

กระบวนการผลิตแป้งเมล็ดบัวและการยอมรับทางประสาทสัมผัส  
ของบะหมี่เมล็ดบัว

Production of lotus seed flour and sensory acceptance  
of lotus seed noodles



กาญจนา บุญอยู่คง  
นันท์นภัส สกกุลหิรัญศรี

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ใบรับรองปัญหาพิเศษ

กระบวนการผลิตแป้งเมล็ดบัวและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของบะหมี่เมล็ดบัว

Production of lotus seed flour and sensory acceptance  
of lotus seed noodles

จัดทำโดย

กาญจนา บุญอยู่คง รหัสนักศึกษา 59080006

นันทน์ภัส สกกุลหิรัญศรี รหัสนักศึกษา 59080031

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....14...../.....พ.ค...../.....2563.....

(ผศ.ดร. โสรยา เกิดพิบูลย์)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ กระบวนการผลิตแป้งเมล็ดบัวและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของบะหมี่เมล็ดบัว  
 ชื่อนักศึกษา กาญจนา บุญอยู่คง รหัสนักศึกษา 59080006  
 นันทน์ภัส สกุกสิริณัฐศรี รหัสนักศึกษา 59080031  
 หลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร พ.ศ.2563  
 อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. โสรยา เกิดพิบูลย์

### บทคัดย่อ

เมล็ดบัวเป็นวัตถุดิบที่นิยมนำมารับประทานกันมากทั้งในรูปแบบเมล็ดบัวสดหรือเมล็ดบัวแปรรูปต่างๆ เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ให้พลังงานแก่ร่างกาย และยังเป็นแหล่งทางเลือกของโปรตีน แนวทางการเตรียมเมล็ดบัวให้สะดวกต่อการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จึงมีความน่าสนใจ งานวิจัยนี้ศึกษาสภาวะที่ใช้ในการอบแห้งเมล็ดบัวเพื่อใช้ผลิตแป้งเมล็ดบัว และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์บะหมี่เมล็ดบัว โดยการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการอบแห้ง พิจารณาจากความชื้น องค์ประกอบทางเคมี สี และค่าการอุ้มน้ำ ผลการทดลองพบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง เหมาะสมต่อการผลิตแป้งเมล็ดบัวเนื่องจากมีปริมาณความชื้นร้อยละ  $3.63 \pm 0.80$  ซึ่งต่ำกว่าการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสที่เวลาเดียวกัน อย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) นอกจากนี้พบว่าแป้งเมล็ดบัวมีองค์ประกอบของโปรตีน ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าแป้งเมล็ดบัวที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งมีโปรตีนร้อยละ  $31.13 \pm 0.04$  ไขมันร้อยละ  $5.50 \pm 1.10$  เถ้าร้อยละ  $6.22 \pm 0.02$  และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ  $53.52 \pm 2.74$  ตามลำดับเมล็ดบัวที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาบดเป็นแป้งแล้วมีค่าการอุ้มน้ำมากกว่าการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ ) แต่มีค่าดัชนีความขาวต่ำกว่าตัวอย่างที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเล็กน้อย และเมื่อนำแป้งเมล็ดบัวไปผลิตเป็นเส้นบะหมี่และประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยให้คะแนนความชอบ ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าบะหมี่เมล็ดบัวที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดเป็นบะหมี่ที่มีการใช้ในสัดส่วน 70:30 โดยมีคะแนนด้านสีเท่ากับ  $7.90 \pm 0.91$  ด้านกลิ่นรสเท่ากับ  $7.40 \pm 1.14$  ด้านเนื้อสัมผัสเท่ากับ  $7.20 \pm 1.51$  ด้านความรู้สึกหลังจากบริโภคเท่ากับ  $6.73 \pm 1.36$  และด้านความชอบโดยรวมเท่ากับ  $7.47 \pm 1.15$  ค่าความต้านทานต่อการดึงขาดเท่ากับ  $20.80 \pm 0.90$  N/mm<sup>2</sup> และค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้าเท่ากับ  $0.012 \pm 0.00$  g N/mm<sup>2</sup> ตามลำดับ

คำสำคัญ: เมล็ดบัว การอบแห้ง บะหมี่ บะหมี่แป้งเมล็ดบัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special problem title	Production of lotus seed flour and sensory acceptance of lotus seed noodles	
Student name	Kanjana Boonyukong	Student ID 59080006
	Nannaphas Sakulhirunrusmee	Student ID 59080031
Program	Bachelor of Science in Food Science and Technology	
Year	2020	
Advisor	Assist.Prof.Dr. Soraya Kerdpiboon	

### ABSTRACT

Lotus seeds are popular raw materials that are eaten more and more in the form of fresh lotus seeds or processed lotus seeds due to their high nutritional value. Give energy to the body And is also an alternative source of protein. The guidelines for preparing lotus seeds are convenient for processing into products, therefore are interesting. This research studied the drying process of lotus seeds for flour making and developed into lotus seed noodle products under optimum conditions for drying. Considering moisture Chemical composition, color and water absorption It was found that drying at 55 degrees Celsius for 6 hours was suitable for the production of lotus seed flour because the moisture content was to  $3.63 \% \pm 0.80$ , which is significantly lower than drying at 50 degrees Celsius ( $p < 0.05$ ). That lotus seed flour had a higher protein, fat, ash and carbohydrate content than lotus seed flour which was dried at 50 degrees Celsius ( $p < 0.05$ ), which contained protein  $31.13 \% \pm 0.04$ , fat  $5.50 \% \pm 1.10$ , ash  $6.22 \% \pm 0.02$ , and carbohydrates  $53.52 \% \pm 2.74$ . Lotus seeds that have been dried at 55 degrees Celsius when grinded into flour have a significantly higher water holding capacity than those baked at 50 degrees Celsius. ( $p < 0.05$ ) with  $91.69 \% \pm 1.28$  but the whiteness is slightly lower than the samples that have been baked at 50 degrees Celsius. And when using lotus seed flour to produce noodles with the ratio of all purpose flour to lotus seed flour was 85:15, 70:30, 55:45 and 40:60. to produce into noodles and assess the sensory acceptance by method 9-Point hedonic scale. The sensory evaluation found that the most accepted lotus seed noodles are lotus seed noodles, 30% The color score was  $7.90 \pm 0.91$ , the taste and the odor were  $7.40 \pm 1.14$ , the texture was  $7.20 \pm 1.51$ , the feeling after consuming was  $6.73 \pm 1.36$  and the overall liking was  $7.47 \pm 1.15$  and the texture characteristics were measured. Tensile strength resistance is equal to  $20.80 \pm 0.90 \text{ N} / \text{mm}^2$  and the Adhesiveness value is  $0.012 \pm 0.00 \text{ g N} / \text{mm}^2$ .

Keywords: Lotus seed, Drying, Noodles, Noodles of Lotus seed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสธรยา เกิดพิบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนปัญหาพิเศษเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณคณะกรรมการ เพื่อนๆ พี่ๆ ทุกคนที่ให้คำแนะนำ และคำปรึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงานวิจัย และขอบคุณน้องๆ ที่ให้ความร่วมมือเป็นผู้ประเมินทางประสาทสัมผัส

ขอขอบคุณแหล่งอ้างอิงงานวิจัยต่างๆ ที่ได้ระบุไว้ท้ายเล่มงานวิจัยสำหรับข้อมูลประกอบเล่มวิจัยจนสำเร็จสมบูรณ์

กาญจนา บุญอยู่คง  
นันทน์ภัส สกุลหิรัญศรี  
14 พฤษภาคม 2563

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	V
สารบัญภาพ.....	VI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหา.....	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 เมล็ดบัว.....	3
2.2 แป้งจากเมล็ดบัว.....	4
2.3 การอบแห้ง.....	5
2.4 บะหมี่.....	7
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	11
3.1 วัสดุดิบและสารเคมี.....	11
3.2 อุปกรณ์.....	12
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง.....	13
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิจารณ์.....	16
4.1 ผลการศึกษาจลนศาสตร์การอบแห้ง.....	16
4.2 ผลการศึกษาการตรวจสอบผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่จากแป้งเมล็ดบัวอบแห้ง.....	20
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	23
5.1 ผลสรุป.....	23
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	24
บรรณานุกรม.....	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก.....	29
ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมี.....	29
ภาคผนวก ข การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส.....	35
ภาคผนวก ค การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส.....	38
ประวัติผู้เขียน.....	39



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดบัวเทียบกับข้าวสาลี (ร้อยละต่อน้ำหนักแห้ง).....	3
2.2 สูตรพื้นฐานของบะหมี่ทั่วไป.....	8
4.1 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งเมล็ดบัวในสภาวะการอบแห้ง.....	18
4.2 ค่าสีของแป้งเมล็ดบัวที่สภาวะอบแห้ง.....	19
4.3 ค่าการอุ้มน้ำของแป้งเมล็ดบัวที่สภาวะอบแห้ง.....	19
4.4 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อบะหมี่แป้งเมล็ดบัวที่อัตราส่วนต่างๆ.....	21
4.5 ผลการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่แป้งเมล็ดบัวที่อัตราส่วนต่างๆ.....	22



## สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แป้งเมล็ดบัว.....	5
2.2 ตู้อบลมร้อนแบบถาด.....	7
2.3 ลักษณะเส้นบะหมี่.....	8
3.1 เมล็ดบัวที่แกะแล้ว.....	13
4.1 กราฟอัตราการลดลงของปริมาณความชื้นของเมล็ดบัวในสภาวะอบแห้ง.....	17
4.2 สีของเส้นบะหมี่ที่ใช้แป้งเมล็ดบัวทดแทนที่ร้อยละต่างๆ.....	20



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เมล็ดบัวเป็นธัญพืชที่นิยมมารับประทานกันมากขึ้นทั้งในรูปของเมล็ดสด ใช้เป็นส่วนผสมของเมนูอาหาร ได้แก่ ข้าวผัด ขนมหวาน หรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น เมล็ดบัวอบแห้ง เมล็ดบัวปรุงรส เป็นต้น เมล็ดบัวมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต และโปรตีนเป็นหลัก จึงช่วยเพิ่มพลังงาน และไขมันในร่างกาย เหมาะกับผู้ป่วยที่ฟังกายป่วย บำรุงร่างกาย บำรุงเลือด และยังเป็นแหล่งทางเลือกของโปรตีนและแคลอรีที่ดี (Danhassan et al, 2018) โดยเมล็ดบัวอบแห้งมีองค์ประกอบทางเคมีได้แก่ คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 72.17 โปรตีนร้อยละ 10.60 ไขมันร้อยละ 4.50 เส้นใยร้อยละ 2.70 และไขมันร้อยละ 1.93 ซึ่งเมล็ดบัวที่ระดับความแก่ต่างกันมีองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการต่างกันด้วย เช่น เมล็ดแก่จะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าเมล็ดอ่อน เป็นต้น เมล็ดบัวที่นิยมนำมารับประทานกันมากมาจากบัวสายพันธุ์ “บัวหลวง” ซึ่งหา

รับประทานได้ง่าย การทำแห้งเป็นการดึงน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ จึงสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของอาหารให้นานขึ้น เนื่องจากมีปริมาณน้ำที่หลงเหลืออยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค และทำให้อาหารเกิดการเน่าเสีย เป็นการถนอมอาหารประเภทหนึ่งที่ทำได้ง่ายและมีวิธีการทำหลากหลาย เช่น การตากแดด การทำแห้งโดยใช้อุณหภูมิต่ำ และการอบแห้งแบบใช้ลมร้อน เป็นต้น เครื่องอบแห้งที่นิยมใช้โดยทั่วไป ได้แก่ เครื่องอบลมร้อนแบบถาด เป็นหนึ่งในเครื่องมือที่อุตสาหกรรมครัวเรือน หรือกลุ่ม SMEs ให้ความนิยม เนื่องจากราคาถูกเมื่อเทียบกับเครื่องอบแห้งชนิดอื่น เหมาะสำหรับวัตถุดิบที่ต้องการการควบคุมสภาวะการอบแห้งของวัตถุดิบการอบแห้งในปริมาณที่ไม่มาก และการอบแห้ง ด้วยวิธีนี้จะทำให้วัตถุดิบได้รับความร้อนได้ค่อนข้างสม่ำเสมอ

ทั้งนี้ในปัจจุบันวัตถุดิบจากธัญพืช ได้รับความนิยมในการนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิต ผลิตภัณฑ์อาหาร โดยเฉพาะขนมปังและเบเกอรี่ กลุ่มผลิตภัณฑ์จำพวกเส้น หรือไส้เพื่อใช้เป็นสารปรุงแต่งในอาหารเพื่อเพิ่มเนื้อสัมผัสของอาหาร เป็นต้น ดังนั้นการผลิตแป้งเมล็ดบัวและการนำแป้งเมล็ดบัวมาใส่ในผลิตภัณฑ์จำพวกอาหารหลัก ซึ่งนอกจากจะให้คาร์โบไฮเดรต และโปรตีนแล้ว ข้อมูลจากงานวิจัยของ Englyst (1992) อธิบายว่า คาร์โบไฮเดรตในแป้งเมล็ดบัวมีคุณสมบัติเป็น Resistant starch คือเป็นแป้งที่ทนต่อการย่อยสลายของการย่อยในลำไส้เล็กและอาจถูกหมักในลำไส้ใหญ่ทั้งหมดหรือบางส่วน ซึ่งได้รับการกล่าวถึงว่ามีประโยชน์ทางสรีรวิทยาคลายกับเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้รวมถึงการป้องกันโรคมะเร็งทางเดินอาหาร ลดความเสี่ยงของการเกิดแผลในลำไส้ใหญ่และมะเร็งลำไส้ใหญ่ การส่งเสริมการดูดซับแร่ธาตุ (Zheng, 2014)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัยนี้จึงศึกษาวิธีการที่ใช้ในการเตรียมแป้งเมล็ดบัว โดยใช้การอบลมร้อนแบบถาด ในการอบแห้ง และผลิตเป็นแป้งเมล็ดบัว ก่อนการนำไปแปรรูปต่อเป็นเส้นบะหมี่ และศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัส และวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่ที่ผลิตจากแป้งเมล็ดบัวตามลำดับ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมที่ใช้ในการอบแห้งเมล็ดบัว
- 1.2.2 เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมี และคุณลักษณะทางกายภาพของแป้งเมล็ดบัว
- 1.2.3 เพื่อประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่ที่มีส่วนผสมของแป้งเมล็ดบัว

## 1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

- 1.3.1 เพิ่มผลิตภัณฑ์และทางเลือกผลิตภัณฑ์ของกลุ่มคนรักสุขภาพ
- 1.3.2 สามารถนำแป้งเมล็ดบัวไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ต่างๆและในงานวิจัยต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 เมล็ดบัว

เมล็ดบัว หรือ ลูกบัว เป็นส่วนเมล็ดที่อยู่ในฝักของ “บัวหลวง” ลักษณะพื้นฐานโดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็น เมล็ดกลม มีเนื้อด้านในเป็นสีขาวอมเหลืองนวล มีรสหวานมันปนฝาดเล็กน้อยเมื่อเมล็ดแก่ขึ้น น้ำตาลในเมล็ดบัวจะ เปลี่ยนเป็นแป้ง เพื่อเตรียมไว้สำหรับเลี้ยงต้นอ่อนที่เห็นเป็นไส้สีเขียวอยู่กลางเมล็ดที่เรียกว่า ตีบัว ซึ่งเป็นส่วนที่จะ เจริญเติบโตเป็นต้นต่อไปในส่วนตีบัวนี้จะให้รสขม ส่วนเมล็ดแห้งที่นำไปผึ่งแดดจะมีโปรตีนสูงและมีฟอสฟอรัส เหล็ก มีคาร์โบไฮเดรต แต่ไม่มีไขมัน ช่วยให้ไม่อิ่มง่ายและให้พลังงานมาก เมล็ดบัวมีคุณค่าทางอาหารสูง ช่วยเพิ่ม พลังงานและไขมันในร่างกาย จึงเหมาะสำหรับผู้ป่วยที่เพิ่งหายป่วยใหม่ ๆ ที่ยังมีอาการอ่อนเพลียอยู่ หรือใช้เป็น อาหารบำรุงกำลังของหญิงตั้งครรภ์ที่มีอาการแพ้ท้อง มีอาการอ่อนเพลีย หรืออาเจียน

##### 2.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดบัว

องค์ประกอบทางเคมีที่มีคุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดบัวแห้งใน 100 กรัม จะประกอบไปด้วย องค์ประกอบต่างๆของเมล็ดบัวเปรียบเทียบกับองค์ประกอบของข้าวสาลีแสดงรายละเอียดดังในตาราง 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดบัวเทียบกับข้าวสาลี(ร้อยละต่อน้ำหนักแห้ง)

องค์ประกอบทางเคมี	เมล็ดบัว	ข้าวสาลี
คาร์โบไฮเดรต	64.20	75.90
โปรตีน	19.20	12.20
ไขมัน	10.80	9.40
เส้นใย	3.70	1.10
แคลเซียม	10.10	11.70
ไนโตรเจน	2.10	1.40

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย (2544)

## 2.1.2 ประโยชน์ของเมล็ดบัว

เมล็ดบัวอุดมไปด้วยสารต่อต้านอนุมูลอิสระสูง ช่วยลดความเสื่อมของเซลล์ต่างๆ ในร่างกาย ช่วยชะลอวัยทำให้ผิวพรรณไม่แห้งเหี่ยว มีสรรพคุณช่วยบำรุงร่างกาย บำรุงเลือดทำให้เลือดไหลเวียนดี และยังมีส่วนช่วยละลายไขมัน ให้พลังงานแก่ร่างกาย การรับประทานเมล็ดบัวทำให้รู้สึกสดชื่น แก้อ่อนเพลีย มีรสหวานช่วยดับร้อน ช่วยขับของเสียในร่างกายออกทางเหงื่อและปัสสาวะ เมล็ดบัวช่วยแก้ท้องเสีย ช่วยขับลม แก้อท้องอืด ท้องเฟ้อ แก้อท้องเสีย และยังช่วยให้ประจำเดือนมาเป็นปกติ เมล็ดบัวและผลิตภัณฑ์จากเมล็ดบัวเป็นแหล่งของ วิตามิน โดยเฉพาะ วิตามินอี โทอะมิน ไบโอฟลาเวิน ไนอะซิน และวิตามินซี (กองโภชนาการ, 2530) นอกจากนี้ยังมีสรรพคุณทางยา ช่วยเพิ่มพลังงานแก่ ร่างกาย และช่วยบำรุงไขข้อเส้นเอ็น

## 2.2 แป้งจากเมล็ดบัว

แป้งบัวที่ทำจากเมล็ดบัวหลวง มีคุณสมบัติเด่นที่มีเนื้อเบา ทำให้แป้งฟู และมีปริมาณไขมันสูงทำให้เมื่อนำมาทำผลิตภัณฑ์ไม่ว่าจะทำเค้ก วอฟเฟิล โดนัท หรือแพนเค้ก จะมีความเนียน ละเอียดยืด และมีความนุ่ม ทำให้สามารถลดปริมาณน้ำตาลในการทำผลิตภัณฑ์ได้ นอกจากนี้ แป้งเมล็ดบัวยังมีสารแอนติออกซิแดนท์ ซึ่งเป็นสารทำลายอนุมูลอิสระ ต่อต้านการเกิดมะเร็งได้ และแป้งพีชชนิดนี้ไม่เพียงแต่สามารถนำมาทดแทนแป้งสาลีได้สมบูรณ์ 100% เท่านั้น ยังมีความโดดเด่นในเรื่องของแป้งเพื่อสุขภาพ เหมาะกับผู้ป่วยโรคที่เป็นโรคเบาหวานหรือโรคอ้วนที่ต้องการบริโภคเบเกอรี่ได้เป็นอย่างดี แม้กระทั่งผู้ป่วยโรคที่แพ้สารกลูเตน (Gluten) ที่มาจากแป้งสาลีก็หันมาบริโภคแป้งบัวได้เช่นกัน

Singthong และ Meesit (2017) ได้มีการศึกษาคุณสมบัติและหน้าที่ของแป้งเมล็ดบัวไทย พบว่าจากการศึกษาในปัจจุบันพบว่าแป้งเมล็ดบัวนั้นเป็นแหล่งโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญแป้งเมล็ดบัวยังมีคุณสมบัติเชิงหน้าที่ดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณสมบัติในการละลาย, ความสามารถในการขยายตัว และคุณสมบัติของอิมัลชันมากกว่าแป้งธัญพืชทั่วไปหรือพืชตระกูลถั่ว นอกจากนี้ในรูปแบบอาหารโดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นอกจากเนื้อสัตว์แล้วแป้งเมล็ดบัวก็ยังเป็นสารอาหารเสริมได้เช่นเดียวกับการใช้เนื้อสัตว์ ผลการศึกษาครั้งนี้สามารถให้ข้อมูลพื้นฐานเพื่อส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากแป้งจากเมล็ดบัวในผลิตภัณฑ์อาหารรวมถึงอาหารเสริมเพื่อสุขภาพและการทำงาน และยังมีผลของการศึกษาโครงสร้างของแป้งทนทานการย่อยจากเมล็ดบัว พบว่าแป้งทนทานการย่อยจากเมล็ดบัว เป็นแป้งทนทานการย่อยที่ทนต่อย่อยสลายในลำไส้เล็ก ซึ่งได้รับการกล่าวถึงว่ามีประโยชน์ทางสรีรวิทยาคลายกับเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้รวมถึงการป้องกันโรกระบบทางเดินอาหาร ลดความเสี่ยงของการเกิดแผลในลำไส้ใหญ่ และมะเร็งลำไส้ใหญ่ ส่งเสริมการดูดซับแร่ (Zheng และคณะ, 2014)



ภาพที่ 2.1 แป้งเมล็ดบัว

### 2.3 การอบแห้ง

การอบแห้งคือกระบวนการลดความชื้นส่วนใหญ่ใช้การถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุเพื่อไล่ความชื้นออกด้วยการระเหยโดยของเหลวที่อยู่ภายในวัสดุจะเคลื่อนที่ออกมายังผิวและระเหยออกไป ส่วนไอน้ำในวัสดุจะมีการเคลื่อนที่เนื่องจากความแตกต่างของความชื้น (vapor diffusion) และความดันไอ (partial pressure of vapor) ที่แตกต่างกันระหว่างไอน้ำในวัสดุกับในอากาศ ช่วงแรกของการอบแห้งจะเป็นช่วงอัตราการอบแห้งคงที่คือการถ่ายเทความร้อนระหว่างวัสดุกับอากาศจะเกิดขึ้นรอบๆผิววัสดุเท่านั้น ความร้อนกับอากาศร้อนจะถ่ายเทไปยังผิววัสดุโดยการนำความร้อนผ่านชั้นฟิล์มของก๊าซไปยังผิวของวัสดุและเมื่อผิวของวัสดุมีปริมาณน้ำลดลงมาก การถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นภายในวัสดุ ก็จะทำให้ไอน้ำภายในวัสดุจะเคลื่อนที่มายังผิววัสดุในรูปของเหลวหรือไอน้ำแล้วระเหยเมื่อได้รับความร้อนจากอากาศ ถ้าการเคลื่อนที่ของน้ำจากภายในวัสดุมายังผิวจะช้ากว่าการพาความร้อนขึ้นจากผิวไปยังอากาศจะทำให้อัตราการอบแห้งลดลง และเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศคงที่ความชื้นของวัสดุจะลดต่ำลงจนถึงจุดหนึ่งซึ่งไม่เปลี่ยนแปลง ที่จุดนี้ความดันไอน้ำของน้ำในวัสดุมีค่าเท่ากับความดันไอของอากาศที่อยู่รอบๆ และอุณหภูมิของวัสดุก็เท่ากับอุณหภูมิของอากาศรอบๆ จึงทำให้น้ำไม่สามารถระเหยออกจากวัสดุได้ (วิเชียร, 2555)

#### 2.3.1 การทำแห้งโดยตู้อบลมร้อน

ตู้อบลมร้อนทำหน้าที่อบหรือไล่ความชื้นโดยใช้การทำงานร่วมกันของแหล่งผลิตความร้อน (heater) และตัวดูดหรือกระจายความร้อน (Blower) ตู้อบแบบนี้ จะนำวัสดุที่วางไว้ในถาด ตะแกรง หรือแผ่นที่มีรูพรุนแล้วเป่าลมร้อนขนานไปกับผิวหน้าวัสดุ หรือเป่าตั้งฉากกับก้นถาดที่ยอมให้ลมผ่านได้ ลมร้อนจะผ่านเข้าไปในชั้นวัสดุ เนื่องจากจะใช้ลมร้อนที่มีความเร็วไม่สูงนัก วัสดุจึงยังอยู่นิ่ง ไม่ก่อให้เกิดการสั่นสะเทือนหรือการกระแทกใดๆ และไม่เกิดความเสียหายจากการแตกหัก ตู้อบแบบนี้ จะทำงานแบบกะ (batch) จึงเหมาะกับวัสดุที่ต้องการอบด้วยการควบคุมภายใต้เงื่อนไขการอบเข้มงวด หรืออบวัสดุหลายชนิดแต่จำนวนน้อยๆ หรือใช้กับการควบคุมแบบโปรแกรมซึ่งจะค่อยๆ ปรับอุณหภูมิไปตามความเหมาะสม เพื่อนำพาลมร้อนกระจายเข้าวัสดุได้อย่างทั่วถึง หรือ สามารถใช้เป็นการ

อบไอน้ำมันออกจากวัตถุดิบ (สามารถใช้แทนการตากแดดได้) เพื่อช่วยให้อาหาร ผลไม้ ธัญพืช หรือวัตถุดิบเพื่อให้เก็บไว้ได้นานยิ่งขึ้น ซึ่งเรียกได้ว่าเป็นการถนอมอาหารประเภทหนึ่งนั่นเอง (Ahmed และคณะ, 2001)

### 2.3.2 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการอบแห้ง

สภาวะการอบแห้งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากสภาวะภายนอกและภายในมีผลต่ออัตราการอบแห้งวัสดุ ได้แก่ อุณหภูมิของลมร้อน ความชื้นสัมพัทธ์ของลมร้อน และน้ำหนักของวัสดุที่จะทำการอบแห้งต่อหน่วยพื้นที่ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ เช่น การเรียงของชั้นวัสดุ (เทวรัตน์, 2553)

1). อุณหภูมิของลมร้อน โดยปกติการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาดที่มีความดันร่วมด้วยจะถูกควบคุมโดยเครื่องควบคุมอุณหภูมิ ในกรณีนี้ถือว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยคงที่ในกรณีที่มีการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิ ในขณะที่อัตราการอบแห้งคงที่ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนและผลต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศแห้งจะมีส่วนทำให้อัตราการอบแห้งลดลงวัสดุอบแห้งมีแนวโน้มจะแห้งเร็วขึ้นถ้าอุณหภูมิในการอบแห้งเพิ่มขึ้น

2). ความเร็วของลมร้อน ความเร็วของลมร้อนขึ้นอยู่กับอากาศและอุณหภูมิที่ใช้ และคุณสมบัติอากาศร้อนคือสามารถเปลี่ยนแปลงไปแต่จะไม่มีผลต่อความเร็วของลมร้อนโดยปกติในการอบแห้งจะควบคุมให้ความเร็วของลมร้อนคงที่ตลอดช่วงของการอบแห้งในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วของลมร้อนความเร็วของลมร้อนมีผลต่ออัตราการอบแห้งเนื่องจากความเร็วของลมร้อนจะมีผลประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนดังนั้นถ้าปัจจัยอื่นๆ คงที่ การอบแห้งที่ความเร็วลมร้อนสูงจะทำให้อัตราการอบแห้งดีขึ้น

3). ความชื้นของลมร้อน ความชื้นจะขึ้นอยู่กับอากาศสภาพแวดล้อมและยังขึ้นอยู่กับอัตราการอบแห้งที่เวลาใด ๆ หากลมร้อนมีความชื้นสูงจะทำให้ความสามารถในการดึงน้ำในวัสดุอบแห้งต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรลดลงนั่นคืออัตราการอบแห้งจะลดลง วิธีที่นิยมทดลองกันคือการหาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นอัตราการอบแห้งขณะใดขณะหนึ่ง

4). น้ำหนักของวัสดุต่อหน่วยพื้นที่หรือความหนาของชั้นวัสดุในระหว่างการอบแห้งที่อัตราการอบแห้งจะขึ้นอยู่กับลักษณะของผิววัสดุที่อบด้วยนั้นหมายถึงความหนาของวัสดุไม่มีอิทธิพลต่ออัตราการอบแห้งในช่วงนี้เลยแต่เมื่อถึงช่วงอัตราการอบแห้งลดลงการแพร่ของน้ำจากภายในสู่พื้นผิวของวัสดุซึ่งเกิดการระเหยจะเป็นตัวควบคุมอัตราการอบแห้งในช่วงนี้การเพิ่มความหนาของชั้นวัสดุจะทำให้อัตราการอบแห้งลดลงดังนั้นต้องกำหนดความหนาของชั้นวัสดุที่เหมาะสมด้วย

5). ปัจจัยอื่นนอกจากอุณหภูมิของลมร้อนความเร็วของลมร้อนความชื้นสัมพัทธ์และความหนาของชั้นวัสดุอบแห้งแล้วยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการอบแห้งเช่นการสลับตำแหน่งของถาดบรรจุวัสดุขณะทำการอบแห้งขนาดของชั้นวัสดุอบแห้ง



ภาพที่ 2.2 ตู้อบลมร้อนแบบถาด

## 2.4 บะหมี่

บะหมี่ (Noodles) เป็นอาหารเส้นที่ทำจากแป้งสาลีเช่นเดียวกับพาสต้า (Pasta) ของชาวยุโรป ซึ่ง บะหมี่จัดเป็นอาหารหลักอีกชนิดหนึ่งของชาวเอเชียมาช้านานแล้วเนื่องจากทำได้ง่าย และสามารถปรุงอาหารได้หลากหลายตามความพอใจของประชาชนในแต่ละท้องถิ่น รวมทั้งชาวไทยที่นิยมบริโภคเป็นอาหารหลักรองจากการรับประทานข้าว ซึ่งมีทั้งบะหมี่น้ำ หรือ บะหมี่แห้ง และวิธีการปรุงบะหมี่ของชาวยุโรปนั้นมักได้รับอิทธิพลในการบริโภคมาจากชาวจีนเป็นส่วนใหญ่

### 2.4.1 ชนิดของบะหมี่

การแบ่งชนิดของบะหมี่ตามสูตรการผลิต (Hou และ Kruk, 1998)

บะหมี่ที่ชาวยุโรปนิยมบริโภคมีสูตรการทำ แบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ บะหมี่จีน (Chinese noodles) บะหมี่ไทย (Thai noodles) และบะหมี่ญี่ปุ่น (Japanese noodles) ซึ่งบะหมี่ทั้ง 3 ชนิดจะมีความแตกต่างกันในเรื่องสัดส่วนของส่วนผสมดังแสดงในตารางที่ 2.2 และลักษณะของเส้นบะหมี่ดังภาพที่ 2.3

1) บะหมี่จีน จะทำจากแป้งสาลีชนิดอ่อนประเภทอ่อนนุ่ม มีโปรตีนประมาณร้อยละ 10-12 ผสมกับด่าง เช่น โซเดียมคาร์บอเนต ร่วมกับ โปแทสเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 0.5-2 น้ำ ประมาณร้อยละ 30-35 และเกลือร้อยละ 1.5 อาจมีการเติมไข่หรือไม่เติมในบางสูตรได้ บะหมี่ที่ได้จะมีสีเหลือง มีความเหนียวและยืดหยุ่น ดังนั้นในบางครั้งจึงอาจเรียกบะหมี่กลุ่มนี้ว่าเป็นบะหมี่ชนิด Yellow Alkaline Noodles

2) บะหมี่ ไทย (Thai bamee) เป็นบะหมี่ที่มีการใช้ด่างโซเดียมคาร์บอเนตในส่วนผสม ดังนั้นลักษณะของเส้นบะหมี่จึงมีสีเหลืองมีความเหนียวและยืดหยุ่น เช่นเดียวกับบะหมี่จีน

3. บะหมี่ญี่ปุ่น จะทำจากแป้งสาลีโปรตีนต่ำร้อยละ 9-10 ผสมกับน้ำร้อยละ 28-33 และเกลือร้อยละ 2 โดยไม่เติมต่าง บะหมี่ที่ได้จึงมีสีขาวครีม นุ่ม และไม่เหนียว ดังนั้นบางครั้งอาจเรียกบะหมี่ในกลุ่มนี้ว่าเป็นบะหมี่ชนิด White Salted Noodles



ภาพที่ 2.3 ลักษณะเส้นบะหมี่  
ที่มา : sunnoodle (2015)

ตารางที่ 2.2 สูตรพื้นฐานของบะหมี่ทั่วไป

ส่วนผสม (กรัม)	ชนิดของบะหมี่		
	Yellow alkaline noodles		White salted noodles
	บะหมี่จีน (Chinese noodles)	บะหมี่ไทย (Thai bamee)	บะหมี่ญี่ปุ่น (Japanese noodles)
แป้งสาลี	100	100	100
น้ำ	32	28	32
เกลือ	2	3	2
โซเดียมคาร์บอเนต	0.45	1.5	-
โพแทสเซียมคาร์บอเนต	0.45	-	-
ไข่	-	10	-

ที่มา : Hou และ Kruk (1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4.2 วิธีการผลิตบะหมี่

บะหมี่ที่ผลิตจะมีขั้นตอนหลักที่สำคัญ 3 ขั้นตอน (Edwards และคณะ, 1996) คือ

1). การผสม (mixing) เป็นการนำเอาสารละลายมาผสมกับแป้ง เวลาในการผสมประมาณ 5-10 นาที และอุณหภูมิของการผสมต้องเท่ากับอุณหภูมิห้อง (Li และคณะ, 2012) วัตถุประสงค์ของการผสมคือ เพื่อกระจายน้ำและ ส่วนประกอบต่างๆ ให้เข้ากันจนเกิดโด และพักโดไว้อย่างน้อย 10-30 นาทีเพื่อให้เกิดความสมดุลของน้ำในโด

2). การรีดให้เป็นแผ่นบาง (sheeting) เป็นการขึ้นรูปก้อนโด เพื่อปรับความหนา ความชื้น และให้เกิดโครงร่างกลูเตน (gluten network) การรีดอาจใช้เครื่องรีดเป็นลูกกลิ้งสอง ลูกหมุนเข้าหากัน หรือใช้ไม้คลึงให้ได้ความหนาของแผ่นแป้งประมาณ 1.0 - 2.0 มิลลิเมตร หรือใช้ไม้ ม้วนแผ่นแป้ง ดึงไม้ออก ซึ่งจะขึ้นกับ 2 ตัวแปรสำคัญ คืออัตราเร็วในการไหลผ่านของแผ่นโดผ่าน เครื่องรีด และร้อยละของการลดความหนาของแผ่นโด

3). การตัดเส้น (cutting) การตัดแผ่นโดออกเป็นเส้น กลม หรือ แบน ทำให้ได้ ชนิดของบะหมี่แตกต่างกันออกไปเช่น หั่นตามขวางให้มีความหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร แล้วคลี่เส้น ออกจากกัน

## 2.4.3 คุณภาพหรือมาตรฐานของบะหมี่

บะหมี่จะต้องไม่มีกลิ่นหืน มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 ของน้ำหนักในกรณีที่ทอดด้วยน้ำมันและไม่เกินร้อยละ 13 ของน้ำหนักในกรณีที่ทำโดยกรรมวิธีอื่น มีสารโปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 8.5 ของน้ำหนักสำหรับบะหมี่ ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ มีแบคทีเรียชนิดอีโคไล (*Escherichia coli*) น้อยกว่า 3 ในอาหาร 1 กรัม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most Protustri 45 Numtour) (P) และมีแบคทีเรียไม่เกิน 10,000 ในอาหาร 1 กรัมสำหรับบะหมี่และไม่เกิน 30,000 ในอาหาร 1 กรัม

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Darunee และคณะ (2009) ได้ทำการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการในเมล็ดบัวสด และเมล็ดบัวแห้ง (*Nelumbo nucifera*) ทั้ง สายพันธุ์สีขาว (Hindu) และสายพันธุ์สีแดง (East Indian) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เมล็ดบัวสำหรับเป็น สารเสริมคุณค่าทางโภชนาการ เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดบัวในไทยกับเมล็ดบัวในอินเดียและจีน พบว่าเมล็ดบัวทั้ง 2 สายพันธุ์ของไทย มีโปรตีนร้อยละ 30 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 60 ใยอาหารร้อยละ 18 และเถ้าร้อยละ 5 สูงกว่า แต่มีปริมาณไขมันร้อยละ 2.7 ซึ่งต่ำกว่า เมล็ดบัวที่ปลูกในอินเดียและจีน เมล็ดบัวมีแคลเซียม และกรดไขมันไม่อิ่มตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กรดลิโนเลอิก และกรดโอเลอิกอยู่สูง ขณะที่ไม่พบกรดลิโนเลอิก เมล็ดบัวของอินเดีย ปริมาณโพสเฟอรัส และสารต้านอนุมูลอิสระในเมล็ดบัวลดลง ขณะที่วิตามินซีไม่สามารถตรวจสอบได้ หลังการ ทำแห้ง นอกจากนี้เมื่อแทนที่แป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งเมล็ดบัวในคุกกี้เนย พบว่าผู้ชิมยอมรับคุกกี้เนยที่มีแป้งเมล็ดบัว 10 เปอร์เซ็นต์ มากที่สุด โดย พบว่าแป้งเมล็ดบัวสามารถเพิ่มปริมาณ โปรตีน

คาร์โบไฮเดรต เถ้า และใยอาหาร ให้กับคูกก็เนยได้ โดยมีปริมาณไขมันน้อยกว่าในสูตรควบคุม ดังนั้นแป้งเมล็ดบัว จึงใช้เป็นสารสำหรับเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในอาหารได้

ทัพยา (2555) ได้ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งเมล็ดบัวและการประยุกต์ใช้ในอาหารได้ ชี้ให้เห็นว่าเมล็ดบัวเป็นส่วนประกอบที่ใช้ในขนมไทยหลายชนิดทั้งยังมีคุณค่าทางโภชนาการโดยการศึกษาครั้งนี้มุ่งเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างเมล็ดบัวไทยและจีนโดยใช้เมล็ดบัวจากบัว 4 สายพันธุ์คือบัวราชินีพันธุ์ปทุม บัวสีขาว พันธุ์บุณฑริก บัวสัตตบุษย์ และบัวสัตตบงกช เทียบกับเมล็ดบัวจีนผลที่ได้พบว่าบัวราชินีพันธุ์ปทุมมีไขมันสูงกว่า พันธุ์อื่น เหมาะกับการนำไปทำขนม ในขณะที่ค่าไฟเบอร์โปรตีน และอะไมเลส มีความใกล้เคียงกันและเมื่อศึกษา เรื่อง “สารต้านอนุมูลอิสระ” พบว่าบัวไทยมีสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าเมล็ดบัวจากจีนถึง 5-6 เท่า

Zheng (2014) ได้ทำการศึกษาความก้าวหน้าในความหลากหลายของสารเคมีในเมล็ดบัว ซึ่งจะชี้ให้เห็นว่าเมล็ดบัวเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในเอเชียซึ่งถูกใช้มานานกว่า 1,300 ปีในประเทศจีน เมล็ดบัวมีส่วนประกอบทางชีวภาพที่หลากหลายเช่น อัลคาลอยด์ ไกลโคไซด์ ฟลาโวนอยด์ วิตามินแร่ธาตุ และใยอาหาร และเป็นส่วนผสมที่เป็นที่นิยมสำหรับอาหารท้องถิ่นและสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์เช่นพุดดิ้ง, บะหมี่, มันฝรั่งทอด

Fraser และคณะ (2014) ได้มีการศึกษาคุณสมบัติทางเภสัชวิทยาของเมล็ดบัว พบว่ามีการศึกษาจำนวนมากที่ตรวจสอบประโยชน์ด้านสุขภาพของการบริโภคเมล็ดบัวโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาเมื่อคนทั่วไปตระหนักถึงปัญหาสุขภาพและอาหารเพื่อสุขภาพที่อาจให้ประโยชน์ต่อสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญเมื่อบริโภคเป็นประจำ

Jiranart และคณะ (2005) ได้ทำการศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์ อาหารเข้าพร้อมบริโภคชนิดแผ่นจากแป้ง เม็ดบัวทดแทน แป้งสาลีบางส่วน โดยแปรปริมาณแป้งเม็ดบัวที่ระดับร้อยละ 5, 10, 15 และ 20 ผลการทดลอง พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนด้วยแป้งเม็ดบัวที่ระดับร้อยละ 20 มีค่าความพองตัวต่ำสุด ผู้บริโภคให้การยอมรับ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ปริมาณแป้งเม็ดบัวร้อยละ 5 และ 10 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารเข้า พร้อม บริโภคชนิดแผ่นจากแป้งเม็ดบัวทดแทนแป้งสาลีที่ ระดับร้อยละ 5 และ 10 พบว่า มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 6.25 และ 7.86 ปริมาณไขมันร้อยละ 4.41 และ 5.39 ปริมาณความชื้นร้อยละ 3.80 และ 3.50 ปริมาณเส้นใย ร้อยละ 0.19 และ 0.16 ปริมาณเถ้าร้อยละ 3.68 และ 4.00 และปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 81.67 และ 79.09 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

#### 3.1 วัสดุดิบและสารเคมี

##### 3.1.1 วัสดุดิบ

เมล็ดบัวหลวง (ตำบลบ้านกลาง อำเภอเมืองปทุมธานี ปทุมธานี)

เกลือ (ตราประจักษ์/บริษัทอุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด)

แป้งสาลีเอนกประสงค์ (ตราว่าว/บริษัท ยูไนเต็ดฟลาวเทรตติ้ง จำกัด)

##### 3.1.2 สารเคมี

Sulfuric acid

Copper catalyst solution

Sodium hydroxide solution

Methyl red

Bromothymol blue

Boric acid solution

Hydrochloric acid standard solution

Petroleum ether

### 3.2 อุปกรณ์

เตาอบลมร้อน (Hot air oven) ยี่ห้อ Memmert รุ่น UN110 ประเทศเยอรมัน

โถดูดความชื้น (Desiccator)

ภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาคความชื้น

เครื่องชั่งไฟฟ้าละเอียด 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ CITIZEN รุ่น CY204 ประเทศอินเดีย

ตู้อบลมร้อน Tray dry

เครื่องวิเคราะห์โปรตีน ยี่ห้อ Gerhardt รุ่น KB8S ประเทศเม็กซิโก

เครื่องวิเคราะห์ไขมัน ยี่ห้อ Gerhardt รุ่น SOX416 ประเทศเม็กซิโก

เตาเผาอุณหภูมิสูง E ยี่ห้อ Carbolite รุ่น CWF11/13/201 ประเทศอังกฤษ

เครื่องวัดสี ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-400 Chroma meter ประเทศไทย

เครื่องบดละเอียด ยี่ห้อ Retsch รุ่น ZM1000 ประเทศสหรัฐอเมริกา

เครื่องปั่นแห้ง ยี่ห้อ Philips รุ่น HR2115/02 ประเทศไทย

เครื่องปั่นเหวี่ยง ยี่ห้อ Eppendorf รุ่น 5804 r ประเทศเยอรมัน

ตะแกรงร่อน (Sieving Machine) ขนาด 80 เมท (0.5 ไมโครเมตร)

เครื่องทำพาสต้า (Pasta Machine) ยี่ห้อ Shule ประเทศจีน

เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ยี่ห้อ Stable Micro System รุ่น TA-XT

plus ประเทศอังกฤษ

### 3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

#### 3.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

คัดเลือกเมล็ดบัวที่มีความแก่ควรเป็นฝักที่มีอายุหลังจากดอกบานแล้ว 25-26 วัน โดยสังเกตจากเปลือกเมล็ดบัวจะมีสีเขียวน้ำตาลเกือบดำแต่ผิวเมล็ดยังไม่แข็ง เนื่องจากมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าเมล็ดบัวที่มีความอ่อน (Pal, 2015) นำมาทำการแกะเมล็ดบัวออกจากฝัก รวมทั้งแกะเมล็ดบัวออกจากเปลือกและเยื่อเมล็ดบัวจนได้ลักษณะของวัตถุดิบดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 เมล็ดบัวที่แกะแล้ว

#### 3.3.2 การศึกษาผลของสภาวะที่ใช้ในการอบแห้งเมล็ดบัว

นำเมล็ดบัวที่เตรียมได้จากข้อ 3.3.1 มาทำการกระจายบนตะแกรงอบแห้ง (กำหนดเมล็ดบัว 1 กิโลกรัมต่อตะแกรงอบแห้ง) จากนั้นนำเมล็ดบัวไปอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 50 และ 55 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ดัดแปลงสภาวะที่ใช้ในการอบแห้งจาก พัชรินทร์พร และคณะ (2559) จนตัวอย่างมีความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 8 โดยอ้างอิงจากคุณลักษณะของแป้งสาลี (มอก.-375, 2524) ในระหว่างการอบแห้ง มีการสุ่มตัวอย่างเพื่อหาร้อยละของความชื้นที่มีอยู่ในตัวอย่าง ตามวิธีการของ (AOAC, 1995) เพื่อแสดงจลนศาสตร์การอบแห้งของเมล็ดบัวสภาวะการอบแห้งต่างๆ

### 3.3.3 การตรวจสอบคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์อบแห้ง

หลังจากการอบแห้งเมล็ดบัวที่สภาวะต่างๆ จะคัดเลือกระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งเมล็ดบัวที่ใช้ในการอบแห้งในแต่ละอุณหภูมิ ตามที่ระบุในข้อ 3.3.2 เพื่อนำมาอบแห้งก่อนการเตรียมแป้งเมล็ดบัว โดยการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์อบแห้ง จะนำเมล็ดบัวอบแห้งมาป่นด้วยเครื่องป่นผสมแบบแห้งเพื่อลดขนาดให้เล็กลง และนำไปลดขนาดอีกครั้งด้วยเครื่อง Pin mill โดยใช้ sieving ขนาด 80 mesh นำไปร่อนเพื่อแยกความละเอียดของแป้ง โดยส่วนที่ไม่ผ่านตะแกรงจะนำไปป่นอีกรอบหนึ่งเพื่อให้ได้แป้งเมล็ดบัวที่มีความละเอียดตามที่ต้องการ การวางแผนการทดลองสำหรับการตรวจวิเคราะห์คุณภาพ ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (completely randomized design CRD) และนำไปตรวจสอบคุณลักษณะของแป้งเมล็ดบัวดังนี้

#### 3.3.3.1 การตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมี

นำตัวอย่างแป้งเมล็ดบัวที่ได้มาตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีดังนี้ ปริมาณความชื้นโดยดัดแปลงจากวิธี Air Oven Method (AOAC, 1995) ปริมาณโปรตีนโดยดัดแปลงจากวิธีการ Kjeldahl method (AOAC, 1995) ปริมาณไขมันโดยดัดแปลงจากวิธี Ether extract (AOAC, 1995) ปริมาณเถ้าโดยดัดแปลงจากวิธี Direct method (AOAC, 1995) และปริมาณคาร์โบไฮเดรต ได้จากการคำนวณผลต่างจาก 100% กล่าวคือคาร์โบไฮเดรต (%) = 100 - (ความชื้น - ไขมัน - โปรตีน - เถ้า) (รายละเอียดวิธีการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก)

#### 3.3.3.2 การตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ

1). การวัดค่าการอุ้มน้ำ นำตัวอย่างแป้งเมล็ดบัวที่ได้ไปตรวจสอบด้วยวิธี Water holding capacity ซึ่งคำนวณได้จากสูตร  $WHC/WHO (g/g) = [(W_2 - W_1) / W_0]$  (Shad, 2013)

2). การวัดค่าสี นำตัวอย่างแป้งเมล็ดบัวไปวัดค่าสีด้วยใช้เครื่องวัดสี Chroma meter CR-400 รายงานเป็นค่า  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  และคำนวณเป็นค่าดัชนีความขาวจากสูตร

$$\text{Whiteness Index} = 100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2} \quad (\text{Li และ Lee, 1996})$$

### 3.3.4 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่จากแป้งเมล็ดบัวอบแห้ง

#### 3.3.4.1 การทำเส้นบะหมี่จากแป้งเมล็ดบัวอบแห้ง

นำแป้งที่ได้จากเมล็ดบัวอบแห้งตามสภาวะที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.3.3 มาผลิตเป็นเส้นบะหมี่ โดยการผลิตเส้นบะหมี่ ดัดแปลงจากวิธีการทำเส้นบะหมี่ (กรรณิการ์, 2556) โดยมี ส่วนประกอบดังนี้

แป้งสาลีอเนกประสงค์	100	กรัม
เกลือ	2	กรัม
น้ำ	40	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยซึ่งส่วนประกอบดังกล่าวโดยใช้แป้งเมล็ดบัวทดแทนแป้งสาลีเอนกประสงค์ในอัตราส่วนร้อยละ 15 30 45 และ 60 ทำการละลายเกลือกับน้ำก่อนนำไปผสมกับแป้งสาลีเอนกประสงค์ที่มีการเติมแป้งเมล็ดบัว ทำการนวดเป็นเวลา 5 นาที ให้เข้ากันจนเป็นโด และพักโดทิ้งไว้ 1 โมง จากนั้นนำโดที่ได้มารีดด้วยเครื่องรีดให้เป็นแผ่นบาง โดยค่อยๆรีดจากระยะห่างของลูกกลิ้งจากมากไปน้อยจนถึงระดับ 6 รีดระดับละ 3 ครั้ง แล้วนำมาตัดให้เป็นเส้นบะหมี่ นำเส้นที่ได้ไปต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที (กรรณิการ์, 2556)

ร้อยละของแป้งเมล็ดบัว	ร้อยละของแป้งสาลีเอนกประสงค์
15	85
30	70
45	55
60	40

### 3.3.4.2 การตรวจสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส และลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่

การทดสอบทางประสาทสัมผัส เป็นการทดลองที่มีหน่วยทดลองที่มีคุณสมบัติต่างกันมากกว่า 1 ลักษณะ มีผู้ทดสอบชิมซึ่งจัดอย่างภายในบล็อก(block) และมีค่าความคลาดเคลื่อนดั่งนั้นจึงใช้แผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์(randomized complete block design RCBD) โดยปัจจัยที่ศึกษาคืออุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง 2 ระดับและสัดส่วนของแป้งเมล็ดบัวอบแห้ง 4 ระดับ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

#### 1). การตรวจสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่จากแป้งเมล็ดบัวอบแห้งมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัส สี กลิ่นรส รสชาติที่หลงเหลือภายในปาก และความชอบโดยรวม โดยใช้การทดสอบแบบ 9 point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน เตรียมตัวอย่างเส้นบะหมี่จากแป้งเมล็ดบัวอบแห้งโดยการนำมาต้มให้สุกตามเวลาที่ได้จากการทดลองและทำให้สะอาดน้ำโดยเสิร์ฟพร้อมน้ำซุ๊ป (ตัวอย่างแบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแสดงในภาคผนวก ค)

#### 2). การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

วัดลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่จากแป้งเมล็ดบัวอบแห้งที่ผ่านการต้มสุกแล้ว โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส Texture analyzer (TA.XTplus) วัดค่าความต้านทานต่อการดึงขาด (Tensile strength) โดยใช้หัววัด Spaghetti tensile grips (A/SPR และ การวัดค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้า (Adhesiveness) โดยใช้หัววัด p/35 (กุลยา, 2557) (รายละเอียดการเตรียมตัวอย่างและวิธีการวัดเนื้อสัมผัสแสดงในภาคผนวก ข)

## บทที่ 4

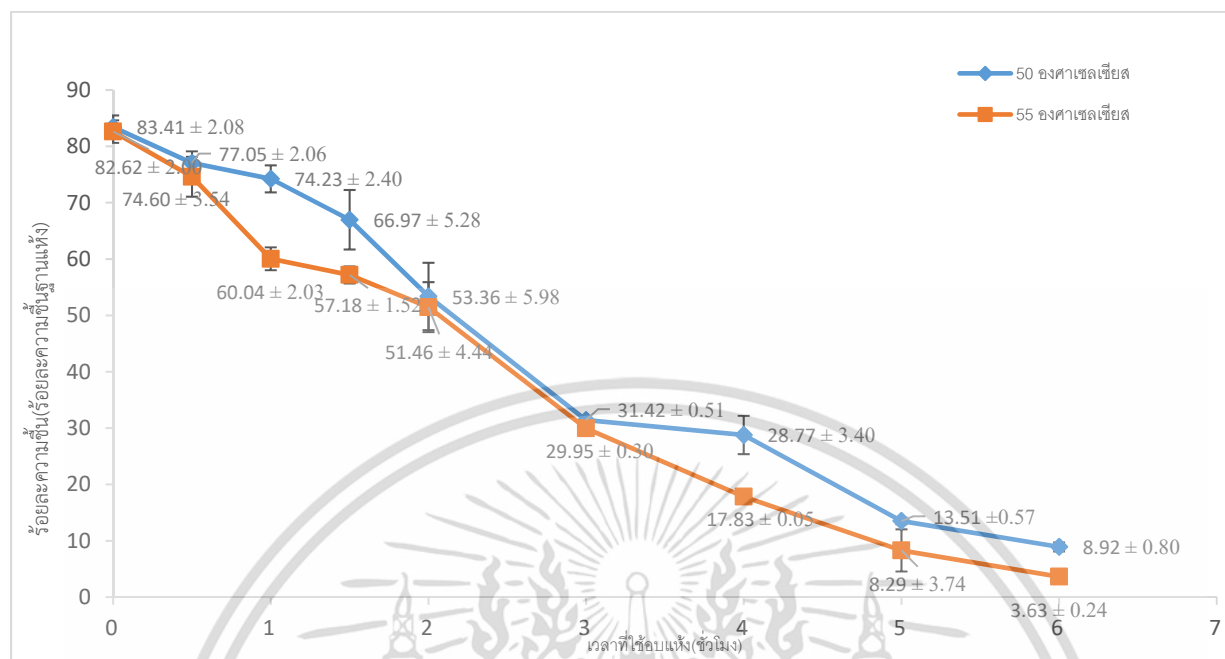
### ผลการทดลองและการวิจารณ์

#### 4.1 ผลการศึกษาจลนศาสตร์การอบแห้งเมล็ดบัว

##### 4.1.1 ความชื้น

จากการศึกษาอัตราการลดลงของความชื้นในเมล็ดบัวที่อุณหภูมิ 50 และ 55 องศาเซลเซียส ซึ่งแสดงในภาพที่ 4.1 การใช้ระยะเวลาในการอบแห้งที่ 6 ชั่วโมง พบว่าที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีอัตราการความชื้นลดลงมากกว่าที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยอัตราการอบแห้งทั้งสองอุณหภูมิในช่วงแรกความชื้นในเมล็ดบัวลดลงอย่างรวดเร็วที่ระยะเวลา 30 นาทีแรก และความชื้นค่อยๆลดลงจนความชื้นคงที่ในระยะเวลา 6 ชั่วโมง ดังนั้นแสดงว่าในระยะเวลาที่มากกว่า 6 ชั่วโมง ความชื้นในเมล็ดบัวจะไม่เปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ซึ่งจากกราฟพบว่าอัตราการลดลงของความชื้นทั้ง 2 อุณหภูมินั้นไม่คงที่ ทั้งนี้อาจมาจากหลายปัจจัย เช่น การสุ่มตัวอย่าง อัตราการไหลของอากาศ อุณหภูมิภายนอก เป็นต้น โดยการอบแห้งที่ใช้อุณหภูมิที่ 55 องศาเซลเซียสที่ 6 ชั่วโมง เมล็ดบัวมีความชื้นร้อยละเท่ากับ 3.63 ซึ่งมีความชื้นต่ำกว่าการอบแห้งที่ใช้อุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียสที่ 6 ชั่วโมง ที่เมล็ดบัวมีความชื้นร้อยละเท่ากับ 8.92 การอบแห้งที่ใช้อุณหภูมิสูงส่งผลให้เกิดการลดลงของความชื้นได้เร็วกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำกว่า เนื่องจากมีการใช้ความร้อนในการระเหยน้ำในอาหารทำให้ปริมาณน้ำลดลง (ความชื้นลดลง) ดังนั้นการอบแห้งเมล็ดบัวที่ใช้อุณหภูมิสูงกว่าจึงทำให้น้ำในอาหารระเหยออกในปริมาณมากกว่า การอบแห้งที่ใช้อุณหภูมิต่ำที่ระยะเวลาอบแห้งเดียวกัน (วิเชียร, 2555)

จากงานวิจัยของ Rasper (1991) กล่าวว่าแป้งสาที่ที่ใช้ในการผลิตควรปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 14 ยังมีปริมาณความชื้นต่ำจะทำให้ง่ายต่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ซึ่งการทดลองนี้สอดคล้องกับจากงานวิจัย (เทวรัตน์, 2555) ที่ศึกษาการคงคุณภาพผักอบแห้งกิ่งสำเร็จรูปด้วยเทคนิคการอบแห้งแบบป้อนความร้อนและพบว่าการอบแห้ง แครอทด้วยเครื่องอบแห้งระบบป้อนความร้อนมีพฤติกรรมการอบแห้งส่วนใหญ่อยู่ในช่วงของการอบแห้งลดลง



ภาพที่ 4.1 กราฟอัตราการลดลงของปริมาณความชื้นเมล็ดบัวในสภาวะการอบแห้ง

ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งเมล็ดบัวของสภาวะที่อบแห้งพบว่า การใช้สภาวะการอบแห้งเมล็ดบัวที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสมีปริมาณความชื้นน้อยกว่าการใช้สภาวะการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เนื่องจากการใช้อุณหภูมิที่สูงกว่า ทำให้น้ำอิสระที่อยู่ในอาหารระเหยได้มากกว่า (ประทีป และคณะ, 2558) จึงมีปริมาณความชื้นน้อยกว่าการใช้อุณหภูมิที่ต่ำกว่า ในขณะที่เดียวกันสภาวะการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสมีปริมาณร้อยละโปรตีน ไขมัน เกล็ด และคาร์โบไฮเดรตที่สูงกว่าสภาวะการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีทั้งหมดของทั้งสองสภาวะการศึกษามีค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัย (นิภาพร และอารดา, 2558) ที่ศึกษากระบวนการผลิตกระเจี๊ยบเขียวแผ่นอบกรอบโดยการใช้เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน พบว่ากระเจี๊ยบเขียวบดละเอียดที่ผ่านกระบวนการ การอบแห้งด้วยลมร้อนแบบถาด มีปริมาณองค์ประกอบทางเคมีที่สูงขึ้นเมื่อปริมาณความชื้นลดลง

**ตารางที่ 4.1** องค์ประกอบทางเคมีของแป้งเมล็ดบัวที่สภาวะอบแห้ง

องค์ประกอบทางเคมี ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	50 องศาเซลเซียส/6 ชั่วโมง	55 องศาเซลเซียส/6 ชั่วโมง
ปริมาณความชื้น (%)	8.92 <sup>a</sup> $\pm$ 0.64	3.63 <sup>b</sup> $\pm$ 0.80
ปริมาณโปรตีน (%)	29.74 <sup>a</sup> $\pm$ 0.02	31.13 <sup>b</sup> $\pm$ 0.04
ปริมาณไขมัน (%)	4.91 <sup>a</sup> $\pm$ 0.95	5.50 <sup>b</sup> $\pm$ 1.10
ปริมาณเถ้า (%)	5.82 <sup>a</sup> $\pm$ 0.01	6.22 <sup>b</sup> $\pm$ 0.02
ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (%)	50.60 <sup>a</sup> $\pm$ 1.36	53.52 <sup>b</sup> $\pm$ 2.74

<sup>a,b,c</sup>... หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

#### 4.1.2 ผลการตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ

ผลการตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพของแป้งเมล็ดบัวของสภาวะที่อบแห้งแสดงดังตารางที่ 4.2 พบว่าสภาวะอบแห้งเมล็ดบัวที่อุณหภูมิ 50 และ 55 องศาเซลเซียสมีอิทธิพลต่อค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าความเป็นสีแดง-สีเขียว ( $a^*$ ) ค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน ( $b^*$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยคำนวณเป็นค่าร้อยละความขาว (whiteness) และพบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีความขาวมากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เนื่องมาจากการการใช้อุณหภูมิที่สูงกว่าจะเกิดการเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลในอาหาร (สุภวรรณ และคณะ, 2555) จึงส่งผลให้เมล็ดบัวที่มีการอบแห้งที่อุณหภูมิที่สูงกว่ามีค่าความขาวต่ำกว่า โดยรายงานค่าสีเป็นระบบ CIE  $L^*a^*b^*$  เป็นระบบที่ไม่ขึ้นกับ การมองเห็นของแต่ละบุคคลเป็นระบบที่วัดสีออกมาเป็นตัวเลข ดังแสดงในตารางที่ 4.2 การทดลองนี้เมื่อเทียบกับงานวิจัย(สุภวรรณ และคณะ, 2555) ที่ศึกษาการอบแห้งขนุนด้วยพลังงานความร้อนร่วมของรังสีอินฟราเรด/ไมโครเวฟ และลมร้อนพบว่าคุณภาพของขนุนอบแห้งด้วยสภาวะอบแห้งที่แตกต่างกันที่ใช้อุณหภูมิอบแห้งสูง มีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นสีเหลือง ( $b^*$ ) เพิ่มขึ้น ทำให้ภาพรวมของการเปลี่ยนแปลงสีรวมในรูปของ  $\Delta E^*$  เพิ่มขึ้น แม้ว่าค่าความเป็นสีแดง ( $a^*$ ) จะแปรผกผันกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งก็ตาม ซึ่งได้ผลการทดลองที่ขัดแย้งกัน เนื่องจากวัตถุดิบเป็นขนุนซึ่งมีสีเหลืองเมื่อได้รับความร้อนสูงทำให้สารให้สีถูกทำลายจึงทำให้เกิดความขาวเพิ่มมากขึ้น

**ตารางที่ 4.2** ค่าสีของแป้งเมล็ดบัวที่สภาวะอบแห้ง

ค่าสี	50 องศาเซลเซียส/6 ชั่วโมง	55 องศาเซลเซียส/6 ชั่วโมง
L*	90.41 <sup>a</sup> ± 0.12	90.22 <sup>b</sup> ± 0.11
a*	-1.45 <sup>a</sup> ± 0.06	-1.73 <sup>b</sup> ± 0.02
b*	15.67 <sup>a</sup> ± 0.12	15.36 <sup>b</sup> ± 0.17
% Whiteness	39.93 <sup>a</sup> ± 0.48	38.93 <sup>b</sup> ± 0.61

<sup>a,b,c,...</sup> หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

จากผลการศึกษาสภาวะอบแห้งเมล็ดบัวที่อุณหภูมิ 50 และ 55 องศาเซลเซียสนอกจากส่งผลต่อองค์ประกอบทางเคมีและค่าสีของแป้งเมล็ดบัวแล้ว ยังส่งผลกับค่าการอุ้มน้ำ (Shad, 2013) ของแป้งเมล็ดบัวอีกด้วย โดยจากตารางที่ 4.3 พบว่าค่าการอุ้มน้ำของแป้งที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสมีค่าร้อยละ  $91.69 \pm 1.28$  และค่าการอุ้มน้ำของแป้งที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีค่าร้อยละ  $90.03 \pm 0.68$  จึงกล่าวได้ว่าตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสมีค่าการอุ้มน้ำได้ดีกว่าการอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เนื่องจากการใช้อุณหภูมิที่สูงทำให้มีการระเหยน้ำออกไปได้มาก จึงทำให้เกิดการอุ้มน้ำได้ดี ทำให้อาหารมีลักษณะนุ่มและทำให้อาหารมีความคงรูป ดังนั้นแป้งเมล็ดบัวที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสจะมีค่าการดูดกลืนน้ำกลับได้มากกว่าแป้งเมล็ดบัวที่อบแห้งด้วยอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ซึ่งแป้งสาลีทั่วไปมีค่าการดูดกลืนน้ำมากกว่าร้อยละ 60 (พรหมทิพา, 2555) ซึ่งการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัย (เทวรัตน์, 2555) ที่ศึกษาการคงคุณภาพผักอบแห้งกึ่งสำเร็จรูปด้วยเทคนิคการอบแห้งแบบบ่มความร้อน พบว่าที่ การอบแห้งตัวอย่างที่มีการใช้อุณหภูมิสูงกว่า จะมีอัตราส่วนการคืนตัวที่สูงกว่า เนื่องจากมีการใช้เวลาที่สั้นกว่า ทำให้เกิดการถูกทำลายของโครงสร้างของอาหารแห้งที่น้อยกว่า

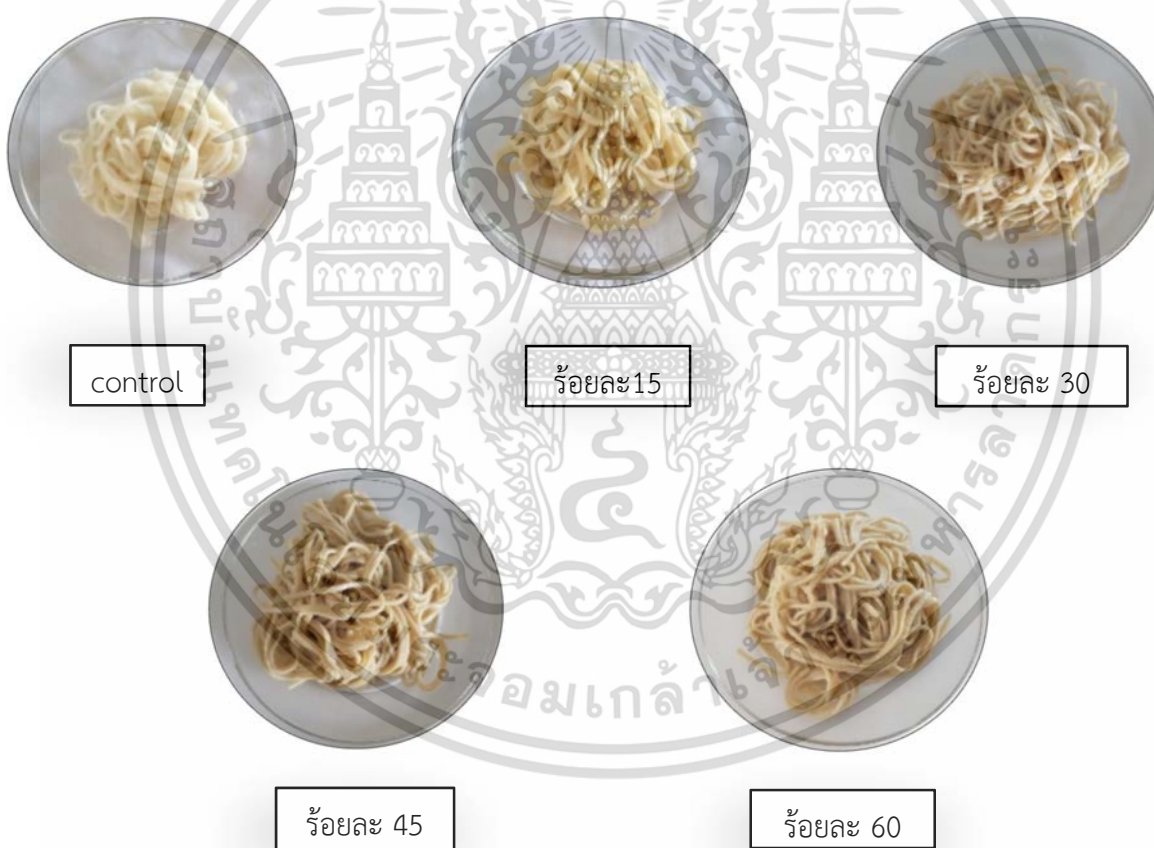
**ตารางที่ 4.3** ค่าการอุ้มน้ำของแป้งเมล็ดบัวที่สภาวะอบแห้ง

ลำดับ	ค่าการอุ้มน้ำ	
	50 องศาเซลเซียส/6 ชั่วโมง	55 องศาเซลเซียส/6 ชั่วโมง
1.	88.39	94.82
2.	90.60	90.11
3.	91.08	90.15
เฉลี่ย	90.03 <sup>a</sup> ± 0.68	91.69 <sup>b</sup> ± 1.28

<sup>a,b,c,...</sup> หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

## 4.2 ผลการศึกษาการตรวจสอบผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่จากแป้งเมล็ดบัวอบแห้ง

การพัฒนาเส้นบะหมี่จากแป้งเมล็ดบัวในสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสม โดยผลิตตามหัวข้อ 3.3.4.1 โดยใช้แป้งเมล็ดบัวที่ผ่านการอบแห้งที่ 55 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง มาทดแทนแป้งสาลีด้วยอัตราส่วน ร้อยละ 15 30 45 และ 60 ทำให้มีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัส และลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่โดยผลจากการใช้แป้งเมล็ดบัวทดแทนแป้งสาลี ส่งผลให้เส้นบะหมี่มีลักษณะปรากฏแสดงดังภาพที่ 4.2 ซึ่งพบว่าการใช้แป้งเมล็ดบัวในปริมาณที่มากขึ้น ทำให้เส้นบะหมี่มีแนวโน้มของสีที่เข้มมากขึ้น ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากสีเฉพาะตัวของแป้งเมล็ดบัวนั้น ที่มีสีขาวอมเหลืองนวลเมื่อมีการเพิ่มขึ้นปริมาณของแป้งเมล็ดบัว ลักษณะของเส้นบะหมี่ที่ผลิตได้มีสีที่เข้มขึ้นตามลำดับ



ภาพที่ 4.2 สีของเส้นบะหมี่ที่ใช้แป้งเมล็ดบัวทดแทนที่ร้อยละต่างๆ

#### 4.2.1 ผลการตรวจสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ผลการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคแสดงดังตารางที่ 4.4

**ตารางที่ 4.4** คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อบะหมี่แป้งเมล็ดบัวที่อัตราส่วนต่างๆ

ปริมาณแป้งเมล็ดบัว (%)	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	Aftertaste	ความชอบโดยรวม
15	7.47 <sup>a</sup> ± 1.31	6.63 <sup>b</sup> ± 1.11	6.23 <sup>a</sup> ± 1.47	6.87 <sup>a</sup> ± 1.31	6.27 <sup>b</sup> ± 1.26
30	7.90 <sup>a</sup> ± 0.91	7.40 <sup>a</sup> ± 1.14	7.20 <sup>b</sup> ± 1.51	6.73 <sup>a</sup> ± 1.36	7.47 <sup>a</sup> ± 1.15
45	6.77 <sup>b</sup> ± 1.41	5.17 <sup>c</sup> ± 1.89	5.57 <sup>c</sup> ± 1.56	4.83 <sup>b</sup> ± 1.36	4.63 <sup>c</sup> ± 1.79
60	6.17 <sup>c</sup> ± 1.48	4.83 <sup>c</sup> ± 1.95	4.50 <sup>d</sup> ± 1.84	4.27 <sup>b</sup> ± 1.99	3.70 <sup>d</sup> ± 1.72

<sup>a,b,c,...</sup> หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคโดยใช้วิธี 9-Point hedonic scale ซึ่งเป็นการ ทดสอบความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ พบว่า ปริมาณแป้งเมล็ดบัวมีผลต่อการให้คะแนนความชอบของบะหมี่เมล็ดบัวในทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยเมื่อปริมาณแป้งเมล็ดบัวเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้คะแนนความชอบทุกด้านมีค่า ลดลง โดยเฉพาะเมื่อปริมาณแป้งเมล็ดบัวเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 45 – 60 บะหมี่เมล็ดบัวได้คะแนน ความชอบในด้านกลิ่นรส เนื้อสัมผัส Aftertaste และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับที่ไม่ชอบหรือชอบเล็กน้อย ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ในการยอมรับผลิตภัณฑ์ (6 คะแนน) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการใช้แป้งเมล็ดบัวที่เป็นวัตถุดิบมีรสเฉพาะ (รสขมจากดีบัว) อีกทั้งมีผลต่อคุณภาพโดยรวมของผลิตภัณฑ์ จึงทำให้ผู้ทดสอบไม่ยอมรับ ดังนั้นการเติมแป้งเมล็ดบัวในปริมาณมากขึ้นก็จะทำให้รสขมมีเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้คะแนนความชอบในด้านกลิ่นรส เนื้อสัมผัส Aftertaste และความชอบโดยรวมลดลง

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าที่ร้อยละการทดแทนร้อยละ 30 มีคะแนนเฉลี่ยในด้านการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด

#### 4.2.2 ผลการวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

ผลการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสแสดงดังตารางที่ 4.5

**ตารางที่ 4.5** ผลการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของบะหมี่แป้งเมล็ดบัวที่อัตราส่วนต่างๆ

ปริมาณแป้งเมล็ดบัว (%)	ค่าความต้านทานต่อการดึงขาด (Tensile strength)	ค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้า (Adhesiveness)
Control	21.18 <sup>a</sup> ± 0.39	0.01 <sup>a</sup> ± 0.01
15	21.36 <sup>a</sup> ± 1.23	0.01 <sup>a</sup> ± 0.01
30	20.80 <sup>ab</sup> ± 0.90	0.01 <sup>a</sup> ± 0.00
45	20.51 <sup>ab</sup> ± 0.96	0.01 <sup>a</sup> ± 0.00
60	18.72 <sup>b</sup> ± 1.72	0.01 <sup>a</sup> ± 0.01

<sup>a,b,c,...</sup> หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับแตกต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

จากการวิเคราะห์ค่าการวัดเนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่ที่ใช้แป้งเมล็ดบัวทดแทนในอัตราส่วนร้อยละ 0 15 30 45 และ 60 พบว่าค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้า (Adhesiveness) ของเส้นบะหมี่ที่ใช้แป้งเมล็ดบัวทดแทนในอัตราส่วนต่างๆไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ดังนั้นค่าที่ใช้ศึกษาจึงเป็นค่าความต้านทานต่อการดึงขาด (Tensile strength) พบว่าเส้นบะหมี่ที่ใช้แป้งเมล็ดบัวทดแทนในอัตราส่วน 15 และ 30 มีค่าความต้านทานต่อการดึงขาดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) แต่มีค่าความต้านทานต่อการดึงขาดมากกว่าเส้นบะหมี่ที่ใช้แป้งเมล็ดบัวทดแทนในอัตราส่วน 45 และ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัส ทั้งนี้การใช้แป้งเมล็ดบัวทดแทนแป้งสาลีในอัตราส่วนที่มากขึ้นทำให้ค่าความต้านทานต่อการดึงขาดลดน้อยลงเนื่องจากในแป้งสาลีมีโปรตีนกลูเตนินและไกลอะดีนซึ่งรวมตัวกับน้ำและเกิดกลูเตน ซึ่งทำให้เกิดการยึดหยุ่นและทนต่อการดึงขาด เมื่อใส่แป้งสาลีน้อยลงทำให้เกิดกลูเตนได้น้อย จึงง่ายต่อการดึงขาด สอดคล้องกับงานวิจัย (สุภาภรณ์, 2557) ศึกษาการใช้แป้งมันต่อเปลือกทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์บะหมี่พบว่าการวัดค่าความต้านทานต่อการดึงขาดของบะหมี่ที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งมันมีค่าลดลงเมื่อมีอัตราส่วนมากขึ้น โดยบะหมี่ที่ใช้แป้งสาลีมีค่าความต้านทานต่อการดึงขาดสูงที่สุด เนื่องจากแป้งมันต่อเปลือกไม่มีโปรตีนกลูเตนินและไกลอะดีนเหมือนแป้งสาลี (สุภาภรณ์, 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 ผลสรุป

จากการศึกษาสภาวะการอบแห้งของเมล็ดบัวเพื่อนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แป้งเมล็ดบัว โดยใช้สภาวะการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 55 องศาเซลเซียส ในตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray dry) พบว่าสภาวะการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมงเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการอบแห้งเมล็ดบัว เนื่องจากมีความชื้นร้อยละเท่ากับ 3.63 ซึ่งต่ำกว่าสภาวะการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ที่มีความชื้นร้อยละเท่ากับ 8.92 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

เมื่อนำแป้งเมล็ดบัวที่ได้จากสภาวะทดลองไปศึกษาหาค่าประกอบทางเคมีและลักษณะทางกายภาพเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกสภาวะที่เหมาะสมไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่ พบว่าองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเถ้า และปริมาณคาร์โบไฮเดรต ที่สภาวะการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีปริมาณองค์ประกอบทางเคมีที่สูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และเมื่อนำไปทดสอบทางกายภาพ พบว่าที่สภาวะอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสมีค่าสีร้อยละความขาวที่มากกว่าสภาวะอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แต่เมื่อตรวจสอบด้านค่าการอุ้มน้ำพบว่าสภาวะการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสมีค่าการอุ้มน้ำร้อยละ  $91.70 \pm 1.28$  ซึ่งมีความสามารถในการอุ้มน้ำที่ดีกว่าสภาวะการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสที่มีค่าการอุ้มน้ำร้อยละ  $90.03 \pm 0.68$  อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ดังนั้นที่สภาวะอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสจึงมีค่าการดูดกลืนน้ำกลับได้ดีกว่า ดังนั้นจึงเลือกใช้แป้งเมล็ดบัวที่สภาวะการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่จากแป้งเมล็ดบัว

จากการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่จากแป้งเมล็ดบัว โดยการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่าเส้นบะหมี่ที่ใช้แป้งเมล็ดบัวทดแทนร้อยละ 30 มีคะแนนเฉลี่ยในด้านการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ดีที่สุด และเมื่อทำการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ได้แก่ ค่าความต้านทานต่อการดึงขาด (Tensile strength) และค่าการยึดเกาะบนผิวหนัง (Adhesiveness) พบว่าเส้นบะหมี่ที่ใช้แป้งเมล็ดบัวทดแทนร้อยละ 15 มีค่าความต้านทานต่อการดึงขาด (Tensile strength) มากที่สุดแต่ไม่มีความแตกต่างกับแป้งเมล็ดบัวทดแทนร้อยละ 30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และค่าการยึดเกาะบนผิวหนัง (Adhesiveness) ของเส้นบะหมี่ที่ใช้แป้งเมล็ดบัวทดแทนในอัตราส่วนต่างๆพบว่าค่าการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้านการยึดเกาะบนผิวหนัง (Adhesiveness) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ดังนั้นผลการศึกษาการประเมินการยอมรับทางสัมผัสและการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส จึงสรุปได้ว่าเส้นบะหมี่ที่ใช้แป้งเมล็ดบัวทดแทนร้อยละ 30 เป็นปริมาณการทดแทนที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1. ควรศึกษาการพัฒนาแบงเมลิคบัวเพื่อนำไปประยุกต์เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆเพื่อเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคในกลุ่มคนรักสุขภาพ และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์

5.2.2. ควรศึกษาสภาวะการอบแห้งเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นๆ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของอาหาร

5.2.3. ควรมีการศึกษาค่าการอุ้มน้ำของเส้นบะหมี่เมลิคบัวเพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์



## บรรณานุกรม

- กุลยา ลีมรุ่งเรืองรัตน์ สมถวิล จริตควร อโนชา สุขสมบุรณ์ และบงกช วรธนะภุติ. 2557. การพัฒนาผลิตภัณฑ์  
บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบไม่ทอดเพื่อสุขภาพเสริมสาหร่าย. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.  
คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- กรรณิการ์ กุลยะณี. 2556. การปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่ทอดจากแป้งข้าวด้วยโปรตีนถั่วเหลืองสกัดเอนไซม์  
ทรานส์กลูตามิเนส กัวร์กัม และการนึ่งไคจากแป้งข้าว. ระดับปริญญาโท. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และ  
เทคโนโลยีการอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี.
- จิรนาถ บุญคง และนิตยา รัตน์ประดิษฐ์. 2549. ผลิตภัณฑ์อาหารเข้าพร้อมบริโภคนิดแผ่นจากแป้งเม็ดบัว.  
วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 2: 1-9.
- ณนท์ แดงสังวาล นื่องนุช ศิริวงศ์ และศิริพร เรียบร้อย. 2555. การใช้แป้งกล้วยน้ำว้าทดแทนแป้งสาลีในบราวนี่.  
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จังหวัดกรุงเทพมหานคร.
- ดารุณี ไพยราช และนิรมล ปัญญาบุศยกุล. 2558. คุณค่าทางโภชนาการและการเป็นไปได้ของการใช้เป็น  
ประกอบอาหารของเมล็ดบัวไทย. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 671-679.
- ดวงฤทัย อารังโชติ วิภาวัน จุลยา และรุ่งทิวา วงศ์ไพศาลฤทธิ. 2555. การพัฒนาขนมปังแซนด์วิชจากแป้งข้าว.  
สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล  
กรุงเทพ จังหวัดกรุงเทพมหานคร.
- เทวรัตน์ ทิพย์วิมล. 2555. การคงคุณภาพผักอบแห้งกึ่งสำเร็จรูปด้วยเทคนิคการอบแห้งแบบป้อนความร้อน. ระดับ  
ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเกษตร. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัด  
นครราชสีมา.
- นิภาพร จรทะผา และอารดา โสภณอัมพรนารา. 2558. กระบวนการผลิตกระเจี๊ยบเขียวแผ่นอบกรอบโดยการใช้  
เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะเทคโนโลยีคหกรรม  
ศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จังหวัดกรุงเทพมหานคร.
- ประทีป ตุ่มทอง สุชีรา สวยกลาง ละพิทยา ตุ่มทอง. 2559. การศึกษาการอบแห้งไช้หน้าด้วยลมร้อน.  
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน  
วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์. หน้า 368-369.
- พัชรินทร์พร ภู่อภิสัทธ์ ขวัญฤทัย วงศ์กำแหงหาญ จิรพร มหาอินทร์ และมุสสดี วัฒนเมธา. 2559. การตลาดแป้ง  
กล้วยเชิงพาณิชย์ กรณีศึกษาธุรกิจเบเกอรี่ในเขตกรุงเทพมหานคร. สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ. คณะ  
เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จังหวัดกรุงเทพมหานคร.

- พรรณทิพา เจริญไทยกิจ. 2555. การพัฒนาขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวเหนียว. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ. คณะเทคโนโลยีและนวัตกรรมผลิตภัณฑ์การเกษตร. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. จังหวัดกรุงเทพมหานคร.
- พวงชมพู และ นันทวัฒน์. 2561. ผลของการทดแทนแป้งกล้วยพรีเจลาติไนซ์ต่อคุณภาพขนมปัง. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์. หน้า114-122.
- สุชาติ พิษานันท์. 2549. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมจากผลิตภัณฑ์เลียนแบบนม. ระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จังหวัดกรุงเทพมหานคร.
- สุภาภรณ์ เพ็ชรศรี และศิริพร ศิริอังคณากุล. 2550. การใช้แป้งมันต่อเพื่อทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก. หน้า217.
- สุภาวดี แก้วชุม. 2546. การศึกษาสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของแป้งเม็ดบัวจากเมล็ดบัว, (*Nymphaea pabescens Willd*). ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. หน้า47.
- สุภวรรณ ฐิระวณิชกุล สลิลลา ชาญเขียว และยุธนา ฐิระวณิชกุล. 2556. การอบแห้งใบบัวบกเพื่อผลิตใบบัวบกแห้งขงดื่มด้วยการแผ่รังสีอินฟราเรด. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา.
- สุภวรรณ ฐิระวณิชกุล สากีนา ลาแมปะ และยุธนา ฐิระวณิชกุล. 2555. การอบแห้งขนุนด้วยพลังงานความร้อนร่วมของรังสีอินฟราเรด/ไมโครเวฟ และลมร้อน. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา.
- อรอุมา เปลี่ยนศร. 2562. การปรับปรุงคุณภาพของขนมปังต่างแบบแห้งจากแป้งข้าวเจ้าโดยการเติมแป้งข้าวพรีเจลาติไนซ์กัวร์กัม และเอนไซม์ทรานส์กลูตามิเนส. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา. หน้า25-35.
- อ้อยทิพย์ ผู้พัฒน์. 2553. การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากส่วนต่างๆของบัวหลวง. สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี.
- AOAC Official Method 936.15 Standard Solution of Hydrochloric Acid.
- Association of Official Chemists (AOAC). 1995. Official method of analysis of analysis of Association of Official Analytical Chemists. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists Internation. Washington. 1401.

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 1995. Official Method of Analysis of AOAC International, 16<sup>th</sup> ed. Washington D. C.: AOAC International Boyer, E. W.
- Chen, X., Zhou, J. (2011) Preliminary analysis of the chemical composition of lotus seed skin. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. Mach 20:139–141.
- Danhassan, M.S., Saliyu, A., Inuwa, H.M. Effect of boiling on protein, mineral, dietary fiber and antinutrient compositions of *Nymphaea lotus* (Linn) seeds. Journal of Food Composition and Analysis. 2018, 67:184-190.
- Granella, J.S., Christ, D., Werncke, I., Bechlin, T.R., Coelho, S.R.M. Effect of drying and ozonation on naturally contaminated wheat seeds. Journal of cereal science. 2018, 80, 205-211.
- Hua, H., Zhao, C., Wang, Q., Yan, S., Li, J. (2012) Study on processing technology of crunchy lotus seed. Science and Technology of Food Industry. 33:264–265.
- Pal, I., Dey, P., A. 2015. Review on Lotus (*Nelumbo nucifera*) Seed . International Journal of Science and Research. 4:1659-1666.
- Pan, L., Liang, H.; Guo, G. (1993) Nutritional value and processing technology of lotus seed. Science and Technology of Food Industry. 1:29–32.
- Rasper, V.F. (1991). Quality evaluation of cereals and cereal products, pp. 595-638. In K.J. Lorenz and K. Kulp, eds. Handbook of Cereal Science and Technology. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Tang, P., Jiang, Z., Mei, C., Jiang, H. (1998) The composition, solubility and quality of lotus seed. Journal of Beijing Normal University (Natural Science). 34:532–537.
- Shad, M.A., Nawaz, H., Noor, M., Ahmad, H. B., Hussain, M., & Choudhry, M. A. Functional properties of maize flour and its blends with wheat flour: Optimization of preparation conditions by response surface methodology. Pakistan Journal of Nutrition. 2013, 45(6), 2027–2035.
- Singthong, J., Meesit, U. Characteristic and functional properties of Thai lotus seed (*Nelumbo nucifera*) flours. International Food Research Journal. 2017, 24(4), 1414-1421.

- Zeng, H., Cai, L., Cai, X., Wang, Y., Li, Y. (2011) Structure characterization of protein fractions from lotus (*Nelumbo nucifera*) seed. *Journal of Molecular Structure* 1001:139–144.
- Zeng, M., Lei, S., Wu, H., Zheng, B., Zheng, Y., Zeng, H. (2019) Effect of chitosan on the digestibility and molecular structural properties of lotus seed starch. *Food and chemical Toxicology* 133:110731.
- Zeng, S., Zheng, B., Lin, Y., Zhuo, X. (2009b) Granular characteristics of lotus-seed starch. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*. 8:62–64.
- Zhang, Y., Lu, X., Zeng, S., Huang, X., Guo, Z., Zheng, Y., Tian, Y., Zheng, B. Nutritional composition, physiological functions and processing of lotus (*Nelumbo nucifera Gaertn.*) seeds: a review. *International Journal of Molecular Sciences*. 2015,14,321–334.
- Zhu, F. Structures, properties, and applications of lotus starches. *Food Hydrocolloids*. 2017, 63, 332-348.

## ภาคผนวก

### ภาคผนวก ก

#### วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

##### ก-1 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (ดัดแปลงจากวิธี Air Oven Method AOAC,1995)

###### อุปกรณ์

ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven)  
 โถดูดความชื้น (Desiccator)  
 ภาชนะอลูมิเนียมสำหรับความชื้น (Moisture can)  
 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

###### วิธีการวิเคราะห์

1. อบไล่ความชื้นภาชนะอลูมิเนียมสำหรับความชื้น (Moisture can) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ในตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) และทิ้งให้เย็นตัวลงในโถดูดความชื้น (Desiccator) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่แน่นอนและจดบันทึก นำตัวอย่างอบในตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ) ที่ อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และทิ้งให้เย็นตัวลงในโถดูดความชื้น (Desiccator) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และนำออกมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
3. ทำซ้ำดั่งข้อ (2) จนกว่าน้ำหนักจะคงที่
4. นำไปคำนวณหาปริมาณความชื้น

$$\% \text{ Moisture can} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนัก Moisture can ก่อนอบและหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

## ก-2 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน(ดัดแปลงจากวิธีการ Kjeldahl method AOAC,1995)

### อุปกรณ์

เครื่องวิเคราะห์โปรตีน Gerhardt รุ่น KB8S

หลอดย่อยโปรตีน ( Digestion Flask)

ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask)ขนาด 125 มิลลิลิตร

บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร

ขวดปรับปริมาตรขนาด 100 และ 1000 มิลลิลิตร



### สารเคมี

1. conc. Sulfuric acid
2. Copper sulfate
3. Potassium sulfate
4. Sodium hydroxide solution ความเข้มข้นร้อยละ 15 และ 40
5. Indicator ที่ใช้ Methyl red และ Bromothymol blue
6. Boric acid solution ความเข้มข้นร้อยละ 2
7. Hydrochloric acid standard solution ความเข้มข้น 0.1 N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 2-5 กรัม ใส่ลงใน Kjeldahl flask เติม mix catalyst : copper sulfate กับ Potassium sulfate ด้วยอัตรา 1:10 ปริมาณ 5 กรัม และใส่ conc. Sulfuric acid 25 กรัม ใส่ลูกแก้วเพื่อป้องกันการปะทุ การย่อย (Disgestion)
2. นำไปย่อยบนเตาย่อย โดยค่อยๆเพิ่มอุณหภูมิความร้อนที่ช้าๆให้อยู่ที่ประมาณ 380 องศาเซลเซียส ย่อยจนตัวอย่างในหลอดย่อยใส และทิ้งไว้ให้เย็นตัว การกลั่น (Distillation)
3. นำหลอดตัวอย่างที่เย็นตัวลงต่อเข้ากับเครื่องกลั่นให้ปลายด้านหนึ่งของคอนเดนเซอร์จุ่มในสารละลาย กรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 2 ปริมาณ 60 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 45 มิลลิลิตรเพื่อป้องกัน  $\text{NH}_4$  ตกตะกอนและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 ต่ำลงในขวดกลั่นเติมจนสารละลาย ในหลอดเป็นสีเทาดำ การกลั่นเป็นเวลา 3 นาทีจนได้สารละลายเป็นสีเขียว การไทเทรต
4. นำสารละลายสีเขียวที่ได้มาเติม indicator และไทเทรตด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่ความเข้มข้น 0.1 N จนได้จุดยุติสีชมพู
5. ทำตัวเทียบ(blank) โดยใช้วิธีเดียวกัน แต่ไม่ใส่ตัวอย่างลงไปหลอดทดลอง
6. คำนวณหาปริมาณไนโตรเจนและปริมาณโปรตีน

$$\% \text{ Protein content} = \frac{(A-B) \times 1.4 \times F}{W}$$

A คือ ปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B คือ ปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไทเทรตกับ blank (มิลลิลิตร)

W คือ น้ำหนักตัวอย่าง

N คือ ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (N)

F คือ ค่าแฟคเตอร์

### ก-3 การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (ดัดแปลงจากวิธี Ether extract AOAC,1995)

#### อุปกรณ์

Hot Air oven

Desiccator

หลอดไขมัน

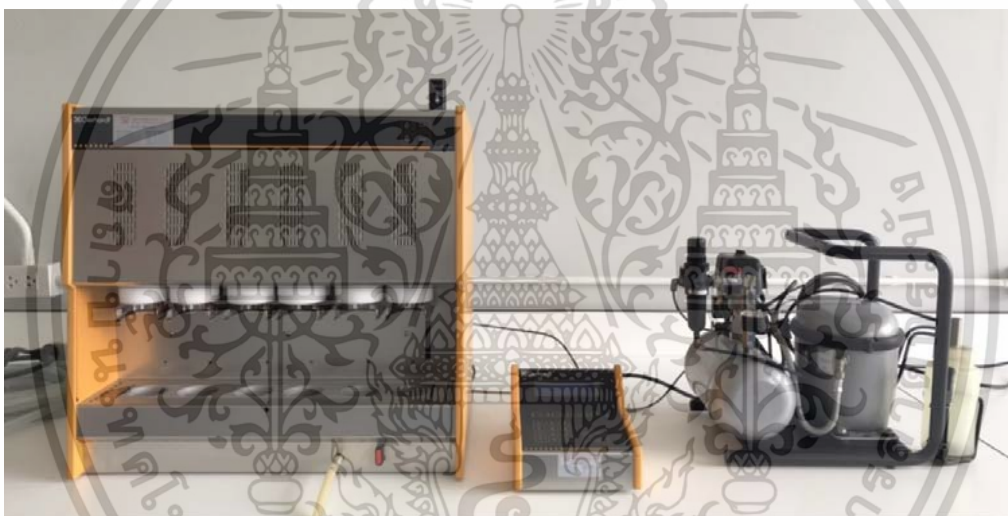
หลอดใส่ตัวอย่าง (Extraction thimble)

Hot plate

กระบอกตวง 100 มิลลิลิตร

กระดาษกรอง

เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง



#### สารเคมี

Petroleum ether

#### วิธีการวิเคราะห์

1. นำบีกเกอร์ไขมันไปอบไล่ความชื้นในตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นและบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่อบไล่ความชื้นแล้ว 3-5 กรัม ห่อใส่กระดาษกรองใส่ในทิมเบิล (Thomble) และใส่ในบีกเกอร์ไขมัน
3. เติมสารตัวทำละลายปิโตรเลียม อีเทอร์ ลงในบีกเกอร์ไขมันประมาณ 150 มิลลิลิตร แล้ววางบนเตา
4. ประกอบชุดกลั่นไขมัน พร้อมทั้งหล่ออุปกรณ์ควบแน่นและเปิดสวิทซ์ให้ความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่อครบ 6 ชั่วโมง นำปีกเกอร์ไขมันออกมาให้ความร้อนและระเหยปิโตรเลียม อีเทอร์ด้วยเตาไฟฟ้า (hot plate) ที่อุณหภูมิประมาณ 70-80 องศาเซลเซียส
6. นำไปอบต่อในตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส จนแห้งและทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น
7. ชั่งน้ำหนัก และอบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ จดบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
8. คำนวณหาปริมาณไขมัน

$$\% \text{ Lipid content} = \frac{\text{ผลต่างของปีกเกอร์ไขมันก่อนอบและหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

#### ก-4 การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (ดัดแปลงจากวิธี Direct method AOAC,1995)

##### อุปกรณ์

เตาเผาอุณหภูมิสูง Carbolite England รุ่น CWF11/13/201

ถ้วยครุซีเบิ้ล (Crucible)

โถดูดความชื้น (desiccator)

Hot plate

เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

##### วิธีการวิเคราะห์

1. เเผาถ้วยครุซีเบิ้ลในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง และทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งและจดบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม บันทึกน้ำหนักที่แน่นอนใส่ในถ้วยครุซีเบิ้ล และนำไปเผาที่เตาไฟฟ้า (Hot plate) ในตู้ดูดควันจนกระทั่งควันสีดำหมดไป
3. นำตัวอย่างไปเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสนาน 7 ชั่วโมงหรือจนกว่าตัวอย่างจะเป็นเถ้าสีขาว ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น
4. ชั่งและจดบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
5. คำนวณหาปริมาณเถ้า

$$\% \text{ Ash content} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้าหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

### ก-5 การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรต

ใช้วิธีการคำนวณโดยนำองค์ประกอบอื่นๆ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้าที่คำนวณในรูปร้อยละ หักไปด้วย 100 จะได้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตเป็นร้อยละ

### ก-6 การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ ค่าการดูดกลืนน้ำ(ดัดแปลงจากวิธี Water holding capacity )

#### อุปกรณ์

eppendorf centrifuge 5804 r  
หัวหมุนแบบคงที่ (fixed angle rotor)  
หลอดปั่น

#### วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักหลอดเปล่าสำหรับปั่นเหวี่ยง และชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 3 กรัมใส่ในหลอดปั่นเหวี่ยง จดบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
2. เติมน้ำอุณหภูมิห้อง 30 มิลลิลิตร ลงไปในหลอด ปิดฝา และเขย่า จากนั้นตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที
3. นำหลอดปั่นเหวี่ยงเรียงใส่ rotor ภายในเครื่อง จากนั้นปิดฝาเครื่อง ตั้งความเร็วรอบที่ 3000 g เป็นเวลา 25 นาที และกดปุ่มเริ่มทำงาน
4. เมื่อครบเวลาที่กำหนด นำหลอดปั่นเหวี่ยงออกจากเครื่อง เทน้ำส่วนใสด้านบนทิ้งเหลือไว้แต่ส่วนของตะกอน และจึงนำไปชั่ง จดบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
5. คำนวณหาค่าการดูดกลืนน้ำ

$$WHC/WHO \text{ (g/g)} = [(W_2 - W_1) / W_0]$$

## ภาคผนวก ข

### การวัดลักษณะเนื้อสัมผัส

#### การวัดความทนทานต่อแรงดึงของวัสดุ (Tension test)

เป็นการวัดค่าแรงดึงสูงสุดที่ทำให้เส้นตัวอย่างขาดออกจากกัน (Peak force) โดยใช้เครื่องมือวัด Texture Analyzer โดยตัวอย่างจะถูกดึงให้ขาดในแนวตั้งใช้หัววัด spaghetti tensile (A/SPR)

การเตรียมตัวอย่าง : โดยใช้วิธีการเตรียมตัวอย่างตามวิธีของ (กุลยา,2557) โดยนำเส้น 50 กรัม ต้มในน้ำเดือดโดยใช้น้ำประมาณ 2000 มิลลิลิตร ตามเวลาในการทดลอง และแช่เส้นในน้ำเย็น 1 นาที ทิ้งให้สะเด็ดน้ำเป็นเวลา 2 นาที นำตัวอย่างไปวัดเนื้อสัมผัส โดยหลังจากการเตรียมตัวอย่างควรวัดเนื้อสัมผัสภายในเวลา 15 นาที

#### การวัดค่าการยึดเกาะที่ผิวหน้า (Adhesiveness)

เป็นการวัดแรงที่ใช้กดลงไปบนเส้นประมาณร้อยละ 90 ของความหนาของเส้น โดยใช้หัววัด p/35 โดยการวางเส้นตัวอย่างเรียงบนฐาน ให้อยู่ตรงกลางให้สัมผัสกับหัววัดอย่างทั่วถึง

การเตรียมตัวอย่าง : โดยใช้วิธีการเตรียมตัวอย่างตามวิธีของ (กุลยา,2557) โดยนำเส้น 50 กรัม ต้มในน้ำเดือดโดยใช้น้ำประมาณ 2000 มิลลิลิตร ตามเวลาในการทดลอง และแช่เส้นในน้ำเย็น 1 นาที ทิ้งให้สะเด็ดน้ำเป็นเวลา 2 นาที นำตัวอย่างไปวัดเนื้อสัมผัส โดยหลังจากการเตรียมตัวอย่างควรวัดเนื้อสัมผัสภายในเวลา 15 นาที

#### วิธีการใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser รุ่น TA-XT)

1. เปิดเครื่องจ่ายสารองไฟ และคอมพิวเตอร์ รวมทั้งเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส
2. คลิกเข้าโปรแกรม Texture Exponent 32
3. เลือก content ที่เป็น Probe and Fixture Gulde ในส่วนของการวัดแรงดึงให้เลือก Fixture แต่ในการวัดความแน่นเนื้อให้เลือก Probe และเลือกหัวที่ใช้ทดสอบ(ศึกษารายละเอียด)
4. ทำการ Load Project เปิด File → New เปิดหน้าต่างที่เป็น Graph และ Result
5. คลิกที่ T.A Calibrate → Calibrate Force → Next ใส่ค่าน้ำหนักตุ้มที่ใช้ Calibrate และวางตุ้มบนเครื่อง Next (ระหว่างนี้อย่าไปกระแทกเครื่อง) เมื่อขึ้น Calibrate finish กด Ok
6. ทำการต่อชุดหัววัดแรงดึง และหัววัดความแน่นเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. คลิกที่ T.A Calibrate → Calibrate Height กำหนดค่า Return Distance ตามแหล่งอ้างอิง Ok เมื่อขึ้น Height Calibrate finish กด Ok
8. ทำการ T.A.Setting → Advanced option (on) ตั้งค่าค่าตามแหล่งอ้างอิง (กฤษยา,2557) Update Project

กรณีการวัดความทนทานต่อแรงดึง

Mode	Measure Force in Tension
Option	Return to Start
Pre-Test Speed	3.0 mm/s
Test Speed	3.0 mm/s
Post-Test Speed	5.0 mm/s
Distance	80/mm
Trigger Type	Auto-5g
Data Acquisition Rate	200pps

กรณีการวัดความแน่นเนื้อ

Mode	Measure Force in Tension
Option	Return to Start
Pre-Test Speed	10.0 mm/s
Test Speed	10.0 mm/s
Post-Test Speed	10.0 mm/s
Distance	90%
Trigger Type	Auto-10g
Data Acquisition Rate	200pps

9. T.A. → Run a test ตั้งชื่อไฟล์และใส่ตัวอย่างใน probe เลือก Auto save เพื่อให้ข้อมูลถูกบันทึกโดยอัตโนมัติ Run a test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. เมื่อการวัดตัวอย่างสิ้นสุดลงเปลี่ยนตัวอย่าง และทำซ้ำข้อ 9
11. เก็บบันทึกข้อมูลลงในแหล่งที่ต้องการ ถอดหัววัดและทำความสะอาด ปิดโปรแกรม คอมพิวเตอร์ เครื่องวัดเนื้อสัมผัส และเครื่องจ่ายไฟ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค

### การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส

#### แบบการประเมินยอมรับทางประสาทสัมผัส แบบ 9 point hedonic scale

**คำแนะนำ(Instruction):** กรุณาอ่านน้ำทุกครั้งก่อนทดสอบตัวอย่างถัดไป และให้คะแนนตามความชอบในแต่ละคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด (Extremely like)	8 = ชอบมาก (Very much like)	7 = ชอบปานกลาง (Moderately like)
6 = ชอบเล็กน้อย (slightly like)	5 = ไม่สามารถบอกได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ (Neither or dislike)	4 = ไม่ชอบเล็กน้อย (Slightly dislike)
3 = ไม่ชอบปานกลาง (Moderately dislike)	2 = ไม่ชอบมาก (Very much dislike)	1 = ไม่ชอบมากที่สุด (Extremely dislike)

#### คุณลักษณะ

(Attributes)

1.เนื้อสัมผัส (Texture)

2.สี (color)

3.กลิ่นรส (Flavour)

4.รสชาติที่หลงเหลือหลังจากที่รับประทาน

(Aftertaste)

5.ความชอบโดยรวม (Overall)

#### รหัสตัวอย่าง(code)

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

คำแนะนำ (Suggestion)

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นันทน์ภัส สกุลหิรัญรัมย์
วัน เดือน ปี เกิด	21 กรกฎาคม 2540
ประวัติการศึกษา	2556 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษา ณ โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เบญจมราชาลัย 2559 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมปลาย ณ โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เบญจมราชาลัย สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ 2563 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต(วท.บ) คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
ประสบการณ์การทำงาน และผลงานวิจัย	บริษัท ฮานามิฟู้ดส์ จำกัด
ชื่อ-นามสกุล	กาญจนา บุญอยู่คง
วัน เดือน ปี เกิด	25 กรกฎาคม 2540
ประวัติการศึกษา	2556 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษา ณ โรงเรียนปิยะชาติพัฒนา ในพระ ราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี 2559 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมปลาย ณ โรงเรียนปิยะชาติพัฒนา ใน พระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ 2563 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต(วท.บ) คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
ประสบการณ์การทำงาน	บริษัท เน็กซ์แคน อินโนเวชั่น จำกัด บริษัท ฮานามิฟู้ดส์ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้