

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.มสนธูข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

การปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวด้วยโปรตีนถั่วเหลืองสกัด
เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส กัวร์กัม และการนึ่งไคจากแป้งข้าว

กรรณิการ์ กุลยะณี

- 7 ต.ค. 2556

327368

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
กุมภาพันธ์ 2556
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ กรรมการ กุลยณี ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร ของมหาวิทยาลัย
บูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....
(ดร.อโนชา สุขสมบูรณ์) อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลยา ลีรุ่งเรืองรัตน์) อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประภาศรี เทพรักษา) ประธาน

.....
(ดร.อโนชา สุขสมบูรณ์) กรรมการ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลยา ลีรุ่งเรืองรัตน์) กรรมการ

.....
(ดร.สมชาติ แม่นปิ่น) กรรมการ

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร ของมหาวิทยาลัย
บูรพา

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี ดันติวรานุกษ์) คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

วันที่ 24 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2556

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา
จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ประจำปีงบประมาณ 2554

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก อาจารย์ ดร. อโนชา สุขสมบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักที่กรุณาให้คำปรึกษา กำลังใจ แนะนำข้อคิดต่าง ๆ ความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย และช่วยแก้ไขตรวจข้อบกพร่องต่าง ๆ จนมีความเข้าใจในเนื้อหาจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์ จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่กรุณาเอื้อเฟื้อเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย รวมทั้งข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.จุฬารัตน์ หงส์วีรรัตน์ ที่กรุณาให้คำแนะนำการใช้เครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส และความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหารทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์กับผู้จัดทำในการด้นมนาคครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อณราช คุณแม่วันทนา นางสาวชนิกานต์ กุลยะณี และนายสาธิต ประคำไทย ที่เป็นกำลังใจสำคัญเป็นแรงผลักดันให้มีความพยายามทำให้สำเร็จ ตลอดจนพี่ ๆ และเพื่อน ๆ ปรียญาโท ทุกคนที่ได้ช่วยเหลือแนะนำ และเป็นกำลังใจให้เสมอ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติประจำปีงบประมาณ 2554

กรรณิการ์ กุลยะณี

52910173: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร: วท.ม.(วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร)

คำสำคัญ: โปรตีนถั่วเหลืองสกัด/เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส/กัวร์กัม/การนึ่งไคจากแป้งข้าว

กรรมกร กุลละณี: การปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวด้วยโปรตีนถั่วเหลืองสกัด เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส กัวร์กัม และการนึ่งไคจากแป้งข้าว (QUALITY IMPROVEMENT OF FRIED NOODLE FROM RICE FLOUR WITH SOY PROTEIN ISOLATE, TRANSGLUTAMINASE, GUAR GUM AND RICE DOUGH STEAMING) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: อโนชา สุขสมบูรณ์, ปร.ด.. กุลยา ลิมรุ่งเรืองรัตน์, Ph.D., 155 หน้า. ปี พ.ศ. 2556.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวโดยแบ่งการวิจัยเป็น 2 ส่วนคือ การปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวด้วยโปรตีนถั่วเหลือง เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส และกัวร์กัม และการปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวด้วยการนึ่งไค โดยงานวิจัยส่วนแรก เนื่องจากโปรตีนถั่วเหลืองสกัดมีสมบัติในการดูดซับน้ำสูงจึงต้องศึกษาปริมาณน้ำที่เหมาะสมควบคู่ไปด้วย จากผลการวิจัย พบว่า อิทธิพลระหว่างปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด (10 15 และ 20 % ของน้ำหนักแป้ง) และปริมาณน้ำ (85 90 และ 95 % ของน้ำหนักแป้ง) มีผลต่อค่าคุณภาพหลังการต้ม และลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว ($p < 0.05$) ทั้งนี้พบว่าบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจากโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 10 และน้ำ 90 % ของน้ำหนักแป้ง มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด รองจากบะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 % และมีปริมาณของแข็งที่สูงที่สุดระหว่างการต้มและค่าความแข็งต่ำที่สุด จึงเลือกมาเติมเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส 0 1 2 3 และ 4 % ของน้ำหนักแป้ง พบว่า เมื่อปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสเพิ่มขึ้น มีผลให้น้ำหนักที่ได้หลังการต้มลดลง ($p < 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่สูงที่สุดระหว่างการต้ม ($p \geq 0.05$) จากผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่าค่าความแข็งเพิ่มขึ้น และค่าการยืดเกาะที่ผิวหน้าลดลง ($p < 0.05$) ทั้งนี้พบว่าบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส 2 % ของน้ำหนัก ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด และมีปริมาณของแข็งที่สูงที่สุดระหว่างการต้มต่ำ จึงนำมาเติมกัวร์กัม 0 1 2 3 และ 4 % ของน้ำหนักแป้ง พบว่า เมื่อปริมาณกัวร์กัมเพิ่มขึ้น เวลาที่เหมาะสมที่ต้มให้สุก และปริมาณของแข็งที่สูงที่สุดระหว่างการต้มลดลง แต่น้ำหนักที่ได้หลังการต้ม ค่าความแข็ง ค่าการยืดเกาะที่ผิวหน้า และค่าความต้านทานต่อการดึงขาดเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) ทั้งนี้พบว่าบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมกัวร์กัม 3 % ของน้ำหนักแป้ง ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด มีปริมาณของแข็งที่สูงที่สุดระหว่างการต้มต่ำ และมีค่าความต้านทานต่อการดึงขาดสูง สำหรับการวิจัยส่วนที่สองได้ปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่ทอดด้วยการนึ่งไคจากแป้งข้าว โดยแปรเวลาที่ใช้นึ่ง 3 5 7 9 และ 11 นาที พบว่า เมื่อเวลานึ่งไคเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณการเกิดเจลลิตินเพิ่มขึ้น ปริมาณของแข็งที่สูงที่สุดระหว่างการต้ม น้ำหนักที่ได้หลังการต้มลดลง แต่ค่าความแข็ง ค่าการยืดเกาะที่ผิวหน้า และค่าความต้านทานต่อการดึงขาดเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) และพบว่าบะหมี่ทอดจากแป้งที่เตรียมจากการนึ่งไคที่เวลา 9 นาที ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด มีปริมาณของแข็งที่สูงที่สุดระหว่างการต้มต่ำ และมีค่าความต้านทานต่อการดึงขาดสูง ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่คัดเลือกจากการทดลองทั้งสองส่วนมีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์บะหมี่สำเร็จรูป

52910173: MAJOR: FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY; M.Sc. (FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY)

KEYWORDS: SOY PROTEIN ISOLATE/TRANSGLUTAMINASE/GUAR GUM/
RICE DOUGH STEAMING

KANNIKA KUNYANEE: QUALITY IMPROVEMENT OF FRIED NOODLE FROM RICE FLOUR WITH SOY PROTEIN ISOLATE, TRANSGLUTAMINASE, GUAR GUM AND RICE DOUGH STEAMING. ADVISORY COMMITTEE: ANOCHA SUKSOMBOON, Ph.D., KULLAYA LIMROONGRUENGRAT, Ph.D. 155 P. 2013.

The objective of this research was to develop and improve the quality of the fried noodle from rice flour. The experiment was divided into 2 parts; part 1 was to improve of fried noodle from rice flour with soy protein isolate (SPI), transglutaminase (TGase) and guar gum addition and part 2 was to improve the quality of fried noodle from rice flour by steaming rice dough. In part 1, due to high water absorption of SPI, the amount of water should be studied. The results showed that there were the statistical interaction effects of SPI content (10, 15 and 20 % (flour basis)) and water content (85, 90 and 95 % (flour basis)) to cooking properties and textural properties of fried noodle from rice flour ($p < 0.05$). The optimum formulation of the fried noodles from rice flour was 10 % of SPI and 90 % of water. The obtained product received the second highest overall acceptance score after the fried noodle from 100 % wheat flour and presented the lowest cooking loss and the lowest hardness values. Therefore the fried noodles from rice flour formulation with 10 % of SPI and 90 % of water was selected for further study. The selected formula was added TGase at 0, 1, 2, 3 and 4 % (flour basis). The increase of TGase levels caused the decrease of cooking yields, but it did not affect cooking loss. The textural analysis results indicated that the increase of hardness and the decrease of adhesiveness were related to the increase of TGase levels ($p < 0.05$). The result of sensory evaluation showed that 2 %TGase fried noodle from rice flour was received the highest score of overall acceptance and showed low cooking loss. The effect of guar gum addition at the levels of 0, 1, 2, 3 and 4 % (flour basis) was determined. The results showed that the increasing amount of guar gum decreased cooking loss but increased cooking yield, hardness, adhesiveness and tensile strength ($p < 0.05$). The results showed that fried noodle with 3%guar gum received the highest score of overall acceptance, low cooking loss and the highest adhesiveness values. In part 2, the quality improve of fried noodle form rice flour was carried out by steaming rice dough at 3, 5, 7, 9 and 11 min. As the steaming time increased, cooking yield and cooking loss decreased ($p < 0.05$) whereas hardness, adhesiveness and tensile strength increased ($p < 0.05$). The fried noodle prepared by steaming rice dough at 9 min received the highest score of overall acceptance. Moreover, the obtained fried noodle products from both 2 parts of this research meet the Thai Industrial Standards of instant noodle.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
ขอบเขตในการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
ผลิตภัณฑ์อาหารเส้น.....	5
แป้งข้าวเจ้า.....	11
โปรตีนถั่วเหลือง.....	16
เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส.....	18
สารประกอบไฮโดรคอลลอยด์.....	21
การทอด.....	25
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	27
วัตถุดิบ.....	27
อุปกรณ์และเครื่องมือ.....	27
สารเคมี.....	28

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ตอนที่ 1 การปรับปรุงคุณภาพของมะห้ทอดจากแป้งข้าวด้วยโปรตีนถั่วเหลือง โปรตีนถั่วเหลืองสกัด เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส และกั๋วร้กั้ม.....	29
ตอนที่ 2 การปรับปรุงคุณภาพของมะห้ทอดจากแป้งข้าวด้วยการนึ่งโค.....	36
ตอนที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพทางเคมีของมะห้ทอดจากแป้งข้าว มะห้ทอดจาก จากแป้งสาลี และมะห้ทอดทางการค้า.....	38
4 ผลการวิจัย.....	39
ตอนที่ 1 ผลการปรับปรุงคุณภาพของมะห้ทอดจากแป้งข้าวด้วยโปรตีนถั่วเหลือง โปรตีนถั่วเหลืองสกัด เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส และกั๋วร้กั้ม.....	39
ตอนที่ 2 ผลการปรับปรุงคุณภาพของมะห้ทอดจากแป้งข้าวด้วยการนึ่งโค.....	64
ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีของมะห้ทอดจากแป้งข้าว มะห้ทอดจากแป้งสาลี และมะห้ทอดทางการค้า.....	73
5 อภิปรายและสรุปผล.....	76
ตอนที่ 1 ผลการปรับปรุงคุณภาพของมะห้ทอดจากแป้งข้าวด้วยโปรตีนถั่วเหลือง โปรตีนถั่วเหลืองสกัด เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส และกั๋วร้กั้ม.....	76
ตอนที่ 2 ผลการปรับปรุงคุณภาพของมะห้ทอดจากแป้งข้าวด้วยการนึ่งโค.....	89
ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีของมะห้ทอดจากแป้งข้าว มะห้ทอดจากแป้งสาลี และมะห้ทอดทางการค้า.....	94
สรุปผลการทดลอง.....	95
ข้อเสนอแนะ.....	96
บรรณานุกรม.....	98
ภาคผนวก.....	105
ภาคผนวก ก.....	106
ภาคผนวก ข.....	108
ภาคผนวก ค.....	115

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ง.....	119
ภาคผนวก จ.....	121
ภาคผนวก ฉ.....	130
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	155

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นจากโปรตีนถั่วเหลืองสกัด.....	17
3-1 สูตรในการทำบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว.....	29
4-1 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และน้ำต่อคุณภาพทางกายของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว.....	40
4-2 ผลของปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง และน้ำต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจาก แป้งข้าว.....	42
4-3 ผลของปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และน้ำต่อคุณภาพหลังการต้มของ ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว.....	45
4-4 ผลของปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และน้ำต่อคุณภาพทางกายภาพด้าน ลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว.....	47
4-5 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว ที่เติม โปรตีนถั่วเหลืองสกัด และน้ำปริมาณต่าง ๆ.....	49
4-6 ผลของปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสต่อค่าสีของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว.....	50
4-7 ผลของปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส ต่อคุณภาพหลังการต้มของบะหมี่ทอด จากแป้งข้าว.....	53
4-8 ผลของปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส ต่อคุณภาพทางกายภาพด้านลักษณะ เนื้อสัมผัสของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว.....	54
4-9 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติม ปริมาณเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสระดับต่าง ๆ.....	56
4-10 ผลของปริมาณกัวร์กัมต่อค่าสีของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว.....	57
4-11 ผลของปริมาณกัวร์กัมต่อคุณภาพหลังการต้มของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว.....	60
4-12 ผลของปริมาณกัวร์กัมต่อคุณภาพทางกายภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่ทอด จากแป้งข้าว.....	61
4-13 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว ที่เติม ปริมาณกัวร์กัมระดับต่าง ๆ.....	63
4-14 ผลการวิเคราะห์อัตราการเกิดเจลาคีไชน์ไดจากแป้งข้าวที่ผ่านการนึ่งที่เวลาต่าง ๆ.....	65

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-15 ผลของเวลานึ่งไคจากแป้งข้าวต่อคุณภาพด้านสีของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว.....	67
4-16 ผลของเวลานึ่งไคจากแป้งข้าวต่อคุณภาพหลังการต้มของบะหมี่ทอด จากแป้งข้าว.....	69
4-17 ผลของเวลานึ่งไคต่อคุณภาพทางกายภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่ทอด จากแป้งข้าว.....	70
4-18 คะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าว ที่เวลานึ่งไคต่าง ๆ.....	72
4-19 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดจากแป้งข้าว ผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอด จากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ และผลิตภัณฑ์บะหมี่ทอดทางการค้า.....	75

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 กรรมวิธีการผลิตบะหมี่.....	8
2-2 โครงสร้างของอะมิโลส.....	12
2-3 โครงสร้างของอะมิโลสเพกทิน.....	12
2-4 การเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้งในระหว่างการหุงต้ม.....	13
2-5 การทำงานของเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส ในสถานะที่มีตัวร่วมทำปฏิกิริยาต่าง ๆ กัน.....	19
2-6 สูตรโครงสร้างโมเลกุลของกัวร์กัม.....	24
4-1 ผลึกนํ้าตาลบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมโปรตีนถั่วเหลืองสกัด และนํ้าที่ปริมาณต่าง ๆ และบะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์.....	43
4-2 ผลึกนํ้าตาลบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนสที่ระดับต่าง (ก) 0 กรัม (ข) 1 กรัม (ค) 2 กรัม (ง) 3 กรัม (จ) 4 กรัมต่อนํ้าหนักแป้ง 100 กรัม.....	51
4-3 ภาพตัดขวาง (Cross Section) จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของ (ก) ผลึกนํ้าตาลบะหมี่ทอดจากแป้งสาลี และบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวเดิม (ข) เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส 0 กรัม (ค) 1 กรัม (ง) 2 กรัม (จ) 3 กรัม (จ) และ (ฉ) 4 กรัมต่อนํ้าหนักแป้ง 100 กรัม.....	52
4-4 ผลึกนํ้าตาลบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมกัวร์กัมปริมาณ (ก) 0 กรัม (ข) 1 กรัม (ค) 2 กรัม (ง) 3 กรัม และ (จ) 4 กรัมต่อนํ้าหนักแป้ง 100 กรัม.....	58
4-5 ภาพตัดขวาง (Cross Section) จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของ ผลึกนํ้าตาลบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เติมกัวร์กัมปริมาณ (ก) 0 กรัม (ข) 1 กรัม (ค) 2 กรัม (ง) 3 กรัม และ (จ) 4 กรัมต่อนํ้าหนักแป้ง 100 กรัม.....	59
4-6 ก้อนโดจากแป้งข้าวที่ผ่านการนึ่งที่เวลา (ก) 3 นาที (ข) 5 นาที (ค) 7 นาที (ง) 9 นาที และ (จ) 11 นาที.....	66
4-7 ผลึกนํ้าตาลบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวจากการเตรียมจากการนึ่งโดที่เวลา (ก) 3 นาที (ข) 5 นาที (ค) 7 นาที (ง) 9 นาที (จ) 11 นาที.....	68

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่

หน้า

- 4-8 ผลผลิตภัณฑ์ปะหมี่ทอด (ก) ผลผลิตภัณฑ์ปะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่เตรียมจาก
โปรตีนถั่วเหลืองสกัด 10 กรัม น้ำ 90 กรัม เอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส 2 กรัม
และกั้วร้กัม 3 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม (ข) ผลผลิตภัณฑ์ปะหมี่ทอดจากแป้งข้าวที่
เตรียมจากโปรตีนถั่วเหลืองสกัด 10 กรัม น้ำ 90 กรัมต่อน้ำหนักแป้ง 100 กรัม
และนึ่งไค้เวลา 9 นาที (ค) ผลผลิตภัณฑ์ปะหมี่ทอดจากแป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์
และ(ง) ผลผลิตภัณฑ์ปะหมี่ทอดทางการค้า..... 74

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University