การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตนจากแป้งลูกเดือย

Product Development of Gluten-Free Khanom Gleeb-Lamduan (Thai Shortbread Cookies) from Job's Tears Flour

ศศิโสม เนียมพลับ

SASISOM NIMEPLUB

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2564

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตนจากแป้งลูกเดือย

Product Development of Gluten-Free Khanom Gleeb-Lamduan (Thai Shortbread Cookies) from Job's Tears Flour

ศศิโสม เนียมพลับ

SASISOM NIMEPLUB

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2564

ลิขสิทธิ์ของมหาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตนจากแป้งลูกเดือย
ชื่อ นามสกุล ศศิโสม เนียมพลับ
ชื่อปริญญา คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)
สาขาวิชา คหกรรมศาสตร์
คณะ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ หนักแน่น)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วไลภรณ์ สุทธา)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

..... รักษาราชการแทน
(นางปิยะธิดา สีหะวัฒนกุล) คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

วันที่ 17 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2565

ชื่อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตนจากแป้งลูกเดือย
ชื่อ นามสกุล ศศิโสม เนียมพลับ
ชื่อปริญญา คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)
สาขาวิชา และคณะ คหกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2564

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมกลีบลำดวน 2) ศึกษาชนิดของแป้งลูกเดือยที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในสูตรขนมกลีบลำดวน 3) ศึกษาปริมาณแซนแทนกัมเสริมในสูตรขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัส และ 4) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ โดยผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน พบว่าสูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวนที่ได้รับการคัดเลือกมีส่วนผสม ได้แก่ แป้งสาลี น้ำมันถั่วเหลือง และ น้ำตาลไอซิ่ง ร้อยละ 55 27.50 และ 17.50 ตามลำดับ ผลการศึกษาชนิดของแป้งลูกเดือยที่เหมาะสมสำหรับใช้ทดแทนแป้งสาลีเพื่อพัฒนาสูตรขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตน พบว่าขนมกลีบลำดวนที่ทำจากแป้งลูกเดือยชนิดโม่แห้งได้รับคะแนนความชอบจากผู้ทดสอบชิมมากกว่าขนมกลีบลำดวนที่ทำจากแป้งลูกเดือยทางการค้า และแป้งลูกเดือยแบบต้ม ($p \leq 0.05$) ผู้ชิมให้คะแนนความชอบขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยที่เสริม แซนแทนกัมเพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสในปริมาณร้อยละ 1 ของปริมาณแป้งลูกเดือย มากกว่าการเสริมร้อยละ 0.5 และร้อยละ 2 โดยขนมกลีบลำดวนที่ได้มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบร่วน) และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.33 7.40 7.86 7.53 7.76 และ 8.10 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของขนมกลีบลำดวนแป้งลูกเดือย 100 กรัม มีโปรตีน 6.75 กรัม ไขมัน 27.46 กรัม ความชื้น 2.64 กรัม คาร์โบไฮเดรต 62.21 กรัม เถ้า 0.94 กรัม และพลังงาน 522.98 กิโลแคลอรี ใกล้เคียงกับขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐานที่ใช้แป้งสาลี แต่มีปริมาณของเถ้าสูงกว่าสูตรพื้นฐาน ด้วยลูกเดือยมีแร่ธาตุหลายชนิดในปริมาณสูง ขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยจึงเป็นขนมเพื่อสุขภาพสำหรับผู้บริโภคทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้บริโภคที่แพ้กลูเตนสามารถรับประทานได้

คำสำคัญ: ขนมกลีบลำดวน, ลูกเดือย, แป้งลูกเดือย, ปราศจากกลูเตน

Thesis Title Product Development of Gluten-Free Khanom Gleeb-Lamduan (Thai Shortbread Cookies) from Job's Tears Flour
Author Sasisom Nimeplub
Degree Master of Home Economics (Home Economics)
Major Program Home Economics
Academic Year 2021

ABSTRACT

The purposes of this study were 1) to study the basic recipe of Khanom Gleeb-Lamduan. 2) To study the types of Job's Tears flour used as a substitute for wheat flour in the recipe of Khanom Gleeb-Lamduan. 3) To study the quantity of supplemented xanthan gum was studied in the recipe of Khanom Gleeb-Lamduan from Job's Tears flour to improve texture. 4) To study the chemical composition of Khanom Gleeb-Lamduan from Job's Tears flour. The results of the sensory quality evaluation with a 9-point Hedonic scale favorability score by 30 taste panelists found that the basic formula of Khanom Gleeb-Lamduan that was selected contained 55% of the ingredients, including wheat flour, soybean oil and icing sugar, 27.50% and 17.50%, respectively. The results of a study on the type of Job's Tears flour suitable for substitute for wheat flour for the development of gluten-free Khanom Gleeb-Lamduan recipe. It was found that Khanom Gleeb-Lamduan made from dried milled job's Tears flour had a higher score on the tasters' favor than that made from commercial milled Job's Tears flour and boiled Job's Tears flour ($p \leq 0.05$). Tasters rated their preference for Khanom Gleeb-Lamduan from Job's Tears flour with added xanthan gum to improve texture characteristics in the amount of 1% of millet flour, preferring it over Khanom Gleeb-Lamduan with Job's Tears flour added at the rate. 0.5% and at a rate of 2%. Khanom Gleeb-Lamduan had average liking scores in terms of appearance, color, smell, taste, texture (crusty), and overall liking was 7.33, 7.40, 7.86, 7.53, 7.76 and 8.10, respectively, which were in moderate to high liking level. The

approximate chemical composition of 100 g of Khanom Gleeb-Lamduan from Job's Tears flour contains 6.75 g of protein, 27.46 g of fat, 2.64 g of moisture, 62.21 g of carbohydrates, 0.94 g of ash, and 522.98 kcal of energy, which is similar to that of the basic recipe of Khanom Gleeb-Lamduan using wheat flour but it has a higher ash content than the basic formula. This is because Job's Tears contains high amounts of many minerals. Khanom Gleeb-Lamduan from Job's Tears flour is therefore a healthy snack for general consumers. In particular, consumers with gluten intolerance can also eat it.

Keywords: Khanom Gleeb-Lamduan, Job's Tears (Adlay Millet), Job's Tears Flour, Gluten-Free

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จไปด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร อาจารย์ทีปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับการจัดทำวิทยานิพนธ์ ขั้นตอนการทดลอง รวมถึงข้อมูลต่าง ๆ จนงานวิจัยเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ หนักแน่น และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วไลภรณ์ สุทธา ที่สละเวลามาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์เปรมระพี อุยมาวีระหิรัญ ที่ได้ให้คำแนะนำขั้นตอนการทดลองสูตร และ ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ ระดับปริญญาโท สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ รุ่นที่ 14 ทุกคนที่ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือที่ดีรวมทั้งให้กำลังใจในการจัดทำวิทยานิพนธ์เสมอมา

ท้ายที่สุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ปกครองที่ให้การสนับสนุนด้านกำลังทรัพย์ และให้กำลังใจมาตลอด หากงานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ ผู้วิจัยขอมอบความดีให้แก่ทุกท่านที่กล่าวถึงและไม่ได้กล่าวถึง และหากงานวิจัยฉบับนี้ผิดพลาดประการใดผู้วิจัยขอน้อมรับไว้ ขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

ศศิโสม เนียมพลับ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(4)
สารบัญ	(5)
สารบัญตาราง	(7)
สารบัญภาพ	(8)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบของเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ขนมกลีบลำดวน	4
2.2 วัตถุดิบในการทำขนมกลีบลำดวน	7
2.3 ลูกเดือย	16
2.4 กลูเตนและโรคแพ้กลูเตน	20
2.5 แซนแทนกัม	22
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	27
3.1 วัสดุอุปกรณ์	27
3.2 วิธีดำเนินการทดลอง	28
3.3 สถานที่ทำการวิจัย	34
บทที่ 4 ผลการวิเคราะข้อมูลและอภิปรายผล	35
4.1 ผลการศึกษาขนมกลีบลำดวน สูตรพื้นฐาน	35
4.2 ผลการศึกษาชนิดของแป้งลูกเดือยที่ใช้ในสูตรขนมกลีบลำดวน	38
4.3 ผลการศึกษาปริมาณการใช้แซนแทนกัมในสูตรขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย	41

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.4 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งลูกเดือยและขนมกลีบลำดวน	44
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	46
5.1 สรุปผล	46
5.2 ข้อเสนอแนะ	47
เอกสารอ้างอิง	48
ภาคผนวก	52
ภาคผนวก ก สูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวน 3 สูตร	53
สูตรขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย	60
สูตรขนมกลีบลำดวนแป้งลูกเดือยเสริมแซนแทนกัม	62
ภาคผนวก ข ขั้นตอนการผลิตแป้งลูกเดือย	64
ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	69
ภาคผนวก ง ใบรายงานผลการทดสอบองค์ประกอบทางเคมี	73
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	77

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบต่างๆของแป้ง	8
2.2 ปริมาณของกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวในโมเลกุลของไตรเอซิลกีเซอรอล ที่มีอยู่ในถั่วเหลือง	15
2.3 คุณค่าทางโภชนาการของลูกเดือยและแป้งลูกเดือย	19
3.1 สูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวน 3 สูตร	29
3.2 ส่วนผสมในสูตรขนมกลีบลำดวนพื้นฐานและสูตรที่ทดแทนแป้งสาลีด้วย แป้งลูกเดือย 3 แบบ	33
4.1 ค่าสีและความชื้นของขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐาน	36
4.2 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกลีบลำดวนสูตรพื้นฐาน	37
4.3 ตารางค่าสีและค่าความชื้นของแป้งลูกเดือยทั้ง 3 ชนิด	38
4.4 ค่าสีและความชื้นของขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยชนิดต่างกัน	39
4.5 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน ที่ใช้แป้งลูกเดือย 3 แบบ	40
4.6 สีและความชื้นของขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยที่ใช้แซนแทนกัม เสริมในสูตรปริมาณต่างกัน	42
4.7 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของขนมกลีบลำดวนที่เสริมแซนแทนกัม ในปริมาณต่างกัน	43
4.8 องค์ประกอบทางเคมีของของแป้งลูกเดือยและขนมกลีบลำดวน	45

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ขนมกลีบลำดวน	5
2.2 แผนภาพกระบวนการผลิตแป้งสาลี	11
2.3 ลูกเดือย	16
3.1 กรรมวิธีการทำขนมกลีบลำดวนสูตรที่ 1	29
3.2 กรรมวิธีการทำขนมกลีบลำดวนสูตรที่ 2	30
3.3 กรรมวิธีการทำขนมกลีบลำดวนสูตรที่ 3	30
3.4 วิธีการโม่แห้งแป้งทางการค้า	31
3.5 วิธีการเตรียมแป้งลูกเดือยแบบต้ม	32
3.6 วิธีการเตรียมแป้งลูกเดือยแบบโม่แห้ง	32
4.1 ขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร	35
4.2 แป้งลูกเดือยทั้ง 3 ชนิด	38
4.3 ผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยชนิดต่างกัน	39
4.4 ผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนที่ใช้แซนแทนกัมที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย	42
ก.1 กรรมวิธีการผลิตขนมกลีบลำดวน สูตรที่ 1	55
ก.2 กรรมวิธีการผลิตขนมกลีบลำดวน สูตรที่ 2	57
ก.3 กรรมวิธีการผลิตขนมกลีบลำดวน สูตรที่ 3	59
ก.4 กรรมวิธีการทำผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย	61
ก.5 กรรมวิธีการทำกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยเสริมแซนแทนกัม	63
ข.1 ขั้นตอนการผลิตแป้งลูกเดือยทางการค้า	65
ข.2 ขั้นตอนการผลิตแป้งลูกเดือยแบบต้ม	66
ข.3 ขั้นตอนการผลิตแป้งลูกเดือยแบบโม่แห้ง	68

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ขนมกลีบลำดวน หรือดอกลำดวน เป็นขนมในงานมงคล ในอดีตจะทำขนมกลีบลำดวนเฉพาะในวังเท่านั้น แต่ปัจจุบันมีการทำขนมชนิดนี้กันอย่างแพร่หลายทั่วไป ขนมกลีบลำดวนเป็นขนมอบของไทย เป็นขนมมงคล รูปลักษณ์คล้ายดอกลำดวน ต้องมี 3 กลีบ เกสรชั้นใน 3 กลีบ มีส่วนประกอบหลัก คือ แป้งสาลี น้ำมันพืช และน้ำตาล กระบวนการขั้นตอนการทำไม่ซับซ้อนหรือยุ่งยากมาก เมื่อผสมส่วนผสมแล้วนำไปอบควันเทียนทำให้มีกลิ่นหอมน่ารับประทาน เนื่องจากขนมกลีบลำดวนมีแป้งสาลีเป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งในแป้งสาลีมีกลูเตนประกอบกับปัจจุบันมีคนแพ้กลูเตนเพิ่มจำนวนมากขึ้น รวมถึงคุณค่าทางโภชนาการในขนมกลีบลำดวนที่มีไม่สูงมาก จึงได้มีการพัฒนาขนมกลีบลำดวนเพื่อให้ตอบสนองกับความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น

ด้วยวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนประกอบหลักในขนมกลีบลำดวน คือ แป้งสาลี ซึ่งมีกลูเตนเป็นองค์ประกอบ กลูเตนเป็นโปรตีนที่พบในข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ และข้าวโอ๊ต ทำให้ผู้บริโภคที่เป็นโรคแพ้กลูเตนรับประทานอาหารที่มีกลูเตนเป็นส่วนผสมไม่ได้ โรคแพ้กลูเตนเป็นโรคที่ระบบภูมิคุ้มกันทำงานผิดปกติ ร่างกายจะผลิตสารแอนติ้บอดี้ออกมาทำลายเนื้อเยื่อของลำไส้เล็ก อาการทั่วไปของโรคนี้ คือ น้ำหนักลด เหนื่อยง่าย มีผื่นคัน จึงมีการศึกษาวิจัยทดลองใช้แป้งจากวัตถุดิบอื่นที่ไม่มีกลูเตนมาทดแทนแป้งสาลีในการทำขนมกลีบลำดวน วัตถุดิบที่ไม่มีกลูเตนเป็นส่วนประกอบ เช่น พืชตระกูลถั่ว พืชที่มีหัว และธัญพืชหลายชนิด เช่น แป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวเจ้า (ธนิษฐา, 2560) แป้งข้าวสังข์หยด (ฐิติมาพร และวิภาวรรณ, 2557) แป้งข้าวกล้อง (นันท์ชนก และคณะ, 2556) ธัญพืชที่น่าสนใจชนิดหนึ่ง คือ ลูกเดือยซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองของคนเอเชียในประเทศไทยถือเป็นพืชเศรษฐกิจเพราะปลูกมากทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นเมล็ดพืชที่มีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว มีเส้นใยอาหารสูงทำให้อิ่มนาน มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีกรดอะมิโนบางชนิดในปริมาณที่สูงเพียงพอต่อความต้องการในแต่ละวัน อุดมไปด้วยวิตามินที่จำเป็นต่อร่างกาย อาทิ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 มีธาตุฟอสฟอรัส แคลเซียม และเหล็กในปริมาณสูง เป็นต้น (สว่าง และคณะ, 2556; พิมพ์เพ็ญ, 2555ก) ลูกเดือย จึงเป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจในการนำมาผลิตเป็นแป้งลูกเดือยแล้วทดแทนแป้งสาลีในขนมกลีบลำดวนเพื่อเป็นทางเลือกให้แก่ผู้แพ้กลูเตน เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ และเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ เนื่องจากแป้งลูกเดือยเป็นแป้งที่ปราศจากกลูเตน ดังนั้นส่วนผสมของแป้งสำหรับทำ

ขนมกลีบลำดวนที่ได้จึงมีลักษณะเกาะตัวรวมกันน้อย เนื้อค่อนข้างหยาบไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้ขึ้นรูปเป็นขนมกลีบลำดวนค่อนข้างยาก รูปกลีบไม่คมชัด เมื่อนำขนมไปอบจะมีโอกาสเปราะ ร่วน แตกหักง่าย ผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ใช้แป้งปราศจากกลูเตนจึงมักเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ เช่น แซนแทนกัม เพื่อช่วยในการให้แป้งปราศจากกลูเตนจับตัวกันเพื่อให้ขึ้นรูปได้ง่าย ไม่แตกหัก

ดังนั้นผู้ศึกษาจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยนำแป้งลูกเดือยทดแทนแป้งสาลีในขนมกลีบลำดวน โดยศึกษาสูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวน ศึกษาชนิดของแป้งลูกเดือยที่นำมาใช้ผลิตขนมกลีบลำดวนเพื่อพัฒนาเป็นขนมกลีบลำดวยปราศจากกลูเตน ศึกษาปริมาณแซนแทนกัมที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย และศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาการของขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย เพื่อพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยเป็นขนมเพื่อสุขภาพสำหรับผู้บริโภคทั่วไปและเหมาะสมสำหรับผู้บริโภคที่แพ้กลูเตนให้สามารถรับประทานได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวน

1.2.2 เพื่อศึกษาชนิดของแป้งลูกเดือยที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในสูตรขนมกลีบลำดวน

1.2.3 เพื่อศึกษาปริมาณแซนแทนกัมเสริมในสูตรขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัส

1.2.4 เพื่อศึกษาศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ตัวแปรที่ศึกษา

1.3.1.1 ตัวแปรต้น

1) สูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวน 3 สูตร

2) สูตรขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย 3 ชนิด (แป้งลูกเดือยทางการค้า ลูกเดือยแบบต้ม และลูกเดือยแบบโม่แห้ง) โดยดัแปลงใช้แป้งลูกเดือยทดแทนแป้งสาลีทั้งหมดในสูตรสูตรพื้นฐาน

3) ปริมาณแซนแทนกัมที่ใช้เสริมในสูตรขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย

1.3.1.2 ตัวแปรตาม

1) ผลการทดสอบค่าสี ค่าความชื้น ผลทดสอบชิม

2) องค์ประกอบทางเคมีของขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น คาร์โบไฮเดรต เถ้า และค่าพลังงาน

1.3.2 ขอบเขตของวัตถุดิบ

1) ลูกเดือยที่ใช้เป็นวัตุดิบในการผลิต คือ ลูกเดือยพันธุ์ข้าวเหนียว (ตราไร่ทิพย์)

2) น้ำมันถั่วเหลือง ตรา องุ่น

1.3.3 ขอบเขตของกลุ่มตัวอย่าง

- ใช้ผู้ทดสอบชิมเพื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เป็นนักศึกษา สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 30 คน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 แนวทางการใช้ประโยชน์จากลูกเดือยเป็นวัตถุดิบสำหรับขนมอบปราศจากกลูเตน

1.4.2 แนวทางการผลิตขนมกลีบลำดวนสำหรับผู้บริโภคที่แพ้กลูเตนโดยใช้แป้งลูกเดือยไปต่อยอดจำหน่ายเพิ่มรายได้ และส่งเสริมการพัฒนาขนมไทยเพื่อสุขภาพ

1.4.3 สามารถเผยแพร่ในรูปแบบบทความวิจัย เพื่อที่จะให้ความรู้แก่ผู้ที่สนใจในเรื่องการพัฒนาสูตรขนมไทยเพื่อสุขภาพ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตนจากแป้งลูกเดือย ผู้ศึกษาได้ศึกษาทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและนำเสนอหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 ขนมกลีบลำดวน

2.2 วัตถุดิบในการทำขนมกลีบลำดวน

2.3 ลูกเดือย

2.4 กลูเตนและโรคแพ้กลูเตน

2.5 แซนแทนกัม

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ขนมกลีบลำดวน

2.1.1 ความรู้เกี่ยวกับขนมไทย

ขนมไทย คือ ขนมที่มีส่วนประกอบหลัก 3 อย่างคือ แป้ง น้ำตาล และมะพร้าว มาปรุงแต่งให้เกิดเป็นขนมไทยชนิดต่าง ๆ หลายประเภท แต่ละประเภทมีชื่อและความหมายที่ดีเป็นสิริมงคลแตกต่างกันออกไป (รัมภา, 2552) ส่วน อภิญญา (2547) ได้ให้ความหมายของขนมไทย คือ ของกินที่ไม่ใช่กับข้าว มักปรุงด้วยแป้งหรือข้าวกับกะทิหรือน้ำตาล

ขนมหวานไทยจะมีความหวานนำ หรือมีความหวานจนรู้สึกในลิ้นของผู้บริโภค การทำขนมไทยต้องศึกษาฝึกฝน ต้องมีศิลปะ ความเชี่ยวชาญ ขนมไทยแท้ ๆ ต้องมีกลิ่นหอม หวาน มัน มีความประณีต รัมภา (2552) ได้แบ่งขนมไทยเป็นชนิดต่าง ๆ ได้ตามลักษณะของเครื่องปรุง ลักษณะกรรมวิธีในการทำ คือ

2.1.1.1 ประเภทไข่ เช่น ฝอยทอง ทองหยิบ ทองหยอด เสน่ห์จันทน์ เป็นต้น

2.1.1.2 ประเภทนึ่ง เช่น ขนมชั้น ขนมสาลี่ ขนมน้ำดอกไม้ เป็นต้น

2.1.1.3 ประเภทต้ม เช่น ขนมต้มแดง ขนมต้มขาว มันต้มน้ำตาล เป็นต้น

2.1.1.4 ประเภทกวน เช่น เปียกปูน ซ่าหริ่ม เป็นต้น

2.1.1.5 ประเภทอบและผิง เช่น ขนมดอกลำดวน ขนมผิง ขนมบ้าบิ่น เป็นต้น

2.1.1.6 ประเภททอด เช่น ขนมกง ขนมลา ขนมฝักบัว เป็นต้น

2.1.1.7 ประเภทปิ้ง เช่น ขนมจาก ขนมข้าวเหนียวปิ้ง เป็นต้น

2.1.1.8 ประเภทเชื่อม เช่น กล้วยเชื่อม มันเชื่อม เป็นต้น

2.1.1.9 ประเภทฉาบ เช่น กล้วยฉาบ เผือกฉาบ มันฉาบ เป็นต้น

2.1.1.10 ประเภทน้ำกะทิ เช่น เผือกน้ำกะทิ ลอดช่องน้ำกะทิ เป็นต้น

2.1.1.11 ประเภทน้ำเชื่อม เช่น ผลไม้ลอยแก้ว วุ้นน้ำเชื่อม เป็นต้น

2.1.1.12 ประเภทบวช เช่น เผือกแกงบวด กล้วยบวชชี เป็นต้น

2.1.1.13 ประเภทแช่อิ่ม เช่น มะม่วงแช่อิ่ม มะเขือเทศแช่อิ่ม

2.1.2 ประวัติความเป็นมาของขนมกลีบลำดวน

ขนมกลีบลำดวนเป็นขนมไทยโบราณ เป็นขนมมงคลชนิดหนึ่งที่ทำมาจากแป้งสาลี น้ำตาล และน้ำมัน ผ่านการอบควันเทียนเพื่อเพิ่มกลิ่นหอมเฉพาะตัว นิยมใช้ในงานแต่งงาน เนื่องจากความหมายของขนมชนิดนี้ คือ ชื่อสียงขจรขจายไปไกลและสร้างความงดงามให้กับชีวิต และสร้างความงดงามให้กับชีวิตคู่ เนื่องด้วยเอกลักษณ์ของขนมกลีบลำดวนที่มีกลีบดอก 3 กลีบประสานติดกัน ปั้นเกสร วางไว้ตรงกลางทำให้ขนมดูงดงามเหมือนดั่งดอกลำดวน ขนมกลีบลำดวนสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน เหมาะสำหรับการเก็บไว้รับประทานหรือเป็นของฝาก มีกลิ่นรสหอมหวานกลมกล่อม รูปร่างสวยงามเลียนแบบดอกลำดวนตามธรรมชาติ (ฐิติมาพร, 2557)

ภาพที่ 2.1 ขนมกลีบลำดวน

ที่มา : Nara Srisuwan (นามแฝง, 2562)

2.1.3 วิธีทำขนมกลีบลำดวน

2.1.3.1 ผสมแป้งสาลี น้ำตาล เข้าด้วยกัน ร่อนแป้ง 2-3 ครั้ง ใส่น้ำมันลงไปทีละน้อย ผสมให้เข้ากันดี

2.1.3.2 ปั้นแป้งให้เป็นก้อนกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง ¾ นิ้ว แล้วผ่าเป็น 4 ส่วนชิ้นเท่ากัน นำแป้ง 3 ชิ้นวางให้ปลายชนกัน วางใส่ถาดอบที่ไม่ทาไขมัน ที่เหลืออีก 1 ชิ้น ให้ปั้นเป็นก้อนกลม วางตรงกลางดอกเป็นเกสร ใช้ปลายมีดทำเป็นแฉกเล็ก ๆ

2.1.3.3 นำเข้าเตาอบที่ตั้งอุณหภูมิไว้ 150 องศาเซลเซียส อบนาน 15 นาที จนสุกเป็นสีขาวนวล นำออกจากเตาอบ ทิ้งไว้ให้เย็น

2.1.3.4 แซะขนมกลีบลำดวนออกจากถาด วางบนตะแกรง ปล่อยให้เย็นสนิท ไปอบด้วยควันเทียนให้มีกลิ่นหอม เก็บใส่ภาชนะที่มีฝาปิดสนิท

2.1.4 การอบขนมกลีบลำดวน

ในการอบอาหารนั้น อาหารจะได้รับความร้อนจากการแผ่รังสี ความร้อนจากผนังเครื่องอบจะนำความร้อนจากอากาศที่หมุนเวียน และความร้อนผ่านอากาศที่มีอาหารวางอยู่ ความร้อนส่วนใหญ่จะถ่ายเทไปยังอาหารโดยการนำความร้อน แม้ว่าจะเกิดการพาความร้อนในช่วงแรกของการให้ความร้อนสำหรับขนมอบ อาหารจะดูดซับรังสีอินฟราเรด และเปลี่ยนเป็นความร้อนโดยการกระทำภายในโมเลกุลของอาหาร ส่วนการถ่ายเทความร้อนของอากาศ ก๊าซอื่น ๆ และไอน้ำจะเกิดขึ้นโดยการพาความร้อนและเปลี่ยนแปลงเป็นการนำความร้อนที่ผิวหน้าของอาหาร การเคลื่อนที่ของไอน้ำจากอาหาร ความเร็วของอากาศ และคุณสมบัติเฉพาะผิวหน้าของอาหารจะเป็นตัวกำหนดการเปลี่ยนแปลงของอาหารอบ

การนำความร้อนผ่านจานอบ ซึ่งสัมผัสกับแหล่งให้ความร้อนในตู้อบ (Oven Heat) หรือสายสะพาน เพื่อเพิ่มความแตกต่างของอุณหภูมิที่ด้านล่างของอาหารและทำให้เกิดอัตราการอบที่แตกต่างกัน อาหารที่มีการนำความร้อนต่ำทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนที่มีผลมากต่อเวลาในการอบ ขนาดของชิ้นอาหารเป็นตัวกำหนดระยะทางที่ความร้อนต้องเคลื่อนที่จากผิวอาหารเข้าสู่ใจกลางอาหารเพื่อให้การอบเป็นไปทั่วถึงเพียงพอ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหารจากการอบ (วิไล, 2549)

ลักษณะเนื้อสัมผัส ลักษณะเฉพาะของขนมอบ ได้แก่ การเกิดเปลือกแข็ง ซึ่งช่วยรักษาความชื้นในอาหาร เมื่อเนื้ออาหารได้รับความร้อนและกระจายอยู่ในสภาพน้ำมัน ในอาหาร กลิ่นที่ได้จากการอบเป็นลักษณะเฉพาะด้านประสาทสัมผัสที่สำคัญของอาหารอบ การได้รับความร้อนสูงของผิวอาหารทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลและกรดอะมิโน มีการศึกษา รายละเอียดทางเคมีของปฏิกิริยาเมลลาร์ดมาแล้ว อุณหภูมิสูงและ ความชื้นต่ำ ในชั้นผิวของอาหารทำให้น้ำตาลกลายเป็นคาราเมล กรดไขมันเกิดการออกซิเดชั่นและเปลี่ยนเป็นแอลดีไฮด์ แลคโตน คีโตน แอลกอฮอล์ และ

เอสเตอร์ได้ ปฏิกิริยาเมลลาร์ดทำให้เกิดกลิ่นต่าง ๆ เนื่องจากการรวมตัวเมื่อได้รับความร้อนร่วมกับน้ำตาลเปลี่ยนเป็นแอลดีไฮด์เฉพาะอย่างขึ้น กลิ่นที่ได้แตกต่างกันแล้วแต่ละชนิดของน้ำตาลและสภาวะการให้ความร้อน (วิไล, 2549) และเกิดกระบวนการเดกซ์ทริไนเซชัน (Dextrinization) ซึ่งเป็นการให้ความร้อนกับแป้งที่แห้งในสภาวะที่มีกรดเกลือหรือกรดกำมะถัน เกิดการไฮโดรไลซ์โมเลกุลแป้งทำให้มีขนาดเล็กลงเป็นเดกซ์ทริน ซึ่งเดกซ์ทรินจะมีสีน้ำตาลและของแข็งอื่นๆ ที่ละลายได้ในน้ำเย็น (นภัสชล, 2547)

2.2 วัตถุดิบในการทำขนมกลีบลำดวน

2.2.1 แป้งสาลี

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด ไม่มีแป้งชนิดอื่นใช้แทนแป้งสาลีได้ ทั้งนี้เพราะแป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิด ที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมคือ กลูเตนินและไกลอะดิน (Glutenin & Gliadin) ซึ่งเมื่อแป้งผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งเรียกว่า “กลูเตน” (gluten) มีลักษณะเป็นยาง เหนียว ยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิดโครงร่างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ และจะเป็นโครงร่างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ

2.2.1.1 ประเภทของแป้งสาลี

ข้าวสาลีที่นำมาโม่เป็นแป้งสาลีนั้น แบ่งเป็น 2 ประเภทตามความแข็งและสีของเมล็ดจัดเป็นข้าวสาลีชนิดแข็ง (Hard wheat) กับข้าวสาลีชนิดอ่อน (Soft wheat)

1) ข้าวสาลีชนิดแข็ง เมื่อนำมาโม่จะได้แป้งสาลีชนิดแข็ง ซึ่งเป็นแป้งที่มีโปรตีนสูง เหมาะสำหรับใช้ในการทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปัง แป้งชนิดนี้มีโปรตีนที่มีคุณภาพดี สามารถนวดผสมให้ได้ก้อนแป้งที่มีความยืดหยุ่นดี ทนต่อสภาพการผสม การหมัก อุณหภูมิของห้องและของเครื่องผสม มีคุณสมบัติในการอุ้มก๊าซที่ดี ซึ่งจะเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาตรดีด้วย มีรูและเนื้อสัมผัสที่ดี ก้อนโดที่ทำจากส่วนผสมของแป้งสาลีชนิดแข็งจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้สูง

2) ข้าวสาลีชนิดอ่อน เมื่อนำมาโม่ก็จะได้แป้งสาลีชนิดอ่อนซึ่งมีโปรตีนต่ำ แป้งจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้ต่ำกว่าแป้งชนิดแข็ง มีความทนทานต่อการผสมและการหมักที่ต่ำ ไม่เหมาะที่จะใช้ทำขนมปังเพราะไม่สามารถนวดผสมให้เป็นก้อนโดได้ แต่เหมาะสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนมเค้ก และคุกกี้

2.2.1.2 ชนิดของแป้งสาลี

แป้งสาลีที่ผลิตออกมาขายเพื่อทำการผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้นมี 3 ชนิดคือ แป้งขนมปัง แป้งเค้ก และแป้งเอนกประสงค์ ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและคุณลักษณะ รวมถึงการใช้ประโยชน์ต่างกันคือ

1) แป้งขนมปัง มีโปรตีนสูง ร้อยละ 12-14 โม่จากข้าวสาลีชนิดแข็งพวก Hard Red Spring หรือ Hard Red Winter ซึ่งเป็นข้าวสาลีที่มีโปรตีนสูง ใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนมปังจืด ขนมปังหวาน และผลิตภัณฑ์ที่ใช้หมักด้วยยีสต์ทุกชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้คือจะรู้สึกระคายมือคล้ายมีกรวด หรือหยาบเหมือนทราย มีสีครีม ไม่ขาว เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะไม่เกาะตัวกัน แป้งชนิดนี้ใช้ยีสต์เป็นตัวทำให้ขึ้นฟู เพราะยีสต์เท่านั้นที่จะทำให้ก้อนโดพองตัวได้

2) แป้งเอนกประสงค์ มีโปรตีนสูงปานกลางร้อยละ 10-11 เป็นแป้งที่ได้จากผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้ากับเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสม การทำผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น ขนมปังจืดและหวาน ขนมเค้กบางชนิด ปาท่องโก๋ บะหมี่ เพสตรี ใช้ในการนวดแป้งน้อยกว่าขนมปัง ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกัน สารที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้สามารถใช้ได้ทั้งยีสต์และผงฟู

3) แป้งเค้ก มีโปรตีนประมาณร้อยละ 7-9 โม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อนพวก Soft Wheat และ Soft Red Winter ใช้ทำเค้ก คุกกี้ เมื่อถูแป้งด้วยนิ้วมือจะรู้สึกอ่อนนุ่มเนียนละเอียด มีสีขาวกว่าแป้ง 2 ชนิดแรก เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะเกาะรวมกันเป็นก้อนและคงรอยนิ้วมือไว้ แป้งชนิดนี้ใช้สารเคมีช่วยทำให้ขึ้นฟูเท่านั้น ไม่ใช่ยีสต์ ซึ่งสารเคมีก็ได้แก่ ผงฟู โซดา เป็นต้น

2.2.1.3 องค์ประกอบของแป้งสาลี

แป้งสาลีที่ได้จากการโม่โดยแยกส่วนของแป้งในเอนโดสเปอร์มออกมาแล้วจะประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ โดยเฉลี่ยดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบต่าง ๆ ของแป้งสาลี

สารอาหาร	ร้อยละ
คาร์โบไฮเดรต	70
โปรตีน	11.5
น้ำตาล	1
ความชื้น	15
แร่ธาตุ(เถ้า)	0.4
ไขมัน	1
อื่นๆ	2

ที่มา: จิตธนา และอรอนงค์ (2549)

แป้งสาลีมีคุณสมบัติเฉพาะที่ไม่เหมือนแป้งชนิดอื่น คือ มีโปรตีนซึ่งเมื่อผสมกับน้ำหรือของเหลวบางชนิดแล้วจะได้กลูเตน ซึ่งเป็นสารที่ลักษณะเหนียว เป็นยาง และยืดหยุ่นได้ กลูเตนเป็นไกลโคโปรตีนที่พบในส่วนที่เป็นเอนโดสเปอร์มของธัญพืช (cereal grain) บางชนิด เช่น ข้าวสาลี (wheat) ข้าวบาร์เลย์ และข้าวโพดเกิดจากการรวมตัวของโปรตีน (protein) กลูเตนิน (glutenin) และไกลอะดิน (gliadin) ในสัดส่วนเท่าๆ กัน โดยจะสร้างพันธะไดซัลไฟด์ (disulfide bond) ทำให้กลูเตนมีลักษณะเหนียวและยืดหยุ่น ไม่ละลายในน้ำ กลูเตนที่มีอยู่ในแป้งมีความยืดหยุ่น และความสามารถในการขยายตัว ทั้งคุณภาพและปริมาณของกลูเตนนั้นเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางฟิสิกส์ของโด ซึ่งเป็นที่สำคัญที่สุดสำการทำขนมอบ กลูเตนจะเป็นตัวเก็บก๊าซที่เกิดขึ้นในก้อนแป้งผสม และมีโครงร่างที่มีลักษณะเป็นฟองน้ำของผลิตภัณฑ์เมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ นอกจากโปรตีนและกลูเตนซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของแป้งสาลีแล้ว ในแป้งสาลีมีเอนไซม์ที่สำคัญคือ บีตา-อะมิเลส (β-amylase) และแอลฟา-อะมิเลส (α-amylase) เอนไซด์เหล่านี้เหมาะสำหรับการทำขนมปัง โดยบีตา-อะมิเลสจะทำการย่อยเดกซ์ทริน (dexdrin) และสารละลายสตาร์ชส่วนหนึ่งให้เป็นน้ำตาลมอลโทส ซึ่งเป็นน้ำตาลที่จำเป็นสำหรับยีสต์ในการนำไปใช้เป็นอาหารในระหว่างการหมัก เอนไซด์ชนิดนี้ไม่ทนความร้อน การทำงานจะเกิดขึ้นในระหว่างขั้นตอนของการหมักแอลฟา-อะมิเลส จะทำการย่อยสารละลายสตาร์ชให้เป็นเดกซ์ทรินในระหว่างกระบวนการหมัก การทำงานของเอนไซด์ชนิดนี้มีไม่มากนัก แต่จะทนความร้อนได้สูงถึง 70-75องศาเซลเซียส และจุดนี้เองแอลฟา-อะมิเลส จะเริ่มทำงานหรืออาจกล่าวได้ว่า การทำงานของแอลฟา-อะมิเลสจะเพิ่มขึ้นในแรก ๆ ของการอบ และผลิตภัณฑ์จะดีหรือไม่ย่อมขึ้นอยู่กับการทำงานและปริมาณของเอนไซด์ชนิดนี้ (จิตธนา และอรอนงค์, 2549

2.2.1.4 การผลิตแป้งสาลี

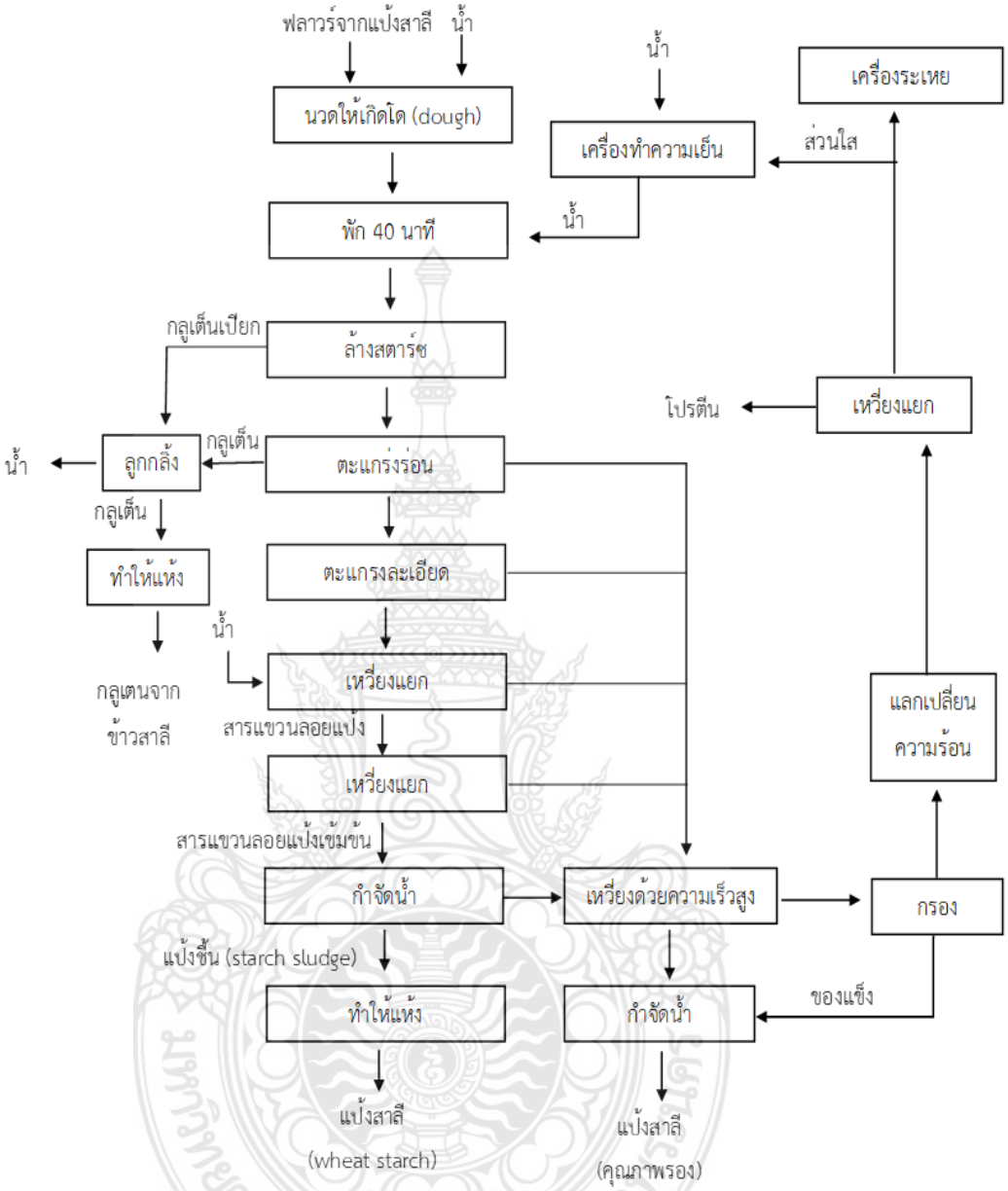
ฟลาวร์ (Flour) หมายถึง ผลิตภัณฑ์แป้งที่ผลิตจากเมล็ด หรือส่วนอื่นที่ใช้บริโภคได้ ผลิตได้จากข้าวหลายสายพันธุ์ เช่น ข้าวจ้าว ข้าวเหนียว ข้าวสาลี โดยนำวัตถุดิบมาสี โม่ บด หรือตีเป็นผงละเอียด แล้วร่อน ดังนั้นฟลาวร์ จึงประกอบด้วยสารอาหารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในวัตถุดิบเดิมทั้งหมด คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใย และแร่ธาตุ ส่วนสตาร์ช (Starch) หมายถึงผลิตภัณฑ์แป้งที่เป็นโฮโมโพลีแซคคาไรด์ชนิดหนึ่งพบมากในพืช เป็นโพลีเมอร์ของน้ำตาลกลูโคส เป็นแป้งที่ไม่มีส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น แร่ธาตุ (อุทัยวรรณ, 2555)

กระบวนการผลิตแป้งสาลี (wheat starch) โดยวิธี Martin process เริ่มด้วยผสม ฟลาวร์จากข้าวสาลี (wheat flour) กับน้ำ ในอัตราส่วน 1 : 0.65 โดยน้ำหนัก ผสมให้เข้ากัน แล้วนวดให้เกิดโด (dough) น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำทีมีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และมีเกลือแร่ปนอยู่ด้วย เนื่องจากการใช้น้ำอ่อน (soft water) จะทำให้โดเละ ไม่เป็นก้อน หลังจากนั้นพักโดไว้ประมาณ 40 นาที และผ่านไปยังเครื่องสกัด (extraction vessel) ใช้น้ำเย็นล้างสตาร์ออกจากกลูเตน กลูเตนที่เหลืออยู่ด้านล่างของ vessel มีน้ำประมาณ ร้อยละ 70 นำมาผ่านลูกกลิ้ง เพื่อกำจัดน้ำส่วน

หนึ่งออกแล้วทำให้แห้ง สับให้เป็นเม็ดเล็กๆ บรรจุถุง ได้เป็นกลูเต็นสีน้ำตาลอ่อน มีความชื้น ร้อยละ 10 และมีโปรตีนร้อยละ 70-80 ของน้ำหนักแห้ง

น้ำแป้ง (Starch slurry) ที่แยกได้จากเครื่องสกัด (extraction vessel) มีแป้งอยู่ร้อยละ 7-9 จะมีส่วนของโปรตีนขนาดเล็กติดอยู่ นำมาผ่านตะแกรง เพื่อแยกกลูเตนออก แล้วผ่านสารละลายแป้งที่เหลือมายัง D.S.M screen เพื่อแยกอนุภาคขนาดเล็กออก แป้ง (starch) ที่ได้จะนำมาล้างทำให้เข้มข้น และแยกโปรตีนที่ติดอยู่ออก โดยจะทำเป็นขั้นตอนต่อเนื่องกันเป็นลำดับ ได้สารละลายแป้งที่มีแป้ง ร้อยละ 30 นำมากำจัดด้วยเครื่องเหวี่ยง (centrifuge) ได้แป้งที่มีความชื้นร้อยละ 40 แล้วทำให้แห้งได้แป้งสีขาวมีความชื้นร้อยละ 12 โปรตีนร้อยละ 0.2 ในการแยกแต่ละขั้นตอนจะมีส่วนของแป้งและโปรตีนติดออกมา จึงนำส่วนที่แยกออกมานี้มาสกัดแป้งในครั้งต่อไปด้วย

ส่วนที่เหลือจากการเหวี่ยงแยกแต่ละครั้งจะนำมาสกัดแป้งอีกครั้ง กำจัดน้ำและทำให้แห้งได้แป้งที่มีคุณภาพรองลงมา สำหรับของเหลวที่เหลือจากการสกัดแป้งในขั้นที่ 2 นี้จะนำมากรอง ให้ความร้อนเพื่อแยกโปรตีนออก แล้วนำส่วนหนึ่งกลับไปใช้ในกระบวนการสกัดแป้งใหม่ ส่วนที่เหลือนำมาระเหยให้ได้ตะกอนที่เข้มข้น นำไปใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2550)



ภาพที่ 2.2 แผนภาพกระบวนการผลิตแป้งสาลี

ที่มา: กล้าณรงค์ และเกื้อกูล (2550)

2.2.2 น้ำตาล

น้ำตาลโดยทั่วไป หมายถึง สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีรสหวานและให้พลังงานแก่ร่างกาย ในทางเคมีสามารถแบ่งน้ำตาลตามโครงสร้างออกเป็นสองประเภทใหญ่ ๆ คือ น้ำตาลชั้นเดียว (Monosaccharide) เช่น น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุกโตส กาแลคโตส เป็นต้น และน้ำตาลหลายชั้น (Oligosaccharide) ที่รู้จักกันคือ น้ำตาลทรายหรือซูโครส (Sucrose) จัดเป็นน้ำตาลหลายชั้น เพราะประกอบด้วย น้ำตาลกลูโคสกับฟรุกโตส พืชจะสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารตามธรรมชาติ หน่วยสุดท้ายของการสังเคราะห์สารที่ได้คือ น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลกลูโคสนี้จะถูกเก็บสะสมอยู่ในรูปแบบแป้ง แต่มีพืชหลายชนิด เช่น อ้อย มะพร้าว น้ำตาลโตนด พืชหัว เช่น ผักกาดหวาน ที่มีหน่วยย่อยพิเศษสามารถเปลี่ยนส่วนหนึ่งเป็นน้ำตาลซูโคสได้ เมื่อนำส่วนต่าง ๆ ของพืชที่ผลิตน้ำตาลซูโคสเหล่านี้มาสกัดสารละลายน้ำตาลออกและทำการต้มเคี่ยว เมื่อปล่อยให้เย็นจะได้ก้อนน้ำตาลในลักษณะต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาสกัดน้ำตาล น้ำตาลที่ได้โดยวีนี้เรียกว่า น้ำตาลพื้นบ้าน ชนิดของน้ำตาลที่ใช้ในการประกอบอาหารมีหลากหลายลักษณะความสำคัญของน้ำตาลกับขนมหวาน คือ ทำให้อาหารมีรสชาติหวาน เช่น เพิ่มความอร่อย ทำให้แป้งนุ่ม อาหารใสขึ้น ตกแต่งให้อาหารสวยงาม เคลือบไม่ให้อาหารแห้ง ทำให้อาหารมีสีสวยมีกลิ่นหอม (อบเชย และขนิษฐา, 2558)

2.2.2.1 คุณสมบัติสำคัญของน้ำตาลที่มีผลต่อลักษณะของขนม

1) กระบวนการไฮโดรไลซีส ซึ่งเกิดจากเอนไซม์หรือกรดทำการย่อยสลายน้ำตาล โดยมีน้ำเป็นปัจจัยสำคัญทำให้น้ำตาลสองชั้นกลายเป็นน้ำตาลชั้นเดียว

2) การละลาย น้ำตาลจะละลายในน้ำได้มากขึ้นเมื่อมีความร้อนเพิ่มขึ้น น้ำตาลฟรักโทสละลายได้มากกว่าซูโครสที่อุณภูมิเดียวกัน เมื่อน้ำตาลต้มในปริมาณต่างกันจะมีผลทำให้จุดเดือดของน้ำเชื่อมเปลี่ยนไป ถ้าน้ำตาลมีความเข้มข้นมากขึ้นจุดเดือดจะสูงขึ้นตาม

3) การเกิดสีน้ำตาล เมื่อน้ำตาลได้รับความร้อนเกินจุดหลอมเหลวของน้ำตาล คือ 160 องศาเซลเซียส จะมีผลให้โครงสร้างของน้ำตาลเปลี่ยนไปได้สารใหม่ เรียกว่า คาราเมล (Caramels) มีกลิ่นรสเฉพาะกลิ่นน้ำตาลไหม้และทำให้เกิดสีน้ำตาล โดยน้ำตาลฟรักโทส มอลโตส และเดกซ์โทรส จะมีความไวต่อความร้อนและเปลี่ยนความร้อนได้ไวกว่าน้ำตาลแล็กโทสและซูโครสเปลี่ยนแปลงช้าสุด (จิตธนา และอรอนงค์, 2549)

น้ำตาลไอซิ่ง (Icing or confectionery sugar) เป็นน้ำตาลที่ผ่านการบดละเอียดลักษณะคล้ายแป้ง (Powder Form) มีส่วนผสมของแป้งข้าวโพด (Corn starch) ประมาณร้อยละ 3 ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นสารป้องกันการจับตัวกันเป็นก้อนของผงในน้ำตาล (Anti-caking agent) น้ำตาลไอซิ่ง เป็นหนึ่งในวัตถุดิบสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรรี่ มีลักษณะเฉพาะ ในการใช้งานกล่าวคือ น้ำตาลไอซิ่งซึ่งจะแตกต่างจากน้ำตาลทราย จะอยู่ในรูปของผลึก (Crystal form) จะละลายได้ไม่ดีนัก ต้องใช้เวลา

พลังงาน และความพยายามในการทำละลายที่มากกว่า เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ประเภท ครีมตกแต่งหน้าเค้ก เค้กชนิดต่าง ๆ และตุ๊กตาไอซิ่ง (จิตธนา และ อรนงค์, 2549)

2.2.2.3 คุณค่าทางโภชนาการ

น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงาน เนื่องจากน้ำตาลทรายมีสีขาวบริสุทธิ์ถึงร้อยละ 99.5 ซึ่งสามารถคำนวณพลังงานของน้ำตาลทรายได้โดยคิดน้ำตาลทราย 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี่ นอกเหนือจากพลังงานแล้วน้ำตาลทรายขาวไม่ให้สารอาหารอื่นเลย

2.2.2.4 หน้าที่ของน้ำตาล

1) เพิ่มรสชาติให้กับอาหารให้มีรสหวาน
2) เป็นอาหารของยีสต์ ช่วยให้แป้งนุ่ม
3) ทำให้อาหารมีสีน้ำตาลไหม้ ทำให้เกิดกลิ่นหอม
4) ช่วยให้การตีครีมและตีไข่ให้มีความคงตัวมากขึ้น
5) ช่วยเก็บความชื้นไว้ในอาหาร ทำให้ผลิตภัณฑ์อยู่ได้นาน (จริยา, 2552)

2.2.3.5 วิธีการเลือกซื้อ

การเลือกซื้อน้ำตาลควรพิจารณาดูความสะอาดของน้ำตาล เช่น ไม่มีเศษผงสิ่งแปลกปลอม หรือ แป้งเจือปนเลือกซื้อน้ำตาลทรายที่ไม่มีลักษณะสีขาวจัดมาใช้ ถ้าหากว่า น้ำตาลทรายไม่มีผลทำให้ขนมเปลี่ยนไป เพราะน้ำตาลทรายที่มีสีขาวไม่จัดจะราคาถูกกว่า

2.2.3 ไขมันและน้ำมัน

ไขมัน หมายถึง สารที่ละลายได้ในตัวทำละลายของไขมัน (แอลกอฮอร์ อีเทอร์ คลอโรฟอร์ม) ที่อุณหภูมิธรรมดาถ้ามีสภาพเป็นของแข็งเรียกว่า ไขมัน (Fat) ถ้าเป็นของเหลวเรียกว่า น้ำมัน (Oil) อาหารส่วนใหญ่จะมีไขมันแทรกอยู่ เนื้อสัตว์มีไขมันแทรกยู่มากน้อยขึ้นอยู่กับชนิด พันธุ์ และอายุของสัตว์ ถั่วเมล็ดแห้งมีไขมันสูงจนสามารถสกัดเอาน้ำมันมาใช้ ส่วนผักและผลไม้มีไขมันต่ำ

2.2.3.1 คุณสมบัติของไขมันและน้ำมัน

ไขมันและน้ำมัน นอกจากมีแหล่งกำเนิดแตกต่างกันแล้ว ยังมีองค์ประกอบแตกต่างกัน ทำให้มีสมบัติแตกต่างกันทั้งทางกายภาพและทางเคมี

1) จุดหลอมเหลว (Melting point) หมายถึง อุณหภูมิที่ทำให้ไขมัน และน้ำมันเปลี่ยนสภาพจากของแข็งเป็นของเหลว จุดหลอมเหลวของไขมันและน้ำมันจะสูงหรือต่ำ ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของกรดไขมัน กรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนอะตอมมาก ๆ จะมีจุดหลอมเหลวสูง แต่กรดไขมันที่คาร์บอนจับกันด้วยพันธะคู่จะมีจุดหลอมเหลวต่ำ แม้ว่าจะมีจำนวนคาร์บอนอะตอมมาก ๆ ก็ตามน้ำมันจากพืชจะมีกรดไขมันที่มีคาร์บอนอะตอมจับกันด้วยพันธะคู่ ทำให้จุดหลอมเหลวต่ำ น้ำมันพืชจึงมีสภาพเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง

2) จุดเกิดควัน (Smoking point) เมื่อน้ำมันได้รับความร้อนถึง อุณหภูมิหนึ่ง ทำให้น้ำมันสลายตัวกลายเป็นควันลอยขึ้นมา เรียกอุณหภูมิที่ทำให้เกิดควันขึ้นนี้ว่า จุดเกิดควัน เนื่องจากส่วนประกอบทางเคมีของน้ำมันแต่ละชนิดแตกต่างกัน จึงทำให้น้ำมันมีจุดเกิดควัน ไม่เท่ากัน

3) ส่วนประกอบของไขมันจากพืช น้ำมันพืชแตกต่างจากน้ำมันสัตว์ กล่าวคือ จะมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเป็นส่วนใหญ่ จะมีกรดไขมันอิ่มตัวน้อยกว่า ยกเว้นน้ำมันพืชบางชนิด เช่น น้ำมันมะพร้าว ซึ่งจะมีกรดไขมันอิ่มตัวมากกว่า แต่เป็นกรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนน้อย กรดไขมันไม่อิ่มตัวที่มีอยู่ในน้ำมันพืชที่สำคัญ คือ โอลีอิกไลโนเลอิก ซึ่งทำให้น้ำมันจากพืชมีคุณค่าทางอาหารสูงขึ้น เนื่องจากกรดไลโนลีอิกเป็นกรดไขมันที่จำเป็น (essential fatty acid) ที่ร่างกายมนุษย์สร้างขึ้นเองไม่ได้ น้ำมันจากพืชมีกรดไลโนลิอิกจึงมีคุณค่าทางอาหารสูง การที่น้ำมันจากพืชมีกรดไขมันไม่อิ่มตัว ทำให้น้ำมันจากพืชมีสภาพเป็นของเหลวในอุณหภูมิห้อง (20 องศาเซลเซียส)

2.2.3.2 ไขมันและน้ำมันจากพืช น้ำมันพืชเริ่มมีบทบาทเป็นที่บินมของผู้บริโภคทดแทนน้ำมันจากสัตว์ เนื่องจากการโฆษณาประชาสัมพันธ์ ความรู้เรื่องความแตกต่างระหว่างประโยชน์ของไขมันและน้ำมันของสัตว์และพืช น้ำมันพืชทั่วไปมักมีลักษณะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติ จึงมักเรียกว่าน้ำมันและได้รับความนิยมบริโภคเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว มีพืชหลายชนิดที่เป็นแหล่งของน้ำมันสำหรับบริโภค น้ำมันจากพืชชนิดต่าง ๆ กัน อาจมีองค์ประกอบและคุณสมบัติแตกต่างกันหรือคล้ายกันได้ (อบเชย และขนิษฐา, 2558)

การกระจายตัวของน้ำมัน น้ำมันสามารถทำให้แป้งนุ่มได้ โดยความมนุ่มของแป้งขึ้นอยู่กับความสามารถของน้ำมันในการเคลือบผิดของเม็ดแป้งหรือโปรตีนในแป้ง ถ้าเคลือบได้ทั้งหมดแป้งจะนุ่ม เนื่องจากน้ำไม่สามารถเข้าถึงเม็ดแป้งหรือเม็ดโปรตีนได้ จึงไม่เกิดกลูเตนในแป้งทำให้แป้งเหนียว แต่ถ้าลดปริมาณน้ำมันลงน้ำจะสามารถสัมผัสกับเม็ดแป้งหรือเม็ดโปรตีนได้ จึงเกิดกลูเตนขึ้นบางส่วน ทำให้แป้งมีความเหนียวและนุ่มน้อยลง ด้วยเหตุนี้จึงใช้ปริมาณน้ำมันเป็นตัวควบคุมความเหนียวของก้อนแป้ง(อัจฉรา 2556)

น้ำมันถั่วเหลือง เป็นน้ำมันที่มีปริมาณการผลิตมากที่สุดในโลก สกัดได้มาจากเมล็ดของถั่วเหลือง (*Glycine max* L.) ซึ่งมีน้ำมันประมาณร้อยละ 20 ต่อน้ำหนักแห้งและเป็นพืชน้ำมันที่มี กรดลิโนเลนิกสูงที่สุด การสกัดแยกเอาน้ำมันออกมาจากเมล็ดถั่วเหลืองใช่วิธีบีบ หรือวิธีใช้สกัดด้วยตัวทำละลาย น้ำมันที่ได้จะนำมาผ่านกระบวนการทำให้น้ำมันบริสุทธิ์ คือการรีไฟน์ ฟอกสี กำจัดกลิ่น และอาจทำไฮโดรจิเนชันเพียงบางส่วนก็ได้เมื่อต้องการใช้น้ำมันถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบในการผลิตเนยเทียม อีกทั้งมาการีน และเนยขาว น้ำมันถั่วเหลืองที่มีคุณภาพดีจะมีสีเหลืองอ่อน การรีไฟน์น้ำมันถั่วเหลืองด้วยด่างจะช่วยลดความเข้มของสีให้อ่อนลงได้ น้ำมันถั่วเหลืองที่สกัดจากเมล็ดถั่วเหลืองที่ยังไม่แก่จัดหรือเมล็ดที่ยังมีสีเขียวอาจมีคลอโรฟิลปนอยู่ในน้ำมันได้ ทำให้น้ำมันที่ได้มีสีเขียวซึ่งผิดไปจากปกติและทำให้ได้น้ำมันในคุณภาพต่ำ (นิธิยา, 2548)

ตารางที่ 2.2 ปริมาณของกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวในโมเลกุลของไตรเอซิลกลีเซอรอลที่อยู่ในน้ำมันถั่วเหลือง

กรดไขมัน	ปริมาณ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	
	ปริมาณ	ค่าเฉลี่ย
กรดไขมันอิ่มตัวทั้งหมด	10 - 19	15.0
กรดลอริก	-	0.1
กรดไมริสติก	< 0.5	0.2
กรดปาล์มมิติก	7 - 12	10.7
กรดสเตียริก	2 - 5.5	3.9
กรดอะราคิดิก	1.0	0.2
กรดบีฮีนิค	0.5	-
กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว		
กรดปาล์มิโตเลอิก	< 0.5	0.3
กรดโอเลอิก	20.0-50.0	22.8
กรดลิโนเลอิก	35.0 – 60.0	50.5
กรดฮีโคเซโนอิก	1.0	-

ที่มา : นิธิยา (2548)

2.2.4 เทียนอบ

เทียนอบ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใช้ไขผึ้งและพาราฟิน มาผ่านความร้อนให้หอมแล้วละลายรวมกันผสมด้วยเครื่องหอมบดละเอียด เช่น พิมเสน ผิวมะกรูด ชะลูด แก่นจันทร์เทศ กำยาน นำมานวดรวมกันนวดให้เป็นเนื้อเดียวกัน เติมน้ำมันหอมระเหย แล้วแผ่เทียนให้เป็นแผ่น นำไส้เทียนที่ผ่านการร่ำวางไว้ตรงกลาง ทำการคลึงเนื้อเทียนคลุมไส้เทียนให้เรียบเนียนเสมอกัน โดยเหลือไส้เทียนทั้งสอง แต่งปลายเทียนไส้เทียนแล้วรูดขึ้นรูปให้สวยงาม ใช้จุดเพื่อให้ควันสำหรับอบให้เกิดกลิ่นหอมของขนมอบ

2.2.1.4 ลักษณะทั่วไป

มีรูปทรงที่เหมาะสม ไม่แตกหักหรือมีฟองอากาศ ไส้เทียนต้องมีขนาดและความยาวที่เหมาะสม

1) สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชิตของเทียนอบ

2) กลิ่น หอมตามธรรมชาติของเทียนอบ ปราศจากกลิ่นไม่พึงประสงค์

3) การติดแน่นขิงไส้เทียน ต้องไม่หลุด หรือแยกออกจากเนื้อเทียน

2.2.1.5 การใช้งาน

เมื่อจุดไส้เทียนต้องติดไฟตลอดจนกระทั้งเนื้อเทียนหลอมละลายแปรสภาพไปจากรูปทรงเดิม และมีกลิ่นหอมของเครื่องเทศ (ฉวีวรรณ, 2546)

2.3 ลูกเดือย

2.3.1 ข้อมูลทั่วไปของลูกเดือย

ภาพที่ 2.3 ลูกเดือย

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2555)

เดือย ชื่อสามัญ Job's Tears, Adlay, Adlay millet ชื่อวิทยาศาสตร์ *Coixlacryma jobi Linn*. จัดอยู่ในวงศ์หญ้า (POACEAE หรือ GRAMINEAE) และอยู่ในวงศ์ย่อย PANICOIDEAE เดือยเป็นพืชในภาคพื้นเอเชียตะวันออกและเขตร้อนชื้นของทวีปแอฟริกา สันนิษฐานว่ามีการนำลูกเดือยไปปลูกครั้งแรกในแถบอินโดจีน พืชชนิดนี้เป็นที่รู้จักของชนชาติอาหรับและเป็นผู้นำเข้าไปปลูกในซีกโลกตะวันตก ปัจจุบันเดือยชนิดเปลือกแข็งมีปลูกกันอย่างกว้างขวางในเขตร้อนชื้นและกึ่งร้อนชื้น ชนิดเปลือกบางและนำมาบริโภคได้ ถูกนำเข้าไปปลูกในคองโก บราซิล และทรินิแดด เป็นไม้ล้มลุกวงศ์เดียวกับข้าวและข้าวโพดมี 2 พันธุ์คือ ชนิดที่เปลือกล็ดเมล็ดแข็ง กินไม่ได้ อีกชนิดเปลือกเมล็ดอ่อน คือ เดือยที่นำมาเป็นอาหาร เดือยชนิดกินได้นี้ยังแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามคุณภาพของแป้งในเมล็ด คือ เดือยข้าวเจ้าและเดือยข้าวเหนียว เดือยข้าวเจ้า เนื้อแป้งเมื่อหุงต้มจะไม่เหนียวลื่นหรือเป็นเมือก แป้งของเมล็ดค่อนข้างแข็ง ส่วนเดือยข้าวเหนียว เมื่อหุงต้มเนื้อแป้งจะนุ่มเป็นเมือกลื่น ๆ คล้ายกับข้าวเหนียวหรือแป้งข้าวเหนียว ผู้บริโภคนิยมมากกว่าเดือยข้าวเจ้า ถึงแม้ว่าในลูกเดือยจะมีกรดอะมิโนไม่ครบถ้วนทุกชนิดเหมือนกับในเนื้อสัตว์ แต่ก็มีกรดอะมิโนบางชนิดในปริมาณที่สูงเพียงพอต่อความต้องการในแต่ละวัน และยังมีวิตามินบี 1 บี 2 ในปริมาณที่มากพอที่จะส่งผลต่อความจำและอารมณ์ โดยการบรรเทาความตึงเครียดของระบบประสาท บำรุงผม ผิวและเล็บ ช่วยบำรุงระบบประสาทและแก้เหน็บชา มีฟอสฟอรัส ช่วยบำรุงกระดูกและฟัน มีเหล็กช่วยเพิ่มพลังและบำรุงเลือด จึงเป็นอาหารบำรุงกำลังที่เหมาะสำหรับผู้ป่วยระยะพักฟื้น และยังมีซิลิคอนช่วยบำรุงผม ผิว และเล็บ รวมถึงลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ (สว่าง และคณะ, 2556)

2.3.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เดือยเป็นธัญพืชตระกูลหญ้า (Gramineae) มีโครโมโซม 2n = 20 ลักษณะการเจริญเติบโตคล้ายพืชในตระกูลเดียวกัน เช่น ข้าวหรือข้าวฟ่าง เดือยที่ปลูกจาก 1 เมล็ดจะแตกกอ เมื่ออายุประมาณ 2 เดือน ได้ 4-5 แขนง ต้นเดือยมีความสูงตั้งแต่ 1-3.5 เมตร

2.3.2.1 ใบ มีลักษณะเป็นแผ่นเรียวยาว สีเขียวสด แผ่นใบด้านล่างมีสีจางกว่า ประกอบด้วยกาบใบที่หุ้มลำต้น ถัดมาเป็นโคนใบที่เป็นหยักและต่อมาเป็นแผ่นใบ ขนาด 2.5-5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 20-45 เซนติเมตร ปลายใบแหลม แผ่นใบมีเส้นกลางใบชัดเจน ขอบใบเรียบและมีความคม บาดมือได้ง่าย

2.3.2.2 ช่อดอก ดอกลูกเดือยแทงออกเป็นช่อตรงปลายยอดของลำต้นคล้ายกับดอกของหญ้าทั่วไปมีช่อดอกยาว 3-8 เมตร ดอกแบ่งเพศกันอยู่คนละดอกแต่อยู่บนช่อดอกเดียวกัน จำนวนดอกต่อช่อประมาณ 10-20 ดอก แต่จะบานไม่พร้อมกันจึงมักจะทำให้มีการผสมเกสรข้ามต้นกัน

2.3.2.3 ดอก ดอกลูกเดือยแต่ละดอกจะมีลักษณะเป็นกะเปราะที่มีเปลือกหุ้ม ซึ่งต่อมาจะพัฒนากลายเป็นผล หรือเมล็ด โดยดอกลูกเดือยตัวเมียจะมีก้านเกสรสีแดงคล้ำ 2 อัน ยื่นออกมา

จากส่วนปลายของกระเปาะสำหรับการผสมละอองเกสรตัวผู้ ส่วนดอกตัวผู้แต่ละช่อมีประมาณ 10 ดอก ซึ่งจะมีรูปร่างสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

2.3.2.4 กะเปาะ เป็นที่กำเนิดของก้านช่อดอกตัวผู้ที่โผล่ออกไปอยู่เหนือกะเปาะ ช่อดอกตัวผู้จะมีดอกตัวผู้อยู่ประมาณ 10 ดอก แต่ละดอกมีความยาว 7-8 เซนติเมตร

2.3.2.5 เมล็ด เกิดจากการผสมเกสร รังไข่เจริญไปเป็นผลปลอม (false fruit) หรือเมล็ด เมื่อมองด้านหน้าจะคล้ายรูปหัวใจ มองด้านบนจะคล้ายเมล็ดถั่วที่มีร่องเว้าเข้าไปตรงกลาง แต่ร่องจะมีความลึก 8-12 มิลลิเมตร เนื้อของผลและเมล็ดจะหลอมเป็นเนื้อเดียวกันจนแยกไม่ออก (caryopsis) เยื่อหุ้มเมล็ดมีสีน้ำตาลแดง น้ำตาลเข้ม หรือน้ำตาลอ่อน เดือยส่วนใหญ่เป็นพืชที่ไวต่อช่วงแสง โดยจะออกดอกในช่วงที่มีแสงน้อยกว่า 12 ชั่วโมง ประมาณเดือนกันยายน ส่วนใหญ่จะผสมข้าม เนื่องจากดอกตัวผู้และดอกตัวเมียบานไม่พร้อมกัน (ชัยพฤกษ์ และคณะ, 2556)

2.3.3 ชนิดของลูกเดือยในประเทศไทย

2.3.3.1 ลูกเดือยหิน เป็นชนิดลูกเดือยที่พบมากในภาคเหนือ โดยเฉพาะบนภูเขาสูง ลำต้นไม่สูงมาก เป็นชนิดลูกเดือยที่ไม่นำมารับประทาน เนื่องจากมีแป้งน้อย เปลือกและเนื้อเมล็ดแข็งมาก ส่วนใหญ่จะใช้เพื่อทำเครื่องประดับ เนื่องจากเปลือกมันวาวและมีหลายสี

2.3.3.2 ลูกเดือยหินขบ เป็นลูกเดือยที่มีการเพาะปลูกมากทางภาคเหนือของประเทศไทย ลำต้นสูงประมาณ 2 เมตร เป็นชนิดเดือยที่รับประทานได้ แต่นิยมรับประทานเฉพาะในท้องถิ่น โดยจะตัดทั้งช่อแล้วต้ม มักพบในชนบททั่วไป เมล็ดเดือยมีรูปร่างกลม ขนาดเล็กใหญ่ประมาณ 10-12 มิลลิเมตร เปลือกและเนื้อเมล็ดแข็งปานกลาง เมล็ดมีสีน้ำตาลอมเทา เดือยขบมีลำต้นสูงประมาณ 2 เมตร เมล็ดที่นำมารับประทานเป็นเมล็ดอ่อน สีเขียว เนื้อในยังไม่แข็งมาก ในการบริโภคนั้นต้องใช้ฟันขบจึงเรียกว่า “เดือยขบ”

2.3.3.3 ลูกเดือยทางการค้า เนชนิดลูกเดือยที่ปลูกและนิยมรับประทานกันในปัจจุบัน มีลักษณะเมล็ดคล้ายข้าวสาลี ขนาดเมล็ด 8-12 มิลลิเมตร มีเปลือกบาง สีขาวขุ่นหรือออกสีน้ำตาล เมล็ดมีร่องตามแนวยาว แบ่งออก 2 ชนิด คือ

1) ลูกเดือยข้าวเหนียว (Glutinous type) ลูกเดือยชนิดนี้มีลำต้นสีเขียวอมเหลือง และลำต้นเตี้ยกว่าลูกเดือยข้าวเจ้า เมล็ดมีลักษณะกลม ค่อนข้างป้อม และสั้น มีสีเทาอ่อน ซึ่งจะมีขนาดใหญ่กว่าลูกเดือยข้าวเจ้า เปลือกเดือยบาง และปริแตกง่ายกว่าเมล็ดเดือยข้าวเจ้า เมื่อต้มจะให้แป้งสุกที่เหนียวลื่น และเป็นเมือก คล้ายกับแป้งข้าวเหนียว เมล็ดลูกเดือยชนิดนี้ มักแตกหักง่าย ขณะสีเปลือก แต่เป็นชนิดที่นิยมรับประทานมากที่สุด

2) ลูกเดือยข้าวเจ้า (Nonglutinous type) ลูกเดือยชนิดนี้ลำต้นจะมีขนาดใหญ่กว่าเดือยข้าวเหนียว และมีนวลขาวปกคลุม ลูกเดือยชนิดนี้มีรูปค่อนข้างยาวและมีขนาดผลเล็ก เปลือกเมล็ดมีสีน้ำตาลเข้ม เปลือกและเนื้อค่อนข้างแข็ง เมื่อต้มสุกจะให้แป้งที่ไม่เหนียว และไม่เป็น

เมือกเหมือนชนิดแรก เมล็ดลูกเดือยค่อนข้างแข็งและมีปริมาณอะไมโลเพคตินต่ำ วัดรอบเมล็ดทั้งเปลือกได้ประมาณ 2 เซนติเมตร (สุนทร และคณะ, 2555)

2.3.4 คุณค่าทางโภชนาการของลูกเดือย

คุณค่าทางโภชนาการของลูกเดือยและแป้งลูกเดือย แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบทางเคมีของลูกเดือยและแป้งลูกเดือย

องค์ประกอบและ	**ปริมาณ (ต่อน้ำหนัก 100 กรัม)**	
คุณค่าทางโภชนาการ	**ลูกเดือย[1]**	**แป้งลูกเดือย[2]**
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	372	380
น้ำ (กรัม)	-	11.2
โปรตีน (กรัม)	13.6	15.4
ไขมัน (กรัม)	3.7	6.2
เส้นใย (Crude fiber) (กรัม)	-	0.8
ใยอาหาร (กรัม)	3.4	-
เถ้า (กรัม)	-	1.9
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	67.60	65.3
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	19	25
ธาตุเหล็ก (มิลลิกรัม)	8.0	5.0
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	364	435
ไทอะมีน (Thaiamin) (มิลลิกรัม)	0.38	0.28
ไนอะซิน (Niacin) (มิลลิกรัม)	0.10	4.30
ไรโบฟลาวิน (Riboflavin) (มิลลิกรัม)	0.10	0.19

ที่มา: [1] กรมอนามัย (2561), [2] โอภาส (ม.ป.ป.)

2.3.5 ฤทธิ์สำคัญทางยาที่พบในผลลูกเดือย (จิราภรณ์, 2552)

1) กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน

2) ลดอุณภูมิในร่างกาย มีสาร Coixenolide

3) ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง มีสาร Coixenolide ในผล

4) ลดความดันโลหิต

5) ลดระดับน้ำตาลในเลือด มีสาร Coixan A, B, C ในผล

6) ลดโคเลสเตอรอล

7) กระตุ้นการเจริญ และตกไข่ในสตรี

8) กระตุ้นการสร้างอสุจิ

2.3.6 สรรพคุณของลูกเดือย

ลูกเดือยเป็นธัญพืชที่ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง ทั้งพลังงาน โปรตีน และวิตามินช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต และช่วยให้ร่างกายทำงานปกติ มีฟอสฟอรัสสูง ช่วยบำรุงกระดูก มีวิตามินเอสูงช่วยบำรุงสายตา มีวิตามิน B1 ช่วยแก้อาการเหน็บชา มีคาร์โบไฮเดรตสูง ช่วยบำรุงกำลัง บำรุงร่างกาย และช่วยให้คนไข้พักฟื้นได้เร็ว ต้านการเกิดเซลล์มะเร็ง ยับยั้งเนื้องอกช่วยบำรุงผิวพรรณ ป้องกันผิวหยาบแห้ง ช่วยแก้ร้อนใน ช่วยลดอาการเป็นไข้ ลดอาการปวดหัว ช่วยบำรุงอวัยวะภายใน เช่น ตับ ไต กระเพาะอาหาร และม้าม ช่วยบำรุงเลือดในสตรีหลังคลอดใหม่ ช่วยรักษาอาการคลื่นไส้อาเจียน ช่วยแก้อาการท้องร่วง ช่วยกระตุ้นการเคลื่อนตัวของกระเพาะอาหาร และลำไส้ ช่วยแก้อาการปวดข้อเรื้อรัง ช่วยในการย่อยอาหาร ช่วยบำรุงผล และผิวพรรณ ป้องกันผิวหยาบแห้ง แก้อาการ กล้ามเนื้อชักกระตุก รักษาการตกขาวผิดปกติในสตรี แก้อาการหลอดลมอักเสบ ช่วยลดน้ำคั่งในปอด แก้ฝีในลำไส้ ช่วยรักษาอาการเอ็นตึงรั้ง รักษาโรครูมาติซึม ใช้รักษาวัณโรค ช่วยในการขับเลือด ขับหนอง ใช้รักษาโรคหูด (จารุวรรณ, 2550)

2.4 กลูเตนและโรคแพ้กลูเตน

2.4.1 ลักษณะของกลูเตน

กลูเตนเป็นโปรตีนที่เกิดจากการรวมตัวของกลูเตนิน (Glutenin) และไกลอะดิน (Gliadin) ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ปริมาณกลูเตนที่เกิดขึ้น (ร้อยละ 80-90) ในแป้งไกลอะดินและกลูเตนินก่อให้เกิดลักษณะโครงร่างของกลูเตนจากการนวดโด ทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวของพันธะทางเคมีระหว่างกรดอะมิโนหลายรูปแบบ เช่น พันธะอิออนิก (ionic) พันธะโคเวเลนต์ (covalent) และพันธะวาน เดอร์ วาลส์ (van der waals)

ลักษณะพิเศษของกลูเตนนี้ทำให้แป้งสาลีเหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบได้ดีกว่าแป้งชนิดอื่นที่ไม่มีกลูเตน หรือมีกลูเตนแต่สัดส่วนขององค์ประกอบไม่เหมาะสม เนื่องจากใน

กระบวนการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบนั้น ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อเหนียวพอดีเป็นเส้นใย ซึ่งผู้บริโภคทั่วไปยอมรับ โปรตีนเป็นส่วนประกอบของลักษณะพิเศษ คือ

1) ไกลอะดิน มีลักษณะเป็น globular protein มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 30-75 กิโลดาลตัน (kDa) และโมเลกุลยึดเกาะกันด้วยพันธะไดซัลไฟด์ เป็นโปรตีนที่ละลายในเอธานอลร้อยละ 70 มีคุณสมบัติเป็นตัวทำให้เกิดความเหนียวหนืด (viscous properties)

2) กลูเตนิน มีลักษณะเป็นสายโมเลกุลยาวต่อกันด้วยหน่วยย่อย มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 60-140 กิโลดาลตัน มาเชื่อมด้วยพันธะไดซัลไฟด์ จนได้เป็นโมเลกุลขนาดใหญ่มีน้ำหนักมากกว่า 2000 กิโลดาลตันขึ้นไป

กลูเตนจากข้าวสาลี นิยมนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนจากพืชเป็นอันดับสอง รองจากโปรตีนถั่วเหลือง ในแง่ของปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมา ปัจจุบันกำลังการผลิตกลูเตนจากข้าวสาลีมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ความนิยมเอากลูเตนไปใช้ในรูปของส่วนผสมอย่างหนึ่งในอาหารมากกว่าการบริโภคโดยตรง ในปี ค.ศ. 1987 พบว่าปริมาณการใช้กลูเตนจากข้าวสาลีในอุตสาหกรรมขนมอบร้อยละ 17 กระบวนการผลิตกลูเตนส่วนใหญ่เป็นกระบวนการแบบเปียก (wet process) ซึ่งเป็นกระบวนการที่แยกเอาส่วนประกอบของสตาร์ชออกมาจากแป้งสาลี ในปัจจุบันได้มีการผลิตกลูเตนมี 3 กระบวนการ คือ dough system หรือ batter process เป็นวิธีพื้นฐานโดยการละลายแป้งสาลีให้กระจายในปริมาณมาก ๆ เพื่อให้ส่วนของกลูเตนถูกแยกออกมาในลักษณะ curd และแยกเอากลูเตนที่ได้ออกจากน้ำแป้งโดยการกรองร่อน (นัชนา, 2551)

กลูเตนจากแป้งสาลี นิยมนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนจากพืชเป็นอันดับสองรองจากโปรตีนจากถั่วเหลือง ในแง่ปริมาณของผลิภัณฑ์ที่ออกมา ในปัจจุบันการผลิตกลูเตนจากข้าวสาลีมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น มักนิยมนำกลูเตนไปใช้ในรูปแบบของส่วนผสมในอาหารมากกว่าการบริโภคโดยตรง ในปี ค.ศ. 1987 พบว่าปริมาณการใช้กลูเตนจากข้าวสาลีในอุตสาหกรรมขนมอบถึงร้อยละ 17

2.4.2 โรคแพ้กลูเตน (Celiac disease)

โรคแพ้กลูเตน คือ โรคที่เกี่ยวกับระบบการย่อยไม่สมบูรณ์ ซึ่งเกิดจากลำไส้เล็กถูกทำลายมีผลทำให้ลำไส้เล็กดูดซึมสารอาหารไปใช้ไม่ได้ สาเหตุเกิดจากการแพ้โกลอะดินในกลูเตน พบในข้าวสาลี ข้าวไรด์ ข้าวบาร์เลย์ และข้าวโอ๊ต โดยผู้ป่วยจะออกอาการเมื่อรับประทานอาหารที่มีกลูเตนเข้าไป ทำให้ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายสร้างสารขึ้นมาต่อต้านซึ่งจะไปทำลายส่วนที่ดูดซึมสารอาหารในลำไส้เล็ก ทำให้ร่างกายดูดซึมสารอาหารเข้าสู่กระแสเลือดไม่ได้ อาการของโรคทั่วไป คือ ท้องบวม และปวด มีอาการท้องร่วงเรื้อรัง น้ำหนักลด อุจจาระมีสีซีดและกลิ่นเหม็นเน่า โลหิตจาง เป็นตะคริว เหนื่อยง่าย หากเกิดในทารกจะเจริญเติบโตช้า ถ้าเกิดในผู้หญิง ประจำเดือนไม่มาและน้ำหนักลด

แนวทางการรักษา คือ หลีกเลี่ยงอาหารที่มีกลูเตน จึงมีการคิดสูตรอาหารที่ปราศจากกลูเตนขึ้นมาหลากหลาย โดยหนึ่งในนั้นคือ ผลิตภัณฑ์ขนมอบปราศจากกลูเตน ได้รับการพิจารณาใช้แป้งชนิดอื่นมาทดแทนแป้งสาลีที่มีกลูเตน เช่น แป้งข้าว แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง โดยเฉพาะแป้งที่นิยมใช้มากในงานวิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขนมอบ เพราะมีคุณสมบัติต่างๆที่เหมาะสม คือ ปราศจากกลูเตน มีปริมาณไขมัน โซเดียม โปรตีน นอกจากนี้มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายในปริมาณที่สูง (นัชนา, 2551)

2.5 แซนแทนกัม

แซนแทนกัมจัดเป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ชนิดหนึ่ง โดยสารไฮโดรคอลลอยด์หรือไฮโดรฟิลิคคอลลอยด์ หมายถึง สารประเภทโพลีแซคคาไรด์กัม ซึ่งเป็นโพลิเมอร์ที่มีสายยาวและมีน้ำหนักโมเลกุลสูง ในโมเลกุลอาจประกอบด้วยโมโนแซคคาไรด์ชนิดเดียวกันทั้งหมดเป็นโฮโมโพลีแซคคาไรด์ เช่น เดกซ์แตรนและฟอสโฟแมน หรือประกอบด้วยโมโนแซคคาไรด์หลายชนิดเป็นเฮเตอร์โรโพลีแซคคาไรด์ เช่น กัมอะราบิก กัมแกตติ และกัมคารายา เป็นต้น โมเลกุลของแซนแทนกัม เป็นโพลิแซคคาไรด์ (polysaccharide) ประเภท heteropolysaccharide ที่เป็นสายพอลิเมอร์ของ β-D-glucose มีโครงสร้างคล้ายกับเซลลูโลส (cellulose) แต่ทุก ๆ 2 โมเลกุลของกลูโคส (glucose) เชื่อมต่อกับกิ่งของ trisaccharide ที่เกิดจากน้ำตาลแมนโนส (mannose) 2 โมเลกุล และกรดกลูคูโรนิก (glucuronic acid) 1 โมเลกุล โมเลกุลของแมนโนสที่อยู่ติดกับสายหลักมีเอสเทอร์ของกรดแอซีติกที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 6 และแมนโนส ที่ตำแหน่งปลายของ trisaccharide มีกรดไพรูวิกเชื่อมต่ออยู่ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 4 และ 6

2.5.1 การจำแนกชนิดของสารไฮโดรคอลลอยด์

ไฮโดรคอลลอยด์สามารถจำแนกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้ 2 แบบ

2.5.1.1 จำแนกตามแหล่งที่มา ซึ่งแบ่งออกได้ 3 กลุ่ม ได้แก่

1) ไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากธรรมชาติ ส่วนใหญ่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ยาง เมล็ด ราก หัว สาหร่ายทะเล (sea weed) บางชนิดและได้มาจากสัตว์ เช่น เจลาติน

2) ไฮโดรคอลลอยด์ที่เป็นอนุพันธ์ของสารที่ได้จากธรรมชาติ หรือดัดแปลงสารจากธรรมชาติ (modifier natural) เช่น อนุพันธ์ของเซลลูโลส และอนุพันธ์ของสตาร์ช

3) ไฮโดรคอลลอยด์ที่เป็นสารสังเคราะห์ (synthetic) เช่น พอลิไวนิลไพโรลิดิน (polyvinylpyrrolidene) และพอลิเอทิลีนออกไซด์พอลิเมอร์ (polyethylene oxide polymers) ไฮโดรคอลลอยด์ที่นิยมใช้มากในผลิตภัณฑ์อาหารเป็นกลุ่มที่ได้จากธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่

2.5.1.2 จำแนกตามลักษณะโครงสร้างทางเคมีของโมเลกุล และหมู่ฟังก์ชันหรือหมู่ที่ไวต่อปฏิกิริยา (functional or reactive group) ที่อยู่ในโมเลกุลของโพลิแซ็กคาไรด์ ซึ่งอาจจะเป็นประจุลบ (anionic) ไม่มีประจุ (nonionic) หรือเป็นกลาง (neutral) สำหรับโพลิแซกคาร์ไรด์กัมชนิดมีประจุลบ คือ พวกที่มีหมู่ซัลเฟต หมู่คาร์บอกซิลิก และหมู่ฟอสเฟต

หน้าที่เบื้องต้นของไฮโดรคอลลอยด์ในระบบอาหารทั่วไป คือ ความสามารถในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของน้ำในอาหาร ทำให้โมเลกุลของน้ำบางส่วนไม่เคลื่อนที่ ส่วนที่ถูกจับไว้ในไฮโดรคอลลอยด์จะไม่หลุดออกมา ส่วนหน้าที่อื่นๆที่เด่นชัด คือ ช่วยลดอัตราการระเหยของน้ำ เปลี่ยนแปลงจุดเยือกแข็ง ปรับเปลี่ยนการเกิดผลึกน้ำแข็งในระหว่างการเก็บรักษาในสภาพแช่เยือกแข็ง ควบคุมการปรับสมบัติในการไหลพยุงอนุภาคที่ไม่ละลายน้ำให้แขวนลอย ทำให้โฟมและอิมัลชั่นอยู่ตัว และทำให้หยดน้ำมันกระจายอยู่ในระบบที่มีไฮโดรคอลลอยด์ผสมอยู่ด้วย (ณัฐฐพร, 2552)

2.5.2 คุณสมบัติของแซนแทนกัม

แซนแทนกัม หรือ Polysaccharide B – 1459 เป็นกัมที่ผลิตด้วยแบคทีเรียบริสุทธิ์ คือ *Xanthomonas campestris* หลังจากกระบวนการหมักแล้ว จะนำสารละลายที่ได้มาตกตะกอนแยกเอาแซนแทนกัมออกมาด้วยไอโซโพลพิลแอลกอฮอล์ทำให้แห้งแล้วบดเป็นผงละเอียด นิยมใช้มากในอาหารเพราะมีคุณสมบัติพิเศษที่สำคัญ คือ การกระจายตัวและละลายน้ำได้ดีในน้ำเย็นและน้ำร้อน สารละลายที่ได้มีความหนืดสูงถึงแม้ว่าจะมีความเข้มข้นต่ำ และทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ มีความคงตัวสูงต่อความร้อนและพีเอช ความหนืดของสารละลายแซนแทนกัมจะคงที่ถึงแม้อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงในช่วง 0-100 องศาเซลเซียส หรือพีเอชจะเปลี่ยนแปลงในช่วง 1-3 ก็ตาม ในการทำผลิตภัณฑ์ประเภทขนมอบ แซนแทนกัมจะช่วยในการนวดโด และขึ้นรูปง่ายขึ้น อีกทั้งยังช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของแป้ง โดยช่วยป้องกันการเกิดรีโทรเกรเดชั่นและการสูญเสียน้ำภายในแป้ง เพราะแซนแทนกัมมีคณสมบัติกักน้ำได้ดีจึงช่วยในการป้องกันการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงอาหาร

2.5.3 แซนแทนกัมใช้ในอาหาร

เพื่อเป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ

1) เป็น thickening agent ทำให้อาหารมีความข้น ความหนืด (viscosity) ทนความร้อนได้สูง
2) ทำให้อาหารคงรูป (stabilizer) น่ารับประทาน มันวาว
3) โดยมักใช้แซนแทนกัมผสมกับกัวร์กัม (guar gum) เพื่อเพิ่มความหนืดดีกว่าใช้เดี่ยว
4) ใช้ทดแทนไขมัน (fat replacer) ในอาหารแคลอรีต่ำ
5) ใช้เป็นสารก่อโฟม (foaming agent)
6) ป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็งในอาหารแช่เยือกแข็ง

2.5.4 ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการใช้แซนแทนกัม

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้แซนแทนกัม เช่น โยเกิร์ต (yogurt) เบเกอรี่ (bakery) ไส้ขนม (filling) ไอศกรีม (ice cream) วิปครีม น้ำสลัด (salad dressing) มายองเนส น้ำเกรวี่ที่ราดบนเนื้อสเต็ก อาหารแช่แข็ง (frozen food) เป็นต้น (พิมพ์เพ็ญ, ม.ป.ป)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติพงษ์ และคณะ (2563) พัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตน โดยทดลองแทนที่แป้งสาลีที่เป็นส่วนประกอบหลักของขนมด้วยแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว และสารทดแทนกลูเตน ได้แก่ กัวร์กัม แซนแทนกัม และโปรตีนสกัดจากถั่วเหลืองสำหรับช่วยขึ้นรูปโครงสร้างของขนมแทนการใช้กลูเตนในแป้งสาลี ปรุงขนมกลีบลำดวนโดยการผสมส่วนผสมดังกล่าวกับนน้ำมันพืช น้ำตาล และเกลือ ปั้นส่วนผสมเป็นรูปดอกลำดวน จากนั้นนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และนำมาอบควันเทียนเป็นเวลา 15 นาที ทำการทดสอบสี ความแข็ง ปริมาณ น้ำอิสระ และโครงสร้างเนื้อขนมกลีบลำดวน ทดสอบทางประสาทสัมผัส การยอมรับของผู้บริโภคในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม และทดสอบอายุการเก็บรักษาของแป้งขนมกลีบลำดวน โดยการคาดคะเนคุณภาพของขนมกลีบลำดวนที่ปรุงจากแป้งที่ผ่านการเก็บในซองอลูมิเนียมฟอยล์แบบสุญญากาศที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 เดือน จากผลการทดสอบสรุปว่า การแทนที่แป้งสาลีด้วยแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว กัวร์กัม และแซนแทนกัม ทำให้ได้ขนมกลีบลำดวนที่มีสี ความแข็ง และโครงสร้างใกล้เคียงกับขนมกลีบลำดวนแบบเดิมที่ใช้แป้งสาลีซึ่งมีกลูเตนเป็นส่วนประกอบ ส่วนลักษณะที่ปรากฏ สี เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมก็ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคใกล้เคียงกับขนมกลีบลำดวนแบบเดิม นอกจากนี้เมื่อนำส่วนผสมดังกล่าวมาบรรจุในซองอลูมิเนียมฟอยล์จะสามารถเก็บรักษารสชาติและเนื้อสัมผัสได้นาน 6 เดือน

ธนิษฐา (2560) โดยศึกษาอัตราส่วนแป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวเจ้าที่เหมาะสมในการทำขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตน ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส อัตราส่วนแป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวเจ้า ร้อยละ 40:60 สูงที่สุด ผลการศึกษาการเติมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสของขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตน ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับขนมกลีบลำดวนที่เติมแซนแทนกัม ปริมาณร้อยละ 2 เพื่อปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัส ได้คะแนนความชอบสูงสุดในด้านกลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ผลการศึกษาปริมาณงาดำที่เสริมลงในขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตน พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับปริมาณงาดำร้อยละ 20 สูงที่สุด ขนมกลีบลำดวนเสริมงาดำปราศจากกลูเตนมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน เถ้า ไขมัน และความชื้น ร้อยละ 63.69 3.01 0.95 31.19 1.16 กรัม ตามลำดับ

กนกอร (2560) เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพระหว่างแป้งลูกเดือยกับแป้งข้าวเจ้า พบว่าแป้งลูกเดือยมีสีเข้มกว่าแป้งข้าวเจ้า มีค่า L* น้อยกว่า และค่า a* และ b* สูงกว่าแป้งข้าวเจ้า โดยคปริมาณความชื้น และค่า aw ไม่แตกต่างจากแป้งข้าวเจ้าทางการค้า เมื่อศึกษาการนำแป้งลูกเดือยทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนในสูตรการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว พบว่า เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ใช้อัตราส่วนของแป้งลูกเดือยต่อแป้งข้าวเจ้า 20:80 เป็นอัตราส่วนที่ได้รับคะแนนความชอบมากกว่าอัตราส่วน 40:60 และ 60:40 ($p \leq 0.05$)

กานดา และคณะ (2559) พัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเทียนเพื่อสุขภาพและศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ พบว่า การใช้แป้งลูกเดือยทดแทนแป้งข้าวเหนียวในสูตรขนมเทียนที่ร้อยละ 10 ได้รับการยอมรับมากกว่าการทดแทนในปริมาณร้อยละ 20 และ 30 โดยน้ำหนัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อนำขนมเทียนสูตรที่มีแป้งลูกเดือยร้อยละ 10 ที่พัฒนาได้มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้านความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรต คิดเป็นร้อยละ 32.56 0.38 3.74 4.25 0.60 และ 58.47 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ โดยมีปริมาณใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำเพิ่มขึ้น 8 เท่า จากขนมเทียนสูตรพื้นฐานเดิม

ฐิติมาพร และวิภาวรรณ (2557) ได้ประยุกต์ใช้แป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน โดยศึกษาปริมาณแป้งข้าวสังข์หยดที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษาพบว่าขนมกลีบลำดวนที่สูตรที่ใช้แป้งสาลีและแป้งข้าวสังข์หยดที่มีอัตราส่วน 40:60 60:40 มีคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงชอบมากที่สุด และได้คะแนนการยอมรับมากกว่าขนมกลีบลำดวนสูตรที่ใช้แป้งสาลีและแป้งข้าวสังข์หยดสูตรที่ใช้อัตราส่วน 80:20 20:80 และ 0:100

สุกัญญาดา และคณะ (2556) พัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพจากแป้งลูกเดือยสูตรขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพจากแป้งลูกเดือยที่เหมาะสมมีส่วนประกอบหลักคือ แป้งลูกเดือยร้อยละ 70 แป้งสาลีร้อยละ 21 และซูริมิร้อยละ 15 1 13.2 และ 33.3 ของส่วนผสมหลักตามลำดับ ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เป็นแท่งขนาดความหนา 0.5 เซนติเมตร ยาว 6 เซนติเมตร ทอดที่อุณภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 150 วินาที ทำการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วยการแปรปริมาณเกลือในสูตรเป็นร้อยละ 1 1.5 2 2.5 และ 3 ของส่วนผสมหลัก ผลิตภัณฑ์ที่เติมเกลือร้อยละ 2 ของส่วนผสมหลักได้คะแนนความชอบโดยรวมสงที่สุดและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีปริมาณแคลเซียม 114.73 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โปรตีนร้อยละ 10.18 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 61.23

นันท์ชนก และคณะ (2556) ได้ศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวกล้องต่อแป้งสาลีที่เหมาะสมในการทำขนมกลีบลำดวน พบว่า ค่า L* ของขนมกลีบลำดวนลดลง เมื่อปริมาณแป้งข้าวกล้องเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่า a* และ b* เพิ่มขึ้น ค่าความแข็งของขนมกลีบลำดวนเพิ่มขึ้น ตามปริมาณการใช้แป้งข้าวกล้องในอัตราส่วน 30:70 และ 40:60 มีค่า 21.14 และ 21.73 N ตามลำดับ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการประเมินความชอบ พบว่า คะแนนความชอบด้านสีของขนมกลีบลำดวนลดลง

เมื่อใช้อัตราส่วนแป้งข้าวกล้องต่อแป้งสาลีเพิ่มขึ้น ในขณะที่คะแนนความชอบด้านกลิ่นเพิ่มขึ้น สำหรับความชอบด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างกัน

อรทัย และคณะ (2554) ศึกษากระบวนการผลิตลูกเดือยอบพองที่เหมาะสม เพื่อลดขั้นตอนการทอดและลูกเดือยสามารถพองตัวด้วยการอบในเตาไมโครเวฟ พบว่ากระบวนการผลิตที่เหมาะสม คือ การแช่น้ำลูกเดือยที่ อุณหภูมิห้องนาน 22 ชั่วโมง จากนั้นทำให้ลูกเดือยสุกด้วยการนึ่งความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 20 นาที และอบแห้งอุณภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง 15 นาที ลูกเดือยมีความชื้นร้อยละ 11-13 เมื่อน้ำลูกเดือย กึ่งสำเร็จรูปน้ำหนัก 10 กรัม อบในเตาไมโครเวฟที่ระดับความร้อน 800 วัตต์ ใช้เวลา 1 นาที 30 วินาที จะได้ผลิตภัณฑ์ลูกเดือยที่มีลักษณะการพองตัวมากที่สุด ผลิตภัณฑ์ลูกเดือยอบพองมีคุณภาพด้านปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้า เส้นใย เท่ากับร้อยละ 3.27 13.32 14.63 67.93 0.85 และ 1.95 ตามลำดับ

ณัฐฐพร (2552) ได้ศึกษาเรื่องการใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ในการป้องกันการเกิดสเตลิ่งของมาม่อนเค้ก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของไฮโดรคอลลอยด์ 4 ชนิด คือ กัมร์กัม แซนแทนกัม คาราจีแนน ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส ในการลดการเกิดสเตลิ่งของมาม่อนเค้ก ผลการศึกษาพบว่า ไฮโดรคอลลอยด์ทุกชนิดที่ศึกษามีผลทำให้มาม่อนเค้กมีการสูญเสียน้ำลดลง ทำให้ค่าความชื้นในขนมเค้กเพิ่มขึ้น

พจนีย์ (2542) ศึกษาการใช้แป้งลูกเดือยทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในพาสต้า พบว่า ผู้ชิมให้การยอมรับพาสต้าที่เสริมแป้งลูกเดือยในปริมาณร้อยละ 20 มากที่สุด ในด้านรสชาติและความชอบโดยรวมในระดับค่าเฉลี่ย 6.1, 6.6 ในด้านความเหนียว สี กลิ่น ของผลิตภัณฑ์ ผู้ชิมให้การยอมรับในปริมาณร้อยละ 10 ที่ระดับค่าเฉลี่ย 6.26, 6.53, 5.73 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนด้านรสชาติและความชอบโดยรวมมีปริมาณร้อยละ 20 ที่ระดับค่าเฉลี่ย 6.1 และ 6.6 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 ลูกเดือย (พันธุ์ข้าวเหนียว ตราไร่ทิพย์)

3.1.1.2 แป้งสาลีอเนกประสงค์ (ตราบัวแดง)

3.1.1.3 น้ำตาลไอซิ่ง (ตราลิน)

3.1.1.4 น้ำมันถั่วเหลือง (ตราองุ่น)

3.1.1.5 แซนแทนกัม (บริษัท ซีทีไอ แอนด์ ซายน์ จำกัด)

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย

3.1.2.1 ที่ร่อนแป้ง ขนาด 60 เมช

3.1.2.2 เครื่องชั่งละเอียด 3 ตำแหน่ง เครื่องหมายทางการค้า Hansen

3.1.2.3 เครื่องบดตัวอย่าง RT-04A

3.1.2.4 เตาอบลมร้อนขนาด 60 ลิตร เครื่องหมายการค้า Fagor

3.1.2.5 เครื่องอบลมร้อน เครื่องหมายการค้า Verasu รุ่น abc

3.1.2.6 อ่างผสมสแตนเลส

3.1.2.7 พายยาง

3.1.2.8 มีด

3.1.2.9 ผ้าขาวบาง

3.1.2.10 เขียง

3.1.2.11 ชุดช้อนตวงและถ้วยตวง

3.1.3 อุปกรณ์ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค

3.1.3.1 ขนมกลีบลำดวนตัวอย่างละ 2 ชิ้น

3.1.3.2 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Points Hedonic Scale) และผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบประสาทสัมผัส

3.1.3.3 ปากกา

3.1.3.4 แก้วน้ำ

3.1.4 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.1.4.1 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Infrared Mettler)

3.1.4.2 เครื่องวิเคราะห์ค่าสี Spectrophotometer Konica Minolta รุ่น CM 3500d

3.1.5 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.1.5.1 ชุดวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน วิเคราะห์ตามวิธีการ NFI In – House Method T 927 based on AOAC (2012)

3.1.5.2 ชุดวิเคราะห์ไขมัน วิเคราะห์ตามวิธีการ NFI T 966 based on (AOAC, 2012)

3.1.5.3 ชุดวิเคราะห์ปริมาณเถ้า วิเคราะห์ตามวิธีการ (AOAC, 2012), 945.18

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

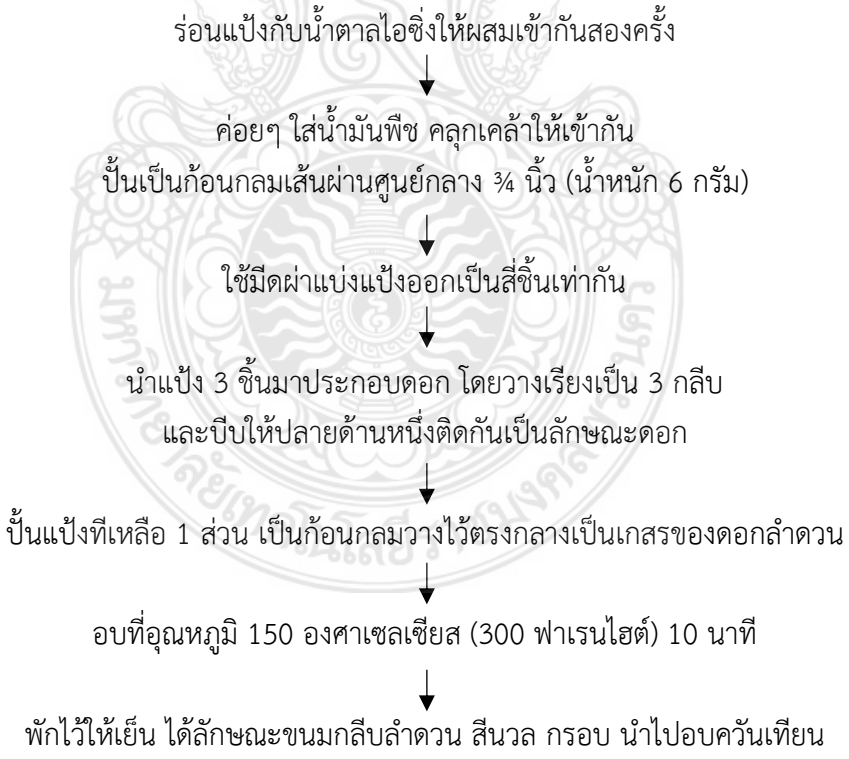
3.2.1 ศึกษาสูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวน

การศึกษาครั้งนี้ได้นำสูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวน 3 สูตร โดยใช้ส่วนผสมดังตารางที่ 3.1 และวิธีการทำขนมกลีบลำดวนในสูตรตามขั้นตอน ดังภาพที่ 3.1 3.2 และ 3.3 แล้วนำขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบร่วน) และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic scale) นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variances, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) โดยกำหนดความเชื่อมั่นที่ระดับ ร้อยละ 95 เพื่อคัดเลือกสูตรขนมกลีบลำดวนที่มีคะแนนความชอบสูงที่สุดไปศึกษาในขั้นต่อไป

ตารางที่ 3.1 สูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวน 3 สูตร

ส่วนผสม	สูตรที่ 1		สูตรที่ 2		สูตรที่ 3	
	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
แป้งสาลี	200	40.00	285	50.44	220	55.00
น้ำตาลไอซิ่ง	180	36.00	-	-	70	17.50
น้ำตาลทรายป่น	-	-	130	23.01	-	-
น้ำมันพืช	120	24.00	150	26.55	110	27.50
รวม	**500**	**100**	**565**	**100**	**400**	**100**

ที่มา: สูตรที่ 1 เชาวลิต (2559), สูตรที่ 2 ศรีสมร (2553), สูตรที่ 3 อรุณโรจน์ และปรารถนา (2545)



ภาพที่ 3.1 กรรมวิธีการทำขนมกลีบลำดวนสูตรที่ 1
ที่มา: ดัดแปลงจากเชาวลิต (2559)

ผสมแป้งสาลีกับน้ำตาลทรายป่นในอ่างผสม เคล้าให้เข้ากัน
ใส่น้ำมัน เคล้ากันให้เข้ากันดี

↓

คลึงแป้งที่ผสมเป็นแท่งกลม ใช้มีดตัดแบ่งเป็นชิ้นเล็ก
แล้วปั้นเป็นก้อนกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ¾ นิ้ว ผ่าเป็น 4 ชิ้น (น้ำหนัก 6 กรัม)

↓

จับกลีบแป้ง 3 กลีบ ให้ปลายชนกัน วางในถาดอบที่ไม่ต้องทาน้ำมัน
ปั้นกลีบที่เหลือเป็นก้อนกลมเล็ก วางตรงกลางดอกเป็นเกสร ใช้ปลายมีดทำเป็นแฉกเล็กๆ

↓

อบในเตาอบความร้อน 350 องศาฟาเรนไฮต์ (176 องศาเซลเซียส) 10 นาที

↓

ยกออกจากเตา แซะขนมวางบนตะแกรง พักให้เย็น ใส่ภาชนะที่มีฝา
อบควันเทียนให้หอม เก็บใส่ภาชนะที่ปิดสนิท

ภาพที่ 3.2 กรรมวิธีการทำขนมกลีบลำดวนสูตรที่ 2
ที่มา: ศรีสมร (2553)

ผสมแป้งสาลีกับน้ำตาลไอซิ่งใส่น้ำมันพืชทีละน้อยๆ นวดเบาๆ

↓

ปั้นแป้งเป็นก้อนกลม แล้วผ่าเป็น 4 ส่วน

↓

จับแป้งเป็น 3 ส่วนให้ปลายชนกัน ปั้นแป้งอีกส่วนเป็นก้อนกลม วางลงตรงกลางเป็นเกสร

↓

อบที่อุณภูมิ 350 องศาฟาเรนไฮต์ (176 องศาเซลเซียส) นาน 10 นาที
เมื่อขนมสุกนำออกมาพักไว้ให้เย็นสนิท แล้วจึงแซะออก

↓

นำขนมใส่กล่อง อบควันเทียน

ภาพที่ 3.3 กรรมวิธีการทำขนมกลีบลำดวนสูตรที่ 3
ที่มา: ดัดแปลงอรุณโรจน์ และปรารถนา (2545)

3.2.2 ศึกษาชนิดของแป้งลูกเดือยที่ใช้ผลิตขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตน

ใช้สูตรขนมกลีบลำดวนที่ได้รับการยอมรับจากหัวข้อที่ 3.2.1 เป็นสูตรพื้นฐานนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนปราศจากกลูเตนโดยใช้แป้งลูกเดือย โดยศึกษาชนิดของแป้งลูกเดือยที่ใช้ผลิตขนมกลีบลำดวน 3 ชนิด ได้แก่ แป้งลูกเดือยทางการค้า แป้งลูกเดือยแบบต้ม และแป้งลูกเดือยแบบโม่แห้ง โดยใช้แป้งลูกเดือยทดแทนแป้งสาลีในปริมาณ ร้อยละ 100 ส่วนผสมดังตารางที่ 3.2 จากนั้นนำขนมกลีบลำดวนที่ได้ไปประเมินคุณภาพ

3.2.2.1 การเตรียมแป้งลูกเดือย แป้งลูกเดือยทางการค้า ยี่ห้อ B Natural ขั้นตอนการผลิตแป้งดังภาพที่ 3.4 แป้งลูกเดือยแบบต้ม ขั้นตอนการผลิตแป้งดังภาพที่ 3.5 และแป้งลูกเดือยแบบโม่แห้ง ขั้นตอนการผลิตแป้งดังภาพที่ 3.6 ประเมินคุณภาพแป้งลูกเดือยที่ได้ทั้ง 3 ชนิด ในด้านค่าสี และปริมาณความชื้น

แป้งลูกเดือยทางการค้า

↓

มาบดด้วยวิธีการบดแบบแห้งด้วยเครื่องบดตัวอย่าง RT-04A

ปั่นลูกเดือยบด นาน 2 นาที โดยแบ่งรอบการปั่น รอบละ 30 วินาที

↓

แป้งลูกเดือยที่ได้ ร่อนผ่านที่ร่อนแป้งขนาด 60 เมช

ภาพที่ 3.4 วิธีการเตรียมแป้งลูกเดือยทางการค้า

ที่มา: ดัดแปลงจาก สุนันทา (2554)

ล้างทำความสะอาด

↓

ลูกเดือย 1 กิโลกรัม ต้มในน้ำเดือด 1 ลิตร เวลา 10 นาที
เทน้ำทิ้ง ทำแบบนี้ 2 ครั้ง ต้มต่ออีก 30 นาที ไฟอ่อน

↓

อบด้วยเครื่องอบลมร้อน ABC ระดับ 5 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

↓

ลูกเดือยมาบด ด้วยวิธีการบดแบบแห้งด้วยเครื่องบดตัวอย่าง RT-04A
ปั่นลูกเดือย นาน 2 นาที โดยแบ่งรอบการปั่น รอบละ 30 วินาที

↓

แป้งลูกเดือยที่ได้ มาร่อนผ่ารตะแกรงขนาด 60 เมช

ภาพที่ 3.5 วิธีการเตรียมแป้งลูกเดือยแบบต้ม
ที่มา: ดัดแปลงจาก สุนันทา (2554)

ลูกเดือย

↓

คัดแยกสิ่งสกปรก

↓

บดลูกเดือยด้วยเครื่องบด (RT – 04A) จนละเอียดเป็นผง

↓

ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช

↓

แป้งลูกเดือย

ภาพที่ 3.6 วิธีการเตรียมแป้งลูกเดือยแบบโม่แห้ง
ที่มา: ดัดแปลงจาก สุนันทา (2554)

ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐานและสูตรที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งลูกเดือย

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม (กรัม)			
	สูตรพื้นฐาน (แป้งสาลี)	สูตรแป้งลูกเดือยทางการค้า	สูตรแป้งลูกเดือยแบบต้ม	สูตรแป้งลูกเดือยโม่แห้ง
แป้งสาลีอเนกประสงค์	220	0	0	0
แป้งลูกเดือย	0	220	220	220
น้ำตาลไอซิ่ง	70	70	70	70
น้ำมันถั่วเหลือง	110	110	110	110

3.2.2.1 ประเมินคุณภาพขนมกลีบลำดวนแป้งลูกเดือยทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี (L* ความสว่าง a* ค่าสีแดง b* ค่าสีเหลือง) และค่าความชื้น วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.2.2.2 ประเมินคุณภาพขนมกลีบลำดวนแป้งลูกเดือยทางด้านประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบร่วน) และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาคณะเทคโนโลยี คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design RCBD) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เลือกสูตรที่ดีที่สุดจากผลิตภัณฑ์ที่มีผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงสุด เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับไปพัฒนาสูตรต่อไป

3.2.3 ศึกษาปริมาณการใช้แซนแทนกัมในสูตรขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย

นำขนมกลีบลำดวนสูตรที่ได้รับการยอมรับจากขั้นตอนที่ 3.2.2 มาปรับปรุงเนื้อสัมผัสด้านการยึดเกาะในขณะขึ้นรูปขนม เพื่อให้ได้ลักษณะที่ดีของขนมกลีบลำดวน ด้วยการเสริมแซนแทนกัมในส่วนผสมของขนมกลีบลำดวนในปริมาณ ร้อยละ 0 0.5 1 และ 2 ของแป้งลูกเดือย ในสูตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ประเมินคุณภาพของขนมกลีบลำดวนทั้ง 4 สูตร ทางด้านค่าสี และค่าความชื้น และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบร่วน) และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) วางแผนการทดลองการชิมทางด้านประสาทสัมผัสแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดไปศึกษาขั้นตอนต่อไป

3.2.4 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของแป้งลูกเดือยและขนมกลีบลำดวนแป้งลูกเดือย

นำแป้งลูกเดือยและผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย ที่ผ่านการคัดเลือกมาศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น เถ้า คาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000) และค่าพลังงาน โดยใช้ตารางคำนวณคุณค่าทางโภชนาการ เปรียบเทียบกับขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐานเดิม เพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาการ

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

3.3.1 ห้องปฏิบัติการของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.3.2 ห้องปฏิบัติการของสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาขนมกลีบลำดวน สูตรพื้นฐาน

จากการศึกษาสูตรขนมกลีบลำดวนพื้นฐานจำนวน 3 สูตร (ภาพขั้นตอนดังภาคผนวก ก) นำขนมกลีบลำดวนที่ได้ไปประเมินคุณภาพโดยวัดค่าสี และปริมาณความชื้น และทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยการวางแผนการทดลองแบบบสุ่มในล็อคสมบูรณ์ (Randomized Completely Block Design, RCBD) ศึกษาการยอมรับโดยนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (กรอบร่วน) และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9- Points Hedonic Scale) ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน เป็นอาจารย์และนักศึกษา คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร นำผลที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวนที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด ลักษณะขนมกลีบลำดวนแสดงดังภาพที่ 4.1 ผลการวัดค่าสีและความชื้น แสดงดังตารางที่ 4.1 และผลการทดสอบชิมแสดงดังตารางที่ 4.2

สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3

ภาพที่ 4.1 ขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร

ตารางที่ 4.1 ค่าสีและความชื้นของขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐาน

คุณภาพ	ผลการทดสอบ		
	สูตรที่ 1	**สูตรที่2**	**สูตรที่ 3**
ค่าสี L*^{ns}	81.32±0.70	79.71±0.30	81.38±0.21
a*	0.47±0.70^{b}	0.76±0.61^{a}	0.60±.015^{b}
b*^{ns}	17.36±0.60	18.44±0.37	17.47±0.22
ความชื้น (ร้อยละ)	2.61±0.05^{a}	2.47±0.06^{b}	2.44±0.07^{b}

หมายเหตุ : ^{a,b} ที่ต่างกันแสดงว่าค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากภาพที่ 4.1 ลักษณะของขนมกลีบลำดวนสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ขนมกลีบลำดวนกลีบขึ้นสัน มีความแตกหักเล็กน้อย สูตรที่ 3 มีกลีบดอกขึ้นสันชัดเจน ตรงตามลักษณะที่ดีของขนมกลีบลำดวน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกสูตรที่ 3

จากตารางที่ 4.1 ผลการวัดค่าสีและความชื้นของขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐาน พบว่าขนมกลีบลำดวนทั้ง 3 สูตร มีค่าสี L* และค่าสี b* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าสี a* ของสูตรที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 และค่าความชื้นสูตรที่ 1 แตกต่างจากสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 เนื่องจากขนมกลีบลำดวนทั้ง 3 สูตร ใช้ชนิดน้ำตาล ปริมาณน้ำตาลและอุณภูมิในการอบที่ต่างกันส่งผลทำให้ค่าสี a* ของสูตรที่ 2 มีค่าความเป็นสีแดงเพิ่มมากขึ้น และส่งผลให้ค่าความชื้นของสูตรที่ 1 สูงกว่า สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3

ตารางที่ 4.2 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	สูตรที่ 1	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
ลักษณะปรากฏ	6.93±0.83^{b}	**7.60±0.97^{a}**	**7.57±1.07^{a}**
สี^{ns}	7.33±0.88	7.53±0.86	7.50±0.94
กลิ่น	6.87±0.97^{b}	**7.00±0.79^{ab}**	**7.33±0.71^{a}**
รสชาติ^{ns}	7.17±0.95	7.13±0.68	7.57±0.90
เนื้อสัมผัส(ความกรอบร่วน)	**7.23±0.82^{ab}**	7.10±0.88^{b}	**7.57±0.90^{a}**
ความชอบโดยรวม	7.13±0.90^{b}	**7.67±.071^{a}**	**7.87±0.98^{a}**

หมายเหตุ : ^{a,b} ที่ต่างกันแสดงว่าค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงว่า ค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร เมื่อนำคะแนนความชอบมาหาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย พบว่า คะแนนความชอบด้านสี และรสชาติของขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.5$) ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับขนมกลีบลำดวนสูตรที่ 3 มากที่สุดในด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส(กรอบร่วน) และความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ย 7.57, 7.33, 7.57 และ 7.87 ตามลำดับ อยู่ในระดับชอบปานกลาง เนื่องจากสูตรที่ 3 มีลักษณะ กลีบดอกขึ้นรูปชัดเจน กลีบดอกติดกัน ไม่แตกหัก สีขาวนวล เนื้อสัมผัสกรอบร่วน ปั้นขึ้นรูปง่าย ส่วนสูตรที่ 1 ด้านลักษณะปรากฏของขนมกลีบลำดวนตัวดอกขนมกลีบไม่ติดกัน แตกหักง่าย สีขาวนวล ปั้นขึ้นรูปยาก และสูตรที่ 2 ลักษณะปรากฏของขนมกลีบลำดวน กลีบดอกติดกัน เนื้อสัมผัสกรอบแข็ง ขึ้นรูปยาก เนื่องจากปริมาณของน้ำมันที่แตกต่างกันส่งผลต่อการขึ้นรูปของขนมกลีบลำดวน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกสูตรที่ 3 ซึ่งประกอบด้วยแป้งสาลีร้อยละ 55 น้ำมันร้อยละ 27.5 และน้ำตาลไอซิ่งร้อยละ 17.5 เพื่อเป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาชนิดของแป้งลูกเดือยทดแทนแป้งสาลีในขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตนต่อไป

4.2 ผลการศึกษาชนิดของแป้งลูกเดือยที่ใช้ผลิตขนมกลีบลำดวน

จากการศึกษาชนิดของแป้งลูกเดือยที่ใช้ผลิตขนมกลีบลำดวน โดยใช้แป้งลูกเดือย 3 ชนิด คือ แป้งลูกเดือยทางการค้า แป้งลูกเดือยแบบต้ม และแป้งลูกเดือยแบบโม่แห้ง ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านกายภาพของแป้งลูกเดือยในด้านสี ความชื้นของแป้งลูกเดือย ผลแสดงในตารางที่ 4.3 เมื่อนำแป้งลูกเดือยมาทดแทนแป้งสาลีในขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐานในปริมาณ ร้อยละ 100 ลักษณะของขนมกลีบลำดวนแสดงดังภาพที่ 4.2 นำขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยมาประเมินคุณภาพด้านกายภาพในด้านสี ความชื้น ผลแสดงในตารางที่ 4.4 และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 4.4

แป้งลูกเดือยทางการค้า แป้งลูกเดือยแบบต้ม แป้งลูกเดือยแบบโม่แห้ง

ภาพที่ 4.2 แป้งลูกเดือย 3 ชนิด

ตารางที่ 4.3 ค่าสีและค่าความชื้นของแป้งลูกเดือย 3 ชนิด

คุณภาพ	แป้งลูกเดือย ทางการค้า	แป้งลูกเดือย แบบต้ม	แป้งลูกเดือย แบบโม่แห้ง
ค่าสี L^{*ns}	85.78±0.18	86.83±0.18	77.32±0.20
a^{*ns}	1.43±0.05	0.70±0.02	1.96±0.01
b^{*ns}	11.61±0.04	10.24±0.14	15.30±0.06
ความชื้น (ร้อยละ)^{ns}	9.71±0.16	8.15±0.08	11.15±0.22

หมายเหตุ: ^{ns} แสดงว่า ค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 ผลการวัดค่าสีของแป้งลูกเดือยทั้ง 3 ชนิด คือ แป้งลูกเดือยทางการค้า แป้งลูกเดือยแบบต้ม และแป้งลูกเดือยแบบโม่แห้งและการวัดค่าความชื้น พบว่าแป้งลูกเดือยทั้ง 3 ชนิด และค่าความชื้นของแป้งลูกเดือยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

แป้งลูกเดือยทางการค้า แป้งลูกเดือยแบบต้ม แป้งลูกเดือยแบบโม่แห้ง

ภาพที่ 4.3 ผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย 3 ชนิด

ตารางที่ 4.4 ค่าสีและความชื้นของขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย 3 ชนิด

คุณภาพ		ผลการทดสอบขนมกลีบลำดวนแป้งลูกเดือย		
		แป้งลูกเดือย ทางการค้า	**แป้งลูกเดือย แบบต้ม**	**แป้งลูกเดือย แบบโม่แห้ง**
ค่าสี	L*	63.57±4.28^{b}	65.80±0.74^{b}	71.78±0.73^{a}
	a*	6.15±0.17^{a}	3.56±0.07^{c}	4.12±0.17^{b}
	b*	21.02±0.24^{a}	18.70±0.67^{b}	18.82±0.23^{b}
ความชื้น (ร้อยละ)		1.66±0.05^{c}	1.75±0.01^{b}	2.02±0.06^{a}

หมายเหตุ: $^{a, b}$ ที่ต่างกันแสดงว่าค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.4 ผลการวัดค่าสีของขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยทั้ง 3 ชนิด ที่ได้จากการวิธีการเตรียมแป้งที่ต่างกัน พบว่า แป้งลูกเดือยแบบโม่แห้งแตกต่างกับแป้งลูกเดือยทางการค้าและ

แป้งลูกเดือยแบบต้ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยขนมกลีบลำดวนที่ใช้แป้งลูกเดือยทางร้านค้า มีค่า สี a* และค่าสี b* มากที่สุด และแป้งลูกเดือยแบบโม่แห้ง มีค่าสี L* และค่าความชื้น มากที่สุด ค่าสี a* ของแป้งลูกเดือยแบบต้มน้อยที่สุด เกิดจากการใส่ใบเตยส่งผลต่อสีของแป้งลูกเดือยเ ด้วยเหตุนี้ทำให้ผลการวัดค่าสีของแป้งลูกเดือยแบบต้มมีความแตกต่าง กับ แป้งลูกเดือยทางการค้า และแป้งลูกเดือยเบบโม่แห้งและพบว่าค่าสี L* ของแป้งลูกเดือยทางการค้าและแป้งลูกเดือยแบบต้ม มีคะแนนต่ำกว่า แป้งลูกเดือยแบบโม่แห้ง เนื่องจาก ในตัวของแป้งลูกเดือยทางการค้าและแป้งลูกเดือยแบบต้ม มีเศษเปลือกหุ้มเมล็ดที่เป็นผงสีดำปนอยู่มากทำให้ค่าสีที่ได้แตกต่างจากแป้งลูกเดือยทั้ง 2 ชนิด และแป้งทั้ง 3 ชนิดมีความชื้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.5 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมกลีบลำดวนที่ใช้แป้งลูกเดือย 3 ชนิด

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบขนมกลีบลำดวนแป้งลูกเดือย		
	แป้งลูกเดือยทางการค้า	แป้งลูกเดือยแบบต้ม	แป้งลูกเดือยแบบโม่แห้ง
ลักษณะปรากฏ	7.30±0.79^{b}	7.40±0.67^{b}	**8.13±0.68^{a}**
สี	7.10±0.80^{b}	**7.33±0.88^{ab}**	**7.70±0.79^{a}**
กลิ่น	7.03±0.93^{b}	**7.27±0.83^{ab}**	**7.67±0.92^{a}**
รสชาติ	7.47±0.86^{b}	7.20±0.66^{b}	**8.23±0.77^{a}**
เนื้อสัมผัส(ความกรอบร่วน)	7.37±0.85^{b}	7.27±0.87^{b}	**8.27±0.69^{a}**
ความชอบโดยรวม	7.20±0.76^{b}	7.23±0.73^{b}	**8.40±0.67^{a}**

หมายเหตุ: ^{a,b} ที่ต่างกันแสดงว่าค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.5 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของชนิดกลีบลำดวนปราศจากกลูเตนจากแป้งลูกเดือยทั้ง 3 ชนิด คือ แป้งลูกเดือยทางการค้า แป้งลูกเดือยแบบต้ม และแป้งลูกเดือยแบบโม่แห้ง พบว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับแป้งลูกเดือยแบบโม่แห้งมากที่สุด ในด้านคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (กรอบร่วน) และความชอบโดยรวม มีคะแนนเฉลี่ย 8.13 7.70 7.67 8.23 8.27 และ 8.40 ตามลำดับ อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบ

มาก เนื่องจาก แป้งลูกเดือยแบบโม่แห้ง มีลักษณะที่ดีของขนมกลีบลำดวน คือ กลีบดอกขึ้นสันชัดเจน ปั้นขึ้นรูปง่าย เนื้อสัมผัสมีความกรอบร่วน การเกาะตัวของขนมยังไม่เพียงพอ ทำให้ตัวขนมมีการแตกหัก ส่วนสูตรที่ใช้แป้งลูกเดือยทางการค้า เนื้อสัมผัสของขนมมีความสาก มีผงสีดำของเปลือกลูกเดือย การเกาะตัวของขนมขึ้นรูปยาก เนื่องมาจาก แป้งลูกเดือยทางการค้ามักใช้ลูกเดือยที่ไม่มีคุณภาพ ใช้ลูกเดือยตกเกรดมาผลิตเป็นแป้งเพื่อประหยัดต้นทุนทางการผลิต ทำให้มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีดำซึ่งมีเนื้อสัมผัสแข็งกว่าส่วนอื่นๆ เป็นตัวขัดขวางการเกาะตัวของขนมกลีบลำดวนเวลาปั้นกลีบดอก สูตรที่ใช้แป้งลูกเดือยแบบต้ม มีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อน ใช้ระยะเวลาผลิตแป้งที่นาน รวมถึงเนื้อสัมผัสของขนมมีความกรอบแข็ง เนื้อแป้งหยาบกระด้าง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกสูตรขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตนโดยใช้แป้งลูกเดือยแบบโม่แห้งเป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาครั้งต่อไป ซึ่งเนื้อสัมผัสของขนมกลีบลำดวนจากแป้งโม่แห้ง การยึดเกาะของขนมยังไม่ชัดเจน จึงทำให้ผู้วิจัยจะศึกษาการเสริมแซนแทนกัมเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยในครั้งต่อไป

4.3 ผลการศึกษาปริมาณการใช้แซนแทนกัมในสูตรขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย

การศึกษาปริมาณแซนแทนกัมที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย โดยนำแซนแทนกัมเสริมในแป้งลูกเดือยในสูตรที่พัฒนาได้จากข้อ 4.2 โดยเสริมแซนแทนกัมในปริมาณร้อยละ 0.5 1 และ 2 ของปริมาณแป้งลูกเดือยในสูตร ลักษณะของขนมกลีบลำดวนแสดงดังภาพที่ 4.4 ผลการประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพในด้านสี และความชื้นแสดงในตารางที่ 4.6 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (กรอบร่วน) และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยผู้ทดสอบชิม จำนวน 30 คน เป็นอาจารย์และนักศึกษา คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชมงคลพระนคร และนำข้อมูลคะแนนความชอบที่ได้ที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติด้วยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 4.7

สูตรพื้นฐาน สูตรเสริมร้อยละ 0.5 สูตรเสริมร้อยละ 1 สูตรเสริมร้อยละ 2

ภาพที่ 4.4 ขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยที่เสริมแซนแทนกัมในปริมาณต่างกัน

จากภาพที่ 4.4 การเสริมแซนแทนกัมในสูตรขนมกลีบลำดวน ช่วยให้ขนมขึ้นรูปง่ายขึ้นเมื่อนำขนมไปอบลักษณะปรากฏกลีบดอกลำดวนขึ้นรูปชัดเจน กลีบดอกเป็นสัน สีขาวนวล กลิ่นหอมจากการอบควันเทียน เนื้อสัมผัสกรอบร่วน ซึ่งแตกต่างกับสูตรเสริมร้อยละ 0.5 ซึ่งมีลักษณะกลีบดอกขึ้นสัน การขึ้นรูปยาก เนื้อหยาบร่วน และสูตรเสริมร้อยละ 2 ซึ่งเสริมแซนแทนกัมในปริมาณที่มากขึ้นยิ่งทำให้ขนมร่วนขึ้น การยึดเกาะตัวของขนมน้อยลง ขึ้นรูปยาก กลีบดอกไม่เป็นทรง ด้วยคุณสมบัติของแซนแทนกัมเป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ที่จับกับโมเลกุลของน้ำในอาหาร ด้วยปริมาณของน้ำในสูตรขนมกลีบลำดวนมีน้อย ค่าความชื้นต่ำ ดังนั้นจึงจับยึดกับแซนแทนกัมได้จำกัด การเพิ่มปริมาณแซนแทนกัมถึงร้อยละ 2 จึงไม่มีผลช่วยการยึดเกาะของแป้งมากขึ้น

ตารางที่ 4.6 ค่าสีและความชื้นของขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยที่ใช้แซนแทนกัมเสริมในสูตรปริมาณต่างกัน

คุณภาพ	สูตรพื้นฐาน	เสริมร้อยละ 0.5	เสริมร้อยละ 1	เสริมร้อยละ 2
ค่าสี L*	71.01±1.83^{b}	73.13±1.21^{a}	72.43±1.10^{ab}	72.60±1.42^{ab}
a*^{ns}	2.42±0.25	2.10±0.15	2.23±0.17	2.40±0.13
b*	14.34±0.86^{b}	14.90±0.36^{b}	15.80±0.35^{ab}	16.56±0.27^{a}
ความชื้น (ร้อยละ)	2.05±0.04^{c}	2.13±0.02^{b}	2.23±0.02^{a}	2.25±0.01^{a}

หมายเหตุ : ^{a,b} ที่ต่างกันแสดงว่าค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงว่า ค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.6 ผลการประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพขนมกลีบลำดวนทั้ง 4 ระดับ คือร้อยละ0, 0.5, 1 และ 2 ของแป้งลูกเดือยในสูตรพื้นฐาน พบว่า พบว่าค่าสี L* (ค่าความสว่าง) สูตรเสริมร้อยละ 0.5 สูตรเสริมร้อยละ 1 และสูตรเสริมร้อยละ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p > 0.05$) และ สูตรพื้นฐาน สูตรเสริมร้อยละ 1 และสูตรเสริมร้อยละ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p > 0.05$) แต่แตกต่างกับสูตรเสริมร้อยละ 0.5 ค่าสี a* ทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และค่าสี b* สูตรเสริมร้อยละ 2 และสูตรเสริมร้อยละ 1 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)แต่จะแตกต่างกับสูตรพื้นฐานและสูตรเสริมร้อยละ 0.5 แสดงว่าปริมาณแซนแทนกัมมีผลต่อค่าสีของขนมกลีบลำดวนเล็กน้อย ลักษณะของขนมกลีบลำดวนที่เสริมปริมาณแซนแทนกัมร้อยละ 1 และร้อยละ 2 ที่ได้ค่อนข้างนิ่มมากขึ้นกว่าสูตรพื้นฐานซึ่งไม่ได้เสริมแซนแทนกัม สอดคล้องกับผลการวัดค่าความชื้นของขนมกลีบลำดวนที่เสริมปริมาณแซนแทนกัมร้อยละ 1 และร้อยละ 2 มีค่าความชื้นสูงกว่าสูตรพื้นฐาน และสูตรที่เสริมร้อยละ 0.5 ด้วยแซนแทนกัมมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำ จึงทำให้กักเก็บน้ำไว้ในตัวขนมได้มากขึ้น ทำให้ขนมกลีบลำดวนมีเนื้อสัมผัสนิ่มความแข็งกระด้างน้อยกว่าสูตรพื้นฐาน

ตารางที่ 4.7 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของขนมกลีบลำดวนที่เสริมแซนแทนกัมในปริมาณต่างกัน

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ			
	พื้นฐาน	**เสริม ร้อยละ 0.5**	**เสริม ร้อยละ 1**	**เสริม ร้อยละ 2**
ลักษณะปรากฏ^{ns}	7.37±1.06	7.03±0.85	7.33±0.96	7.00±0.79
สี^{ns}	7.33±0.92	6.93±0.74	7.40±1.00	7.13±0.97
กลิ่น	**7.40±1.16**^{ab}	7.17±0.91^{b}	**7.86±0.78**^{a}	**7.46±0.81**^{ab}
รสชาติ	**7.57±1.00**^{a}	7.03±0.85^{b}	**7.53±0.81**^{a}	7.03±0.96^{b}
เนื้อสัมผัส (กรอบร่วน)	7.23±1.07^{b}	7.13±0.73^{b}	**7.76±0.89**^{a}	7.06±0.86^{b}
ความชอบโดยรวม	7.50±0.86^{b}	7.17±0.74^{b}	**8.10±0.66**^{a}	7.16±1.14^{b}

หมายเหตุ : ^{a,b} ที่ต่างกันแสดงว่าค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} แสดงว่า ค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.7 ผลคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนเสริมแซนแทนกัมเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยทั้ง 4 สูตร ในปริมาณร้อยละ 0 0.5 1 และ 2 ของน้ำหนักแป้งลูกเดือยในสูตร ผลการทดสอบชิมพบว่าคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและค่าสีของขนมกลีบลำดวนที่เสริมแซนแทนกัมทั้ง 4 สูตรไม่ต่างกัน ($p>0.05$) ส่วนคุณลักษณะด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบร่วน) และความชอบโดยรวม พบว่าผู้ชิมให้คะแนนความชอบขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยที่เสริมแซนแทนกัมเพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสในปริมาณร้อยละ 1 ของปริมาณแป้งลูกเดือย มากกว่าการเสริมร้อยละ 0.5 และร้อยละ 2 ($p \leq 0.05$) โดยขนมกลีบลำดวนที่ได้มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบร่วน) และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.33 7.40 7.86 7.53 7.76 และ 8.10 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก การใช้แซนแทนกัมจึงเหมาะสมสำหรับการช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของขนมกลีบลำดวนได้ สอดคล้องกันงานวิจัยของธนิษฐา (2560) ที่ศึกษาขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตนเสริมงาดำ โดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ 3 ชนิด ได้แก่ คาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส (CMC) คาราจีแนน และแซนแทนกัม เติมในปริมาณร้อยละ 2 ของปริมาณแป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวเจ้าเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของขนมกลีบลำดวนเสริมงาดำ พบว่าการเสริมแซนแทนกัมในปริมาณร้อยละ 2 ได้รับคะแนนความชอบมากกว่าการเสริมด้วยคาร์บอกซีเมธิลเซลลูโลส (CMC) และคาราจีแนนและสอดคล้องกับงานวิจัยของกิตติพงษ์ และคณะ (2563) กัวร์กัม และแซนแทนกัม ทำให้ได้ขนมกลีบลำดวนที่ทำจากแป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว มีสี ความแข็ง และโครงสร้างใกล้เคียงกับขนมกลีบลำดวนแบบเดิมที่ใช้แป้งสาลีซึ่งมีกลูเตนเป็นส่วนประกอบ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือก สูตรเสริมแซนแทนกัมร้อยละ 1 ในขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตนจากแป้งลูกเดือยในการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งลูกเดือยและขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยในการศึกษาต่อไป

4.4 ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของแป้งลูกเดือยและขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย

ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของแป้งลูกเดือย ขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐาน และขนมกลีบลำดวนที่ใช้แป้งลูกเดือยมาทดแทนแป้งสาลีที่พัฒนาได้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณเพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น คาร์โบไฮเดรต เถ้า และคำนวณค่าพลังงาน (AOAC, 2000) ผลการวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของแป้งลูกเดือยและขนมกลีบลำดวน (100 กรัม)

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)	แป้งสาลี*	แป้งลูกเดือย	ขนมกลีบลำดวน	
			สูตรพื้นฐาน (แป้งสาลี)	สูตร แป้งลูกเดือย
คาร์โบไฮเดรต (Include fiber)	70	69.89	61.78	62.21
โปรตีน (N x 6.25)	11.5	14.33	6.79	6.75
ไขมัน	1	6.03	27.77	27.46
ความชื้น	15	7.91	3.36	2.64
เถ้า	0.4	1.84	0.30	0.94
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	339	391.15	524.21	522.98

หมายเหตุ: * ที่มาจากจิตธนา และอรอนงค์ (2549)

จากตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งลูกเดือย ให้คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าร้อยละ 69.89, 14.33, 6.03, 7.91 และ 1.84 ตามลำดับ มีปริมาณพลังงาน 391.15 กิโลแคลอรี/100 กรัม ในขณะที่จิตธนา และอรอนงค์ (2549) รายงานว่าแป้งสาลี มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้า ร้อยละ 70, 11.5, 1, 15 และ 0.4 ตามลำดับ ให้พลังงาน 339 กิโลแคลอรี/100 กรัม จะเห็นได้ว่าปริมาณของไขมัน โปรตีน และเถ้าซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีร่ธาตุต่างๆ ของแป้งลูกเดือยสูงกว่าแป้งสาลี มีผลให้ค่าพลังงานของแป้งลูกเดือยสูงกว่าของแป้งสาลี ในส่วนของการนำลูกเดือยไปแทนแป้งสาลีในสูตรขนมกลีบลำดวน พบว่าองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของขนมกลีบลำดวนแป้งลูกเดือยมีโปรตีน 6.75 กรัม ไขมัน 27.46 กรัม ความชื้น 2.64 กรัม คาร์โบไฮเดรต 62.21 กรัม เถ้า 0.94 กรัม และพลังงาน 522.98 กิโลแคลอรี ใกล้เคียงกับขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐานที่ใช้แป้งสาลี แต่ขนมกลีบลำดวนแป้งลูกเดือยมีปริมาณของเถ้าสูงกว่าสูตรพื้นฐาน ด้วยในลูกเดือยมีแร่ธาตุหลายชนิดในปริมาณสูง เช่น ฟอสฟอรัส แคลเซียม เหล็ก และไนอะซิน (กรมอนามัย 2561) ดังนั้นขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยจึงเป็นขนมเพื่อสุขภาพสำหรับผู้บริโภคทั่วไปและเหมาะสมสำหรับผู้บริโภคที่แพ้กลูเตนสามารถรับประทานได้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 การศึกษาสูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวน

สูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวนที่ได้รับการคัดเลือกจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส มีส่วนผสม ได้แก่ แป้งสาลี น้ำมันถั่วเหลือง และ น้ำตาลไอซิ่ง ร้อยละ 55 27.50 และ 17.50 ตามลำดับ ขนมกลีบลำดวนมีลักษณะที่ดี กลีบดอกติดกัน กลีบขึ้นสัน เนื้อสัมผัสกรอบร่วน

5.1.2 การศึกษาชนิดของแป้งลูกเดือยที่ใช้ผลิตขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตน

ขนมกลีบลำดวนที่ทำจากแป้งลูกเดือยชนิดโม่แห้งได้รับคะแนนความชอบจากผู้ทดสอบชิมมากกว่าขนมกลีบลำดวนที่ทำจากแป้งลูกเดือยทางการค้า และแป้งลูกเดือยแบบต้ม ($p \leq 0.05$) โดยมีคุณลักษณะที่ดีของขนมกลีบลำดวน คือ กลีบดอกติดกัน กลีบขึ้นสัน เนื้อสัมผัสกรอบร่วน มีกลิ่นเฉพาะตัวของลูกเดือย แต่การใช้แป้งลูกเดือยทางการค้าและแป้งลูกเดือยแบบต้มนั้นลักษณะเนื้อของขนมมีความสาก กลีบดอกขึ้นรูปไม่สวย มีกลิ่นแรงของลูกเดือย เนื้อสัมผัสกรอบแข็ง

5.1.3 การศึกษาปริมาณการใช้แซนแทนกัมในสูตรขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย

ขนมกลีบลำดวนที่เสริมแซนแทนกัมในปริมาณร้อยละ 1 ของปริมาณแป้งลูกเดือยได้รับคะแนนความชอบเฉลี่ยมากกว่าปริมาณการเสริมร้อยละ 0.5 และร้อยละ 2 เนื่องจากเนื้อสัมผัสขนมปั้นและขึ้นรูปทรงกลีบง่าย หลังอบกลีบดอกยังติดกันและเนื้อสัมผัสขนมมีความกรอบร่วน

5.1.4 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแป้งลูกเดือยและขนมกลีบลำดวนแป้งลูกเดือย

องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของขนมกลีบลำดวนแป้งลูกเดือยมีโปรตีน 6.75 กรัม ไขมัน 27.46 กรัม ความชื้น 2.64 กรัม คาร์โบไฮเดรต 62.21 กรัม เถ้า 0.94 กรัม และพลังงาน 522.98 กิโลแคลอรี ใกล้เคียงกับขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐานที่ใช้แป้งสาลี แต่มีปริมาณของเถ้าสูงกว่าสูตรพื้นฐาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาชนิดของน้ำมันที่มีคุณประโยชน์ในสูตรขนมกลีบลำดวนแป้งลูกเดือย

5.2.2 สามารถนำแป้งลูกเดือยไปปรับใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี ขนมไทย หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น ขนมผิง ขนมปังกรอบ เป็นต้น

5.2.3 สามารถใช้แป้งจากธัญพืช หรือ ถั่ว หลากหลายชนิดมาเสริมในขนมกลีบลำดวน เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เช่น ถั่วขาว ถั่วลูกไก่ อัลมอนด์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กนกอร พวงระย้า. 2560. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวจากแป้งลูกเดือยทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

กรมวิชาการเกษตร. 2012. **ข้อมูลลูกเดือย และประโยชน์ของลูกเดือย.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.vichakaset.com/, 1 มิถุนายน 2564

กรมอนามัย. 2561. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย.** โรงพิมพ์ทหารผ่านศึก, นนทบุรี. กรุงเทพฯ.

กล้าณรงค์ ศรีรอต และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2550. **เทคโนโลยีของแป้ง.** พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

กานดา กลิ่นพะยอม และคณะ. 2559. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเทียนเพื่อสุขภาพ.** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

กิตติพงษ์ สุวีโรม, เดือนเต็ม ทิมายงค์, หทัยรัตน์ ริมคีรี และวิหาร ดีปัญญา. 2563. **“การพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตน”.** วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มทร.ธัญบุรี, 18(2): 23-33.

จริยา เดชกุญชร. 2552. **สุดยอดเบเกอรี่.** แม่บ้าน, กรุงเทพ.

จารุวรรณ บางแวก. 2550. **การผลิตเดือยคุณภาพส่งออก.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.210.246.186.28/pprdo/Jobstear/jobs%, 1 มิถุนายน 2564

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2549. **เบเกอรีเทคโนโลยีเบื้องต้น** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิราภรณ์ ชัยสิริเจริญกุล. 2552. **องค์ประกอบทางเคมีและโครงสร้างของลูกเดือยและผลของกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อนต่อสมบัติทางเคมีและเคมีกายภาพของแป้งลูกเดือย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ฉวีวรรณ จิตยพันธกุล. 2546. **วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

ชัยพฤกษ์ หงษ์ลัดดาพร, สว่าง กุลวงษ์, สุธาสินี ครุฑธกะ, ฐิติมา ลาดเงิน, พัชรินทร์ กล้าหาญ และ ศราวุฒิ ม่วงศรี. 2556 ผลการใช้รำเดือยในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมือง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 44: 1 (พิเศษ): 303-306.

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

เชาวลิต อุปฐาก. 2559. **เอกสารประกอบการเรียนวิชาขนมไทย.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพฯ.

ฐิติมาพร หนูเนียม และ วิภาวรรณ วงศ์สุดาลักษณ์. 2557. **การประยุกต์ใช้แป้งข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน.** รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

ณัฐฐพร สุบรรณมณี. 2552. **การใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ในการป้องกันการเกิดสเตลิ่งของมามาม่อนเค้ก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ธนิษฐา อภัยแสน. 2560. **ขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตนเสริมงาดำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. กรุงเทพฯ

นภัสชล สนธิปักษ์. 2547. **การดัดแปรแป้งข้าวเหนียวเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมกงกิ่งสำเร็จรูป** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

นัชนา รัตนากรโกวิท. 2551. **ผลของส่วนผสมต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์ไส้อั่วมังสวิรัติ.** วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นันท์ชนก นันทะไชย, สุกัญญา มะหะหมัด และขนิษฐา จงสุขกลาง. 2556. **“การศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวกล้องต่อแป้งสาลีต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน”.** วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. xx:93-96

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. **วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน.** โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

พจนีย์ มานุจำ. 2542. **การใช้แป้งลูกเดือยทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในเส้นพาสต้า.** แผนงานพิเศษปริญญาตรี. คณะคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช.

พัชรี ตั้งตระกูล. 2560. **การพัฒนากระบวนการผลิตแป้งข้าวเจ้าเพื่อใช้ผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว.** รายงานการวิจัย. สถาบันวิจัยและพัฒนา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2549. **Xanthan-gum.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http:www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1112/xanthan-gum, 19 กรกฎาคม 2564

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2555. **ลูกเดือย.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetwoksolution.com/wiki/word/6200, 7 กันยายน 2564

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. ม.ป.ป. **Rice flour.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http:www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1656/rice-flour-แป้งข้าว, 30 พฤษภาคม 2564.

รัมภา ศิริวงศ์. 2552. **ขนมไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 7. ดวงกมลพับลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ.

วิไล รังสาดทอง. 2549. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.** สถาบันพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

ศรีสมร คงพันธุ์. 2553. **อาหารคาวหวาน.** พิมพ์ครั้งที่ 6. พรรณีการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

สว่าง กุลวงษ์, ชัยพฤกษ์ หงส์ลัดดาพร และ สุนทร เกไกรสร. 2556**. ผลของการใช้รำเดือยในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของเนื้อไก่.** แก่นเกษตร 41(ฉบับพิเศษ 1): 424-429.

สุกัญญา อ้อนประเสริฐ. 2556**. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพจากแป้งลูกเดือย.** รายงานการวิจัย. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

สุนทร เกไกรสร, ชันชยพฤกษ์ หงส์ลัดดาพร และสว่าง กุลวงษ์. 2555. **ผลการใช้ปลายเดือยเป็นแหล่งพลังงานทดแทนปลายข้าวในสูตรอาหารเป็ดเทศกบินทร์บุรี.** แก่นเกษตร, 40(ฉบับพิเศษ2): 313-316.

สุนันทา ทองทา. 2554. **องค์ประกอบและคุณสมบัติของแป้งลูกเดือยเพื่อเป็นส่วนผสมอาหารเพื่อสุขภาพ.** รายงานการวิจัย. มหาวิมยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

สุปราณี แพรศิริ. 2552. **ขนมไทย.** เอ็มไอเอส, กรุงเทพฯ

อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล. 2547. **หลักการประกอบอาหาร**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล. 2558. **หลักการประกอบอาหาร.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อภิญญา มานะโรจน์. 2547. **ขนมถาด.** พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์แม่บ้าน จำกัด, กรุงเทพฯ

อรทัย บุญทะวงศ์, สุวิดา ปิกเกษม และ วรัญญู อินตานันท์. 2556. **ผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพลูกเดือยอบพอง**, น.218-226. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ ใน การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5, กรุงเทพฯ.

อรุณโรจน์ อังคณารุ่งรัตน์ และปรารถนา มาสถติชัย. **ขนมไทย. [**ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.thaigoogview.com, 14 ตุลาคม 2564

อัจฉรา ดลวิทยาคุณ. 2556. **การทดลองอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 2. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

อุทัยวรรณ ทองทั้งวงศ์. 2555. **การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิลในผลิตภัณฑ์เค้ก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

โอภาส. ม.ป.ป “เดือย”. กรมวิชาการเกษตร [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://www.doa.go.th/, 7 กันยายน 2564

AOAC, 2000, Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th Ed. AOAC International, Gaithersburg, Maryland.

Nara Srisuwan(นามแฝง). 2562. “กลีบลำดวน” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://www.pinterest.com/pin/237353842835195929/ 7 กันยายน 2564

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก สูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวน 3 สูตร
และสูตรขนมกลีบลำดวนแป้งลูกเดือย

ภาคผนวก ข ขั้นตอนการผลิตแป้งลูกเดือย

ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวก ง ใบรายงานผลการทดสอบ

ภาคผนวก ก

สูตรพื้นฐานขนมกลีบลำดวน
สูตรขนมกลีบลำดวนแป้งลูกเดือย
สูตรขนมแป้งลูกเดือยเสริมแซนแทนกัม

ขนมกลีบลำดวน
(สูตรพื้นฐานที่ 1)

ส่วนผสม

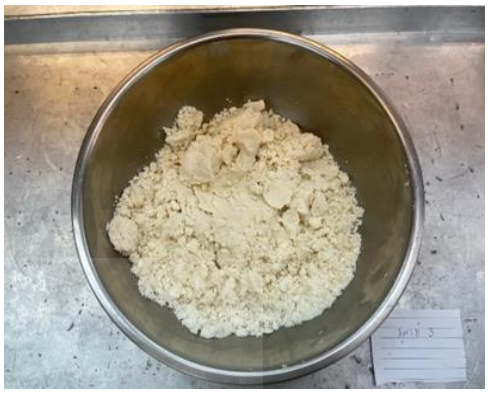
แป้งสาลี	200 กรัม
น้ำตาลไอซิ่ง	180 กรัม
น้ำมันพืช	120 กรัม

วิธีทำ

1. ร่อนแป้งกับน้ำตาลไอซิ่งให้เข้ากันสองครั้ง จากนั้นค่อยใส่น้ำมันพืชเคล้าให้เค้ากันปั้นเป็นก้อนกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง ¾ นิ้ว ใช้มีดผ่าแบ่งแป้งออกเป็นสี่ชิ้นเท่าๆกัน นำแป้ง 3 ชิ้นมาประกอบดอก โดยวางเรียงให้เป็น 3 กลีบและบีบให้ปลายด้านหนึ่งติดกันลักษณะเป็นดอก จากนั้น ปั้นแป่งเป็นก้อนกลมเล็กวางตรงกลางเป็นเกสร
2. อบไฟ 150 องศาเซลเซียส(300 ฟาเรนไฮต์) นาน 10 นาที จากนั้นนำออกมาอบควันเทียน จากนั้นนำมาใส่ภาชนะปิดฝาให้ชัดเจน

ที่มา: ดัดแปลงเชาวลิต (2559)

ขั้นตอนที่ 1



ขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 5

ภาพที่ ก.1 กรรมวิธีการผลิตกลีบลำดวนสูตรที่ 1

ขนมกลีบลำดวน
(สูตรพื้นฐานที่ 2)

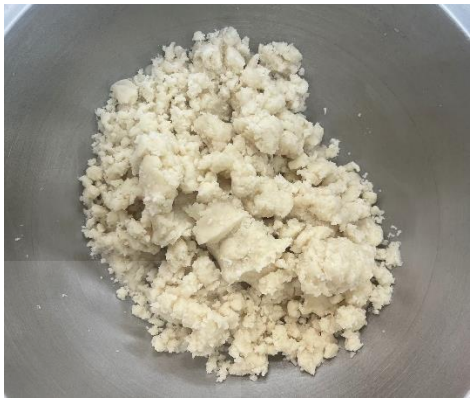
ส่วนผสม

แป้งสาลีอเนกประสงค์ร่อนแล้ว	285 กรัม
น้ำตาลทรายป่นร่อนแล้ว	130 กรัม
น้ำมันพืช	150 กรัม

วิธีทำ

1. ผสมแป้งสาลีกับน้ำตาลทรายป่นในอ่างผสม เคล้าให้เข้ากัน ใส่น้ำมัน เคล้าให้เข้ากันดี
2. คลึงแป้งที่ผสมเป็นแท่งกลมยาว ใช้มีดตัดเป็นชิ้นเล็ก แล้วปั้นเป็นก้อนกลมขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง ¾ นิ้ว ผ่าเป็น 4 ชิ้น
3. จับกลีบแป้ง 3 กลีบ ให้ปลายชนกัน วางในถาดอบไม่ต้องทาน้ำมัน แล้วปั้นกลีบที่เหลือเป็นก้อนกลมเล็ก วางตรงกลางดอกเป็นเกสร ใช้ปลายมีดทพเป็นแฉกเล็กๆ ทำจนหมด นำเข้าเตาอบ 350 ฟาเรนไฮต์(176 องศาเซลเซียส) นาน 10 นาที ยกออกจากเตา แซะขนมวางบนตะแกรง พักให้เย็นอบควันเทียน ใส่ภาชนะที่มีฝาปิด

ที่มา: ดัดแปลงศรีสมร (2553)



ขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 3

ภาพที่ ก.2 กรรมวิธีการผลิตกลีบลำดวนสูตรที่ 2

ขนมกลีบลำดวน

(สูตรพื้นฐานที่ 3)

ส่วนผสม

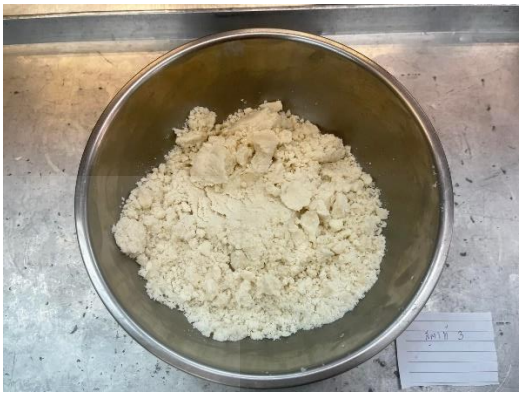
แป้งสาลี	220 กรัม
น้ำตาลไอซิ่ง	70 กรัม
น้ำมันพืช	110 กรัม

วิธีทำ

1. ผสมแป้งสาลีกับน้ำตาลไอซิ่ง ใส่น้ำมันพืชทีละน้อย นวดเบาๆ
2. ปั้นแป้งเป็นก้อนกลม แล้วผ่าเป็น 4 ส่วน
3. จับแป้ง 3 ส่วนให้ปลายชนกัน แป้งอีกส่วนปั้นเป็นก้อนกลม วางตรงกลางเป็นเกสร
4. นำขนมเข้าเตาอบอุณภูมิ 350 องศาฟาเรนไฮต์ (176 องศาเซลเซียส) นาน 10 นาที เมื่อสุกนำออกมาอบควันเทียน แล้วจึงแซะขนมใส่ขวดโหล

ที่มา: ดัดแปลงอรุณโรจน์ และปรารถนา (2545)

ขั้นตอนที่ 1



ขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 4

ภาพที่ ก.3 กรรมวิธีการผลิตขนมกลีบลำดวนสูตรที่ 3

ขนมกลีบลำดวนแป้งลูกเดือย

ส่วนผสม

แป้งลูกเดือย	220 กรัม
น้ำตาลไอซิ่ง	70 กรัม
น้ำมันพืช	110 กรัม

วิธีทำ

1. ผสมแป้งลูกเดือยกับน้ำตาลไอซิ่ง ใส่น้ำมันพืชทีละน้อย นวดเบาๆ
2. ปั้นแป้งเป็นก้อนกลม แล้วผ่าเป็น 4 ส่วน
3. จับแป้ง 3 ส่วนให้ปลายชนกัน แป้งอีกส่วนปั้นเป็นก้อนกลม วางตรงกลางเป็นเกสร
4 นำขนมเข้าเตาอบอุณภูมิ 350 องศาฟาเรนไฮต์ (176 องศาเซลเซียส) นาน 10 นาที เมื่อสุกนำออกมาพักไว้ให้เย็นสนิท แล้วจึงแซะขนมใส่ขวดโหล

ขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 4

ภาพที่ ก.4 กรรมวิธีการทำผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยโม่แห้ง

ขนมกลีบลำดวนแป้งลูกเดือยเสริมแซนแทนกัม

ส่วนผสม

แป้งลูกเดือย	220 กรัม
น้ำตาลไอซิ่ง	70 กรัม
น้ำมันพืช	110 กรัม
แซนแทนกัม	2.2 กรัม
น้ำ	10 กรัม

วิธีทำ

1. ละลายแซนแทนกัมกับน้ำพักไว้
2. ผสมแป้งลูกเดือยกับน้ำตาลไอซิ่ง แซนแทนกัมที่พักไว้ ใส่น้ำมันพืชทีละน้อย นวดเบาๆ
3. ปั้นแป้งเป็นก้อนกลม แล้วผ่าเป็น 4 ส่วน
4. จับแป้ง 3 ส่วนให้ปลายชนกัน แป้งอีกส่วนปั้นเป็นก้อนกลม วางตรงกลางเป็นเกสร
5. นำขนมเข้าเตาอบอุณภูมิ 350 องศาฟาเรนไฮต์ (176 องศาเซลเซียส) นาน 10 นาที เมื่อสุกนำออกมาพักไว้ให้เย็นสนิท แล้วจึงแซะขนมใส่ขวดโหล

ขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 5

ภาพที่ ก.5 กรรมวิธีการทำกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยเสริมแซนแทนกัม

ภาคผนวก ข
ขั้นตอนการผลิตแป้งลูกเดือย

ขั้นตอนการผลิตแป้งลูกเดือยทางการค้า

1.นำแป้งลูกเดือยทางการค้า มาบดด้วยวิธีการบดแบบแห้งด้วยเครื่องบดตัวอย่าง RT-04A ปั่นลูกเดือยบด นาน 2 นาที โดยแบ่งรอบการปั่น รอบละ 30 วินาที

2.แป้งลูกเดือยที่ได้ ร่อนผ่านที่ร่อนแป้งขนาด 60 เมช

ภาพที่ ข.1 ขั้นตอนการผลิตลูกเดือยการค้า

ขั้นตอนการทำแป้งลูกเดือยแบบต้ม

1.คัดเมล็ดลูกเดือยแยกสิ่งสกปรก ล้างทำความสะอาด

2. นำลูกเดือย 1 กิโลกรัม ต้มในน้ำเดือด 1 ลิตร เวลา 10 นาที เทน้ำทิ้ง ทำแบบนี้ 2 ครั้ง ต้มต่ออีก 30 นาที ไฟอ่อน

3.นำลูกเดือยที่ต้มเสร็จมาอบด้วยเครื่องอบลมร้อน ABC ระดับ 5 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

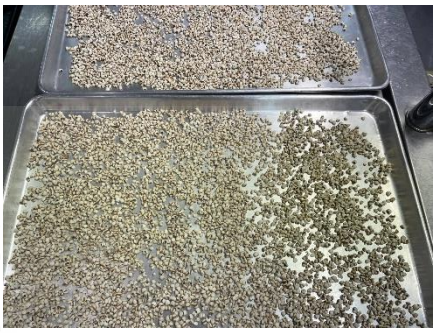
4.น้ำลูกเดือยมาบด ด้วยวิธีการบดแบบแห้งด้วยเครื่องบดตัวอย่าง RT-04A ปั่นลูกเดือย นาน 2 นาที โดยแบ่งรอบการปั่น รอบละ 30 วินาที

5.นำแป้งลูกเดือยที่ได้ มาร่อนผ่ารตะแกรงขนาด 60 เมช

ภาพที่ ข.2 ขั้นตอนการผลิตแป้งลูกเดือยแบบต้ม

ขั้นตอนการทำแป้งลูกเดือยแบบโม่แห้ง

1.คัดเมล็ดลูกเดือยแยกสิ่งสกปรก



2. นำลูกเดือยมาบด ด้วยวิธีการบดแบบแห้งด้วยเครื่องบดตัวอย่าง RT-04A ปั่นลูกเดือย นาน 2 นาที โดยแบ่งรอบการปั่นรอบละ 30 วินาที

3.นำแป้งลูกเดือยที่ได้ มาร่อนผ่ารตะแกรงขนาด 60 เมช

ภาพที่ ข.3 ขั้นตอนการผลิตแป้งลูกเดือยแบบโม่แห้ง

ภาคผนวก ค

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชุดที่.....

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ขนมกลีบลำดวน (สูตรพื้นฐาน) **วันที่.....**

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสที่เสนอในตารางจากซ้ายไปขวา และให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

โดยกำหนดให้

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

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบตัวอย่าง**		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะที่ปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ความกรอบร่วน)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ศศิโสม เนียมพลับ

ชุดที่.....

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือย 3 สูตร

วันที่.....

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสที่เสนอในตารางจากซ้ายไปขวา และให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

โดยกำหนดให้

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

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบตัวอย่าง**		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะที่ปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ความกรอบร่วน)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ศศิโสม เนียมพลับ

ชุดที่.....

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ขนมกลีบลำดวนจากแป้งลูกเดือยเสริมแซนแทนกัม

วันที่.....

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสที่เสนอในตารางจากซ้ายไปขวา และให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

โดยกำหนดให้

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

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบตัวอย่าง**			
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะที่ปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส (ความกรอบร่วน)				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ศศิโสม เนียมพลับ

ภาคผนวก ง

ใบรายงานผลการทดสอบองค์ประกอบทางเคมี

AMARC | ASIA MEDICAL AND AGRICULTURAL LABORATORY AND RESEARCH CENTER

Accreditation No. 1124/50

ใบรายงานผลการทดสอบ

เลขที่ใบรายงานผล : 22-009483
เลขที่ใบขอบริการ : 22-03669

ชื่อลูกค้า : คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ที่อยู่ : 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพ 10300
รหัสตัวอย่าง : 22-03669-001
ชื่อตัวอย่าง : ขนมกลีบลำดวนสูตรพื้นฐาน
รายละเอียดตัวอย่าง : ตัวอย่างบรรจุถุงพลาสติก
วันที่รับตัวอย่าง : 26/01/2022

วันที่ทดสอบ : 26/01/2022

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย
Ash	AOAC (2019) 923.03	0.30	g/100g
Total fat	AOAC (2019) 922.06	27.77	g/100g
Moisture	AOAC (2019) 925.10	3.36	g/100g
Protein (N x 6.25)	In-house method TM-CH-017 based on AOAC (2019) 992.15	6.79	g/100g
Total Carbohydrate (Include fiber)	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter. Method of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	61.78	g/100g

(นางสาว รัชรินทร์ กาญจนรัตน์)
ผู้จัดการฝ่ายห้องปฏิบัติการ
วันที่ออกใบรายงานผล : 03/02/2022

- End of Report -

(นางสาวดวงพร เจริญพงษ์)
ลงนามแทนผู้อำนวยการศูนย์ ฯ
วันที่ออกใบรายงานผล : 03/02/2022

Reporting the result refers to the sample as received. This report shall not be reproduced except in full, without written approval of the company.

361 Soi Ladprao 122, Ladprao Road,
Phlabphla, Wang Thonglang, Bangkok 10310
TEL 02-516-2422
FAX 02-516-6949
CONTACT@AMARC.CO.TH
WWW.AMARC.CO.TH

AMARC | ASIA MEDICAL AND AGRICULTURAL LABORATORY AND RESEARCH CENTER

ilac-MRA

QUALITY ASSURANCE Q DMSc Accreditation No. 1124/50

ใบรายงานผลการทดสอบ

หน้า : 1 / 1
เลขที่ใบรายงานผล : 22-009484
เลขที่ใบขอบริการ : 22-03669

ชื่อลูกค้า : คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ที่อยู่ : 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพ 10300
รหัสตัวอย่าง : 22-03669-002
ชื่อตัวอย่าง : การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวนปราศจากกลูเตนจากแป้งลูกเดือย
รายละเอียดตัวอย่าง : ตัวอย่างบรรจุถุงพลาสติก
วันที่รับตัวอย่าง : 26/01/2022

วันที่ทดสอบ : 26/01/2022

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย
Ash	AOAC (2019) 923.03	0.94	g/100g
Total fat	AOAC (2019) 922.06	27.46	g/100g
Moisture	AOAC (2019) 925.10	2.64	g/100g
Protein (N x 6.25)	In-house method TM-CH-017 based on AOAC (2019) 992.15	6.75	g/100g
Total Carbohydrate (Include fiber)	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter. Method of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	62.21	g/100g

รัชรินทร์ ก.

(นางสาว รัชรินทร์ กาญจนรัตน์)
ผู้จัดการฝ่ายห้องปฏิบัติการ
วันที่ออกใบรายงานผล : 03/02/2022

- End of Report -

ดวงพร

(นางสาวดวงพร เจริญพงษ์)
ลงนามแทนผู้อำนวยการศูนย์ ฯ
วันที่ออกใบรายงานผล : 03/02/2022

Reporting the result refers to the sample as received. This report shall not be reproduced except in full, without written approval of the company.

361 Soi Ladprao 122, Ladprao Road,
Phlabphla, Wang Thonglang, Bangkok 10310
TEL 02-516-2422
FAX 02-516-6949
CONTACT@AMARC.CO.TH
WWW.AMARC.CO.TH

AMARC | ASIA MEDICAL AND AGRICULTURAL LABORATORY AND RESEARCH CENTER

ilac-MRA

QUALITY ASSURANCE DMSc Accreditation No. 1124/80

ใบรายงานผลการทดสอบ

หน้า : 1 / 1
เลขที่ใบรายงานผล : 22-009485
เลขที่ใบขอบริการ : 22-03669

ชื่อลูกค้า : คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ที่อยู่ : 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพ 10300
รหัสตัวอย่าง : 22-03669-003
ชื่อตัวอย่าง : แป้งลูกเดือย
รายละเอียดตัวอย่าง : ตัวอย่างบรรจุถุงพลาสติก
วันที่รับตัวอย่าง : 26/01/2022

วันที่ทดสอบ : 26/01/2022

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย
Ash	AOAC (2019) 923.03	1.84	g/100g
Total fat	AOAC (2019) 922.06	6.03	g/100g
Moisture	AOAC (2019) 925.10	7.91	g/100g
Protein (N x 6.25)	In-house method TM-CH-017 based on AOAC (2019) 992.15	14.33	g/100g
Total Carbohydrate (Include fer)	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter. Method of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	69.89	g/100g

(นางสาว รัชรินทร์ กาญจนรัตน์)
ผู้จัดการฝ่ายห้องปฏิบัติการ
วันที่ออกใบรายงานผล : 03/02/2022

- End of Report -

(นางสาวดวงพร เจริญพงษ์)
ลงนามแทนผู้อำนวยการศูนย์ ฯ
วันที่ออกใบรายงานผล : 03/02/2022

Reporting the result refers to the sample as received. This report shall not be reproduced except in full, without written approval of the company.

361 Soi Ladprao 122, Ladprao Road,
Phlabphla, Wang Thonglang, Bangkok 10310
TEL 02-516-2422
FAX 02-516-6949
CONTACT@AMARC.CO.TH
WWW.AMARC.CO.TH

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นางสาว ศศิโสม เนียมพลับ

วัน เดือน ปีเกิด 19 กรกฎาคม 2539

ที่อยู่ปัจจุบัน 42/3 หมู่ 10 ตำบลบางม่วง อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี 11140

ประวัติการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
คหกรรมศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2562
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนสตรีวัดระฆัง	2558
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสตรีวัดระฆัง	2555