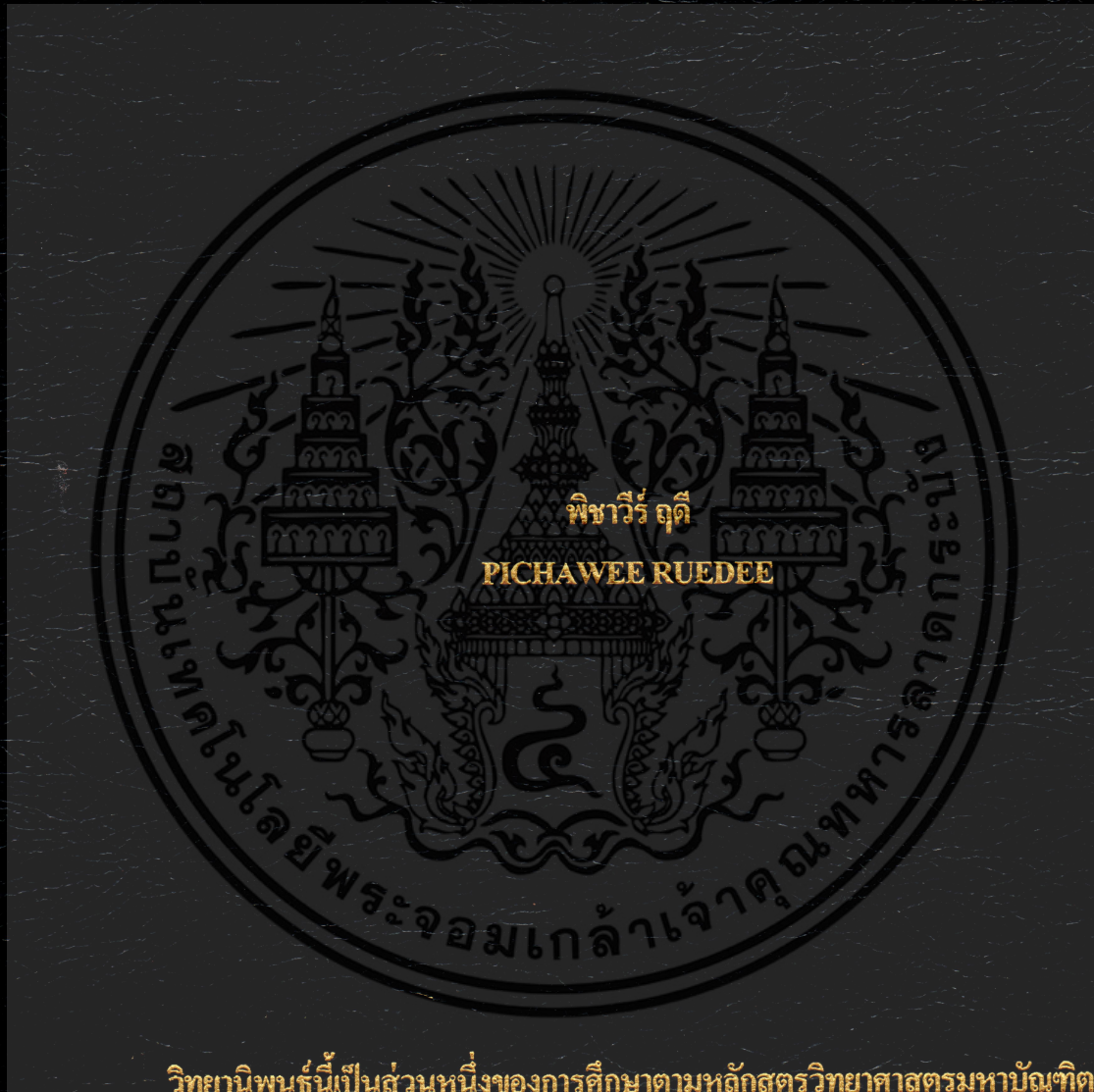


ภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกกุ้งขาวโดยใช้ตู้อบไฟฟ้า  
และการนำไปใช้ในผงโรยข้าว

OPTIMIZATION OF WHITE SHRIMP SHELL DRYING USING ELECTRIC OVEN  
AND APPLICATION TO FURIKAKE



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีการจัดการและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AI-M-055-303

ภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกกุ้งขาวโดยใช้ตู้อบไฟฟ้า  
และการนำไปใช้ในผงโรยข้าว

OPTIMIZATION OF WHITE SHRIMP SHELL DRYING USING ELECTRIC OVEN  
AND APPLICATION TO FURIKAKE



พิชาวีร์ ฤดี

PICHAWEE RUEDEE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีการจัดการและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AI-M-055-303

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**OPTIMIZATION OF WHITE SHRIMP SHELL DRYING USING ELECTRIC OVEN  
AND APPLICATION TO FURIKAKE**



**PICAWEE RUEDEE**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE**

**IN FOOD SERVICE AND CATERING TECHNOLOGY**

**FACULTY OF AGRO-INDUSTRY**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2018**

**KMITL-2018-AI-M-055-303**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2018**

**AGRO-INDUSTRY**

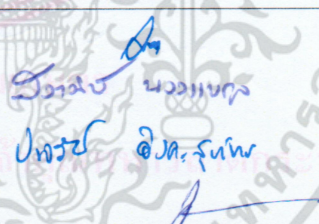
**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกกุ้งขาวโดยใช้ตู้อบไฟฟ้าและการนำไปใช้ในผงโรยข้าว  
OPTIMIZATION OF WHITE SHRIMP SHELL DRYING USING ELECTRIC OVEN AND APPLICATION TO FURIKAKE

ชื่อนักศึกษา นางสาวพิชาวีร์ ฤดี  
รหัสประจำตัว 58608032  
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชา เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร. โสรยา เกิดพิบูลย์  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร. โสรยา เกิดพิบูลย์ ดร.สวามินี นวลแขกกุล ดร.ปจรรย์ อิงคะสุภัทร รศ.เขวาลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์	

วัน / เดือน / ปีที่ 27 มิถุนายน 2561 เวลา 09.00 น. เป็นต้นไป  
สถานที่สอบ ณ ห้อง A 302 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิริโรตม)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 13 เดือน 09 พ.ศ. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกกุ้งขาวโดยใช้ตู้อบไฟฟ้าและการนำไปใช้ในผงโรยข้าว
นักศึกษา	นางสาวพิชาวีร์ ฤดี
รหัสนักศึกษา	58608032
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
พ.ศ.	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. โสรยา เกิดพิบูลย์

### บทคัดย่อ

กุ้งแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) เป็นกุ้งสายพันธุ์ที่ได้รับความนิยมในการใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารทะเลของไทยที่ส่งออกไปต่างประเทศ เศษเหลือจากกระบวนการผลิต ได้แก่ เปลือกและหัวกุ้ง ยังมีการนำมาใช้ประโยชน์ไม่หลากหลาย เปลือกกุ้งมีความชื้นสูงจึงเกิดการเสื่อมเสียง่าย การนำเปลือกกุ้งมาทำการอบแห้งโดยใช้ตู้อบไฟฟ้า เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของเปลือกกุ้งจึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจ อย่างไรก็ตามคุณสมบัติของเปลือกกุ้งมีความแตกต่างกันขึ้นกับสภาวะการอบ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิ ได้แก่ 180 190 และ 200 องศาเซลเซียส และระยะเวลาการอบแห้ง 0-60 นาที ที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของเปลือกกุ้งขนาดต่างๆ เพื่อคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกกุ้งสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว โดยความชื้นเริ่มต้นของเปลือกกุ้งมีค่าประมาณร้อยละ 72-79 โดยน้ำหนักเปียก ผลการทดลองพบว่าการอบแห้งเปลือกกุ้งที่สภาวะต่างกันส่งผลต่อค่าสี อัตราการดูดกลืนน้ำกลับ การละลายในกรดและการละลายในน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) การใช้อุณหภูมิและระยะเวลาในการอบเพิ่มขึ้น ส่งผลให้อัตราการดูดกลืนน้ำกลับของเปลือกกุ้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและการอบแห้งด้วยอุณหภูมิสูงและใช้เวลานานจะส่งผลให้เปลือกกุ้งมีความสามารถในการละลายในกรดและน้ำลดลง การลดขนาดของเปลือกกุ้งก่อนการนำไปอบแห้ง ส่งผลให้ค่าความชื้นสุดท้ายของเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งน้อยกว่าเปลือกกุ้งแบบทั้งเปลือก โดยสภาวะที่เหมาะสมในการนำเปลือกกุ้งอบแห้งไปใช้ในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว คือ เปลือกกุ้งแบบลดขนาด ใช้อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที โดยเปลือกกุ้งมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 8 มีค่าความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ ความสามารถในการละลายในกรดและน้ำสูง ค่าสีแดงและสีเหลืองสูง และค่าความสว่างน้อย จากนั้นหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเปลือกกุ้งในการทดแทนเนื้อปลาอบแห้งที่ใช้ในการผลิตผงโรยข้าว โดยพบว่า การใช้เปลือกกุ้งร้อยละ 30 ของเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลาทั้งหมด ในการผลิตผงโรยข้าวเป็นอัตราส่วนที่ได้รับการยอมรับสูงและเป็นอัตราส่วนที่มีการใช้เปลือกกุ้งสูงที่สุด โดยพบว่าผงโรยข้าวได้รับคะแนนความชอบในด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นกุ้ง และความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.98 7.08 6.94 7.02 และ 7.00 คะแนนตามลำดับ แต่ผู้ทดสอบชิมให้ระดับความพอดีในด้านรสเค็มว่าสูงเกินไป จึงปรับปรุงสูตรจนผลิตภัณฑ์ได้คะแนนด้านความชอบในด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นกุ้ง และความชอบโดยรวมมากกว่าหรือเท่ากับ 7 คะแนน (ระดับความชอบปานกลาง) จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวมาบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ลามิเนตพลาสติกพร้อมกับสารดูดความชื้นในสถานะสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) นาน 12 สัปดาห์ พบว่าค่าความชื้น ค่า  $A_w$  ค่า  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าความชื้นและค่า  $A_w$  มีค่าเท่ากับร้อยละ 5.17 ต่อน้ำหนักแห้งและ 0.32 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Thesis</b>	Optimization of white shrimp shell drying using electric oven and application to Furikake
<b>Student</b>	Miss Pichawee Ruedee
<b>Student ID</b>	58608032
<b>Degree</b>	Master of Science
<b>Program</b>	Food Service and Catering Technology
<b>Year</b>	2018
<b>Thesis Advisor</b>	Asst. Prof. Dr. Soraya Kerdpiboon

### ABSTRACT

Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) is a popular shrimp variety used to be material for seafood processing in Thailand and exported worldwide. The by-products including shrimp heads and shells were limited in utilization. Shrimp shell is a perishable material because of high moisture content. Drying of shrimp shell using hot air oven to prolong its shelf life was desired. However, properties of shrimp shell were varied depending on the drying conditions. The objectives of this research were to study effects of electric oven drying temperatures of 180, 190 and 200°C and drying times of 0-60 minutes, as well as different sizes of shrimp shell on its physical properties. Moreover, optimized condition for shrimp shell drying and its application to Furikake were determined. Initial moisture content of shrimp shell was 72-79% wb. The results were found that drying conditions affected color, rehydration ratio and solubility in acid and water among all dried shrimp shell sample with significantly different ( $p \leq 0.05$ ). Increased drying temperature and time resulted in dried shrimp shell with increased rehydration ratio. Resized shrimp shells had equilibrium moisture content lower than that of whole size shrimp shell. The optimized condition for drying shrimp shell was resizing of shrimp shell and drying at 190°C for 60 minutes because of moisture content less than 8%, higher of rehydration ratio, solubility in acid and water, redness, yellowness and lower of lightness. The ratio of dried shrimp shell to dried fish of 30:70 w/w of dried fish was used to produce Furikake, since it presented highest of acceptability score and substituted of shrimp shell ratio. Liking score of Furikake in terms of color, texture, flavor, shrimp flavor and overall liking of Furikake were 6.98 7.08 6.94 7.02 and 7.00, respectively. However, just about right test of salty is too high. Then product formulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

was modified until liking scores for all of attributes were greater than or equal to 7.00 (like moderately). The Furikake was packed with moisture absorber in Aluminum foil plastic bag under vacuum condition and kept at room temperature (30°C) for 12 weeks. The results were found that moisture,  $A_w$ ,  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  value were increased with increased storage time ( $p \leq 0.05$ ). In week 12, moisture content and  $A_w$  were 5.17 %db and 0.32, respectively, according to dried product standard.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งด้านวิชาการ และด้านการดำเนินงานวิจัยจาก ผศ.ดร. โสธยา เกิดพิบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนวทางการวิจัย คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง และดูแลการวิจัยจนกระทั่งงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ตลอดจนช่วยแก้ไขปัญหารวมทั้งช่วยตรวจทาน และแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รศ. เขียวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์ ดร. สวามินี นวลแขกุล และดร. ปาจารย์ อิงคะสุภัทร ที่ได้ให้เกียรติเป็นคณะกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ และได้ให้ความรู้ แนวคิด คำปรึกษา และคำแนะนำ รวมถึงกรุณาตรวจสอบ แก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้นและสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สกว.) ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณการทำวิจัย และบริษัท มารีน โกลด์ โปรดักส์ จำกัด ที่ให้การสนับสนุนวัตถุดิบเปลือกกุ้ง

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดา เป็นอย่างสูงที่ช่วยส่งเสริม สนับสนุนการศึกษา และให้กำลังใจมาโดยตลอด รวมถึงพี่ๆ น้องๆ และเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ คำปรึกษา และให้การสนับสนุนช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน และเป็นแรงผลักดันในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จตามที่ตั้งใจไว้เสมอมา

พิชาวีร์ ฤดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญภาพ.....	XII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 สถานการณ์การผลิตและส่งออกกุ้ง.....	4
2.2 กุ้งขาว.....	5
2.3 เปลือกกุ้ง.....	7
2.4 แคลโรทีนอยด์.....	13
2.5 การทำแห้ง.....	14
2.6 การลดขนาด.....	16
2.7 ตู้อบไฟฟ้า.....	17
2.8 พงโรยข้าว.....	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
<b>บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง</b>	
3.1 วัตถุประสงค์.....	21
3.2 สารเคมี.....	21
3.3 อุปกรณ์.....	21
3.4 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	22
3.5 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	29
<b>บทที่ 4 ผลและการวิจารณ์ผลการทดลอง</b>	
4.1 การศึกษาผลของสภาวะในการอบแห้งที่มีต่อคุณภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งขนาดต่างๆ.....	31
4.2 การคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกกุ้งเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว.....	48
4.3 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเปลือกกุ้งขาวอบแห้งในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว.....	49
4.4 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว.....	52
4.5 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวระหว่างการเก็บรักษา.....	54
4.6 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค.....	57
<b>บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง</b>	
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	62
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	63
เอกสารอ้างอิง.....	64
ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์ความชื้นของเปลือกกุ้งอบแห้ง.....	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ข. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าคุณภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งในสภาวะต่างๆ.....	70
ภาคผนวก ค. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาป่นปรุงรส มผส. 1337/2549.....	80
ภาคผนวก ง. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาของ ปลาเกล็ด และปลาแห้งป่น.....	85
ภาคผนวก จ. การสำรวจข้อมูลผงโรยข้าวในท้องตลาด.....	90
ภาคผนวก ฉ. ต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว.....	100
ภาคผนวก ช. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว.....	101
ประวัติผู้วิจัย.....	110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ผลผลิตกึ่งจากการเพาะเลี้ยงของโลก ปี 2555-2560.....	5
2.2 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกุ้งขาวแปซิฟิก.....	10
2.3 ปริมาณแร่ธาตุของหัวกุ้งและเปลือกกุ้งอบแห้ง (mg/kg).....	11
2.4 องค์ประกอบกรดอะมิโนของเปลือกกุ้งขาวแปซิฟิก.....	12
3.1 สูตรพื้นฐานผงโรยข้าว.....	26
3.2 ส่วนประกอบของผงโรยข้าวที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยเปลือกกุ้งอัตราส่วนต่างๆ.....	26
4.1 ค่า P-value ของอุณหภูมิและเวลาต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งทั้งเปลือก.....	32
4.2 ผลของอุณหภูมิที่มีต่อปัจจัยคุณภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งทั้งเปลือก.....	32
4.3 ผลของเวลาที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งทั้งเปลือก.....	33
4.4 ค่า P-value ของอุณหภูมิและเวลาต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งแบบลดขนาด.....	40
4.5 ผลของอุณหภูมิต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งแบบลดขนาด.....	40
4.6 ผลของเวลาที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งแบบลดขนาด.....	41
4.7 คุณสมบัติทางกายภาพของเปลือกกุ้งขาวที่ผ่านการอบแห้งแบบทั้งเปลือกและลดขนาด.....	49
4.8 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของการหาอัตราส่วนของเปลือกกุ้งขาว อบแห้งที่สัดส่วนต่างๆ.....	50
4.9 ส่วนประกอบของผงโรยข้าวที่ผ่านการปรับปรุงสูตร.....	52
4.10 การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว.....	53
4.11 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่ผ่านการปรับปรุงสูตร.....	53
4.12 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสระหว่างการเก็บรักษาและการยอมรับของผู้ทดสอบ ต่อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว.....	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.13 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามในการสำรวจผู้บริโภค.....	58
4.14 พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวของผู้ตอบแบบสอบถาม.....	59
4.15 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว.....	60
4.16 พฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวของผู้บริโภค.....	60
4.17 ราคาและบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่ผู้บริโภคต้องการ.....	61
ข.1 ค่าความชื้นของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบทั้งเปลือกที่สภาวะต่างๆ.....	70
ข.2 อัตราการดูดกลืนน้ำกลับของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบทั้งเปลือกที่สภาวะต่างๆ.....	71
ข.3 ความสามารถในการละลายในน้ำของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบทั้งเปลือกที่สภาวะต่างๆ.....	72
ข.4 ความสามารถในการละลายในกรดของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบทั้งเปลือกที่สภาวะต่างๆ.....	73
ข.5 ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบทั้งเปลือกที่สภาวะต่างๆ.....	73
ข.6 ค่าสีแดง ( $a^*$ ) ของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบทั้งเปลือกที่สภาวะต่างๆ.....	74
ข.7 ค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) ของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบทั้งเปลือกที่สภาวะต่างๆ.....	74
ข.8 ค่าความชื้นของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบลดขนาดที่สภาวะต่างๆ.....	75
ข.9 ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบลดขนาดที่สภาวะต่างๆ.....	75
ข.10 ความสามารถในการละลายในน้ำของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบลดขนาดที่สภาวะต่างๆ.....	76
ข.11 ความสามารถในการละลายในกรดของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบลดขนาดที่สภาวะต่างๆ.....	76
ข.12 ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบลดขนาดที่สภาวะต่างๆ.....	77
ข.13 ค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) ของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบลดขนาดที่สภาวะต่างๆ.....	77
ข.14 ค่าความเป็นสีเหลือง ( $b^*$ ) ของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบลดขนาดที่สภาวะต่างๆ.....	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข.15 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวในระหว่างการเก็บรักษา.....	79
ค.1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน.....	83
ง.1 คุณลักษณะทางเคมี.....	87
ง.2 สารปนเปื้อน.....	88
จ.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด.....	90
จ.2 ส่วนประกอบของผงโรยข้าวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด.....	93
ฉ.1 การคิดต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว.....	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 กุ้งขาวแวนนาไม ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ).....	5
2.2 ลักษณะของกุ้งขาวแวนนาไม ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ).....	7
2.3 ชั้นของเปลือกกุ้ง.....	8
2.4 การเคลื่อนที่ของความชื้นระหว่างการทำแห้ง.....	14
2.5 ตู้อบไฟฟ้า (Electric oven).....	17
2.6 ผงโรยข้าว (Furikake).....	18
3.1 ตู้อบไฟฟ้า (Electric oven) .....	23
3.2 ขั้นตอนที่ใช้ในการผลิตผงโรยข้าว.....	26
4.1 ความชื้นของเปลือกกุ้งแบบแห้งเปลือกที่ผ่านการอบแห้งที่สภาวะต่างๆ.....	33
4.2 การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกกุ้งแบบแห้งเปลือกในระหว่างกระบวนการอบแห้ง.....	35
4.3 ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับของเปลือกกุ้งแบบแห้งเปลือกที่ผ่านการอบแห้ง.....	36
4.4 ความสามารถในการละลายของเปลือกกุ้งแบบอบแห้งทั้งเปลือกในกรด.....	37
4.5 ความสามารถในการละลายของเปลือกกุ้งแบบแห้งเปลือกอบแห้งในน้ำ.....	38
4.6 ความชื้นของเปลือกกุ้งแบบลดขนาดที่ผ่านการอบแห้งที่สภาวะต่างๆ.....	41
4.7 การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกกุ้งแบบลดขนาดในระหว่างกระบวนการอบแห้ง.....	43
4.8 ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับของเปลือกกุ้งแบบลดขนาดที่ผ่านการอบแห้ง.....	44
4.9 ความสามารถในการละลายของเปลือกกุ้งแบบลดขนาดอบแห้งในกรด.....	45
4.10 ความสามารถในการละลายของเปลือกกุ้งแบบลดขนาดอบแห้งในน้ำ.....	46
4.11 ร้อยละความพอดีของเปลือกกุ้งในการทดแทนปลาป่นอบแห้ง	

ในการผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว.....50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.12 ผลการทดสอบความพอดีของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว.....	52
4.13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวในระหว่างการเก็บรักษา.....	53
4.14 การเปลี่ยนแปลงของค่า Aw ของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวในระหว่างการเก็บรักษา.....	54



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กุ้งแวนนาไม (*Litopenaeus Vanamei*) เป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปกุ้งสดและแปรรูปแช่เยือกแข็ง โดยเน้นเพื่อการส่งออก และมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากกุ้งสายพันธุ์นี้มีความแข็งแรงและทนต่อสภาวะแวดล้อม โดยในปี พ.ศ. 2558 ประเทศไทยผลิตสินค้าจากกุ้งได้ 171,152 ล้านบาท คิดเป็นมูลค่าส่วนแบ่งตลาดโลกร้อยละ 8.6 และเป็นประเทศที่ส่งออกกุ้งเป็นอันดับ 5 ของโลก (ศูนย์วิจัยเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร, 2559) ส่งผลให้เกิดเศษเหลือจากกระบวนการผลิตกุ้ง ได้แก่ เปลือกกุ้งและหัวกุ้งเพิ่มขึ้น โดยเศษเหลือดังกล่าวมีปริมาณมากกว่าร้อยละ 50 ของปริมาณผลผลิตกุ้งทั้งหมด (Sachindra et al., 2006) จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการนำเศษเหลือจากเปลือกกุ้งมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์และการสกัดสารโคตินและโคโดซาน (Khan et al., 2012) ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น การสกัดกลิ่นและสีผสมอาหาร (Binsan et al., 2008) เป็นต้น ในเปลือกกุ้งประกอบด้วย โปรตีนร้อยละ 43.89 ไขมันร้อยละ 1.53 เถ้าร้อยละ 18.77 โคตินร้อยละ 34.92 โดยน้ำหนักแห้ง และอื่นๆ (Senphan et al., 2014) เปลือกกุ้งยังมีกรดอะมิโน เช่น กรดกลูตามิกและกรดแอสพาร์ติก และแร่ธาตุที่สำคัญ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก โคบอล ทองแดง และโพแทสเซียม (Ravichandran et al., 2009) นอกจากนี้เปลือกกุ้งและหัวกุ้งยังมีสารแคโรทีนอยด์ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ 206 mg/kg โดยน้ำหนักแห้ง (Trung and Phoung, 2012) ทั้งนี้เปลือกกุ้งสดมีความชื้นและโปรตีนสูงจึงเกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์และเอนไซม์อย่างรวดเร็ว การอบแห้งจึงเป็นกระบวนการที่สามารถช่วยลดความชื้นของเปลือกกุ้ง อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความสะดวกในการนำเปลือกกุ้งไปใช้ (Akonor et al., 2016)

การอบแห้งโดยใช้ลมร้อนเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมในการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย ค่าใช้จ่ายน้อย และช่วยเพิ่มกลิ่นรสของโปรตีนหลังจากการอบ แต่การอบแห้งบางครั้งอาจทำให้เกิดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการและกลิ่นรสได้ (Tu, 1990) การอบแห้งด้วยอุณหภูมิสูงนั้นทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดได้จากกรดอะมิโน โปรตีนและน้ำตาล (วิไล รังสาดทอง, 2552) ทำให้เปลือกกุ้งมีกลิ่นรสและสีที่มีความหลากหลายขึ้น (Crosby, 2016) และความร้อนจากการอบแห้งมีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลือกกุ้งเมื่อผ่านการให้ความร้อน (Niamnuy et al., 2008) จึงมีแนวคิดที่จะนำเปลือกกุ้งมาแปรรูป โดยผ่านกระบวนการให้ความร้อนโดยใช้ตู้อบไฟฟ้าที่สภาวะเหมาะสม เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของเศษเหลือจากเปลือกกุ้งให้นานขึ้นและสามารถช่วยเพิ่มกลิ่นรสให้ดีขึ้น จากนั้นนำเปลือกกุ้งที่ผ่านกระบวนการอบมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีการนำเศษเหลือจากกุ้งไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เช่น แครกเกอร์ (Khan et al., 2012) โครเก้ต (Ibrahim, 1999) และซูปกึ่งสำเร็จรูป (จรินทร์สว่างแจ้ง, 2544) เพื่อช่วยเพิ่มปริมาณโปรตีนและกลิ่นรส และมีการนำมาแปรรูปเป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรส (เพียงใจ หาญวัฒนาวุฒิ, 2537 ; พัชรี ชีรสุนทรวัฒน์, 2536) แนวคิดในการนำเปลือกกุ้งมาแปรรูปมาผ่านกระบวนการให้ความร้อนโดยใช้ตู้อบไฟฟ้าที่สภาวะเหมาะสมและใช้เปลือกกุ้งทดแทนการใช้เนื้อปลาในผงโรยข้าวจึงมีความน่าสนใจ ทั้งนี้ผงโรยข้าวหรือฟูริคาเกะ (Furikake) เป็นอาหารที่ชาวญี่ปุ่นนิยมรับประทานสามารถนำมารับประทานโดยการโรยบนข้าวหรืออาหารประเภทเส้น นอกจากนี้ยังสามารถนำไปผสมกับน้ำร้อนหรือน้ำชาเพื่อรับประทาน ส่วนใหญ่มีส่วนผสม คือ ปลาแห้งบด ผัก สาหร่าย งา เกลือ ผงปรุงรส ไข่ไก่ ไข่ปลา เป็นต้น (รจนา นุชนุ่ม, 2551) โดยปลาที่นิยมใช้ในการผลิตผงโรยข้าว ได้แก่ ปลาโบนิโตะ ปลาแซลมอน ที่มีราคาค่อนข้างสูง การนำเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งมาทดแทนในส่วนของปลาอบแห้ง เพื่อช่วยในการลดต้นทุนในการผลิตและช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับเปลือกกุ้งได้ต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของขนาดและสภาวะการอบแห้งเปลือกกุ้งที่มีต่อลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์อบแห้ง

1.2.2 เพื่อคัดเลือกขนาดและสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกกุ้งที่อบโดยใช้ตู้อบไฟฟ้า

1.2.3 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเปลือกกุ้งในการทดแทนเนื้อปลาในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

1.2.4 เพื่อศึกษาลักษณะทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

1.2.5 เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวในระหว่างการเก็บรักษา

### 1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 การศึกษาสภาวะในการอบแห้งเปลือกกุ้งขาว ได้แก่ การใช้อุณหภูมิและระยะเวลาอบแห้งต่างๆ โดยใช้เปลือกกุ้งที่เตรียมจาก 2 ลักษณะ คือ ทั้งเปลือกและลดขนาด และตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้ง

1.3.2 การคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมและอบแห้งเปลือกกุ้งขาวในข้อ 1.3.1 เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

1.3.3 การพัฒนาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว จะทำการศึกษาข้อมูลจากการทดลองผลิตในระดับห้องปฏิบัติการและทำการสำรวจจากผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

1.3.4 การพัฒนาสูตรและการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางกายภาพและประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว จะทำการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการโดยใช้นักศึกษาและบุคลากรของคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเป็นผู้ประเมิน

1.3.5 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่ใช้เปลือกกุ้งเพื่อการทดแทนปลา โดยใช้ผู้ทดสอบที่เป็นผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 150 คน

1.3.6 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวระหว่างการเก็บรักษาทดสอบโดยบรรจุในถุงอะลูมิเนียมพอยด์ลามิเนตพลาสติก นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 3 เดือน

### 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบผลของสภาวะการอบแห้งและขนาดของเปลือกกุ้งที่มีต่อคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์อบแห้ง

1.4.2 สามารถทราบสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

1.4.3 สามารถประเมินแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวในระหว่างเก็บรักษาได้

## บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 สถานการณ์การผลิตและส่งออกกุ้ง

ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (2555-2559) ผลผลิตกุ้งทะเลจากการเพาะเลี้ยง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตรา ร้อยละ 2.58 ต่อปี โดยผลผลิตส่วนใหญ่มาจากประเทศในแถบเอเชีย สำหรับปี 2559 ประมาณการว่าจะมีปริมาณผลผลิตกุ้งจากการเพาะเลี้ยงของโลกรวม 2.11 ล้านตัน ซึ่งอาจลดลงจากปีก่อนเล็กน้อย (ประมาณร้อยละ 1.40) เนื่องจากการประสบปัญหาการเกิดโรคในกุ้ง เช่น ประเทศอินเดีย เวียดนาม และจีน แต่โดยรวมแล้วพบว่า ปริมาณการส่งออกกุ้งและผลิตภัณฑ์ในตลาดโลก มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งปริมาณและมูลค่าในอัตราร้อยละ 1.00 และ ร้อยละ 3.61 ต่อปีตามลำดับ เนื่องจากความต้องการของผู้บริโภคในตลาดหลักยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยผลผลิตของกุ้งจากการเพาะเลี้ยงในกลุ่มประเทศต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.1

ในด้านการบริโภคนั้น จากการผลิตกุ้งของไทยมีความแปรผันตั้งแต่ปี 2555 ราคาของ กุ้งทุกขนาดอยู่ในระดับสูง กุ้งที่เป็นวัตถุดิบเพื่อแปรรูปส่งออกมีปริมาณที่สูงขึ้น ผลผลิตกุ้งส่วนใหญ่จึงเป็นสินค้าเพื่อการส่งออก โดยประเทศไทยมีแนวโน้มมูลค่าในการส่งออกกุ้งแช่เย็น แช่แข็ง และกุ้งแปรรูปเพิ่มขึ้น และตลาดส่งออกหลักของไทย คือ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น เวียดนาม และสหภาพยุโรป อีกทั้งปริมาณและมูลค่าการนำเข้าวัตถุดิบกุ้งของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยกุ้งที่ใช้มีสัดส่วนการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมร้อยละ 96 ของผลผลิตกุ้งทะเลจากการเพาะเลี้ยงทั้งหมด

ตารางที่ 2.1 ผลผลิตกุ้งจากการเพาะเลี้ยงของโลก ปี 2555-2560

หน่วย : พันตัน

ประเทศ	2555	2556	2557	2558	2559	อัตราเพิ่มขึ้น (ร้อยละ)	2560*
อินเดีย	190	270	420	380	350	16.92	285
จีน	450	300	400	350	330	-4.55	280
ไทย	540	250	230	260	300	-10.74	340
อินโดนีเซีย	105	180	200	220	245	20.87	245
เวียดนาม	170	240	300	210	200	1.93	180
อเมริกากลาง-ใต้	432	432	520	540	545	7.12	540
ประเทศอื่นๆ	137	143	152	185	145	3.78	135
รวม	2,024	1,815	2,222	2,145	2,115	2.58	2,005

หมายเหตุ : \*ประมาณการ โดย สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2559)

## 2.2 กุ้งขาว

กุ้งขาว หรือกุ้งแวนนาไม มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ *Litopenaeus Vannamei* โดยชื่อที่ F.A.O. รับรองเป็นภาษาอังกฤษคือ White leg shrimp กุ้งขาวมีชื่อสามัญและชื่อทางการค้าที่หลากหลายตามแหล่งที่พบหรือตามลักษณะเด่นทางกายภาพของกุ้งที่ปรากฏให้เห็น เป็นภาษาต่างๆ ตามแต่ละท้องถิ่น เช่น ชื่อภาษาสเปน เขียนว่า Camarón patiblanco ชื่อภาษาฝรั่งเศส เขียนว่า Crevette pattes blanches และอเมริกาเรียกว่า West coast white shrimp หรือ White leg shrimp (กมลศิริ พันธนียะ, 2559) ลักษณะของกุ้งแวนนาไม แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 กุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุกรมวิธานของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus Vannamei*)

Domain: Eukaryota

Kingdom: Metazoa

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Crustacea

Class: Malacostraca

Subclass: Eumalacostraca

Order: Decapoda

Suborder: Dendrobranchiata

Unknown: Penaeoidea

Family: Penaeidae

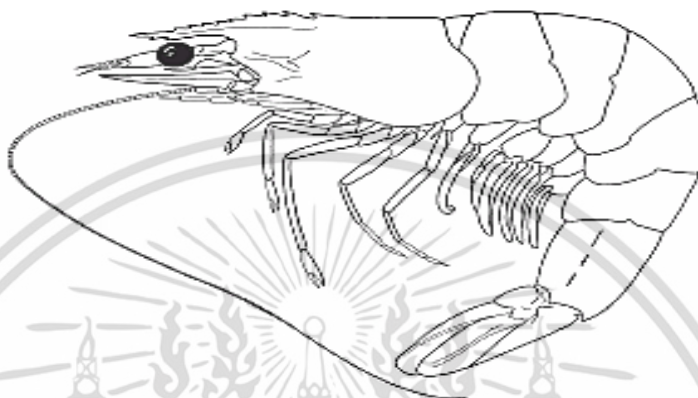
Genus: *Litopenaeus*Species: *Litopenaeus vannamei*

กุ้งขาว ลิโทพีเนียส แวนนาไม เป็นกุ้งทะเลในกลุ่มกุ้งขาวแปซิฟิก (Pacific white shrimp) กุ้งสายพันธุ์นี้มีความแข็งแรงและทนทานต่อสภาวะต่างๆ จึงมีการขยายพันธุ์ตามธรรมชาติในแถบแนวชายฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก ตั้งแต่เม็กซิโกถึงเปรู โดยมีประเทศเอกวาดอร์เป็นประเทศผู้ผลิตรายใหญ่ กุ้งสายพันธุ์นี้จะอาศัยในบริเวณที่ระดับความลึกจากเส้นแนวชายฝั่งลงไปประมาณ 72 เมตร หรือ 235 ฟุต เนื่องจากในภูมิภาคในแถบนี้มีพื้นที่ท้องทะเลเป็นลักษณะเหมือนโคลน (muddy bottom) ที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตและเป็นแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์

กุ้งขาว แวนนาไม (ภาพที่ 2.2) เป็นสัตว์น้ำที่ไม่มีกระดูกสันหลังและมีเปลือกที่มีไคตินห่อหุ้มตัว มีลักษณะเฉพาะตัว คือ มี 8 ปล้อง ลำตัวสีขาว หัวอกใหญ่ การเคลื่อนไหวเร็ว ส่วนหัวมี 1 ปล้อง หัวสันกิริสูง ปลายกรีแคบ มีลักษณะเป็นสามเหลี่ยมมีสีแดงอมน้ำตาล มีกรืออยู่ในระดับยาวประมาณ 0.8 เท่าของความยาวของเปลือก กรีด้านล่างมี 2 ฟัน กรีด้านบนมี 8 ฟัน บริเวณร่องในส่วนบนของกรินั้นสามารถมองเห็นได้ชัดเจน โดยบริเวณเปลือกส่วนหัวของกุ้งมีสีขาวอมชมพูจนถึงสีแดง ในส่วนขาเดินมีลักษณะเป็นสีขาว โดยขาที่มีหน้าที่สำหรับว่ายน้ำจำนวน 5 คู่ มีสีขาว ส่วนบริเวณหางมีจำนวน 1 ปล้อง ส่วนของแพนหางมีจำนวน 4 ใบ และ 1 กิริหาง ในส่วนของปลายหางมีสีแดงเข้ม เมื่อกุ้งสายพันธุ์นี้โตสมบูรณ์เต็มที่จะมีขนาดที่เล็กกว่ากุ้งกุลาดำ โดยมีความยาวจากส่วนโคนหัวถึงส่วนปลายกิริหัวประมาณ 65 มิลลิเมตร ความยาวจากส่วนโคนหัวถึงส่วนปลายกิริหางประมาณ 165 มิลลิเมตร และความยาวจากกิริส่วนหัวถึงส่วนปลายของกิริหางประมาณ 230 มิลลิเมตร มีเส้นรอบวงของหัวประมาณ 94 มิลลิเมตร เส้นรอบวงของส่วนตัวประมาณ 98 มิลลิเมตร ส่วนของแพนหางยาวประมาณ 35 มิลลิเมตร และส่วนตาห่างกัน 20 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักตัวเฉลี่ยประมาณ 120 กรัม สามารถอยู่อาศัยและหากินได้ทุกระดับความลึกของน้ำ ลอกคราบทุก ๆ สัปดาห์ ชอบอาศัยอยู่ในน้ำกระด้างที่มีความกระด้างรวม 120 ต่อลิตรและน้ำที่มีค่า อัลคาไลน์อยู่ในช่วงระหว่าง 80-150 มิลลิกรัมต่อลิตร กุ้งสายพันธุ์นี้มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานะของน้ำในบ่อเพาะเลี้ยง เป็นกุ้งที่เลี้ยงได้ในระดับน้ำประมาณ 1.0-1.5 เมตร ทั้งในระบบธรรมชาติและระบบกึ่งหนาแน่น (กมลศิริ พันธนิยะ, 2555)



ภาพที่ 2.2 ลักษณะของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*)

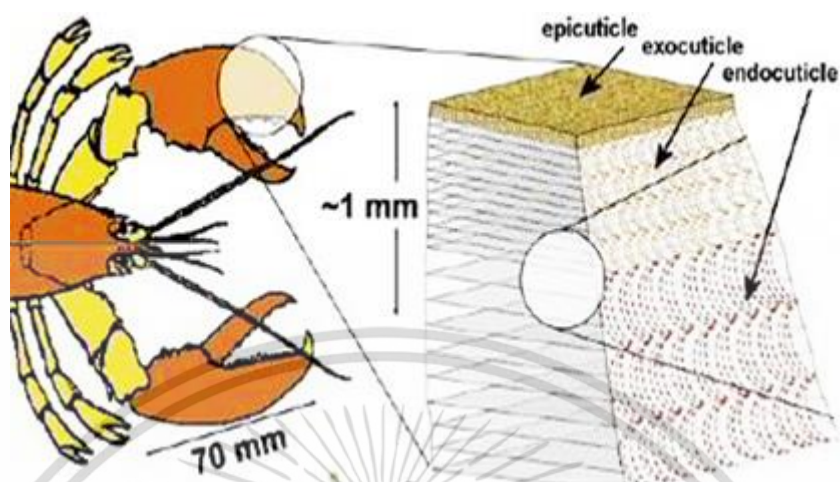
ที่มา : FAO (2018)

กุ้งขาวแวนนาไม เป็นกุ้งที่มีความสามารถในการปรับตัว จึงถูกนำมาเลี้ยงภายใต้ระบบการเพาะเลี้ยงในฟาร์มได้ ระดับความเค็มที่เจริญเติบโตได้ดีคือ 10-22 ppt แต่สามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ในน้ำที่มีระดับความเค็มที่ 5-35 ppt และระดับความเค็มต่ำ 0-5 ppt สามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ในอุณหภูมิระหว่าง 25-35 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมสามารถเจริญเติบโตได้ดี คือ 26-29 องศาเซลเซียส สำหรับระดับออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen : D.O.) ควรมีความอยู่ระหว่าง 4-9 มิลลิเมตรต่อลิตร และสำหรับค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) ของน้ำควรอยู่ระหว่าง 7.2-8.6 จึงสามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ทั้งในบริเวณพื้นที่ชายฝั่ง หรือบริเวณพื้นที่ในแผ่นดินที่ลึก ในบริเวณเขตพื้นที่ที่มีปริมาณความเค็มต่ำ อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งสายพันธุ์นี้ในช่วง 2-5 เดือน จะมีน้ำหนักเฉลี่ย 6-23 กรัม มีอัตราการรอดเฉลี่ยประมาณร้อยละ 80-90 ในการเพาะเลี้ยงในฟาร์มและ ร้อยละ 30-65 สำหรับการเพาะเลี้ยงทั่วไป (กมลศิริ พันธนิยะ, 2555)

### 2.3 เปลือกกุ้ง

เปลือกเป็น โครงสร้างภายนอกของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเป็นสัตว์น้ำในกลุ่มครัสเตเชียที่มีความหลากหลายมากที่สุด ได้แก่ กุ้งและปู โดยเปลือกเป็นสารประกอบพวกไคตินและโปรตีน เรียกว่า ไนโตรจีนัส โพลีแซคคาไรด์ ไคติน (Nitrogenous polysaccharide chitin) ร่วมกับแคลเซียม เพื่อทำหน้าที่ปกคลุมลำตัวและช่วยป้องกันอันตรายของอวัยวะภายในและช่วยในการเคลื่อนไหว เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของกล้ามเนื้อ มีลักษณะเป็นเซลล์บางแน่นและแข็ง โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ เอพิคิวติเคิล เอ็กโซคิวติเคิล และเอนโดคิวติเคิล แสดงดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ชั้นของเปลือกกุ้ง

ที่มา: Raabe (2005)

### 2.3.1 องค์ประกอบของเปลือกแต่ละชั้น

2.3.1.1 เอพิคิวติเคิล (Epicuticle) เป็นผนังชั้นนอกสุดของเปลือกกุ้ง เปลือกชั้นนี้ไม่มีสารประเภทไคติน แต่จะประกอบด้วย โพรตีน ไขมันและเกลือแคลเซียม มีสีเหลืองเข้ม มีเอนไซม์ Polyphenol oxidase และ Quinone tanning ที่เป็นสารให้ความแข็งแรงแก่คิวติเคิลที่ไม่สามารถละลายได้ในน้ำและกรดเกลือเข้มข้น เปลือกชั้นนี้ไม่สามารถป้องกันน้ำได้หรือไม่ก็ขวางการผ่านเข้าออกของน้ำ แต่เป็นตัวจำกัดการเข้าและออกของปริมาณเกลือแร่และไอออนที่ผ่านเข้าไปในตัวของกุ้ง

2.3.1.2 เอ็กโซคิวติเคิล (Exocuticle) เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากเอพิคิวติเคิลลงไป ในส่วนนี้ประกอบด้วยสารไคตินและแคลเซียม มีรงควัตถุคล้ายเมลานินกระจายอยู่ทั่วไป เรียกว่า pigment layer มีช่องว่างภายใน

2.3.1.3 เอนโดคิวติเคิล (Endocuticle) เป็นชั้นที่อยู่ถัดมาจากชั้นเอ็กโซคิวติเคิล ในชั้นนี้จะมีความหนาแน่นมากกว่าเปลือกชั้นเอ็กโซคิวติเคิล มีส่วนประกอบคือสารไคตินและแคลเซียมเช่นเดียวกัน แต่ในชั้นนี้จะประกอบด้วย 3 ชั้น คือ

1) ชั้นที่สะสมสี (Pigment layer) เปลือกชั้นนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับเปลือกชั้นนอก (Epicuticle) และเปลือกชั้นต่ำ (Cuticle layer) คุณสมบัติของชั้นนี้เป็นที่สะสมของรงควัตถุสีดำ (Melanin pigment) ซึ่งเป็นจุดกำเนิดของสีต่างๆ ของเปลือกกุ้งในชั้นนี้จะมีช่องว่างเป็นระยะๆ ที่มีสารเหลวสีเหลืองอยู่ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ชั้นที่มีการสะสมเกลือแคลเซียม (Calcified layer) เปลือกชั้นนี้มีพื้นที่กว้างกว่าชั้นอื่นๆ ในระยะที่ไม่มีการสะสมเกลือแคลเซียม ในกลุ่มเตาพอดมีจะมีสีฟ้ามากกว่าชั้นอื่นๆ

3) เมมเบรนัสหรืออัลแคลซิฟายด์เลเยอร์ (Membranous หรือ Uncalcified layer) เป็นชั้นในสุดของคิวติเคิล องค์ประกอบของชั้นนี้ คือ สารไคตินและโปรตีนซึ่งอยู่ในรูปสารประกอบเชิงซ้อนของไคตินและโปรตีน (Chitin-protein complex) ซึ่งไม่มีการสะสมของเกลือแคลเซียม เป็นชั้นที่มีการเปลี่ยนแปลงก่อนการลอกคราบ (ประจวบ หล้าอุบล, 2537 , จิราพร เทศนุ้ย และไพรัตน์ โสภโณคร, 2557)

### 2.3.2 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของเปลือกสัตว์น้ำกลุ่มครัสเตเชีย

2.3.2.1 สารไคติน จัดเป็นสารโพลีเมอร์ของแอนไฮโดรเอ็น อะซิติกกลูโคซามีน (Anhydro-N-Acetylglucosamine) มีน้ำหนักโมเลกุลสูงซึ่งเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเบต้าไกลโคซิดิก (B-glycosidic) ระหว่างคาร์บอนอะตอม 1 และ 4 ของโมเลกุล (สุทรวัดน์ เบญจกุล, 2548) ซึ่งพบไคตินเป็นส่วนประกอบอยู่ประมาณร้อยละ 60-80 ของน้ำหนักแห้งของส่วนที่เป็นสารอินทรีย์ของเปลือก

2.3.2.2 แคลเซียมคาร์บอเนต เป็นส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของโครงร่างภายนอกของสัตว์พวกครัสเตเชีย อยู่ในรูปของแคลไซต์ (Calcite) มีทั้งผลึกขนาดเล็กและขนาดใหญ่

2.3.2.3 โปรตีน มีปริมาณที่น้อยกว่าไคตินและแคลเซียมคาร์บอเนต ซึ่งอยู่ในรูปของโปรตีนที่ละลายในน้ำและไม่ละลายน้ำ ส่วนใหญ่โปรตีนที่พบในเปลือกจะรวมตัวกับไคตินโดยมีพันธะเชื่อมต่อกันที่แข็งแรง

เปลือกกุ้งเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการส่งออกกุ้งแช่แข็ง ซึ่งการส่งออกกุ้งในลักษณะดังกล่าวส่วนใหญ่จะมีการนำส่วนของหัวและเปลือกกุ้งออกหรือการนำทั้งส่วนหัว เปลือก และหางกุ้งออกด้วย จึงทำให้เกิดผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการส่งออกกุ้งแช่แข็ง โดยเฉพาะเหลือดังกล่าวมีปริมาณมากกว่าร้อยละ 50 ของปริมาณผลผลิตของอุตสาหกรรมกุ้งทั้งหมด (Sachindra et al., 2006) ส่วนใหญ่จะนิยมเศษเหลือจากการแปรรูปกุ้งมาเพิ่มมูลค่าโดยการนำมาแปรรูปเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์และการสกัดสารไคตินและไคโตซาน (Khan et al., 2012) มีสารสีที่อยู่ในกลุ่มของแคโรทีนอยด์ซึ่งเป็นองค์ประกอบในเปลือกกุ้งจึงสามารถใช้ในการเพิ่มสีในเนื้อ หรือไข่ได้

จากการวิจัยของ Trung and Phoung (2012) พบว่าในส่วนของหัวกุ้งที่เป็นเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมมีปริมาณแคโรทีนอยด์อยู่ 206 mg/kg โดยตัวอย่างน้ำหนักแห้งและในเปลือกกุ้งยังมีส่วนของ ไคตินซึ่งเป็นสารพอลิแซ็กคาไรด์ ที่เป็นองค์ประกอบหลักซึ่งมีอยู่มากในเปลือกกุ้ง

และหัวกุ้งโดยสามารถนำไปใช้ประโยชน์หลายด้านทั้งในอุตสาหกรรมยา เคมี เครื่องสำอาง อาหาร เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่เอกสารนี้เป็นการศึกษา ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเครื่องดื่ม ตลอดจนการใช้ในการบำบัดน้ำเสีย และในเปลือกกุ้งและหัวกุ้งยังเป็นแหล่งที่มาของโปรตีนที่สำคัญ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง แสดงดังตารางที่ 2.2 โดยมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 5.22-54.40 ไขมันร้อยละ 1.10-11.90 เถ้าร้อยละ 4.93-28.50 ไคตินร้อยละ 6.67-34.92 และมีสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ สารแคโรทีนอยด์ 195 mg/kg โดยน้ำหนักแห้ง (Ibrahim et al., 1999; Adeyeye et al., 2008; Sepphan et al., 2014; Ravichandran et al., 2009; Cahu et al., 2012) โดยองค์ประกอบดังกล่าวของเปลือกกุ้งจะเปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อม เช่น แหล่งที่มา ฤดูกาล และเพศ (จรินทร์ สว่างแจ้ง, 2544) และมีแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายในปริมาณสูง โดยเฉพาะแคลเซียม 925-1,125 mg/kg และโซเดียม 1,400-2,600 mg/kg แสดงดังตารางที่ 2.3 และมีกรดอะมิโนจำเป็น ได้แก่ กรดกลูตามิก ไกลซีน อาร์จินีน และอลานีน ในปริมาณสูง (แสดงดังตารางที่ 2.4) โดยกรดอะมิโนเหล่านี้มีความสำคัญต่อการเกิดรสชาติต่างๆ โดยกรดกลูตามิกจะให้รสอูมามิ (Umami) ที่ทำให้รสชาติโดยรวมของอาหารกลมกล่อมมากขึ้น และกรดอะมิโนที่ให้รสชาติอื่นๆ ได้แก่ ไกลซีน ออลานีน ซีรีน ธีโรนีน และ โพรลีนที่ให้รสชาติหอมหวาน กรดแอสปาร์ติก กรดกลูตามิกและฮิสติดีนให้รสชาติเปรี้ยว ไกลซีนและลิวซีนให้รสชาติขม เป็นต้น (Kirimura et al., 1969; จรินทร์ สว่างแจ้ง, 2544; พิชรี ชีรสุทรวัดน์, 2536) ในกุ้งพบน้ำตาล กาแลคโตส (Galactose) และกรดอะมิโนคือ ไกลซีน สูงกว่าในปลาและปู ส่งผลให้กุ้งมีรสชาติที่หวานกว่า (จรินทร์ สว่างแจ้ง, 2544) และยังมีบทบาทต่อการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด และการให้กลิ่นรสในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลที่แปรรูปด้วยความร้อน (สุทรวัดน์ เบนจกุล, 2548) จึงเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งในการนำเศษเหลือจากกุ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์อาหาร

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกุ้งขาวแปซิฟิก

Nutritional composition (%)					Carotenoids	References
Moisture	Protein	Fat	Ash	Chitin	(mg/kg)	
-	43.89	1.53	18.77	34.92	-	Senphan et al. (2014)
-	48.50	4.40	22.70	-	-	Khan and Nowsad (2012)
-	47.43	3.78	18.02	-	-	Ibrahim et al. (1999)
-	36.60	10.30	28.50	-	-	Adeyeye et al. (2008)
-	32.50	9.80	26.60	-	-	Ravichandran et al. (2009)
-	-	-	-	25.00	195.00	Cahu et al. (2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ปริมาณแร่ธาตุของหัวกุ้งและเปลือกกุ้งอบแห้ง (mg/kg)

Mineral	Shrimp's head	Shrimp's shell
<b>Macroelements</b>		
P	178	296
K	890	710
Mg	81.6	81.4
Na	1400	2600
Ca	925	1125
<b>Microelements</b>		
Fe	11.7	19.4
Mn	13.0	9.50
Zn	71.9	65.6
Cu	6.68	13.4
Pb	0.40	0.40
Cd	0.03	0.04

ที่มา : Ibrahim et al.(1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 องค์ประกอบกรดอะมิโนของเปลือกกุ้งขาวแปซิฟิก

Amino acid compositions	(mg/g sample) <sup>c</sup> Dry basis
Asp+Asn	47.38
Hyp	0.99
Thr <sup>A</sup>	20.40
Ser	25.87
Glu+Gln	67.17
Pro	26.49
Gly	29.12
Ala	33.46
Cys	0.34
Val <sup>A</sup>	26.17
Met <sup>A</sup>	9.38
Ile <sup>A</sup>	18.98
Leu <sup>A</sup>	29.92
Tyr	19.82
Phe <sup>A</sup>	24.17
His <sup>A</sup>	11.17
Trp <sup>A</sup>	2.15
Lys <sup>A</sup>	27.14
Arg	31.94
Total amino acids	452.58
Total EAA <sup>B</sup>	169.47
Total NEAA <sup>C</sup>	283.11

A : Essential amino acids in adults

B : Essential amino acids

C : Non-essential amino acids

ที่มา : Senphan et al. (2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 แครอทินอยด์

แครอทินอยด์ (Carotenoids) เป็นกลุ่มของรงควัตถุที่มีความสำคัญต่อร่างกายเพราะสามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้ (Provitamin A) พบในพืชที่มีสีเหลือง ส้ม และส้มแดง สามารถละลายได้ดีในน้ำมันและตัวทำละลายอินทรีย์แต่ไม่ละลายในน้ำ โดยแครอทินอยด์สามารถสังเคราะห์ได้ในพืชใบเขียว รongลงมาเป็นพวกแครอทินและซีแซนทิน (Zexanthin) สำหรับแครอทินอยด์ชนิดอื่นๆ เช่น ไลโคพีน พบมากในมะเขือเทศ แคพแซนทิน (Capxanthin) พบมากในพริกแดง และไบซิน (Bixin) พบมากใน แอนแนตโต ซึ่งสารกลุ่มหลังจะพบมากเฉพาะพืชบางชนิดเท่านั้น (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2553) ในส่วนของสัตว์น้ำพบสารแครอทินอยด์ในเปลือก หนังและเยื่อหุ้มต่างๆ มากมายหลายชนิด ในกุ้งก้ามกราม กุ้ง ปู และปลาแซลมอน มีแอสตาแซนทิน (Astaxanthin) เป็นรงควัตถุที่สำคัญ (สุทธวัฒน์ เบญจกุล, 2548) โดยปกติแครอทินอยด์จะรวมอยู่กับโปรตีน ทำให้ได้เป็นสีน้ำเงินหรือเทาอมน้ำเงิน เกิดจากสาร แอสตาแซนทิน (Astaxanthin) ซึ่งเป็นแครอทินอยด์ที่มีสีแดง เมื่อรวมกับโปรตีนเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน พบได้ในเปลือกกุ้งและปู ส่วนสาร โอโวเอร์ดีน (Ovoverdin) ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเขียวในไข่และกุ้ง เมื่อนำไปต้มหรือทำให้ได้รับความร้อน โปรตีนจะเสียสภาพธรรมชาติ แยกตัวออก ทำให้สีแดงของแครอทินอยด์อิสระปรากฏเด่นชัด

สีของแครอทินอยด์จะผันแปรไปตามจำนวนของพันธะคู่ใน โมเลกุล โดยถ้ามีจำนวนพันธะคู่มากจะทำให้มีสีแดงเข้มขึ้น จำนวนพันธะคู่ใน โมเลกุลของแครอทินอยด์ที่น้อยที่สุดมี 7 คู่ ซึ่งจะให้สีเหลือง พันธะคู่อาจอยู่ในรูป cis หรือ trans โดยสารแครอทินอยด์ที่พบในอาหารส่วนใหญ่จะมีสีเข้มอยู่ในรูป all-trans อาจพบ cis บ้างในรูปของ mono-cis หรือ di-cis แต่น้อยมาก ถ้ามีจำนวนของพันธะคู่ที่อยู่ในรูป cis เพิ่มมากขึ้นสีจะจางลง ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนจาก trans เป็น cis คือ แสง ความร้อน และกรด เมื่ออาหารได้รับอุณหภูมิความร้อนสูงจะเกิด trans-cis isomerization ได้ หากอยู่ในรูป cis มากขึ้นจะทำให้ vitamin A activity ลดลง แครอทินอยด์ยังสลายตัวได้ง่ายเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยเฉพาะเมื่อละลายอยู่ในน้ำมัน จึงถูกทำลายได้ง่ายเมื่อน้ำมันเกิดการออกซิเดชัน

ขั้นตอนในกระบวนการแปรรูปอาหาร เช่น การลวก มีผลต่อแครอทินอยด์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากสารแครอทินอยด์ไม่ละลายน้ำ การลวกจะทำลายเอนไซม์ที่ย่อยสลายแครอทินอยด์ และแครอทินอยด์จะคงตัวดีในอาหารแห้งเยือกแข็งและอาหารบรรจุกระป๋องที่ใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อ แต่การทำแห้งจะทำลายแครอทินอยด์เนื่องจากเกิดออกซิเดชัน (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2553)

สำหรับแอสตาแซนทิน (3,3'-dihydroxy- $\beta$ - $\beta$ '-carotene-4-4'-dione) (Astaxanthin) เป็นรงควัตถุที่ให้สีชมพูถึงสีแดง เป็นแครอทินอยด์ที่สำคัญที่สุดในสัตว์กลุ่มครัสตาเซีย มีหลายชนิด ได้แก่ แอสตาซีน (Astacene) พบในปลา ปู และกุ้ง ทูนาแซนทิน (Tunaxanthin) พบในปลาทะเล

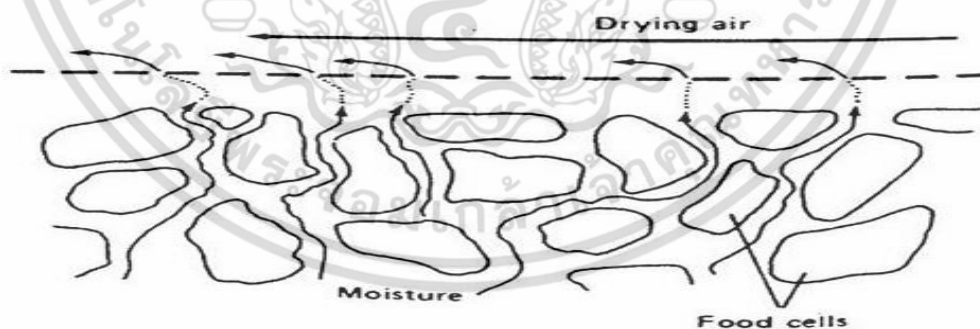
และลูเทอิน (Lutein) พบในปลาน้ำจืด เป็นต้น โดยแคโรทีนอยด์ในสัตว์น้ำแต่ละชนิดจะมีสัดส่วนของแซนโทฟิลล์แตกต่างกัน จึงมีผลให้สีของกล้ามเนื้อและหนังของสัตว์น้ำแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน (สุทธรวัฒน์ เบญจกุล, 2548)

## 2.5 การทำแห้ง

การทำแห้ง (Dehydration) หรือการกำจัดน้ำ หมายถึง การใช้ความร้อนภายใต้สภาวะควบคุมเพื่อกำจัดน้ำส่วนใหญ่ที่อยู่ในอาหารด้วยวิธีการระเหยน้ำหรือการระเหิดของน้ำแข็ง วัตถุประสงค์ของการกำจัดน้ำ เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหาร โดยการลดค่า water activity ซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และการทำงานของเอนไซม์ นอกจากนี้ยังสามารถช่วยในการลดน้ำหนักและปริมาตรของอาหาร อีกทั้งยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและขนส่ง เพิ่มความหลากหลายและความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค อย่างไรก็ตามการทำแห้งอาจทำให้เกิดการสูญเสียทั้งคุณภาพการบริโภคและคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของการออกแบบเครื่องทำแห้ง คือ การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการทำอาหารแต่ละชนิดให้แห้ง โดยมีการสูญเสียคุณภาพการบริโภคและคุณค่าทางโภชนาการน้อยที่สุด (วิไล รังสาตทอง, 2552)

### 2.5.1 กลไกการทำแห้ง

เมื่ออากาศหรือลมร้อนผ่านผิวหนังอาหารที่เปียก ความร้อนจะถูกถ่ายเทไปยังบริเวณผิวของอาหารและน้ำในอาหารจะระเหยออกมาด้วยความร้อนแฝงของการเกิดไอ ไอน้ำจะแพร่ผ่านฟิล์มอากาศและถูกพัดพาไปโดยลมร้อนที่เคลื่อนที่ แสดงดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 การเคลื่อนที่ของความชื้นระหว่างการทำแห้ง

ที่มา : วิไล รังสาตทอง (2552)

สภาวะดังกล่าวจะทำให้ความดันไอที่ผิวหนังของอาหารต่ำกว่าความดันไอด้านในของอาหารเป็นผลทำให้เกิดความแตกต่างของความดันไอขึ้น อาหารชั้นด้านในจะมีความดันไอสุงและค่อยๆ ลดต่ำลงเมื่อชั้นอาหารเข้าใกล้สภาวะแห้ง ความแตกต่างนี้ทำให้เกิดแรงดันเพื่อไล่น้ำออก

จากอาหาร เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง

อาหารที่มีลักษณะค่อนข้างโปร่ง เป็นรูพรุนมากๆจะมีการเคลื่อนที่ของน้ำภายในอาหารแบบผ่านช่องแคบเร็วกว่าอาหารที่มีลักษณะเนื้อแน่น ส่งผลให้ใช้ระยะเวลาในการทำแห้งน้อยกว่าและอาหารที่ปริมาณน้ำตาลงกว่าจะใช้ระยะเวลาการทำแห้งที่ช้ากว่า เนื่องจากความเหนียวของน้ำตาลกีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำ ทำให้ใช้ระยะเวลานานขึ้นและอาหารที่มีปริมาณของน้ำอิสระมากจะมีอัตราการทำแห้งที่เร็วกว่าและอาหารที่สัมผัสกับลมร้อนได้ดีกว่าหรือสัมผัสกับความชื้นที่มีความชื้นต่ำอมระเหยได้ดีกว่า รวมถึงความเร็วของลมร้อนถ้าเพิ่มขึ้นจะทำให้การเคลื่อนย้ายได้ดีขึ้น ส่งผลให้อากาศจึงสัมผัสอาหารได้ดีขึ้น

ขนาดและรูปร่างมีผลต่อพื้นที่ผิวต่อน้ำหนัก เช่น อาหารที่มีรูปร่างสม่ำเสมอและมีขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักมากกว่าขนาดใหญ่จึงแห้งเร็วกว่า ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศที่จะเกิดการเคลื่อนย้ายไอน้ำออกไปด้วย ถ้าขนาดชิ้นเล็กมากจะเกิดการทับถมกัน การระเหยจึงสามารถเกิดได้เฉพาะที่ผิวสัมผัสกับอากาศจึงใช้ระยะเวลานานทั้งที่พื้นที่ผิวต่อหน่วยน้ำหนักมาก และการเตรียมอาหาร เช่น การลวก การคลึง สามารถช่วยเพิ่มอัตราการทำแห้ง

การมีอาหารต่อถาดมากเกินไป จะส่งผลให้อาหารส่วนล่างไม่ได้สัมผัสกับอากาศร้อนหรือได้รับความร้อนจากถาดแล้ว แต่ไอน้ำไม่สามารถแพร่กระจายผ่านชั้นอาหารตอนบนออกมาได้ ทำให้อาหารแห้งช้าลง และถ้าอากาศมีความชื้นคงที่ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเป็นการเพิ่มความสามารถในการรับไอน้ำ จึงมีผลต่อการทำแห้งในช่วงอัตราการทำแห้งที่คงที่และอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้การแพร่กระจายของน้ำดีขึ้น จึงมีผลต่อการอบทำให้ในช่วงอัตราการทำแห้งลดลง

ความแตกต่างระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ของลมร้อนกับอาหารมีผลต่อแรงขับเคลื่อนความชื้นออกจากอาหาร ในการอบแห้งลมร้อน เมื่อมีความชื้นต่ำอัตราการอบแห้งสูง แต่ถ้าลมร้อนมีความชื้นเข้าใกล้จุดอิ่มตัวจะรับไอน้ำได้น้อย อัตราการอบแห้งจะต่ำ ความชื้นของอากาศจะเป็นสิ่งกำหนดว่าสามารถลดความชื้นของอาหารในกระบวนการอบแห้งให้ต่ำลงเท่าใด อากาศร้อนที่มีไอน้ำอยู่มากจะรับไอน้ำเพิ่มได้น้อย ความดันนั้นเกี่ยวข้องเนื่องกับการระเหยของน้ำเนื่องจากในที่มีความดันต่ำ น้ำจะเดือดได้ที่อุณหภูมิต่ำลง ดังนั้นการทำแห้งภายใต้ความดันต่ำจะทำให้อัตราการทำแห้งเร็วขึ้น (วิไล รังสาทอง, 2552)

## 2.5.3 ผลกระทบต่ออาหาร

ผลกระทบของการอบแห้งที่มีต่อคุณภาพอาหารนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน เช่น ลักษณะของอาหาร ได้แก่ ความชื้น องค์ประกอบของไขมัน โปรตีน และอุณหภูมิรวมถึงระยะเวลาที่ใช้ ความร้อนจะทำให้อาหารเกิดการหดตัวและแข็งขึ้น การเพิ่มอุณหภูมิสูงยังเป็นการทำลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อจุลินทรีย์และช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหารอีกด้วย การให้ความร้อนอย่างรวดเร็วจะทำให้อาหารมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่กรอบและแข็งขึ้น เกิดเปลือกที่เป็นรูพรุนเนื่องจากโปรตีนเกิดการตกตะกอน ความร้อนนอกจะทำให้ น้ำระเหยแล้วยังทำให้สารระเหยบางชนิดสูญหายไป โดยปริมาณการสูญเสียน้ำของสารระเหยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความเข้มข้นของของแข็งในอาหาร ความดันไอและความสามารถในการละลายในไอน้ำของสารระเหย สารระเหยที่มีความสามารถในการระเหยและการแทนที่ที่สูงจะเกิดการสูญเสียน้ำในช่วงแรกของการอบแห้งเกิดการสูญเสียน้ำของสารระเหยในช่วงหลังของการทำแห้งต่ำกว่าการควบคุมสถานะการทำแห้งในแต่ ละขั้นตอนจะช่วยลดการสูญเสียน้ำให้น้อยที่สุดกลิ่นที่ได้จากการอบแห้งเกิดจากการได้รับความร้อนสูงของอาหารทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลระหว่างน้ำตาลและกรดอะมิโน ความร้อนจะทำให้น้ำตาล กลายเป็นคาราเมล กรดไขมันเกิดการออกซิเดชันและเปลี่ยนเป็นแอลดีไฮด์ แล็กโตน คีโตน แอลกอฮอล์ เอสเตอร์ จากปฏิกิริยาเมลลาร์ดทำให้เกิดสารให้กลิ่นมากมายหลายชนิด ขึ้นอยู่กับชนิดของไขมัน น้ำตาล กรดอะมิโน อุณหภูมิและความชื้นของอาหารในระหว่างการให้ความร้อน การให้ความร้อนต่อไปจะทำให้เกิดการเสื่อมสภาพและกลายเป็นสารที่ให้กลิ่นใหม่แทน

การทำแห้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะของผิวหน้าของอาหาร การสะท้อนแสงและสี การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของแคโรทีนอยด์และคลอโรฟิล เกิดจากความร้อนและปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างการทำแห้งโดยทั่วไปการทำแห้งที่เวลานานกว่าและอุณหภูมิสูงกว่าทำให้สีเกิดการเปลี่ยนแปลงมากกว่า (วิล รังสาทอง, 2552)

#### 2.5.4 การดูดคืนน้ำกลับ

การดูดคืนน้ำกลับ (Rehydration) คือ การเปลี่ยนแปลงด้านลักษณะสัมผัสและการเคลื่อนที่ของตัวละลายและการสูญเสียน้ำของสารระเหย ไม่ใช่ปฏิกิริยาย้อนกลับของการทำแห้ง ไม่สามารถเกิดแบบย้อนกลับไปได้ ความร้อนในการทำแห้งจะลดระดับการดูดคืนน้ำและความยืดหยุ่นของผนังเซลล์ ทำให้โปรตีนจับตัวกันและลดความสามารถในการอุ้มน้ำ ระดับการดูดคืนน้ำเป็นตัวชี้วัดคุณภาพของอาหารได้ โดยสถานะการทำแห้งที่เหมาะสมจะทำให้อาหารเกิดความเสียหายน้อยกว่าและการดูดคืนน้ำนั้นจะทำได้เร็วกว่าอาหารที่ทำแห้งที่สถานะไม่เหมาะสม (วิล รังสาทอง, 2552)

## 2.6 การลดขนาด

การลดขนาด (Size reduction) เป็นการทำให้อาหารที่เป็นของแข็งมีขนาดเล็กลง ด้วยวิธีการบด อัดเกลียว หรือใช้แรงกระแทก โดยเป็นวิธีการช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวต่อปริมาตรของอาหารซึ่งมีผลในการเพิ่มอัตราการทำแห้ง การให้ความร้อนหรือการทำให้เย็น อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และอัตราการสกัดสารที่ละลายได้ในน้ำ และช่วยในการคัดแยกทำให้ได้อาหารซึ่งมีขนาดตามความต้องการ การลดขนาดจะช่วยทำให้กระบวนการแปรรูปขั้นต่อไปง่ายขึ้นและทำให้ขนาดอนุภาคของอาหารที่ใกล้เคียงกัน จะช่วยให้การผสมส่วนผสมส่วนต่างๆ ทำได้ดียิ่งขึ้น

การลดขนาดไม่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษา แต่จะช่วยให้อาหารเหมาะสำหรับการแปรรูปขั้นต่อไป อย่างไรก็ตามการลดขนาดอาจเร่งการเสื่อมเสียของอาหาร จากการศึกษาของเนื้อเยื่อทำให้เอนไซม์บางชนิดถูกปล่อยออกมา และเร่งการทำงานของจุลินทรีย์และปฏิกิริยาออกซิเดชัน เนื่องจากมีพื้นที่ผิวที่ของอาหารสัมผัสกับอากาศมากขึ้น (วิไล รังสาดทอง, 2552)

## 2.7 ตู้อบไฟฟ้า

ตู้อบไฟฟ้า (Electric oven) เป็นอุปกรณ์ที่มีการให้ความร้อนแก่อาหาร อาจทำโดยการเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยตรงหรือใช้ไอน้ำเป็นตัวให้ความร้อนกับอากาศในตู้อบ โดยทั่วไปอากาศร้อนนี้จะหมุนเวียนอยู่ในตู้อบ ในการอบอาหารนั้นอาหารจะได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีจากผนังเครื่องอบ การพาความร้อนจากอากาศที่หมุนเวียนและการนำความร้อนผ่านถาดที่มีอาหาร ความร้อนส่วนใหญ่จะถ่ายเทไปยังอาหารด้วยวิธีการนำความร้อน (วิไล รังสาดทอง, 2552) ตัวอย่างและลักษณะของตู้อบไฟฟ้าแสดงดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 ตู้อบไฟฟ้า

ตู้อบไฟฟ้าทำให้อาหารสุกโดยการแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนและใช้วิธีการแผ่รังสีความร้อนที่เกิดจากขดลวดความร้อนหรือแท่งฉนวนหุ้มปิดด้วยวัสดุพาความร้อนหรือเป็นลักษณะคล้ายแท่งแก้วเซรามิก เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปจะเกิดความร้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิขึ้นอาหารปรับสูงขึ้น โดยเป็นการแผ่ความร้อนจากพื้นผิวของอาหารเข้าสู่ศูนย์กลาง โดยส่วนมากใช้พลังงาน 650-1500 วัตต์ (กลุ่มวิจัยเพื่อพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2556)

## 2.8 ผงโรยข้าว

ฟูริคาเกะ (Furikake) ตามพระราชบัญญัติอาหารของประเทศญี่ปุ่นได้ให้คำนิยามว่าเป็นผลิตภัณฑ์จากผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร สัตว์น้ำหรือปศุสัตว์ต่างๆ ในรูปแบบเดิมหรือผสมกับส่วนผสมอื่นๆแล้วนำมาปรุงรส แล้วผ่านกระบวนการ เช่น การตัดเป็นชิ้น การบด การทำเป็นเม็ด เป็นต้น สามารถนำมารับประทานโดยการโรยบนข้าวหรืออาหารประเภทเส้น นอกจากนี้ยังสามารถนำไปผสมกับน้ำร้อนหรือน้ำชาเพื่อรับประทาน เรียกว่า Chazuke

สมาคมฟูริคาเกะแห่งชาติ ประเทศญี่ปุ่น ได้ให้ความหมายของฟูริคาเกะว่า “เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำ ผลผลิตทางการเกษตร ปศุสัตว์ชนิดใดหนึ่งหรือหลายชนิดมาปรุงรสและทำแห้ง หรือนำผลิตภัณฑ์เหล่านี้มาผสมกับสาหร่าย งา เครื่องปรุงรส หรือส่วนผสมอื่นๆ” ผลิตภัณฑ์เหล่านี้มักจะนำมาโรยบนอาหารหลัก นอกจากนี้สาหร่ายสีเขียวที่ใช้โรย โอโคโนมิยากิหรือทาโกะยากินับเป็นฟูริคาเกะเช่นกัน

ผลิตภัณฑ์ฟูริคาเกะ (ภาพที่ 2.6) เป็นอาหารที่มีการรับประทานมาตั้งแต่สมัยโบราณ ในช่วงก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้มีผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของปลาโนบิซูดฝอย งาและสาหร่าย ออกวางจำหน่ายในท้องตลาดภายใต้ชื่อทางการค้าว่า “Ze ha umai” และต่อมาในปี ค.ศ.1960 ได้มีผลิตภัณฑ์ฟูริคาเกะภายใต้ชื่อทางการค้าว่า “Noritama” ซึ่งประกอบด้วย ไข่ สาหร่ายและเครื่องปรุงรส ซึ่งได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก และปัจจุบันได้มีการผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปทำให้สามารถรับประทานพร้อมข้าวได้ง่ายขึ้นจึงได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางทั้งในเด็กและผู้สูงอายุ แสดงดังตารางที่ จ.1 และ จ.2 (ภาคผนวก จ.) (รจนา นุชนุ่ม, 2551)



ภาพที่ 2.6 ผงโรยข้าว (Furikake)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการผลิตผงโรยข้าว ทำได้โดยการคัดเลือกงาและกำจัดสิ่งสกปรก จากนั้นนำไปล้างแล้ว จึงนำไปทำให้สุก ส่วนของสาหร่ายเตรียมโดย นำไปทำสุก แล้วนำไปตัดให้เป็นฝอยด้วย เครื่อง Roller cutter ส่วนของเนื้อปลาโบนิโตะ (Bonito Flake) เตรียมโดยนำเนื้อปลาสดมาล้างให้สุก จากนั้นนำไปปรุงรสแล้วทำแห้งด้วยลมร้อน และส่วนของไข่ เตรียมโดยนำไข่ผสมกับส่วนผสม อื่นๆ จากนั้นนำไปขึ้นรูปให้มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ แล้วนำไปทำแห้ง

เมื่อเตรียมส่วนผสมเรียบร้อยแล้วจะนำส่วนผสมทั้งหมดผสมรวมกัน ชั่งน้ำหนักบรรจุใส่ ภาชนะและปิดผนึก (ดวงรัตน์ พรเทวบัญชา, 2554)

## 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Niamnuy และคณะ (2008) ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิการอบแห้งที่มีผลต่อคุณภาพของ กุ้งแห้ง รวมถึงสถานะและอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อการสลายตัวของแอสตาแซนธินและ การเปลี่ยนแปลงสีของกุ้ง โดยการนำกุ้งมาอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบเจตสเปาท์เตดเบด ที่อุณหภูมิ 80 100 และ 120 องศาเซลเซียส และนำมาเก็บรักษาที่สภาวะปกติและสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 4 15 และ 25 องศาเซลเซียส พบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ส่งผลให้กุ้ง มีการลดลงของแอสตาแซนธินในระหว่างการเก็บรักษาน้อยที่สุด และปริมาณของแอสตาแซนธิน มีความเกี่ยวข้องกับสีของกุ้ง โดยการเปลี่ยนแปลงของสีในระหว่างการเก็บรักษา มีการเพิ่มขึ้นของ ค่าความสว่าง (Lightness) และการลดลงของค่าสีแดง (Redness) และค่าสีเหลือง (Yellowness) มีความสัมพันธ์กับการสูญเสียของแอสตาแซนธิน

Sánchez-Camargo และคณะ (2011) ทำการศึกษาร้อยละประกอบทางเคมีและการสกัด แคโรทีนอยด์และไขมันจากเศษเหลือของกุ้ง red spotted พบว่า มีปริมาณโปรตีนสูง ร้อยละ 49 มีปริมาณเถ้า ร้อยละ 27 ปริมาณไขมันต่ำร้อยละ 4.9 ต่อน้ำหนักตัวอย่างแห้ง นอกจากนี้มีปริมาณ กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง ได้แก่ EPA และ DHA และการสกัดสารแคโรทีนอยด์ในกลุ่มของ แอสตาแซนธิน

Trung และ Phoung (2012) ทำการศึกษาร้อยละประกอบทางเคมีของหัวกุ้งที่เป็นเศษเหลือจาก กระบวนการผลิตกุ้งในโรงงานอุตสาหกรรมในเวียดนาม พบว่า หัวกุ้งมี โปรตีนร้อยละ 54.4 แร่ธาตุร้อยละ 21.1 ไขมันร้อยละ 11.9 ไคตินร้อยละ 9.3 โดยน้ำหนักแห้ง มีสารแคโรทีนอยด์ 206 mg/kg และมีกรดอะมิโน ได้แก่ กรดกลูตามิก (glutamic acid) และกรดแอสพาร์ติก (Aspartic Acid) ในปริมาณสูง

Khan และ Newsad (2012) พัฒนาการผลิตแคโรทีนเสริมโปรตีนจากเปลือกกุ้ง โดยการ นำเปลือกกุ้งมาอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปปั่นเป็นผง จากนั้นนำไปใส่ในผลิตภัณฑ์แคแรกเกอร์ในอัตราส่วนต่างๆ คือ ร้อยละ 5 10 และ 20 ของสูตร พบว่าการเพิ่มผงเปลือกกุ้งทำให้แคแรกเกอร์มีปริมาณโปรตีนเพิ่มมากขึ้น และแคแรกเกอร์ที่เพิ่มผงเปลือกกุ้งร้อยละ 10 มีคุณภาพดีที่สุดในและได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด

Ibrahim และคณะ (1999) ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของหัวกุ้งและเปลือกกุ้ง และการนำเศษเหลือของกุ้งไปใช้ผลิตภัณฑ์โครเก็ท พบว่าในหัวกุ้งและเปลือกกุ้งมีปริมาณของโปรตีนร้อยละ 47 ของน้ำหนักแห้ง มีแร่ธาตุ ได้แก่ Ca Na และ Zn ในปริมาณที่ค่อนข้างสูง และในเปลือกกุ้งมีปริมาณของกรดอะมิโนทั้งหมดสูงกว่าในหัวกุ้ง โดยกรดอะมิโนที่พบมากที่สุดคือ กรดกลูตามิก (Glutamic acid) และเมื่อนำเปลือกกุ้งและหัวกุ้งไปเติมในผลิตภัณฑ์โครเก็ทในอัตราส่วนต่างๆ ได้แก่ ร้อยละ 5 10 และ 20 พบว่าการเติมเปลือกกุ้งและหัวกุ้งที่ระดับร้อยละ 5 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด

จรินทร์ สว่างแจ้ง (2544) ศึกษาการผลิตผงปรุงแต่งรสกุ้งจากโปรตีนไฮโดรไลเสทจากหัวกุ้ง โดยใช้เอนไซม์โบรมิเลนร้อยละ 1.5 ร่วมกับเอนไซม์ฟลาโวไซม์ร้อยละ 1 ที่สภาวะ pH 6 อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นฝอยร่วมกับมอลโทเดกซ์ทริน จะได้ผงปรุงแต่งกลิ่นรสกุ้งสำหรับทำซูปก้อนรสกุ้ง จากการศึกษาพบว่าในผงปรุงแต่งกลิ่นรสกุ้งมีกรดอะมิโนอิสระและกรดอะมิโนทั้งหมด 66.8 และ 109.3 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ และมีกรดอะมิโนอิสระที่มีปริมาณสูงสุดคือ อาร์จินีน กรดแอสปาร์ติก กรดกลูตามิกและไกลซีนตามลำดับ

เปลือกกุ้งเป็นเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม จากงานวิจัยต่างๆพบว่า ในเปลือกกุ้งมีปริมาณของโปรตีนสูง มีปริมาณไขมันต่ำและมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง มีแร่ธาตุ ได้แก่ Ca Na และ Zn มีปริมาณของกรดอะมิโนทั้งหมดสูงกว่าในหัวกุ้ง โดยกรดอะมิโนที่พบมากที่สุดคือ กรดกลูตามิก อาร์จินีน กรดแอสปาร์ติก และไกลซีน ที่ช่วยให้กลิ่นรสกุ้ง มีสารแคโรทีนอยด์ในกลุ่มของแอสตาแซนธินเป็นองค์ประกอบ จึงมีการนำเปลือกกุ้งไปใช้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณโปรตีนและแร่ธาตุเพิ่มมากขึ้น และช่วยในการเสริมเพิ่มรสชาติ

การอบแห้งเป็นวิธีการเป็นที่นิยมใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาและเพิ่มความหลากหลายในการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ โดยการอบแห้งมีผลต่อคุณภาพทางกายภาพและเคมีของวัตถุดิบ ในกึ่งการอบแห้งมีผลต่อการสลายตัวของแอสตาแซนธินและการเปลี่ยนแปลงสีของกุ้ง โดยการเพิ่มขึ้นของค่าความสว่าง (Lightness) และการลดลงของค่าสีแดง (Redness) และค่าสีเหลือง (Yellowness) มีความสัมพันธ์กับการสูญเสียของแอสตาแซนธิน ซึ่งปริมาณของแอสตาแซนธินมีความเกี่ยวข้องกับสีของกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

#### 3.1 วัสดุดิบ

3.1.1 เปลือกกุ้งขาวแวนนาไม	บริษัท มารินโกลด์ โปรดักส์ จำกัด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร
3.1.2 ปลาโบนิโตะอบแห้ง	สุภาภี ฟู้ด เซอร์วิส, ประเทศไทย
3.1.3 งามา	ไรท์พีย์, ประเทศไทย
3.1.4 ผงปรุงรส	อายิโนะโมะโต๊ะ, ประเทศญี่ปุ่น
3.1.5 ซอสถั่วเหลือง	คิโดโคแมน, ประเทศสิงคโปร์
3.1.6 น้ำตาล	มิตรผล, ประเทศไทย
3.1.7 น้ำดื่ม	น้ำทิพย์, ประเทศไทย
3.1.8 สาหร่ายทะเลอบแห้ง	ทาเบรุ, ประเทศไทย
3.1.9 เกลือ	ปรุ่งทิพย์, ประเทศไทย
3.1.10 สีส้มผสมอาหาร	วินเนอร์, ประเทศไทย
3.1.11 ข้าวญี่ปุ่น	มิโดริ, ประเทศไทย

#### 3.2 สารเคมี

3.2.1 5% Acetic acid	ทิพรส, ประเทศไทย
3.2.2 น้ำกลั่น	

#### 3.3 อุปกรณ์

3.3.1 Aluminum can	
3.3.2 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง	MS204S/01 Mettler Toledo, Switzerland
3.3.3 ตู้อบไฟฟ้า	B.W.S. Trading LTD, Thailand
3.3.4 ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump)	SIBATA WJ-20, Japan
3.3.5 ตู้อบลมร้อน	Memmert, Germany
3.3.6 เครื่องวัดสี	Hunter Lab ColorFlex EZ, US

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.7 เครื่องวัด Aw	AQUALABseries 4 TE, USA
3.3.8 เครื่องปั่น	Tefal Type MF800, France
3.3.9 กระดาษกรองเบอร์ 4	Whatman, UK
3.3.10 ถาดอบ	
3.3.11 คีมคีบ	
3.3.12 เครื่องให้ความร้อน (Hot plate)	
3.3.13 เครื่องแก้วสำหรับงานวิเคราะห์	
3.3.14 ตะแกรงร่อน	
3.3.15 โถดูดความชื้น	
3.3.16 เครื่องครัว	
3.3.17 ถุงโพลีเอทิลีน	
3.3.18 ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตพลาสติก	
3.3.19 ควอตซ์คิวเวต	
3.3.20 อุปกรณ์สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส	

### 3.4 วิธีดำเนินงานวิจัย

#### 3.4.1 การเตรียมวัตถุดิบ

นำเปลือกกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการแปรรูปกุ้งขาวของบริษัท มารีน โกลด์ โปรดักส์ จำกัด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร มาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่าในอัตราส่วนเปลือกกุ้ง 5 กิโลกรัมต่อน้ำ 5 ลิตร จากนั้นล้างด้วยสารละลายเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0.3 โดยในอัตราส่วนเปลือกกุ้ง 5 กิโลกรัมต่อสารละลายเกลือ 5 ลิตร แล้วจึงล้างด้วยน้ำเปล่าอีกครั้ง ด้วยอัตราส่วนเปลือกกุ้งต่อน้ำเท่าเดิม แล้วนำมาผึ่งให้สะเด็ดน้ำเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นบรรจุเปลือกกุ้งใส่ถุงโพลีเอทิลีน ถุงละ 500 กรัม 2 ชั้น แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ที่บริษัท แปซิฟิค ห้างเย็น จำกัด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร โดยมีระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างไม่เกิน 8 เดือน

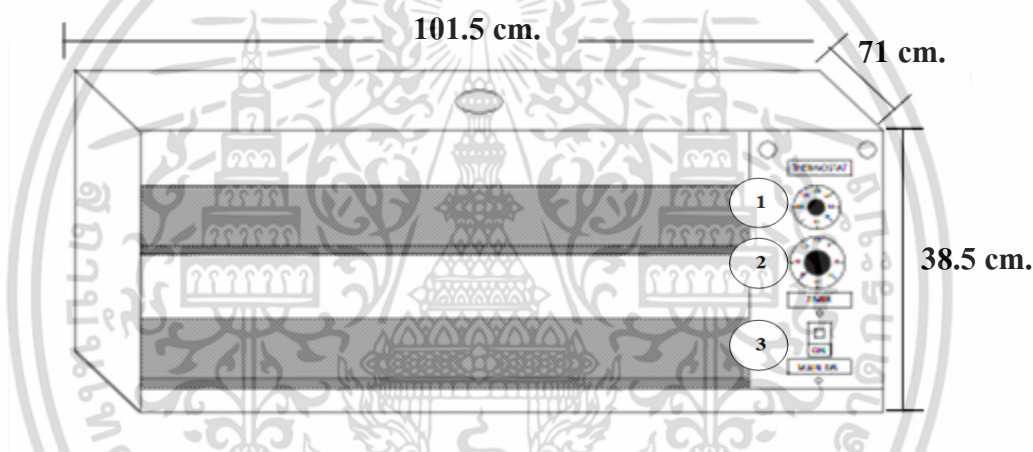
การนำตัวอย่างเปลือกกุ้งมาใช้ในการทดลอง โดยทำการขนส่งเปลือกกุ้งแช่เยือกแข็งจาก บริษัท แปซิฟิค ห้างเย็น จำกัด มาที่ห้องปฏิบัติการ คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยบรรจุใส่กล่องโฟม ใช้ระยะเวลาในการขนส่งไม่เกิน 2 ชั่วโมง เมื่อนำมาถึงจัดเก็บไว้ในตู้แช่เยือกแข็งอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นานไม่เกิน 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการนำเปลือกกุ้งมาใช้ นำเปลือกกุ้งที่เก็บในตู้แช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส มาทำละลายที่อุณหภูมิ 5-7 องศาเซลเซียส ในตู้เย็น เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำมาแช่ในน้ำอุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาผึ่งให้สะเด็ดน้ำ 5 นาที ก่อนนำเปลือกกุ้งไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

### 3.4.2 การศึกษาผลของขนาดของเปลือกกุ้งที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อบแห้ง

นำเปลือกกุ้งขาวที่เตรียมจากข้อ 3.4.1 มาเตรียมใน 2 รูปแบบ ได้แก่ การใช้ทั้งเปลือก และการบดโดยการปั่นด้วยเครื่องปั่น (MF 800, France) ขนาด 1000 วัตต์ เป็นเวลา 1 นาที จนได้เปลือกกุ้งขนาดประมาณ 5 มิลลิเมตร โดยความชื้นเริ่มต้นของเปลือกกุ้งประมาณ ร้อยละ 72-79 ของน้ำหนักเปียก จากนั้นนำไปอบแห้งด้วยตู้อบไฟฟ้า แสดงดังภาพที่ 3.1 โดยใช้สภาวะในการทำแห้งทั้งหมด 3 สภาวะ คือ ที่อุณหภูมิ 180, 190 และ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที



ภาพที่ 3.1 ตู้อบไฟฟ้า (Electric oven)

(1) Oven temperature controller. (2) Oven time controller. (3) Oven on/off switch.

#### 3.4.2.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงกายภาพ

##### 3.4.2.1.1 การวัดความชื้น

ทำการสุ่มหยิบตัวอย่างออกจากตู้อบไฟฟ้าทุก 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 และ 60 นาที รวมเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อมาหาความชื้นตามวิธีการของ AOAC (2000, Method 950.46)

### 3.4.2.1.2 การวัดค่าสี $L^*$ , $a^*$ , $b^*$

นำตัวอย่างจากข้อ 3.4.2.1.1 มาปั่นด้วยโม่ปั่น (MF 800, France) เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นนำมาบรรจุในควอตซ์คิวเวต เพื่อทำการวัดสีด้วยเครื่อง Hunter Lab รุ่น ColorFlex EZ โดยที่ค่า  $L^*$  เป็นค่าความสว่าง (lightness) โดย  $L = 100$  คือสว่างที่สุดและ  $L = 0$  คือมืดที่สุด ค่า  $a^*$  เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (redness/greenness) โดย  $+a$  คือสีแดง และ  $-a$  คือสีเขียว และค่า  $b^*$  เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (yellowness/blueness) โดย  $+b$  คือสีเหลืองและ  $-b$  คือสีน้ำเงิน

### 3.4.2.1.3 ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ

นำตัวอย่างจากข้อ 3.4.2.1 จำนวน 1.00 กรัม ( $W_1$ ) แฉ่งลงในน้ำร้อน อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำมากรองโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 4 และดูดด้วยปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump) ที่วิ่ง 1 นาที และนำไปชั่งน้ำหนักตัวอย่างหลังแช่โดยใช้เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ( $W_2$ ) และคำนวณค่าความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ จากสูตรในสมการที่ 1 (Kerdpi boon et al., 2007; Singh et al., 2008; Rhim et al., 2011)

จากสูตร

$$\text{ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ} = \frac{W_2}{W_1} \quad (1)$$

โดยที่

$W_1$  = น้ำหนักตัวอย่างก่อนแช่น้ำร้อน (กรัม)

$W_2$  = น้ำหนักตัวอย่างหลังแช่น้ำร้อน (กรัม)

### 3.4.2.1.4 ความสามารถในการละลายในน้ำและกรด

คัดแปลงจาก Wakai and Almenar (2015) โดยนำตัวอย่างที่อบแห้งที่ระยะเวลาต่างๆ จากข้อ 3.4.2.1 จำนวน 0.50 กรัม ( $W_1$ ) ใส่ลงในสารละลายต่างๆ ได้แก่ น้ำ และน้ำส้มสายชู (5% acetic acid) ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เป็นเวลา 15 ชั่วโมง จากนั้นนำมากรองแยกสารละลายที่เหลือออกโดยใช้ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum pump) และกระดาษกรองเบอร์ 4 เป็นเวลา 30 วินาที และนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักตัวอย่างคงที่ จากนั้นนำตัวอย่างที่อบแห้งมาชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ( $W_2$ ) และคำนวณหาความสามารถในการละลาย จากสูตรในสมการที่ 2

จากสูตร

$$\text{ความสามารถในการละลาย (\%)} = \frac{(W_1) - (W_2)}{W_1} \times 100 \quad (2)$$

โดยที่

$W_1$  = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม) ที่ผ่านการอบแห้งที่เวลาใดๆ

$W_2$  = น้ำหนักตัวอย่างที่อบแห้งที่ 65 องศาเซลเซียส (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.2.2 การคัดเลือกสถานะที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกกุ้งเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

นำเปลือกกุ้งอบแห้งในรูปแบบทั้งเปลือกและลดขนาดที่ผ่านการอบแห้งในสถานะต่างๆ ในข้อ 3.4.2 มาพิจารณาค่าความชื้น โดยกำหนดให้เปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งมีความชื้นต่ำกว่า ร้อยละ 8 ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 700-2530) จากนั้นพิจารณาปัจจัยคุณภาพต่างๆ ได้แก่ ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ ความสามารถในการละลายในน้ำ ความสามารถในการละลายในกรด และค่าสีตามลำดับ นำตัวอย่างเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งจากสถานะที่คัดเลือกมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวในข้อ 3.4.3 ต่อไป

### 3.4.3 การนำผงเปลือกกุ้งขาวอบแห้งไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

นำเปลือกกุ้งขาวอบแห้งที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3.4.2.2 มาบดละเอียดด้วยเครื่องปั่น (MF800, France) ความเร็วระดับ 1 และนำมาผ่านตะแกรงขนาด 12 เมช ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูตะแกรง 1.4 มิลลิเมตร นำเปลือกกุ้งมาผสมกับส่วนผสมต่างๆ ได้แก่ งามาซอสถั่วเหลือง น้ำผงปรุงรส สาหร่ายทะเล เกลือและน้ำตาล ตามอัตราส่วนที่แสดงในตารางที่ 3.1 โดยแปรผันเปลือกกุ้งอบแห้งในอัตราส่วนร้อยละ 10 20 และ 30 ของเนื้อปลาป่นแสดงรายละเอียดตามตารางที่ 3.2 จากนั้นทำการปรุงผงโรยข้าว แสดงรายละเอียดกระบวนการตามภาพที่ 3.2 โดยเริ่มจากการนำเนื้อปลาอบแห้งปั่นผสมกับเปลือกกุ้งขาวอบแห้งปั่น งามาซอสถั่วเหลือง ผงปรุงรส น้ำตาลทราย เกลือและน้ำดื่มให้เข้ากัน นำส่วนผสมมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 นาที จนน้ำตาลและเกลือละลาย นำส่วนของเนื้อปลาผสมกับส่วนของน้ำปรุงรสให้เข้ากัน จากนั้นนำมาเกลี่ยใส่ถาดอบให้หนาประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำมาทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำมาผสมกับสาหร่ายทะเล จากนั้นบรรจุใส่ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตพลาสติก โดยรายละเอียดขั้นตอนการผลิตผงโรยข้าวแสดงดังภาพที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 สูตรพื้นฐานของผงโรยข้าว

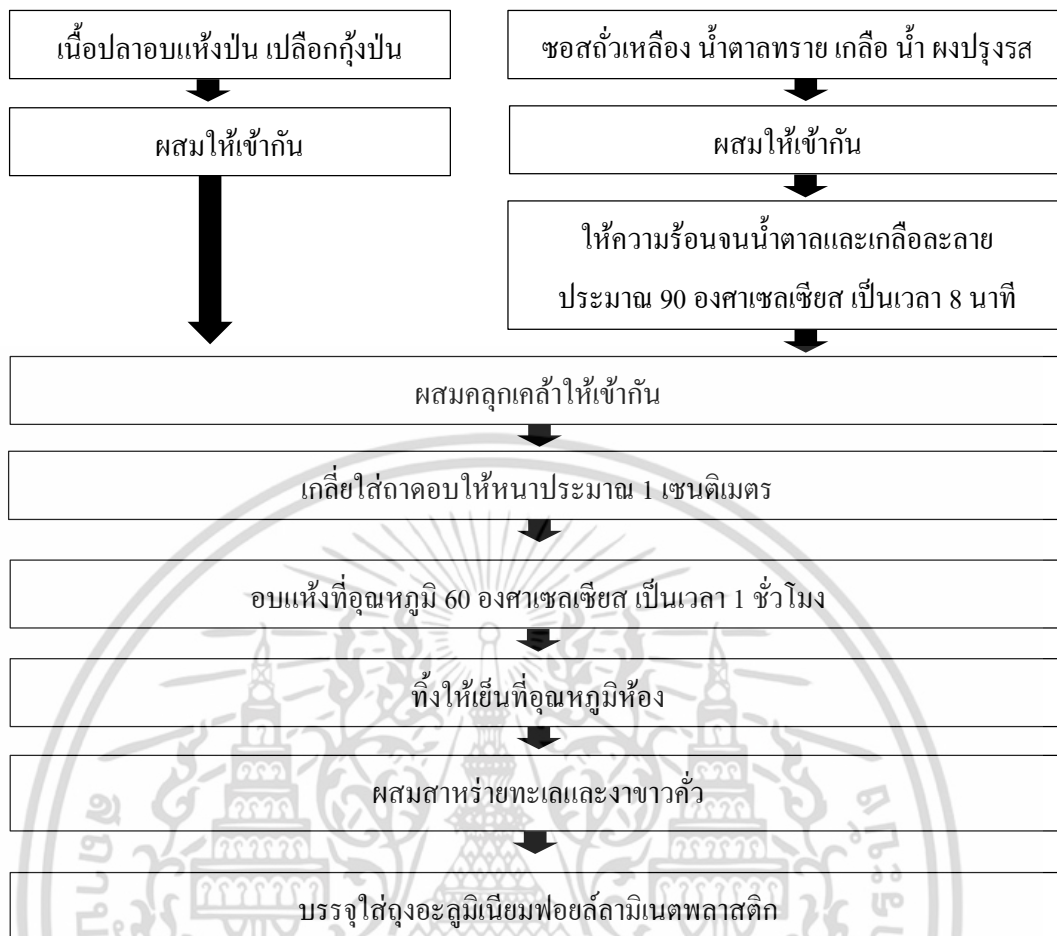
ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)	%
เนื้อปลาโบนิโตะอบแห้ง	100.0	44.38
งาขาวคั่ว	33.33	14.79
ผงปรุงรส	11.67	5.18
ซอสถั่วเหลือง	10.83	4.81
น้ำตาลทราย	15.00	6.66
สาหร่ายทะเล	2.00	0.89
เกลือ	15.00	6.66
น้ำ	37.50	16.64

ดัดแปลงจาก: รจนา นุชนุ่ม (2551)

ตารางที่ 3.2 ส่วนประกอบของผงโรยข้าวที่ทดแทนเนื้อปลาด้วยเปลือกกุ้งอัตราส่วนต่างๆ

ส่วนผสม	เปลือกกุ้ง 10%		เปลือกกุ้ง 20%		เปลือกกุ้ง 30%	
	(กรัม)	%	(กรัม)	%	(กรัม)	%
เนื้อปลาโบนิโตะอบแห้ง	90.0	39.94	80.0	35.50	70.0	31.07
เปลือกกุ้งอบแห้ง	10.0	4.44	20.0	8.88	30.0	13.31
งาขาวคั่ว	33.33	14.79	33.33	14.79	33.33	14.79
ผงปรุงรส	11.67	5.18	11.67	5.18	11.67	5.18
ซอสถั่วเหลือง	10.83	4.81	10.83	4.81	10.83	4.81
น้ำตาลทราย	15.00	6.66	15.00	6.66	15.00	6.66
สาหร่ายทะเล	2.00	0.89	2.00	0.89	2.00	0.89
เกลือ	15.00	6.66	15.00	6.66	15.00	6.66
น้ำ	37.50	16.64	37.50	16.64	37.50	16.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนที่ใช้ในการผลิตผงโรยข้าว  
ที่มา คัดแปลงจาก รจนา นุชนุ่ม, 2551

### 3.4.3.1 การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

นำผงโรยข้าวที่ผลิตตามกระบวนการในข้อ 3.4.3 ที่ได้รับการยอมรับสูงสุดมาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point Hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด 2=ไม่ชอบมาก 3=ไม่ชอบปานกลาง 4=ไม่ชอบเล็กน้อย 5=เฉยๆ 6=ชอบเล็กน้อย 7=ชอบปานกลาง 8=ชอบมาก และ 9=ชอบมากที่สุด) ในด้านรสชาติ กลิ่นของกุ้ง สี ความรู้สึกในปากขณะเคี้ยว และความชอบโดยรวม และทดสอบความพอดี (Just about right) ด้านสี กลิ่นของกุ้ง รสหวาน รสเค็ม และความสามารถในการกลืน ตามแบบประเมินทางประสาทสัมผัส ข.1 ในภาคผนวก ข. เตรียมตัวอย่างทดสอบโดยนำตัวอย่างผงโรยข้าวโรยลงบนข้าวสวย โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมของเปลือกกุ้งในผลิตภัณฑ์

ผงโรยข้าวทั้งในรูปแบบทั้งเปลือกและแบบลดขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัทฯ เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.3.2 การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

นำผงโรยข้าวที่คัดเลือกจาก ข้อ 3.4.3.1 มาปรับปรุงสูตรในกรณีที่จะแนบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในแต่ละคุณลักษณะมีคะแนนความชอบน้อยกว่า 7 จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน จากนั้นประเมินความชอบทางประสาทสัมผัสด้วยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point Hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด จนถึง 9=ชอบมากที่สุด) จนตัวอย่างผงโรยข้าวได้รับคะแนนความชอบในด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นกุ้ง และความชอบโดยรวม ในระดับคะแนน 7 ขึ้นไปหรือระดับความชอบปานกลาง และใช้การทดสอบความพอดี (Just about right) ในคุณลักษณะด้านสี กลิ่นของกุ้ง รสหวาน รสเค็ม และความสามารถในการกลิ่น อยู่ในระดับพอดี

### 3.4.4 การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

นำผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวสูตรที่ผ่านการคัดเลือกจากข้อ 3.4.3.2 มาทำการศึกษาคูณภาพของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ การวิเคราะห์คุณสมบัติเคมี คุณสมบัติเชิงกายภาพและการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

#### 3.4.4.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติเคมี

3.4.4.1.1 ค่า Water activity ( $A_w$ ) (มผช. 1337/2549) (ภาคผนวก ค.)

กำหนดปริมาณ ไม่เกิน 0.6

3.4.4.1.2 การวิเคราะห์ความชื้น (AOAC, 2000 Method 950.46) กำหนดปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 (มอก. 700-2530) (ภาคผนวก ง.)

#### 3.4.4.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงกายภาพ

3.4.4.2.1 การวัดค่าสี  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ด้วยเครื่อง Hunter Lab

#### 3.4.4.3 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

นำผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวมาทำการศึกษาคูณภาพการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 150 คน โดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point Hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด จนถึง 9=ชอบมากที่สุด) ในด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นกุ้ง และความชอบโดยรวม และการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค ใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาและบุคลากรของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### 3.4.5 การตรวจสอบคุณภาพของผงโรยข้าวในระหว่างการเก็บรักษา

นำผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวมาทำการเก็บรักษาเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านกายภาพ เคมีและทางประสาทสัมผัส โดยการนำผงโรยข้าว 30 กรัม มาบรรจุในถุงอะลูมิเนียมเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอยล์ลามิเนตพลาสติก ขนาด  $4 \times 6$  นิ้ว หนา 100 ไมครอน แล้วปิดผนึกด้วยความร้อน นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3 เดือน และสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบคุณภาพทุก 1 สัปดาห์ (ดัดแปลงจาก รจนา นุชคุ้ม, 2551) โดยทำการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้แก่

### 3.4.5.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงเคมี

3.4.5.1.1 ค่า Water activity ( $A_w$ ) (มผช. 1337/2549)

3.4.5.1.2 การวิเคราะห์ความชื้น (AOAC, 2000 Method 950.46) กำหนดปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 12 (มอก. 700-2530) (ภาคผนวก ง.)

### 3.4.5.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงกายภาพ

3.4.5.2.1 การวัดค่าสี  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ด้วยเครื่อง Hunter Lab

### 3.4.5.3 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

นำผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวมาทำการศึกษการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point Hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด จนถึง 9 = ชอบมากที่สุด) ในด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นกึ่ง ความชอบโดยรวมและการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์

## 3.5 การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้ง แสดงผลในรูปของค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการวัดค่า 3 ซ้ำ ในการศึกษาผลของสภาวะในการทำแห้งที่มีผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์อบแห้ง ใช้การวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Factorial Experiments in Completely Randomized Design) นำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95% ( $p \leq 0.05$ )

การคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกกุ้งเพื่อนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว ใช้การวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design นำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95% ( $p \leq 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมของเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งที่ใช้ในการทดแทนปลาในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวและการศึกษาการศึกษาคุณภาพของผงโรยข้าวหลังจากการเก็บรักษาใช้การวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design นำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ )

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมและระหว่างการใช้การวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design นำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) และคำนวณร้อยละการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว



## บทที่ 4

### ผลและการวิจารณ์ผลการทดลอง

#### 4.1 การศึกษาผลของสภาวะในการอบแห้งที่มีต่อคุณภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งขนาดต่างๆ

จากการศึกษาผลของสภาวะในการอบแห้งที่มีต่อคุณภาพของเปลือกกุ้งขาวอบแห้งขนาดต่างๆ ได้แก่ เปลือกกุ้งขาวแบบทั้งเปลือกและเปลือกกุ้งขาวที่ผ่านการลดขนาด แล้วนำมาอบแห้งที่สภาวะต่างๆ คือ อุณหภูมิ 180 190 และ 200 องศาเซลเซียส และ ระยะเวลา 0 5 10 15 20 25 30 40 50 และ 60 นาที จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงกายภาพและนำค่าที่ได้มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยศึกษาผลของปัจจัยหลัก ได้แก่ อุณหภูมิ และ เวลา รวมถึงปัจจัยร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่มีผลต่อคุณสมบัติเชิงกายภาพของเปลือกกุ้งที่ผ่านการทำแห้ง แสดงผลดังนี้

##### 4.1.1 เปลือกกุ้งแบบทั้งเปลือก

จากการศึกษาการอบแห้งเปลือกกุ้งขาวแบบทั้งเปลือก โดยใช้อุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งที่แตกต่างกัน โดยใช้การวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จะได้ค่า P-value ของปัจจัยคุณภาพของเปลือกกุ้งที่สภาวะต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4.1 พบว่าผลของปัจจัยหลัก ได้แก่ อุณหภูมิและเวลา มีผลต่อปัจจัยคุณภาพต่างๆของเปลือกกุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาต่อปัจจัยคุณภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งทั้งเปลือก พบว่าผลของปัจจัยหลัก ได้แก่ อุณหภูมิและระยะเวลา มีผลคุณภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งแบบทั้งเปลือก ได้แก่ ความชื้น ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าสีแดง ( $a^*$ ) ค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ ความสามารถในการละลายในกรดและความสามารถในการละลายน้ำตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.2 และ 4.3

ตารางที่ 4.1 ค่า P-value ของอุณหภูมิและเวลาต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งทั้งเปลือก

Factor	P-value						
	Moisture content (%db)	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	Rehydration Ratio	Solubility in acid (%)	Solubility in water (%)
Temperature	.003**	.000**	.000**	.000**	.000**	.001**	.004**
Time	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**
Temperature*Time	.240 <sup>ns</sup>	.000**	.000**	.000**	.068 <sup>ns</sup>	.166 <sup>ns</sup>	.018*

หมายเหตุ ns แสดงถึงปัจจัยคุณภาพที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95  
 \*\* แสดงถึงปัจจัยคุณภาพที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 91  
 \* แสดงถึงปัจจัยคุณภาพที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.2 ผลของอุณหภูมิที่มีต่อปัจจัยคุณภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งทั้งเปลือก

Temperature (°C)	Moisture content (%db)	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	Rehydration Ratio	Solubility in acid (%)	Solubility in water (%)
180	157.35±4.07 <sup>a</sup>	56.34±0.13 <sup>a</sup>	10.90±0.06 <sup>b</sup>	20.05±0.08 <sup>b</sup>	1.54±0.03 <sup>b</sup>	64.48±0.73 <sup>a</sup>	53.10±0.86 <sup>a</sup>
190	139.66±4.07 <sup>b</sup>	55.10±0.13 <sup>c</sup>	11.21±0.06 <sup>a</sup>	19.30±0.08 <sup>a</sup>	1.83±0.03 <sup>a</sup>	64.16±0.73 <sup>a</sup>	51.80±0.86 <sup>a</sup>
200	157.35±4.07 <sup>a</sup>	55.91±0.13 <sup>b</sup>	10.37±0.06 <sup>c</sup>	19.38±0.08 <sup>a</sup>	1.80±0.03 <sup>a</sup>	60.50±0.73 <sup>b</sup>	49.00±0.86 <sup>b</sup>

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.3 ผลของเวลาที่มีต่อคุณสมบัติทางภาพภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งทั้งเปลือก

เวลา (นาที)	ปริมาณความชื้น (%db)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	Rehydration Ratio	Solubility in acid (%)	Solubility in water (%)
0	302.39±7.44 <sup>a</sup>	47.95±0.23 <sup>j</sup>	8.09±0.11 <sup>g</sup>	15.79±0.14 <sup>f</sup>	0.89±0.05 <sup>g</sup>	82.08±1.43 <sup>a</sup>	76.21±1.57 <sup>a</sup>
5	260.27±7.44 <sup>b</sup>	51.16±0.23 <sup>h</sup>	10.57±0.11 <sup>c</sup>	16.91±0.14 <sup>e</sup>	0.93±0.05 <sup>g</sup>	81.29±1.43 <sup>a</sup>	73.73±1.57 <sup>ab</sup>
10	248.79±7.44 <sup>b</sup>	52.37±0.23 <sup>g</sup>	11.62±0.11 <sup>d</sup>	18.16±0.14 <sup>d</sup>	1.13±0.05 <sup>f</sup>	79.10±1.43 <sup>a</sup>	69.62±1.57 <sup>bc</sup>
15	216.67±7.44 <sup>c</sup>	53.41±0.23 <sup>f</sup>	12.39±0.11 <sup>b</sup>	19.39±0.14 <sup>c</sup>	1.23±0.05 <sup>cf</sup>	78.55±1.43 <sup>a</sup>	68.11±1.57 <sup>c</sup>
20	163.77±7.44 <sup>d</sup>	53.69±0.23 <sup>f</sup>	12.00±0.11 <sup>c</sup>	19.46±0.14 <sup>c</sup>	1.33±0.05 <sup>e</sup>	72.31±1.43 <sup>b</sup>	61.96±1.57 <sup>d</sup>
25	146.29±7.44 <sup>d</sup>	54.57±0.23 <sup>e</sup>	12.14±0.11 <sup>bc</sup>	20.59±0.14 <sup>b</sup>	1.60±0.05 <sup>d</sup>	65.61±1.43 <sup>c</sup>	59.21±1.57 <sup>d</sup>
30	100.72±7.44 <sup>c</sup>	56.25±0.23 <sup>d</sup>	12.89±0.11 <sup>a</sup>	22.48±0.14 <sup>a</sup>	1.97±0.05 <sup>c</sup>	58.64±1.43 <sup>d</sup>	48.89±1.57 <sup>c</sup>
40	45.17±7.44 <sup>f</sup>	59.86±0.23 <sup>c</sup>	11.63±0.11 <sup>d</sup>	22.79±0.14 <sup>a</sup>	2.11±0.05 <sup>c</sup>	48.44±1.43 <sup>e</sup>	26.59±1.57 <sup>f</sup>
50	22.32±7.44 <sup>g</sup>	62.32±0.23 <sup>b</sup>	9.46±0.11 <sup>f</sup>	20.84±0.14 <sup>b</sup>	2.45±0.05 <sup>b</sup>	38.64±1.43 <sup>f</sup>	19.39±1.57 <sup>g</sup>
60	7.31±7.44 <sup>g</sup>	66.25±0.23 <sup>a</sup>	7.46±0.11 <sup>h</sup>	19.43±0.14 <sup>c</sup>	3.57±0.05 <sup>a</sup>	26.81±1.43 <sup>g</sup>	9.32±1.57 <sup>h</sup>

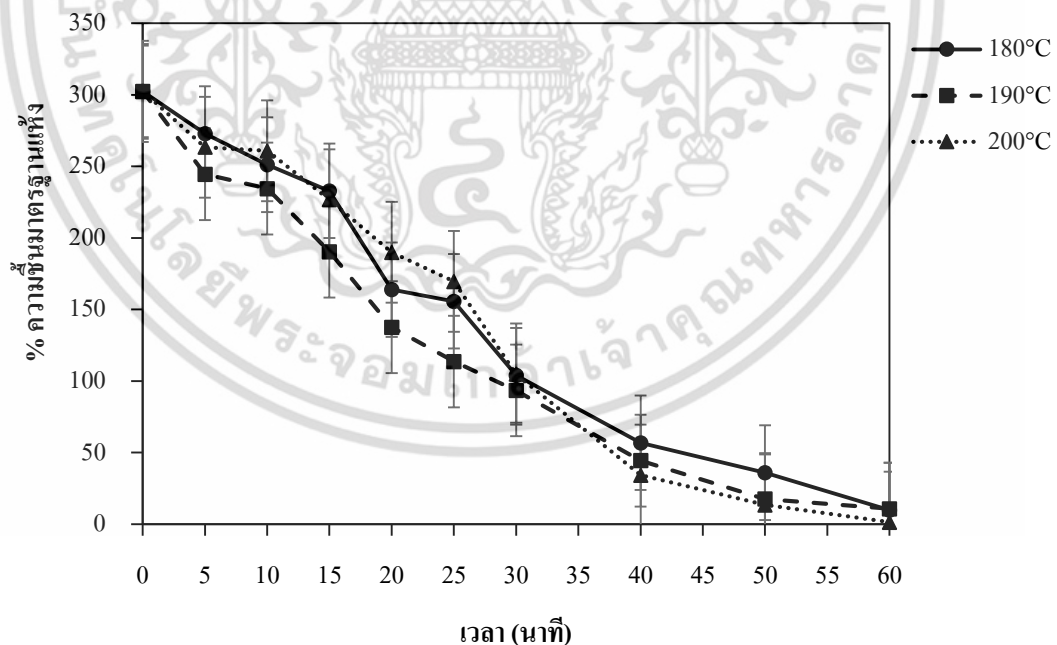
หมายเหตุ

ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

#### 4.1.1.1 ความชื้น

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเปลือกกุ้งขาวที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 180 190 และ 200 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 0 5 10 15 20 25 30 40 50 และ 60 นาที จะได้กราฟการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเปลือกกุ้งแบบทั้งเปลือกที่ผ่านการอบแห้งที่สภาวะต่างๆ แสดงดังภาพที่ 4.1 ซึ่งพบว่า ตัวอย่างเปลือกกุ้งมีความชื้นเริ่มต้น คือ ร้อยละ 334.69 โดยน้ำหนักแห้ง (ตาราง ข.1 ภาคผนวก ข.) โดยในช่วงแรกของการอบแห้งความชื้นของเปลือกกุ้งจะมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็ว และเมื่อใช้ระยะเวลาและอุณหภูมิที่ในการอบแห้งเปลือกกุ้งเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความชื้นของเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) โดยความชื้นสุดท้ายของเปลือกกุ้งในรูปแบบทั้งเปลือกที่ผ่านการอบแห้งเป็นระยะเวลา 60 นาที ที่อุณหภูมิ 180 190 และ 200 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับร้อยละ 9.83 10.75 และ 1.36 ต่อน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ เป็นไปตามเกณฑ์ที่มาตรฐานอาหารแห้งระบุไว้ คือ ความชื้นในอาหารควรมีไม่เกิน ร้อยละ 8 (มอก.700-2530) และการลดลงของความชื้นนั้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ Niamnuy และคณะ (2007) ที่ทำการอบแห้งกุ้งแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบเจตสเปาท์เตดเบดที่อุณหภูมิ 80-120 องศาเซลเซียส พบว่าความชื้นของกุ้งแห้งที่ผ่านการอบมีแนวโน้มลดลง จากความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 278-338 โดยน้ำหนักแห้ง เป็นร้อยละ 25 โดยน้ำหนักแห้ง

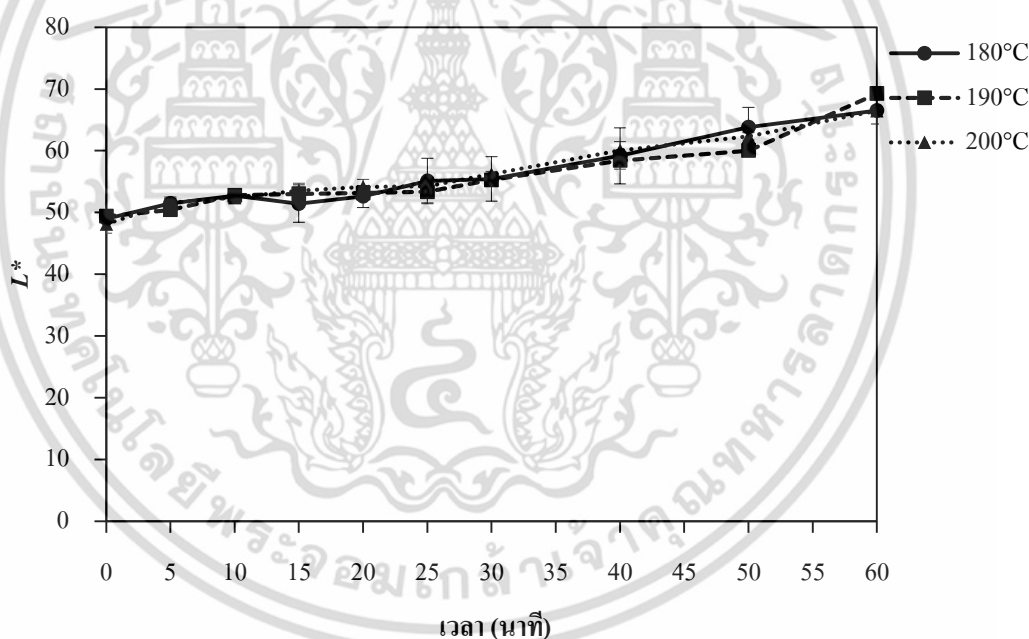


ภาพที่ 4.1 ความชื้นของเปลือกกุ้งแบบทั้งเปลือกที่ผ่านการอบแห้งที่สภาวะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.1.2 ค่าสี

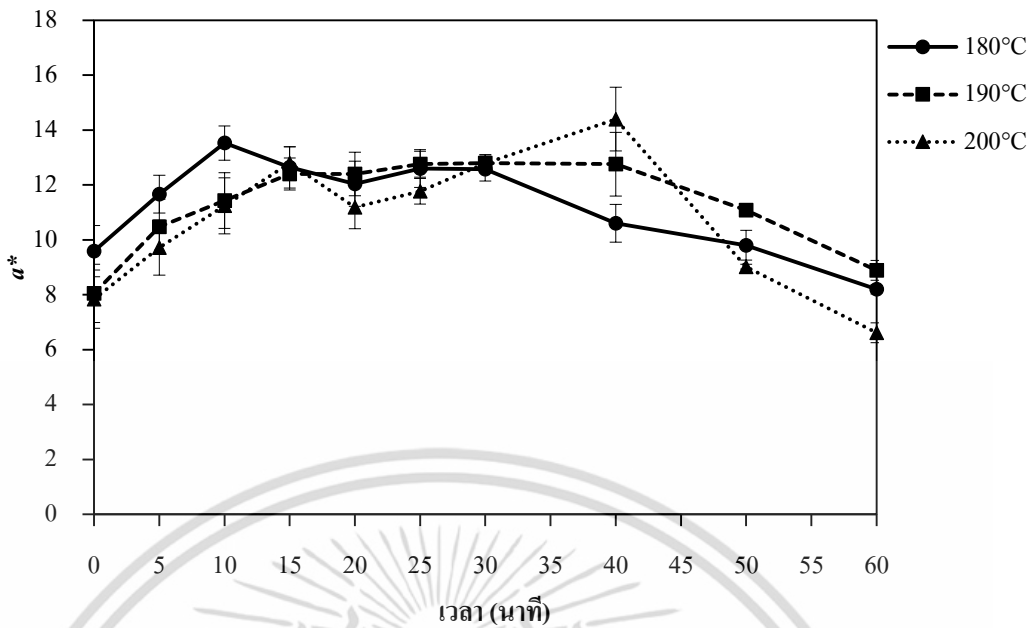
ในกุ้งและเปลือกกุ้งมีสารแอสตาแซนทินที่เป็นรงควัตถุสีส้มแดงในเนื้อเยื่อ (Yanar et al., 2004) จากการศึกษาผลของสภาวะการอบแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกกุ้งในระหว่างกระบวนการอบแห้ง แสดงดังภาพที่ 4.2 พบว่าค่าความสว่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ตาราง ข.5-7 ภาคผนวก ข.) เมื่อเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้น เนื่องจากสารแคโรทีนอยด์ในเปลือกกุ้งสามารถเกิดการสลายตัวจากความร้อนที่ใช้ในการทำแห้ง (João et al., 2011) ความร้อนทำให้เกิดการเสื่อมสลายของเม็ดสีในอาหารทำให้เปลือกกุ้งมีสีซีดจาง และค่าสีแดงของเปลือกกุ้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างการอบแห้งเนื่องจากสารแอสตาแซนทินในเนื้อเยื่อของเปลือกกุ้งมีความเข้มข้นมากขึ้น (Akonor et al., 2016) ซึ่งโดยปกติเปลือกกุ้งขาวที่ไม่ผ่านการอบแห้งจะมีสีน้ำเงินหรือสีน้ำเงินอมเทา เกิดจากสารแอสตาแซนทินที่รวมอยู่กับโปรตีน เมื่อได้รับความร้อน โปรตีนจะเสียสภาพธรรมชาติแยกตัวออกทำให้สีแดงของแคโรทีนอยด์อิสระปรากฏเด่นชัดขึ้น (นิธิยา รัตนปนนท์, 2553) และค่าสีเหลืองมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในระหว่างกระบวนการทำแห้ง



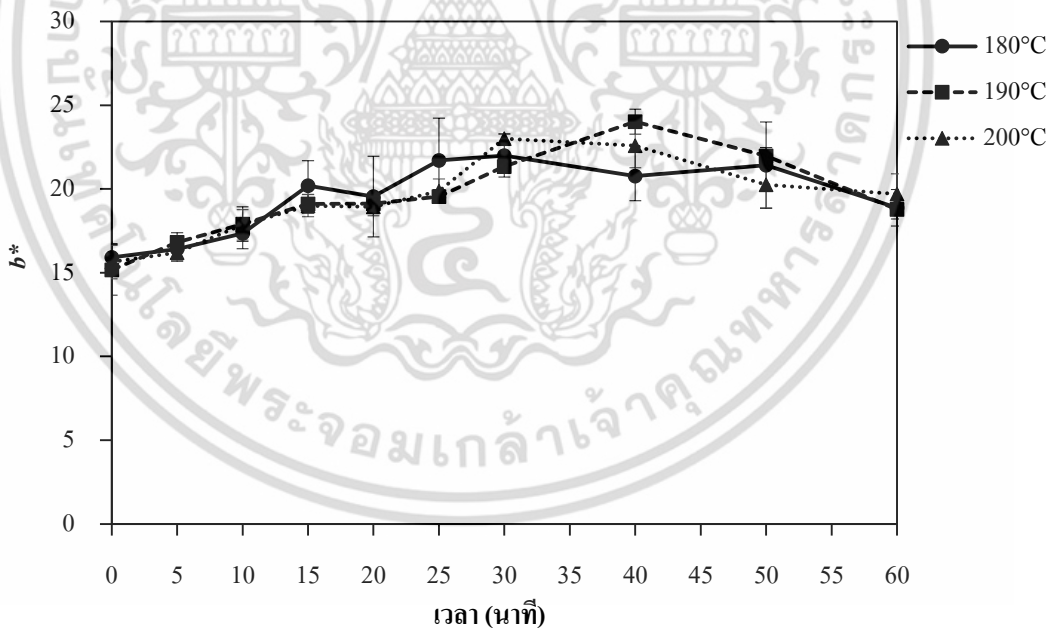
(ก) ค่าความสว่างของเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้ง

ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกกุ้งแบบทั้งเปลือกในระหว่างกระบวนการอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข) ค่าสีแดงของเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้ง



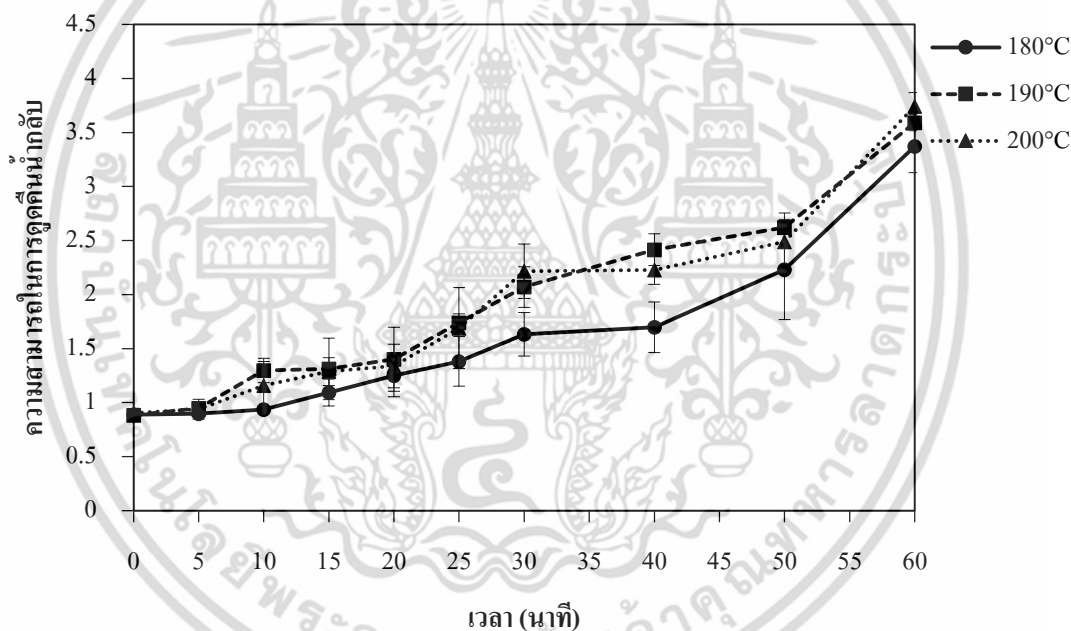
(ค) ค่าสีเหลืองของเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้ง

ภาพที่ 4.2 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกกุ้งแบบทั้งเปลือกในระหว่างกระบวนการอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.1.3 ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ

ความสามารถดูดกลืนน้ำกลับของเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและระยะเวลาแตกต่างกันแสดงดังภาพที่ 4.3 พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการทำแห้งส่งผลให้เปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งมีความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (แสดงดังตารางที่ ข.2 ภาคผนวก ข.) เนื่องจากการสูญเสียน้ำในระหว่างการทำแห้งเพิ่มขึ้น เมื่อนำเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งมาแช่น้ำ จะมีการดูดกลืนน้ำกลับไปยังช่องว่างภายใน ทำให้เปลือกกุ้งกลับสู่สภาพเดิม (Akonor et al., 2016) นอกจากนี้ปริมาตรการดูดกลืนน้ำจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการทำแห้งเพิ่มขึ้น เปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง (200 องศาเซลเซียส) มีความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ 3.74 เท่า สูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำกว่า คือ 190 และ 180 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับอยู่ที่ 3.59 และ 3.37 เท่า ตามลำดับ ที่ระยะเวลาการอบแห้งนาน 60 นาที

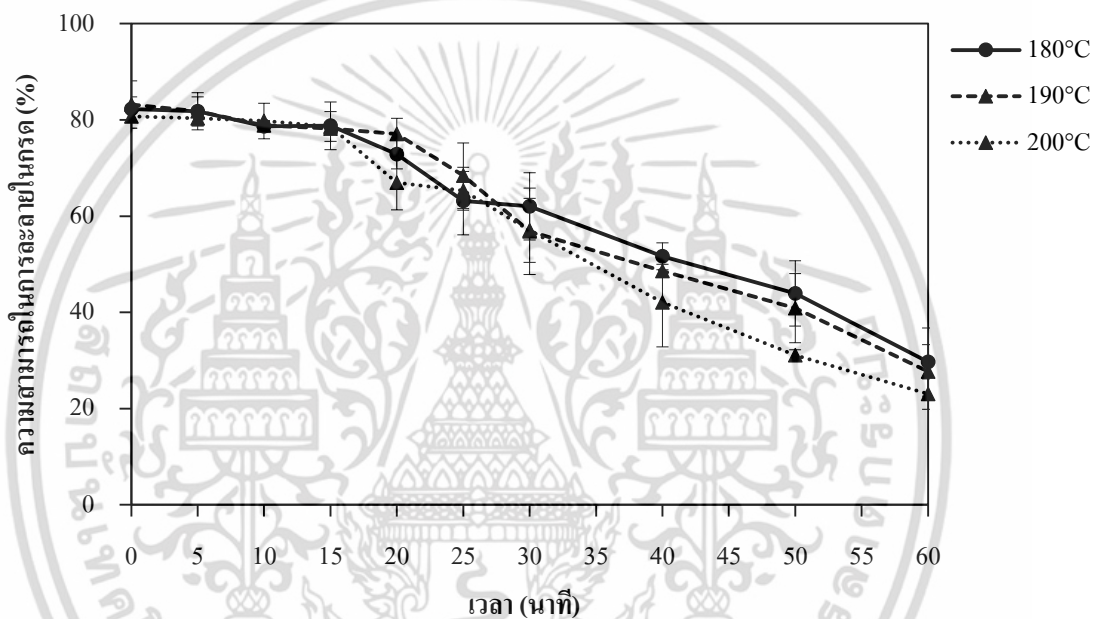


ภาพที่ 4.3 ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับของเปลือกกุ้งแบบทั้งเปลือกที่ผ่านการอบแห้ง

#### 4.1.1.4 ความสามารถในการละลายในกรด

ความสามารถในการละลายในกรดของเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่แตกต่างกัน แสดงดังภาพที่ 4.4 พบว่าความสามารถในการละลายในกรดของตัวอย่างเปลือกกุ้งมีแนวโน้มลดลง เมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้นและใช้ระยะเวลาเพิ่มขึ้น เนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่ของเปลือกกุ้งประกอบด้วย โปรตีน แคลเซียมคาร์บอเนตและไคตินสามารถละลายในกรด (Khorrami et al., 2011) นอกจากนี้ Anshar (2013) พบว่าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารโคโตซานในเปลือกกุ้งสามารถละลายได้ในสารละลายกรดอะซิติกและการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในการอบแห้งส่งผลให้โมเลกุลของโคโตซานเกิดการเปลี่ยนแปลง ทำให้ความสามารถในการละลายในกรดของเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งลดลง โดยเปลือกกุ้งที่ไม่ผ่านการอบแห้งมีความสามารถในการละลายในกรด ร้อยละ 82.08 เมื่อผ่านการอบแห้งเป็นเวลา 60 นาทีด้วยอุณหภูมิ 180-200 องศาเซลเซียส (แสดงดังตารางที่ ข.4 ภาคผนวก ข.) โดยเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที มีความสามารถในการละลายในกรดร้อยละ 23 ต่ำกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำกว่าคือ 180 และ 190 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความสามารถในการละลายในกรดร้อยละ 27 และ 29 ตามลำดับ



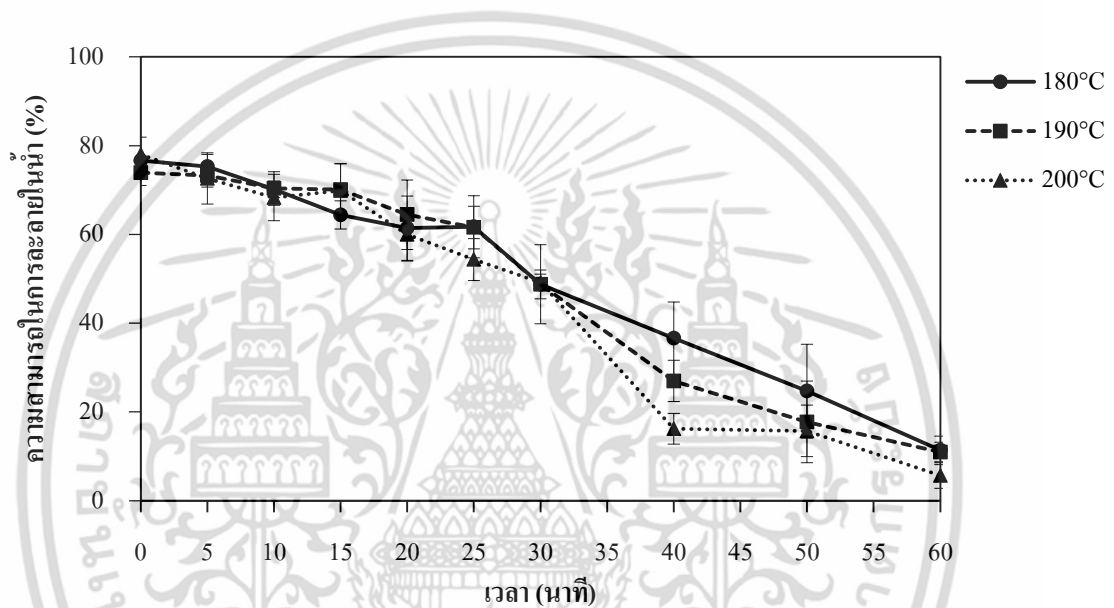
ภาพที่ 4.4 ความสามารถในการละลายของเปลือกกุ้งแบบอบแห้งทั้งเปลือกในกรด

#### 4.1.1.5 ความสามารถในการละลายในน้ำ

ความสามารถในการละลายในน้ำของเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่แตกต่างกัน แสดงดังภาพที่ 4.5 จากการทดลองพบว่าเปลือกกุ้งที่ไม่ผ่านการอบแห้งมีความสามารถในการละลายในน้ำร้อยละ 76.21 เมื่อผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 180 190 และ 200 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 นาที จะมีความสามารถในการละลายในน้ำร้อยละ 11.34 10.95 และ 5.66 ตามลำดับ (แสดงดังตารางที่ ข.3 ภาคผนวก ข.) โดยความสามารถในการละลายในน้ำมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งสูงขึ้น ซึ่งมีแนวโน้มเดียวกับความสามารถในการละลายในกรดของเปลือกกุ้งอบแห้งและค่าความสามารถในการละลายในน้ำของเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งมีความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้น เมื่อปริมาณความชื้นลดลง ความสามารถในการละลายในน้ำจะลดลงเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นใบนี้โดยไม่ขออนุญาตให้นำไปใช้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากตัวอย่างเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งที่มีปริมาณความชื้นสูงจะมีสัดส่วนของน้ำในตัวอย่างที่สูงและสัดส่วนของแข็งต่ำ เมื่อนำตัวอย่างมาหาความสามารถในการละลายในน้ำโดยการแช่น้ำและอบแห้ง ส่งผลให้ส่วนของน้ำในตัวอย่างเปลือกกุ้งและน้ำส่วนที่ละลายออกมาจากตัวอย่างจะระเหยออกไป เมื่อนำมาคำนวณความสามารถในการละลายจะมีค่าสูงกว่าตัวอย่างเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงและระยะเวลาที่มีปริมาณความชื้นที่ต่ำกว่าและในเปลือกกุ้งประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 30-50% และไคติน 20-30% (Ameh et al., 2014) ที่สามารถละลายน้ำได้น้อย ส่งผลให้ความสามารถในการละลายในน้ำมีค่าต่ำกว่าความสามารถในการละลายในกรด



ภาพที่ 4.5 ความสามารถในการละลายของเปลือกกุ้งแบบแห้งเปลือกอบแห้งในน้ำ

#### 4.1.2 เปลือกกุ้งแบบลดขนาด

จากการศึกษาการอบแห้งเปลือกกุ้งขาวแบบลดขนาด โดยใช้อุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งที่แตกต่างกัน โดยใช้การวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จะได้ค่า P-value ของปัจจัยคุณภาพของเปลือกกุ้งที่สภาวะต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4.4 พบว่าผลของปัจจัยหลัก ได้แก่ อุณหภูมิและเวลา มีผลต่อปัจจัยคุณภาพต่างๆของเปลือกกุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาต่อปัจจัยคุณภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งแบบลดขนาด พบว่าผลของปัจจัยหลัก ได้แก่ อุณหภูมิและระยะเวลา ที่มีผลคุณภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งแบบ ลดขนาด ได้แก่ ความชื้น ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าสีแดง ( $a^*$ ) ค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ ความสามารถในการละลายในกรดและความสามารถในการละลายน้ำตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.2 และ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ค่า P-value ของอุณหภูมิและเวลาต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งแบบลดขนาด

Factor	P-value						
	Moisture content (%db)	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	Rehydration Ratio	Solubility in acid (%)	Solubility in water (%)
Temperature	.272 <sup>ns</sup>	.000**	.000**	.000**	.865 <sup>ns</sup>	.000**	.284 <sup>ns</sup>
Time	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**	.000**
Temperature*Time	.040*	.000**	.000**	.000**	.463 <sup>ns</sup>	.067 <sup>ns</sup>	.829 <sup>ns</sup>

หมายเหตุ ns แสดงถึงปัจจัยคุณภาพที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95  
 \*\* แสดงถึงปัจจัยคุณภาพที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 91  
 \* แสดงถึงปัจจัยคุณภาพที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.5 ผลของอุณหภูมิต่อคุณสมบัติทางกายภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งแบบลดขนาด

Temperature (°C)	Moisture content (%db) <sup>ns</sup>	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	Rehydration Ratio <sup>ns</sup>	Solubility in acid (%)	Solubility in water (%) <sup>ns</sup>
180	184.23±5.52	56.98±0.12 <sup>a</sup>	11.23±0.07 <sup>a</sup>	20.03±0.08 <sup>b</sup>	1.58±0.06	67.82±0.81 <sup>b</sup>	56.39±1.47
190	187.38±5.52	55.71±0.12 <sup>c</sup>	10.94±0.07 <sup>b</sup>	19.43±0.08 <sup>a</sup>	1.62±0.06	67.09±0.81 <sup>a</sup>	55.66±1.47
200	196.44±5.52	56.48±0.12 <sup>b</sup>	10.63±0.07 <sup>c</sup>	19.92±0.08 <sup>b</sup>	1.58±0.06	62.58±0.81 <sup>a</sup>	53.22±1.47

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่ต่างกันในคอลัมน์แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.6 ผลของเวลาที่มีต่อคุณสมบัติทางภาพภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งแบบลดขนาด

เวลา (นาที)	ปริมาณความชื้น (%db)	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	Rehydration Ratio	Solubility in acid (%)	Solubility in water (%)
0	366.98±10.07 <sup>a</sup>	49.92±0.23 <sup>i</sup>	8.29±0.12 <sup>f</sup>	15.66±0.15 <sup>g</sup>	0.60±0.12 <sup>f</sup>	85.35±1.47 <sup>a</sup>	79.19±2.68 <sup>a</sup>
5	313.13±10.07 <sup>b</sup>	51.84±0.23 <sup>h</sup>	10.95±0.12 <sup>d</sup>	17.48±0.15 <sup>f</sup>	0.74±0.12 <sup>ef</sup>	84.36±1.47 <sup>a</sup>	76.17±2.68 <sup>ab</sup>
10	296.93±10.07 <sup>bc</sup>	52.56±0.23 <sup>g</sup>	11.85±0.12 <sup>c</sup>	18.34±0.15 <sup>e</sup>	0.89±0.12 <sup>ef</sup>	81.72±1.47 <sup>a</sup>	72.19±2.68 <sup>abc</sup>
15	268.66±10.07 <sup>c</sup>	53.51±0.23 <sup>f</sup>	11.99±0.12 <sup>c</sup>	19.12±0.15 <sup>d</sup>	0.87±0.12 <sup>ef</sup>	81.05±1.47 <sup>ab</sup>	70.81±2.68 <sup>bc</sup>
20	247.52±10.07 <sup>cd</sup>	53.97±0.23 <sup>ef</sup>	11.88±0.12 <sup>c</sup>	19.33±0.15 <sup>d</sup>	1.05±0.12 <sup>c</sup>	77.14±1.47 <sup>b</sup>	65.94±2.68 <sup>cd</sup>
25	192.33±10.07 <sup>c</sup>	54.23±0.23 <sup>e</sup>	12.52±0.12 <sup>b</sup>	20.60±0.15 <sup>c</sup>	1.45±0.12 <sup>d</sup>	70.79±1.47 <sup>c</sup>	61.83±2.68 <sup>d</sup>
30	111.84±10.07 <sup>f</sup>	56.45±0.23 <sup>d</sup>	13.12±0.12 <sup>a</sup>	22.49±0.15 <sup>b</sup>	1.75±0.12 <sup>d</sup>	62.61±1.47 <sup>d</sup>	60.00±2.68 <sup>d</sup>
40	67.70±10.07 <sup>g</sup>	60.10±0.23 <sup>c</sup>	11.86±0.12 <sup>c</sup>	22.80±0.15 <sup>a</sup>	2.16±0.12 <sup>c</sup>	49.84±1.47 <sup>e</sup>	38.37±2.68 <sup>e</sup>
50	26.36±10.07 <sup>h</sup>	64.45±0.23 <sup>b</sup>	9.46±0.12 <sup>e</sup>	21.09±0.15 <sup>c</sup>	2.87±0.12 <sup>b</sup>	37.20±1.47 <sup>f</sup>	19.48±2.68 <sup>f</sup>
60	2.05±10.07 <sup>h</sup>	66.86±0.23 <sup>a</sup>	7.40±0.12 <sup>g</sup>	20.75±0.15 <sup>bc</sup>	3.57±0.12 <sup>a</sup>	28.25±1.47 <sup>g</sup>	7.93±2.68 <sup>g</sup>

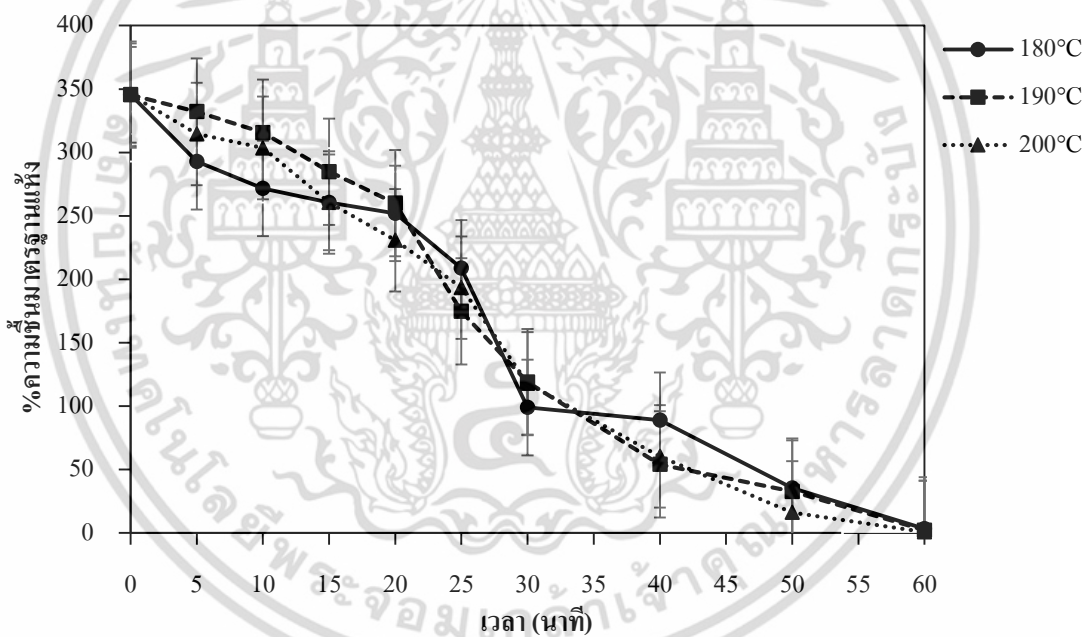
หมายเหตุ

ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

#### 4.1.2.1 ความชื้น

จากการศึกษาความชื้นของเปลือกกุ้งขาวอบแห้งแบบลดขนาด ที่อุณหภูมิ 180 190 และ 200 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 0 5 10 15 20 25 30 40 50 และ 60 นาที ได้กราฟการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเปลือกกุ้งแบบทั้งเปลือกที่ผ่านการอบแห้งที่สภาวะต่างๆ แสดงดังภาพที่ 4.6 จากกราฟพบว่า ตัวอย่างเปลือกกุ้งมีความชื้นเริ่มต้น คือ ร้อยละ 345.49 โดยน้ำหนักแห้ง (แสดงดังตารางที่ ข.8 ภาคผนวก ข.) ในช่วงแรกของการอบแห้งความชื้นของเปลือกกุ้งมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่อใช้ระยะเวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งเปลือกกุ้งเพิ่มขึ้นความชื้นของเปลือกกุ้งมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) ความชื้นสุดท้ายของเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งเป็นระยะเวลา 60 นาที ที่อุณหภูมิ 180 190 และ 200 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 3.39 2.06 และ 0.69 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 8 จึงเป็นไปตามเกณฑ์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาหยอง ปลาเกล็ดและปลาแห้งป่นระบุไว้ (มอก. 700-2530)



ภาพที่ 4.6 ความชื้นของเปลือกกุ้งแบบลดขนาดที่ผ่านการอบแห้งที่สภาวะต่างๆ

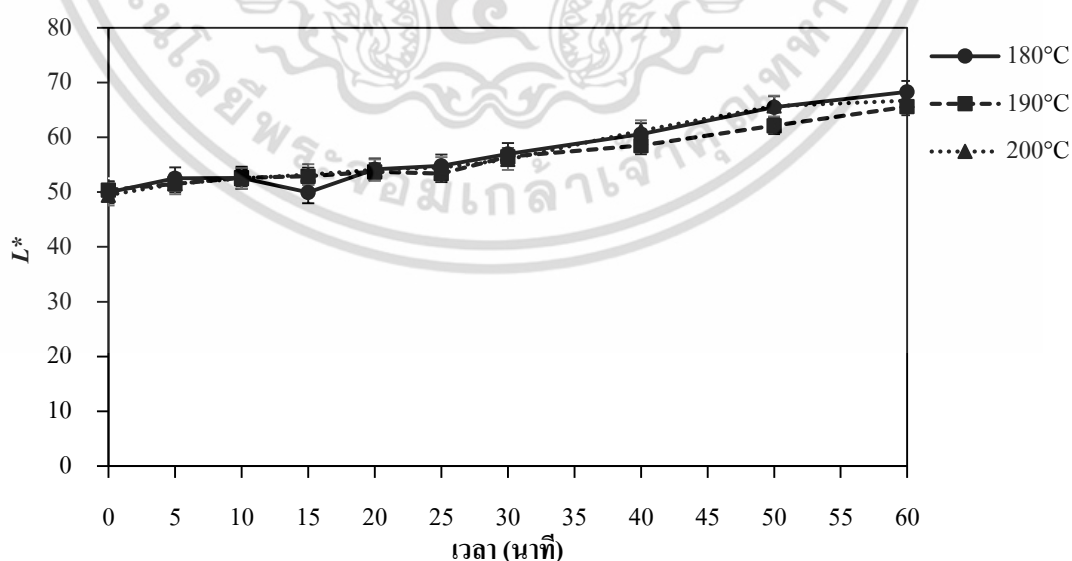
เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชื้นระหว่างการอบแห้งของเปลือกกุ้งรูปแบบทั้งเปลือกและลดขนาด พบว่า เปลือกกุ้งทั้งสองรูปแบบมีลักษณะของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความชื้นเช่นเดียวกัน โดยเปลือกกุ้งที่ผ่านการลดขนาดมีปริมาณความชื้นเริ่มต้นที่สูงกว่าเปลือกกุ้งแบบทั้งเปลือก เนื่องจากการลดขนาดด้วยวิธีการปั่นทำให้น้ำที่อยู่ในเปลือกกุ้งออกมาเพิ่มขึ้นทำให้ความชื้นเริ่มต้นมีค่าที่สูงกว่า และเมื่อทำการอบแห้งพบว่าเปลือกกุ้งรูปแบบลดขนาดมีความชื้นสุดท้ายต่ำกว่าเปลือกกุ้งรูปแบบทั้งเปลือก โดยเปลือกกุ้งรูปแบบทั้งเปลือกและลดขนาดที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที มีปริมาณความชื้นร้อยละ 1.36 และ 0.69 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ เนื่องจากการลดขนาดจะช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวต่อปริมาตรของอาหาร ทำให้เพิ่มอัตราการทำแห้ง

#### 4.1.2.2 ค่าสี

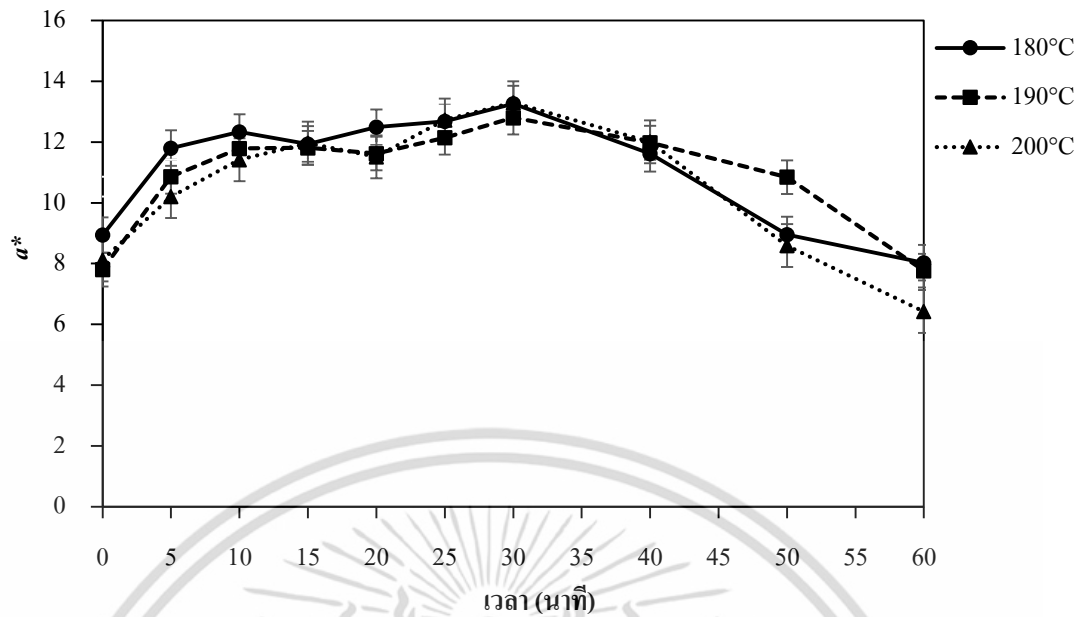
จากการศึกษาผลของสภาวะการอบแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกกุ้งรูปแบบลดขนาดในระหว่างกระบวนการอบแห้ง แสดงดังภาพที่ 4.7 พบว่าค่าความสว่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (แสดงดังตารางที่ ภาคผนวก ข. 12-14 ภาคผนวก ข.) เนื่องจากในเปลือกกุ้งมีสารแคโรทีนอยด์ที่สามารถเกิดการสลายตัวจากความร้อนที่ใช้ในการทำแห้ง ความร้อนทำให้เกิดการเสื่อมสลายของเม็ดสีในอาหารทำให้เปลือกกุ้งมีสีซีดจาง จึงส่งผลให้ค่าสีแดงของเปลือกกุ้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่างการอบแห้งเนื่องจากสารแอสตาแซนทินในเนื้อเยื่อของเปลือกกุ้งมีความเข้มข้นมากขึ้น (Akonor et al., 2016) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่าสีของเปลือกกุ้ง เกิดจากสารแอสตาแซนทินที่อยู่ร่วมกับ โปรตีน เมื่อได้รับความร้อน โปรตีนจะเกิดการเสียสภาพธรรมชาติ ส่งผลให้สารแอสตาแซนทินแยกตัวออกมา ทำให้สีแดงปรากฏเด่นชัดขึ้น (Niamnuy et al., 2007) และค่าสีแดงของเปลือกกุ้งในระหว่างการอบแห้ง มีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้ระยะเวลาในการอบช่วงหนึ่ง เนื่องจากในระหว่างกระบวนการทำแห้ง อาจเกิดจากการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดของน้ำตาลและกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบของเปลือกกุ้ง ทำให้เกิดเป็นสีน้ำตาลมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้ค่าสีเหลืองมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เช่นเดียวกัน (สุทธวัฒน์ เบญจกุล, 2548)



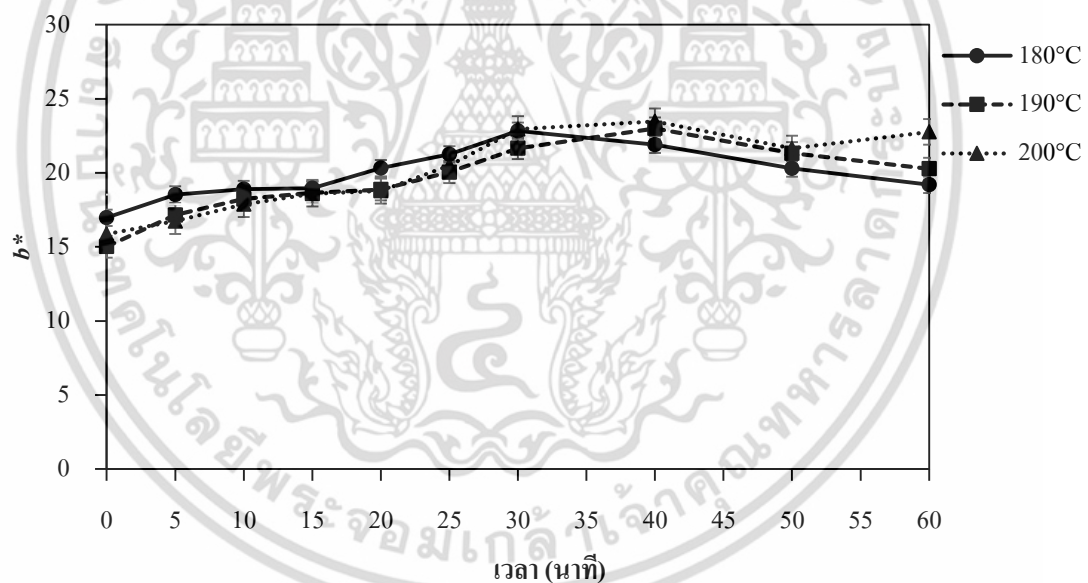
(ก) ค่าความสว่างของเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้ง

#### ภาพที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกกุ้งแบบลดขนาดในระหว่างกระบวนการอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมได้เห็นว่าไม่เหมาะสมในการนำมาใช้ ไม่ว่าจะวิธีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข) ค่าสีแดงของเปลือกกึ่งที่ผ่านการอบแห้ง



(ค) ค่าสีเหลืองของเปลือกกึ่งที่ผ่านการอบแห้ง

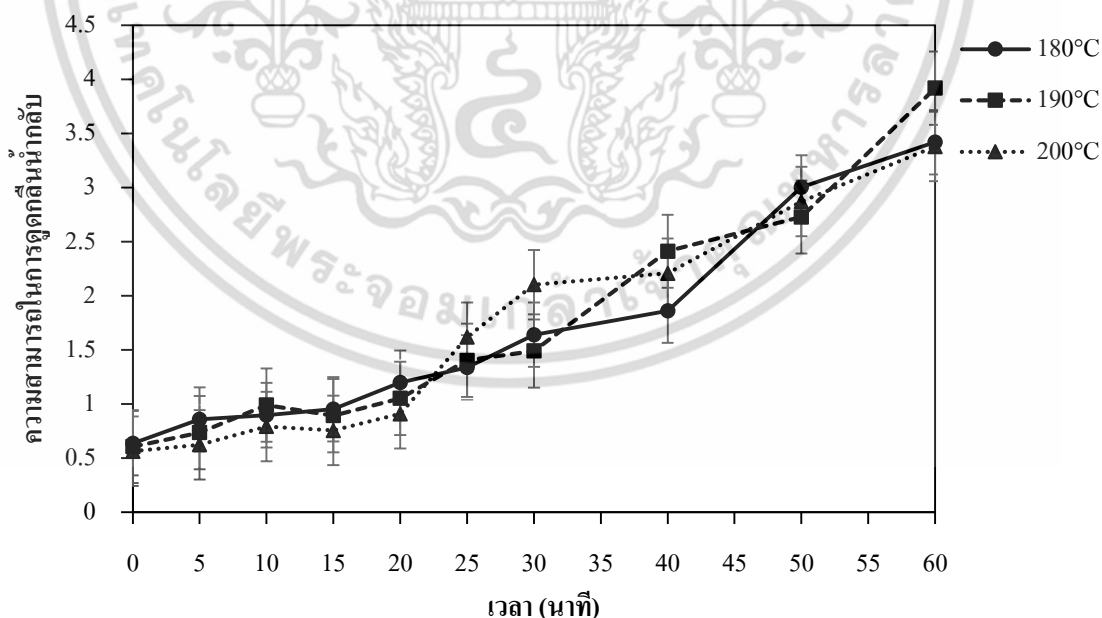
ภาพที่ 4.7(ต่อ) การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกกึ่งแบบลดขนาดในระหว่างกระบวนการอบแห้ง

เมื่อพิจารณาค่าสีของตัวอย่างเปลือกกึ่งรูปแบบทั้งเปลือกและลดขนาดที่ผ่านการอบแห้ง พบว่ามีแนวโน้มของค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าสีแดง ( $a^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) ที่ใกล้เคียงกัน โดยเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความสว่างของเปลือกกึ่งที่ผ่านการลดขนาดสูงกว่าเปลือกกึ่งแบบลดขนาด ค่าสีแดงและสีเหลืองของเปลือกกึ่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบลดขนาดมีค่าสีแดงและสีเหลืองสูงกว่า เนื่องจากการลดขนาดด้วยวิธีการบดช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวของเปลือกกุ้งในการสัมผัสความร้อน ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนของค่าสีมากกว่า

#### 4.1.2.3 ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ

ความสามารถดูดกลืนน้ำกลับของเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและระยะเวลาแตกต่างกันแสดงดังภาพที่ 4.8 พบว่าเปลือกกุ้งสดมีความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ 0.60 เท่า (แสดงดังตารางที่ ข.9 ภาคผนวก ข.) การเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการทำแห้งส่งผลให้เปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งมีความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) เนื่องจากการสูญเสียน้ำในระหว่างการทำแห้งเพิ่มขึ้น เมื่อนำเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งมาแช่น้ำ จะมีการดูดกลืนน้ำกลับไปยังช่องว่างภายใน ทำให้เปลือกกุ้งกลับสู่รูปร่างเดิมและความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับขึ้นอยู่กับระดับการถูกทำลายของเซลล์และโครงสร้างของอาหารที่ผ่านการอบแห้ง เนื่องจากระดับการถูกทำลาย ส่งผลให้เกิดโพรงที่เป็นทางเข้าของการดูดกลืนน้ำกลับ นอกจากนี้ปริมาณการดูดกลืนน้ำจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการทำแห้งเพิ่มขึ้น (Akonor et al., 2016) เปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง (200 องศาเซลเซียส) มีความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ 3.42 เท่า สูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำกว่า คือ 190 และ 180 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับอยู่ที่ 3.92 และ 3.38 เท่า ตามลำดับที่ระยะเวลาการอบแห้งนาน 60 นาที



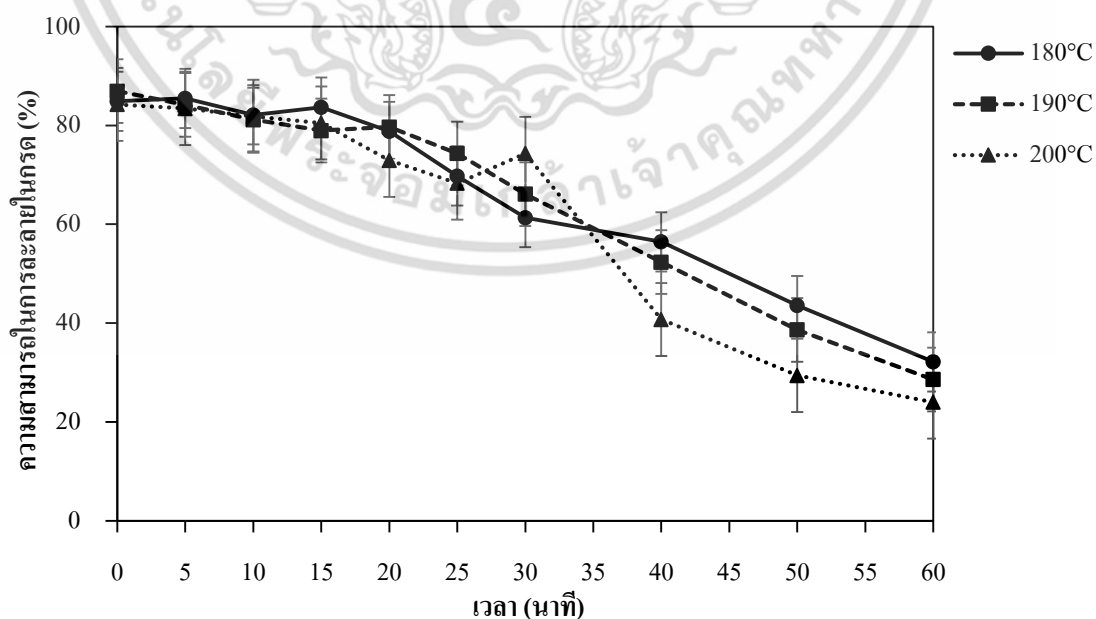
ภาพที่ 4.8 ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับของเปลือกกุ้งแบบลดขนาดที่ผ่านการอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับของเปลือกกุ้งรูปแบบทั้งเปลือกและรูปแบบลดขนาด พบว่าทั้งสองรูปแบบมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งเพิ่มขึ้น

#### 4.1.2.4 ความสามารถในการละลายในกรด

ความสามารถในการละลายในกรดของเปลือกกุ้งแบบลดขนาดที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่แตกต่างกัน แสดงดังภาพที่ 4.9 พบว่าความสามารถในการละลายในกรดของตัวอย่างเปลือกกุ้งลดลง เมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้นและใช้ระยะเวลาเพิ่มขึ้น โดยเปลือกกุ้งที่ไม่ผ่านการอบแห้งมีความสามารถในการละลายในกรดร้อยละ 85.35 เมื่อผ่านการอบแห้งเป็นเวลา 60 นาทีด้วยอุณหภูมิ 180-200 องศาเซลเซียส (แสดงดังตารางที่ ข.11 ในภาคผนวก ข.) โดยเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที มีความสามารถในการละลายในกรดร้อยละ 23 ต่ำกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำกว่าคือ 180 และ 190 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความสามารถในการละลายในกรดร้อยละ 32 และ 28 ตามลำดับเนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่ของเปลือกกุ้งประกอบด้วย โปรตีน แคลเซียมคาร์บอเนตและไคตินสามารถละลายในกรด (Khorrami et al., 2011) โดยเปลือกกุ้งประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 30-40 ไคตินร้อยละ 20-30 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 30-50 ที่สามารถละลายได้น้อยในน้ำ (Ameh et al., 2014) นอกจากนี้ Anshar (2013) พบว่าสารไคโตซานในเปลือกกุ้งสามารถละลายได้ในสารละลายกรดอะซิติกและการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในการอบแห้งส่งผลให้โมเลกุลของไคโตซานเกิดการเปลี่ยนแปลง ทำให้ความสามารถในการละลายในกรดของ เปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งลดลง



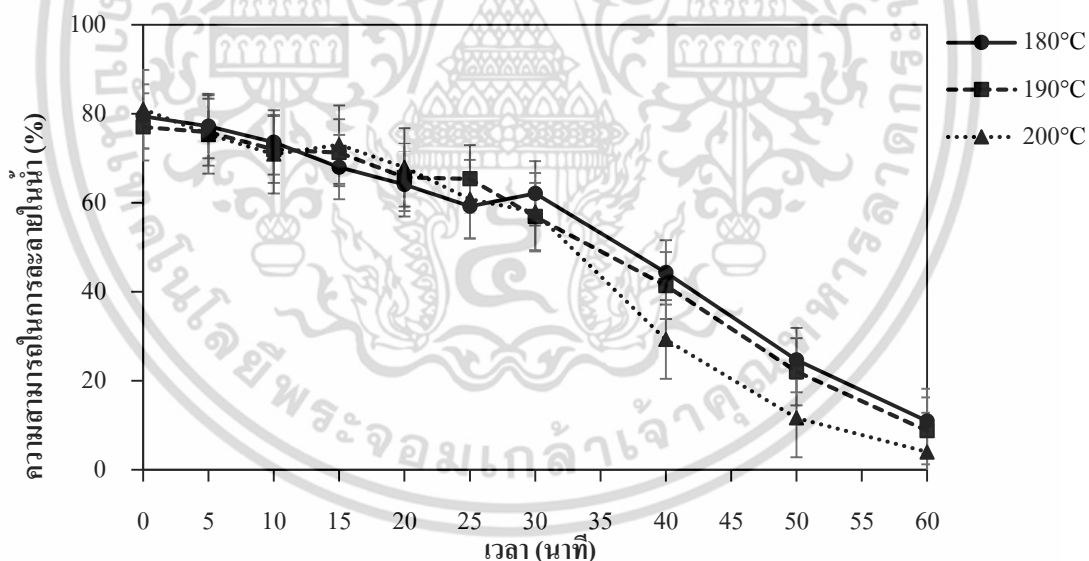
ภาพที่ 4.9 ความสามารถในการละลายของเปลือกกุ้งแบบลดขนาดอบแห้งในกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ในการนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ผ่านการอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาความสามารถในการละลายในกรดของเปลือกกุ้งรูปแบบทั้งเปลือกและแบบลดขนาด พบว่ามีแนวโน้มเดียวกัน คือ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งส่งผลให้ความสามารถในการละลายในกรดลดลง แต่ค่าร้อยละความสามารถในการละลายในกรดมีความต่างกันเล็กน้อยคือ เปลือกกุ้งรูปแบบลดขนาดมีความสามารถในการละลายในกรดสูงกว่าเปลือกกุ้งแบบทั้งเปลือก การลดขนาดทำให้เกิดการฉีกขาดของเนื้อเยื่อ ทำให้องค์ประกอบที่สามารถละลายได้ในกรด ได้แก่ โปรตีน แคลเซียมคาร์บอเนตและไคติน ที่อยู่ภายในเปลือกกุ้งสามารถละลายออกมาได้มากขึ้น (วิไล รังสาตทอง, 2552)

#### 4.1.2.5 ความสามารถในการละลายในน้ำ

ความสามารถในการละลายของเปลือกกุ้งแบบลดขนาดผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่แตกต่างกันในน้ำ แสดงดังภาพที่ 4.10 จากการทดลองพบว่าความสามารถในการละลายในน้ำของเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) (แสดงดังตารางที่ ข.10 ภาคผนวก ข.) เมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งสูงขึ้น ซึ่งมีแนวโน้มเดียวกันกับความสามารถในการละลายในกรดของเปลือกกุ้งอบแห้ง เนื่องจากในเปลือกกุ้งประกอบด้วย แคลเซียมคาร์บอเนตและไคติน (Ameh et al., 2014) ส่งผลให้ละลายน้ำได้น้อย



ภาพที่ 4.10 ความสามารถในการละลายของเปลือกกุ้งแบบลดขนาดอบแห้งในน้ำ

จากค่าความสามารถในการละลายในน้ำของเปลือกกุ้งแบบลดขนาดที่ผ่านการอบแห้งมีความสอดคล้องกับค่าความสามารถในการละลายในน้ำของเปลือกกุ้งรูปแบบทั้งเปลือก ที่ผ่านการอบแห้ง ที่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความสามารถในการละลายในน้ำของเปลือกกุ้งระหว่างการอบแห้งในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากเปลือกกุ้งองค์ประกอบที่สามารถละลายได้ในน้ำ

ปริมาณน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 การคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกกุ้งเพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

จากการศึกษาการคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกกุ้งเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว คือ อุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งของเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งในรูปแบบทั้งเปลือกและเปลือกกุ้งผ่านการลดขนาด โดยนำผลจากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ความชื้น ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ ความสามารถในการละลายในกรดและความสามารถในการละลายในน้ำ มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้การวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยใช้ ANOVA และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลการทดลองแสดงดังตาราง 4.7 โดยทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพต่างๆตามลำดับ คือ พิจารณาค่าความชื้นของเปลือกกุ้ง โดยกำหนดให้เปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 8 ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 700-350) จากนั้นพิจารณาในด้านความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ ความสามารถในการละลายในน้ำ ความสามารถในการละลายในกรด และค่าสีตามลำดับ โดยจะเลือกตัวอย่างที่มีค่าความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ ความสามารถในการละลายในกรดและความสามารถในการละลายในน้ำสูง ในด้านค่าสีจะทำการเลือกตัวอย่างที่มีค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) และค่าความเป็นสีเหลือง ( $b^*$ ) สูง ค่าความสว่างน้อย ( $L^*$ ) จากนั้นนำสภาวะของเปลือกกุ้งรูปแบบทั้งเปลือกและแบบลดขนาดทั้งสองสภาวะมาทำการเปรียบเทียบโดยใช้ paired t-test

สภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกกุ้ง ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.7 พบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกกุ้งในรูปแบบทั้งเปลือก คือ 200 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 นาที และเปลือกกุ้งแบบลดขนาด คือ 190 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 นาที โดยเปลือกกุ้งแบบลดขนาดเมื่อนำมาอบแห้งส่งผลให้ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ ร้อยละความสามารถในการละลายในกรด ร้อยละความสามารถในการละลายในน้ำ ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าสีแดง ( $a^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) สูงกว่าเปลือกกุ้งอบแห้งแบบทั้งเปลือก เนื่องจากการลดขนาดของเปลือกกุ้งเป็นการช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวต่อปริมาตรของเปลือกกุ้ง จึงช่วยเพิ่มอัตราการแห้ง (วิลโลว์ รังสาตทอง, 2543) ซึ่งสามารถช่วยให้สามารถใช้อุณหภูมิในการทำแห้งที่ลดลงและการลดขนาดช่วยให้หึ่งค์ประกอบภายในเปลือกกุ้งสามารถละลายออกมาได้เพิ่มมากขึ้นทั้งในกรดและน้ำ และจากการลดขนาดเปลือกกุ้งก่อนนำมาทำการอบแห้งช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวของเปลือกกุ้งในการสัมผัสกับลมร้อน ส่งผลให้สีของเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้งเกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าสีแดง ( $a^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) สูงกว่าเปลือกกุ้งอบแห้งแบบทั้งเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 คุณสมบัติทางกายภาพของเปลือกกุ้งขาวที่ผ่านการอบแห้งแบบทั้งเปลือกและลดขนาด

คุณสมบัติทางกายภาพ	เปลือกกุ้งแบบทั้งเปลือก	เปลือกกุ้งแบบลดขนาด
อุณหภูมิในการอบแห้ง	200 องศาเซลเซียส	200 องศาเซลเซียส
ระยะเวลาในการอบแห้ง	60 นาที	60 นาที
ความชื้น (% โดยน้ำหนักแห้ง)	1.36±1.39	2.06±1.26
ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ	3.74±0.13	3.92±0.36
ร้อยละความสามารถในการละลายในน้ำ	5.66±2.89	8.78±2.17
ร้อยละความสามารถในการละลายในกรด	23.03±3.16	28.59±4.56
<i>L*</i>	66.47±0.76	65.59±4.56
<i>a*</i>	6.63±0.17*	7.76±0.96*
<i>b*</i>	19.69±1.22*	20.28±1.23*

\* แสดงถึงปัจจัยคุณภาพที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากเหตุผลข้างต้นจึงทำให้สภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกกุ้งขาว คือ การอบแห้งเปลือกกุ้งที่ผ่านการลดขนาด เป็นระยะ 60 นาที โดยใช้อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เพื่อนำมาผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวต่อไป และการใช้อุณหภูมิในการอบแห้งที่ต่ำกว่าจะช่วยลดความสิ้นเปลืองของพลังงาน สามารถลดต้นทุนในการผลิตได้

#### 4.3 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเปลือกกุ้งขาวอบแห้งในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่ใช้เปลือกกุ้งทดแทนเนื้อปลาใน 3 อัตราส่วน ได้แก่ ร้อยละ 10 ร้อยละ 20 และร้อยละ 30 โดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-Point hedonic scale ในด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นกุ้ง และความชอบโดยรวม ร่วมกับการใช้สเกลความพอดี (Just about right) ในด้านสี กลิ่นกุ้ง รสหวาน รสเค็ม และความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ โดยผู้ทดสอบจำนวน 50 คน แสดงดังตารางที่ 4.8 พบว่าผงโรยข้าวทั้ง 3 สูตร ได้รับคะแนนความชอบในด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นกุ้ง และความชอบรวม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) ซึ่งในช่วงคะแนน 6.84-7.02 ที่ระดับความชอบเล็กน้อยถึงความชอบปานกลาง ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนของเปลือกกุ้งส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นกุ้งเพิ่มมากขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนความชอบเพิ่มขึ้น

จากการใช้สเกลความพอดี แสดงดังภาพที่ 4.11 พบว่าการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนของเปลือกกุ้งอบแห้งในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว ส่งผลให้ความพอดีในด้านสีและความสามารถในการกลืนเพิ่มขึ้น ส่วนความพอดีด้านกลิ่นกุ้งลดลง อาจเกิดจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณเปลือกกุ้งส่งผลให้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

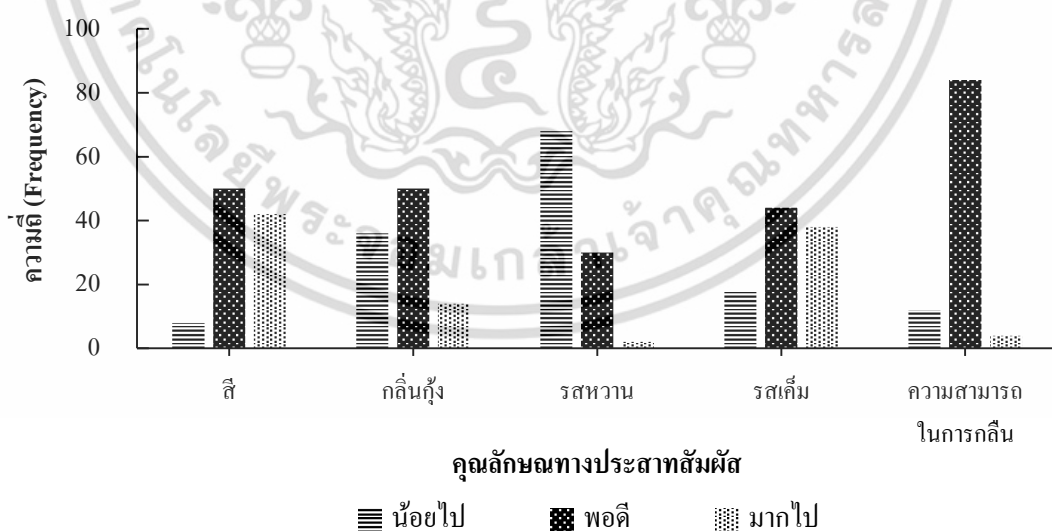
กลิ่นของกุ้งแรงขึ้น แต่ยังอยู่ในระดับที่พอดี และการใช้ปริมาณของเปลือกกุ้งที่เพิ่มขึ้นนั้นสามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้และยังสามารถช่วยเพิ่มปริมาณของโปรตีนและแคลเซียมของผลิตภัณฑ์

จากเหตุผลในข้างต้นจึงทำให้ผงโรยข้าวที่ใช้เปลือกกุ้งทดแทนเนื้อปลา เป็นสูตรที่ได้รับการในอัตราส่วนร้อยละ 30 ได้รับคัดเลือกเพื่อนำไปพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านสี กลิ่นรสโดยรวม ความหวานและความเค็มต่อไป

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผงโรยข้าวที่มีส่วนผสมของเปลือกกุ้งขาวอบแห้งที่สัดส่วนต่างๆ

ปัจจัยคุณภาพ	ตัวอย่าง		
	เปลือกกุ้ง 10%	เปลือกกุ้ง 20%	เปลือกกุ้ง 30%
สี <sup>ns</sup>	6.92±1.31	7.02±1.10	6.98±1.32
เนื้อสัมผัส <sup>ns</sup>	6.94±1.24	6.96±1.26	7.08±1.34
กลิ่นรสโดยรวม <sup>ns</sup>	6.84±1.08	6.60±1.31	6.94±1.21
กลิ่นกุ้ง <sup>ns</sup>	6.86±1.29	6.72±1.26	7.02±1.29
ความชอบโดยรวม <sup>ns</sup>	6.90±1.05	6.98±1.08	7.00±1.25

ค่าเฉลี่ย±ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=50), <sup>ns</sup> แสดงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

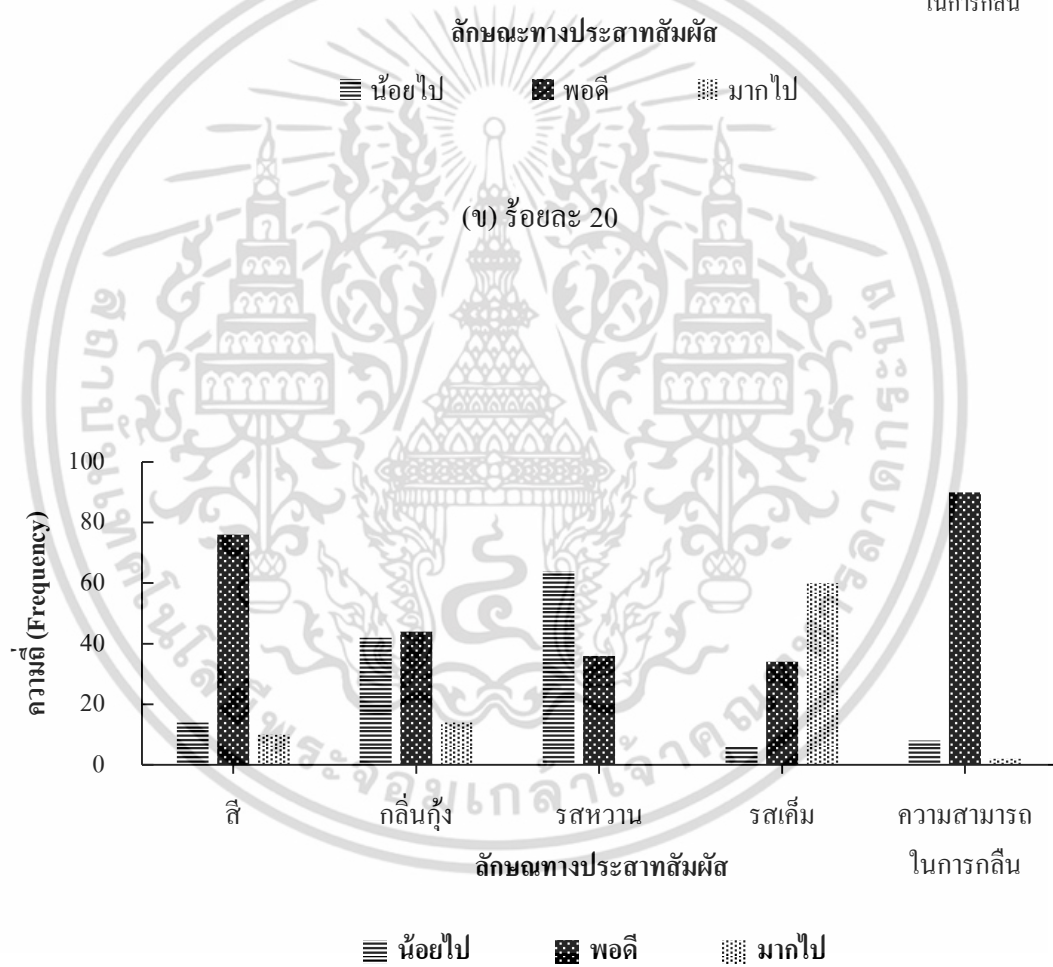
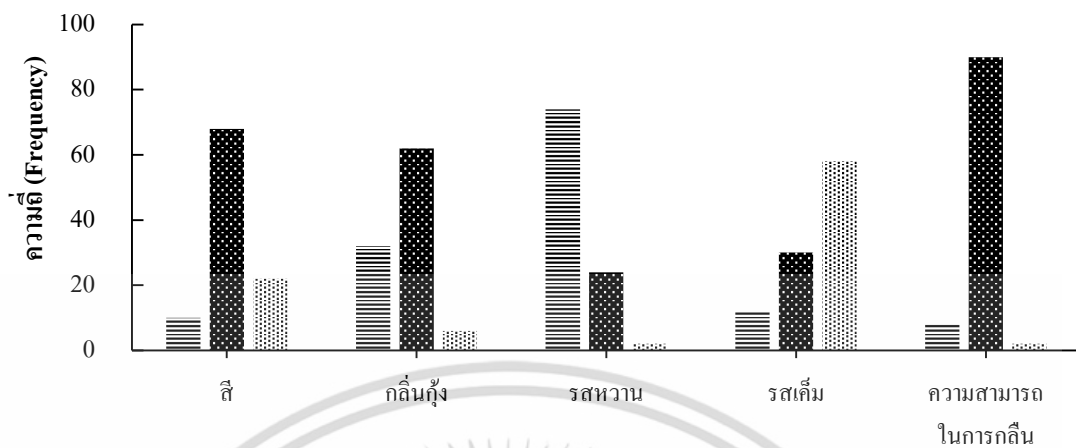


(ก) ร้อยละ 10

ภาพที่ 4.11 ร้อยละความพอดีของเปลือกกุ้งในการทดแทนปลาป่นอบแห้ง

ในการผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) ร้อยละ 30

ภาพที่ 4.11(ต่อ) ร้อยละความพอดีของเปลือกกุ้งในการทดแทนปลาป่นอบแห้ง

ในการผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมของเปลือกกุ้งขาวอบแห้งในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมของเปลือกกุ้งอบแห้งในการทดแทนเนื้อปลาอบแห้งในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว ในข้อ 4.3 พบว่า สูตรผงโรยข้าวที่ทดแทนเนื้อปลาอบแห้งด้วยเปลือกกุ้ง ร้อยละ 30 ได้รับการคัดเลือกเพื่อนำมาผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวต่อไป โดยจะนำมาคัดแปลงสูตรโดยการปรับลดปริมาณเกลือร้อยละ 20 ของปริมาณเกลือของสูตรเดิมและเพิ่มปริมาณของสีผสมอาหาร แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ส่วนประกอบของผงโรยข้าวที่ผ่านการปรับปรุงสูตร

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)	%
เนื้อปลาโบนิโตะอบแห้ง	70.00	30.39
เปลือกกุ้งอบแห้ง	30.00	13.02
งาขาวคั่ว	33.33	14.47
ผงปรุงรส	11.67	5.07
ซอสถั่วเหลือง	10.83	4.70
น้ำตาลทราย	15.00	6.51
สาหร่ายทะเล	2.00	0.87
เกลือ	15.00	6.51
น้ำ	37.50	16.28
สีผสมอาหาร	3.00	2.17

จากการศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวสูตรที่ผ่านการคัดเลือก แสดงดังตารางที่ 4.10 พบว่าผงโรยข้าวมีปริมาณความชื้นร้อยละ 5.04 โดยน้ำหนักแห้ง เป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด คือ ไม่เกินร้อยละ 12 (มผช.1337/2549) (ภาคผนวก ค.) และมีค่า Aw 0.27 ซึ่งเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด คือ ไม่เกินร้อยละ 12 (มอก.700-2530) (ภาคผนวก ง.) และมีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าสีแดง ( $a^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) เท่ากับ 40.09 13.05 และ 20.87 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.10 การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

ปัจจัยคุณภาพ	ผงโรยข้าว
ความชื้น (%db)	5.04±0.45
Aw	0.27±0.01
L*	40.09±1.46
a*	13.05±1.32
b*	20.87±1.11

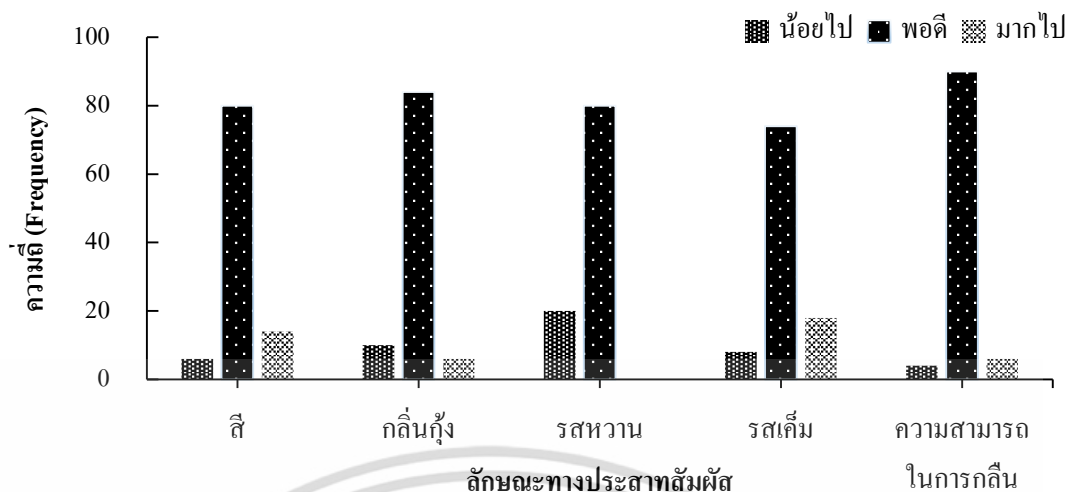
จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวประเมิน โดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-Point hedonic scale ร่วมกับการใช้สเกลความพอดี โดยมีผู้ทดสอบจำนวน 50 คน พบว่าผงโรยข้าวที่ผ่านการปรับปรุงสูตร โดยการลดปริมาณเกลือลงร้อยละ 20 ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวได้รับคะแนนความชอบสูงขึ้นในด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นกึ่งและความชอบโดยรวมที่ระดับคะแนน 7.44-8.00 คะแนน หรือระดับความชอบปานกลางถึงชอบมากดังแสดงในตารางที่ 4.11 และจากการทดสอบความพอดี แสดงดังภาพที่ 4.12 พบว่าผงโรยข้าวได้รับคะแนนในระดับพอดีในด้านสี กลิ่นกึ่ง รสหวาน รสเค็มและความสามารถในการกลืน จึงนำผงโรยข้าวที่ผ่านการทดสอบไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 4.11 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่ผ่านการปรับปรุงสูตร

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบ
สี	7.44±1.13
เนื้อสัมผัส	7.70±1.02
กลิ่นรสโดยรวม	7.76±0.87
กลิ่นกึ่ง	7.56±0.97
ความชอบโดยรวม	8.00±0.76

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=50)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 ผลการทดสอบความพอดีของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

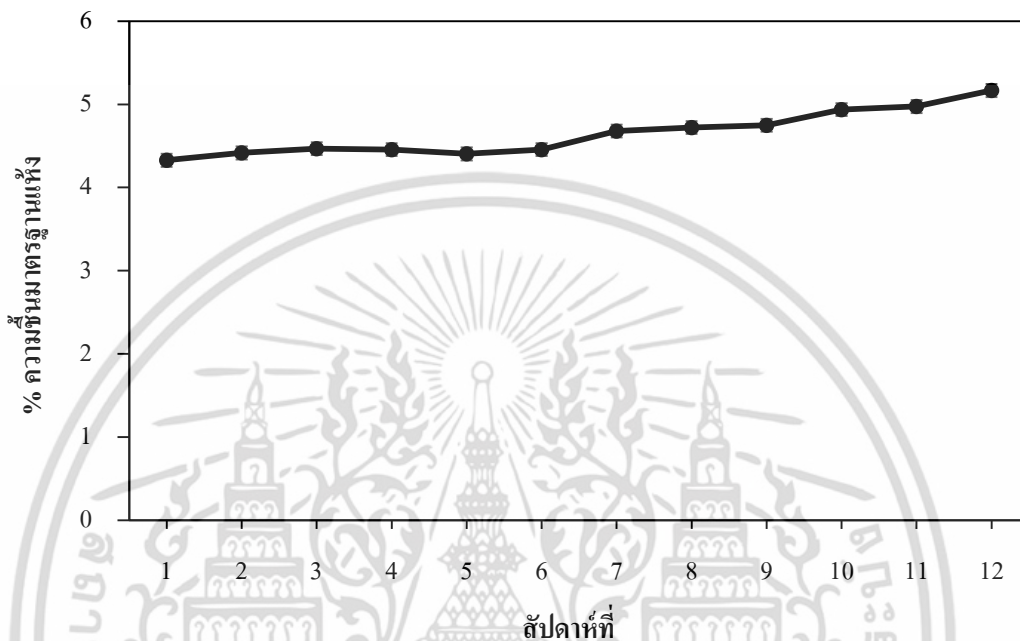
#### 4.5 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวระหว่างการเก็บรักษา

จากการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว โดยการนำผงโรยข้าวที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ลามิเนตพลาสติก ในสถานะสุญญากาศ มาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30 องศาเซลเซียส) เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ แล้วนำมาทำการประเมินคุณภาพทางเคมี ได้แก่ วัดค่าปริมาณความชื้น การประเมินคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ การวัดค่า Water activity ( $A_w$ ) ค่า  $L^* a^* b^*$  และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส การวัดความชอบต่อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวโดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-Point hedonic scale ในด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นกึ่งและความชอบโดยรวมและความยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คนที่เป็นนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

##### 4.5.1 ความชื้น

ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องโดยใช้ระยะเวลาการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน พบว่าปริมาณความชื้นของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ( $p \leq 0.05$ ) (แสดงดังตารางที่ ข.15 ภาคผนวก ข.) เมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.15) โดยตัวอย่างที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ มีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 4.33-5.17 โดยน้ำหนักแห้ง โดยในช่วงสัปดาห์ที่ 1-6 ปริมาณความชื้นมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ร้อยละ 4.33 - 4.46 โดยน้ำหนักแห้ง) จนถึงสัปดาห์ที่ 7 ปริมาณความชื้นมีการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยความชื้นที่เปลี่ยนแปลงในช่วงต้นนั้นเกิดจากการดูดความชื้นจากภายนอกเข้ามาภายในภาชนะบรรจุเนื่องจากความชื้นเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์มีค่าที่ต่ำ (รจนา นุชนุ่ม, 2551) เช่นเดียวกับผลของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากผักสดที่เก็บรักษาเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอุณหภูมิ 4 35 45 และ 55 องศาเซลเซียส พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นในทุกสภาวะในการเก็บรักษา (ดวงรัตน์ พรเทวบัญชา, 2554) และความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่สัปดาห์ที่ 12 มีค่าเท่ากับ 5.17 ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 12 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ (มาตรฐานอุตสาหกรรม, 2530)

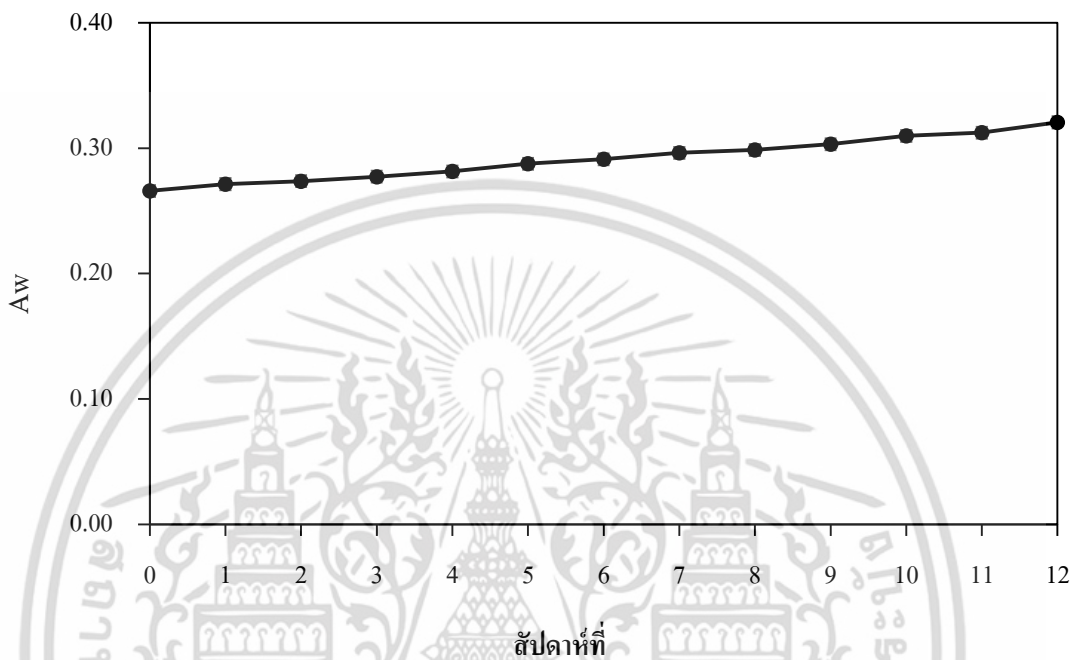


ภาพที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวในระหว่างการเก็บรักษา

#### 4.5.2 ค่าออสเตอร์แอคทีวิตี

จากการผลการวัดค่าออสเตอร์แอคทีวิตี ( $A_w$ ) แสดงดังภาพที่ 4.14 พบว่า ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวมีค่า  $A_w$  อยู่ในช่วง 0.27- 0.32 จัดในกลุ่มอาหารแห้ง เมื่อใช้ระยะเวลาในการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวเพิ่มขึ้น ค่า  $A_w$  ของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) (แสดงดังตารางที่ ข.11 ภาคผนวก ข.15) เนื่องจากผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวเป็นอาหารที่จัดในกลุ่มอาหารแห้งที่มีปริมาณน้ำเป็นส่วนประกอบน้อยและเป็นน้ำในระดับ monolayer เมื่อได้รับความชื้นเพิ่มขึ้นจากบรรยากาศภายนอกจะเปลี่ยนเป็น multilayer absorption และจะถูกดูดซึมเข้าไปในช่องว่างทำให้เกิดการละลายของตัวถูกละลาย น้ำจะถูกจับอยู่ในอาหารทำให้อาหารมีค่า  $A_w$  เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของรจนา นุชนุ่ม (2551) ที่ทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากพลาสติกเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่สภาวะต่างๆ พบว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ค่า  $A_w$  ของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

อย่างไรก็ตาม ค่า  $A_w$  ของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่ทดแทนเนื้อปลาอบแห้งด้วยเปลือกกุ้งขาวอบแห้ง ในสัปดาห์ที่ 12 มีค่าเท่ากับ 0.32 ซึ่งยังอยู่ในระดับที่มาตรฐานกำหนดคือไม่เกิน 0.6 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2549) และค่า  $A_w$  ในช่วงนี้โอกาสที่แบคทีเรียและเชื้อราสามารถเจริญได้น้อยมาก (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2553)



ภาพที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงของค่า  $A_w$  ของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวในระหว่างการเก็บรักษา

#### 4.5.3 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale โดยพิจารณาจากคุณลักษณะด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นกึ่งและความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ซึ่งใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษา คณะอุตสาหกรรมเกษตร เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน พบว่าผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวในสัปดาห์เริ่มต้มมีคะแนนความชอบในด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส กลิ่นกึ่ง และความชอบโดยรวม เป็น 7.43 7.30 7.17. และ 7.28 ตามลำดับ และคะแนนความชอบในทุกด้าน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p>0.05$ ) เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นและจากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคร้อยละ 100 ให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ (ตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.12 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสระหว่างการเก็บรักษาและการยอมรับของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

ลำดับที่	คุณลักษณะ				ความชอบโดยรวม <sup>ns</sup>	การยอมรับของผู้ทดสอบ (ร้อยละ)
	สี <sup>ns</sup>	เนื้อสัมผัส <sup>ns</sup>	กลิ่นรสโดยรวม <sup>ns</sup>	กลิ่นกุ้ง <sup>ns</sup>		
1	7.37±0.93	7.40±1.33	7.27±1.46	7.17±1.39	7.47±1.07	100
2	7.46±0.78	7.47±0.63	7.40±0.93	7.07±1.05	7.52±0.91	100
3	7.43±0.94	7.40±1.07	7.43±1.17	7.03±1.03	7.50±0.94	100
4	7.56±0.86	7.37±1.03	7.46±1.04	7.00±1.08	7.57±0.97	100
5	7.60±0.89	7.43±1.14	7.23±1.41	7.30±1.06	7.33±1.02	100
6	7.56±0.93	7.23±1.17	7.03±1.03	7.30±0.95	7.30±0.95	100
7	7.53±0.97	7.40±1.13	7.32±1.28	7.03±1.35	7.35±0.94	100
8	7.40±0.86	7.30±1.15	7.23±1.22	7.03±1.29	7.28±0.89	100
9	7.37±1.07	7.17±1.15	7.03±0.80	7.06±1.11	7.36±0.85	100
10	7.30±0.99	7.13±1.11	7.00±0.79	7.07±1.01	7.30±0.79	100
11	7.37±0.85	7.37±1.20	7.23±1.17	7.00±1.11	7.36±0.96	100
12	7.36±1.10	7.13±1.7	7.03±1.22	7.17±1.05	7.26±0.98	100

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ns แสดงถึงค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

#### 4.6 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่ทดแทนเนื้อปลาอบแห้งด้วยเปลือกกุ้งร้อยละ 30 ของปริมาณเนื้อปลาอบแห้ง โดยใช้แบบสอบถามตามภาคผนวก ข. ซึ่งใช้ผู้ทดสอบผู้บริโภคทั่วไปที่เป็นนักศึกษาและบุคลากรของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร จำนวน 150 คน

##### 4.6.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ทดสอบ

ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคที่ร่วมในการสอบ แสดงดังตารางที่ 4.13 พบว่า ผู้ทดสอบเป็นเพศหญิงร้อยละ 75 และเพศชายร้อยละ 25 โดยส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุน้อยกว่า 25 ปี (ร้อยละ 77) มีอาชีพนักเรียน/นิสิต/นักศึกษา (ร้อยละ 83) การศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 77) และมีรายได้ต่อเดือนต่ำกว่า 10,000 บาท (ร้อยละ 65)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามในการสำรวจผู้บริโภค

	ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ความถี่ (ร้อยละ)
เพศ	ชาย	25
	หญิง	75
อายุ	ต่ำกว่า 25 ปี	77
	26 - 35 ปี	9
	36 - 45ปี	6
	46 ปีขึ้นไป	8
การศึกษา	ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย	3
	มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.	3
	อนุปริญญา / ปวส.	1
	ปริญญาตรี	77
อาชีพ	สูงกว่าปริญญาตรี	15
	นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา	83
	ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	15
	พนักงานบริษัทเอกชน	2
	ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย	0
	แม่บ้าน	0
	อื่นๆ	0
รายได้	ไม่เกิน 10,000 บาท	65
	10,001 - 20,000 บาท	21
	20,001 - 30,000 บาท	5
	มากกว่า 30,000	8

#### 4.6.2 พฤติกรรมในการซื้อและบริโภคผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

ข้อมูลในด้านพฤติกรรมในการซื้อและบริโภคผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว แสดงดังตารางที่ 4.14พบว่า ผู้ทดสอบร้อยละ 55 เคยรับประทานผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวและผู้ทดสอบร้อยละ 45 ไม่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว โดยผู้ทดสอบที่เคยรับประทานผงโรยข้าวมีความถี่ในการรับประทาน 1-2 ครั้งต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 92 สถานที่ที่ผู้ทดสอบนิยมซื้อผงโรยข้าวคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซูเปอร์มาร์เก็ต (ร้อยละ 49) โดยผงโรยข้าวที่ผู้ทดสอบเคยรับประทาน ประกอบด้วย งาม ปลา สหราชอาณาจักร และไข่ เป็นต้น มีลักษณะเป็น ผง ปน กรอบ มีกลิ่นรสและรสชาติที่เข้มข้น

ตารางที่ 4.14 พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวของผู้ตอบแบบสอบถาม

พฤติกรรมการบริโภค	ความถี่ (จำนวน)	ความถี่ (ร้อยละ)
<b>การรับประทานผงโรยข้าว</b>		
เคยรับประทาน	82	55
ไม่เคยรับประทาน	68	45
<b>ความถี่ในการรับประทานต่อเดือน</b>		
1-2 ครั้ง	76	92
3-4 ครั้ง	3	4
5-6 ครั้ง	4	5
มากกว่า 6 ครั้งขึ้นไป	0	0
<b>สถานที่ซื้อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว</b>		
ร้านสะดวกซื้อ	23	22
ซูเปอร์มาร์เก็ต	49	48
ไฮเปอร์มาร์เก็ต	14	14
อื่นๆ	17	17

#### 4.6.3 การประเมินความชอบโดยใช้วิธีทางประสาทสัมผัสและการยอมรับผลิตภัณฑ์ต่อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

การประเมินความชอบต่อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวโดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-Point hedonic scale ในด้านกลิ่นรส กลิ่นของกุ้ง สี ความรู้สึกในปากขณะเคี้ยว และความชอบโดยรวม แสดงดังตารางที่ 4.15 พบว่า ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับ 7 คะแนนหรือในระดับความชอบปานกลางในด้านความชอบโดยรวม สี เนื้อสัมผัส กลิ่นรสโดยรวมและกลิ่นกุ้งและการประเมินยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่ทดแทนเนื้อปลาอบแห้งด้วยเปลือกกุ้งอบแห้งในด้านการตัดสินใจซื้อ (ตารางที่ 4.16) โดยผู้ทดสอบจะซื้ออย่างแน่นอนร้อยละ 29 และผู้ทดสอบอาจจะซื้อร้อยละ 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบ
ความชอบโดยรวม	7.35±0.99
สี	7.24±0.97
เนื้อสัมผัส	7.31±1.13
กลิ่นรสโดยรวม	7.16±1.17
กลิ่นกึ่ง	7.03±1.24

ตารางที่ 4.16 พฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวของผู้บริโภค

พฤติกรรมการเลือกซื้อ	ความถี่ (จำนวน)	ความถี่ (ร้อยละ)
ความสนใจซื้อ		
ซื้ออย่างแน่นอน	44	29
อาจจะซื้อ	88	59
ไม่แน่ใจ	15	10
อาจจะไม่ซื้อ	2	1
ไม่ซื้ออย่างแน่นอน	1	1

#### 4.6.4 ทัศนคติด้านบรรจุภัณฑ์และราคาในการเลือกซื้อ

ในด้านบรรจุภัณฑ์ที่ผู้ทดสอบต้องการสำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวมากที่สุดคือ ขวดพลาสติกทรงกลมที่ฝามีช่องสำหรับเทออกร้อยละ 51 รองลงมาคือซองอะลูมิเนียมฟอยล์ ร้อยละ 19 ถ้วยพลาสติกร้อยละ 13 และซองพลาสติกร้อยละ 7 ตามลำดับ และในด้านราคาที่ผู้ทดสอบคิดว่าเหมาะสมต่อผงโรยข้าวผงโรยข้าวหนึ่งหน่วย แสดงดังตารางที่ 4.17 ที่มีขนาดบรรจุประมาณ 20-30 กรัม คือ ราคา 51-60 บาท (ร้อยละ 48) รองลงมาด้วยต่ำกว่า 23 บาท (ร้อยละ 23) และราคา 61-70 บาท (ร้อยละ 11)

ตารางที่ 4.17 ราคาและบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่ผู้บริโภคต้องการ

พฤติกรรมกรเลือกซื้อและบรรจุภัณฑ์	ความถี่ (จำนวน)	ความถี่ (ร้อยละ)
<b>ราคา</b>		
ต่ำกว่า 50 บาท	35	23
51-60 บาท	72	48
61-70 บาท	16	11
71-80 บาท	11	7
81-90 บาท	10	7
91-100	4	3
มากกว่า 100 บาท	1	1
<b>บรรจุภัณฑ์</b>		
ขวดพลาสติกทรงกลมที่มีช่องสำหรับเท	77	51
ซองอะลูมิเนียมฟอยล์	28	19
ถ้วยพลาสติก	20	13
ซองพลาสติกใส	13	9
กระปุกพลาสติกทรงกระบอก	11	7
อื่นๆ	1	1

**หมายเหตุ** บรรจุภัณฑ์ผงโรยข้าวต่อ 1 หน่วย มีน้ำหนัก 30 กรัม

จากการคำนวณต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่ทดแทนเนื้อปลาอบแห้งด้วยเปลือกกุ้งร้อยละ 30 แสดงดังตาราง จ.1 ภาคผนวก จ. พบว่าต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวน้ำหนัก 30 กรัม เท่ากับ 19.27 บาท

## บทที่ 5

# สรุปผลการทดลอง

### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการนำเปลือกกุ้งขาวในรูปแบบทั้งเปลือกและลดขนาดมาทำการอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 180 190 และ 200 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 นาที พบว่า

5.1.1 อุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งมีผลต่อคุณภาพของเปลือกกุ้งที่ผ่านการอบแห้ง โดยเปลือกกุ้งมีความชื้น ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ ค่าความสว่างและค่าสีแดงเพิ่มขึ้น มีค่าความสามารถในการละลายในกรดและน้ำลดลง เมื่อใช้ระยะเวลาและอุณหภูมิในการอบแห้งเพิ่มขึ้น และมีการเปลี่ยนแปลงของค่าสีเหลืองเล็กน้อย

5.1.2 สถานะที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกกุ้งในรูปแบบทั้งเปลือก คือ การอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 นาที และแบบลดขนาด คือ การอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 นาที และโดยเปลือกกุ้งลดขนาดและสถานะดังกล่าว มีลักษณะมีความชื้นต่ำ ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับ ความสามารถในการละลายในกรด และน้ำสูง ค่าความสว่างต่ำ ค่าสีแดงและค่าสีเหลืองสูง จึงเป็นสถานะที่เหมาะสมในการเตรียมเปลือกกุ้งอบแห้งเพื่อผลิตผงโรยข้าว

5.1.3 อัตราส่วนที่เหมาะสมของเปลือกกุ้งที่ใช้ทดแทนเนื้อปลาอบแห้งเพื่อการผลิตผงโรยข้าว คือ ร้อยละ 30 ของเนื้อปลาทั้งหมด โดยได้รับคะแนนความชอบในด้านสี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส โดยรวม กลิ่นกุ้งและความชอบโดยรวม ระหว่าง 6.98-7.02 คะแนน และหลังจากการปรับปรุงสูตรผงโรยข้าว พบว่าผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนความชอบในทุกลักษณะอยู่ระหว่าง 7.44-8.00 คะแนน โดยผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษานาน 12 สัปดาห์ มีความชื้นเท่ากับ 5.17 และ  $A_w$  เท่ากับ 0.32 และมีสีสว่างขึ้นเล็กน้อย

5.1.4 ในการทดสอบการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับ 7 คะแนน ในด้านการตัดสินใจซื้อ ผู้บริโภคร้อยละ 59 อาจซื้อผลิตภัณฑ์โดยบรรจุภัณฑ์ที่ต้องการสำหรับบรรจุผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวมากที่สุด คือ ขวดพลาสติกทรงกลมที่ฝามีช่องสำหรับเทออก และราคาที่เหมาะสมต่อผงโรยข้าวผงโรยข้าวน้ำหนัก 20-30 กรัม คือ ราคา 51-60 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการศึกษาผลของสภาวะและขนาดของเปลือกกุ้งต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเปลือกกุ้งในระหว่างการอบแห้ง ควรมีการศึกษาปริมาณองค์ประกอบอื่นๆ เช่น ปริมาณแอสตาแซนธิน เป็นต้น

5.2.2 ควรมีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ผง โรยข้าวเพิ่มเติม เช่น ปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และเถ้า เป็นต้น

5.2.3 ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษา ควรมีการศึกษาการรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี เช่น ปริมาณกรดไขมันอิสระ (TBA) ที่เป็นค่าที่บ่งบอกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน ที่ทำให้เกิดการหืน และการเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์ เพื่อประเมินอายุการเก็บรักษาที่แท้จริงของผลิตภัณฑ์



## เอกสารอ้างอิง

- กมลศิริ พันธนียะ. 2555. กุ้งขาวลิทพีเนียส แวนนาไม (Pacific white shrimp). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.shrimpcenter.com/t-shrimp051.html>. 24 สิงหาคม 2559.
- กลุ่มวิจัยเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2556. เตาอบไฟฟ้า. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: [http://www.enconlab.com/high\\_performance/file\\_download/operation/operation\\_electric\\_oven.pdf](http://www.enconlab.com/high_performance/file_download/operation/operation_electric_oven.pdf). 20 สิงหาคม 2559.
- จิราพร เทศนุ้ย และ ไพรัตน์ โสภโณดร. 2557. “การวิเคราะห์และการจัดการปัญหาการเกิดจุดขาวในเปลือกกุ้งขาวแวนนาไมระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่เยือกแข็ง.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- จรินทร์ สว่างแจ้ง. 2544. “การพัฒนาซูปกึ่งสำเร็จรูปรสกุ้งจากหัวกุ้ง.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาผลิตภัณฑ์ประมง บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดวงรัตน์ พรเทวบัญชา. 2554. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ฟูริคาเกะ) จากผักสลัด.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- นิธิยา รัตนานนท์. 2553. เคมมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ประจวบ หล้าอุบล. 2537. สรีรวิทยาของกุ้ง. คณะประมง ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: เจริญรัฐการพิมพ์.
- พัชรี ชีรสุนทรวุฒิ. 2536. “การผลิตสารปรุงแต่งกลิ่นรสจากหัวกุ้ง.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การประมง บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เพ็ญใจ หาญวัฒนาวุฒิ. 2537. “การศึกษาการใช้ประโยชน์จากของเสียกุ้ง.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2549. “ปลาป่นปรุงรส.” ฉบับที่ 1337/2549.
- มาตรฐานอุตสาหกรรม. 2530. “ปลาหยอง ปลาเกล็ดและปลาแห้งป่น.” ฉบับที่ 700/2530.
- รจนา นุชนุ่ม. 2551. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ฟูริคาเกะ) จากปลาสด.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วรรณวิมล คล้ายประดิษฐ์ และ มารุจ ลิมปะวัฒน์. 2553. แอสตาแซนธิน: คุณค่าที่มากกว่าความเป็นสี. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 5(1): 7-12.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิไล รังสาดทอง. 2552. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหาร. 2559. อุตสาหกรรมกุ้งไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: [http://fic.nfi.or.th/foodsector\\_databank-detail.php?id=13](http://fic.nfi.or.th/foodsector_databank-detail.php?id=13). 20 สิงหาคม 2559.
- สุทรวัดณ์ เบญจกุล. 2548. เคมี่และคุณภาพสัตว์น้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2559. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: [www.oae.go.th/download/document\\_tendency/journalofecon2559.pdf](http://www.oae.go.th/download/document_tendency/journalofecon2559.pdf). 20 สิงหาคม 2559.
- Adeyeye, E.I., Adubiaro, H.O. and Awodola, O.J. 2008. "Comparability of chemical composition and functional properties of shell and fresh of *Panaeus notabilis*." **Pakistan journal of Nutrition**. 7(6): 741-747.
- Akonor, P. T., Ofori, H., Dziedzoave, N. T. and Kortei., N. K. 2016. "Drying Characteristics and Physical and Nutritional Properties of Shrimp Meat as Affected by Different Traditional Drying Techniques." **International Journal of Food Science**. Article ID 7879097. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/7879097>.
- Ameh, A. O., Abutu, D., Isa, M. T. and Rabi, U. 2014. "Kinetics of demineralization of shrimp shell using lactic acid." **Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies**. 24: 13-22.
- Anshar, P. 2013. "Production and characterization of chitosan from shrimp shells waste." **Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of the Bioflux Society**. 6(4): 339-344.
- AOAC. 2000. **Official Method of Analysis of AOAC International**. 17<sup>th</sup> eds. The Association of official Analytical Chemists. Maryland. Method 950.46.
- Binsan, W., Benjakul, S., Visessanguan, W., Roytrakul, S., Tanaka, M., and Kishimura, L.H. 2008. "Antioxidative activity of Mungoong, an extract paste, from the cephalothorax of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*)." **Food Chemistry**. 106(1): 185-193.
- Cahu, T.B., Santos, S.D., Mendes, A., Cordula, C.R., Chavante, S.F., Carvalho, L.B., Helena, J.R., Nader, B. and Bezerra, R.S. 2012. "Recovery of protein, chitin, carotenoids and glycosaminoglycans from pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) processing waste." **Process Biochemistry**. 47(4): 1-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Cheong, J.Y., Aziz, N.A.A., Go, R., Azmi, N.U., Ghafar, N.S.A., Adli, A.A. and Mustafa, M. 2014. "The availability of astaxanthin from shrimp shell wastes through microbial fermentations, *Aeromonas hydrophila* and cell disruptions." **International Journal of Agriculture & Biology**. 16(2): 277-284.
- FAO. 2018. "Cultured Aquatic Species Information Programme : *Penaeus vannamei*." [Online]. Available : [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus\\_vannamei/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus_vannamei/en). 15 May 2018.
- Crosby, G. 2016. **Cook's Science: How to unlock flavor in 50 of our flavor ingredients**. United states of America: Penguin Random House Publisher Service.
- Ibrahim, H. M., Salama, M. F. and El-Banna, H. A. 1999. "Shrimp's waste : Chemical composition, nutritional value and utilization." **Molecular Nutrition and Food Research**. 43(6): 418-423.
- Kerdpi boon, S., Devahastin, S. and Kerr, W.L. 2007. "Comparative fractal characterization of physical change of different food product during drying." **Journal of Food Engineering** 83(4): 570-580.
- Khan, M. and Nowsad, A.K.M.A. 2012. "Development of protein enriched shrimp crackers from shrimp shell wastes." **Journal of the Bangladesh Agricultural University**. 10(2): 367-374.
- Khorrami, M., Najafpour, G.D., Yonnesi, H. and Amini, G.H. 2011. "Growth kinetics and Deminealization of shrimp shell using *Lactobacillus plantarum* PTCC 1058 on various Carbon Sources. **Iranica Journal of Energy and Environment**. 2(4): 320-325.
- Kirimura, J., Shimizu, A., Kimizaka, A., Ninomiya, T., and Katsuya, N. 1969. "The contribution of peptides and amino acid to the taste of food-stuffs." **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 17(4): 689-695.
- Niamnuy, C., Devahastin, S., Soponronnarit, S and Raghavan, V. 2008. "Kinetics of astaxanthin degradation and color changes of dried shrimp during storage." **Journal of Food Engineering**. 87(4): 591-600.
- Niamnuy, C., Devahastin, S., Soponronnarit, S and Raghavan, V. 2007. "Effects of process parameters on quality changes of shrimp during drying in a jet-spouted bed dryer." **Journal of Food Science**. 72(9): 553-63.

- Provesi, J.G., Dias, C. and Amante, R.E. 2011. "Changes in carotenoids during processing and storage of pumpkin puree." **Food Chemistry**. 128(1): 195-202.
- Ravichandran, S., Rameshkumar, G. and Rosario, A.P. 2009. "Biochemical composition of shell and flesh of the Indian white shrimp *Penaeus indicus* (H.milne Edwards 1837)." **American-Eurasian Journal of Scientific Research**. 4(3): 191-194.
- Raabe, D., Sachs, C. and Ramano, P. 2005. "The crustacean exoskeleton as an example of a structurally and mechanically graded biological Nano-composite material." **Acta Materialia**. 53(15): 4281-4292.
- Rhim, J.W., Koh, S. and Kim, J.M. 2011. "Effect of freezing temperature on rehydration and water vapor adsorption characteristics of freeze-dried rice porridge." **Journal of Food Engineering**. 104(4): 484-491.
- Sachindra, N.M., Bhaskar, N. and Mahendrakar, N.S. 2006. "Recovery of carotenoids from shrimp waste in organic solvents." **Waste Management**. 26(10): 1092-1098.
- Senphan, T., Benjaku, S and Kishimura, H. 2014. "Characteristics and antioxidative activity of carotenoprotein from shells of Pacific white shrimp extracted using hepatopancreas proteases." **Food Bioscience**. 5: 54-63.
- Sánchez-Camargo, A. P., Meireles, M. A. A., Lopes, B. L. F. and Cabral, F. A. 2011. "Proximate composition and extraction of carotenoids and lipids from Brazilian red spotted shrimp waste (*Farfantepenaeus paulensis*)." **Journal of Food Engineering**. 102(1): 87-93.
- Singh, G.D., Sharma, R., Bawa, A.S. and Saxena, D.C. 2008. "Drying and rehydration characteristics of water chestnut (*Trapanatans*) as a function of drying air temperature." **Journal of Food Engineering**. 87: 213-221.
- Trung, T. S. and Phuong, P. T. D. 2012. "Bioactive Compounds from By-Products of Shrimp Processing Industry in Vietnam." **Journal of Food and Drug Analysis**. 20(1): 194-197.
- Tu Ya. 1990. "**Recovery, drying and characterization of carotenoproteins from industrial lobster waste.**" Department of Food Science and Agriculture Chemistry. Macdonald College of McGill University. Ste. Anne de Bellevue, P.Q. Canada.
- Wakai, M and Almenar, E. 2015. "Effect of the presence of montmorillonite on the solubility of whey protein isolate films in food model systems with different compositions and pH." **Food Hydrocolloids**. 43: 612-621.

XiangGang, Z., AiMei, Z., XiaoXio, L., YongQuan, C. and GongMing, Y. 2009. Comparative study of chemical composition of white shrimp head and shell. **Modern Food Science and Technology**. 25(3): 244-227.

Yanar, Y., Çelik, M. and Yanar, M. 2004. "Seasonal changes in total carotenoid contents of wild marine shrimps (*Penaeus semisulcatus* and *Metapenaeus monoceros*) inhabiting the eastern Mediterranean." **Food Chemistry**. 88(2): 267-269.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก.

# การวิเคราะห์ความชื้นของเปลือกกุ้งอบแห้ง

### ก.1 การวิเคราะห์ความชื้นฐานแห้ง (AOAC, 2000 Method 950.46)

1. ออบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้วุ้นนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนัก ( $W_0$ ) ทำซ้ำจนผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งติดกัน 2 ครั้ง ไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

2. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1-2 กรัม ( $W_0$ ) ใส่ลงในภาชนะสำหรับหาความชื้นที่ทราบน้ำหนักแล้ว

3. นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5-6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้วุ้นนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก ( $W_1$ ) จากนั้นนำกลับไปเข้าตู้อบอีกครั้ง ทำซ้ำจนผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งติดกัน 2 ครั้ง ไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

4. คำนวณปริมาณความชื้นได้จากสูตร

$$\text{ร้อยละปริมาณความชื้นฐานแห้ง} = \frac{((W_0 + W_C) - W_t)}{W_t - W_C} \times 100$$

โดย

$W_0$  = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

$W_C$  = น้ำหนักของภาชนะสำหรับหาความชื้น (กรัม)

$W_t$  = น้ำหนักภาชนะและตัวอย่างหลังอบไล่ความชื้นที่เวลาใดๆ (กรัม)

ภาคผนวก ข.

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติค่าคุณภาพของเปลือกกุ้งอบแห้ง  
ในสถานะต่างๆ

ค่าคุณภาพของเปลือกกุ้งอบแห้งแบบทั้งเปลือก

ตารางที่ ข.1 ค่าความชื้นของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบทั้งเปลือกที่สถานะต่างๆ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ		
	180°C	190°C	200°C
0	290.44±15.37 <sup>AB</sup>	309.98±48.41 <sup>A</sup>	306.76±23.91 <sup>A</sup>
5	272.94±20.65 <sup>ABC</sup>	244.49±29.68 <sup>CD</sup>	263.38±13.52 <sup>CD</sup>
10	251.10±32.55 <sup>BCD</sup>	234.47±33.26 <sup>CD</sup>	260.81±20.10 <sup>BCD</sup>
15	232.88±25.14 <sup>CD</sup>	190.41±48.29 <sup>EF</sup>	226.72±42.55 <sup>DE</sup>
20	163.83±3.91 <sup>GF</sup>	137.56±22.30 <sup>GH</sup>	189.91±50.90 <sup>EF</sup>
25	155.72±14.73 <sup>FG</sup>	113.59±5.70 <sup>HI</sup>	169.57±33.79 <sup>FG</sup>
30	103.90±29.21 <sup>HI</sup>	93.44±17.71 <sup>I</sup>	104.83±10.60 <sup>HI</sup>
40	56.85±9.41 <sup>J</sup>	44.40±12.72 <sup>JK</sup>	34.27±4.99 <sup>JKL</sup>
50	36.02±9.14 <sup>JKL</sup>	17.52±5.85 <sup>JKL</sup>	13.42±1.47 <sup>KL</sup>
60	9.83±2.37 <sup>KL</sup>	10.75±4.80 <sup>KL</sup>	1.36±1.39 <sup>L</sup>

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่กำกับ  
แตกต่างกันแสดงถึง ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ข.2 ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบทั้งเปลือกที่สภาวะต่างๆ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ		
	180°C	190°C	200°C
0	0.89±0.02 <sup>K</sup>	0.88±0.04 <sup>K</sup>	0.90±0.01 <sup>K</sup>
5	0.90±0.01 <sup>K</sup>	0.95±0.09 <sup>JK</sup>	0.94±0.06 <sup>JK</sup>
10	0.94±0.02 <sup>JK</sup>	1.30±0.22 <sup>I</sup>	1.16±0.11 <sup>JK</sup>
15	1.09±0.12 <sup>IJK</sup>	1.31±0.13 <sup>I</sup>	1.29±0.28 <sup>IJK</sup>
20	1.25±0.20 <sup>II</sup>	1.40±0.20 <sup>GHI</sup>	1.34±0.30 <sup>HI</sup>
25	1.38±0.23 <sup>HI</sup>	1.74±0.37 <sup>F</sup>	1.69±0.08 <sup>FG</sup>
30	1.63±0.20 <sup>FGH</sup>	2.07±0.25 <sup>ED</sup>	2.21±0.19 <sup>ED</sup>
40	1.70±0.23 <sup>GF</sup>	2.42±0.13 <sup>CD</sup>	2.23±0.15 <sup>ED</sup>
50	2.23±0.46 <sup>ED</sup>	2.62±0.27 <sup>C</sup>	2.49±0.06 <sup>CD</sup>
60	3.37±0.24 <sup>B</sup>	3.59±0.13 <sup>AB</sup>	3.74±0.07 <sup>A</sup>

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่กำกับแตกต่างกันแสดงถึง ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ข.3 ความสามารถในการละลายในน้ำของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบทั้งเปลือกที่  
สภาวะต่างๆ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ		
	180°C	190°C	200°C
0	76.67±0.97 <sup>AB</sup>	73.94±2.89 <sup>AB</sup>	78.03±3.89 <sup>A</sup>
5	75.31±2.72 <sup>AB</sup>	73.25±2.59 <sup>ABC</sup>	72.63±5.76 <sup>ABC</sup>
10	70.15±1.86 <sup>ABCD</sup>	70.38±3.79 <sup>ABCD</sup>	68.32±5.26 <sup>BCDE</sup>
15	64.37±3.17 <sup>CDE</sup>	70.08±5.88 <sup>ABCD</sup>	69.88±6.08 <sup>ABCD</sup>
20	61.42±7.26 <sup>DEF</sup>	64.43±7.83 <sup>CDE</sup>	60.02±6.01 <sup>EF</sup>
25	61.73±6.98 <sup>DEF</sup>	61.54±4.80 <sup>DEF</sup>	54.34±4.74 <sup>FG</sup>
30	48.77±8.92 <sup>G</sup>	48.72±3.24 <sup>G</sup>	49.20±1.82 <sup>G</sup>
40	36.59±8.19 <sup>H</sup>	26.99±4.68 <sup>I</sup>	16.20±3.46 <sup>K</sup>
50	24.69±10.56 <sup>IJ</sup>	17.75±9.17 <sup>JK</sup>	15.73±5.83 <sup>K</sup>
60	11.34±3.22 <sup>KL</sup>	10.95±2.21 <sup>KL</sup>	5.66±2.89 <sup>L</sup>

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่กำกับ  
แตกต่างกันแสดงถึง ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ข.4 ความสามารถในการละลายในกรดของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบทิ้งเปลือกที่สภาวะต่างๆ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ		
	180°C	190°C	200°C
0	82.29±2.50 <sup>A</sup>	83.20±4.93 <sup>A</sup>	80.76±2.47 <sup>AB</sup>
5	81.78±3.02 <sup>A</sup>	81.80±3.88 <sup>A</sup>	80.30±1.47 <sup>AB</sup>
10	78.67±1.20 <sup>AB</sup>	78.86±0.83 <sup>AB</sup>	79.78±3.70 <sup>AB</sup>
15	78.77±4.96 <sup>AB</sup>	78.23±0.53 <sup>AB</sup>	78.64±3.10 <sup>AB</sup>
20	72.88±3.06 <sup>BC</sup>	77.07±3.24 <sup>AB</sup>	66.98±5.68 <sup>CD</sup>
25	63.14±7.00 <sup>DE</sup>	68.40±6.84 <sup>CD</sup>	65.28±4.04 <sup>D</sup>
30	62.05±6.98 <sup>DE</sup>	56.84±8.98 <sup>EF</sup>	57.04±6.64 <sup>EF</sup>
40	51.64±2.78 <sup>FG</sup>	48.62±1.39 <sup>GH</sup>	42.04±9.23 <sup>HI</sup>
50	43.94±6.76 <sup>HI</sup>	40.85±7.19 <sup>I</sup>	31.12±1.11 <sup>J</sup>
60	29.67±7.07 <sup>JK</sup>	27.72±5.57 <sup>JK</sup>	23.03±3.16 <sup>K</sup>

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่กำกับแตกต่างกันแสดงถึง ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ข.5 ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบทิ้งเปลือกที่สภาวะต่างๆ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ		
	180°C	190°C	200°C
0	47.99±1.21 <sup>Q</sup>	49.39±0.82 <sup>P</sup>	48.12±1.49 <sup>Q</sup>
5	51.47±1.04 <sup>N</sup>	50.43±0.65 <sup>O</sup>	51.57±0.95 <sup>N</sup>
10	51.90±0.58 <sup>MN</sup>	52.78±0.88 <sup>KL</sup>	52.42±0.98 <sup>LM</sup>
15	53.67±0.83 <sup>IJK</sup>	53.02±1.09 <sup>JKL</sup>	53.52±1.22 <sup>IJK</sup>
20	53.79±0.55 <sup>JI</sup>	53.13±0.54 <sup>JKL</sup>	54.15±1.22 <sup>I</sup>
25	56.13±2.62 <sup>H</sup>	53.36±1.80 <sup>IJK</sup>	54.23±0.65 <sup>I</sup>
30	57.30±1.55 <sup>G</sup>	55.26±0.66 <sup>I</sup>	56.19±0.48 <sup>H</sup>
40	61.15±2.51 <sup>D</sup>	58.39±1.37 <sup>E</sup>	60.06±1.39 <sup>E</sup>
50	64.63±2.40 <sup>B</sup>	60.00±0.6 <sup>F</sup>	62.33±0.58 <sup>C</sup>
60	67.04±1.37 <sup>A</sup>	65.23±1.02 <sup>B</sup>	66.47±0.76 <sup>A</sup>

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่กำกับ

แตกต่างกันแสดงถึง ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่ข้อมูลที่ใช้ประกอบการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 ค่าสีแดง ( $a^*$ ) ของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบทั้งเปลือกที่สภาวะต่างๆ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ		
	180°C	190°C	200°C
0	8.38±1.04 <sup>MN</sup>	8.05±1.06 <sup>N</sup>	7.84±0.94 <sup>N</sup>
5	11.52±1.24 <sup>FGH</sup>	10.48±1.00 <sup>I</sup>	9.72±0.69 <sup>K</sup>
10	12.20±1.12 <sup>CDE</sup>	11.43±1.02 <sup>GH</sup>	11.24±0.62 <sup>GHI</sup>
15	12.68±0.97 <sup>ABC</sup>	12.40±0.59 <sup>BCD</sup>	12.08±0.75 <sup>DEF</sup>
20	12.41±1.06 <sup>BCD</sup>	12.39±0.79 <sup>BCD</sup>	11.19±0.82 <sup>GHI</sup>
25	12.90±0.94 <sup>AB</sup>	11.76±0.47 <sup>EFG</sup>	11.77±0.69 <sup>EFG</sup>
30	13.07±0.15 <sup>A</sup>	12.81±0.30 <sup>AB</sup>	12.79±0.43 <sup>ABC</sup>
40	10.74±1.37 <sup>IJ</sup>	12.76±1.16 <sup>ABC</sup>	11.40±0.69 <sup>GH</sup>
50	8.28±1.30 <sup>N</sup>	11.08±0.09 <sup>HI</sup>	9.02±0.54 <sup>L</sup>
60	6.86±0.26 <sup>O</sup>	8.89±0.36 <sup>LM</sup>	6.63±0.17 <sup>O</sup>

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่กำกับแตกต่างกันแสดงถึง ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ข.7 ค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) ของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบทั้งเปลือกที่สภาวะต่างๆ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ		
	180°C	190°C	200°C
0	16.56±0.91 <sup>K</sup>	15.17±1.51 <sup>M</sup>	15.64±1.00 <sup>LM</sup>
5	17.71±1.74 <sup>I</sup>	16.82±0.56 <sup>K</sup>	16.21±0.47 <sup>KL</sup>
10	18.69±0.96 <sup>I</sup>	17.94±1.04 <sup>I</sup>	17.86±0.91 <sup>J</sup>
15	20.08±1.57 <sup>F</sup>	19.11±0.57 <sup>GHI</sup>	19.00±0.65 <sup>HI</sup>
20	20.33±1.48 <sup>F</sup>	19.12±0.54 <sup>GHI</sup>	18.94±0.54 <sup>HI</sup>
25	22.17±1.98 <sup>CD</sup>	19.55±0.41 <sup>FGH</sup>	19.88±0.72 <sup>F</sup>
30	23.10±0.26 <sup>B</sup>	21.34±0.39 <sup>E</sup>	23.00±0.28 <sup>B</sup>
40	21.77±2.15 <sup>DE</sup>	24.02±0.75 <sup>A</sup>	22.58±1.32 <sup>BC</sup>
50	20.30±1.34 <sup>F</sup>	21.98±0.48 <sup>CDE</sup>	20.26±1.38 <sup>F</sup>
60	19.81±1.08 <sup>FG</sup>	18.78±0.58 <sup>I</sup>	19.69±1.22 <sup>FGH</sup>

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่กำกับ

แตกต่างกันแสดงถึง ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95, เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.8 ค่าความชื้นของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบลดขนาดที่สภาวะต่างๆ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ		
	180°C	190°C	200°C
0	330.18±29.68 <sup>CB</sup>	389.73±51.67 <sup>LM</sup>	381.03±61.00 <sup>LM</sup>
5	292.72±27.57 <sup>CD</sup>	332.12±29.68 <sup>BC</sup>	314.55±33.71 <sup>DC</sup>
10	271.61±15.00 <sup>DEF</sup>	315.63±73.98 <sup>DC</sup>	303.54±11.65 <sup>CDE</sup>
15	260.60±24.21 <sup>DEFG</sup>	284.85±68.95 <sup>CDEF</sup>	260.52±37.90 <sup>DEFG</sup>
20	251.89±14.55 <sup>EFG</sup>	259.93±59.22 <sup>EFGH</sup>	230.75±30.62 <sup>FGH</sup>
25	208.86±15.68 <sup>GHI</sup>	174.67±47.32 <sup>I</sup>	193.46±21.96 <sup>HI</sup>
30	98.86±19.45 <sup>JK</sup>	118.82±14.57 <sup>J</sup>	117.86±16.64 <sup>J</sup>
40	88.85±15.34 <sup>JK</sup>	53.94±15.19 <sup>KLM</sup>	60.31±10.65 <sup>KL</sup>
50	35.33±11.33 <sup>LM</sup>	32.68±8.21 <sup>LM</sup>	16.06±5.75 <sup>LM</sup>
60	3.39±0.77 <sup>M</sup>	2.06±1.26 <sup>M</sup>	0.69±0.48 <sup>M</sup>

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่กำกับแตกต่างกันแสดงถึง ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ข.9 ความสามารถในการดูดกลืนน้ำกลับของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบลดขนาดที่สภาวะต่างๆ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ		
	180°C	190°C	200°C
0	0.64±0.27 <sup>M</sup>	0.61±0.29 <sup>M</sup>	0.56±0.39 <sup>M</sup>
5	0.86±0.06 <sup>KLM</sup>	0.74±0.29 <sup>LM</sup>	0.62±0.40 <sup>M</sup>
10	0.90±0.10 <sup>KLM</sup>	0.99±0.56 <sup>JKLM</sup>	0.79±0.47 <sup>LM</sup>
15	0.95±0.16 <sup>KLM</sup>	0.89±0.38 <sup>KLM</sup>	0.76±0.33 <sup>LM</sup>
20	1.20±0.23 <sup>IJKLM</sup>	1.05±0.34 <sup>IJKLM</sup>	0.91±0.23 <sup>KLM</sup>
25	1.34±0.28 <sup>HIJKL</sup>	1.40±0.71 <sup>HIJKL</sup>	1.62±0.61 <sup>GHIJ</sup>
30	1.64±0.19 <sup>FGHI</sup>	1.49±0.47 <sup>GHIJK</sup>	2.10±0.23 <sup>EFG</sup>
40	1.86±0.22 <sup>EFGH</sup>	2.41±0.71 <sup>CDE</sup>	2.21±0.52 <sup>DEF</sup>
50	3.00±0.43 <sup>BC</sup>	2.73±0.14 <sup>CD</sup>	2.87±0.41 <sup>BC</sup>
60	3.42±0.29 <sup>AB</sup>	3.92±0.36 <sup>A</sup>	3.38±0.69 <sup>AB</sup>

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่กำกับแตกต่างกันแสดงถึง ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.10 ความสามารถในการละลายในน้ำของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบลดขนาดที่สภาวะต่างๆ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ		
	180°C	190°C	200°C
0	79.44±3.77 <sup>AB</sup>	77.08±6.46 <sup>ABC</sup>	81.06±4.48 <sup>A</sup>
5	77.23±4.62 <sup>ABC</sup>	75.89±5.75 <sup>ABCD</sup>	75.38±7.36 <sup>ABCD</sup>
10	73.61±2.79 <sup>ABCDE</sup>	72.00±4.95 <sup>ABCDEF</sup>	70.96±8.25 <sup>ABCDEF</sup>
15	68.05±7.20 <sup>ABCDEF</sup>	71.31±6.29 <sup>ABCDEF</sup>	73.06±5.44 <sup>ABCDEF</sup>
20	64.15±10.37 <sup>BCDEF</sup>	65.73±9.13 <sup>ABCDEF</sup>	67.96±9.16 <sup>ABCDEF</sup>
25	59.23±8.20 <sup>EF</sup>	65.42±5.82 <sup>ABCDEF</sup>	60.85±10.63 <sup>DEF</sup>
30	62.14±6.79 <sup>CDEF</sup>	56.93±12.71 <sup>FG</sup>	57.92±10.09 <sup>EFG</sup>
40	44.36±17.15 <sup>GH</sup>	41.43±20.35 <sup>HI</sup>	29.31±13.06 <sup>IJ</sup>
50	24.70±12.77 <sup>JK</sup>	22.06±15.49 <sup>JKL</sup>	11.68±8.80 <sup>KLM</sup>
60	10.99±3.88 <sup>KLM</sup>	8.78±2.17 <sup>LM</sup>	4.00±3.13 <sup>M</sup>

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่กำกับแตกต่างกันแสดงถึง ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ข.11 ความสามารถในการละลายในกรดของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบลดขนาดที่สภาวะต่างๆ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ		
	180°C	190°C	200°C
0	84.88±3.79 <sup>A</sup>	86.93±1.98 <sup>A</sup>	84.23±3.66 <sup>A</sup>
5	85.47±2.80 <sup>A</sup>	84.16±1.20 <sup>B</sup>	83.44±3.08 <sup>A</sup>
10	82.14±3.77 <sup>AB</sup>	81.17±2.17 <sup>BC</sup>	81.84±4.13 <sup>AB</sup>
15	83.70±2.14 <sup>FG</sup>	78.95±1.63 <sup>CD</sup>	80.49±2.91 <sup>ABC</sup>
20	78.80±4.03 <sup>EFG</sup>	79.69±0.64 <sup>CDEFG</sup>	72.93±8.80 <sup>CDE</sup>
25	69.75±13.89 <sup>G</sup>	74.33±4.95 <sup>CDEF</sup>	68.30±5.92 <sup>DEF</sup>
30	61.32±6.42 <sup>H</sup>	66.11±2.05 <sup>H</sup>	60.40±7.43 <sup>GH</sup>
40	56.44±9.36 <sup>J</sup>	52.34±4.36 <sup>I</sup>	40.75±5.85 <sup>J</sup>
50	43.55±4.63 <sup>L</sup>	38.64±3.91 <sup>K</sup>	29.41±3.54 <sup>LM</sup>
60	32.16±3.94 <sup>M</sup>	28.59±4.56 <sup>LM</sup>	23.99±1.91 <sup>M</sup>

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่กำกับ

แตกต่างกันแสดงถึง ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95, เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.12 ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบลดขนาดที่สภาวะต่างๆ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ		
	180°C	190°C	200°C
0	49.96±1.41 <sup>N</sup>	50.37±1.13 <sup>N</sup>	49.43±2.52 <sup>N</sup>
5	52.50±0.87 <sup>LM</sup>	51.52±0.81 <sup>M</sup>	51.51±1.07 <sup>M</sup>
10	52.60±1.08 <sup>LM</sup>	52.61±0.59 <sup>LM</sup>	52.48±0.69 <sup>LM</sup>
15	54.44±0.60 <sup>HI</sup>	52.90±0.65 <sup>KL</sup>	53.20±0.73 <sup>JKL</sup>
20	54.14±0.51 <sup>HIJ</sup>	53.71±0.89 <sup>HIJK</sup>	54.09±0.92 <sup>HIJK</sup>
25	54.82±3.98 <sup>H</sup>	53.38±1.88 <sup>IJKL</sup>	54.50±0.74 <sup>HI</sup>
30	56.96±2.01 <sup>G</sup>	56.45±1.35 <sup>G</sup>	55.95±0.28 <sup>G</sup>
40	60.59±3.31 <sup>E</sup>	58.49±1.60 <sup>H</sup>	61.21±2.71 <sup>DE</sup>
50	65.50±1.61 <sup>C</sup>	62.13±1.87 <sup>D</sup>	65.71±3.62 <sup>BC</sup>
60	68.29±0.65 <sup>A</sup>	65.59±1.30 <sup>BC</sup>	66.71±0.93 <sup>B</sup>

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่กำกับแตกต่างกันแสดงถึง ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ข.13 ค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) ของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบลดขนาดที่สภาวะต่างๆ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ		
	180°C	190°C	200°C
0	8.94±0.74 <sup>I</sup>	7.80±0.67 <sup>K</sup>	8.12±0.79 <sup>JK</sup>
5	11.80±1.02 <sup>CDEF</sup>	10.86±0.72 <sup>G</sup>	10.20±0.28 <sup>H</sup>
10	12.33±1.00 <sup>BCD</sup>	11.79±0.79 <sup>DEF</sup>	11.42±0.44 <sup>GF</sup>
15	12.21±1.46 <sup>BCDE</sup>	11.81±0.66 <sup>CDEF</sup>	11.96±0.44 <sup>CDEF</sup>
20	12.49±0.98 <sup>BC</sup>	11.62±0.35 <sup>EF</sup>	11.51±0.48 <sup>EF</sup>
25	12.68±1.19 <sup>AB</sup>	12.14±0.79 <sup>BCDE</sup>	12.73±0.93 <sup>AB</sup>
30	13.27±0.37 <sup>A</sup>	12.80±0.40 <sup>AB</sup>	13.29±0.20 <sup>A</sup>
40	11.61±2.41 <sup>EF</sup>	11.98±0.39 <sup>CDEF</sup>	12.00±0.06 <sup>CDEF</sup>
50	8.95±2.09 <sup>I</sup>	10.84±0.34 <sup>G</sup>	8.59±1.03 <sup>IJ</sup>
60	8.03±0.94 <sup>JK</sup>	7.76±0.96 <sup>K</sup>	6.42±0.24 <sup>I</sup>

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่กำกับแตกต่างกันแสดงถึง ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.14 ค่าความเป็นสีเหลือง ( $b^*$ ) ของเปลือกกุ้งที่อบแห้งแบบลดขนาดที่สภาวะต่างๆ

เวลา (นาทีก)	อุณหภูมิ		
	180°C	190°C	200°C
0	16.97±0.63 <sup>G</sup>	15.02±1.09 <sup>I</sup>	15.87±0.69 <sup>H</sup>
5	18.53±1.07 <sup>DEF</sup>	17.15±0.29 <sup>G</sup>	16.74±0.68 <sup>G</sup>
10	18.90±0.79 <sup>DE</sup>	18.24±0.75 <sup>ED</sup>	17.88±0.38 <sup>F</sup>
15	20.11±1.63 <sup>C</sup>	18.66±0.40 <sup>EDF</sup>	18.59±0.39 <sup>DEF</sup>
20	20.32±1.59 <sup>C</sup>	18.88±0.49 <sup>DE</sup>	18.79±0.33 <sup>DE</sup>
25	21.25±3.04 <sup>B</sup>	20.06±0.35 <sup>C</sup>	20.50±0.55 <sup>C</sup>
30	22.84±0.44 <sup>A</sup>	21.67±0.36 <sup>B</sup>	22.96±0.23 <sup>A</sup>
40	21.91±2.42 <sup>B</sup>	23.01±0.46 <sup>A</sup>	23.48±0.46 <sup>A</sup>
50	20.30±1.43 <sup>C</sup>	21.33±0.90 <sup>B</sup>	21.65±0.22 <sup>B</sup>
60	19.20±0.47 <sup>F</sup>	20.28±1.23 <sup>C</sup>	22.76±2.08 <sup>A</sup>

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่กำกับแตกต่างกันแสดงถึง ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ ข.15 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวในระหว่างการเก็บรักษา

ลำดับที่	ความชื้น (%db)	Aw	L*	a*	b*
0	5.04±0.48 <sup>AB</sup>	0.27± 0.016 <sup>A</sup>	40.09±1.46 <sup>D</sup>	13.05±1.32 <sup>E</sup>	20.87±1.11 <sup>F</sup>
1	4.33±0.02 <sup>D</sup>	0.27± 0.003 <sup>AB</sup>	40.46±2.09 <sup>D</sup>	13.24±0.92 <sup>DE</sup>	21.58±1.53 <sup>EF</sup>
2	4.42±0.13 <sup>CD</sup>	0.27± 0.005 <sup>AB</sup>	41.01±1.20 <sup>CD</sup>	13.12±1.19 <sup>DE</sup>	22.06±1.59 <sup>ABCD</sup>
3	4.47±0.36 <sup>CD</sup>	0.28± 0.005 <sup>ACB</sup>	41.43±2.31 <sup>BC</sup>	13.34±0.98 <sup>DE</sup>	22.06±0.75 <sup>ABCD</sup>
4	4.46±0.24 <sup>CD</sup>	0.28± 0.006 <sup>BCD</sup>	42.08±0.66 <sup>AB</sup>	13.42±1.44 <sup>CDE</sup>	22.52±1.52 <sup>AB</sup>
5	4.40±0.13 <sup>CD</sup>	0.29± 0.004 <sup>CDE</sup>	42.34±1.06 <sup>AB</sup>	13.42±1.02 <sup>CDE</sup>	21.70±1.91 <sup>CDE</sup>
6	4.46±0.24 <sup>CD</sup>	0.29± 0.002 <sup>DEF</sup>	42.38±2.53 <sup>AB</sup>	13.58±0.78 <sup>BCDE</sup>	21.79±1.04 <sup>BCDE</sup>
7	4.68±0.20 <sup>BCD</sup>	0.30± 0.005 <sup>DEF</sup>	42.48±2.47 <sup>A</sup>	13.61±0.57 <sup>BCDE</sup>	21.26±0.77 <sup>EF</sup>
8	4.72±0.17 <sup>BC</sup>	0.30±0.003 <sup>EFG</sup>	42.49±1.12 <sup>A</sup>	13.71±0.70 <sup>BCD</sup>	21.53±0.59 <sup>DEF</sup>
9	4.75±0.35 <sup>BC</sup>	0.30± 0.004 <sup>FGH</sup>	42.30±1.38 <sup>AB</sup>	13.96±0.88 <sup>ABC</sup>	22.38±1.26 <sup>ABC</sup>
10	4.94±0.42 <sup>AB</sup>	0.31± 0.006 <sup>GHI</sup>	42.48±2.46 <sup>A</sup>	14.01±1.06 <sup>ABC</sup>	22.45±1.11 <sup>AB</sup>
11	4.97±0.43 <sup>AB</sup>	0.31± 0.003 <sup>HI</sup>	42.71±1.22 <sup>A</sup>	14.12±1.04 <sup>AB</sup>	22.56±1.57 <sup>A</sup>
12	5.17±0.11 <sup>A</sup>	0.32± 0.016 <sup>I</sup>	42.93±1.07 <sup>A</sup>	14.29±1.06 <sup>A</sup>	22.60±1.40 <sup>A</sup>

หมายเหตุ ตัวเลขในตารางแสดงค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ภาคผนวก ก.

## มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาแป้นปรุงรส

มผช. 1337/2549

### 1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมปลาแป้นปรุงรสพร้อมบริโภคที่มีปลาแป้นเป็นส่วนประกอบหลักบรรจุในภาชนะบรรจุ

### 2. บทนิยาม

2.1 ความหมายของคำที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

ปลาแป้นปรุงรส หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเนื้อปลาสดมาปรุงรสด้วยเครื่องปรุง เช่น ซีอิ้ว น้ำตาล เกลือ นำไปอบให้แห้ง ทำให้เป็นชิ้นเล็กๆ อาจเติมส่วนประกอบอื่น เช่น งามาสำหรับ พริกป่น

### 3. คุณลักษณะที่ต้องการ

#### 3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องแห้ง ร่วน ไม่จับตัวเป็นก้อน ส่วนประกอบต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก

#### 3.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของปลาแป้นปรุงรส

#### 3.3 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของปลาแป้นปรุงรส ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนนจากผู้ทดสอบคนใดคนหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

### 3.5 วอเตอร์แอกทิวิตี

ต้องไม่เกิน 0.6

หมายเหตุ วอเตอร์แอกทิวิตี เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บรักษาอาหารและเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร โดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญ และการสร้างพิษของจุลินทรีย์

### 3.6 วัตถุเจือปนอาหาร

หากมีการใช้วัตถุกันเสีย ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

### 3.7 จุลินทรีย์

3.7.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า  $1 \times 10^6$  โคลโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.7.2 สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส ต้องน้อยกว่า 100 โคลโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.7.3 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคลโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

## 4. สุกลักษณะ

4.1 ลักษณะในการทำปลาแป้นปรุงรส ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก

## 5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุปลาแป้นปรุงรสในภาชนะที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

5.2 น้ำหนักสุทธิของปลาแป้นปรุงรสในภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

## 6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุปลาแป้นปรุงรสทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (1) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ปลาป่นปรุงรส ผงโรยข้าวรสปลาและสาหร่าย
- (2) ส่วนประกอบที่สำคัญ
- (3) น้ำหนักสุทธิ
- (4) วัน เดือน ปีที่ทำ และวันเดือนปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วันเดือนปี)”
- (5) ข้อเสนอแนะในการบริโภคและการเก็บรักษา
- (6) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

## 7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ปลาป่นปรุงรสที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.4 ข้อ 5 และข้อ 6 จึงถือว่าปลาป่นปรุงรสรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่นรส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.3 จึงจะถือว่าปลาป่นปรุงรสรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตีและวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 และข้อ 3.6 จึงจะถือว่าปลาป่นปรุงรสรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.7 จึงจะถือว่าปลาปนปรุรสรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

### 7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างปลาปนปรุรสรต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 ข้อ 7.2.3 และข้อ 7.2.4 ทุกข้อ จึงจะถือว่าปลาปนปรุรสรนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

## 8. การทดสอบ

### 8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบปลาปนปรุรสรอย่างน้อย 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนน โดยอิสระ

8.1.2 เติตัวอย่างปลาปนปรุรสรลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ค.1

ตารางที่ ค.1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			ต้องปรับปรุง
		ดีมาก	ดี	พอใช้	
ลักษณะทั่วไป	ต้องแห้ง ร่วน ไม่จับตัวเป็นก้อน ส่วนประกอบต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก	4	3	2	1
	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของปลาปนปรุรสร	4	3	2	1
สี	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของปลาปนปรุรสร ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	4	3	2	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบวอเตอร์แอกทิวิตี ให้ใช้เครื่องวัดวอเตอร์แอกทิวิตีที่ควบคุมอุณหภูมิที่ (25±2) องศาเซลเซียส

8.4 การทดสอบวัตถุเจือปนอาหารให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.5 การทดสอบจุลินทรีย์ให้ใช้วิธีทดสอบ AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.6 การทดสอบน้ำหนักสุทธิให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

## มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาหยอง ปลาเกล็ด และปลาแห้งป่น (มอก. 700-2530)

### 1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ชนิด คุณลักษณะที่ต้องการ วัตถุดิบอาหาร สารปนเปื้อน สุกลักษณะ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบ ปลาหยอง ปลาเกล็ด และปลาแห้งป่น

### 2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ปลาหยอง (fish floss) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อปลาสดที่รับประทานได้ ทำให้สุก ผ่านกรรมวิธีทำให้กล้ามเนื้อแยกออกเป็นเส้น แล้วทำให้แห้ง

2.2 ปลาเกล็ด (fish flake) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อปลาสดที่รับประทานได้ ผ่านกรรมวิธีทำให้สุก แห้ง และเป็นเกล็ด

2.3 ปลาแห้งป่น (dried ground fish) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากปลาทั้งตัวที่รับประทานได้ ผ่านกรรมวิธีทำให้สุก แห้ง และป่นหรือฟู

2.5 สิ่งแปลกปลอม หมายถึง วัตถุอื่น ๆ ซึ่งไม่ใช่ส่วนของปลาและเครื่องปรุงรส

2.6 สารปนเปื้อน หมายถึง สารซึ่งปะปนเข้าไปในผลิตภัณฑ์โดยไม่เจตนา แต่อาจเกิดจากวัตถุดิบ การทำ กรรมวิธีผลิต การเตรียม การบรรจุหีบห่อ ภาชนะที่ใช้บรรจุ การขนส่ง หรือการรักษา

2.7 วัตถุดิบอาหาร หมายถึง วัตถุดิบที่ตามปกติไม่ได้ใช้เป็นอาหาร หรือเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอาหาร แต่ใช้เจือปนในอาหารตามความจำเป็นในการทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ชนิด

3.1 ปลาหยอง ปลาเกล็ด และปลาแห้งป่น แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

3.1.1 ชนิดปรุงรส

3.1.2 ชนิดไม่ปรุงรส

### 4. คุณลักษณะที่ต้องการ

4.1 ลักษณะทั่วไป

4.1.1 ปลาหยอง ต้องมีลักษณะเป็นฝอยและฟู

4.1.2 ปลาเกล็ด ต้องมีลักษณะเป็นเกล็ด

4.1.3 ปลาแห้งป่น ต้องมีลักษณะป่นหรือฟู

การทดสอบทำโดยการตรวจพินิจ

4.2 กลิ่นรส

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนแล้ว ต้องได้คะแนนรวมเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3 คะแนน

4.3 สิ่งแปลกปลอม

ต้องปราศจากสิ่งแปลกปลอม

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ ในกรณีที่มีปัญหาให้ตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์

4.4 ก้าง เกล็ด และครีบปลา

หากมีก้าง เกล็ด หรือครีบปลาอยู่ในผลิตภัณฑ์ ต้องไม่เกินร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก

4.5 คุณลักษณะทางเคมี

ต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ ง.1

ตารางที่ ง.1 คุณลักษณะทางเคมี (ข้อ 4.5)

รายการ	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด					
		ปลาหยอง		ปลาเกล็ด		ปลาแห้งป่น	
		ชนิด ปรุงรส	ชนิด ไม่ปรุงรส	ชนิด ปรุงรส	ชนิด ไม่ปรุงรส	ชนิด ปรุงรส	ชนิด ไม่ปรุงรส
1.	โปรตีน (N x 6.25 ) ร้อย ละของน้ำหนักอบแห้ง	63	70	63	70	60	65
2.	ไม่น้อยกว่า เก้า ร้อยละของน้ำหนัก อบแห้ง ไม่เกิน	8	8	8	8	23	23
3.	ความชื้น ร้อยละ ไม่เกิน	12	10	12	8	12	8
4.	ฟลูออรีน มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม ไม่เกิน	250	250	250	250	250	250

## 5. วัตถุเจือปนอาหาร

### 5.1 วัตถุกันเสีย

อาจมีวัตถุกันเสียต่อไปนี้任何一种อย่างหนึ่ง หรือรวมกันได้ไม่เกิน 1 000 มิลลิกรัม ต่อ กิโลกรัม เมื่อคำนวณเป็นกรดเบนโซอิก และ/หรือกรดซอร์บิก

5.1.1 กรดเบนโซอิก หรือโซเดียมเบนโซเอต หรือโพแทสเซียม เบนโซเอต  
การวิเคราะห์ให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984)

5.1.2 กรดซอร์บิก หรือโซเดียมซอร์เบต หรือโพแทสเซียมซอร์เบต หรือแคลเซียม  
ซอร์เบต การวิเคราะห์ให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984)

### 5.2 วัตถุที่ช่วยในการผลิต (processing aid)

อาจมีแป้งหรือวัตถุที่ช่วยในการทำอื่น ๆ ในปริมาณที่เหมาะสม

### 5.3 สี

ต้องไม่มีสีทุกชนิดผสมอยู่ นอกจากสีธรรมชาติของผลิตภัณฑ์

การวิเคราะห์ให้ปฏิบัติตาม The Chemical Analysis of Foods. 7<sup>th</sup> ed. David  
Pearson. J & A Churchill, London 1976 หน้า 50 ถึงหน้า 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. สารปนเปื้อน

6.1 สารปนเปื้อนที่อาจมีอยู่ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ ง.2

ตารางที่ ง.2 สารปนเปื้อน (ข้อ 6.1)

รายการที่	สารปนเปื้อน	เกณฑ์ที่กำหนดมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
1	ตะกั่ว	1.0
2	ปรอท	0.5
3	สารหนู	2.0

## 7. สุขลักษณะ

7.1 สุขลักษณะในการทำปลาของ ปลาเกล็ด และปลาแห้งป่น ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดสุขลักษณะของอาหาร มาตรฐานเลขที่ มอก.34

7.2 ปลาของ ปลาเกล็ด และปลาแห้งป่น จะมีจุลินทรีย์ได้ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด ต้องไม่เกิน  $1 \times 10^5$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม  
การวิเคราะห์ให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984)

7.2.2 เอสเคอริเชีย โคลิ (Escherichia coli) โดยวิธี MPN ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม  
การวิเคราะห์ให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984)

7.2.3 สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส (Staphylococcus aureus) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม

7.2.4 ซาลโมเนลลา (Salmonella) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม

7.2.5 คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (Clostridium perfringens) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม

7.2.6 การวิเคราะห์ให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984)

7.2.7 รา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม  
การวิเคราะห์ให้ปฏิบัติตาม AOAC (1984)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 8. การบรรจุ

- 8.1 ให้บรรจุปลาของ ปลาเกล็ด และปลาหางป่นในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห่ง ปิดได้สนิท และป้องกันความชื้นได้
- 8.2 น้ำหนักสุทธิของปลาของ ปลาเกล็ด และปลาหางป่น ในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

## 9. เครื่องหมายและฉลาก

- 9.1 อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมาย แจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- (1) ชื่อผลิตภัณฑ์
- (2) ชนิด
- (3) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)
- (4) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม
- (5) เดือน ปีที่ทำ หรือวัน เดือน ปีที่หมดอายุ
- (6) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้า พร้อมสถานที่ตั้ง

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

- 9.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

การสำรวจข้อมูลผงโรยข้าวในท้องตลาด







ตารางที่ จ.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

บริษัท	ประเทศที่ผลิต	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์
TOUNAN AZIA	ญี่ปุ่น	 <p>รสปลาแซลมอน    รสปลาโบนิโตะ    รสมิโซะ    รสไข่</p>
MARUMIYA	ญี่ปุ่น	 <p>รสสาหร่ายและไข่    รสปลาคัทสึโอะ    รสสุกี้ยากี้    รสปลาแซลมอน    รสไข่ปลาคัตสึโอด</p>

ตารางที่ จ.1 (ต่อ) ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

บริษัท	ประเทศที่ผลิต	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์				
MARUMIYA	ญี่ปุ่น					
		รสไข่	รสผัก	รสปลาแซลมอน		
						
		รสปลาคัทสึโอะ	รสไข่	รสปลาแซลมอน	รสปลาทูน่า	รสไข่ปลาค็อด
NAGATANIEN	ญี่ปุ่น					
		รสปลาคัทสึโอะและ สาหร่าย	รสแซลมอนและ สาหร่าย	รสซาซาบิ	รสปลาแซลมอนและ สาหร่าย	

ตารางที่ จ.1 (ต่อ) ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

บริษัท	ประเทศที่ผลิต	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์			
MISHIMA	ญี่ปุ่น	 <p data-bbox="801 611 1034 703">รสปลาโบนิโตะผสม ไข่ปลาคี๊อด</p>	 <p data-bbox="1077 611 1292 703">รสปลาโบนิโตะ มายองเนส</p>		
CJ	เกาหลีใต้	 <p data-bbox="808 943 1034 975">รสรวมอาหารทะเล</p>	 <p data-bbox="1115 943 1196 975">รสผัก</p>	 <p data-bbox="1368 943 1449 975">รสชีส</p>	 <p data-bbox="1592 943 1727 975">รสสาหร่าย</p>
TASTY CHOICE	ไทย	 <p data-bbox="808 1190 1010 1283">พริกขี้หนู และสาหร่าย</p>	 <p data-bbox="1099 1190 1218 1230">พริกขี้หนู</p>		

ตารางที่ จ.2 ส่วนผสมของผงโรยข้าวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ลำดับ	ชื่อผลิตภัณฑ์	ปริมาณบรรจุ	ส่วนประกอบสำคัญ	อายุการเก็บรักษา
1.	ผงโรยข้าวรสปลาแซลมอนตรา TOUNAN AZIA FURIKAKE SAKE (JAPAN)	26 กรัม	- น้ำตาลแล็กโทส	38.07%
			- งา	21.43%
			- ไซโมโนโซเดียมกลูตาเมตเป็นวัตถุปรุงรสรสชาติ	9.46%
			- เกลือ	7.33%
			- น้ำตาล	7.09%
			- ผงปลาแซลมอน	4.16%
			- มอลโทส	2.13%
			- แป้งสาลี	2.10%
			- สาหร่าย	0.50%
			- เครื่องปรุงรส	0.50%
			2.	ผงโรยข้าวผสมสาหร่ายและไข่ตรา MARUMIYA (JAPAN)
- ไข่	11.5%			
- น้ำตาล	11.2%			
- แป้งสาลี	9.8%			
- แลคโตส	7.9%			
- เกลือบริโกลไม่เสริมไอโอดีน	7.0%			
- สาหร่าย				
- วัตถุปรุงรสรสอาหาร : โมโนโซเดียมกลูตาเมต, แอลแอละนิน	1.3%			
3.	ผงโรยข้าวผสมปลาคัตสึโอะตรา MARUMIYA (JAPAN)	19 กรัม	- ปลาคัตสึโอะ	44.6%
			- งา	10.2%
			- ซอสถั่วเหลือง	9.5%
			- น้ำตาล	9.0%
			- เกลือบริโกลไม่เสริมไอโอดีน	6.7%
			- วัตถุปรุงรสรสอาหาร : โมโนโซเดียม กลูตาเมต, แอลแอละนิน	




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2 (ต่อ) ส่วนผสมของผงโรยข้าวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ลำดับ	ชื่อผลิตภัณฑ์	ปริมาณบรรจุ	ส่วนประกอบสำคัญ	อายุการเก็บรักษา					
4.	ผงโรยข้าวรสปลาคัทสึโอ ตรา TOUNAN AZIA FURIKAKE SAKE (JAPAN) 	26 กรัม	- น้ำตาลแลคโทส	39.03%	1 ปี 3 เดือน				
			- งา	31.43%					
			- ใช้โมโนโซเดียมกลูตาเมตเป็นวัตถุปรับปรุงรสชาติ	9.43%					
			- เกลือบรีโกลเสริมไอโอดีน	8.03%					
			- น้ำตาล	7.08%					
			- ปลาคัทสึโอป่นแห้ง	4.00%					
			- สาหร่าย	0.50%					
			- เครื่องปรุงรส	0.50%					
			5.	ทูน่าหยองผสมงาและสาหร่าย ตรา TASTY CHOICE (THAILAND) 		80 กรัม	- ปลาทูน่า	65.00%	1 ปี
							- น้ำตาล	12.20%	
- แป้งถั่ว	7.20%								
- น้ำมันดอกทานตะวัน	7.20%								
- งา	5.00%								
- ซอสถั่วเหลือง	1.79%								
- เกลือ	1.13%								
- สาหร่าย	0.48%								
6.	ผงโรยข้าวรสกุ้ง ตรา MARUMIYA (JAPAN) 	20 กรัม	- แป้งสาลี	14.0%	6 เดือน				
			- กุ้ง	10.0%					
			- ปลาโบนิโต้แห้ง	8.3%					
			- น้ำตาล	8.1%					
			- งา	7.8%					
			- เกลือบรีโกลไม่เสริมไอโอดีน	6.4%					
			- วัตถุปรุงแต่งรสอาหาร : โมโนโซเดียมกลูตาเมต ไคโซเดียม 5'-อินโนซินต						
			- สีธรรมชาติ (INS 150a)						




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2 (ต่อ) ส่วนผสมของผงโรยข้าวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ลำดับ	ชื่อผลิตภัณฑ์	ปริมาณ บรรจุ	ส่วนประกอบสำคัญ	อายุการ เก็บ รักษา	
7.	ผงโรยข้าวรสมิโซะ ตรา TOUNAN AZIA FURIKAKE SAKE (JAPAN)	26 กรัม	- แล็คโทส - งา - เกลือบรี โภคเสริม ไอ โอดีน - น้ำตาล - วัตถุปรุงแต่งรสอาหาร (โมโนโซเดียมกลูตาเมต) - พริกแดง - สาหร่าย - ผงขอสถัเหลือง - มิโซะ - กระเทียม - ยีสต์สกัด - หัวหอม - ไขมันและน้ำมันพืช	56.06% 15.87% 8.55% 6.23% 3.048% 2.52% 2.16% 1.69% 0.58% 0.36% 0.18% 0.18% 0.1%	1 ปี 6 เดือน
					
8.	พู่নাหยอง ตรา TASTY CHOICE (THAILAND)	80 กรัม	- ปลาพู่না - น้ำตาล - แป้งข้าว - น้ำมันดอกทานตะวัน - ขอสถัเหลือง - เกลือ	68.60% 13.00% 7.65% 7.65% 1.90% 1.20%	1 ปี
					
9.	ผงโรยข้าวผสม ปลาแซลมอน ตรา MARUMIYA(JAPAN)	28 กรัม	- แซลมอน - น้ำมันเรพซิด - ถั่วเหลืองแปรรูป - เกลือบรี โภคไม่เสริม ไอโอดีน - งา - แซลมอนสกัด	40.57% 17.00% 10.00% 4.80% 4.00% 2.90%	1 ปี
					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2 (ต่อ) ส่วนผสมของผงโรยข้าวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ลำดับ	ชื่อผลิตภัณฑ์	ปริมาณ บรรจุ	ส่วนประกอบสำคัญ	อายุการ เก็บ รักษา
10.	น้ำพริกคางกุ้ง ตรา พริกหอม (THAILAND)	40 กรัม	- คางกุ้ง - กระเทียม - พริก - ตะไคร้ - น้ำมันปาล์ม - มะขามเปียก - เกลือ	6 เดือน
				
11.	ผงโรยข้าวผสมไข่ ปลาเคี้ยว ตรา MISHIMA (JAPAN)	20 กรัม	- ปลาโบนิโตะแห้ง - งา - ไข่ปลาเคี้ยวปรุงรส - น้ำตาล - เกลือไม่เสริมไอโอดีน - ซอสถั่วเหลือง - แป้งมันสำปะหลัง - มิริน	1 ปี
				
12.	ผงโรยข้าวผสม ปลาโบนิโตะ รส มายองเนส ตรา MISHIMA (JAPAN)	20 กรัม	- ผงปลาโบนิโตะ - ไข่ผงทราย - งา - มายองเนส - น้ำตาล - น้ำมันถั่วเหลือง - เกลือ - ซีอิ๊ว - เครื่องปรุง - มิริน - เจือสีธรรมชาติ	6 เดือน
				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2 (ต่อ) ส่วนผสมของผงโรยข้าวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ลำดับ	ชื่อผลิตภัณฑ์	ปริมาณ บรรจุ	ส่วนประกอบสำคัญ	อายุการ เก็บรักษา	
13.	ผงโรยข้าวรสรวม อาหารทะเล ตรา CJ (KOREA)	24 กรัม	- สาหร่าย - สาหร่ายปรุงรส - ปลาแอนโชวี - น้ำมันงา - ไข่ - ผักโขม - กุ้งปรุงรส	23.5% 16.0% 14.0% 12.0% 6.5% 5.4% 5.4%	1 ปี
					
14.	ผงโรยข้าวรสไข่ ตรา TANAKA (JAPAN)	16 กรัม	- ไข่ - งา - แลคโตส - กลีโบริโกลไม่ผสมไอโอดีน - สาหร่าย - วัตถุปรุงแต่งอาหาร โมโนโซเดียมกลูตาเมต ๒ โซเดียม 5-โรโบนิวคลิโอดิ โกลซีน สีธรรมชาติ 150a	29.5% 20.5% 13.2% 10.7% 4.0%	1 ปี
					
15.	ผงโรยข้าวผสม ปลาแซลมอน SAKE FURIKAKE ตรา MARUMIYA JAPAN	22 กรัม	- แลคโตส - ปลาแซลมอน - กลีโบริโกลไม่ผสมไอโอดีน - งา - เต้าเจี้ยว - น้ำตาล - วัตถุปรุงแต่งอาหาร โมโนโซเดียมกลูตาเมต โดโซเดียม 5-โรโบนิวคลิโ โทด์	24.2% 11.9% 11.4% 10.8% 9.5% 6.9%	1 ปี
					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2 (ต่อ) ส่วนผสมของผงโรยข้าวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ลำดับ	ชื่อผลิตภัณฑ์	ปริมาณ บรรจุ	ส่วนประกอบสำคัญ	อายุการ เก็บรักษา	
16.	ผงโรยข้าว ตรา TANAKA (JAPAN)	48 กรัม	- งา - ไข่ - เกลือบรี โภคไม่ผสมไอโอดีน - น้ำตาล - สาหร่าย - ปลาโบนิโตะ - ไข่ปลาคอด - ปลาแซลมอน - ซอสถั่วเหลือง - วัตถุปรุงแต่งอาหาร โมโนโซเดียมกลูตาเมต 1ไต โซเดียม 5'-ไรโบนิวคลีโอไอดี ไกลซีน สีธรรมชาติ 150a	28.5% 10.1% 8.5% 6.3% 3.9% 2.5% 0.95% 0.8% 0.4%	1 ปี
					
17.	ผงโรยข้าวผสมผัก ตรา MARUMIYA (JAPAN)	24 กรัม	- แลคโตส - แป้งสาลี - งา - เกลือบรี โภคไม่ผสมไอโอดีน - พักทอง - แครอท - หัวหอม - ผักโขม - วัตถุปรุงแต่งอาหาร โมโน โซเดียมกลูตาเมต ดีแอลแอละนิน สีธรรมชาติ INS 160c	16.4% 11.0% 10.3% 6.4 3.2% 2.4% 1.0% 0.4%	1 ปี
					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2 (ต่อ) ส่วนผสมของผงโรยข้าวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ลำดับ	ชื่อผลิตภัณฑ์	ปริมาณบรรจุ	ส่วนประกอบสำคัญ	อายุการเก็บรักษา
18.	CHIP IN FURIKAKE ตรา MARUMIYA (JAPAN)	24 กรัม	- งา - น้ำตาล - แป้งสาลี - ไข่ - เกลือบรีโกลิไม่ผสม ไอโอดีน - วัตถุปรุงแต่งอาหาร : โมโนโซเดียมกลูตาเมต ไดโซเดียม 5'ไรโบนิวคลีโอไทด์ อิมัลซิไฟเออร์ INS471 สีธรรมชาติ 150a	1 ปี
19.	ผงโรยข้าว รสสุกี้ ยากิ ตรา MARUMIYA (JAPAN)	40 กรัม	- แป้งสาลี - งา - น้ำตาล - ซอสถั่วเหลือง - เนื้อวัว - เกลือบรีโกลิไม่ผสม ไอโอดีน - วัตถุปรุงแต่งอาหาร โมโนโซเดียมกลูตาเมต ไดโซเดียม 5'ไรโบนิวคลีโอไทด์ อิมัลซิไฟเออร์ INS471 สีธรรมชาติ 150a	1 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ.

ต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

ตารางที่ ฉ.1 การคิดต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)	ราคาวัตถุดิบ ในการผลิต (บาท)
เนื้อปลาโบนิโตะอบแห้ง	70.0	61.25
เปลือกกุ้งอบแห้ง	30.0	0.00
งาขาวคั่ว	33.33	6.33
ผงปรุงรส	11.67	4.38
ซอสถั่วเหลือง	10.83	1.77
น้ำตาลทราย	15.00	0.35
สาหร่ายทะเล	2.00	2.80
เกลือ	15.00	0.18
น้ำ	37.50	0.45
ส่วนผสมอาหาร	3.0	4.94
รวม	228.33	-
ปริมาณผลผลิต 73.06%	166.82	82.45
ค่าใช้จ่ายในการผลิต (30%)	-	107.16
ต้นทุนวัตถุดิบ (1 กรัม)	-	0.64
ต้นทุนวัตถุดิบ (30 กรัม)	-	19.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

แบบทดสอบ ข.1

ผลิตภัณฑ์ : ผงโรยข้าว

วันที่ ..... ผู้ทดสอบ..... ชุดที่ .....

- คำแนะนำ :
1. ท่านจะได้รับตัวอย่างผลิตภัณฑ์ 3 ตัวอย่าง
  2. กรุณาชิมน้ำเปล่าก่อนทดสอบและระหว่างตัวอย่าง จากนั้นอ่านคำชี้แจงก่อนเริ่มตอบคำถาม
  3. โปรดให้คะแนนตามความรู้สึกของท่านลงในช่องว่าง

สเกลความชอบ :

- |                     |               |                   |
|---------------------|---------------|-------------------|
| 1 = ไม่ชอบมากที่สุด | 2 = ไม่ชอบมาก | 3 = ไม่ชอบปานกลาง |
| 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย  | 5 = เฉยๆ      | 6 = ชอบเล็กน้อย   |
| 7 = ชอบปานกลาง      | 8 = ชอบมาก    | 9 = ชอบมากที่สุด  |

ปัจจัยคุณภาพ	ตัวอย่าง		
	รหัสตัวอย่าง .....	รหัสตัวอย่าง .....	รหัสตัวอย่าง .....
สี			
เนื้อสัมผัส			
กลิ่นรสโดยรวม			
กลิ่นกึ่ง			
ความชอบ โดยรวม			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และขีดเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับความรู้สึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์ในเรื่องความพอดีของผลิตภัณฑ์

ปัจจัยคุณภาพ	ตัวอย่าง								
	รหัสตัวอย่าง .....			รหัสตัวอย่าง .....			รหัสตัวอย่าง .....		
	น้อย ไป	พอดี	มาก ไป	น้อย ไป	พอดี	มาก ไป	น้อย ไป	พอดี	มาก ไป
สี									
กลิ่นกึ่ง									
รสหวาน									
รสเค็ม									
ความสามารถ ในการกลืน									

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบทดสอบ ช.2

## ผลิตภัณฑ์ : ผงโรยข้าว

วันที่ ..... ผู้ทดสอบ ..... ชุดที่ .....

คำแนะนำ : กรุณาดื่มน้ำเปล่าก่อนทดสอบ จากนั้นอ่านคำชี้แจงก่อนเริ่มตอบคำถามและให้คะแนนตามความรู้สึกของท่านลงในช่องว่าง

สเกลความชอบ : 1 = ไม่ชอบมากที่สุด      2 = ไม่ชอบมาก      3 = ไม่ชอบปานกลาง  
 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย      5 = เฉยๆ      6 = ชอบเล็กน้อย  
 7 = ชอบปานกลาง      8 = ชอบมาก      9 = ชอบมากที่สุด

ปัจจัยคุณภาพ	รหัสตัวอย่าง.....
สี	
เนื้อสัมผัส	
กลิ่นรสโดยรวม	
กลิ่นกึ่ง	
ความชอบโดยรวม	

และขีดเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับความรู้สึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์ในเรื่องความพอดีของผลิตภัณฑ์

ปัจจัยคุณภาพ	น้อยไป	พอดี	มากไป
สี			
กลิ่นกึ่ง			
รสหวาน			
รสเค็ม			
ความสามารถในการกลิ่น			

ข้อเสนอแนะ :

.....  
 .....  
 .....  
 .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบทดสอบ ช.3**  
**ผลิตภัณฑ์ : ผงโรยข้าว**

วันที่ ..... ผู้ทดสอบ ..... รหัสตัวอย่าง .....

คำแนะนำ : กรุณาตีมน้ำเปล่าก่อนทดสอบ จากนั้นอ่านคำชี้แจงก่อนเริ่มตอบคำถามและให้คะแนนตามความรู้สึกของท่านลงในช่องว่าง

รหัสตัวอย่าง .....

การยอมรับผลิตภัณฑ์ :  ยอมรับได้  ไม่ยอมรับ

และให้คะแนนตามความรู้สึกของท่านลงในช่องว่าง

สเกลความชอบ : 1 = ไม่ชอบมากที่สุด      2 = ไม่ชอบมาก      3 = ไม่ชอบปานกลาง  
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย      5 = เฉยๆ      6 = ชอบเล็กน้อย  
7 = ชอบปานกลาง      8 = ชอบมาก      9 = ชอบมากที่สุด

ปัจจัยคุณภาพ	คะแนนความชอบ
สี	
เนื้อสัมผัส	
กลิ่นรส โดยรวม	
กลิ่นกึ่ง	
ความชอบโดยรวม	

ข้อเสนอแนะ :

.....  
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบทดสอบ ช.4**  
**แบบสอบถามผู้บริโภครวมไป**

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การสำรวจพฤติกรรมการบริโภค และความต้องการในผลิตภัณฑ์โรยข้าวจากเปลือกกุ้งขาวอบแห้ง

แบบสอบถามชุดนี้ เป็นการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการทำวิทยานิพนธ์ของ นางสาวพิชาวีร์ ฤดี นักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในหัวข้อเรื่อง การหาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งเปลือกกุ้งขาวโดยใช้ตู้อบไฟฟ้า และการนำไปใช้ในผงโรยข้าว ขอรับรองว่าข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของท่านจะนำไปใช้ประโยชน์ในงานวิจัยเท่านั้น จะไม่มีผลใดๆต่อผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น และข้อมูลส่วนตัวของท่านจะถูกเก็บเป็นความลับ จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความร่วมมือ

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

นางสาวพิชาวีร์ ฤดี

ผู้ทำวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แบบสอบถาม

คำแนะนำ โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน  หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

**ส่วนที่ 1** ข้อมูลโดยทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

#### 1.1 เพศ

- 1) ชาย  2) หญิง

#### 1.2 อายุ

- 1) น้อยกว่า 25 ปี  2) 26-35 ปี  
 3) 36-45 ปี  4) 46 ปี ขึ้นไป

#### 1.3 ระดับการศึกษาสูงสุดของท่าน

- 1) ประถมศึกษา  2) มัธยมศึกษา  
 3) ปริญญาตรี  4) สูงกว่าปริญญาตรี

#### 1.4 อาชีพ

- 1) นักเรียน/นิสิต/นักศึกษา  2) ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ  
 3) พนักงานบริษัทเอกชน  4) ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย  
 3) แม่บ้าน/พ่อบ้าน  4) อื่นๆ (โปรดระบุ).....

#### 1.5 รายได้ต่อเดือนของท่าน

- 1) ≤ 10,000 บาท  2) 10,001-20,000 บาท  
 3) 20,001-30,000 บาท  4) ตั้งแต่ 30,000 บาทขึ้นไป

**ส่วนที่ 2** ข้อมูลพฤติกรรมในการซื้อและบริโภคผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

นิยาม ผงโรยข้าว (Furikake) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยนำเนื้อปลาแห้งมาผสมกับส่วนผสมอื่นๆ เช่น งาขาว งาคั่ว สาหร่ายทะเล น้ำตาลทราย เกลือ เป็นต้น โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เพิ่มรสชาติ และปรับปรุงคุณลักษณะปรากฏ รับประทานโดยการนำมาโรยบนข้าวสวย บะหมี่ ก๋วยเตี๋ยว หรืออาหารประเภทซูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.1 ท่านแพ้หรือเคยแพ้อาหารหรือไม่

- 1) ไม่แพ้
- 2) แพ้ โปรรະນุ
- 2.1) กุ้ง                       2.2) ปลาทะเล                       2.3) ซอสถั่วเหลือง
- 2.4) อื่นๆ โปรรະนุ.....

## 2.2 ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวหรือไม่

- 1) เคย     2) ไม่เคย (ข้ามไปทำส่วนที่3)

## 2.3 ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่ท่านเคยรับประทานทำจากวัตถุดิบชนิดใด หรือมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

## 2.4 ความถี่โดยเฉลี่ยที่ท่านรับประทานผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวต่อเดือน

- 1) 1-2 ครั้ง     2) 3-4 ครั้ง
- 3) 5-6 ครั้ง     4) มากกว่า 6 ครั้ง ขึ้นไป

## 2.5 ท่านมักซื้อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากสถานที่ใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- 1) ร้านสะดวกซื้อ เช่น 7-ELEVEN, Family mart
- 2) ซูเปอร์มาร์เก็ต เช่น Tops Supermarket , Gourmet Market , Foodland
- 3) ไฮเปอร์มาร์เก็ต เช่น Big C , Tesco Lotus , Makro
- 4) อื่นๆ (โปรรະนุ)
- .....

## ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

**ข้อมูลผลิตภัณฑ์** ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวนี้ ประกอบด้วย ปลาคัสตี้โอะอบแห้ง ผงเปลือกกุ้ง สาหร่าย  
งาขาว และเครื่องปรุงรส

### คำชี้แจง 1. ท่านจะได้รับตัวอย่างผลิตภัณฑ์

2. กรุณาตีมน้ำเปล่าก่อนทดสอบ จากนั้นกรุณาอ่านคำชี้แจงก่อนเริ่มตอบคำถามในแต่ละข้อ
3. โปรดกาเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมสำหรับคำถามแต่ละข้อตามความรู้สึของท่าน

## 3.1 ตัวอย่าง.....

3.1.1 เมื่อ**รับประทาน**ตัวอย่างแล้ว ท่านมี ความชอบโดยรวม ต่อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวเป็นอย่างไร

ชอบมากๆ	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ไม่ชอบเล็กน้อย	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบมากๆ
---------	--------	------------	-------------	------	----------------	---------------	-----------	------------

3.1.2 เมื่อ**พิจารณา**ตัวอย่างแล้ว ท่านมีความชอบ ด้านสี ของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวเป็นอย่างไร

ชอบมากๆ	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ไม่ชอบเล็กน้อย	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบมากๆ
---------	--------	------------	-------------	------	----------------	---------------	-----------	------------

3.1.3 เมื่อท่าน**รับประทาน**ตัวอย่างแล้ว ท่านมีความชอบ เนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวเป็นอย่างไร

ชอบมากๆ	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ไม่ชอบเล็กน้อย	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบมากๆ
---------	--------	------------	-------------	------	----------------	---------------	-----------	------------

3.1.4 เมื่อท่าน**รับประทาน**ตัวอย่างแล้ว ท่านมีความชอบ กลิ่นรสโดยรวม ของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวเป็นอย่างไร

ชอบมากๆ	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ไม่ชอบเล็กน้อย	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบมากๆ
---------	--------	------------	-------------	------	----------------	---------------	-----------	------------

3.1.5 ท่านมีความรู้สึกอย่างไรต่อ กลิ่นกึ่ง ของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวเป็นอย่างไร

ชอบมากๆ	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ไม่ชอบเล็กน้อย	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบมากๆ
---------	--------	------------	-------------	------	----------------	---------------	-----------	------------

4. หากมีผลิตภัณฑ์นี้ จำหน่ายในบรรจุภัณฑ์และราคาที่เหมาะสม ท่านมีความสนใจซื้อ มากน้อยเพียงใด

ซื้ออย่างแน่นอน	อาจจะซื้อ	ไม่แน่ใจ	อาจจะไม่ซื้อ	ไม่ซื้ออย่างแน่นอน
-----------------	-----------	----------	--------------	--------------------

5. ท่านอยากให้ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวบรรจุในบรรจุภัณฑ์แบบใด (ใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่อง □ โดยสามารถเลือกได้ 1 รูปแบบ)

ช่องพลาสติกใส

ช่องอะลูมิเนียมฟอยล์

ถ้วยพลาสติก



ขวดพลาสติกที่ฝามีช่องสำหรับเท

กระปุกพลาสติกทรงกระบอก

อื่นๆ โปรดระบุ



14. ท่านคิดว่าราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวต่อหนึ่งหน่วยควรเป็นเท่าใด (ขนาดบรรจุประมาณ 20 – 30 กรัม สามารถแบ่งรับประทานได้ประมาณ 10 ครั้ง)

ต่ำกว่า 50 บาท

51 – 60 บาท

61 – 70 บาท

71 – 80 บาท

81 - 90 บาท

91 – 100 บาท

มากกว่า 100 บาท

อื่นๆ .....

15. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

### ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

- ชื่อ – นามสกุล                      นางสาวพิชาวีร์ ฤดี
- วัน เดือน ปี เกิด                    17 ธันวาคม 2535
- ที่อยู่                                    บ้านเลขที่ 65 ซอยลาดปลาเค้า 24 ถนนลาดปลาเค้า แขวงจรเข้บัว  
เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร 10230
- ประวัติการศึกษา
- พ.ศ. 2557                                สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและ  
โภชนาการ คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- พ.ศ. 2558                                ศึกษาต่อปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการจัดการและ  
บริการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
และสำเร็จการศึกษาในปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้