



การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้แ้วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดสำหรับนักเรียนโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนฮิลมาร์ปาร์เบล

DEVELOPMENT OF THAI NORTHERN STYLE SAUSAGE WITH PROTEIN SUPPLEMENTATION FROM CRICKET FOR STUDENTS OF HILMARPABEL BORDER PATROL POLICE ACADEMY

สุภาวดี สำราญ¹ ปานฤทัย พุทธทองศรี² ชมภูนาฏ ชมภูพันธ์³ สรินทร คัมเขต⁴

ชัยพลกฤษ หงส์สัตตดาพร⁵ กานต์ จันทระ⁶ ยุทธศิลป์ ชัยสิทธิ์⁷

E-mail: Sumransupawadee@gmail.com

โทรศัพท์: 0818865360

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมโปรตีนด้วยจิ้งหรีด 3 ระดับ คือ ร้อยละ 50 80 และ 100 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส พบว่า การเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดในระดับร้อยละ 100 ส่งผลต่อค่าความแข็ง (Hardness) ของไส้แ้วอย่างมีนัยสำคัญ ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (B*) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อระดับการเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณไขมัน ความชื้น ลดลง ส่วนปริมาณเยื่อใยอาหารเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตามอัตราส่วนของจิ้งหรีดที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้การเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดร้อยละ 80 เป็นปริมาณที่เมื่อเสริมเข้าไปแล้วยังคงคุณลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์ เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไส้แ้ว มพข.294/2547 และมีคะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัสอยู่ในระดับชอบถึงชอบมาก อีกทั้งไม่มีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ส่วนอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ไส้แ้วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดร้อยละ 80 ในบรรจุภัณฑ์โพลิโพรพิลีนปิดสนิทที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า ปริมาณความชื้นคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับค่าความแข็งระดับคงที่ในช่วงการเก็บรักษา เมื่อนำไปถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับนักเรียนโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนฮิลมาร์ปาร์เบล พบว่า ความพึงพอใจระดับมากที่สุด ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ: ไส้แ้ว เสริมโปรตีนจิ้งหรีด อายุการเก็บรักษา โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน

Abstract

The research of this objective was to study the effect of the third level cricket protein supplement: 50%, 80% and 100% of the total weight. In terms of physical, chemical, microbial and sensory quality, it was found that adding 100% cricket protein would affect the hardness. The brightness (L *), red (a *) and yellow (B *) decreased significantly with the increase of cricket protein supplement level. Fat and water content decreased, fiber content increased significantly, and the proportion of crickets also increased. In addition, adding 80% cricket protein is a quantity that still has good characteristics when added. it maintains the good qualities of the product which reached the Community Product Standard (CPS 294/2547). and sensory preference is at a very popular level. It will not affect the total amount of microorganisms, yeast and mold. The shelf life of cricket protein is 80%. In the sealed polypropylene package at 35 °C it was found that the humidity was constant throughout the storage period. It corresponds to a constant hardness value during storage. When the technology was transferred to the students of the Hilma Park Border Patrol Police School, the highest satisfaction was found ($P \leq 0.05$).

Keywords: Thai Northern style sausage, protein supplement, cricket, shelf life, students of hilmarpable border patrol police academy

- 1* วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จ.เลย 42000
Food Science and Technology, Science and Technology Faculty, Loei Rajabhat University, Loei Province.
- 2 เคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จ.เลย 42000
Chemistry, Science and Technology Faculty, Loei Rajabhat University, Loei Province, 42000
- 3 สัตวศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จ.เลย 42000
Animal Science, Science and Technology Faculty, Loei Rajabhat University, Loei Province, 42000
- 4 นาฏศิลป์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จ.เลย 42000
Classical Dance, Education Faculty, Loei Rajabhat University, Loei Province, 42000
- 5 นาฏศิลป์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จ.เลย 42000
Classical Dance, Education Faculty, Loei Rajabhat University, Loei Province, 42000
- 6 วิศวกรรมการจัดการการผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จ.เลย 42000
Management Engineering, Industrial Technology Faculty, Loei Rajabhat University, Loei Province, 42000
- 7 วิศวกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย จ.เลย 42000
Engineering, Industrial Technology Faculty, Loei Rajabhat University, Loei Province, 42000

*Corresponding author. E-mail: Sumransupawadee@gmail.com

ความเป็นมาของปัญหา

จังหวัดเป็นแหล่งที่มีโปรตีนสูงถึง 18.6 กรัม (นันทิยา จงใจเทศและคณะ, 2548) สามารถนำมาแปรรูปเป็นอาหารได้หลากหลายชนิดและเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศสามารถปัจจุบันเป็นแหล่งเศรษฐกิจได้จากการให้ข้อมูลโดยการสัมภาษณ์นายเชษฐา ขาวประเสริฐ นายอำเภอปากชม ที่ศึกษาความเป็นไปได้โครงการเลี้ยงจิ้งหรีดแปลงใหญ่อำเภอปากชม จังหวัดเลย พบว่า มีการส่งเสริมให้ชุมชนเลี้ยงจิ้งหรีดเป็นอาชีพหลักและอาชีพเสริม จากสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศทำให้จิ้งหรีดที่เลี้ยงในพื้นที่มีตัวขนาดใหญ่และเจริญเติบโตได้ปริมาณสูง

โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนฮิวมาพาร์เบิล เป็นโรงเรียนระดับประถมศึกษาในพื้นที่อำเภอปากชมที่ได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดในโรงเรียน เพื่อนำมาเป็นอาหารกลางวันให้กับนักเรียนและจำหน่ายในรูปแบบสดให้กับผู้ประกอบการและประชาชนใกล้เคียง จากการลงพื้นที่ของทีมนักวิจัยในการสำรวจโรงเรียนเพื่อวิเคราะห์แหล่งวัตถุดิบและผลผลิตทางการเกษตรที่สามารถนำมาบูรณาการการเรียนการสอนรูปแบบ Problem-based Learning โดยการนำปัญหามาเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใช้ปัญหาเป็นฐานว่า “เราสามารถนำจิ้งหรีดมาเป็นเครื่องมือในการบูรณาการการเรียนการสอนในแต่ละกลุ่มสาระได้อย่างไร” ในกลุ่มสาระการเรียนรู้พื้นฐานอาชีพและกลุ่มสาระทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปที่มีส่วนผสมของจิ้งหรีดด้วยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบอาหารฟังก์ชัน (Functional Food) ซึ่งเป็นอาหารที่มีการเติมส่วนผสมใหม่หรือเพิ่มส่วนผสมที่มีอยู่แล้ว เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและความสามารถของกลไกในร่างกายในการดูแลสุขภาพ หรือป้องกันโรค เช่น ขนมอบ ที่มีการเพิ่มหรือเสริมสารอาหารเข้าไปเพื่อให้ขนมอบเหล่านั้นคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น

ไส้อั่ว เป็นอาหารพื้นบ้านภาคเหนือที่รู้จักกันดี นิยมรับประทานกับข้าวเหนียว หรือรับประทานคู่กับน้ำพริก โดยจัดเป็นไส้กรอกชนิดบดหยาบ ปัจจุบันเป็นอาหารหลักของงานขันโตก แบบพื้นเมืองล้านนาที่ใช้ต้อนรับแขกเมือง ทำมาจากเนื้อหมูบด ผสมพริกแห้ง กระเทียม ขมิ้น ข่า ใบมะกรูด หอมแดง และเครื่องปรุงรส แล้วกรอกลงไปนึ่งในไส้หมูที่เกลารอบแล้ว บิดให้เป็นท่อน พอประมาณ จากนั้นนำไปย่างไฟให้เกรียม จะทำให้มีกลิ่นหอมชวนรับประทาน (รัตนา พรหมพิชัย, 2542) ปัจจุบันพบว่าแหล่งอาหารใหม่ของมวลมนุษยชาติ ในอนาคตอีก 30 ปีข้างหน้า โลกจะประสบกับวิกฤตการณ์ขาดแคลนอาหาร เนื่องจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่พื้นที่การเกษตรสำหรับใช้ผลิตอาหารลดน้อยลงจากผลของภาวะโลกร้อน ส่งผลให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นทุก ๆ ปี และการผลิตอาหารแบบเดิมซึ่งอยู่ในรูปแบบของฟาร์มปศุสัตว์ เช่น วัว หมู ไก่ นั้นล้วนแต่ต้องใช้ทรัพยากรทั้งพื้นที่ เวลา และปล่อยก๊าซเรือน

กระเจกออกมาเป็นปริมาณที่ไม่น้อย นักวิทยาศาสตร์ได้มองหาแหล่งอาหารใหม่เพื่อทดแทนเนื้อสัตว์ในรูปแบบต่าง ๆ และพบว่าแมลงคือแหล่งอาหารใหม่ที่สามารถตอบโจทย์ดังกล่าวได้เป็นอย่างดี จากการเทียบปริมาณทรัพยากรที่วัวหรือแมลงใช้ในการผลิตโปรตีนพบว่าวัวนั้นต้องใช้อาหารมากกว่าแมลงถึง 25 เท่า ใช้น้ำมากกว่า 300 เท่า และปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่า 60 เท่า นอกจากนั้นเมื่อนำแมลงมาทำเป็นผงพบว่าผงแมลง 100 กรัม ให้โปรตีนได้สูงที่สุดถึง 50-60% ของน้ำหนักรวม ในขณะที่เนื้อสัตว์ชนิดอื่น ๆ ให้โปรตีนได้เพียง 30 – 40% ของน้ำหนักรวมเท่านั้น องค์การสหประชาชาติ (The United Nations) จึงได้ประกาศให้แมลงเป็น Superfood หรือ แหล่งอาหารที่มีประโยชน์และมีคุณค่าสารอาหารระดับสูง และรณรงค์ให้ประชากรในโลกหันมาบริโภคแมลงกันมากขึ้น ดังนั้นหากมีการพัฒนาการผลิตภัณฑ์อาหารให้มีการเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดอีกทั้งยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่คุ้นเคย ได้แก่ ใส่อั่ว ใส่นักเรียนโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนฮิมาพาลเบิล ในระดับช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-ป.6) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานพื้นฐานอาชีพ ให้สามารถเรียนรู้กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ใส่อั่วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่นักเรียนสามารถทำได้ง่าย อีกทั้งอาจนำไปต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์จำหน่ายและยังสามารถการเก็บรักษาได้นาน รวมไปถึงนักเรียนมีองค์ความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารและสามารถควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้มีความปลอดภัยทางอาหาร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดในใส่อั่วต่อคุณลักษณะทางกายภาพ และเคมี
2. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ใส่อั่วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด
3. เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์ใส่อั่วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดให้กับนักเรียน รร.ตชด.ฮิมาพาลเบิล

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประเภทของการวิจัย เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน ได้แก่ วิจัยเชิงปฏิบัติการและการวิจัยเชิงคุณภาพ
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประกอบด้วย 3 กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนโปรตีนติดปีก อำเภอปากชมจังหวัดเลย ชุมชนบ้านหาดเปี้ย ตำบลปากชมอำเภอปากชม จังหวัดเลย และโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนฮิมาพาลเบิล บ้านเหมืองทอง อำเภอปากชม ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นจิ้งหรีดที่เลี้ยงในพื้นที่แบบโรงเรือนระบบปิดโดยทำการศึกษาสูตรและปริมาณของจิ้งหรีดที่มีการเสริมสารประกอบฟังก์ชันที่สกัดจากผลผลิตทางการเกษตร ที่มีผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี อายุการเก็บรักษา รวมถึงการประเมินผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัส

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล อุปกรณ์เครื่องมือปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร และแบบประเมินผลความพึงพอใจด้านต่างๆ อาทิ การทดสอบทางประสาทสัมผัส ความพึงพอใจต่อการถ่ายทอดเทคโนโลยี

4. แผนการทดลองทางสถิติ การทดสอบทางเคมีและกายภาพมีการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) การทดสอบทางประสาทสัมผัสมีการวางแผนการทดลองแบบ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design; RCBD เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test; DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 95%

5. ทำการศึกษาสูตรและปริมาณของโปรตีนจากจิ้งหรีดที่เสริมเข้าไปในใส่อั่ว ที่มีผลต่อคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี กำหนดปริมาณร้อยละ 50 80 และ 100 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด โดยจิ้งหรีดที่ใช้ในการทดลองเป็นจิ้งหรีดที่ได้จากการเลี้ยงแบบโรงเรือนระบบปิดในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนฮิมาพาลเบิล อ.ปากชม จ.เลย

วิธีการศึกษา มีทั้งหมด 7 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมวัตถุดิบจิ้งหรีด นำจิ้งหรีดที่ผ่านกระบวนการทำความสะอาด หนึ่งให้สุก และบดแบบหยาบ

ขั้นตอนที่ 2 การผลิตใส่อั่วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด นำจิ้งหรีดที่ผ่านกระบวนการในขั้นตอนที่ 1 ที่เตรียมไว้มาเสริมในใส่อั่ว โดยเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดในอัตราส่วนร้อยละ 50 80 และ 100 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 3 การทำใส่อั่วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด ทำได้โดยผสมส่วนที่ 1 จากนั้น โขลกเครื่องแกงรวมกันให้ละเอียด ใส่เครื่องแกงลงคลุกเคล้ากับเนื้อหมูผสมกับจิ้งหรีด โดยใช้อัตราส่วนเนื้อหมูบดต่อจิ้งหรีด จำนวน 3 สูตร ได้แก่ 50:50 , 20:80, 0:100



จากนั้นผสมให้เข้ากันกับผักชีต้นหอมซอย ใบมะกรูดซอย คลุกเคล้าให้เข้ากันหลังจากคลุกเคล้าเรียบร้อยแล้ว ใส่น้ำมันงา โดยใช้กรวยช่วยในการกรอกหมูใส่ไส้คอลลาเจนเมื่อกรอกไส้จนเต็มแล้ว มัดปากไส้ด้วยเส้นเชือกมัด นำไส้วุ้นที่ได้ผลิตได้ มาบรรจุในถุงสุญญากาศเก็บเพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษา

ตารางที่ 1 สูตรที่ใช้ในการคัดเลือกสูตรต้นแบบของไส้วุ้นเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด

ส่วนประกอบ	สูตรที่ 1 (50:50)	สูตรที่ 2 (20:80)	สูตรที่ 3 (0:100)	ส่วนประกอบ	สูตรที่ 1 (50:50)	สูตรที่ 2 (20:80)	สูตรที่ 3 (0:100)
เนื้อหมูแดง	31.5	12.6	-	ผิวมะกรูด	0.5	0.5	0.5
มันหมูแข็ง	10	10	10	รากผักชี	0.5	0.5	0.5
จิ้งหรีด	31.5	50.4	63.0	พริกไทย	0.8	0.8	0.8
น้ำปลา	4.0	4.0	4.0	ขมิ้น	0.8	0.8	0.8
ใบมะกรูด	1.5	1.5	1.5	ข่า	1.5	1.5	1.5
พริกแห้ง	3.0	3.0	3.0	กะปิ	3.0	3.0	3.0
หอมแดง	3.0	3.0	3.0	ตะไคร้	1.0	1.0	1.0
กระเทียม	5.0	5.0	5.0	น้ำตาลทราย	0.5	0.5	0.5
ผิวมะกรูด	1.5	1.5	1.5	ผิวมะกรูด	0.5	0.5	0.5

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของด้านค่าสี โดยใช้เครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น CX 1463 กับไส้วุ้นเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด ร้อยละ 50, 80 และ 100 และวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส รุ่น Model TA.XT2

ขั้นตอนที่ 4 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าพลังงาน ความชื้น โปรตีน ไขมัน เกลือ และคาร์โบไฮเดรต ของไส้วุ้นเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด ร้อยละ 50, 80 และ 100 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดทั้งหมด ด้วยวิธี AOAC (2000)

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9-point hedonic scaling ประเมินคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบทั่วไปที่ชอบบริโภคไส้วุ้น จำนวน 35 คน

ขั้นตอนที่ 6 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของไส้วุ้นเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด นำสูตรไส้วุ้นเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด ร้อยละ 50, 80 และ 100 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด มาบรรจุในถุงสุญญากาศ จากนั้นเก็บที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส แล้วทำการทดสอบด้านค่าความแข็ง ด้วยเครื่อง texture analyzer และวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา เป็นเวลา 21 วัน โดยทำการสุ่มวิเคราะห์ตัวอย่างไส้วุ้นเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดแต่ละอัตราส่วน ทุกๆ 7 วัน

ขั้นตอนที่ 7 กระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยี การแปรรูปผลิตภัณฑ์ไส้วุ้นเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดตั้งแต่เริ่มต้นขั้นตอนการคัดเลือกจิ้งหรีด การตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ด้วยชุดทดสอบแบบง่าย รวมถึงการทดลองจำหน่ายเป็นผลิตภัณฑ์เด่นของโรงเรียน

ผลการศึกษา

การเตรียมจิ้งหรีด : นำจิ้งหรีดที่โตเต็มวัยมาต้มสุก แล้วล้างทำความสะอาดในน้ำเย็น แล้วผึ่งให้สะเด็ดน้ำ นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 3-4 ชั่วโมง จากนั้นปั่นเป็นผงแบบหยาบด้วยเครื่องบด บรรจุในถุง PP จากนั้นที่ปิดสนิท เพื่อนำไปเป็นส่วนผสมในขั้นตอนต่อไป วิธีการเตรียมจิ้งหรีด แสดงในภาพที่ 1 และการผลิตไส้วุ้นเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด ร้อยละ 80 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด การผลิตมีลักษณะดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมจิ้งหรีด



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการผลิตไส้จิ้งหรีดที่เสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด ร้อยละ 80

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพของไส้จิ้งหรีด ด้านค่าสีและเนื้อสัมผัส

การวัดสีของผลิตภัณฑ์ จากการทดลองนำไส้จิ้งหรีดที่ผลิตได้มาทำการวัดสีด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น CX ตามระบบ L*, a*, b* พบว่า ค่า L* a* และ b* จะมีค่าลดลงตามระดับการแปรรูปตราส่วนของการเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์สีของไส้จิ้งหรีดเสริมโปรตีนจิ้งหรีดด้วยจิ้งหรีด 3 ระดับ 50% 80% และ 100%

Crushed crickets (%)	Color		
	L*	a*	b*
50	33.89±0.11 ^c	10.15±0.39 ^c	37.57±0.16 ^c
80	20.06±0.16 ^b	8.21±0.9 ^b	30.10±0.96 ^b
100	16.24±0.16 ^a	5.29±0.11 ^a	27.16±0.41 ^a

a, b, c means from the same column with the different letters are significantly different at P < 0.05

การวัดเนื้อสัมผัสในผลิตภัณฑ์ จากการทดลองวัดค่าเนื้อสัมผัสของไส้ั่วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer Model TA.XT2) โดยการวัดค่าความแข็งของไส้ั่วที่มีการแปรระดับอัตราส่วนจิ้งหรีด ร้อยละ 50 80 และ 100 โดยน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด แสดงในตารางที่ 3 ซึ่งพบว่า เมื่อมีการแปรระดับอัตราส่วนจิ้งหรีดมากขึ้น ทำให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของไส้ั่วเสริมโปรตีนจิ้งหรีดด้วยจิ้งหรีด 3 ระดับ 50% 80% และ 100%

Texture analysis (นิวตัน)	Crushed crickets (%)		
	50	80	100
ความแข็ง	154.13 ± 19.72 ^c	124.11 ± 15.24 ^b	116.81 ± 18.59 ^a

a, b, c means from the same column with the different letters are significantly different at P < 0.05

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี : ไสั่วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดที่มีการแปรอัตราส่วนจิ้งหรีดที่เพิ่มขึ้น มีผลให้คุณลักษณะทางเคมี ได้แก่ ความชื้น ไขมัน และเถ้า มีแนวโน้มลดลง แต่ปริมาณโปรตีนมีความใกล้เคียงกัน ส่วนปริมาณเยื่อใยเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนจิ้งหรีดเพิ่มขึ้น แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของไส้ั่วเสริมโปรตีนจิ้งหรีดด้วยจิ้งหรีด 3 ระดับ 50% 80% และ 100%

Crushed crickets (%)	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	Ash (%)	Fiber (%)
50	79.72±0.15 ^c	16.16±0.18 ^{ns}	12.20±0.06 ^a	1.49±0.06 ^a	0.10±0.32 ^a
80	75.16±0.12 ^b	16.87±0.27 ^{ns}	11.75±0.09 ^b	2.25±0.06 ^b	0.28±0.41 ^b
100	70.21±0.24 ^a	16.42±0.05 ^{ns}	10.24±1.21 ^c	2.89±0.16 ^b	0.34±0.14 ^c

a, b, c means from the same column with the different letters are significantly different at P < 0.05

ns means not significantly different at P < 0.05

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส : ผลิตภัณฑ์ไส้ั่วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด ที่มีการแปรอัตราส่วนจิ้งหรีดที่ 3 ระดับ จากนั้นทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 35 คน ที่ชอบและรับประทานไส้ั่วเป็นประจำ ที่มีต่อคุณลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส ความกรอบ และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการ 9-point hedonic scales ระดับคะแนน 1 ถึง 9 โดย 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และนำข้อมูลมาทดสอบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยโปรแกรมคำนวณทางสถิติ พบว่า การเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดอัตราส่วนร้อยละ 80 ได้คะแนนการยอมรับมากที่สุดคือ ผลดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของไส้ั่วเสริมโปรตีนจิ้งหรีด 3 ระดับ

Crushed crickets (%)	Appearance	Color	Odor	Taste	Overall preferences
50	7.53±1.35 ^a	7.03±0.99 ^{ns}	7.77±0.37 ^a	7.47±0.16 ^a	7.17±1.25 ^a
80	8.90±0.99 ^b	7.77±0.97 ^{ns}	8.48±0.24 ^b	8.80±0.92 ^b	8.57±0.65 ^b
100	7.00±0.83 ^a	7.93±0.89 ^{ns}	7.90±0.29 ^a	7.13±1.04 ^a	7.03±0.89 ^a

a, b, c means from the same column with the different letters are significantly different at P < 0.05

ns means not significantly different at P < 0.05

การศึกษาอายุการเก็บรักษา : จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ไส้อ้วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ในถุงพลาสติกแบบสุญญากาศเก็บที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส จากการนั้นทำการวิเคราะห์ คุณลักษณะทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัส ด้านค่าความแข็ง แสดงในตารางที่ 6 พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นค่าความแข็งลดลง และตรวจสอบจุลินทรีย์ ยีสต์ และรา เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ตัวอย่างไส้อ้วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดที่อัตราส่วนร้อยละ 80 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ซึ่งเป็นสูตรที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุด ทำการตรวจสอบการเสื่อมเสีย ทุกๆ 7 วัน (7 14 และ 21 วัน) แสดงในตารางที่ 7 พบว่า

ตารางที่ 6 ผลของคุณลักษณะทางกายภาพด้านค่าความแข็งของไส้อ้วเสริมโปรตีนจิ้งหรีดที่ระดับร้อยละ 80 เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษา 0-21 วัน

Crushed crickets (%)	ความแข็ง(นิวตัน)			
	0	7	14	21
80	124.11 ± 15.24 ^a	116.74 ± 11.32 ^b	108.00±0.82 ^c	101.60±0.52 ^c

a-c means from the same column with the different letters are significantly different at P < 0.05

ตารางที่ 7 ผลของการวิเคราะห์จุลินทรีย์ของไส้อ้วเสริมโปรตีนจิ้งหรีดที่ระดับร้อยละ 80

Storage time (day)	Microbiological property (CFU /g)	
	Total Plate Count	Yest and Mold
7	nd	nd
14	< 10	< 10
21	< 10	< 10

Difference letters in the same column indicate that the values are significantly different (p < 0.05).

nd : not detected.

การถ่ายทอดเทคโนโลยี : การถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปไส้อ้วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด เป็นลักษณะการอบรมเชิงปฏิบัติการสำหรับกับครูและนักเรียนโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนฮิวมาร์พาเบิล อ.ปากชม จ.เลย จำนวน 20 คน ประเมินผลโดยใช้การสังเกตการมีส่วนร่วมและแบบประเมินผลความพึงพอใจในการอบรม แสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปไส้อ้วเสริมโปรตีนจิ้งหรีดสำหรับนักเรียนของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน

อภิปรายผล

จากการนำจิ้งหรีดที่เพาะเลี้ยงในโรงเรือนของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนฮิวมาพาร์เบล อ.ปากชม จ.เลย มาผ่านกระบวนการทำให้จิ้งหรีดเป็นวัตถุดิบในการไปเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ ใส่อั่ว แล้วนำไปศึกษาผลของการเสริมโปรตีนในใส่อั่ว โดยใช้อัตราส่วนจิ้งหรีด 3 ระดับ คือ ร้อยละ 50 80 และ 100 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ที่มีต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส พบว่า คุณลักษณะทางกายภาพด้านค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab โดยใช้ระบบ L^* , a^* , b^* จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณจิ้งหรีดมีความสัมพันธ์กับค่าสีโดยทำให้ค่าสีของผลิตภัณฑ์ในแต่ละอัตราส่วนลดลงโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่า L^* , a^* , b^* ลดลงนั้นผลทำให้สีของใส่อั่วเข้มขึ้นเนื่องจากจิ้งหรีดเป็นแมลงที่มีสีเข้มและเลื่อมมัน ส่วนด้านเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer model TA.XT2) โดยทำการวัดค่าความแข็งของใส่อั่ว พบว่าปริมาณจิ้งหรีดที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อค่าความแข็งที่ลดลง เนื่องจากจิ้งหรีดมีปริมาณเส้นใยอาหารประเภทโคตินสูง เกิดเป็นสารเจลสามารถลดแรงตึงผิว สอดคล้องกับข้อมูลของศูนย์เกษตรกรรมสหกรณ์เกษตรศาสตร์ เน้นคุณสมบัติสำคัญอย่างหนึ่งของโคติน คือ การเพิ่มความเหนียวแน่นให้กับผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากเนื้อสัตว์ เกิดกลิ่นรสเนื้อสัมผัสที่ดี เคลือบเป็นแผ่นฟิล์มป้องกันออกซิเจนในอากาศ ป้องกันการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์ และป้องกันจุลินทรีย์อีกด้วย จากการศึกษาคุณลักษณะทางเคมีของผลิตภัณฑ์ใส่อั่วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด พบว่า โปรตีนของทุกระดับไม่แตกต่างกัน แสดงว่าจิ้งหรีดสามารถทดแทนโปรตีนในผลิตภัณฑ์อาหารได้ ส่วนเยื่อใยและเถ้าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราส่วนจิ้งหรีด สอดคล้องกับการศึกษาของ อิศวรรต์ พันโท (2563) พบว่า โปรตีนของแมลงกินได้มีคุณภาพสูงเมื่อเปรียบเทียบกับโปรตีนจากพืชและสัตว์ นอกจากมีปริมาณโปรตีนสูงแล้วยังมีกรดอะมิโน จำเป็นครบถ้วนสำหรับมนุษย์ ดังนั้นการนำแมลงไปใช้สำหรับเป็นอาหารจึงจะสามารถช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารได้อีกทางหนึ่ง ในขณะที่ความชื้นและปริมาณไขมันลดลง เนื่องจากในจิ้งหรีดมีไขมันน้อยกว่าเนื้อหมู (กองโภชนาการกรมอนามัย, 2530) จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ พบว่า เมื่อมีการเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดอัตราส่วนร้อยละ 80 มีคะแนนการยอมรับมากที่สุดทั้งลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รส ความกรอบ และความชอบโดยรวม และแตกต่างจากสูตรอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยใช้ตัวอย่างใส่อั่วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดที่อัตราส่วนร้อยละ 80 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ซึ่งเป็นสูตรที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุดไว้ในถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (PP) โดยบรรจุแบบสุญญากาศ เป็นเวลา 21 วัน ที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส จากนั้นวัดเนื้อสัมผัส (ความแข็ง) และอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ โดยตรวจสอบการเสื่อมเสียที่เกิดจากจุลินทรีย์ทุกๆ 7 วัน พบว่า ค่าความแข็ง (hardness) ลดลง แสดงถึงใส่อั่วที่มีการเกาะตัวของเนื้อสัมผัสลดลง เนื่องจากระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นแม้จะอยู่ในสภาวะบรรจุสุญญากาศและอุณหภูมิต่ำ แต่ผลิตภัณฑ์จะเกิดการดูดซับออกซิเจนและไอน้ำ และความแข็งลดลงในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องผลของปริมาณจิ้งหรีดต่อคุณภาพทางเนื้อสัมผัส คุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการของบราวนี่ฟลาวมัมสำหรับหลัง (สุทธิดา สุเต็น และคณะ, 2564) ค่าความแข็งที่ลดลงจะแปรผันตามการตรวจพบจุลินทรีย์เมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเจริญของจุลินทรีย์ ยีสต์ และรา จะเจริญเติบโตได้ดีถ้าในผลิตภัณฑ์นั้นมีน้ำเป็นองค์ประกอบ (สุมาลี เหลืองสกุล, 2535) อีกทั้งในผลิตภัณฑ์มีการเพิ่มอัตราส่วนของจิ้งหรีดไปทดแทนเนื้อหมูทำให้ปริมาณไขมันลดลง การลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ส่งผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษา (โสมศิริ สมถวิล, 2555) แต่อย่างไรก็ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 21 วัน แม้จะตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ ยีสต์ และรา แต่ยังไม่เกินค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดไว้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2555) เมื่อดำเนินการในห้องปฏิบัติการแล้ว จึงนำไปถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปใส่อั่วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดให้กับครูและนักเรียนโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนฮิวมาพาร์เบล พบว่า ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาสูตรใส่อั่วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด ที่ระดับร้อยละ 80 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคในระดับ ชอบมากที่สุด เมื่อทำการเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดในใส่อั่ว พบว่า คุณลักษณะทางกายภาพ ด้านค่าสี ค่า L^* a^* และ b^* จะมีค่าลดลงตามระดับการแปรรูปอัตราส่วนของการเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีด และค่าความแข็งของใส่อั่วที่มีการแปรรูปอัตราส่วนจิ้งหรีดร้อยละ

ละ 50 80 และ 100 โดยน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ได้ค่าความแข็ง ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งพบว่า เมื่อมีการแปรระดับอัตราส่วนจิ้งหรีดมากขึ้น ทำให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น ส่วนคุณลักษณะทางเคมี พบว่า ความชื้น ไขมัน และเถ้า มีแนวโน้มลดลง แต่ปริมาณโปรตีนมีความใกล้เคียงกัน ส่วนปริมาณเยื่อใย เพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนจิ้งหรีดเพิ่มขึ้น อีกทั้งคุณลักษณะทางจุลินทรีย์และประเมินการศึกษาอายุการเก็บรักษาของไส้อ้วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดด้วยการวิเคราะห์ค่าความแข็ง ผลการทดสอบทางจุลินทรีย์ พบว่า ไส้อ้วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดที่เก็บภายใต้อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศ ที่มีอายุการเก็บรักษาที่ 21 วัน แม้จะตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์ ยีสต์ และรา แต่ยังไม่เกินที่มาตรฐานกำหนด จากนั้นเมื่อนำไปถนอมทอดเทคโนโลยีให้กับนักเรียนโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนฮิลมาพาร์เบล พบว่า ความพึงพอใจระดับมากที่สุด ($p \leq 0.05$)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ : การทดลองนี้มีการใช้จิ้งหรีดที่เลี้ยงในโรงเรือนระบบปิดที่มีความสะอาดและปลอดภัย เพิ่มสมุนไพรและเครื่องเทศในส่วนผสมเพื่อทำให้มีกลิ่นหอมของสมุนไพรช่วยเพิ่มรสชาติให้ชวนรับประทานมากยิ่งขึ้นด้วย ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณประโยชน์ต่อร่างกาย มีคุณค่าทางโภชนาการ มีความเป็นไปได้ที่จะนำผลิตภัณฑ์ไส้อ้วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดมาประกอบอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้เสริมและเป็นทางเลือกในการบริโภคอาหารแก่ผู้บริโภคอีกด้วย

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป : ควรศึกษาและพัฒนาไส้อ้วเสริมโปรตีนจากจิ้งหรีดในบรรจุภัณฑ์รูปแบบอื่น เพื่อให้สามารถเก็บไว้นานยิ่งขึ้นและควรศึกษาหาวัตถุดิบสมุนไพรที่เป็นอัตลักษณ์ในพื้นที่เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการเป็นทางเลือกเพิ่มมูลค่าแก่ผลิตภัณฑ์ในท้องถิ่นด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา (กสศ.) ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินโครงการ ทำให้คณะผู้วิจัยได้มีโอกาสในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นอัตลักษณ์ของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนฮิลมาพาร์เบล โดยการใช้วัตถุดิบที่ผลิตได้จากโรงเรียนให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารอ้างอิง

กรมอนามัย กองโภชนาการ. (2545). ตารางคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม. กรมอนามัย: กรุงเทพฯ. เชษฐา ขาวประเสริฐ. 17 กรกฎาคม 2563. (สัมภาษณ์)

จิตรรัตน์ พันโท. (2563). แผลงกินได้ คุณค่าทางโภชนาการ และการแปรรูปเพื่อนำไปใช้ประโยชน์.

<https://kukr.lib.ku.ac.th> (สืบค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2565)

นันทิยา จงใจเทพ, พิมพ์ วัชรารักษ์กุล, ปิยนันท์ เผ่าม่วง และเพ็ญพิโยม ประภาศิริ. (2548). คุณภาพโปรตีนและไขมันใน

แมลงที่กินได้. วารสารโภชนาการปีที่ 40. ฉบับที่ 1 หน้า 11-17.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2547). ไส้อ้ว. www.tisi.go.th (สืบค้นเมื่อ 28 เมษายน 2555)

รัตนพร พรมพิชัย. (2542). ไส้อ้ว. ในสารานุกรมวัฒนธรรมไทย ภาคเหนือ (เล่ม 14, หน้า 7257). กรุงเทพฯ : มูลนิธิสารานุกรมวัฒนธรรมไทย ธนาคารไทยพาณิชย์.

ศูนย์เภสัชกรรมสนเทศคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. โคโคซาน. <http://drug.pharmacy.psu.ac.th>. (สืบค้นเมื่อ 24 ธันวาคม 2565)

สุทธิดา สุเต็น, นันทยง เพื่องขจรพิง, ปัทมา หิรัญญูภาส, จิราพร วิญญุตตานนท์ และจิตรรัตน์ แสนพรม. (2564). ผลของปริมาณผงจิ้งหรีดต่อคุณภาพทางเนื้อสัมผัส คุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการของบราวนี่ฟลาวานนัสสำหรับหลัง. PBRU SCIENCE JOURNAL ปีที่ 18 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2564. หน้า 42-51.

สุมาลี เหลืองสกุล. (2535). จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. หน้า 168.: 130-143.



สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (2544). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไส้อ้ว 2547.

<http://www.app.ti.si.go.th>. (สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2562)

โสมศิริ สมถวิล. (2555). การพัฒนาไส้อ้วลดไขมันและยืดอายุการเก็บรักษา. เชียงใหม่ : คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

AOAC. 2000. Official Method of Analysis of AOAC International. (17th ed). Washington D.C., USA: The Association of Official Analytical Chemists.