลู ในการเป็นสารลดความเครียด ต้านอนุมูลอิสระ กระตุ้นการเจริญเติบโตรวมถึงกระตุ้นภูมิคุ้มกันในสัตว์น้ำ และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้ (ชนกันต์ จิตมนัส, 2556, ปิยะวดี เจริญวัฒนา, 2550; Dhayanithi et al., 2015; Gobi et al., 2016; Hai et al., 2015) อย่างไรก็ตาม สารสกัดจากสมุนไพรที่ทำการศึกษาส่วนใหญ่มักเป็นสารอินทรีย์ในกลุ่มสารทุติยภูมิ (secondary metabolites) ในขณะที่สารกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์กำลังเป็นที่สนใจและให้ความสำคัญในการศึกษามากขึ้น โดยได้มีการรายงานถึงศักยภาพในการป้องกันสารอนุมูลอิสระ และกระตุ้นภูมิคุ้มกันของสิ่งมีชีวิตชั้นสูง รวมถึงกุ้งและปลาอย่างชัดเจน (Abuelsaad et al., 2014; Bendjeddou et al., 2003; Chen et al., 2012; Liu et al., 2011; Wang et al., 2016) ทั้งนี้ เนื่องจากวิธีการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ไม่ยุ่งยากและไม่จำเป็นต้องใช้ตัวทำละลายไม่มีขั้ว หรือมีขั้วต่ำในการสกัด

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยมุ่งเน้นศึกษาคุณสมบัติของสารกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์ที่ละลายน้ำได้ (soluble polysaccharide) จากเห้าข่า ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรท้องถิ่นของไทย โดยผู้วิจัยได้ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรค *Aeromonas hydrophila* และการเป็นพรีไบโอติกในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มโปรไบโอติกของสารสกัดข่า เนื่องจากจากการศึกษาเบื้องต้น คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความสามารถในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันของสารสกัดดังกล่าวเบื้องต้นกับเซลล์เม็ดเลือดขาวของปลานิล พบว่าผลการกระตุ้นภูมิคุ้มกันไม่ชัดเจน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาการเป็นพรีไบโอติกในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของโปรไบโอติก โดยแบคทีเรียโปรไบโอติก 3 สายพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองนี้ได้แก่ *Bacillus subtilis B. megaterium B. licheniformis* ได้จากการคัดแยกจาก ปม. 1 ซึ่งเป็นโปรไบโอติกที่กรมประมงแนะนำให้เกษตรกรใช้ในการจัดการของเสียและเชื้อก่อโรคในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยผลการวิจัยที่ได้จะเป็นข้อมูลในการนำข่ารวมถึงสารสกัดข่าไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สำคัญในไทย ได้แก่ ปลานิล และกุ้งทะเล

2. วิธีการวิจัย

2.1 การเตรียมสารสกัดหยาบ polysaccharide จากเห้าข่า

การสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากข่าจะใช้วิธีสกัดด้วยด่าง (alkaline extraction) ที่แตกต่างกัน 8 วิธี แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ hot alkaline extraction และ ultrasonic alkaline extraction (ดัดแปลงจาก Huang et al., 2010 และ Zou et al., 2011)

- Hot alkaline extraction (4 วิธี) โดยใช้ 0.5 N NaOH เป็นตัวสกัด ด้วยอัตราส่วนผงข่า:NaOH ที่ 1:20 และต้มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 และ 4 ชั่วโมง เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ 60-N-2, 60-N-4, 95-N-2 และ 95-N-4 ตามลำดับ (ลำดับการเขียนสัญลักษณ์ชื่อชุดการทดลอง คือ อุณหภูมิในการสกัด-ตัวทำละลาย (N จาก NaOH)-เวลาในการสกัด)

- Ultrasonic alkaline extraction (4 วิธี) โดยใช้ 0.5 N NaOH เป็นตัวสกัด ด้วยอัตราส่วนผงข่า: NaOH ที่ 1:20 และ sonicate ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 และ 4 ชั่วโมง เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ 60-SN-2, 60-SN-4, 80-SN-2 และ 80-SN-4 ตามลำดับ โดยรูปแบบการเขียนสัญลักษณ์อธิบายชุดการทดลองเช่นเดียวกับ hot alkaline extraction ที่ได้กล่าวถึงก่อนหน้า

เมื่อครบเวลา กรองเพื่อเอาเฉพาะส่วนใสไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 9000 รอบต่อนาที (rpm) อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เก็บส่วนใสไปตกตะกอนต่อด้วย 95% เอทานอล ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำตะกอนที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส จนกว่าจะแห้ง ชั่งน้ำหนักตะกอนแห้งสำหรับคำนวณค่า %yield ของสารที่สกัดได้ นำตะกอนที่ได้จากแต่ละวิธีสกัดมาละลายด้วยน้ำกลั่นฆ่าเชื้อ

2.2 การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของสารสกัดข่า

นำสารสกัดหยาบข่ามาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ การทดสอบหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดและปริมาณโปรตีนปนเปื้อน โดยการทดสอบหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดใช้วิธี phenol sulfuric acid method ที่ดัดแปลงจาก Mauro (2005) นำสารสกัดหยาบข่าผสมกับ 5% phenol 50 ไมโครลิตร และ กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc. H_2SO_4) 300 ไมโครลิตร แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที (ป้องกันการระเหยของสารในระหว่างการต้มเพื่อรักษาปริมาตรสารทดลอง) เมื่อครบเวลานำมาวางไว้ให้เย็นแล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader (EZ Read 2000, Biochrom) คำนวณปริมาณโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลายกลูโคส

การหาปริมาณโปรตีนปนเปื้อนใช้วิธี Lowry's method (Lowry et al., 1951) นำสารสกัดหยาบข่า 20 ไมโครลิตรผสมกับสารละลาย alkaline copper 40 ไมโครลิตร ให้เข้ากัน บ่มที่มืดในอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเติมสารละลาย Folin's reagent (เจือจางที่ 1:10) 60 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน บ่มในที่มืด ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 10 นาที แล้ววัดค่าดูดกลืนแสงที่ 640 นาโนเมตรด้วยเครื่อง microplate reader (EZ Read 2000, Biochrom) คำนวณปริมาณโปรตีนโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน bovine serum albumin (BSA)

2.3 การทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *A. hydrophila*

การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *A. hydrophila* โดยวิธี paper disc diffusion (ดัดแปลงจาก ปิยะวดี เจริญวัฒนา, 2550) โดยใช้สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ความเข้มข้น 1 mg/mL 0.5 mg/mL และ 0.1 mg/mL ที่ปลอดเชื้อ (กรองผ่านกระดาษกรอง 0.45 ไมครอน) หยดบนแผ่น disc ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว รอจนหมาด และนำไปทดสอบกับเชื้อแบคทีเรีย *A. hydrophila* โดยวางแผ่น disc ที่มีสารพอลิแซ็กคาไรด์ความเข้มข้นต่าง ๆ บนอาหารที่เกลี่ยด้วยเชื้อ *A. hydrophila* บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เมื่อครบเวลา 16–18 ชั่วโมง วัดและบันทึกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อ (inhibition zone) เปรียบเทียบกับแผ่น disc ยาปฏิชีวนะ Minocycline (30 µg/disc)

2.4 การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นพรีไบโอติก

ทดสอบประสิทธิภาพการเป็นพรีไบโอติกในหลอดทดลอง (แบบ *in vitro*) ของสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ที่ได้กับเชื้อแบคทีเรียโปรไบโอติก 3 ชนิด คือ *B. subtilis B. megaterium B. licheniformis* (ปม. 1 กรมประมง) โดยดัดแปลงจากวิธีการของ พุทธิดา พรขุนทด และคณะ (2558) เลี้ยงเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิดในอาหาร tryptic soy broth (TSB) บ่มเชื้อแบคทีเรียด้วยการเขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง ปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกเชื้อแบคทีเรีย แล้วนำมาเลี้ยงในอาหาร TSB ผสมสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ที่มีความเข้มข้นสุดท้ายเท่ากับ 1 mg/mL โดยใช้น้ำกลั่นฆ่าเชื้อแทนในชุดควบคุม (negative control) บ่มเชื้อแบคทีเรียด้วยการเขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที (rpm) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ติดตามการเจริญเติบโตของเชื้อโดย

วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 nm ที่เวลา 0 6 9 12 18 21 24 30 และ 36 ชั่วโมง แล้วสร้างกราฟการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียแต่ละชนิด โดยเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียต่าง ๆ ในอาหาร TSB ธรรมดา และอาหาร TSB ที่ผสมสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์จากข่า

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลทั้งหมดจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 16.0 (SPSS Inc.) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's posthoc multiple comparison test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

3.1 คุณสมบัติทางเคมีของสารสกัดข่า

เมื่อนำสกัดสารจากข่าที่สกัดด้วย 8 วิธีข้างต้นมาศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ %yield ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนปนเปื้อน (ตารางที่ 1) พบว่าการใช้ sonication ในการสกัดจะได้ %yield สูงกว่าการใช้อุณหภูมิสูงอย่างเดียว ทั้งนี้อาจเนื่องจาก sonication เป็นวิธีที่ทำให้เซลล์แตกได้มากกว่าการใช้อุณหภูมิสูงเพียงอย่างเดียว ในขณะที่การใช้อุณหภูมิและเวลาในการสกัดจะแปรผันตรงกับปริมาณสารสกัดที่ได้ กล่าวคือ การใช้อุณหภูมิที่สูงกว่าและระยะเวลาในการสกัดที่นานกว่าไม่ว่าจะด้วยวิธี Hot alkaline extraction หรือ Ultrasonic alkaline extraction จะทำให้ได้ปริมาณสารสกัดมากกว่า อย่างไรก็ตาม ไม่สามารถสรุปผลของปัจจัยในการสกัดเหล่านี้ต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนปนเปื้อนได้

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีของสารสกัดข่า

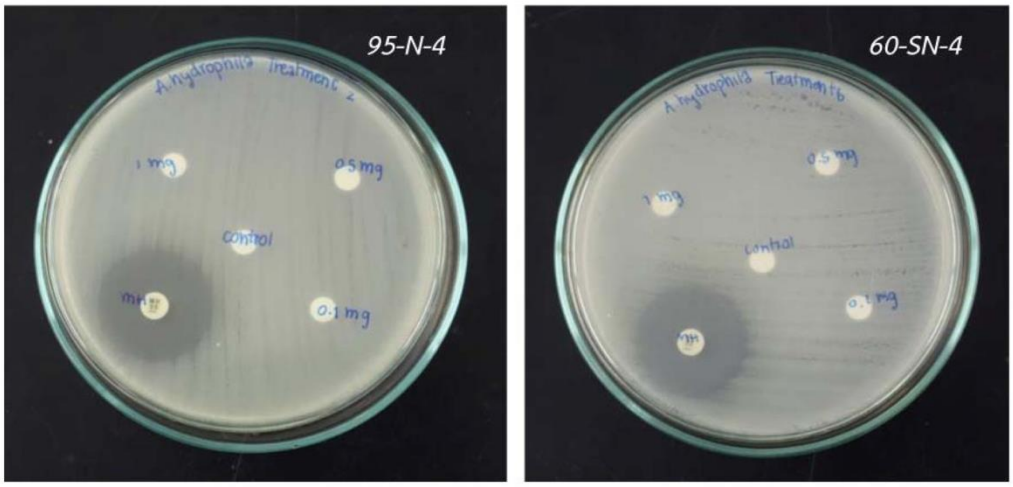
Treatment	%Yield (%Dry weight)	Total carbohydrate (µg glucose)	Total protein (%)
60-N-2	17.68 ± 1.51^{e}	18.27 ± 0.41^{c}	12.27 ± 1.70^{bc}
60-N-4	21.79 ± 2.50^{ed}	18.47 ± 0.70^{c}	15.03 ± 1.12^{ab}
95-N-2	19.58 ± 1.13^{e}	17.10 ± 0.59^{c}	10.85 ± 1.35^{bc}
95-N-4	26.91 ± 0.89^{d}	27.26 ± 0.55^{b}	18.16 ± 2.25^{a}
60-SN-2	19.11 ± 1.11^{e}	32.64 ± 0.92^{a}	13.73 ± 1.36^{ab}
60-SN-4	39.17 ± 1.64^{b}	28.69 ± 0.28^{b}	8.22 ± 0.76^{c}
80-SN-2	28.62 ± 3.35^{c}	17.23 ± 0.49^{c}	12.94 ± 1.85^{bc}
80-SN-4	46.35 ± 2.26^{a}	18.00 ± 0.35^{c}	14.42 ± 1.57^{ab}

หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับ (ตัวยก) ที่แตกต่างกันในแต่ละแถวระบุความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.2 การทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *A. hydrophila*

เชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดข่าทั้ง 8 ตัวอย่างในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ คือ เชื้อ *A. hydrophila* ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมลบที่ก่อโรคสำคัญในปลาน้ำจืด โดยในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธี paper disc diffusion ในการทดสอบสารสกัดข่า ซึ่งใช้ความเข้มข้นต่างกัน 3 ความเข้มข้น คือ 1 mg/mL 0.5 mg/mL และ 0.1 mg/mL หลังบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า สารสกัดข่าทุกตัวอย่างและที่ทุกความเข้มข้นไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *A. hydrophila* ได้

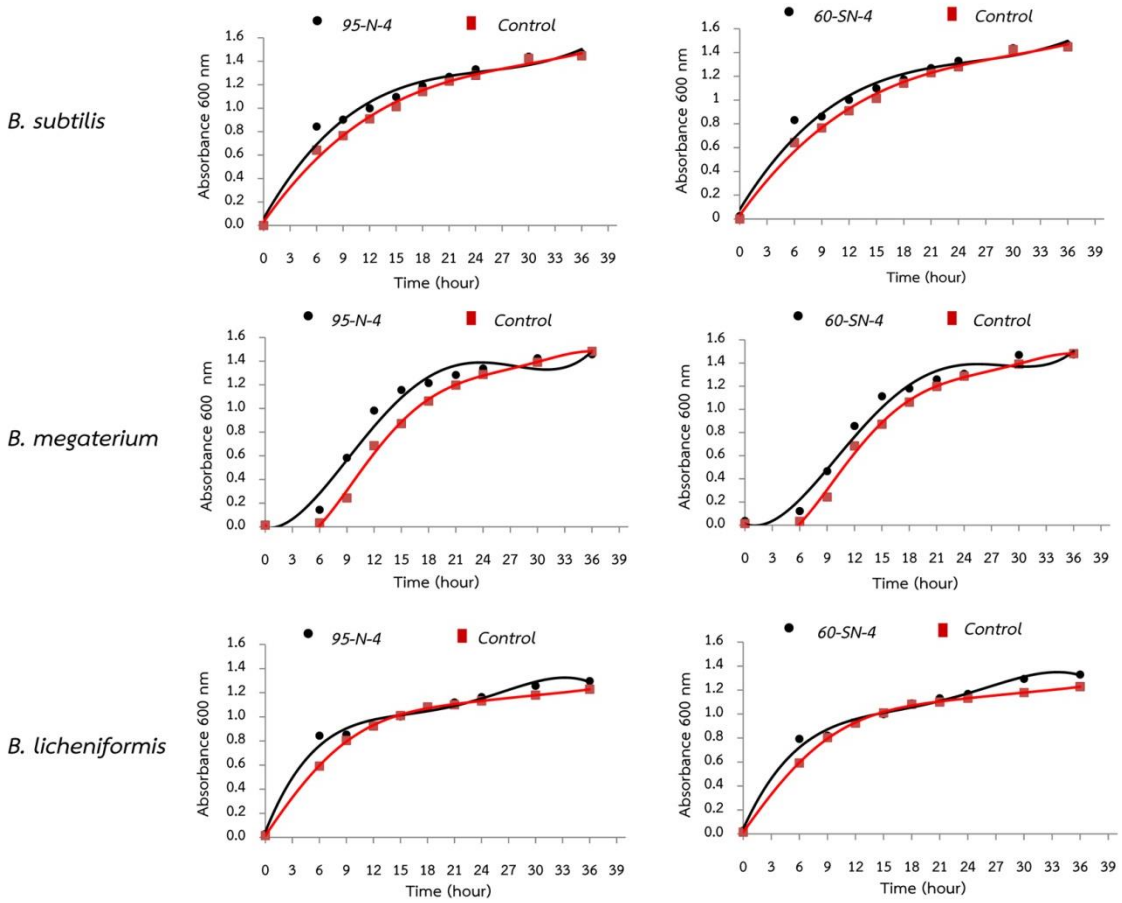
โดยไม่พบ inhibition zone บริเวณรอบ ๆ แผ่น disc เช่นเดียวกับเมื่อใช้น้ำกลั่นทดสอบ ในขณะที่ยาปฏิชีวนะ Minocycline แสดงผล inhibition zone ขนาด 26.2 mm (รูปที่ 1) อย่างไรก็ตาม รายงานเกี่ยวกับสารสกัดสมุนไพรที่มีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียได้ มักเป็นสารที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ เช่น สารสกัดจากสมุนไพรไทยหลายชนิดที่สกัดด้วย 95% เอทานอล ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Escherichia coli Staphylococcus aureus* และ *Campylobacter jeju*ni ได้ (Jarriyawattanachaikul et al., 2016) Miyasaki และคณะ (2013) ได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของ secondary metabolites ที่สกัดจากพืชโดยใช้ตัวทำละลายต่าง ๆ ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Acinetobacter baumannii* ต่อต้านยาปฏิชีวนะหลายชนิด (multidrug-resistance) นอกจากนี้ Tiwari และคณะ (2015) ได้รวบรวมข้อมูลสารสกัดจากพืชหลายชนิดที่ได้จากการใช้ตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ในการสกัดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรคชนิดต่าง ๆ ได้



รูปที่ 1 การทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *A. hydrophila* โดยสารสกัดข่า ด้วยวิธี paper disc diffusion

3.3 การทดสอบประสิทธิภาพการเป็นพรีไบโอติก

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติของสารกัดข่า (ตารางที่ 1) ผู้วิจัยเลือกสารสกัดข่าที่ได้จากวิธี 95-N-4 และ 60-SN-4 มาทำการทดสอบการเป็นพรีไบโอติกเนื่องจากทั้ง 2 วิธีให้ปริมาณสารสกัดมากและมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตใกล้เคียงกัน โดยนำมาทดสอบประสิทธิภาพการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเชื้อโปรไบโอติก ทดสอบด้วยการเลี้ยงผสมในอาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียโปรไบโอติก *B. subtilis B. megaterium* และ *B. licheniformis* แล้วติดตามการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียแต่ละชนิด จากการติดตามการเจริญเติบโตของเชื้อทั้ง 3 ชนิด พบว่า สารสกัดข่าสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของเชื้อเหล่านี้ได้เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งเป็นอาหาร TSB อย่างเดียว โดยสารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ที่ได้จากข่าจะส่งผลกระตุ้นการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* และ *B. licheniformis* อย่างชัดเจนที่ชั่วโมงที่ 6 ในขณะที่สารสกัดพอลิแซ็กคาไรด์ส่งผลกระตุ้นการเจริญเติบโตของเชื้อ *B. megaterium* ได้มากกว่าชุดควบคุมอย่างต่อเนื่องจนถึงชั่วโมงที่ 24 (รูปที่ 2) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการเป็นพรีไบโอติกในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียโปรไบโอติกได้ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำตาลหรือพอลิแซ็กคาไรด์ในสารสกัดข่าเป็นชนิดที่แบคทีเรียสามารถใช้เป็นแหล่งอาหารหรือแหล่งคาร์บอนในการเจริญเติบโตได้ โดยมีการศึกษาที่รายงานว่าพอลิแซ็กคาไรด์บางรูปแบบหรือโครงสร้างเท่านั้นที่สามารถเป็นพรีไบติกได้ เช่น fluctooligosaccharide (Wichienchot et al., 2010) และ glucooligosaccharide (Grimoud et al., 2010) อย่างไรก็ตาม มีการวิจัยที่แสดงให้เห็นถึงผลของสารพอลิแซ็กคาไรด์ในการปรับเปลี่ยนโครงสร้างประชากรแบคทีเรียในลำไส้สัตว์ โดยเพิ่มปริมาณแบคทีเรียดีที่ช่วยในการย่อยอาหาร เพิ่มประสิทธิภาพในการนำสารอาหารไปใช้ รวมถึงกระตุ้นภูมิคุ้มกัน ซึ่งส่งผลดีต่อการเจริญเติบโตของสัตว์ (Xu et al., 2013)



รูปที่ 2 การเจริญเติบโตของ *Bacillus subtilis B. megaterium* และ *B. licheniformis* ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสกัดข่า (95-N-4 และ 60-SN-4) เปรียบเทียบชุดควบคุมที่ไม่เติมสารสกัดข่า

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าพอลิแซ็กคาไรด์จากเหง้าข่าที่สกัดด้วยวิธี Hot alkaline extraction และ Ultrasonic alkaline extraction ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรค *A. hydrophila* ได้ แต่มีคุณสมบัติเป็นพรีไบโอติกโดยสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของเชื้อโปรไบโอติกใน ปม. 1 คือ *B. subtilis B. megaterium* และ *B. licheniformis* ได้ดี ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของสมุนไพรท้องถิ่นในการพัฒนาเป็นสารพรีไบโอติกที่สามารถประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้ อย่างไรก็ตาม การศึกษาถึงชนิดของพอลิแซ็กคาไรด์ในสารสกัด รวมถึงรูปแบบการนำไปใช้ประโยชน์จะเป็นข้อมูลสำคัญที่นำไปสู่การพัฒนาเชิงการค้าได้ในอนาคต

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง “ผลของสารสกัด polysaccharide จากเหง้าข่าต่อประสิทธิภาพการกระตุ้นภูมิคุ้มกันและการต่อต้านการเจริญของ *Aeromonas hydrophila* ในทางเดินอาหารของปลานิล” ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากทุนงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ประจำปีงบประมาณ 2558–2559

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กลุ่มวิจัยและพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง, 2551, “หลักเกณฑ์และมาตรฐานการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์,”

[2] ชนกันต์ จิตมนัส, 2556, “ผลของผลิตภัณฑ์จากพืชสมุนไพรต่อภูมิคุ้มกันสัตว์น้ำ,” วารสารวิจัย มข., 18(2), 257–269.

[3] ปิยะวดี เจริญวัฒนา, 2550, “ประสิทธิภาพของสารสกัดพลูในการยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus flavus*,” ว. วิทย์. กษ., 38(6) (พิเศษ), 50–53.

[4] พุทธิดา พรขุนทด, นวพรรณ พงษ์พิพัฒน์, กฤตพร รำจวนเกียรติ, สุนีย์ นิธิสินประเสริฐ, 2558, “ผลของสารสกัดจากกระเจี๊ยบเขียวต่อแบคทีเรียกรดแลกติก,” เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53. 946–953, 3–6 ก.พ. 2558 [การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53 กรุงเทพฯ].

[5] วุฒิ คุปตะวาทิน, กลุ่มวิจัยและพัฒนาการถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง, 2550, “เอกสารการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอินทรีย์,” http://www.fisheries.go.th/extension/group/thai/9.pdf [26 พฤษภาคม 2560].

[6] Abuelsaad, A.S.A., 2014, “Supplementation with *Astragalus* polysaccharides alters *Aeromonas*-induced tissue-specific cellular immune response,” Microbial Pathogenesis, 66, 48–56.

[7] Bendjeddou, D., Lalaoui, K., Satta, D., 2003, “Immunostimulating activity of the hot water-soluble polysaccharide extracts of Anacyclus pyrethrum, *Alpinia galanga* and *Citrullus colocynthis*,” Journal of Ethnopharmacology, 88, 155–160.

[8] Chen, R., Li, Y., Dong, H., Liu, Z., Li, S., Yang, S., Li, X., 2012, “Optimization of ultrasonic extraction process of polysaccharides from *Ornithogalum caudatum* Ait and evaluation of its biological activity,” Ultrasonics Sonochemis, 19, 1160–1168.

[9] Dhayanithi, N.B., Ajithkumar, T.T., Arockiaraj, J., Balasundaram, C., Ramasamy, H., 2015, “Immune protection by *Rhizophora apiculata* in clownfish against *Vibrio alginolyticus*,” Aquaculture, 446, 1–6.

[10] Gobi, N., Ramya, C., Vaseeharan, B., Malaikozhundan, B., Vijayakumar, S., Murugan, K., Benelli, G., 2016, “*Oreochromis mossambicus* diet supplementation with *Psidium guajava* leaf extracts enhance growth, immune, antioxidant response and resistance to *Aeromonas hydrophila*,” Fish and Shellfish Immunology 58, 572–583.

[11] Grimoud, J., Durand, H., Courtin, C., Monsan, P., Ouarné, F., Theodorou, V., Roques, C., 2010, “In vitro screening of probiotic lactic acid bacteria and prebiotic glucooligosaccharides to select effective synbiotics,” Anaerobe, 16, 493–500.

[12] Hai, N.V., 2015, “The use of medicinal plants as immunostimulants in aquaculture: A review,” Aquaculture, 446, 88–96.

[13] Huang, S.-Q., Li, J.-W., Wang, Z., Pan, H.-X., Chen, J.-X., Ning, Z.-X., 2010, “Optimization of alkaline extraction of polysaccharides from *Ganoderma lucidum* and their effect on immune function in mice,” Molecules, 15, 3694–3708.

[14] Jarriyawattanachaikul, W., Chaveerach, P., Chokesajjawatee, N., 2016, “Antimicrobial activity of Thai-herbal plants against food-borne pathogens *E. Coli*, *S. aureus* and *C. Jejuni*,” Agriculture and Agricultural Science Procedia, 11, 20–24.

[15] Liu, X., Xi, Q., Yang, Y., Li, H., Jiang, Q., Shu, G., Wang, S., Gao, P., Zhu, X., Zhang, Y., 2011, "The effect of dietary *Panax ginseng* polysaccharide extract on the immune responses in white shrimp, *Litopenaseus vannamei*," Fish and Shellfish Immunology, 30, 495–500.

[16] Lowry, H.O., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., Randall, R.J., 1951, "Protein measurement with the folin phenol reagent," The Journal of Biological Chemistry, 193, 265–275.

[17] Mauro, M., 2005, "Estimation of total carbohydrate amount in environmental samples by the phenol sulphuric acid method assisted by multivariate calibration," Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 79, 84–90.

[18] Miyasaki, Y., Rabenstein, J.D., Rhea, J., Crouch, M.L., Mocek, U.M., Kittell, P.E., Morgan, M.A., Nichols, W.S., Benschoten, M.M., Hardy, W.D., Liu, G.Y., 2013, "Isolation and characterization of antimicrobial compounds in plant extracts against multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii*," PLoS ONE 8:e61594. doi: 10.1371/journal.pone.0061594.

[19] Tiwari, V., Roy, R., Tiwari, M., 2015, "Antimicrobial active herbal compounds against *Acinetobacter baumannii* and other pathogens,"Frontiers in Microbiology, 6, 1–11.

[20] Wang, E., Chen, X., Wang, K., Wang, J., Chen, D., Geng, Y., Lai, W., Wei, X., 2016, "Plant polysaccharides used as immunostimulants enhance innate immune response and disease resistance against *Aeromonas hydrophila* infection in fish," Fish and Shellfish Immunology, 59, 196–202.

[21] Wichienchot, S., Jatupornpipat, M., Rastall, R.A., 2010, "Oligosaccharides of pitaya (dragon fruit) flesh and their prebiotic properties," Food Chemistry, 120, 850–857.

[22] Xu, X., Xu, P., Ma, C., Tang, J., Zhang, X., 2013, "Gut microbiota, host health, and polysaccharides," Biotechnology Advances, 31, 318–337.

[23] Zou, Y., Chen, X., Yang, W., Liu, S., 2011, "Response surface methodology for optimization of the ultrasonic extraction of polysaccharides from *Codonopsis pilosula* Nannf.var.*modesta* J.T.Shen," Carbohydrate Polymers, 84, 503–508.

การศึกษาความรู้ความเข้าใจและแนวทางการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงของเกษตรกรในหมู่ที่ 6บ้านชาติตระการ ตำบลชาติตระการ อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก

Cognitive Education And the application of sufficiency economy Of farmers Among 6Ban Chat Trakan District Chat Trakan Chat Trakan District Phitsanulok Province

เทพพิทักษ์ อิ่มชม* วุฒิภัทร ฟองจางวาง พิณรัตน์ นุชโพธิ์ และศุภศิว์ สุวรรณเกษร
สังกัดคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความรู้ความเข้าใจและแนวทางการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงของเกษตรกรในหมู่ที่ 6 บ้านชาติตระการ ตำบลชาติตระการ อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลกโดยใช้เครื่องมือในกา รเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม จำนวน 240 ชุด ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญในประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงของเกษตรกร ระดับระดับความสำคัญในการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีการให้ความสำคัญโดยรวมต่อด้านปัจจัยในการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$= 3.65 , SD = 0.68) แต่เมื่อพิจารณารายข้อพบว่ามีความสำคัญระดับมากในเรื่องเศรษฐกิจพอเพียงทำให้ท่านรู้จักการทำแผนใช้จ่ายเงินตามลำดับความสำคัญและความจำเป็น($\overline{X}$= 3.89 , SD = 0.81) รองลงมาคือท่านนำความรู้ที่ได้จากปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้ในการดำรงชีวิตครอบครัว ทำให้ครอบครัวอบอุ่น($\overline{X}$= 3.87 , SD = 0.66) และท่านใช้จ่ายอย่างประหยัดและคุ้มค่าเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นให้กับครอบครัว($\overline{X}$= 3.75 , SD = 0.63)

คำสำคัญ: การประยุกต์ใช้, ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง, การทำเกษตรกรรม, ความรู้ความเข้าใจ

Abstract

This study aims to study cognitive and application approaches Sufficiency Economy of Farmers Village No.6 Home ChatTrakan Sub-district ChatTrakan Amphoe ChatTrakan Province PhitsanulokUsing a tool to collect data is a questionnaire amount 240 set the results of the importance analysis in the application of sufficiency economy of farmers the importance of applying the Sufficiency Economy Philosophy found that respondents were given priority Overall on the factor side in the application of Sufficiency Economy Philosophy In a very high level ($\overline{X}$= 3.65, SD = 0.68) But when considering the findings are important high level in sufficiency economy make you aware of spending plans in order of priority and necessity ($\overline{X}$= 3.89 , SD = 0.81) Secondly, you bring knowledge from the Sufficiency Economy Philosophy used in be alive Family Keep warm family ($\overline{X}$= 3.87 , SD = 0.66) And you spend defray savingAnd worth it to help reduce costs at not necessary for Family ($\overline{X}$= 3.75, SD = 0.63)

Keywords: applieduse, Sufficiency Economy Philosophy, agriculture, knowledge understanding

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน teppitak19aimchom@gmail.com

1. บทนำ

การนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ และประพฤติปฏิบัติเพื่อที่จะให้บรรลุผลสำเร็จในระยะเวลาอันสั้นนั้น มิใช่เรื่องที่จะเป็นไปได้ง่ายๆ ต้องให้ ความรู้ และสร้างความเข้าใจให้เกิดขึ้นกับประชาชนทุกระดับ โดยอาศัยความร่วมมือจาก ส่วนราชการ และทุกภาคส่วนของประเทศ และการประยุกต์ใช้ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง นั้น มีแนวทางในการดำเนินชีวิตดังนี้ คือ ยึด

ความประหยัด ตัดทอนค่าใช้จ่ายในทุกด้าน ลดละ ความฟุ่มเฟือยในการดำรงชีพอย่างจริงจัง ดังที่มีกระแสพระราชดำรัสว่า “ความเป็นอยู่ ที่ต้องไม่ฟุ้งเฟ้อ ต้องประหยัดไปในทางที่ถูกต้อง” ยึดถือการประกอบอาชีพด้วยความถูกต้อง สุจริต แม้จะตกอยู่ในภาวะขาดแคลนในการดำรงชีพก็ตาม ดังที่มีกระแสพระราชดำรัสว่า “ความเจริญของคนทั้งหลาย ย่อมเกิดมาจากการประพฤติชอบและการหาเลี้ยงชีพชอบ เป็นสำคัญ” (สุเมธ ตันติเวชกุล, 2542 : 16)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาเรื่อง การศึกษาความรู้ความเข้าใจและแนวทางการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงของเกษตรกรในหมู่ที่ 6 บ้านชาติตระการ ตำบลชาติตระการ อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก เพื่อจะได้ทราบข้อมูลพื้นฐาน เพื่อเป็นแนวทางวางแผนดำเนินงานส่งเสริมความรู้ในการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงของเกษตรกรในบ้านชาติตระการ เพื่อให้มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดียิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.เพื่อศึกษาระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

2.ศึกษาปัจจัยในการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3.ศึกษาการส่งเสริมการประยุกต์ใช้ตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการทำเกษตรกรรม

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กฤษณา สานเมทา,อดิเรก ฟั่นเขียว(2558) ศึกษาเรื่องแนวทางพัฒนาการส่งเสริมการดำเนินชีวิตตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของประชาชน ในอำเภอคลองลาน จังหวัดกำแพงเพชร พบว่า สภาพการดำเนินชีวิตตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของประชาชนในอำเภอคลอง ลาน จังหวัดกำแพงเพชรภาพรวมอยู่ในระดับมาก สภาพการส่งเสริมภาพรวมอยู่ในระดับมาก

แคทลียา บาลไธสง,ดร.นีออน พิณประดิษฐ์(2554) ศึกษาเรื่องความเข้าใจการเข้าถึงปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และนโยบายประชานิยมของผู้นำ ชุมชน และผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง พบว่า ผู้นำชุมชนมีค่าคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงอยู่ในระดับ มากที่สุด เมื่อแยกเป็น 2 ด้าน พบว่าอยู่ในระดับมาก

ฐิติมา ปาลคะเชนทร์(2556) ศึกษาเรื่องปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความรู้ความเข้าใจในการดำเนินชีวิตตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของประชาชนในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลพนม อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานีพบว่า ระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการดำเนินชีวิตตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจ พอเพียงของประชาชนในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลพนม อยู่ในระดับมาก

ทิวเมฆ นาวาบุญนิยม(2554) ศึกษาเรื่องการประยุกต์ใช้ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของชุมชนปฐมอโศกจังหวัดนครปฐม พบว่า การรับรู้เกี่ยวกับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงของชุมชนปฐมอโศก ในภาพรวม อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าการรับรู้ด้านเงื่อนไขคุณธรรมอยู่ในระดับมากที่สุด คุณภาพชีวิต ของชุมชนปฐมอโศก ในภาพรวมอยู่ในระดับมากและคุณภาพชีวิตด้านปลูกฝังค่า นิยมไทยอยู่ในระดับมากที่สุด การประยุกต์ใช้ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงของชุมชน ปฐมอโศกในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

นางกชกร ชำนาญกิตติชัย(2554) ศึกษาเรื่องการนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต พบว่า ในภาพรวมของการนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ นักศึกษาได้นำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้อยู่ในระดับมากเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านทุกด้านอยู่ใน ระดับมาก ตามลำดับดังนี้ ด้านคุณธรรมในการดำเนินชีวิต ด้านความรู้ในการดำเนินชีวิต ด้านมีเหตุผลในการดำเนินชีวิต ด้านระบบภูมิคุ้มกันในการดำเนินชีวิต และด้านความพอประมาณในการ ดำเนินชีวิต

นางสาวบุษยา มั่นฤกษ์(2556) ศึกษาเรื่องการนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการของผู้บริหารองค์การบริหารส่วนตำบลจังหวัดนครปฐม พบว่า ระดับการนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานของ บุคลากรองค์การบริหารส่วนตำบลภาพรวม อยู่ในระดับมากเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน 4 ด้าน พบว่า ด้านการจัดการองค์การ ด้านการดำเนินงาน และด้านการ วางแผน อยู่ในระดับมากส่วนด้านการประเมินผล อยู่ในระดับปานกลาง

บุษกร คำโฮม,ศุภกัญญา จันทรุกขา(2558) ศึกษาเรื่องแบบจำลองการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ของนักศึกษาคณะบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พบว่า นักศึกษามีการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในภาพรวมระดับมาก

เพ็ญนภา ธีรทองดี(2552) ศึกษาเรื่องการนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไปใช้ในการบริหารจัดการของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาราชบุรี เขต 2 พบว่า ผู้บริหารสถานศึกษาและครูมีความคิดเห็นต่อการนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไปใช้ในการบริหารจัดการของสถานศึกษา โดยรวมและรายด้านทุกด้านอยู่ในระดับมาก พิพัฒน์ แก้วใส(2552) ศึกษาเรื่องการนำแนวคิดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงไปใช้ในโรงเรียนประถมศึกษา สำนักงานเขตลาดกระบัง สังกัดกรุงเทพมหานคร พบว่า ครูมีความคิดเห็นว่า ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมีความสำคัญในการพัฒนาประเทศ ด้านการนำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงไปประยุกต์ใช้ ครูมีการชี้แจงให้ความรู้ความเข้าใจและเห็นคุณค่าในปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงความคิดเห็นของครูที่มีต่อปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการนำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการนำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน มีปัญหาร้อยละ 54.27 และความต้องการที่จะบูรณาการหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้เรียน มีความต้องการร้อยละ 94 .87

เสาวนารถ เล็กเลอสินธุ์(2557) ศึกษาเรื่องความรู้ความเข้าใจและการประยุกต์ใช้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชน ตำบลบางใหญ่ อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี พบว่า ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงคิดเป็นร้อยละ 72.45ประชาชนประยุกต์ใช้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยประยุกต์หลักความมีเหตุผลมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านการมีภูมิคุ้มกันที่ดีในตัว และด้านความพอประมาณ ตามลำดับ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร ได้แก่ เกษตรกรในหมู่ที่ 6 ตำบลชาติตระการ อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 240 คน ระยะเวลาในการจัดเก็บข้อมูล ช่วงเดือน มกราคม ถึงเดือน มีนาคม 2560 โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) แบ่งออกเป็น 4 ตอนคือ

ตอนที่ 1 สถานภาพผู้ตอบแบบสอบถาม ตัวแบบสอบถามมีลักษณะแบบเลือกตอบ (Check list)

ตอนที่ 2 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ตัวแบบสอบถามมีลักษณะแบบเลือกตอบ (Check list)

ตอนที่ 3 ปัจจัยในการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

ตอนที่ 4 แนวทางการส่งเสริมการประยุกต์ใช้ตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงตัวแบบสอบถามมีลักษณะแบบเลือกตอบ (Check list)

เกณฑ์การแปลความหมาย เกณฑ์ค่าเฉลี่ยในการแปลความหมายมี 5 ตัวเลือก สำหรับตอนที่ 3 แสดงดังนี้

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 4.21-5.00 หมายถึง ระดับความสำคัญมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.41-4.20 หมายถึง ระดับความสำคัญมาก

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.61-3.40 หมายถึง ระดับความสำคัญปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.81-2.60 หมายถึง ระดับความสำคัญน้อย

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00-1.80 หมายถึง ระดับความสำคัญน้อยที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษานี้อาศัยข้อมูลที่ได้จาก การเก็บตัวอย่างของแบบสอบถาม แล้วนำมาอธิบายเชิงพรรณนา (Description method) และใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ค่าความถี่ร้อยละ (Percentage)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ค่าร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงข้อมูลให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนทั้งหมด

ค่าเฉลี่ย (Mean: $\bar{x}$) (อ้างอิงใน กัลยา วานิชย์บัญชา, 2557: 47)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) (อ้างอิงใน กัลยา วานิชย์บัญชา, 2557: 71)

$$SD = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

x แทน ข้อมูลตัวที่ 1,2,3,....n

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

Independent Sample T-test (อ้างอิงใน มนตรี สังข์ทอง, 2557: 285)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}\left[\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right]}}, df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ t แทน ค่าการแจกแจงของที (t-Distribution)

$\bar{X}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 1

$\bar{X}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ 2

S_1^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

S_2^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

n_1 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1

n_2 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

The Wilcoxon-Mann-Whitney U Test (อ้างอิงใน สุวิมล ติรกานันท์, 2553: 74)

$$z = \frac{W_x \pm .5 - m(N+1)/2}{\sqrt{[mn/N(N-1)]\left[(N^3-N)/12 - \sum_{j=1}^{g}\left(t_j^3 - t_j\right)/12\right]}}$$

เมื่อ W_x แทน ผลรวมของลำดับแต่ละตัวแปร

m แทน จำนวนข้อมูลในกลุ่มที่น้อยกว่า

n แทน จำนวนข้อมูลในกลุ่มที่มากกว่า

t_j แทน จำนวนที่ซ้ำ

N แทน จำนวนทั้งหมด

The Kruskal-Wallis (อ้างอิงใน สุวิมล ติรกานันท์, 2553: 132)

$$KW = \left[\frac{12}{N(N+1)}\sum_{i=1}^{k} n_j \bar{R}_j^2\right] - 3(N+1)$$

เมื่อ $\bar{R}_j$ แทน ค่าเฉลี่ยของอันดับในกลุ่มที่ j

N แทน $\mathrm{n}_1 + \mathrm{n}_2 + \cdots + \mathrm{n}_k$

One-way ANOVA (อ้างอิงใน มนตรี สังข์ทอง, 2557: 323)

$$F = \frac{MS_B}{MS_w}, df = k, n_1 = k$$

เมื่อ F แทน ค่าสถิติในการแจกแจงแบบเอฟ (*F-Distribution*)

MS_B แทน ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม

MS_W แทน ความแปรปรวนภายในกลุ่ม

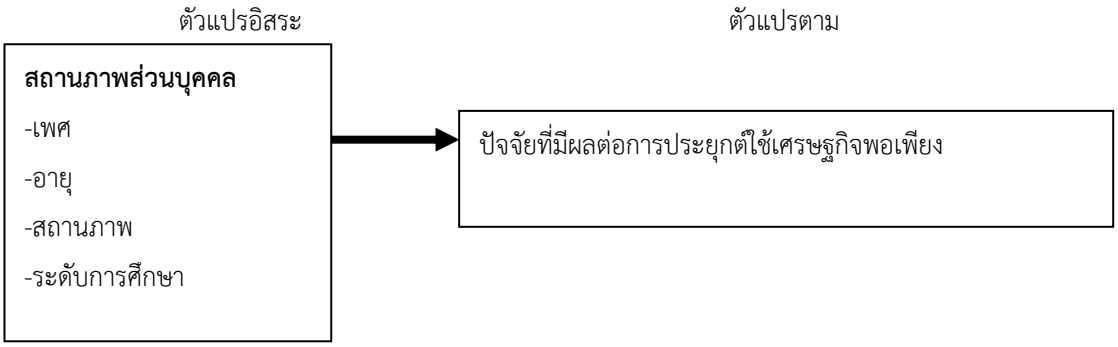
การใช้สถิติทดสอบ

ก่อนทำการทดสอบสมมติฐานจะต้องทำการการทดสอบคุณสมบัติของข้อมูล 2 ขั้นตอน คือ

1.การทดสอบว่าข้อมูลที่ทำการศึกษามีการกระจายตัวแบบเป็นโค้งปกติหรือไม่ ทดสอบด้วย Kolmogorov-Smirnov Test หรือ Shapiro Wilk Test

2. การทดสอบว่าข้อมูลที่ทำการศึกษามีความแปรปรวนเท่ากันในทุกกลุ่มหรือไม่ ทดสอบด้วย Levene Test ข้อมูลที่ทำการทดสอบหากมีคุณสมบัติครบทั้ง 2 ข้อ จะสามารถใช้สถิติ Parametric (Independent Sample t Test, ANOVA) ได้ หากข้อมูลขาดคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่งหรือทั้งสองข้อจะต้องใช้สถิติ Non-Parametric ในการทดสอบ (Mann Whitney Test, Kruskal Wallis Test)

กรอบแนวคิดในการวิจัย



5. ผลการวิจัย

ตอนที่1 สถานภาพผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชายจำนวน 142คน ร้อยละ 59.2 รองลงมาคือเพศหญิงจำนวน 98คน ร้อยละ40.8 มีอายุระหว่าง 51-60 ปี มากที่สุด จำนวน 103 คน ร้อยละ 42.9 มีสถานภาพโสดจำนวน 4 คน ร้อยละ 1.7สมรสจำนวน 236 คน ร้อยละ 98.3 มีการศึกษาระดับต่ำกว่าประถมศึกษามากที่สุด จำนวน 183 คน ร้อยละ 76.3รองลงมาคือระดับประถมศึกษา จำนวน 57 คน ร้อยละ 23.8 (รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สถานภาพผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
เพศหญิง	98	40.8
เพศชาย	142	59.2
รวม	**240**	**100.0**
ช่วงอายุ		
30-40 ปี	19	7.9
41-50 ปี	71	29.6
51-60 ปี	103	42.9
60 ปีขึ้นไป	47	19.6
รวม	**240**	**100.0**
สถานภาพ		
โสด	4	1.7
สมรส	236	98.3
รวม	**240**	**100.0**
ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่าประถมศึกษา	183	76.3
ประถมศึกษา	57	23.8
รวม	**240**	**100.0**

ตอนที่ 2 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ตาราง 2 ร้อยละคำตอบของกลุ่มตัวอย่าง ทางด้านความรู้เกี่ยวกับ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงโดยจำแนกเป็นรายข้อ

คำถาม	จำนวน	ใช่	จำนวน	ไม่ใช่
1.ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเป็นแนวทางการดำเนินชีวิตที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทางสายกลางโดยคำนึงถึงความพอประมาณ ความมีเหตุผลการสร้างภูมิคุ้มกันในตัวและเงื่อนไขความรู้และคุณธรรม	237	98.8	3	1.3
2.มีรายได้เพียงพอต่อการดำรงชีวิตประจำวัน	171	71.3	69	28.8
3.สามารถใช้ชีวิตตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงคือเราสามารถใช้ของแพงหรือฟุ่มเฟือยได้		57.5	102	42.5
4.เศรษฐกิจพอเพียงมีความสอดคล้องกับหลักการพัฒนาอย่างยั่งยืน	138	63.3	88	37.7
5.ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเป็นแนวคิดที่มักจะเน้นไปในด้านผู้ที่ประกอบอาชีพเกษตรกรเป็นหลัก	178	74.2	62	25.8
6.เศรษฐกิจพอเพียงขัดต่อหลักการทางธุรกิจที่เน้นการหากำไร	136	56.7	104	43.3
7.ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงนำไปใช้ได้กับคนทุกวัยและทุกศาสนา	162	67.5	78	32.5
8.การดำเนินชีวิตตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงควรเริ่มต้นจากเข้าใจความหมายและหลักการใช้กับตนเองและครอบครัวก่อน	157	65.4	83	34.6
9.ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มีความเชื่อมโยงกับความเป็นชุมชนเข้มแข็ง	160	66.7	80	33.3
10.เศรษฐกิจพอเพียงส่งเสริมให้ผลิตเพื่อบริโภคเองเท่านั้นแต่ไม่ส่งเสริมการผลิตเพื่อขาย	161	67.1	79	32.9
11.การวางแผนระยะยาวที่เตรียมพร้อมกับเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดถือว่าเป็นภูมิคุ้มกันตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง	156	65.0	84	35.0
12.เศรษฐกิจพอเพียงมีความหมายตรงกับการอยู่ดีกินดีตามมาตรฐานสากลใช้จ่ายตามกำลังฐานะของตนเองมีคุณภาพชีวิตที่ดีกินอยู่พอประมาณ	169	70.4	71	29.6
13.ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงไม่สามรถใช้กับคนที่มีหนี้สิน	96	40.0	144	60.0
14.ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเป็นแนวทางในการดำเนินชีวิตที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทางสายกลางโดยคำนึงถึงความพอประมาณ ความมีเหตุผล การสร้างภูมิคุ้มกันในตัวและเงื่อนไขความรู้และคุณธรรม	216	90.0	24	10.0
15.ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเป็นแนวทางในการดำรงชีวิตและการปฏิบัติตนในทางที่ควรจะเป็นเพื่ออนาคตที่มั่นคงและยั่งยืน โดยการประยุกต์วิถีชีวิตดั้งเดิมให้ สอดคล้องกับสภาพชีวิตปัจจุบัน	145	60.4	95	39.6

ตอนที่ 2 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ตาราง 2 ร้อยละคำตอบของกลุ่มตัวอย่าง ทางด้านความรู้เกี่ยวกับ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงโดยจำแนกเป็นรายข้อ(ต่อ)

16.ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเน้นหลักการสร้างรากฐานของประเทศเฉพาะด้านเศรษฐกิจเป็นหลัก	108	45.0	132	55.0
17.ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงสามารถนำมาใช้กับการปฏิบัติตนได้ทุกระดับ โดยเน้น การปฏิบัติบนทางสายกลาง และการพัฒนาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน	159	66.3	81	33.8
18.ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงส่งเสริมให้มีการผลิตเพื่อบริโภคเอง แต่ไม่ส่งเสริมการ ผลิตเพื่อการค้าขายกับภายนอก	156	65.0	84	35.0
19.ลักษณะสำคัญของปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง คือ การมีความพอประมาณ ความ มีเหตุผล และการมีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี	150	62.5	90	37.5
20.การผลิตสิ้นค้าส่งออกขัดกับหลักการของปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง	159	66.3	81	33.8
21.ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงสามารถใช้กับการพัฒนาระบบการศึกษาของไทยได้	162	67.5	78	32.5
22.ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไม่ยอมรับการเปลี่ยนแปลงกระแสโลกาภิวัตน์หรืออิทธิพลภายนอกและต่างชาติ	138	57.5	102	42.5
23.ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงสอนให้พึ่งพาตนเอง โดยไม่สนใจพึ่งใครเลย	81	33.8	159	66.3

จากตาราง 2 พบว่าจากคำถาม 23 ข้อ ด้านความรู้เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมีระดับการตอบใช่มากที่สุด 3 อันดับปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเป็นแนวทางการดำเนินชีวิตที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทางสายกลางโดยคำนึงถึงความพอประมาณ ความมีเหตุผลการสร้างภูมิคุ้มกันในตัวและเงื่อนไขความรู้และคุณธรรมจำนวน 237คิดเป็นร้อยละ 98.8 รองลงมาคือปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเป็นแนวทางในการดำเนินชีวิตที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของ ทางสายกลางโดยคำนึงถึงความพอประมาณ ความมีเหตุผล การสร้างภูมิคุ้มกันในตัว และเงื่อนไขความรู้และคุณธรรมจำนวน 216คิดเป็นร้อยละ 90.0 และปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงเป็นแนวคิดที่มักจะเน้นไปในด้านผู้ที่ประกอบอาชีพเกษตรกรเป็นหลักจำนวน 178 คิดเป็นร้อยละ 74.2 ตามลำดับ

ส่วนข้อคำถามที่กลุ่มตัวอย่างตอบไม่ใช่มากที่สุด 3 อันดับคือ ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงสอนให้พึ่งพาตนเอง โดยไม่สนใจพึ่งใครเลยจำนวน 159คิดเป็นร้อยละ 66.3 รองลงมาคือปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงไม่สามรถใช้กับคนที่มีหนี้สินปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงไม่สามรถใช้กับคนที่มีหนี้สินจำนวน 144คิดเป็นร้อยละ 60.0 และปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเน้นหลักการสร้างรากฐานของประเทศเฉพาะด้าน เศรษฐกิจเป็นหลักจำนวน 132 คิดเป็นร้อยละ 55.0 ตามลำดับ

ตอนที่ 3 ด้านปัจจัยในการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเกี่ยวกับด้านปัจจัยในการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงโดยจำแนกเป็นรายข้อ

ด้านปัจจัยในการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	$\bar{x}$	SD	ระดับความสำคัญ
ท่านนำความรู้ที่ได้จากปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้ในการดำรงชีวิตครอบครัว ทำให้ครอบครัวอบอุ่น	3.87	0.66	มาก
เศรษฐกิจพอเพียงทำให้ท่านรู้จักการทำแผนใช้จ่ายเงินตามลำดับความสำคัญและความจำเป็น	3.89	0.81	มาก
ท่านจัดทำรายรับ-รายจ่ายในแต่ละวัน/เดือน/ปี	3.60	0.78	มาก
ท่านใช้จ่ายอย่างประหยัดและคุ้มค่าเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น	3.75	0.63	มาก

ให้กับครอบครัว			
การนำเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ทำให้ท่านมีชีวิตที่ดีขึ้น	3.60	0.68	มาก
ท่านเชื่อว่าปัญหาความยากจนสามารถนำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้	3.65	0.69	มาก
ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงทำให้ท่านเกิดจิตสำนึกในการดำรงชีวิตด้วยความพอดี พอประมาณ และมีเหตุผล	3.59	0.65	มาก
ท่านได้นำเศรษฐกิจมาประยุกต์ใช้ทำให้ท่านสามารถพึ่งพาตนเองได้	3.63	0.66	มาก
ท่านเห็นว่าการออมเงินให้กับตนเองหรือครอบครัวเป็นการวางแผนเมื่อมีความจำเป็นหรือใช้จ่ายยามฉุกเฉิน	3.63	0.66	มาก
การนำเศรษฐกิจมาประยุกต์ใช้ทำให้ท่านสร้างรายได้มากขึ้น	3.55	0.63	มาก
ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงช่วยให้ท่านแสวงหาความรู้และการดำเนินชีวิตด้วยคุณธรรม	3.55	0.67	มาก
ท่านสามารถนำหลักการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงไปเผยแพร่ให้คนในหมู่บ้านได้ทราบ	3.57	0.67	มาก
รวม	3.65	0.68	มาก

จากตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ระดับระดับความสำคัญในการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีการให้ความสำคัญโดยรวมต่อด้านปัจจัยในการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.65 , SD = 0.68) แต่เมื่อพิจารณารายข้อพบว่ามีความสำคัญระดับมากในเรื่องเศรษฐกิจพอเพียงทำให้ท่านรู้จักการทำแผนใช้จ่ายเงินตามลำดับความสำคัญและความจำเป็น($\bar{X}$ = 3.89 , SD = 0.81) รองลงมาคือท่านนำความรู้ที่ได้จากปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้ในการดำรงชีวิตครอบครัว ทำให้ครอบครัวอบอุ่น($\bar{X}$ = 3.87 , SD = 0.66) และท่านใช้จ่ายอย่างประหยัดและคุ้มค่าเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นให้กับครอบครัว($\bar{X}$ = 3.75 , SD = 0.63) ตามลำดับ

ตอนที่ 4 แนวทางการส่งเสริมการประยุกต์ใช้ตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ตาราง 4 ร้อยละคำตอบของกลุ่มตัวอย่าง ทางด้านแนวทางการส่งเสริมการประยุกต์ใช้ตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เป็นแบบสอบถามความเห็น โดยจำแนกเป็นรายข้อ

คำถาม	จำนวน	เห็นด้วย	จำนวน	ไม่เห็นด้วย
1.มีการจัดอบรมให้ความรู้และแนวทางการทำเกษตรตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง	216	90.0	24	10.0
2.หน่วยงานภาครัฐให้การสนับสนุนช่วยเหลือในการให้ความรู้เกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียง	201	83.3	39	16.3
3.หน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้การสนับสนุนตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง	208	86.7	32	13.3
4.การใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงจะไม่เกิดขึ้นถ้าไม่มีการผลักดันของภาครัฐ	204	85.0	36	15.0
5.มีศูนย์เรียนรู้การทำเกษตรกรรมตามแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียง	204	85.0	34	15.0

จากตาราง 4 พบว่าจากคำถาม 5 ข้อ ด้านแนวทางการส่งเสริมการประยุกต์ใช้ตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมีระดับการตอบเห็นด้วยมากที่สุด 3 อันดับคือมีการจัดอบรมให้ความรู้และแนวทางการทำเกษตรตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงจำนวน 216 คิดเป็นร้อยละ 90.0 รองลงมาคือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้การสนับสนุนตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงจำนวน208 คิดเป็นร้อยละ 86.7และการใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงจะไม่เกิดขึ้นถ้าไม่มีการผลักดันของภาครัฐจำนวน 204คิดเป็นร้อยละ 85.0 และมีศูนย์เรียนรู้การทำเกษตรกรรมตามแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงจำนวน 204 คิดเป็นร้อยละ 85.0 ตามลำดับ

ส่วนข้อคำถามที่กลุ่มตัวอย่างตอบไม่เห็นด้วยมากที่สุด 3 อันดับคือหน่วยงานภาครัฐให้การสนับสนุนช่วยเหลือในการให้ความรู้เกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงจำนวน 201คิดเป็นร้อยละ 16.3 รองลงมาคือการใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงจะไม่เกิดขึ้นถ้าไม่มีการผลักดันของภาครัฐจำนวน 204 คิดเป็นร้อยละ 15.0 มีศูนย์เรียนรู้การทำเกษตรกรรมตามแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงจำนวน 204 คิดเป็นร้อยละ 15.0 และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้การสนับสนุนตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงคิดจำนวน 208 คิดเป็นร้อยละ 13.3 ตามลำดับ

การทดสอบสมมติฐานการศึกษาความรู้ความเข้าใจและแนวทางการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงของเกษตรกรในหมู่ที่ 6 บ้านชาติตระการ ตำบลชาติตระการ อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลกแต่ละด้านมีการกำหนดสมมติฐานและแสดงผลการทดสอบดังนี้

ตาราง 5 แสดงการตั้งสมมติฐานและผลการทดสอบสมมติฐานความสำคัญในการประยุกต์ใช้

สมมติฐาน	ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	Asymp.Sig
1.เพศที่ต่างกันจะมีทัศนะคติทางความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงแตกต่างกัน	เพศ (ชาย/หญิง)	การประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียง	.054
2.อายุที่ต่างกันจะมีทัศนะคติทางความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงที่แตกต่างกัน	อายุ (ต่ำกว่า 30 ปี/30-40 ปี/41-50 ปี/51-60ปี/60ปีขึ้นไป)	การประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียง	.000
3.สถานภาพที่ต่างกันจะมีทัศนะคติทางความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงที่แตกต่างกัน	สถานภาพ (โสด/สมรส/หม้าย/หย่าร้างแยกกันอยู่)	การประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียง	.032
4.ระดับการศึกษาที่ต่างกันจะมีทัศนะคติทางความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงที่แตกต่างกัน	(ต่ำกว่าประถมศึกษา / ประถมศึกษา/มัธยมศึกษา/มัธยมศึกษาตอนปลาย/อนุปริญญา/ปริญญาตรี/อื่นๆ (ระบุ)	การประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียง	.000

จากตาราง 5 ผลการทดสอบสมมติฐานระดับความสำคัญในการการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงพบว่า เกษตรกรที่มีสถานภาพที่ต่างกันจะมีทัศนะคติทางความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงที่แตกต่างกัน(Sig=.032) และอายุที่ต่างกันจะมีทัศนะคติทางความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงที่แตกต่างกัน (Sig=.000) และระดับการศึกษาที่ต่างกันจะมีทัศนะคติทางความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงที่แตกต่างกัน (Sig=.000)

6. สรุปและอภิปรายผล

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 142 คน รองลงมาคือเพศหญิง จำนวน 98 คน มีอายุระหว่าง 51-60 ปี จำนวน 103 คนมีสถานภาพสมรถมากที่สุดจำนวน 236 คน มีการศึกษาระดับต่ำกว่าประถมศึกษามากที่สุด จำนวน 183 คน ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ระดับความคาดหวังในการการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงพบในภาพรวมพบว่า อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.65, SD = 0.68) ด้านความรู้เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมีระดับการตอบใช่มากที่สุด ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเป็นแนวทางการดำเนินชีวิตที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของทางสายกลางโดยคำนึงถึงความพอประมาณ ความมีเหตุผลการสร้างภูมิคุ้มกันในตัวและเงื่อนไขความรู้และคุณธรรมคิดเป็นร้อยละ 98.8

ส่วนข้อคำถามที่ตอบไม่ใช่มากที่สุด คือ ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงสอนให้พึ่งพาตนเอง โดยไม่สนใจพึ่งใครเลยคิดเป็นร้อยละ 66.3 ด้านแนวทางการส่งเสริมการประยุกต์ใช้ตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมีระดับการตอบเห็นด้วยมากที่สุด คือมีการจัดอบรมให้ความรู้และแนวทางการทำเกษตรตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงคิดเป็นร้อยละ 90.0 ส่วนข้อคำถามที่ตอบไม่เห็นด้วยมากที่สุด คือ หน่วยงานภาครัฐให้การสนับสนุนช่วยเหลือในการให้ความรู้เกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงคิดเป็นร้อยละ 16.3

ผลการทดสอบสมมติฐานความสำคัญในการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงพบว่า เกษตรกรที่มีสถานภาพที่ต่างกันจะมีทัศนะคติทางความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงที่แตกต่างกันและอายุที่ต่างกันจะมีทัศนะคติทางความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงที่แตกต่างกัน และระดับการศึกษาที่ต่างกันจะมีทัศนะคติทางความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเศรษฐกิจพอเพียงการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงที่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเกษตรกรในหมู่ที่ 6บ้านชาติตระการ ตำบลชาติตระการ อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก เพียงเท่านั้น ควรมีการศึกษาความพึงพอใจและความคาดหวัง ในกลุ่มของบุคลากรในหน่วยงานอื่น เพื่อที่จะได้ทราบถึงข้อมูลความพึงพอใจและความคาดหวังเพิ่มมากขึ้น
2. การทำวิจัยในครั้งต่อไป ควรจะเพิ่มคำถามปลายเปิด เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างได้แสดงความเห็น เกี่ยวกับความพึงพอใจและความคาดหวัง เพื่อที่จะนำมาข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไข
3. การทำวิจัยครั้งต่อไปควรจะมีการไปสัมภาษณ์แบบเจาะลึก เพื่อที่จะได้ขยายผลในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ดีกว่านี้

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง “การศึกษาความรู้ความเข้าใจและแนวทางการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจพอเพียงของเกษตรกรในหมู่ที่ 6 บ้านชาติตระการ ตำบลชาติตระการ อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก” สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออนุเคราะห์ข้อมูลจากเกษตรกรในหมู่ที่ 6 บ้านชาติตระการ ตำบลชาติตระการ อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานการศึกษาครั้งนี้จะมีประโยชน์ต่อนักศึกษาและผู้ที่สนใจโดยทั่วไป โดยนำงานที่ศึกษานี้ไปพิจารณาเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขการบริหารงานภายในหน่วยงานในอนาคต คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่ได้กล่าวนามและไม่ได้กล่าวนามมา ณ โอกาสนี้

8. บรรณานุกรม

[1] กัลยา วานิชย์บัญชา. (2557). หลักสถิติ. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

[2] กฤษณา สานเมทา,อดิเรก ฟั่นเขียว,2558,“แนวทางพัฒนาการส่งเสริมการดำเนินชีวิตตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของประชาชนในอำเภอคลองลานจังหวัดกำแพงเพชร”,http://gs.nsru.ac.th/files/2/2%.pdf [8 มิถุนายน 2560]

[3] แคทลียา บาลไธสง,ดร.นีออน พิณประดิษฐ์,2554, “ความเข้าใจ การเข้าถึงปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และนโยบายประชานิยมของผู้นำ ชุมชน และผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบูรณาการปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง”,วารสารวิจัย มข. (บศ.) 11 (1) มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[4] ฐิติมา ปาลคะเชนทร์,2556, “ปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความรู้ความเข้าใจในการดำเนินชีวิตตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของประชาชนในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลพนม อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี ”, https://www.tci-thaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/viewFile/28405/24429 [8 มิถุนายน 2560]

[5] ทิวเมฆ นาวาบุญนิยม,2554, “การประยุกต์ใช้ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของชุมชนปฐมอโศก จังหวัดนครปฐม” ,วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

[6] นางกชกร ชำนาญกิตติชัย, 2554, “การนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต”, (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

[7] นางสาวบุษยา มั่นฤกษ์,2556,“การนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการของผู้บริหารองค์การบริหารส่วนตำบลจังหวัดนครปฐม”http://libdcms.nida.ac.th/thesis6/2556/b180433.pdf [8 มิถุนายน 2560]

[8] บุษกร คำโฮม,ศุภกัญญา จันทรุกขา, 2558, “แบบจำลองการประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ของนักศึกษาคณะบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี”, วารสารปัญญาภิวัฒน์ (ปีที่ 7) 86-98 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

[9] เพ็ญนภา ธีรทองดี, 2552, “การนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงไปใช้ในการบริหารจัดการของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาราชบุรี เขต 2”, (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชนครปฐม

[10] พิพัฒน์ แก้วใส, 2552, “การนำแนวคิดปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงไปใช้ในโรงเรียนประถมศึกษา” สำนักงานเขตลาดกระบัง สังกัดกรุงเทพมหานคร (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

[11] มนตรี สังข์ทอง. (2557). หลักสถิติ. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

[12] เสาวนารถ เล็กเลอสินธุ์, 2557, “ความรู้ความเข้าใจและการประยุกต์ใช้หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการพัฒนาเศรษฐกิจชุมชน ตำบลบางใหญ่ อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี”, วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี ปีที่ 11 (ฉบับที่ 25) 89-90

[13] สุเมธ ตันติเวชกุล, 2552, “การดำเนินชีวิตในระบบเศรษฐกิจแบบพอเพียงตามแนว พระราชดำริ”,วารสารน้ำ, 20 (2), 249-250.

[14] สุวิมล ติรกานันท์, 2553, สถิตินันพาราเมตริก. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

การเปลี่ยนแปลงของกะทิ และปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากกระบวนผลิตน้ำมันมะพร้าวด้วยกระบวนการหมักแบบธรรมชาติและด้วยกระบวนการหมักร่วมกับการปั่นเหวี่ยง

The Alteration of Coconut Milk and Coconut Oil Content Obtained from a Natural Fermentation Process and a Fermentation with Centrifugal Process

ณิชกานต์ ลาภประสพ และนัยวิท เฉลิมนนท์*

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พระนครศรีอยุธยา

บทคัดย่อ

การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกะทิที่คั้นแบบไม่เติมน้ำระหว่างกระบวนการหมักแบบธรรมชาติ และปริมาณน้ำมันมะพร้าว ที่ได้จากกระบวนการหมักแบบธรรมชาติและกระบวนการหมักแบบธรรมชาติร่วมกับการปั่นเหวี่ยง ในระหว่างกระบวนการหมักชั้นครีมจะลอยตัวอยู่ชั้นบนสุดในช่วงแรกของการหมัก ในวันที่สามของการหมักจะเกิดชั้นน้ำมันที่ด้านบนของกะทิ โดยมีชั้นครีมและเซรัมอยู่ด้านล่าง ด้วยกระบวนการหมักแบบธรรมชาติ ปริมาณน้ำมันที่ได้จะมีการเพิ่มปริมาณมากขึ้นเมื่อระยะเวลาในการหมักนานขึ้นตามลำดับ ในขณะที่การใช้การปั่นเหวี่ยงร่วมกับกระบวนการหมักสามารถลดระยะเวลาในการผลิตน้ำมันมะพร้าวให้สั้นลงได้ โดยได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่ได้มีปริมาณมากขึ้นประมาณสองเท่า เทียบกับวิธีการหมักแบบธรรมชาติแต่เพียงอย่างเดียว

คำสำคัญ : น้ำมันมะพร้าว, กะทิ, การหมัก, การปั่นเหวี่ยง

Abstract

This study was aimed to investigate the change in coconut milk extracted from grated coconut meat without water added and to assess the amount of coconut oil obtained from the fermentation process and the combination mean consisting of fermentation and centrifugation. At the beginning of the fermentation process, coconut milk separated into two distinct phases, i.e. cream and serum phase. The cream layer was at the top on the first day of the production, but on the third day of the fermentation, the oil layer rose at the top of the fermented coconut milk. The amount of oil obtained from the fermentative method was obviously been seen on the third day of the fermentation and the oil content increased as the fermentation time increased. The addition of the centrifugation step to the fermentation method could increase the amount of oil separated from coconut milk by three times compared with the using of the fermentation process alone.

Key words: Coconut oil, Coconut milk, fermentation, centrifugation

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน naiyawit.c@rmutsb.ac.th โทร. 0 3570 9096

1. บทนำ

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (Virgin coconut Oil) เป็นน้ำมันที่สามารถสกัดได้จากเนื้อมะพร้าวที่แก่จัดของผลมะพร้าว (*Cocos nucifera* L.) โดยใช้การสกัดแบบแห้ง หรือโดยการสกัดน้ำมันมะพร้าวออกจากเนื้อมะพร้าว โดยใช้ตัวทำละลายในการสกัด และใช้การสกัดแบบเปียก (wet processing) [1] กรรมวิธีแบบเปียก เป็นการสกัดน้ำมันมะพร้าวจากกะทิที่ต้องมีการคั้นจากเนื้อมะพร้าวด้วยวิธีทางกล น้ำมันถูกแยกจากกะทิด้วยวิธีต่างๆ ได้แก่ การสกัดด้วยความเย็น การปั่นเหวี่ยง การให้ความร้อน และ กระบวนการหมัก ไม่ว่าจะผลิตด้วยวิธีการใด องค์ประกอบหลักของกรดไขมันในน้ำมันมะพร้าวที่ได้จะมีคุณภาพใกล้เคียงกัน [2] องค์ประกอบของกรดไขมัน

หลักของน้ำมันมะพร้าวมากกว่าร้อยละ 90 เป็นกรดไขมัน-ชนิดอิ่มตัว กรดไขมันที่มีปริมาณมากในน้ำมันมะพร้าวได้แก่ กรดลอริก (Lauric Acid) (ร้อยละ 48-52) กรดไมริสติก (Myristic acid) (ร้อยละ 16-21) [3] จากการที่กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวของน้ำมันมะพร้าวเป็นกรดไขมันที่มีขนาดโมเลกุลปานกลาง (medium-chain fatty acid) เมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วจะถูกเผาผลาญได้ดี มีการสะสมในเนื้อเยื่อไขมันได้น้อยกว่ากรดไขมันที่มีขนาดโมเลกุลยาว (long-chain fatty acid) [4] ที่อุณหภูมิที่สูงกว่า 26 องศาเซลเซียส น้ำมันมะพร้าวจะมีลักษณะเป็นของเหลว ขณะที่เมื่อมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส น้ำมันมะพร้าวจะเกิดการแข็งตัว มีลักษณะแข็งตัวเป็นครีมขาว

ในการผลิตน้ำมันมะพร้าวจากกะทิ เนื้อมะพร้าวที่แก่จัดจะถูกนำมาคั้นน้ำกะทิ น้ำกะทิที่ได้จะมีการนำมาผลิตน้ำมันมะพร้าวโดย 2 วิธีการได้แก่ วิธีการแรก เป็นการผลิตน้ำมันมะพร้าวโดยใช้การให้ความร้อนแก่น้ำกะทิ วิธีนี้ กะทิจะถูกนำมาให้ความร้อนจนได้เป็นน้ำมันใสและกาก น้ำมันจะถูกแยกจากกากโดยการกรอง น้ำมันที่ผลิตได้โดยวิธีนี้จะเกินการเหม็นหืนเร็ว เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบในน้ำมันจากผลของความร้อน วิธีการที่สอง เป็นวิธีการสกัดน้ำมันมะพร้าวที่ใช้การสกัดที่อุณหภูมิต่ำกว่าวิธีแรก หรือเป็นการสกัดโดยวิธีการสกัดเย็น การสกัดแบบนี้ กะทิจะถูกผสมกับน้ำต้มสุก แล้วทำการหมักโดยการทิ้งไว้ในภาชนะเป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง หลังการหมัก ของเหลวจะเกิดการแยกตัวเป็นสามชั้น ชั้นบนสุด เป็นส่วนของ ครีม ที่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ มีสีขาว ชั้นกลางเป็นส่วนของน้ำมันมะพร้าว (มีประมาณร้อยละ 15 จากปริมาตรของกะทิเริ่มต้น) ส่วนชั้นล่างเป็นชั้นของน้ำมีกลิ่นหอมอ่อนๆ มีรสชาติเหมือนมะพร้าวอ่อน น้ำมันมะพร้าวที่ได้สามารถเก็บไว้ได้นานโดยไม่ต้องใส่ตู้เย็น

การผลิตน้ำมันมะพร้าวโดยวิธีการหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่มีการนำมาใช้ในการแยกน้ำมันมะพร้าวจากกะทิ ด้วยวิธีการนี้กะทิจะถูกหมักกะทิที่อุณหภูมิประมาณ 35 องศาเซลเซียส นานประมาณ 48 ชั่วโมง ระหว่างกระบวนการหมักอิมัลชั่นของกะทิที่เป็นชนิดน้ำในน้ำมัน (oil-in-water emulsion) จะถูกทำให้เสียสภาพ และปลดปล่อยน้ำมันออกมา หลังจากกระบวนการหมักโดยธรรมชาติผ่านไปนานประมาณ 48 ชั่วโมง ปริมาณน้ำมันที่สามารถสกัดได้จะมีปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 20 (คมสัน, 2553) จนถึงในช่วงประมาณร้อยละ 30-40 [1] ถึงแม้ว่าน้ำมันมะพร้าวที่สกัดด้วยวิธีนี้มักต้องถูกนำมาให้ความร้อนต่ำๆ เพื่อลดปริมาณความชื้นลง แต่น้ำมันมะพร้าวที่ได้จากการหมักนี้จัดเป็นน้ำมันมะพร้าวที่มีคุณภาพที่ดี มีกลิ่นมะพร้าวอ่อนๆ และมีปริมาณกรดไขมันอิสระต่ำ [1]

น้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ยังสามารถทำการสกัดได้จากน้ำกะทิ โดยใช้การปั่นเหวี่ยงน้ำกะทิด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง [5] [6] [7] หรือการสกัดใช้กระบวนการหมักร่วมกับการปั่นเหวี่ยงจากกะทิ [8] น้ำมันมะพร้าวซึ่งสกัดได้จากกระบวนการหมัก และ/หรือ การปั่นเหวี่ยงจะเรียกว่า น้ำมันมะพร้าวสกัดเย็น (Cold-extraction virgin coconut oil) ซึ่งน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากกระบวนการสกัดที่ใช้ความร้อนต่ำในการสกัดนี้มีคุณภาพดี มีความใส และกลิ่นใกล้เคียงกับธรรมชาติมาก จากการศึกษาการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์โดยการสกัดแบบไม่ใช้ความร้อน โดยทำการปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ [5] ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณร้อยละของน้ำมันมะพร้าวสูงสุดได้จากกระบวนการแช่แข็งน้ำกะทิที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส นานประมาณ 2 ชั่วโมง ก่อนทำการปั่นเหวี่ยงที่ระดับความเร็วรอบ 7,000 รอบต่อนาที ด้วยอุณหภูมิที่คงที่ที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส ในการศึกษาผลของการปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบระหว่าง 6,000 และ 12,000 รอบต่อนาที และ ระยะเวลาระหว่าง 30 ถึง 105 นาที พบว่าการผลิตน้ำมันพร้าวบริสุทธิ์โดยการปั่นเหวี่ยง เป็นวิธีการผลิตที่สามารถผลิตน้ำมันมะพร้าวในระยะเวลาที่สั้นกว่าการสกัดโดยวิธีการหมัก และ การบีบอัดแบบไม่ใช้ความร้อน (cold pressing) โดยหลังการปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ระดับความเร็วรอบ 12,000 รอบต่อนาที ระยะเวลา 105 นาที [7] ในการสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์โดยกระบวนการผสมระหว่างการใช้เอนไซม์และการปั่นเหวี่ยง ผลการศึกษาพบว่าการใช้เอนไซม์ร่วมกับการปั่นเหวี่ยงสามารถทำการผลิตน้ำมันมะพร้าวได้ปริมาณสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้การปั่นเหวี่ยงแต่เพียงอย่างเดียว [8] จากผลการศึกษาผ่านมาพบว่า มีผู้ทำการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการสกัดน้ำมันมะพร้าวด้วยการนำน้ำกะทิมาหมักมาหลายกลุ่มแล้ว [5] [6] [7] [8] [9] [10] แต่ไม่มีผู้ทำการศึกษากลุ่มใดแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของกะทิ ทางด้านกายภาพและทางเคมี และการเพิ่มปริมาณของน้ำมันมะพร้าวที่สามารถสกัดได้ที่ช่วงระยะเวลาต่างๆ ระหว่างกระบวนการหมักน้ำกะทิด้วยจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ ตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการจนได้น้ำมันมะพร้าวออกมา การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกะทิและน้ำมันมะพร้าวที่

ผลิตได้จากกระบวน การหมักโดยวิธีการหมักโดยธรรมชาติด้วยใช้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติ และศึกษาผลของการใช้การปั่นเหวี่ยงร่วมกับการใช้วิธีการหมักในการแยกน้ำมันมะพร้าวจากกะทิ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุดิบ

มะพร้าวขูด ซึ่งเป็นมะพร้าวขูดฝอยด้วยเครื่องขูดมะพร้าว โดยซื้อมาจากตลาด ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา หรือ พื้นที่ใกล้เคียง

2. วิธีการศึกษา

1 การคั้นกะทิ กระบวนการคั้นกะทิโดยใช้การคั้นแบบไม่เติมน้ำ เริ่มจากการนำมะพร้าวขูดมาคั้นกะทิด้วยเครื่องคั้นกะทิแบบไฮดรอลิก เก็บกะทิในภาชนะปิดสนิทในตู้เย็นเพื่อรอการศึกษาต่อไป

2 การหมักน้ำกะทิ ทำโดยเติมน้ำกะทิ จำนวน 250 มล ในขวดแก้วขนาดบรรจุ 400 มล ปิดฝาขวดให้สนิทเพื่อให้เกิดการหมักด้วยจุลินทรีย์ที่มีตามธรรมชาติในวันเดียวกับที่คั้น ที่อุณหภูมิห้อง ทำการตรวจวัดสมบัติของส่วนต่างๆ ของกะทิในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนด โดยใช้ตัวอย่างกะทิที่ถูกหมักจำนวน 4 ขวด ในการทดสอบแต่ละช่วงเวลาที่กำหนด

3 การหมักร่วมกับการปั่นเหวี่ยงน้ำกะทิ ทำโดยทำการหมักกะทิด้วยจุลินทรีย์ที่มีตามธรรมชาติในวันเดียวกับที่คั้นที่อุณหภูมิห้องนาน 48 ชั่วโมง จากนั้นนำกะทิมาปรับอุณหภูมิเป็น 26 องศาเซลเซียส ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่มีอุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซล ก่อนทำการปั่นเหวี่ยงกะทิที่ความเร็วรอบ 9,000 รอบต่อนาที นาน 105 นาที

4. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และทางเคมีของน้ำกะทิในระหว่างการหมัก โดยวัดค่าพีเอช ปริมาณกรด และปริมาณน้ำมันที่แยกได้ เพื่อรายงานผล ที่ระยะเวลาวันที่ 3, 5, 7, 9, 11 และ 13 ตามลำดับ ในการทดลองน้ำกะทิถูกทำการหมัก และการหมักร่วมกับการปั่นเหวี่ยง อย่างน้อยจำนวน 2 ครั้ง ค่าต่างๆ ที่ได้จากการศึกษา ถูกนำมาคำนวณทางสถิติ และรายงานผลในรูปของค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยที่ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแปรปรวน ในกรณีที่เกิดความแตกต่างของค่าเฉลี่ย จะมีการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Fisher’s Least Significant Difference (LSD) การวิเคราะห์ค่าทางสถิติทั้งหมดถูกกระทำที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ผลการเปลี่ยนแปลงของกะทิและปริมาณน้ำมันมะพร้าวระหว่างกระบวนการหมักโดยวิธีทางธรรมชาติ

กะทิที่ถูกบรรจุในขวดมีการแยกตัวเป็นสองชั้นของชั้นครีมและชั้นน้ำ (เซรัม) อย่างชัดเจน โดยใช้เวลาไม่นานนักหลังจากบรรจุลงในขวด หลังจากการหมักผ่านไป 2 วัน จะเริ่มสังเกตเห็นมีการแยกชั้นของน้ำมันมะพร้าวจากกะทิ แต่ยังมีปริมาณไม่มากนัก การแยกตัวของน้ำมันเริ่มเห็นอย่างชัดเจน และลอยขึ้นด้านบนของชั้นเซรัมเห็นเป็นชั้นของน้ำมันอย่างชัดเจน เริ่มตั้งแต่ช่วงวันที่ 3 ของการหมัก

กะทิ (คันไม่ใส่น้ำ) วันแรก

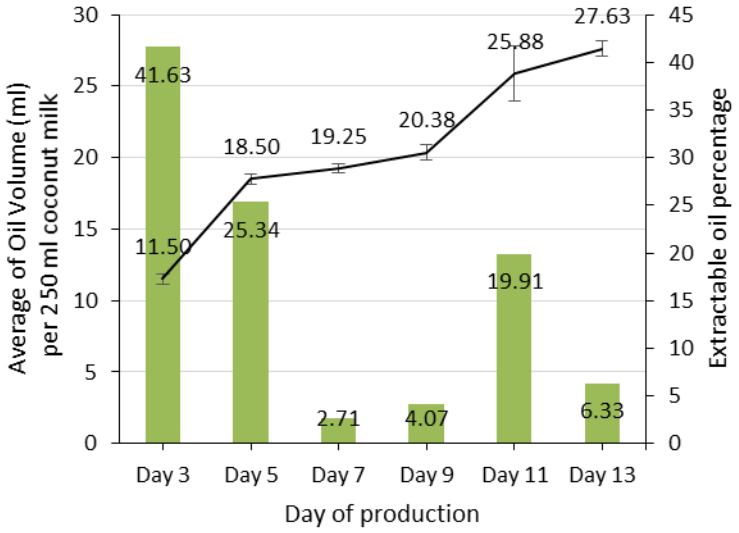
กะทิหลังจากหมักนาน 1 วัน

กะทิหลังจากการหมักนาน 3 วัน
จะเห็นน้ำมันแยกชั้นชัดเจนขึ้น

กะทิหลังจากการหมักนาน 10-13 วัน
น้ำมันมะพร้าว (ชั้นบนสุด)

ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของกะทิ และการแยกชั้นของน้ำมันมะพร้าวที่ช่วงระยะเวลาต่างๆ กัน ในกระบวนการหมักแบบธรรมชาติ

ถึงแม้ว่าน้ำมันมะพร้าวจะแยกตัวจากกะทิตั้งแต่วันที่ 2 ของการหมัก แต่เนื่องจากยังมีปริมาณไม่มากนัก ปริมาณของน้ำมันมะพร้าวจึงเริ่มมีการบันทึกเมื่อกระบวนการหมักดำเนินไปถึงวันที่ 3 หรือทำการวัดปริมาณน้ำมันเมื่อเห็นมีการแยกตัวออกมาจากกะทิอย่างชัดเจน คือในวันที่ 3, 5, 7, 9, 11 และ 13 ตามลำดับ (ภาพที่ 1) จากภาพที่ 1 พบว่าปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่สามารถทำการสกัดจากกะทิ 250 มล ในวันที่ 3 ปรมาณน้ำมันที่สามารถแยกได้จากกะทิมีปริมาณ 11.50 มล หรือ คิดเป็นร้อยละ 42 ของปริมาณน้ำมันที่สามารถทำการสกัดได้ทั้งหมด (27.63 มล) ในช่วงวันที่ 5 ปริมาณน้ำมันที่สามารถสกัดได้เท่ากับ 18.50 มล ซึ่งมีอัตราการเพิ่มขึ้นจากวันที่ 3 อีกประมาณร้อยละ 25 ปริมาณน้ำมันสามารถสกัดเพิ่มขึ้นอีกในปริมาณเพียงเล็กน้อยเป็น 19.25 และ 20.38 มล ตามลำดับ (ร้อยละ 3 และ 4 ตามลำดับ) ที่ระยะเวลาการหมักของกะทิในวันที่ 7 และ 9 วัน แต่ในช่วงการหมักในวันที่ 11 เป็นช่วงเวลาที่มีร้อยละการเพิ่มของปริมาณน้ำมันในปริมาณที่สูงมากขึ้นกว่าช่วงวันที่ 9 เป็นอย่างมาก โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 20 เป็น 25.88 มล และ เมื่อเวลาการหมักผ่านไปครบ 13 วัน ปริมาณน้ำมันมีการสกัดได้เพิ่มขึ้นอีกเพียงเล็กน้อย เป็นปริมาณน้ำมันเท่ากับ 27.63 มล (ร้อยละ 6.33)



ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำมันมะพร้าวและร้อยละการเพิ่มของปริมาณน้ำมันที่ช่วงวันต่างๆ ในกระบวนการหมักแบบธรรมชาติ

จะเห็นได้ว่าการสกัดน้ำมันมะพร้าวจากกะทิที่คั้นโดยไม่เติมน้ำ ต้องใช้เวลาถึง 13 วัน ในการสกัดน้ำมันมะพร้าวให้ได้ประมาณร้อยละ 28 ของปริมาณน้ำมันทั้งหมดที่มีในกะทิ (ร้อยละ 40) [5] ทั้งนี้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวในปริมาณที่ใกล้เคียงกันสามารถทำการสกัดได้จากกะทิที่ได้จากการคั้นโดยวิธีการเติมน้ำในปริมาณเท่ากับเนื้อมะพร้าวขูด โดยกะทิที่คั้นโดยการเติมน้ำดังกล่าวจะให้ปริมาณน้ำมันร้อยละ 25 หลังจากทำการหมักนานประมาณ 48 ชั่วโมงเท่านั้น [11] ในการศึกษาครั้งนี้ปริมาณของน้ำมันมะพร้าวที่แยกตัวจากกะทิมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยน้ำมันสามารถทำการสังเกตุได้ชัดเจนเมื่อเวลาในการหมักผ่านไปนานกว่า 3 วันขึ้นไป โดยปริมาณน้ำมันสูงสุดสามารถวัดได้ที่ระยะเวลาการหมักนาน 13 วัน เมื่อนำตัวอย่างของชั้นครีม และ เซรัม มาทำการวัดค่าพีเอช ค่าความเป็นกรดที่ระยะเวลา 3 วัน, 5 วัน, 7 วัน, 9 วัน, 11 วัน และ 13 วัน ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าพีเอชและค่าความเป็นกรดของส่วนครีมและเซรัมของกะทิระหว่างกระบวนการหมัก

วันที่หมัก	พีเอช	ปริมาณกรด (ร้อยละ)
3	4.53±0.01	2.50±0.05
5	4.55±0.01	2.44±0.10
7	4.54±0.01	2.31±0.10
9	4.55±0.01	2.40±0.13
11	4.53±0.02	2.52±0.04
13	4.54±0.02	2.43±0.10
P=0.05	ns	ns

หมายเหตุ: ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 (P>0.05)

จากตารางที่ 1 พบว่าค่าพีเอช ค่าร้อยละของกรดของส่วนของครีมและเซรัมที่แยกตัวในระหว่างกระบวนการหมักตามระยะเวลาต่างๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P>0.05) ซึ่งแสดงได้ว่าในระหว่างกระบวนการหมักไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไฮโดรเจนทั้งรูปแบบของไฮโดรเจนอิสระ และไฮโดนเจนที่ยึดติด ในตัวของกะทิ

การเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากกระบวนการหมักโดยวิธีทางธรรมชาติ และกระบวนการหมักตามธรรมชาติร่วมกับการปั่นเหวี่ยง

การเปรียบเทียบทำโดยการเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่สามารถทำการแยกจากกะทิที่คั้นด้วยกระบวนการที่ต่างกันสองวิธีได้แก่ กระบวนการหมักโดยวิธีทางธรรมชาติ และกระบวนการหมักตามธรรมชาติร่วมกับการปั่นเหวี่ยง ปริมาณน้ำมันที่วัดได้จากแต่ละวิธีแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่แยกได้จากกะทิด้วยวิธีการต่างๆ

ประเภทการสกัด	จำนวนชั่วโมงที่ทำการวัดการแยกตัวของน้ำมัน	ปริมาณน้ำมันที่วัดได้ต่อกะทิ 250 มล (มล)	ร้อยละของน้ำมันเทียบกับปริมาณน้ำมันทั้งหมด
การหมักแบบธรรมชาติ	72	11.50±0.35	12.0
การหมักแบบธรรมชาติร่วมกับการปั่นเหวี่ยง	24	37.97±0.66	38.0

จากกระบวนการหมักตามธรรมชาติของกะทิที่คั้นโดยไม่มีการเติมน้ำ น้ำมันมะพร้าวเริ่มมีการแยกตัวจากกะทิ เมื่อเวลาในการหมักผ่านไป 48 ชั่วโมง การแยกชั้นของน้ำมันจากกะทิเกิดอย่างชัดเจนเมื่อเวลาในการหมักผ่านไป 72 ชั่วโมงไปแล้ว โดยชั้นน้ำมันจะลอยตัวอยู่ด้านบนสุด ในช่วงเวลานี้กะทิที่ผ่านกระบวนการหมักนาน 72 ชั่วโมงนี้ ปริมาณน้ำมันที่วัดได้มีปริมาณประมาณ 11.50±0.35 มล เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากกะทิที่ทำการหมักด้วยวิธีทางธรรมชาตินาน 24 ชั่วโมง แล้วทำการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 9,000 รอบต่อนาที นาน 105 นาที พบว่ากระบวนการหมักร่วมกับการปั่นเหวี่ยงสามารถให้ผลผลิตปริมาณน้ำมันที่มากกว่าการผลิตด้วยกระบวนการหมักแต่เพียงอย่างเดียวถึงสองเท่า (ตารางที่ 2) คือ สามารถทำการสกัดได้เพิ่มจาก 11.50±0.35 มล เป็น 37.97±0.66 มล ต่อกะทิที่ใช้ 250 มล

4. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกะทิที่คั้นจากมะพร้าวขูดแบบไม่เติมน้ำและแบบไม่เติมน้ำระหว่างกระบวนการหมักโดยใช้เชื้อจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ พบว่าในช่วงแรกกะทิจะมีการแยกชั้นโดยยังไม่มีการแยกของชั้นน้ำมัน ชั้นของน้ำมันจะแยกตัวเห็นเป็นชั้นของน้ำมันอยู่บนชั้นของเซรัม เมื่อการหมักผ่านไปนานมากกว่าสองวัน โดยชั้นน้ำมันสามารถทำการแยกออกจากกะทิได้ดีในวันที่สามของการหมัก ปริมาณน้ำมันมะพร้าวจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนได้ปริมาณน้ำมันมะพร้าวมากที่สุดในวันที่ 13 โดยปริมาณน้ำมันมะพร้าวที่สามารถทำการสกัดได้หลังจากการหมักนาน 13 วัน มีปริมาณเท่ากับร้อยละ 28 ของปริมาณน้ำมันที่สามารถทำการสกัดได้ทั้งหมดจากกะทิ การใช้การปั่นเหวี่ยงร่วมกับการหมักซึ่งใช้ระยะเวลาเพียงสองวัน สามารถทำการผลิตน้ำมันมะพร้าวได้ถึงร้อยละ 38 ซึ่งมากกว่าปริมาณน้ำมันที่ได้จากการใช้วิธีการหมักเพียงอย่างเดียวที่ระยะเวลาการหมัก 3 วัน และ 13 วัน ที่ได้เพียงร้อยละ 12 และ 28 ตามลำดับ

5. เอกสารอ้างอิง

[1] Aziz, A. A., R. Aziz, M. R. Sarmidi, C. L. Suan, N. A. S. Annuar, N. M. Noor, and N. A. Nor. 2012. Fermented Coconut Milk and Coconut Oil. Pages 665-676 in Handbook of Plant-Based Fermented Food and Beverage Technology, Second Edition. CRC Press.

[2] Asian and Pacific Community. 2009. APCC quality standard: virgin coconut oil.

[3] Bawalan, D. D. and K. R. Chapman. 2006. Virgin coconut oil production manual for micro- and village-scale processing. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. Thammada Press Co. Ltd. Bangkok, Thailand.

[4] ณรงค์ โฉมเฉลา. 2550. มหัศจรรย์น้ำมันมะพร้าว. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 1/2550, ชมรมอนุรักษ์และพัฒนาน้ำมันมะพร้าวแห่งประเทศไทย 28 น.

[5] Kaewchuen, M., V. Punsuvon, and V. Leelawatcharamas. 2012. Virgin cold-pressed coconut oil separation from coconut milk using refrigerated centrifuge. Pages 2347-2353 in การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9, 6-7 ธันวาคม 2555.

[6] Marina, A., Y. Che Man, and I. Amin. 2009. Virgin coconut oil: emerging functional food oil. Trends in Food Science & Technology 20(10):481-487.

[7] Nour, A. H., F. S. Mohammed, R. M. Yunus, and A. Annan. 2009. Demulsification of virgin coconut oil by centrifugation method: A feasibility study. Pages 1-6 in International Journal of chemistry Technology. Knowledgia Review, Malaysia.

[8] Raghavendra, S. N. and K. S. M. S. Raghavarao. 2010. Effect of different treatments for the destabilization of coconut milk emulsion. Journal of Food Engineering 97(3):341-347.

[9] Che Man, Y. B., M. I. B. Abdul Karim, and C. T. Teng. 1997. Extraction of coconut oil with Lactobacillus plantarum 1041 IAM. Journal of the American Oil Chemists' Society 74(9):1115-1119.

[10] Che Man, Y. B., Suhardiyono, A. B. Asbi, M. N. Azudin, and L. S. Wei. 1996. Aqueous enzymatic extraction of coconut oil. Journal of the American Oil Chemists' Society 73(6):683-686.

[11] คมสัน หุตะแพทย์. 2553. มหัศจรรย์น้ำมันพืชบีบเย็น. พิมพ์ครั้งที่ 2. หจก.รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์.

การเปรียบเทียบระหว่างเมล็ดเทียนดำกับเนื้อมะขามในอาหารไก่ไข่ต่อการผลิตไข่และไขมันไข่แดง

Comparison of Black cumin seed (*Nigella sativa*) versus Tamarind pulp (*Tamarindus indica linn.*) on egg production and yolk lipids

ศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาส[1*] วรรณรีย์ วงศ์ไตรรัตน์[2] เฉลิมพล เยื้องกลาง ไกรสิทธิ วสุเพ็ญ เสมอใจ บุรีนอก และเบญญา แสนมหายักษ์

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตรและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

[2] สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็คทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

บทคัดย่อ

เมล็ดเทียนดำและมะขามมีสารออกฤทธิ์ที่มีผลทำให้การสะสมไขมันลดลงแต่กระบวนการทางชีวเคมีมีความแตกต่างกัน การวิจัยครั้งนี้ศึกษาการเสริมเมล็ดเทียนดำ เนื้อมะขามในอาหารไก่ไข่ ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ คุณภาพไข่ไก่ ความเข้มข้นของคอเลสเตอรอลและไตรกรีเซอไรด์ในไข่ ไก่โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) ใช้ไก่ไข่อายุ 18 สัปดาห์ จำนวน 45 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม(ซ้ำละ 15 ตัว) ดังนี้ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม(ไม่มีการเสริม), กลุ่มที่ 2 เสริมเมล็ดเทียนดำร้อยละ 1 และ กลุ่มที่ 3 เสริมเนื้อมะขามร้อยละ 4 ผลการทดลองตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า การเสริมเมล็ดเทียนดำและเนื้อมะขาม ไม่มีผลต่อน้ำหนักไข่ ผลผลิตไข่และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ ($P>0.05$) แต่มีผลต่อปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวันของไก่ไข่ โดยกลุ่มที่ได้รับเนื้อมะขาม มีค่าปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวันสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับเมล็ดเทียนดำ (106.23, 104.39 และ 103.79 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ) ($P<0.05$) ส่วนคุณภาพของไข่ไก่ ได้แก่ ค่าฮอกยูนิต สีไข่แดง ดัชนีไข่ขาว ดัชนีไข่แดงและความหนาเปลือกไข่ พบว่า ไก่ไข่ที่ได้รับการเสริมเมล็ดเทียนดำ และเนื้อมะขาม ไม่มีผลต่อคุณภาพของไข่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนปริมาณคอเลสเตอรอลและไตรกรีเซอไรด์ในไข่แดง ของกลุ่มที่ได้รับการเสริมเมล็ดเทียนดำ และ เนื้อมะขาม มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (16.86, 17.03 และ 21.67; 11.03, 12.66 และ 14.33 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ) ($P<0.01$) สามารถสรุปได้ว่าการเสริมเทียนดำกับเนื้อมะขามไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตไข่ นอกจากนี้ยังช่วยให้การสะสมไขมันในไข่ลดลง

คำสำคัญ : เทียนดำ, มะขาม, ผลผลิตไข่, ไขมันในไข่แดง, ไก่ไข่

Abstract

Black cumin seed and Tamarind pulp have active ingredients to reduce fat deposition but difference mechanism. This study was carried out to investigate supplementation of black cumin seed and tamarind pulp on egg production performance, egg quality, egg cholesterol and triglyceride concentration in laying hens. A total 45, 18 week old, Esa brown laying hens were fed diets supplemented with black cumin seed (BS) and tamarind pulp (TP) at 0, 1 and 4 %, respectively (15 replications each). The experimental design was subjected to completely randomized design (CRD). 16 week of experimental period showed that supplementation of BS and TP were no effected on egg weight, egg production, and feed per egg weight ratio ($P>0.05$). However, average daily feed intake in TP group was highest when compared with other group (106.23, 104.39 and 103.79 g/b/d, respectively) ($P<0.05$). Egg qualities (haugh units, egg yolk color, yolk index, albumen index and shell thickness) were no statistically significant ($P>0.05$). Egg yolk cholesterol and triglycerides concentration in BS and TP treatments were decreased statistically significant when compared with control group (16.86, 17.03 and 21.67;

11.03, 12.66 and 14.33 mg/g, respectively) (P<0.01). This study could be concluded that supplementation of black cumin seed and Tamarind pulp in diets no negative effect on egg production moreover lipids deposition in yolk also reduced.

Keywords : Black cumin seed, Tamarind pulp, Egg production, Yolk lipids, Laying hens

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน sasiphan_w@yahoo.com โทร. 099-4718666

1.บทนำ

ไข่เป็นผลผลิตอีกชนิดหนึ่งที่ได้จากสัตว์ปีกพวกไก่และเป็ด ซึ่งมีความสำคัญในแง่ที่ ใช้เป็นอาหารของมนุษย์ มนุษย์รู้จักการบริโภคไข่มาหลายพันปีแล้ว ปัจจุบันก็ยังคงบริโภคไข่กันอย่างแพร่หลายทั้งการบริโภคแบบไข่สดและไข่แปรรูป ซึ่งใช้ไข่ปรุงอาหารต่าง ๆได้หลากหลายเมนู ทั้งคาวและหวาน อาหารพวกของหวาน เช่น ขนมเค้ก ทองหยิบ ทองหยอด ฝอยทอง เม็ดขนุน ขนมหม้อแกง สังขยา ฯลฯ ส่วนของคาวก็ใช้ในการทอด ผัด อบ นึ่งและต้ม เช่น ไข่ต้ม ไข่ตุ๋น ไข่พะโล้ สลัดไข่ ยำไข่ ไข่ดาว ไข่เจียว เป็นต้น นับว่าเป็นอาหารที่ราคาถูก และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีสารอาหารหลายชนิด คือ ไข่ขาวมีโปรตีนสูง มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย ส่วนไข่แดงมีสารอาหารหลายชนิด ทั้งโปรตีน ไขมัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไขมันไม่อิ่มตัว จึงช่วยลดอัตราเสี่ยงการเกิดโรคหัวใจขาดเลือด ไข่มีวิตามินแทบทุกชนิด ยกเว้น วิตามินซี นอกจากนี้ยังมีแร่ธาตุสูง เช่น กรดโฟลิก ธาตุเหล็กที่ป้องกันโลหิตจาง และมีคุณค่าเทียบเท่าธาตุเหล็กในเนื้อสัตว์แต่เคี้ยวและย่อยง่ายกว่า นอกจากนี้ ยังมีโคลีนซึ่งช่วยเสริมสร้างความจำ ช่วยให้เด็กมีพัฒนาการที่ดี (ปราณี, 2553) แต่อย่างไรก็ตาม ไข่ก็ยังมีข้อบกพร่อง ซึ่งไข่ถูกมองว่าเป็นอาหารที่มีคอเลสเตอรอลค่อนข้างสูงมาก โดยเฉพาะในไข่แดง คือไข่ไก่ 1 ฟอง มีคอเลสเตอรอล เฉลี่ยประมาณ 180-250 มิลลิกรัม (ปราณี, 2553) จนกลายเป็นที่วิตกกังวลของบุคคลทั่วไป โดยเฉพาะกลุ่มของคนที่ห่วงสุขภาพ และในกลุ่มผู้ที่มีภาวะบกพร่องในการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล ซึ่งอาจทำให้เกิดโรคของหลอดเลือด อาทิเช่น การเกิดภาวะไขมันในเลือดสูง (hyperlipidemia) ซึ่งเป็นโรคที่พบบ่อยในคนไทย มีผลต่อความรุนแรงของโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน ผู้ป่วยส่วนใหญ่มีอายุเฉลี่ย 65-75 ปี มีภาวะโรคเบาหวานร่วมด้วยร้อยละ 44.2 ภาวะความดันโลหิตสูงร้อยละ 63.9 ไขมันในเลือดสูงร้อยละ 75.4 (วรวุฒิ, 2550) และไขมันในเลือดที่มีความสำคัญทางการแพทย์แบ่งได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ คอเลสเตอรอล (cholesterol) และ ไตรกลีเซอไรด์ (triglycerides) การขนถ่ายไขมันทั้งสองชนิด จากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง เรียกว่า ไลโปโปรตีน (Lipoprotien) การเกิดภาวะไขมันในเลือดสูงชนิดที่เป็น คอเลสเตอรอลในเลือดสูง มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคหลอดเลือดเลี้ยงหัวใจตีบ หรือกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด ส่วนไตรกลีเซอไรด์ในเลือดสูงอาจมีความสัมพันธ์บ้าง แต่ยังไม่เด่นชัดนัก เมล็ดเทียนดำมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Nigella sativa Linn. มีชื่ออื่นว่า BLACK CARAWAY, BLACK CUMIN, SMALL FENNEL, NIGELLA, FENNEL FLOWER, เทียนแดง, ดอกเทียนดำ, ต้นเทียนดำ, เทียนดำ, ใบเทียนดำ, ผลเทียนดำ, รากเทียนดำ, เทียนดำหลวง, ราดำ อยู่ในวงศ์ Ranunculaceae. และนอกจากนี้เทียนดำยังเป็นชื่อสมุนไพรชนิดหนึ่ง ชาวอียิปต์เรียกว่า "ฮับบะตุลบ้าร่อกะฮ์" หรือ อัลกัมมูนอัลอัสวัด (ยี่หร่าดำ) ชาวยะมันเรียกว่า "เกาฮเฏาะฮ" ชาวอิหร่าน เรียกว่า "ชุวัยนิช" และในเมืองไทยเป็นที่รู้จักกันดีเรียกว่า "เทียนดำ" เทียนดำมีคุณสมบัติหลายอย่างอาทิเช่นรักษาโรคโรมาติซัม (ปวดตามข้อ) โรคกลาก บาดแผล ขี้เรื้อน ความดันโลหิตสูง โรคไขมันในเลือด (คอเลสเตอรอล) เทียนดำนั้น ถูกผสมประสานในการรักษาโรคเป็นอย่างดี โรคจะทุเลาอย่างน่าแปลกใจ และมีแร่ธาตุที่ร่างกายของมนุษย์ต้องการ เช่น ฟอสเฟต ธาตุเหล็ก ฟอสฟอรัส คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และมีสารเบต้าแคโรทีน ทำปฏิกิริยาต่อต้านมะเร็ง ในวงการแพทย์มุสลิมพบว่า เทียนดำนั้นเป็นยาที่มีประโยชน์มาก (นิรนาม, 2550)

มะขามมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tamarindus indica L.* อยู่ในตระกูล LEGUMINOSAE (FABACEAE) CAESALPINIOIDEAE และมีชื่อสามัญว่า Tamarind การทดลองในสัตว์ทดลอง พลว่าสารสกัดเอธานอลจากเนื้อมะขามมีผลลดระดับคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และเพิ่มเอชดีแอล และมีผลลดความเสี่ยงของการเกิดสภาวะหลอดเลือดแข็งตัวได้ (คลังความรู้ ตลาดเกษตร, 2554)

ดังนั้น จึงมีความพยายามของนักวิจัยหลายท่านที่พยายามค้นหาวิธีการลดคอเลสเตอรอลในไข่ โดยการใช้วัตถุดิบต่างๆ อาทิ เช่น กระเทียม เทียนดำ มะขาม ชา เป็นต้น ซึ่งวัตถุดิบดังที่กล่าวมานั้นจะมีผลต่อการยับยั้งการสังเคราะห์คอเลสเตอรอล เพื่อให้ไข่

มีระดับคอเลสเตอรอลที่เหมาะสมต่อการบริโภค ด้วยเหตุนี้จึงมีความสนใจที่จะทำการวิจัย เพื่อศึกษาการใช้สมุนไพร เทียนดำ และมะขามในอาหารไก่ไข่ เพื่อลดระดับความเข้มข้นของคอเลสเตอรลและไตรกลีเซอไรด์ ในไข่ไก่ ซึ่งมีผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค

2.วิธีการดำเนินงานทดลอง

สัตว์ทดลอง

ใช้ไก่ไข่พันธุ์ทางการค้าอีซ่า บราวน์ (Isa brown) ที่อายุ 18 สัปดาห์ โดยแบ่งไก่ออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 15 ตัว น้ำหนักเฉลี่ยต่อกลุ่มใกล้เคียงกัน (1,703.33, 1,713.33, 1,716.67 และ 1,701.33 กรัมต่อตัว ตามลำดับ) ทำการเลี้ยงในกรงขังเดี่ยวขนาด 28x42x40 เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) กรงละ 1 ตัว ชั่งน้ำหนักไก่ก่อนเข้าทดลอง ทำการคัดเลือกไก่ก่อนเข้างานทดลอง โดยคัดเลือกไก่ที่มีอัตราการให้ไข่ใกล้เคียงกัน โดยเลือกไก่ที่ให้อัตราการให้ผลผลิตที่ใกล้เคียงกันใช้เวลา 30 วัน เลี้ยงเพื่อปรับอาหาร 10 วัน และระยะทดลอง 120 วันหรือ 16 สัปดาห์ โดยทำการวัดปริมาณการกินได้แต่ละวัน ก่อนเข้างานทดลองสุ่มเก็บไข่กลุ่มละ 10 ฟอง ช่วงทำการทดลองสุ่มเก็บไข่ กลุ่มละ 5 ฟองต่อเดือน เพื่อนำไปบันทึกข้อมูลคุณภาพของไข่ได้แก่ ความกว้าง ความยาวของไข่ น้ำหนักไข่ทั้งฟอง น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักไข่แดง เส้นผ่านศูนย์กลางไข่แดง สีไข่แดง ความหนาเปลือก และปริมาณความเข้มข้นของคอเลสเตอรอลในไข่แดง เก็บไข่และชั่งน้ำหนักไข่เวลา 17.00 นาฬิกา ตลอดการทดลองไก่ได้รับแสง 16 ชั่วโมง

อาหารทดลอง

การเตรียมวัตถุดิบอาหารทดลองในการทดลองมีวัตถุดิบที่ต้องการทดลอง 2 ชนิดคือ เมล็ดเทียนดำผง และเนื้อมะขามผง

การเตรียมเทียนดำผง

โดยการนำเมล็ดเทียนดำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 วัน เมื่อแห้งสนิททำการบดละเอียด และนำไปเก็บไว้ในที่ไม่มีความชื้น

การเตรียมมะขามผง

โดยการนำผลของมะขามเปรี้ยวที่สุก ซึ่งนำเมล็ดออก คั้นเอาแต่เนื้อมะขาม ใส่ในภาชนะเพื่อนำไปอบ ไม่ควรใส่ในปริมาณที่หนา เพราะจะทำให้มะขามแห้งยาก แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน โดยทุกๆวัน ทำการพลิกกลับ เพื่อช่วยให้มะขามแห้งได้เร็วขึ้น เมื่อแห้งสนิททำการบดละเอียด และนำไปเก็บไว้ในที่ไม่มีความชื้น เมื่อเตรียมวัตถุดิบครบทำการผสม โดยไก่แต่ละกลุ่มได้รับสูตรอาหารต่างกันดังนี้คือ

กลุ่มที่ 1 ไก่ได้รับอาหารพื้นฐาน (ควบคุม)

กลุ่มที่ 2 ไก่ได้อาหารที่มีการเสริมเมล็ดเทียนดำร้อยละ 1

กลุ่มที่ 3 ไก่ได้อาหารที่มีการเสริมเนื้อมะขามร้อยละ 4

ตารางที่ 3-1 ปริมาณของวัตถุดิบอาหารทดลอง (ร้อยละ)

รายการ	ควบคุม	BS	TP
เทียนดำ	-	1.00	-
มะขาม	-	-	4.00
ข้าวโพด	50.00	49.00	46.00
ปลาป่น	10.50	10.50	10.50
ถั่วเหลืองไขมันเต็ม	5.00	5.00	5.00
กากถั่วเหลือง	12.22	12.22	12.22
รำละเอียด	11.72	11.72	11.72
น้ำมันถั่วเหลือง	1.65	1.65	1.65
เกลือ	0.30	0.30	0.30

ไดแคลเซียมฟอสเฟต	1.10	1.10	1.10
เปลือกหอยป่น	6.33	6.33	6.33
ดีแอล เมทไทโอนีน	0.19	0.19	0.19
พรีมิกซ์	1.00	1.00	1.00

BS = เมล็ดเทียนดำ (black cumin seed), TP = เนื้อมะขาม (tamarind pulp)

ตารางที่ 3-2 โภชนะที่ได้จากการวิเคราะห์และคำนวณ

รายการ	ควบคุม	BS	TP
โภชนะที่ได้จากการวิเคราะห์			
สิ่งแห้ง	89.70	91.05	90.24
โปรตีนหยาบ(Nx6.25)	18.70	18.32	18.02
เยื่อใย	3.00	4.15	3.23
ไขมัน	5.12	5.55	5.11
เถ้า	5.12	5.34	5.12
แคลเซียม	3.96	3.43	3.22
ฟอสฟอรัส	0.46	0.45	0.46
พลังงาน ME (Kcal/kg)	2959	3012	2944
เมทไธโอนีน	0.55	0.54	0.54
ซีสตีน	0.22	0.22	0.21
เมทไธโอนีน+ซีสตีน	0.77	0.76	0.75
ไลซีน	0.71	0.70	0.69

BS = เมล็ดเทียนดำ (black cumin seed), TP = เนื้อมะขาม (tamarind pulp), BS+TP = เมล็ดเทียนดำร่วมกับเนื้อมะขาม

ตารางที่ 3-3 ปริมาณวิตามินในสารผสมล่วงหน้า

องค์ประกอบ	ปริมาณสาร ร้อยละ	กรัมต่อ100 กก.อาหาร	วิตามิน	หน่วย	ปริมาณต่อ กก.อาหาร
วิตามินดี 3 (500/100)	500,000/100,000	2.00	เอ ดี3	ไอยู	10,000/2,000
วิตามินอี50 (50%)	50.00	0.40	อี	มิลลิกรัม	10.00
ไทอามีน	100.00	1.00	บี 1	มิลลิกรัม	1.98
ไรโบฟลาวิน	100.00	0.50	บี 2	มิลลิกรัม	5.00
วิตามินเค 3 (51%)	51.00	0.50	เค	มิลลิกรัม	2.55
ไพริดอกซิน (96%)	96.00	0.30	บี 6	มิลลิกรัม	2.88
ไซยาโนโคบาลามีน (1%)	1.00	0.40	บี 12	ไมโครกรัม	4.00
ดีแคลเซียมแพนโตธีเนต	100.00	1.00	กรดแพนโตธีนิค	มิลลิกรัม	10.00
โคลีน คลอไรด์	60.00	33.00	โคลีน	มิลลิกรัม	165.00

สื่อ (แป้งมันสำปะหลัง) เติมครบ 500 กรัม

ตารางที่ 3-4 ปริมาณแร่ธาตุในสารผสมล่วงหน้า

องค์ประกอบ	ปริมาณสารร้อยละ	กรัมต่อ100 กก. อาหาร	แร่ธาตุ	หน่วย	ปริมาณต่อ กก. อาหาร
แมงนีสซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ($MnSO_4$. $5H_2O$) (61%)	22.80	20.79	แมงกานีส	มิลลิกรัม	49.50
โปแตสเซียมไอโอไดร์(KI)	76.40	0.13	ไอโอดีน	มิลลิกรัม	0.98
ซิงค์ออกไซด์ (ZnO)	80.30	6.35	สังกะสี	มิลลิกรัม	55.03
คอปเปอร์ซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ($CuSO_4.5H_2O$)	25.50	2.10	ทองแดง	มิลลิกรัม	5.00
เฟอรัสซัลเฟตแพนตะไฮเดรต ($FeSO_4$. $5H_2O$)	18.50	27.01	เหล็ก	มิลลิกรัม	54.40
โซเดียมซิลิไนท์(Na_2SeO_3)	45.66	0.20	ซีลิเนียม	ไมโครกรัม	0.91
โคบอลด์คลอไรด์เฮกตะไฮเดรต ($CoCl.\ 6H_2O$)	28.20	0.30	โคบอลด์	มิลลิกรัม	1.36

สื่อ (แป้งมันสำปะหลัง) เติมครบ 500 กรัม

3.3 การให้น้ำและอาหาร

ให้น้ำและอาหารแบบไม่จำกัด (*ad libitum*) โดยแบ่งให้อาหารวันละ 2 ครั้งเวลา 7.00 นาฬิกา และ 15.00 นาฬิกา ชั่งอาหารสำหรับแม่ไก่ จากนั้นให้อาหารตลอด 1 สัปดาห์จากอาหารที่ชั่งเตรียมไว้ เมื่อครบ 1 สัปดาห์ ชั่งอาหารที่เหลือ เพื่อหาปริมาณการกินได้ ในแต่ละสัปดาห์นำมาคำนวณปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวัน

3.4 แผนการทดลอง

โดยมีกลุ่มทดลองอยู่ 4 กลุ่มคือ ควบคุม, เมล็ดเทียนดำ, เนื้อมะขาม และเมล็ดเทียนดำร่วมกับเนื้อมะขาม ทำการสุ่มไก่กลุ่มละ 15 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบรูณ์ **(Completely Randomized Design:** CRD**)** เพื่อเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของคอเลสเตอรอล และ ไตรกลีเซอไรด์ในไข่แดง ตับ และซีรั่ม และความเข้มข้นของโลโปโปรตีนในซีรั่ม เปรียบเทียบคุณภาพไข่และสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่

ตารางที่ 3-5 แสดงแผนผังการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์

T2R10	T1R6	T2R1	T3R2
T3R1	T2R15	T4R3	T4R2
T2R6	T4R1	T4R12	T3R12
T4R15	T1R8	T2R9	T1 R2
T1R15	T3R11	T2R4	T4R11
T4R14	T1R1	T4R9	T2R3

T1R11	T3R13	T1R10	T2R14
T4R8	T2R13	T3R6	T4R10
T2R11	T1R12	T4R7	T1R13
T1R3	T3R3	T1R5	T3R8
T3R14	T1R14	T1R4	T4R6
T2R8	T3R5	T3R4	T1R9
T1R7	T2R5	T3R9	T2R12
T4R5	T3R15	T2R2	T4R13
T3R7	T3R10	T4R4	T2R7

T= ทรีทเมนต์ (Treatment), R= จำนวนซ้ำ (Replication)

3.5 การเก็บตัวอย่างงานทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์

3.5.1 การเก็บตัวอย่างไข่

ก่อนทำการทดลอง สุ่มเก็บตัวอย่างไข่กลุ่มละ 10 ฟอง เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพไข่ ปริมาณคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ ทุก 4 สัปดาห์ ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างไข่กลุ่มละ 15 ฟอง เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพไข่ ปริมาณคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์

3.5.2 การเก็บตัวอย่างอาหาร

เก็บตัวอย่างอาหารเพื่อนำไปวิเคราะห์ทางเคมีหาวัตถุแห้ง และนำไปบดผ่านตะแกรง 0.1 ตารางมิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์เถ้า ไขมัน และโปรตีนหยาบ ตามวิธีของ (AOAC, 1990) วิเคราะห์เยื่อใย ตามวิธีของ (Goering and Van Soest, 1970) วิเคราะห์แคลเซียมและฟอสฟอรัส โดยวิธี Atomic absorption spectrophotometer (AOAC, 1990)

3.6. ลักษณะที่ต้องการศึกษา

3.6.1 ผลผลิตไข่ (hen-day production)

$$= \frac{\text{จำนวนไข่ที่ผลิตได้ทั้งหมด}}{\text{จำนวนไก่ไข่ทั้งหมด}} \times 100$$

3.6.2 น้ำหนักไข่ (egg weight)

$$= \frac{\text{น้ำหนักไข่ที่ผลิตได้}}{\text{จำนวนไข่ที่ผลิตได้}}$$

3.6.3 ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (Average daily feed intake)

$$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน}}{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง}}$$

3.6. 4 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ (Feed conversion ratio)

$$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน}}{\text{น้ำหนักผลผลิตไข่}}$$

3.6.5 ค่าฮอกยูนิต

$$= \frac{100 \log [H - \sqrt{G}\,(30\overline{W}^{0.37} - 100 + 1.9]}{100}$$

H = ความสูงของไข่ขาว (มิลลิเมตร) ซึ่งวัดระหว่างขอบกึ่งกลางของไข่ขาว กับ ขอบไข่แดงหรือประมาณ 3/4 นิ้ว จากไข่แดง

W = น้ำหนักไข่ทั้งฟอง (กรัม)

G = 32.2

3.6.6 ดัชนีไข่ขาว (albumen index)

$$= \frac{\text{ความสูงไข่ขาว}}{\text{ความกว้างไข่ขาว}} \times 100$$

3.6. 7 ดัชนีไข่แดง (yolk index)

$$= \frac{\text{ความสูงไข่แดง}}{\text{ความกว้างไข่แดง}} \times 100$$

3.6.8 สีของไข่แดงเทียบกับพัดสีโรช (roche) ระดับคะแนนสี Fan 1 (Orange group)

3.6.9 วัดปริมาณคอเลสเตอรอล จะทำการวัดในไข่แดงด้วยการใช้ชุดน้ำยาสำเร็จรูป reagent 1

3.6.10 ร้อยละส่วนประกอบต่างๆ ของซาก

$$= \frac{\text{น้ำหนักซาก}}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}} \times 100$$

3.7 วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

3.7.1 วิเคราะห์อาหารทดลอง

อาหารทดลองนำไปวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีได้แก่ วัตถุแห้ง (DM), โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP), ไขมันรวม (ether extract), เยื่อใย (Crude fiber), เถ้า (Ash), แคลเซียม (calcium) และ ฟอสฟอรัส (phosphorus) ตามวิธีการของ (AOAC, 1990)

3.7.2 การวิเคราะห์ไข่แดง

ไข่แดงที่ได้นำไปวิเคราะห์ปริมาณของคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ ด้วยการใช้ชุดน้ำยาสำเร็จรูป reagent 1

3.8 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Analysis of Variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ **(Completely Randomized Design:** CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (Steel and Torrie, 1980)

3.9 สถานที่ทำการวิจัย

1 หมวดงานผลิตสัตว์ปีก ของคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

2 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ของคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

3.10 ระยะเวลาการทดลอง

เริ่มการทดลอง 24 กันยายน พ.ศ. 2553 และสิ้นสุดการทดลองวันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2554 ระยะเวลาทำการทดลองทั้งสิ้น 130 วัน

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมศุลกากร, 2549, “ระเบียบการส่งสินค้าขาออก,” www.trf.go.th/logistics/export.pdf [20 มกราคม 2549].

[2] เจริญชัย โขมพัตราภรณ์, ธนัญญา วสุศรี, ปรารถนา ปรารถนาดี, รวิพิมพ์ ฉวีสุข, 2549, "ระบบโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องไทย," การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการประจำปีด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ครั้งที่ 6, 333-344.

[3] พจมาน เตียวัฒนรัฐติกาล, 2548, การบริหารและการจัดการองค์กรอุตสาหกรรม, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[4] Ballou, R.H., 2004, Business Logistics / Supply Chain Management, 5e, Prentice Hall.

[5] Pongpornsup, V., Khompatraporn, C., 2006, "Evaluation of Stochastic-Flow Networks using a Reliability Cost Index," Proceedings of the 7th Asian Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, 691-697.

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ที่ใช้ในการผลิตซุปกึ่งสำเร็จรูป

The study on the appropriated conditions in producing pregelatinized banana flour use for the production of instant soup

ธัชชาจรีย์ มาลา* รุ่งทิวา วงศ์ไพศาลฤทธิ์ และชานนท์ สาระสุข
สาขาวิชาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ กรุงเทพฯ

บทคัดย่อ

แป้งกล้วยน้ำว้า (*Musa sapientum Linn.*) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ช่วยลดค่าไกลซิมิคอินเดกซ์ในผลิตภัณฑ์อาหาร และมีฤทธิ์ในการต้านอสุมูลอิสระ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ เพื่อพัฒนาซุปครีมไก่กึ่งสำเร็จรูปจากแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ โดยแปรอุณหภูมิที่ใช้เป็น 140 และ150 ºC และเวลาในการให้ความร้อนเป็น 1 รอบ/นาที (40 วินาที) และ 2 รอบ/นาที (28 วินาที) โดยวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพทางด้าน การเปลี่ยนแปลงความหนืด ค่าสี L* a* b* ความสามารถในการดูดซับน้ำ และละลายน้ำ การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส จากผลการเปลี่ยนแปลงความหนืดพบว่า อุณหภูมิและเวลาความเร็วรอบในการให้ความร้อนมีอิทธิพลร่วมกันต่อค่า Peak time และ Peak viscosity เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการให้ความร้อนที่ความเร็วรอบคงที่ มีแนวโน้มทำให้ค่า Trough ลดลง แต่เมื่อเพิ่มความเร็วรอบในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิคงที่ มีแนวโน้มทำให้ค่า Trough เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาค่า Final viscosity พบว่าอุณหภูมิและความเร็วรอบในการให้ความร้อนเพิ่มขึ้นจะมีแนวโน้มทำให้ค่า Final viscosity เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาความสามารถในการละลายน้ำและการดูดซับน้ำพบว่า อุณหภูมิและความเร็วรอบในการให้ความร้อนมีอิทธิพลร่วมต่อค่าความสามารถในการละลายน้ำและค่าการดูดซับน้ำ จากการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของซุปจากการแป้งที่ผ่านการเจลาทิไนซ์ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส และความเร็ว 1 รอบต่อนาที (40 วินาที) มีคะแนนความชอบด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมากที่สุด

Abstract

Banana flour (Musa sapientum Linn.) is another alternative that reduces the glycemic index and anti-free radical in food products. This study aimed to determine the optimal conditions for producing pregelatinized banana flour by twin drum drying to develop instant soup from pregelatinized banana flour by varying the temperature at 140 and 150 ºC, time to heat 1 RPM (40 Second) and 2 RPM (28 second). Physicochemical properties were evaluated for viscosity properties by Rapid visco amylograph (RVA), value of L* a* b* color, Water Absorption index and Water Solubility Index (WAI and WSI) and evaluating the sensory attributes of instant soup. The results of changing of viscosity found that temperature and time of heat influence together towards Peak time and Peak viscosity. Increasing temperature at the constant heating speed resulted in the decreasing of Trough. Increasing speed at the constant heating temperature resulted in increasing of Trough. Considering the Final viscosity found that increasing temperature and heating speed resulted in the increasing of Final viscosity. Water Absorption index and Water Solubility Index were determined. The results showed that the temperature and heating speed influence together towards on the Water Absorption index and Water Solubility Index. The sensory characteristics evaluation showed that instant soup which made from pregelatinized banana flour at 140 ºC speed 1 RPM (40 seconds) had the highest scores in color, flavor, texture and overall liking.

คำสำคัญ : แป้งกล้วย พรีเจลาทิไนซ์ ซุปครีมกึ่งสำเร็จรูป

Keywords : Banana flour, Pregelatinization, Instant soup

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน thatchajaree.m@mail.rmutk.ac.th

1. บทนำ

กล้วยเป็นผลไม้ที่มีราคาถูกและปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย และมีประโยชน์ต่อมนุษย์โดย มีธาตุเหล็กในปริมาณสูง ช่วยสร้างเม็ดเลือดแดง ป้องกันโรคโลหิตจาง มีแคลเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามินซีช่วยบำรุงกระดูก ฟัน และเหงือกให้แข็งแรง ช่วยให้ผิวพรรณดี มีเบต้าแคโรทีน ไนอาซีนและใยอาหาร ช่วยให้ระบบขับถ่ายคล่องขึ้น ช่วยลดอาการเจ็บคอเจ็บ หน้าอกที่มีอาการไอแห้ง กล้วยดิบมีองค์ประกอบของสตาร์ (starch) มากกว่าองค์ประกอบอื่นๆ การศึกษาสมบัติต่างๆ ของแป้งกล้วยทำให้ทราบข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นโดยเราสามารถนำข้อมูลพื้นฐานนี้ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งอาจนำไปใช้ทดแทนแป้ง (starch) ชนิดอื่นที่ต้องนำเข้าได้ นอกจากนี้แป้งกล้วยดิบมีคุณสมบัติที่สำคัญคือ resistant starch ซึ่งเป็นแป้งที่เอนไซม์ภายในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ย่อยไม่ได้และไม่ดูดซึมในลำไส้เล็กแต่จะเกิดการหมักโดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ ได้ผลเป็นกรดไขมันสายสั้นๆ ซึ่งมีประโยชน์ต่อระบบขับถ่าย และระบบหมุนเวียนเลือด [1] การนำแป้งกล้วยดิบมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารน่าจะเป็นทางเลือกใหม่ของทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคในประเทศไทย

ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่กล้วยและใช้วัตถุดิบทางการเกษตรที่มีอยู่ภายในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุด ในงานวิจัยนี้จึงได้นำกล้วยน้ำว้าดิบมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแป้งพรีเจลาทิไนซ์ โดยทำการศึกษาผลกระทบของปัจจัยการผลิตที่ส่งผลต่อคุณสมบัติของแป้งพรีเจลาทิไนซ์ที่ได้โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ (Double roller dryer) เพื่อผลิตแป้งพรีเจลาทิไนซ์สำหรับการประยุกต์ใช้ในการผลิตภัณฑ์ซุปครีมไก่กึ่งสำเร็จรูปที่มีแป้งกล้วยพรีเจลาทิไนซ์เป็นส่วนผสมหลัก ซึ่งจะทำให้เกิดการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตทางเกษตร และเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

2. วิธีดำเนินการวิจัย

1. การผลิตแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ มีการเตรียมวัตถุดิบดังนี้คือ เลือกกล้วยน้ำว้าที่ระยะความแก่ 80-90 เปอร์เซ็นต์ โดยพิจารณาจากลักษณะเหลี่ยมไม่ชัดเจน และมีขนาดเส้นรอบวง 12.8 – 13.0 เซนติเมตร เนื่องจากกล้วยทีระยะความแก่นี้มีปริมาณ แป้ง (starch) สูงสุด ประมาณ 66 เปอร์เซ็นต์

1.1 การเตรียมแป้งกล้วยโดยใช้วิธีการเตรียมแป้งกล้วย

กล้วยน้ำว้าดิบ

↓

คัดขนาดตามระยะความแก่ 80-90 เปอร์เซ็นต์

↓

ล้างด้วยน้ำสะอาด

↓

นึ่งกล้วยที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

↓

แช่กล้วยให้เย็นในน้ำเย็นประมาณ 10 นาที

↓

ปอกเปลือกกล้วยและหั่นเป็นแว่นๆตามขวางหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร

↓

แช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ปรับพีเอชด้วยกรดซิตริกให้ได้ 3.3

↓

ลดขนาดกล้วยแผ่นแห้ง

↓

บดละเอียดด้วยการตำ และร่อนโดยใช้ sieve ขนาด 0.12 มิลลิเมตร

แป้งกล้วย

1.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อนด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยในการเกิดเจลาทิไนซ์ โดยการวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล (factorial in complete randomized design) ศึกษา 2 ปัจจัยคือ ปัจจัยที่ 1 อุณหภูมิในการให้ความร้อน ที่ระดับ 140 และ 150 องศาเซลเซียส และปัจจัยที่ 2 ความเร็วรอบในการให้ความร้อน ที่ระดับ 1 และ 2 รอบต่อนาที สำหรับการทำแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ (pregelatinized banana flour) จะละลายแป้งกล้วยในน้ำให้มีความเข้มข้น 28 % (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) นำเข้าเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ ที่ปรับระดับแรงดันไอน้ำ 50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.04 นิ้ว นำแป้งกล้วยพรีเจลที่ได้ไปบดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร

2. เปรียบเทียบสมบัติทางเคมี-กายภาพของวัตถุดิบแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ที่ผ่านการพรีเจลาทิไนซ์ที่สภาวะต่างๆ ดังนี้คือ พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงความข้นหนืดโดยใช้เครื่อง Rapid Visco-Analyzer ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water adsorption index: %WAI) ความสามารถในการละลายน้ำ (water solubility index: %WSI) สีของแป้งโดยเครื่อง Spectrophotometer

3. ทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปจากแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ ดังนี้

3.1 ทำการค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับสูตรและส่วนประกอบจากตำหรับอาหารต่างๆ และทำการทดลองใช้แป้งกล้วยพรีเจลาทิไนซ์ทั้งหมดในสูตรซุปครีมไก่กึ่งสำเร็จรูป สูตรดัดแปลงจากสูตรซุปครีมไก่จากหนังสือซุป&สตู ดังตารางที่ 1 (อมรินทร์, 2555)

ตารางที่ 1 ส่วนผสมซุปกึ่งสำเร็จรูป

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์(%)
แป้งกล้วยพรีเจลาทิไนซ์ (1 2 3 และ 4)	50	57.47
นมผง	15	17.24
ครีมเทียม	7	8.05
น้ำตาลทราย	6.2	7.13
กลิ่นรสไก่ (chicken powder)	6	6.90
เกลือ	1.8	2.07
พริกไทย	1	1.15

หมายเหตุ : แปรค่าอุณหภูมิและความเร็วรอบในการให้ความร้อนของแป้งกล้วยพรีเจลาทิไนซ์ที่ 4 เงื่อนไข ดังต่อไปนี้

1 ใช้แป้งพรีเจลาทิไนซ์ที่อุณหภูมิ 140 องศา ความเร็วที่ 1 รอบต่อนาที
2 ใช้แป้งพรีเจลาทิไนซ์ที่อุณหภูมิ 140 องศา ความเร็วที่ 2 รอบต่อนาที
3 ใช้แป้งพรีเจลาทิไนซ์ที่อุณหภูมิ 150 องศา ความเร็วที่ 1 รอบต่อนาที
4 ใช้แป้งพรีเจลาทิไนซ์ที่อุณหภูมิ 150 องศา ความเร็วที่ 2 รอบต่อนาที

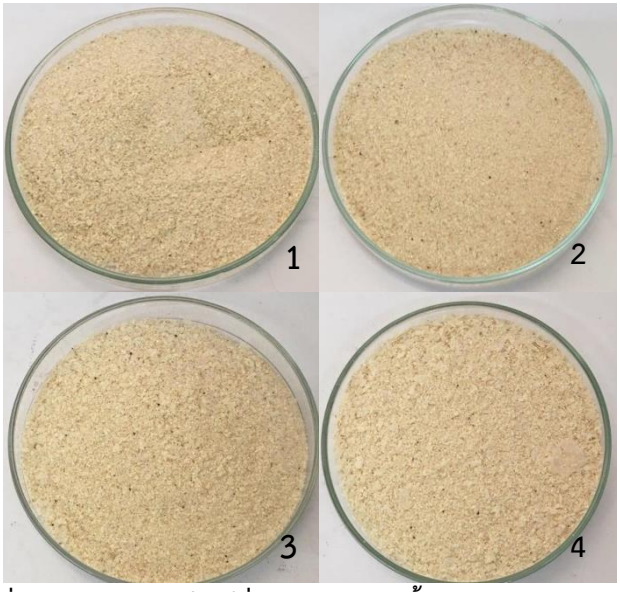
ตรวจสอบสมบัติดังนี้

3.2 ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของซุปอาหารกึ่งสำเร็จรูปจากแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ทั้งสี่สูตร ด้วยการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) โดยทดสอบปัจจัยคุณภาพในเรื่องลักษณะเนื้อสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส (ความหนืด) และความชอบโดยรวม วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี Analysis Variance โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Dancan’s Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม SPSS

3. ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อนของเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งต่อการเกิดเจลาทิไนซ์

จากการศึกษาอุณหภูมิและความเร็วรอบในการเกิดแป้งพรีเจลาทิไนซ์ โดยศึกษา 2 ปัจจัยคือ อุณหภูมิในการให้ความร้อนและระยะเวลาในการให้ความร้อน ได้แป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ (ภาพที่ 2) มีกลิ่นหอมของกล้วยดิบ สีมีความสว่างกว่าแป้งกล้วยน้ำว้าที่ไม่ผ่านการพรีเจลาทิไนซ์



ภาพที่ 2 แป้งกล้วยน้ำว้าที่ผ่านการพรีเจลาทิไนซ์ที่สภาวะต่างๆดังนี้

1 แป้งพรีเจลที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ความเร็วที่ 1 รอบต่อนาที (40 วินาที)

2 แป้งพรีเจลที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ความเร็วที่ 2 รอบต่อนาที (28 วินาที)

3 แป้งพรีเจลที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ความเร็วที่ 1 รอบต่อนาที (40 วินาที)

4 แป้งพรีเจลที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ความเร็วที่ 2 รอบต่อนาที (28 วินาที)

2. พฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงความข้นหนืดโดยใช้เครื่อง Rapid Visco-Analyzer

อุณหภูมิที่เริ่มความหนืด (Pasting temperature)

อุณหภูมิที่ทำให้แป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์เกิดวามหนืดของแป้งสูตรที่ 1 คือ 50.16±0.02 องศาเซลเซียส สูตรที่ 2 คือ 50.18±0.02 องศาเซลเซียส สูตรที่ 3 และ สูตรที่ 4 มีอุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดเท่ากัน คือ 50.18±0.02 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยพบว่าแป้งดัดแปรพรีเจลาทิไนซ์สามารถละลายน้ำและให้ความหนืดได้ทันที [1]

ตารางที่ 2 ผลการเปลี่ยนแปลงความหนืดโดยใช้เครื่อง Rapid Visco-Analyzer

สูตร	ผลการเปลี่ยนแปลงความหนืดด้วยเครื่อง RVA						
	PastingTemp^{ns} (°c)	PeakTime* (sec)	Peak viscosity* (cP)	Trough* (cP)	Breakdown* (cP)	Final viscosity* (cP)	Setback^{ns} (cP)
1	50.16±0.02	3.15±0.31^{a}	2091.33±99.76^{a}	1384.66±31.78^{a}	871.66±135.55^{a}	2508.66±55.77^{b}	1324.33±114.60
2	50.21±0.02	3.44±1.27^{a}	2089.33±97.00^{a}	1419.00±92.69^{a}	645.33±146.67^{ab}	2592.66±57.04^{ab}	1174.33±111.35

3	50.18±0.02	3.80±0.47[a]	1601±114.19[b]	1238.00±59.92[b]	566.66±134.52[b]	2628.33±28.29[a]	1216.00±78.30
4	50.18±0.02	1.58±0.30[b]	1981.00±130.45[a]	1363.66±48.43[a]	509.66±116.41[b]	2760.33±30.00[a]	1167.33±87.54

หมายเหตุ 1 แป้งพรีเจลที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ความเร็วที่ 1 รอบต่อนาที (40 วินาที)

2 แป้งพรีเจลที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ความเร็วที่ 2 รอบต่อนาที (28 วินาที)

3 แป้งพรีเจลที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ความเร็วที่ 1 รอบต่อนาที (40 วินาที)

4 แป้งพรีเจลที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ความเร็วที่ 2 รอบต่อนาที (28 วินาที)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาจากการทดลอง 3 ซ้ำ

[ab] ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

[ns] หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เวลาที่เกิดความหนืดสูงสุด (Peak time)

เวลาที่เกิดความหนืดสูงสุดของแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ที่ใช้เวลาในการเกิดความหนืดสูงสุดมากที่สุดคือ สูตรที่ 3 เท่ากับ 3.80±0.47 วินาที รองลงมาคือสูตรที่ 2 และสูตรที่ 1 เท่ากับ 3.44±1.27 วินาที และ 3.15±0.31 วินาทีตามลำดับ ส่วนแป้งสูตรที่ 4 ใช้เวลาในการเกิดความหนืดสูงสุดน้อยที่สุดเท่ากับ 1.58±0.30 วินาที แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$ และพบว่าอุณหภูมิและความเร็วรอบในการให้ความร้อนมีอิทธิผลร่วมกันต่อเวลาที่เกิดของความหนืดสูงสุด (Peak time)

ความหนืดสูงสุด (Peak viscosity)

แป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ที่มีความหนืดสูงสุด คือสูตรที่ 1 มีค่าความหนืดเท่ากับ 2091.33±99.76 เซนติพอยส์ รองลงมาคือ สูตรที่ 2 เท่ากับ 2089.33±97.00 เซนติพอยส์ และ สูตรที่ 4 เท่ากับ 1981.00±130.45 เซนติพอยส์ แตกต่างจากแป้งสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีค่าความหนืดต่ำที่สุด เท่ากับ 1601±114.19 เซนติพอยส์ เนื่องจากดัดแปรแป้งพรีเจลาทิไนซ์ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสและความเร็วในการให้ความร้อน 1 รอบต่อนาที (40 วินาที) แป้งสัมผัสลูกกลิ้งที่อุณหภูมิสูงเป็นระยะเวลานานที่สุดส่งผลต่อความหนืดสูงสุดของแป้งมีค่าน้อยที่สุด จะเห็นว่าความเร็วในการให้ความร้อนที่ 1 และ 2 รอบต่อนาที เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการความร้อนมีผลทำให้ค่าความหนืดสูงสุดลดลง และอุณหภูมิในการให้ความร้อนที่ 150 องศาเซลเซียส เมื่อเพิ่มความเร็วรอบในการให้ความร้อนมีผลทำให้ค่าความหนืดสูงสุดเพิ่มขึ้น สรุปได้ว่าอุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อนมีอิทธิพลร่วมกันต่อค่าความหนืดสูงสุด สอดคล้องกับงานวิจัยของจันทร์เพ็ญ [2] พบว่าอุณหภูมิของลูกกลิ้ง และระยะเวลาการสัมผัสความร้อนมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของแป้งพรีเจล ด้านความหนืดสูงสุด ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว และเวลาที่เม็ดแป้งพองตัว โดยน้ำแป้งดิบในช่วงอุณหภูมิต่ำจะไม่เพิ่มความหนืดเมื่อสุกแล้วจึงจะเพิ่มความหนืดจนถึงจุดสูงสุด (peak viscosity) ซึ่งเป็นช่วงที่อัตราการพองตัวและแตกตัวของเม็ดแป้งสมดุลโดยแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์สูตรที่ 1 มีค่าความหนืดสูงสุดมากกว่าสูตรอื่นๆแสดงว่าสามารถพองตัวได้ดีกว่าสูตรอื่น [3]

ความหนืดต่ำสุดในช่วงให้ความร้อน (Trough viscosity)

แป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ที่มีความหนืดต่ำสุดในช่วงเวลาให้ความร้อน ซึ่งมีค่าสูงที่สุดคือแป้งสูตรที่ 2 มีค่า 1419.00±92.69 เซนติพอยส์ รองลงมาคือ สูตรที่ 1 และสูตรที่ 4 มีค่า 1384.66±31.78 เซนติพอยส์ และ 1363.66±48.43 เซนติพอยส์ แตกต่างจากแป้งสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีค่าความหนืดต่ำที่สุดเท่ากับ 1238.00±59.92 เซนติพอยส์

ความแตกต่างระหว่างความหนืดสูงสุดกับความหนืดต่ำสุด (Break down)

แป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์สูตรที่ 1 ที่มีค่า Break down เท่ากับ 871.66±135.55 เซนติพอยส์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับสูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ซึ่งเท่ากับ 566.66±134.52 เซนติพอยส์ และ 509.66±116.41 เซนติพอยส์ ตามลำดับ

ความหนืดสุดท้าย (Final viscosity)

แป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ที่มีค่า Final viscosity สูงที่สุด คือแป้งสูตรที่ 4 เท่ากับ 2760.33±30.00 เซนติพอยส์ รองลงมาคือ สูตรที่ 3 เท่ากับ 2628.33±28.29 เซนติพอยส์ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับแป้งสูตรที่ 1 ซึ่งมีค่า Final viscosity ต่ำที่สุด เท่ากับ 2508.66±55.77 เซนติ โดยปณิดา และคณะ [4] พบว่าการเติมแป้งข้าวเจ้าพรีเจลาทิไนซ์ในผลิตภัณฑ์ขนมชั้นสำเร็จรูปมีผลทำให้ค่าความหนืดสูงสุด และความความหนืดสุดท้ายสูงกว่าน้ำแป้งผสมที่เตรียมจากแป้งข้าวเจ้าดิบล้วน

ผลต่างระหว่างความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุด (Setback from trough)

แป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ที่มี Setback from trough สูงสุดคือ สูตรที่ 1 เท่ากับ 1324.33±114.60 เซนติพอยส์ รองลงมาคือสูตรที่ 3 และสูตรที่ 2 เท่ากับ 1216.00±78.30 เซนติพอยส์ และ 1174.33±111.35 เซนติพอยส์ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่าที่ความเร็วในการให้ความร้อน 1 และ 2 รอบต่อนาที เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการให้ความร้อนมีแนวโน้มทำให้ค่า Setback from trough ลดลง และที่อุณหภูมิ 140 และ 150 องศาเซลเซียส เมื่อเพิ่มความเร็วรอบในการให้ความร้อนมีแนวโน้มทำให้ค่า Setback from trough ลดลงเช่นกัน

4. ค่าสี L*, a* และ b*

จากการนำแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ที่ผลิตได้มาวัดค่าสีโดยใช้เครื่อง Hunter Lab ทั้ง 4 สูตร พบว่า ค่า L*, a* และ b* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 4.3

ค่า L* (ความสว่าง) พบว่าค่า L* ของแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ทั้ง 4 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่มีค่าความสว่างมากที่สุด คือ สูตรที่ 4 เท่ากับ 80.64±1.94 รองลงมาคือสูตรที่ 3 และสูตรที่ 2 โดยมีค่าเท่ากับ 79.07±0.66 และ 79.05±1.57 ตามลำดับ พบว่าที่ความเร็วรอบในการให้ความร้อน 1 และ 2 รอบต่อนาที เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการให้ความร้อนมีแนวโน้มทำให้ค่าความสว่างสูงขึ้น และที่อุณหภูมิ 140 และ 150 องศาเซลเซียส เมื่อเพิ่มความเร็วรอบมีแนวโน้มทำให้ค่าความสว่างสูงขึ้นเช่นกัน โดย Wang และคณะ [5] พบว่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์แครกเกอร์มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในแป้งกล้วยดิบ ในทำนองเดียวกันมีค่าความเข้มสีและความแข่งเพิ่มขึ้น หรือผลิตภัณฑ์แครกเกอร์มีค่าความสว่างลดลง (L*)

ตารางที่ 3 แสดงผลค่าสีของแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ที่สภาวะต่างๆ

สูตร	ผลค่าสี L* , a* และ b*				
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (รอบ/นาที)	L*	a*	b*
1	140	1	78.43±1.69^{b}	3.02±0.48^{a}	13.80±0.59^{a}
2	140	2	79.05±1.57^{b}	3.01±0.58^{a}	13.64±1.17^{ab}
3	150	1	79.07±0.66^{b}	2.91±0.45^{a}	12.67±0.85^{c}
4	150	2	80.64±1.94^{a}	2.45±0.95^{b}	13.26±0.61^{b}

หมายเหตุ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาจากการทดลอง 3 ซ้ำ

^{abc} ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่า a* (สีแดง/สีเขียว) พบว่าค่า a* ของแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ทั้ง 4 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สูตรที่มีสีแดงมากที่สุด คือ สูตรที่ 1 เท่ากับ3.02±0.48 รองลงมาคือสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.01±0.58 และ 2.91±0.45 ตามลำดับ พบว่าที่ความเร็วในการให้ความร้อน 1 และ 2 รอบต่อนาที เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการให้ความร้อนมีแนวโน้มทำให้ค่าสีแดงลดลง จากรูปที่ 4.20 ที่อุณหภูมิ 140 และ 150 องศาเซลเซียส เมื่อเพิ่มความเร็วรอบในการให้ความร้อนมีแนวโน้มทำให้ค่าสีแดงลดลงเช่นกัน

ค่า b* (สีเหลือง/น้ำเงิน) พบว่าค่า b* ของแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ทั้ง 4 สูตร ($p \leq 0.05$) สูตรที่มีสีเหลืองที่สุด คือ สูตรที่ 1 เท่ากับ13.80±0.59 รองลงมาคือสูตรที่ 2 และสูตรที่ 4 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.64±1.17 และ 13.26±0.61 ตามลำดับ พบว่าที่ความเร็วในการให้ความร้อน 1 และ 2 รอบต่อนาที เมื่อเพิ่มอุณหภูมิเพิ่มในการให้ความร้อนมีแนวโน้มทำให้ค่าสีเหลืองลดลง และที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส เมื่อเพิ่มความเร็วในการให้ความร้อนมีแนวโน้มทำให้ค่าสีเหลืองลดลง ในทางกลับกัน ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เมื่อเพิ่มความเร็วในการให้ความร้อนมีแนวโน้มทำให้ค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น สรุปได้ว่าอุณหภูมิและความเร็วรอบในการให้ความร้อนมีอิทธิพลร่วมกันต่อค่า b* เนื่องจากระยะเวลาของวัตถุดิบที่อยู่บนผิวลูกกลิ้งใช้เวลาสั้นทำให้ความร้อนที่ได้รับไม่เพียงพอต่อการเกิด เจลาทิไนเซชั่น [6] ซึ่งส่งผลให้ค่าสีเหลืองลดลง ในทางกลับกันที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เมื่อเพิ่มความเร็วรอบในการให้ความร้อนมีแนวโน้มทำให้ค่า b* (ค่าสีเหลืองเพิ่มขึ้น)

5. ความสามารถในการละลายน้ำและความสามารถในการดูดซับน้ำ

จากการนำแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ทั้ง 4 สูตร มาวิเคราะห์ค่าการละลายน้ำ และค่าการดูดซับน้ำ พบว่าการละลายน้ำและการดูดซับน้ำของแป้งกล้วยพรีเจลาทิไนซ์ทั้ง 4 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดัง ตารางที่ 4

ด้านการละลายน้ำ (WSI%) พบว่าแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ สูตรที่ละลายน้ำได้มากที่สุด คือ สูตรที่ 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.40±0.40% ทั้ง 2 สูตร ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) รองลงมาได้แก่ สูตรที่ 2 และสูตรที่ 1 โดยมีค่าเฉลี่ย 15.20±0.40% และ 14.66±0.23% ตามลำดับ โดยเมื่อค่า WSI เพิ่มขึ้น จะแสดงถึง starch conversion ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อสตาร์ชถูกทำลาย และมีความสามารถจับน้ำได้ดี [7] พบว่าที่ความเร็วรอบ 1 และ 2 ต่อนาที เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการให้ความร้อนมีแนวโน้มทำให้ความสามารถในการละลายน้ำเพิ่มขึ้น และที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส เมื่อเพิ่มความเร็วในการให้ความร้อนมีแนวโน้มทำให้ความสามารถในการละลายน้ำเพิ่มขึ้น

ด้านการดูดซับน้ำ (WAI%) พบว่าแป้งพรีเจลาทิไนซ์ สูตรที่ดูดซับน้ำได้มากที่สุด คือ สูตรที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 2.96$\pm$0.21 หมายถึง สูตรที่ 1 มีปริมาณของสตาร์ชที่พองตัวได้ในน้ำมากกว่าสูตรอื่นๆ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$กับสูตรที่ สูตรที่ 4 และ สูตรที่ 3 โดยมีค่าเฉลี่ย 2.88±0.08 และ 2.61±0.09 ตามลำดับ และสูตรที่ 2 มีค่าการดูดซับน้ำน้อยที่สุดซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับสูตรอื่นๆ พบว่าที่ความเร็วในการให้ความร้อน 1 รอบต่อนาที เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการให้ความร้อนส่งทำให้ค่าความสามารถในการดูดซับน้ำลดลง ในทางกลับกัน ที่ความเร็วในการให้ความร้อน 2 รอบต่อนาที เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการให้ความร้อนทำให้ค่าความสามารถในการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้น และที่อุณหภูมิในการให้ความร้อน 140 องศาเซลเซียส เมื่อเพิ่มความเร็วรอบในการให้ความร้อนส่งผลทำให้ค่าความสามารถในการดูดซับน้ำลดลง ทางกลับกันที่อุณหภูมิในการให้ความร้อน 150 องศาเซลเซียส เมื่อเพิ่มความเร็วรอบในการให้ความร้อนส่งผลทำให้ค่าความสามารถในการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้น จึงสรุปได้ว่าทั้งอุณหภูมิและความเร็วรอบในการให้ความร้อนมีอิทธิพลร่วมกันต่อค่าความสามารถในการดูดซับน้ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของจันทร์เพ็ญ [2] พบว่าอุณหภูมิของลูกกลิ้ง และระยะเวลาการสัมผัสความร้อนมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของแป้งพรีเจล ด้านดัชนีการละลายน้ำ ดัชนีการดูดซับน้ำ

ตารางที่ 4 ผลการละลายน้ำและการดูดซับน้ำของแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์

สูตร	ผลการละลายน้ำและการดูดซับน้ำแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์			
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา(รอบ/นาที)	การละลายน้ำ (WSI, %)*	การดูดซับน้ำ (WAI, กรัม/กรัม)*
1	140	1 (40 วินาที)	14.66±0.23^{b}	2.96±0.21^{a}
2	140	2 (28 วินาที)	15.20±0.40^{b}	2.23±0.09^{c}
3	150	1 (40 วินาที)	16.40±0.40^{a}	2.61±0.09^{b}
4	150	2 (28 วินาที)	16.40±0.40^{a}	2.88±0.08^{a}

หมายเหตุ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาจากการทดลอง 3 ซ้ำ

^{abc} ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

6. การผลิตผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปจากแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์

ผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปที่ดัดแปลงสูตรด้วยการใช้แป้งกล้วยพรีเจลาทิไนซ์ที่ 4 สภาวะมาทดแทนแป้งสาลีทั้งหมด แล้วทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ผลแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตร

สูตร	คะแนนเฉลี่ยทางด้านประสาทสัมผัส				
	สี^{ns}	กลิ่น*	รสชาติ^{ns}	เนื้อสัมผัส^{ns}	ความชอบรวม^{ns}
1	6.67±1.42	6.60±1.42^{a}	6.37±1.88	6.70±1.15	6.77±1.47
2	6.47±1.30	6.00±1.28^{ab}	6.57±1.38	6.53±1.38	6.52±1.29
3	6.37±1.40	5.97±1.18^{ab}	6.50±1.16	6.13±1.61	6.53±1.27
4	6.27±1.14	5.63±1.35^{b}	6.00±1.23	5.90±1.39	6.20±1.40

หมายเหตุ 1 แป้งพรีเจลที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ความเร็วที่ 1 รอบต่อนาที (40 วินาที)

2 แป้งพรีเจลที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ความเร็วที่ 2 รอบต่อนาที (28 วินาที)

3 แป้งพรีเจลที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ความเร็วที่ 1 รอบต่อนาที (40 วินาที)

4 แป้งพรีเจลที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ความเร็วที่ 2 รอบต่อนาที (28 วินาที)

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมาจากการทดลอง 3 ซ้ำ

^{ab} ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึงค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูป พบว่าซุปกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตร มีผลคะแนนความชอบด้านกลิ่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่คะแนนความด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนี้

ด้านสี พบว่าคะแนนความชอบด้านสีของผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยสูตรที่ได้คะแนนมากที่สุด คือ สูตรที่ 1 ซึ่งมีคะแนนความชอบด้านสีเท่ากับ 6.67±1.42 รองลงมาคือสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 โดยมีคะแนนความชอบเท่ากับ 6.47±1.30 และ 6.37±1.40 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากส่วนผสมในแต่ละสูตรมีปริมาณเท่ากันและผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างในด้านสีของแต่ละสูตรได้

ด้านกลิ่น พบว่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สูตรที่ได้คะแนนมากที่สุด คือ สูตรที่ 1 ซึ่งมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นเท่ากับ 6.60±1.42 โดย Wang และคณะ (2012) พบว่าการทดแทนแป้งกล้วยพรีเจลาทิไนซ์ที่ระดับไม่เกิน 20% ในผลิตภัณฑ์แครกเกอร์มีคะแนนความชอบด้านสี ความกรอบ รสชาติ ลักษณะปรากฏ และความชอบรวมสูงสุด

ด้านรสชาติ พบว่าคะแนนความชอบด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) สูตรที่ได้คะแนนมากที่สุด คือ สูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบด้านสีเท่ากับ 6.57±1.38 รองลงมาคือสูตรที่

3 และสูตรที่ 1 โดยมีคะแนนความชอบเท่ากับ 6.50±1.16 และ 6.37±1.88 ตามลำดับ ดังนั้นอุณหภูมิและความเร็วรอบในการผลิตแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ไม่ส่งผลต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูป

ด้านเนื้อสัมผัส พบว่าคะแนนความชอบสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยสูตรที่ได้คะแนนมากที่สุด คือ สูตรที่ 1 มีคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสเท่ากับ 6.70±1.15 ดังนั้นผู้ทดสอบชิมไม่สามารถบอกความแตกต่างในด้านความข้นหนืดของซุปที่ผลิตจากแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์จากสภาวะต่างๆได้ โดยละม้ายมาศ [3] พบว่าการใช้แป้งพรีเจลจากข้าเหนียวเป็นสารเสริมในผลิตภัณฑ์คุ้กกี้แป้งข้าวเจ้าจะช่วยให้คุ้กกี้ละเอียดเนียนขึ้น การเป็นเนื้อทรายขณะเคี้ยวลดลง และละลายในปากง่ายขึ้น คะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัส ความละเอียด และความชอบสูงกว่าคุ้กกี้แป้งข้าวที่ไม่เติมแป้งพรีเจล

ด้านความชอบรวม พบว่าคะแนนความชอบด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยสูตรที่ได้คะแนนความชอบรวมมากที่สุด คือ สูตรที่ 1 เท่ากับ 6.77±1.47 รองลงมาคือสูตรที่ 3 และสูตรที่ 2 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.53±1.27 และ 6.52±1.29 ตามลำดับ จากการศึกษาจันทร์เพ็ญ [2] พบว่าเครื่องดื่มข้าวชนิดชงดื่มที่ผลิตจากแป้งพรีเจลาทิไนซ์ในสูตรที่ต่างกันส่งผลต่อคุณสมบัติทางเคมี และกายภาพของเครื่องดื่มด้านความชื้น ดัชนีการดูดซับ ดัชนีการละลายน้ำ และอัตราการดูดน้ำกลับ นองจากนี้ยังส่งผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในด้าน สี ความหวาน และกลิ่นรส ($p < 0.05$)

สรุป สูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือสูตรที่ 1 ที่ใช้แป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส และความเร็ว 1 รอบต่อนาที (40 นาที) เนื่องจากมีคะแนนความชอบในด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม มากที่สุด

5. สรุป

จากการศึกษาศึกษาการเตรียมแป้งกล้วย พบว่าได้แป้งกล้วยน้ำว้าลักษณะเป็นผงฝุ่นละเอียด สีขาวหม่น มีกลิ่นหอมกล้วยน้ำว้า เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความหนืดพบว่า อุณหภูมิและเวลาความเร็วรอบในการให้ความร้อนมีอิทธิพลร่วมกันต่อค่า Peak time และ Peak viscosity เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการให้ความร้อนที่ความเร็วรอบคงที่ มีแนวโน้มทำให้ค่า Trough ลดลง แต่เมื่อเพิ่มความเร็วรอบในการให้ความร้อนที่อุณหภูมิคงที่ มีแนวโน้มทำให้ค่า Trough เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาค่า Final viscosity พบว่า อุณหภูมิและความเร็วรอบในการให้ความร้อนเพิ่มขึ้นจะมีแนวโน้มทำให้ค่า Final viscosity เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาความสามารถในการละลายน้ำและการดูดซับน้ำพบว่า อุณหภูมิและความเร็วรอบในการให้ความร้อนมีอิทธิพลร่วมต่อค่าความสามารถในการละลายน้ำและค่าการดูดซับน้ำ จากการผลิตผลิตภัณฑ์ซุปกึ่งสำเร็จรูปจากแป้งกล้วยน้ำว้าพรีเจลาทิไนซ์ พบว่าสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในด้าน สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม คือสูตรที่ 1 ซึ่งใช้แป้งกล้วยน้ำว้าที่ผ่านการพรีเจลาทิไนซ์ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส และความเร็ว 1 รอบต่อนาที (40 วินาที) โดยมีคะแนนเฉลี่ย 6.67±1.42, 6.60±1.42, 6.70±1.15 และ 6.77±1.47 ตามลำดับ

6. คำขอบคุณ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ประจำปีงบประมาณ 2560

7. เอกสารอ้างอิง

[1] กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2550. เทคโนโลยีแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

[2] จันทร์เพ็ญ ภูมิ่งเดือน. 2552. การผลิตแป้งพรีเจลาทิไนซ์และการประยุกต์ใช้ในเครื่องดื่มข้าวชนิดชงดื่ม. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

[3] ละม้ายมาศ ยังสุข. 2540-2550. คุณสมบัติของแป้งพรีเจลจากแป้งข้าวเหนียวและการใช้ประโยชน์. ผลงานวิจัยและพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์ข้าวระหว่าง พ.ศ. 2540-2550.

[4] ปณิดา คนหมั่น วรธร ศรฐูป และอโนชา สุขสมบูรณ์. 2556. ผลของแป้งข้าวเจ้าพรีเจลาทิไนซ์ต่อคุณภาพของขนมชั้น. Agicultural Sci. J., 44(2): 425-428.

[5] Wang, Y., Zhang M. and Mujumdar, S.A. 2012. Influence of Green Banana Flour Substitution for Cassava Starch on the Nutrition, Color, Texture and Sensory Quality in Two Types of Snacks, Food Science and Technology, 47: 1-8.

[6] Kalogianni, E.P. and others. 2002. Effect of Concentration on the Production of Pregelatinized in a Double Drum Dryer. Lebensmittel Wissenschaft Technologie, 35: 703–714.

[7] Sriburi, P. and S.E. Hill. 2000. Extrution of cassava starch with either variation in ascorbic acid concentration or pH. International J. Food Sci. and Tech. 35: 141-154.