การใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการอง

Using White Kidney Beans Powder as a Partial Almond Powder Substitute in Macarons

สถิตรัชต แก้วมุกดา

SATITRAT KAEWMUKDA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2564

ลิขสิทธิ์ของมหาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อวิทยานิพนธ์	การใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการอง
ชื่อ นามสกุล	สถิตรัชต แก้วมุกดา
ชื่อปริญญา	คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)
สาขาวิชา	คหกรรมศาสตร์
คณะ	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

สิริมา เถกิงวงศ์ตระกูล .....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริมา เถกิงวงศ์ตระกูล)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญาภัทร์ กี่อาริโย)

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

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....รักษาราชการแทน
(นางปิยะธิดา สีหะวัฒนกุล) คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

วันที่ 29 เดือน เมษายน พ.ศ. 2565

ชื่อวิทยานิพนธ์ การใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการอง
ชื่อ นามสกุล สถิตรัชต แก้วมุกดา
ชื่อปริญญา คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)
สาขาวิชา และคณะ คหกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2564

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์การใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของมาการอง ปริมาณการใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการอง ศึกษาชนิดของไส้ที่เหมาะสม และศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอลด์ โดยศึกษาสูตรพื้นฐานซึ่งคัดเลือกจากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ พบว่าสูตรมาการองของเจตนิพัทธ์ (2556) ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความเรียบของมาการอง ขามาการอง สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม นำมาการองสูตรพื้นฐานที่คัดเลือกได้มาพัฒนาโดยนำผงถั่วขาวมาทดแทนผงอัลมอนด์ในสูตรมาการองที่ระดับการทดแทนร้อยละ 20 30 และ 40 ของน้ำหนักอัลมอนด์ พบว่าลักษณะของมาการองที่ได้เมื่อทดแทนผงอัลมอนด์ด้วยผงถั่วขาวในปริมาณมากขึ้นส่งผลให้มาการองมีสีเข้มขึ้น โดยมีค่าความสว่าง (L*) ลดลง ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) เมื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้การยอมรับมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์ในปริมาณร้อยละ 20 มากกว่าการทดแทนในปริมาณร้อยละ 30 และ 40 ในทุกคุณลักษณะ ผลิตภัณฑ์มาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์ที่ระดับร้อยละ 20 มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความเรียบของมาการอง ขามาการอง สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีค่า 8.70 8.50 8.26 8.60 8.63 8.50 และ 8.50 ตามลำดับ อยู่ในระดับชอบมาก และผู้ทดสอบทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วขาวไส้ช็อกโกแลตกานาซมากกว่าไส้แยมส้ม และไส้บัตเตอร์ครีม เนื่องจากกลิ่นของช็อกโกแลตกานาซช่วยกลบกลิ่นเฉพาะตัวของถั่วขาว และรสชาติขมของช็อกโกแลตกานาซยังสามารถช่วยลดความหวานของตัวมาการองได้ เมื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีพบว่าการทดแทนผงอัลมอนด์ด้วยผงถั่วขาวสามารถลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์มาการองได้อีกด้วย

คำสำคัญ: มาการอง, ถั่วขาว, อัลมอนด์

Thesis Title Using White Kidney Beans Powder as a Partial Almond Powder Substitute in Macarons
Author Satitrat Kaewmukda
Degree Master of Home Economics (Home Economics)
Major Program Home Economics
Academic Year 2021

ABSTRACT

Product Development by Using White Kidney Beans Powder as a Partial Almond Powder Substitute in Macarons. The objective is to study the basic formula of macarons, The amount of Using White Kidney Beans Powder as a Partial Almond Powder Substitute in Macarons, to study the right type of Macarons filling and to study the chemical composition of macarons using white kidney bean powder instead of almond powder. A baseline formula, which was selected from the sensory test results using a 9-level favorability scoring method, found that Jetnipat's macaron formula (2013) was accepted by sensory testers in terms of smoothness, Macarons pied , color, smell, taste, texture and overall preference. Selected base formulations were developed by using white kidney bean powder to substitute almond powder in macaron recipes at the substitution levels of 20, 30 and 40 percent of almond weight. It was found that the characteristics of macarons obtained when replacing almond powder with more white kidney bean powder resulted in darker macarons. The brightness (L*) decreased, the redness (a*) and the yellowness (b*) increased ($p \leq 0.05$) when testing the sensory quality. It was found that the sensory testers accepted macaron using 20 percent white kidney bean powder instead of almond powder over the 30 and 40 percent substitutes in all attributes. Macaron products that used white kidney bean powder instead of almond powder at 20 percent had sensory quality scores for smoothness, macaron pied, color, smell, taste, texture and overall liking were 8.70 8.50 8.26 8.60 8.63 8.50 and 8.50, respectively, which were in high liking level. And sensory testers rated their preference for a white bean macaron filled with chocolate ganache over a marmalade filling and buttercream filling, Because

the smell of chocolate ganache masks the unique smell of white kidney beans. And the bitter taste of chocolate ganache can also help reduce the sweetness of the macarons. Chemical composition studies have shown that replacing almond powder with white kidney bean powder can also reduce the fat content of macarons.

Keywords: Macarons, White kidney beans, Almond

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จไปด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์เปรมระพี อุยมาวีระหิรัญ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดทำวิทยานิพนธ์ ขั้นตอนการทดลอง รวมถึงข้อมูลต่าง ๆ จนงานวิจัยเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริมา เถกิงวงศ์ตระกูล ประธานสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชญาภัทร์ กี่อาริโย กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ ปริญญาโท สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ รุ่นที่ 14 ทุกคนที่คอยให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือที่ดีตลอดมา รวมทั้งให้กำลังใจในการจัดทำวิทยานิพนธ์เสมอมา

ท้ายที่สุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ปกครองที่ให้การสนับสนุนด้านกำลังทรัพย์ และให้กำลังใจมาตลอด หากงานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ใดในคณะ ผู้วิจัยขอมอบความดีให้แกทุกท่านที่กล่าวถึงและไม่ได้กล่าวถึง และหากงานวิจัยฉบับนี้ผิดพลาดประการใดผู้วิจัยขอน้อมรับไว้ ขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

สถิตรัชต แก้วมุกดา

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 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 นิยามศัพท์	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 มาการอง	4
2.2 วัตถุดิบในการทำมาการอง	6
2.3 ถั่วขาว	12
2.4 ขั้นตอนการทำมาการอง	15
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	27
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	27
3.2 วิธีการทดลอง	29
3.3 สถานที่ทำการวิจัย	37
บทที่ 4 ผลการวิเคราะข้อมูลและอภิปรายผล	38
4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐาน	38
4.2 ผลการศึกษาปริมาณผงถั่วขาวที่ทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการอง	40
4.3 ผลการศึกษารสชาติไส้ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์มาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วน	42
4.4 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอลด์	45

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	46
5.1 สรุปผล	46
5.2 ข้อเสนอแนะ	47
เอกสารอ้างอิง	48
ภาคผนวก	51
ภาคผนวก ก กรรมวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากผงถั่วขาว	52
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	60
ภาคผนวก ค วิธีการวิเคราะห์	64
ภาคผนวก ง เอกสารรายงานผลการทดสอบ	73
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	77

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	องค์ประกอบทางเคมีของอัลมอนด์	7
2.2	คุณค่าทางโภชนาการของไข่ไก่ 100 กรัม	10
2.3	ลักษณฟองอากาศของไข่ขาวและการนำไปใช้	11
2.4	คุณค่าทางโภชนาการในถั่วขาว 100 กรัม	14
2.5	คุณลักษณะและการใช้งานของเมอร์แรงก์ชนิดต่าง ๆ	17
2.6	ปัญหา สาเหตุ และวิธีการแก้ปัญหาในการทำมาการอง	19
2.7	วัตถุดิบในการทำบัตเตอร์ครีม	20
2.8	วัตถุดิบในการทำไส้ช็อกโกแลต	21
2.9	วัตถุดิบในการทำไส้แยมส้ม	22
3.1	สูตรพื้นฐานมาการอง 3 สูตร	29
3.2	ปริมาณส่วนผสมสูตรมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วน	33
3.3	ส่วนผสมส่วนไส้มาการอง 3 สูตร	35
4.1	คุณภาพทางด้านกายภาพของมาการองสูตรพื้นฐาน	38
4.2	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการองสูตรพื้นฐาน	39
4.3	คุณภาพทางด้านกายภาพของมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอลด์บางส่วน	41
4.4	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอลด์บางส่วน	41
4.5	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนโดยมีส่วนไส้เป็นบัตเตอร์ครีม ไส้ช็อกโกแลตกานาซ และไส้แยมส้ม	44
4.6	องค์ประกอบทางเคมีของมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอลด์บางส่วน	45
ก.1	สูตรมาการอง 3 สูตรที่ใช้ในการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน	53
ก.2	สูตรมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วน	57

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 มาการอง	5
2.2 อัลมอนด์	6
2.3 ถั่วขาว	13
2.4 French Meringue	15
2.5 Swiss Meringue	16
2.6 Italian Meringue	17
2.7 กรรมวิธีการทำไส้มาการองสูตรบัตเตอร์ครีม	20
2.8 กรรมวิธีการทำไส้มาการองสูตรช็อกโกแลต	21
2.9 กรรมวิธีการทำไส้มาการองสูตรแยมส้ม	22
3.1 กรรมวิธีการทำมาการองสูตรที่ 1	30
3.2 กรรมวิธีการทำมาการองสูตรที่ 2	31
3.3 กรรมวิธีการทำมาการองสูตรที่ 3	32
3.4 ขั้นตอนการเตรียมผงถั่วขาว	33
3.5 กรรมวิธีการทำไส้มาการองสูตรบัตเตอร์ครีม	35
3.6 กรรมวิธีการทำไส้มาการองสูตรช็อกโกแลตกานาซ	36
3.7 กรรมวิธีการทำไส้มาการองสูตรแยมส้ม	36
4.1 มาการองสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร	38
4.2 ผลิตภัณฑ์มาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอลด์ในปริมาณต่างกัน	40
4.3 ไส้ของผลิตภัณฑ์มาการอง	43
4.4 ฝามาการองพร้อมไส้บัตเตอร์ครีม ช็อกโกแลตกานาซ และแยมส้ม	43
4.5 ผลิตภัณฑ์มาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วน ไส้บัตเตอร์ครีม ไส้ช็อกโกแลตกานาซ และไส้แยมส้ม	43
ก.1 ส่วนผสมของมาการองสูตรพื้นฐาน	53
ก.2 ขั้นตอนการผลิตมาการองสูตรพื้นฐาน	55
ก.3 สูตรมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอลด์บางส่วน	56
ก.4 ขั้นตอนการผลิตมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอลด์บางส่วน	58
ก.5 ขั้นตอนการทำผงถั่วขาว	59

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันคนไทยนิยมบริโภคผลิตภัณฑ์ประเภทขนมอบมากขึ้น ด้วยเป็นวัฒนธรรมของชาวตะวันตกที่เข้ามามีอิทธิพลในเมือง ประกอบกับผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้มีความหลากหลายและมีการสร้างสรรค์ให้แปลกใหม่เป็นที่น่าสนใจอยู่ตลอดเวลา เช่น ขนมเค้ก ขนมปัง พัฟเพสตรี้ มาการอง คุกกี้ ซึ่งผลิตภัณฑ์ เบเกอรี่เหล่านี้มีส่วนประกอบหลักเป็นแป้ง น้ำตาล และไขมัน จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ให้พลังงานสูงและถ้าบริโภคมากเป็นประจำอาจจะทำให้ผู้บริโภคได้รับสารอาหารไม่ครบถ้วน และส่งผลต่อสุขภาพในระยะยาวได้

มาการอง เป็นขนมที่มีต้นกำเนิดมาจากประเทศฝรั่งเศส เกิดขึ้นในปี 1791 จัดเป็นขนมประเภทของเมอแรงก์ชนิดหนึ่ง ลักษณะคล้ายโดมแบนๆ จะประกอบด้วยไส้ต่างๆ เช่น วานิลา บัตเตอร์ครีม ช็อกโกแลตกานาซ คัสตาร์ดมะนาว บัตเตอร์ครีมชาเขียว โดยมาการองจะนิยมรับประทานระหว่างมื้ออาหาร มีส่วนผสมหลัก ได้แก่ ผงอัลมอนด์ ไข่ขาว น้ำตาลทราย โดยผงอัลมอนด์ เป็นส่วนผสมหลักและจำเป็นต่อขนมมาการอง (Marechal, 2010) ด้วยอัลมอนด์มีกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายแต่อย่างไรก็ตามอัลมอนด์ยังมีสารออกซาเลต (Oxalates) ซึ่งสารนี้ยับยั้งการดูดซึมแคลเซียม จึงจัดเป็นสารต้านฤทธิ์สารอาหาร (Antinutritional factor) หากบริโภคอาหารที่มีออกซาเลตสูง จะขับออกมาในปัสสาวะ และอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดก้อนนิ่วในไตได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำวัตถุดิบชนิดอื่นมาทดแทนอัลมอนด์ เพื่อให้ได้รสชาติและเนื้อสัมผัสที่แปลกใหม่ เช่น มาการองจากรำข้าวสังข์หยด (เจตนิพัทธ์ และจักราวุธ, 2556) มาการองจากถั่วดาวอินคา (ฐานิศร, 2561) มาการองมะพร้าว (นิตยา และศรัญญา, 2560) มาการองจากเมล็ดแตงโม (ศันธรส และชุติมา, 2559) การประยุกต์ถั่วในผลิตภัณฑ์มาการอง (นรินทร์ภพ ศิริวัลย์ และวนิดา, 2562) การใช้ผงลูกประทดแทนอัลมอนด์ในมาการอง (วราภรณ์ และวันดี, 2562) การพัฒนาตำหรับมาการองจากผงเม็ดมะม่วงหิมานต์ทดแทนอัลมอนด์ (ชื่นกมล และวาสนา, 2561)

ถั่วขาว (White kidney beans) เป็นถั่วชนิดหนึ่งมีสีขาว มีสารสำคัญที่อยู่ในถั่วขาวชื่อว่า “ฟาซิโอลามีน (Phaseolamin)” โดยสารนี้มีคุณสมบัติทำให้เอนไซม์อะไมเลสเป็นกลาง ดังนั้นแป้งหรือคาร์โบไฮเดรตที่เราบริโภคเข้าไปนั้นจะไม่สามารถเปลี่ยนแป้งกลายเป็นน้ำตาลได้ถึงร้อยละ

50-60 ทำให้การสะสมของไขมันที่เกิดจากแป้งและน้ำตาลลดลงโดยสัมพันธ์กับการลดลงของระดับไตรกลีเซอไรด์ในร่างกายอีกด้วย (ทัทยา, 2561) ถั่วขาวยังอุดมไปด้วยสารอาหารที่ให้พลังงานเช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และสารอาหารที่มีคุณสมบัติเชิงหน้าที่มากมายเช่น วิตามินบี 9 พบมากที่สุดและเป็นส่วนสำคัญในการสร้างสารพันธุกรรม ซึ่งสำคัญมากสำหรับทารกและเด็ก โดยเฉพาะหญิงตั้งครรภ์ รองลงมาคือ วิตามินอี ที่ทำหน้าที่ในการสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดง วิตามิน บี1 ที่ช่วยป้องกันโรคเหน็บชา ส่วนแร่ธาตุพบแมกนีเซียม แมงกานีส และธาตุเหล็กซึ่งเป็นองค์ประกอบของเม็ดเลือดแดง สารยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อัลฟาอะไมเลส ซึ่งช่วยลดพลังงานที่มาจากคาร์โบไฮเดรต กากใยอาหารช่วยระบบขับถ่าย และยังมีสารต่างๆ ที่ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นบุคคลที่มีคอเลสเตอรอลสูงและโรคเบาหวาน (บุศรินทร์, 2559)

จากประโยชน์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วขาว โดยศึกษาปริมาณผงถั่วขาวที่เหมาะสมสำหรับทดแทนผงอัลมอนด์ในมาการอง ซึ่งนอกจากจะช่วยลดปริมาณออกซาเลทในตัวมาการองแล้วยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการจากถั่วขาวในผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย รวมทั้งจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับถั่วขาวและยังเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภค ส่งเสริมให้ผู้บริโภครับประทานอาหารที่มีประโยชน์เพื่อสุขภาพที่ดีจากถั่วขาว นอกจากนี้ยังศึกษาชนิดของไส้ที่เหมาะสมกับมาการองที่มีส่วนผสมจากผงถั่วขาวเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มาการองเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตมาการอง

1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณผงถั่วขาวที่เหมาะสมในการทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการอง

1.2.3 เพื่อศึกษาชนิดของไส้ที่เหมาะสมกับมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์

1.2.4 เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอลด์

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษาวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วขาว โดยใช้ผงถั่วขาวที่ผู้วิจัยเตรียมในห้องปฏิบัติการทดแทนผงอัลมอนด์ในส่วนของฝามาการอง

1.3.2 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วขาว

1.3.3 กลุ่มตัวอย่างสำหรับทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ อาจารย์ นักศึกษา สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 30 คน

1.3.4 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย ตั้งแต่ กรกฎาคม 2564 ถึง มีนาคม 2565

1.4 นิยามศัพท์

1.4.1 มาการอง หมายถึง ขนมที่มีลักษณะคล้ายโดมแบน ๆ ส่วนบนจะมีลักษณะเรียบเนียน ส่วนล่างจะมีชั้นเรียกว่า Foot หรือ Skirt คือรอยหยักคล้ายลูกไม้ชายกระโปรงที่บางกรอบ หรือที่เรียกว่า ขามาการอง

1.4.2 ผงถั่วขาว หมายถึง ถั่วขาวต้มสุก แล้วนำไปอบให้แห้ง บดให้ละเอียด แล้วนำมาปั่นให้เป็นผง ร่อนผ่านตะแกรงร่อน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภค

1.5.2 เป็นการนำวัตถุดิบในประเทศมาใช้ให้เกิดประโยชน์

1.5.3 เพื่อเพิ่มมูลค่าและผลผลิตทางการเกษตรให้แก่เกษตรกรที่ปลูกถั่วขาว

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่องการใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการอง ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาแนวคิดทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาดังนี้

2.1 มาการอง

2.2 วัตถุดิบในการทำมาการอง

2.3 ผงถั่วขาว

2.4 ขั้นตอนการทำมาการอง

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มาการอง

2.1.1 ประวัติความเป็นมา

มาการอง (Macarons) หรือที่หลายครั้งอาจจะได้ยินคนเรียกว่า “มากาฮอง” ขนมหวานยอดนิยมที่มีส่วนประกอบหลักเพียงไข่ขาว น้ำตาลและอัลมอนด์ป่น โดย มาการอง (Macarons) มีรากศัพท์มาจากคำว่า “Maccherone” ในอิตาลี ซึ่งจะสื่อถึงแป้งโดที่มีความละเอียดหรือเพสต์ (Paste) ซึ่งในที่นี้ก็คือตัวแป้งที่ทำจากอัลมอนด์ นั่นเอง มาการองนั้นมีลักษณะเหมือนคุ้กกี้แซนวิช โดยตัวฝาทำมาจากเมอแรงค์และอัลมอนด์ป่น ซึ่งมีลักษณะเด่นอยู่ที่ผิวเรียบและฐานเล็กๆหรือหลายคนเรียกว่าขา ส่วนตัวไส้นั้นมีหลากหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็น ช็อกโกแลตกานาช (Chocolate Ganache) บัตเตอร์ครีม (Buttercream) แยม (Jam) หรือแม้กระทั่งตัวไส้สมัยใหม่ที่เป็นของคาว เช่น ฟัวกรา หรือตับห่าน เป็นต้น (Pholfoodmafia, 2557)

ในฝรั่งเศส ช่วงการเปลี่ยนแปลงการปกครอง มาการองนั้นเชื่อกันว่าถูกนำเข้าไปเผยแพร่ในฝรั่งเศสโดยหญิงสาวอิตาลี นามว่า Catherine de’ Medici ซึ่งอภิเษกสมรสกับกษัตริย์ฝรั่งเศส Henry II ในยุค เรเนอซองค์ ต่อมาได้มีแม่ชีได้นำ อัลมอนด์ น้ำตาล ไข่ขาว ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีราคาไม่แพงแต่คุณค่าทางโภชนาการทางอาหารสูงจึงเริ่มนำส่วนผสมทั้งสามมาตีรวมกันและอบในเตาอบออกมาเป็นขนมรูปจานบิน ด้านนอกกรอบเล็กน้อยเมื่อกัดเข้าไปจะนุ่มละลายในปาก ด้วยรสชาติที่หอมหวานและวัตถุดิบที่หาได้ง่ายและราคาไม่แพง มาการองจึงเป็นที่นิยมแพร่หลายจน มีการขนานนามว่า มาการองซิสเตอร์ ส่วนมาการองที่เป็นลักษณแซนวิชนั้นถูกพัฒนาขึ้นและมีการปฏิวัติให้ดีขึ้น

โดยพ่อมดขนมหวานชาวฝรั่งเศส Pierre Herme ซึ่งนำผลไม้จากทั่วทุกมุมโลกมาสร้างสรรค์ มากา รองรสชาติต่าง ๆ จนกระทั่งได้รับความนิยมไปทั่วโลก ปัจจุบันขนมชนิดนี้เป็นทั้งของหวานและ แฟชั่น ที่พ่อครัวทั้งหลายจะคิดค้นรูปแบบและรสชาติใหม่ ๆ ออกมาอย่างสม่ำเสมอซึ่งสูตรที่ออกมาโดย ส่วนมากยึดตามสูตรฝรั่งเศสแบบดั้งเดิมแท้ ๆ เพื่อคงคุณค่าการทำมาการองที่สืบทอดมาอย่าง ยาวนาน เหตุผลเพราะเป็นสูตรที่มีความอร่อยมากที่สุด และอยากให้คนรุ่นหลังได้ชิมความอร่อยของ มาการองในยุคแรก (โสภณ, 2557)

2.1.2 ลักษณะที่ดีของมาการอง

เสน่ห์ของ “มาการอง” ไม่ได้อยู่ที่สีสันสดใสเท่านั้นแต่ลักษณะของมาการองที่ดีต้อง เริ่มตั้งแต่ รูปร่างคล้ายกับโดมแบน ๆ ที่มองดูจากด้านบนจะเป็นรูปวงกลมผิวด้านบนของขนมเรียบ มันจากความ ละเอียดของ เมล็ดอัลมอนด์บด ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนล่างของชิ้นขนมที่เรียกว่า “Foot”หรือ “Skirt” คือรอยหยักคล้ายลูกไม้ชายกระโปรงที่บางกรอบซึ่งกว่าจะทำได้เช่นนั้นก็ต้องมี วิธีการทำที่ยุ่งยาก พอควร และอีกสิ่งหนึ่งที่สำคัญ คือ ความเป็นหนึ่งเดียวกัน เคล็ดลับอยู่ที่หลังจาก นำมาการองสองชิ้น มาประกบกันแล้ว ต้องเก็บไว้ในที่เย็นสักหนึ่งคืนเพื่อให้ไส้รสชาติต่าง ๆ ซึมซับเข้า สู่ชั้นของเนื้อขนม นอกจากนี้ความชื้นจากไส้ครีมยังทำให้มาการองมีความนุ่มหนึบเวลาเคี้ยวอีกด้วย จะต้องมีรสชาติที่ ผสานกันอย่างลงตัวระหว่างไส้ครีมกานาชกับตัวฝามาการอง ขนาดของส่วนสูงที่ สมดุลของตัวมาการองชิ้นบนและล่างที่ต้องเท่า ๆ กัน รวมทั้งไส้ที่มีลักษณะพอดีกับขอบและมองเห็น เป็นแนวเส้นเล็ก ๆ โดยรอบตัวขนมมาการองตลอดทั้งชิ้น (Zailom, 2554)

ภาพที่ 2.1 มาการอง
ที่มา: Mojans Cooking (2016)

2.2 วัตถุดิบในการทำมาการอง

2.2.1 อัลมอนด์

มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Prunus dulcis* เป็นพืชชนิดหนึ่งในสกุล Prunus เป็นถั่วประเภท Tree Nut เมล็ดรับประทานได้ เป็นพืชพื้นเมืองในตะวันออกกลางและเอเชียใต้แหล่งเพาะปลูกสำคัญ คือ สหรัฐอเมริกา และสเปน ผลของอัลมอนด์เป็นแบบมีเมล็ดเดียว มีเปลือกชั้นนอกและเปลือกแข็งหุ้มเมล็ดโดยที่ไม่จัดผลเป็นนัท

ภาพที่ 2.2 อัลมอนด์
ที่มา: The Almond Farmer (2020)

2.2.1.1 ประโยชน์ของอัลมอนด์

อัลมอนด์ถูกจัดให้เป็น 1 ใน 10 สุดยอดอาหารเพื่อสุขภาพ เพราะมีคุณประโยชน์มากมาย ดังแสดงในตาราง 2.1 ในเมล็ดอัลมอนด์อุดมไปด้วยกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดียวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน ซึ่งจะช่วยทำให้ระดับ HDL (High-Density Lipoproteins) หรือไขมันดี และช่วยลดระดับ LDL (Low-Density Lipoproteins) หรือไขมันเลว (Tamizifar et al., 2005) ทั้ง HDL และ LDL จะเป็นตัวพาคอเลสเตอรอลเคลื่อนที่ไปตามกระแสเลือด หากร่างกายมี LDL หรือไขมันเลวมาก คอเลสเตอรอลจะเคลื่อนที่ลำบาก และจะสะสมอยู่ตามผนังหลอดเลือดโดยเฉพาะเส้นเลือดที่ส่งไปเลี้ยงหัวใจ และสมอง ซึ่งถ้ามันไปรวมตัวกับสารอื่น อาจเกิดเป็นลิ่มไขมันทำให้หลอดเลือดตีบตัน ขัดขวางการไหลเวียนของกระแสเลือดได้ หากเส้นเลือดตีบตันที่หัวใจ อาจทำ ให้เกิดโรคหัวใจ และหากเส้นเลือดตีบตันที่สมองอาจทำให้เป็นอัมพาตได้ แต่ถ้าร่างกายเรามีไขมันดี หรือ HDL มากกว่าก็จะช่วยลดความเสี่ยงของ

การเกิดโรคหัวใจ เพราะ HDL จะช่วยให้คอเลสเตอรอล เคลื่อนที่ได้ดี ทำให้คอเลสเตอรอลหลุดออกจากผนังหลอดเลือด และส่งไปยังตับเพื่อกำจัดออกจาก ร่างกายได้ง่ายกว่า มีรายงานวิจัยของพบว่าการรับประทานอัลมอนด์เพียงวันละ 25 กรัมจะสามารถช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลรอลทั้งหมด (TC) ได้ร้อยละ 7 ลดปริมาณไตรกลีเซอไรด์ ได้ร้อยละ 43 ลด Low Low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) ได้ร้อยละ 3 และสามารถเพิ่ม ปริมาณ High-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) ได้ร้อยละ 4 (Tarmizifar et al., 2005) คุณค่าทางโภชนาการของอัลมอนด์แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของอัลมอนด์

องค์ประกอบทางเคมี	**ปริมาณ**
	: USDA Nutrient database
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	217
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	21.7
แป้ง (กรัม)	0.74
น้ำตาล (กรัม)	3.89
เส้นใย (กรัม)	12.2
ไขมันทั้งหมด (กรัม)	49.42
ไขมันอิ่มตัว (กรัม/วัน)	-
กรดไขมันอิ่มตัว (กรัม)	3.731
กรดไขมันไม่อิ่มตัว (กรัม)	-
โปรตีน (กรัม)	21.22
เหล็ก (มิลลิกรัม)	3.72
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	264
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	484
ไนอะซิน (มิลลิกรัม)	3.39
โพแทสเซียม (มิลลิกรัม)	705
โซเดียม (มิลลิกรัม)	1
สังกะสี (มิลลิกรัม)	3.08

ที่มา : USDA Nutrient database (2019)

2.2.1.2 โทษของอัลมอนด์

อัลมอนด์มีปริมาณ ออกซาเลต (Oxalate) ซึ่งเป็นเกลือของกรดออกซาลิก พบมากใน อัลมอนด์ มันฝรั่ง ปวยเล้ง ผักโขม ชา และพลัม สารนี้ยังยั้งการดูดซึมแคลเซียม จึงจัดเป็นสารต้านฤทธิสารอาหาร (Antinutritional Factor) หากบริโภคอาหารที่มีปริมาณออกซาเลตสูงจะขับออกมาในปัสสาวะ และอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดนิ่วในไต ดังนั้นผู้เป็นโรคไต หรือถุงน้ำดี ควรหลีกเลี่ยงในการบริโภค (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2561)

2.2.2 น้ำตาล (Sugar)

2.2.2.1 ลักษณะของน้ำตาล

น้ำตาลโดยทั่วไปหมายถึง สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดตรที่มีรสหวานและให้พลังงานแก่ร่างกาย ในทางเคมีสามารถแบ่งน้ำตาลออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ น้ำตาลชั้นเดี่ยว (Monosaccharide) เช่น น้ำตาลกลูโคส (sucrose) น้ำตาลฟรักโทส (fructose) น้ำตาลกาแล็กโตส (galactose) และจัดเป็นน้ำตาลสองชั้น ประกอบด้วย น้ำตาลกลูโคสกับน้ำตาลฟรุคโตส พืชจะสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารตามธรรมชาติ หน่วยสุดท้ายของการสังเคาระห์สารที่จะได้คือน้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลกลูโคสนี้จะถูกเก็บสะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืชในรูปของแป้ง แต่มีพืชหลายชนิด เช่น อ้อย มะพร้าว ตาล หรือพืชหัว เช่น มัน เผือก หัวผักกาดหวาน ที่มีน้ำย่อยพิเศษสามารถ เปลี่ยนส่วนหนึ่งของน้ำตาลกลูโคส เป็นน้ำตาลฟรุคโตส และทำการสังเคาระห์น้ำตาลทั้งสองนี้ขึ้นเป็นน้ำตาลซูโครสได้น้ำตาล การผลิตน้ำตาลทรายขาวในปัจจุบัน คือ ผลิตน้ำตาลดิบก่อนหลังจากนั้นจึงนำน้ำตาลดิบมาล้างกากน้ำตาลที่เคลือบน้ำตาลทรายดิบออก น้ำตาลที่ล้างแล้วจะถูกละลายเป็นน้ำเชื่อมเข้มข้น โดยมีปริมาณ 50 องศาบริกซ์ และจะผ่านกระบวนการฟอก ซึ่งปฏิบัติคล้ายกับดีฟิเคชั่นแต่จะมีการใช้ คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide) หรือซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulphur dioxide) หรือเกลือฟอสเฟตแล้วแต่โรงงาน ทั้งนี้จะตกตะกอนในรูปของเกลือแคลเซียมทั้งหมด และถูกกรอง น้ำเชื่อมที่ผ่านเรซินและ จะมีความบริสุทธิ์สูง และปราศจากสี จะนำไปตกผลึกในหม้อเคี่ยวสูญญากาศ น้ำตาลที่ตกผลึกได้ถูกนำไปปั่นแยก และอบแห้งผลึก เช่นเดียวกับน้ำตาลดิบ น้ำตาลที่ได้มีความชื้นไม่เกิน 0.1 จัดเป็นน้ำตาลบริสุทธิ์ (อบเชย และชนิษฐา, 2547)

2.2.2.2 คุณสมบัติของน้ำตาล

1) การละลายน้ำตาลทั่วไปที่ใช้อุตสาหกรรมมักละลายน้ำได้ดี ปกติละลายได้ร้อยละ 30-80 ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสูงละลายน้ำได้ดี น้ำตาลฟรุคโตส เป็นน้ำตาลที่ ละลายน้ำได้ดีที่สุดรองลงมาคือ ซูโครส กลูโคส มอลโทส ละลายน้ำได้เท่ากัน แล็กโทส ละลายน้ำ ได้น้อยที่สุด

2) ความหวานของน้ำตาล เป็นสารให้ความหวานที่มีคุณค่า ทางด้านโภชนาการและเป็นรสหวานธรรมชาติที่ปราศจากรสอื่นเจือปน วัตถุประสงค์ที่ใส่น้ำตาลทรายใน

อาหาร ต้องการให้ความหวานโดยทั่วไปนิยมซูโครสหรือน้ำตาลทรายเพราะให้ความหวาน ในระดับสูง และราคาถูกเมื่อเทียบกับน้ำตาลอื่น ๆ .

3) การดูดและเก็บรักษาความชื้น โดยน้ำตาลสมบัติของน้ำตาล ด้านการดูดและเก็บรักษาความชื้น มีความสำคัญต่อเนื้อสัมผัส และความคงทนในการเก็บรักษา ลักษณะของอาหารบางชนิด การดูดความชื้น น้ำตาลแต่ละชนิดจะแตกต่างกันด้านความสามารถ ในการดูดความชื้นจากบรรยายกาศ ฟรุตโตสเป็นน้ำตาลดูดความชื้นได้ดีมาก รองลงมา เด็กซ์โตส ซูโคส และแล็กโตส คุณสมบัติด้านนี้ของน้ำตาลมีส่วนช่วยให้อาหาร ที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบ นุ่ม และชื้นในด้านการเก็บรักษาความชื้น โดยทั่วไปการเก็บรักษาความชื้นของน้ำตาล หมายถึง การที่น้ำตาลนั้นสามารถยึดความชื้นไว้โดยไม่ออกสู่บรรยายกาศ คุณสมบัติอันนี้เป็นประโยชน์ต่อการที่จะช่วยให้ขนมเก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่แห้ง หรือแข็งเสียลักษณะที่ต้องการเร็วเกินไป

4) การเกิดสารสีน้ำตาลในอาหาร ในการเตรียมอาหารแปรรูป และการเก็บรักษาอาหารบ้างชนิดจะพบว่ามีสารสีน้ำตาลเกิดขึ้นจากการปฏิกิริยาเคมีที่ไม่ เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ ตามปกติจะพบว่าอาหารเหล่านี้มีสีน้ำตาลซึ่งเป็นตัวการสำคัญในปฏิกิริยา เคมีนี้เป็น ส่วนประกอบสารเคมีที่เกิดขึ้นมีตั้งแต่สีเหลืองจนถึงสีดำ แต่ส่วนใหญ่ถ้าเป็นสีน้ำตาล กลิ่นและรสของอาหารเปลี่ยนไป (วรรณภา, 2551)

2.2.2.3 หน้าที่ของน้ำตาล

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

2.2.3 ไข่ไก่

2.2.3.1 คุณสมบัติของไข่ไก่

คุณค่าทางโภชนาการของไข่ไก่จัดอยู่ในอาหารประเภทโปรตีนสูง ไข่ 1 ฟองให้โปรตีนประมาณ 7 กรัม และกรดอะมิโนครบทุกชนิดในปริมาณสูง ร่างกายสามารถนำโปรตีนจากไข่ไปใช้ได้ทั้งหมด ซึ่งไข่ยังเป็นวัตถุดิบสำหรับการแปรรูปอาหาร และนำไปทำการถนอมอาหารเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้หลากหลาย เช่น ไข่ผง ไข่เค็ม ไข่เยี่ยวม้า และเป็นส่วนผสมของขนมไทย และผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เช่น มาการอง ที่ใช้ไข่ขาวเป็นส่วนผสมอีกด้วย (อบเชย และขนิษฐา, 2547)

ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางโภชนาการของไข่ไก่ 100 กรัม

องค์ประกอบ	ปริมาณต่อ 100 กรัม
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	160
น้ำ (กรัม)	73.5
โปรตีน (กรัม)	12.3
ไขมัน (กรัม)	11.7
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	1.4
เถ้า (กรัม)	1.1
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	126
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	204
เหล็ก (มิลลิกรัม)	1.6
วิตามิน A (ไมโครกรัม)	272

ที่มา : กรมอนามัย (2544)

2.2.3.2 เมอแรงค์

เมอแรงค์มาจากโปรตีนเป็นส่วนประกอบของอาหารหลายชนิด เช่น ตังเม ไข่เจียวฟู ทองหยิบ ทองหยอด และมาการอง โดยลักษณะเหลวข้นของไข่ขาว ช่วยทำให้ไข่ขาวจับและเก็บฟองอากาศไว้ได้ เมื่อไข่ขาวมาตีหรือมาปั่น จะเกิดเป็นฟองฟูขึ้น การตีฟองอากาศจับตัวอยู่ในเส้นใยโปรตีนไขขาว ซึ่งประกอบด้วย โอโวมิวซิน โอโวกลอบูลิน และคอนแอลบูมิน ที่มีหย้าที่ช่วยลดแรงตึงผิวของอากาศ และน้ำลง พร้อมทั้งมีการคลายตัวโมเลกุลของโพลีเปปไทด์ขนาดไปกับพื้นผิวหน้าของฟองอากาศ นอกจากนี้ โอโวมิวซินและคอนแอลบูมิน ที่ช่วยให้มีความหนืดมากขึ้น ซึ่งช่วยให้ฟองคงตัว ซึ่งเมื่อโปรตีนได้รับความร้อนโปรตีนจะแข็งตัวจับฟองอากาศไว้ถาวร การตีมีผลต่อฟองที่เกิดขึ้นยิ่งตียิ่งทำให้ฟองอากาศจับไว้มากฟองยิ่งเล็กพื้นที่จับของฟองจะมากขึ้น โปรตีนจะยืดตัวมาล้อมฟองอากาศมากขึ้นแต่ถ้าตีมากเกินไปจะทำให้ฟองอากาศถูกเก็บมากไปฟองอากาศยิ่งเหลวลง โปรตีนจะล้อมรอบจะยืดตัวออกมากเกินไปทำให้เมอแรงค์มีความเข็งแรงและความยืดหยุนลดลงเมื่อเอาเข้าตู้อบในตู้ความร้อนจะทำให้ ฟองอากาศขยายตัวออกดันวงล้อมของโปรตีนออกมาก่อนที่ความร้อนจากตู้อบจะทำให้โปรตีนที่ล้อมรอบฟองอากาศแข็งตัวเพิ่มความแข็งแรง ให้กับฟองอากาศดังนั้นเมื่อเวลาอบอาจจะทำให้ขนมไม่ฟูหรือยุบตัว (ทิพาวรรณ, 2548) ลักษณะ และการนำไปใช้ของฟองอาการของไข่ขาว แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ลักษณะฟองอากาศของไข่ขาวและการนำไปใช้

ขั้นตอนของการตี	ลักษณะของฟองอากาศ	การนำไปใช้
1) ตีเล็กน้อย พอเป็นฟอง (Foamy)	ไข่จะมีลักษณะเป็นฟองลอยตัวขนาดของฟองอากาศใหญ่ สีใสไหลได้ง่าย	การทำให้ใสเคลือบการทำให้เกิดอีมันชั่นทำให้อาหารข้น
2) ตีจนถึงระดับที่ไข่ตั้งยอดแหลมอ่อน (Soft Peak)	ไข่จะไม่เป็นลักษณะลอยตัว เห็นขนาด ของฟองอากาศเล็กน้อย สีจะขาวกว่าข้อ 1 และไหลได้ถ้าเอียงภาชนะดูจะมองเห็น สีในเป็นเงาและมีความชุ่มชื้นที่ดี แต่ขณะตั้ง ทิ้งไว้ยอดจะค่อยๆ อ่อนตัวและสลายไปในระยะเวลาไม่นาน	ทำขนมไข่ ไข่เจียว ขนม เค้ก บางชนิด
3) ตีจนถึงระดับตั้งยอดแข็ง (Stiff Peak)	ฟองจะไม่ไหล เมื่อเอาภาชนะที่ตีไข่ออก ตั้งยอดแข็งตรง เมื่อเอียงภาชนะอาจ พบว่าเคลื่อนตัวได้เล็กน้อย ตัดลงไปตรง ๆ จะเห็นรอยตัดแยกออกได้ชัดเจนสีขาว จัดเป็นเงา เนื้อสัมผัสเรียบ ชุ่มชื้นระดับ ฟองจะคงตัวที่สุด	ทำขนมเค้ก ขนมสาลี่, ไข่ เจียว ขนมปุยฝ้าย
4) ตีจนระดับเป็นฟองแห้ง (Dry Foam)	สีขาวแห้ง จับตัวเป็นแผ่นบาง ๆหรือเป็นก้อนๆเมื่อเอาที่ตีไข่ออกฟองจะหักไม่เป็นยอดตั้งทิ้งไว้ของเหลวจะค่อยๆแยกตัว ออก	ทำไข่อบ

ที่มา : อบเชย และขนิษฐา (2549)

2.2.4 น้ำ

น้ำเป็นส่วนประกอบหลักของอาหาร โดยเฉพาะอาหารสด เช่น ผักผลไม้ เนื้อสัตว์ ไข่ นม น้ำยังมีอิทธิพลต่อสมบัติ และคุณภาพด้านต่าง ๆ ของอาหาร ทั้งสมบัติทางกายภาพ (Physical Properties) ความหนืด (Viscosity) สมบัติด้านเนื้อสัมผัส (Textural Properties) ตัวอย่างบทบาทที่สำคัญของน้ำที่มีต่ออาหาร ได้แก่

2.2.4.1 น้ำเป็นตัวทำละลาย น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี หรืออาจเรียกว่า ตัวทำละลายอิออนไนซ์ (Ionizing Solvent) หรือตัวทำละลายแบบมีขั้วเพราะน้ำสามารถละลาย สารประกอบอิ

เล็กโตรวาเลนท์ (Electrovalent) ได้ เช่น กรดและเกลือ เป็นต้น นอกจากนี้น้ำยัง สามารถละลายสารประกอบโควาเลนท์ (Covalent Compound) ได้ เช่น น้ำตาล และยูเรีย เป็นต้น ความสามารถในการละลายสารพวกโควาเลนท์ได้ ทำให้น้ำมีความสำคัญต่อร่างกายของคน และ สัตว์มาก เพราะเมื่อสารเหล่านั้นถูกย่อยให้เป็นโมเลกุลมีขั้วขนาดเล็ก ๆ เช่น น้ำตาล กรดอะมิโน เป็นต้น โมเลกุลขนาดเล็กเหล่านี้จะละลายในน้ำหรือของเหลวในร่างกาย และมีการเคลื่อนที่ ภายในร่างกายในรูปของสารละลาย

2.2.4.2 น้ำมีผลต่อเนื้อสัมผัสของอาหาร น้ำเป็นตัวกระจายองค์ประกอบของ อาหาร เช่น กรดและเบสสามารถแตกตัว เป็นอิออนได้ในน้ำ

2.2.4.3 น้ำเป็นตัวกลางสำคัญในการถ่ายเทความร้อน จากบริเวณที่มีความร้อนไปสู่อาหารเช่น ถ้าให้ความร้อนแก่อาหารในกระทะโดยตรง กระทะและอาหารจะร้อนขึ้นเรื่อย ๆ อาหารส่วนที่สัมผัสกับกระทะจะไหม้เกรียมก่อนที่อาหารจะร้อนทั่วทั้งหมด แต่ถ้าใส่น้ำลงไปใน กระทะด้วย น้ำจะดูดความร้อน และช่วยกระจายความร้อนไปทั่วทุกส่วนของอาหาร เพราะน้ำเป็น ตัวนำาความร้อนที่ดี และจะช่วยถ่ายเทความร้อนไปสู่อาหารที่สัมผัสกับน้ำ

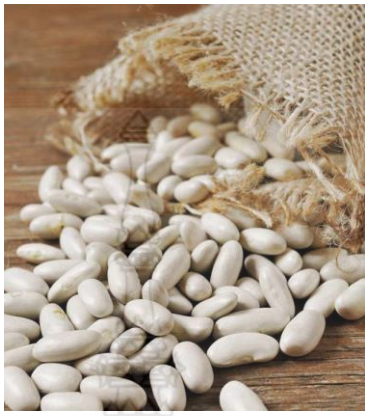
น้ำในอาหารจึงนับว่าเป็นองค์ประกอบหลักของอาหารทุกชนิด โดยมีอยู่ในรูปอิสระ (Free Water) และเกี่ยวกับสารอื่น (Bound Water) น้ำอิสระในอาหารนี้มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส และการเก็บรักษาอาหารอย่างมาก เนื่องจากน้ าเป็นตัวการสำคัญในการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และชีวเคมีของอาหารรวมทั้งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งก่อให้เกิดการเน่าเสียของอาหาร ดังนั้นในการเก็บรักษาอาหารจึงนิยมใช้การระเหยน้ำอิสระจาก การทำอาหารทำให้เข้มข้นหรือทำให้เย็นจนแข็ง (Frozen) ส่วนอีกเหตุผลในการระเหยน้ำออกจาก อาหารก็คือ การทำให้อาหารมีน้ำหนักลดลงในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงน้ำในอาหารส่วนใหญ่จะ มีผลต่อน้ำอิสระในอาหารโดยตรง เนื่องจากน้ำนี้มีอิสระต่อการเปลี่ยนแปลงโดยวิธีทางกายภาพ ธรรมดา (จิตธนา และอรอนงค์, 2549)

2.3 ถั่วขาว

2.3.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ถั่วขาว (White Kidneys Beans, Navy bean) เป็นชื่อ ที่ ม.จ. ภีศเดช รัชนี องค์ประธานมูลนิธิโครงการหลวง ทรงอนุมัติให้ใช้และทรงสนับสนุนให้มีการส่งเสริมควบคู่ไปกับถั่วแดงหลวงถั่วขาวเป็นพืชตระกูลเดียวกับถั่วเหลือง ถั่วปากอ้า ถั่วแขก และถั่วพูจึงเรียกชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Phaseolus vulgalis L*. มีชื่อเดิมว่า ถั่วแฮริคอต (Haricot bean) เป็นถั่วที่ชาวแอซเทกส์ (Aztecs) นำเข้ามาปลูกในอเมริกากลาง ลักษณะคล้ายกับถั่วฝักยาว และ ถั่วบอร์ลอตติ (Borlotti bean) มีต้น

กำเนิดในพื้นที่สูงในแถบประเทศเม็กซิโก กัวเตมาลา หลังการค้นพบทวีปอเมริกาได้กระจาย เข้าสู่ทวีปยุโรปและทวีปอื่นๆ (ลักขณา, 2552)



ภาพที่ 2.3 ถั่วขาว
ที่มา: Stylecraze (2020)

2.3.2. สรรพคุณของถั่วขาว

การใช้ประโยชน์ของถั่วขาว ได้ถูกนำมาแปรรูปทางด้านอุตสาหกรรมและอาหาร พร้อมบริโภคตต่าง ๆ เช่น ถั่วขาวในกาแฟและโกโก้ชุปครีมถั่วขาว ถั่วขาวผสมคอลลาเจน ถั่วขาวในซอสมะเขือเทศ เป็นต้น การนำเมล็ดมาสกัดด้วยน้ำ พบสาร “ฟาซิโอลามิน” (Phaseolamin) ในส่วนของโปรตีนที่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (alpha Amylase) ซึ่งทำหน้าที่ย่อยคาร์โบไฮเดรต ทำให้อาหารประเภทแป้งที่บริโภคเข้าไปไม่เปลี่ยนสภาพเป็นน้ำตาลทั้งหมด โดยสาร ฟาซิโอลามินในถั่วขาวนี้มีฤทธิ์ในกระบวนการย่อยแป้งเป็นน้ำตาลร้อยละ 66 แล้วขับถ่ายแป้งออกมาทั้งหมด ที่เหลืออีกร้อยละ 34 นั้นเอนไซม์จะย่อยน้ำตาลอย่างอิสระเช่นเดิม แป้งที่เราบริโภคเข้าไปจึงไม่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทั้งหมด การสะสมของไขมันที่เกิดจากการเปลี่ยนรูปของน้ำตาลจึงลดลง เมื่อร่างกายได้รับพลังงานลดลง จึงดึงเอาไขมันเก่าที่สะสมไว้มาเผาผลาญทำให้ไขมันในร่างกายลดลงด้วย

สารฟาซิโอลามิน ถูกค้นพบจากสารสกัดจาก ถั่วแดงหลวง (kidney bean) ในปีค.ศ. 1975 และในปี ค.ศ. 1980 เริ่มมีผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่มีส่วนประกอบของสารสกัดฟาซิโอลามินโดยกล่าวว่ามีคุณสมบัติเป็น ตัวบล็อกแป้ง (starch blockers) ใช้ในผู้ที่ต้องการควบคุม น้ำหนักและผู้ที่เป็นเบาหวาน ปีค.ศ. 2001 มีการศึกษาผล ของสารสกัดจากถั่วขาว ต่อการดูดซับแป้ง น้ำหนักของคนที่รับประทาน และ Body fat mass โดย ทดลองในคน 2 กลุ่ม กลุ่มแรก 30 คน รับประทานสาร สกัดจากถั่วขาว 500 มก. ก่อนมื้ออาหาร อีกกลุ่มไม่ได้รับประทานสารสกัดจากถั่วขาว เป็นเวลา 30 วัน

ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มที่รับประทานสารสกัด จากถั่วขาวมีค่า การดูดซับแป้งลดลงถึงร้อยละ 66 เมื่อเทียบ กับกลุ่มที่ไม่ได้ทาน ซึ่งค่าดูดซับแป้งไม่ลดลงแต่อย่างใดนอกจากนั้นยังพบว่าหลังจากครบ 30 วัน น้ำหนักเฉลี่ย ของกลุ่มที่รับประทานสารสกัดจากถั่วขาวลดลง 6.45 ปอนด์ (2.93 กก.) เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับประทาน ซึ่งไม่มี ผู้ใดน้ำหนักลดลงถึง 1 ปอนด์(0.45 กก.) เลย และยังพบว่า กลุ่มที่รับประทานสารสกัดจากถั่วขาวมีBody fat mass ลดลง มากกว่าร้อยละ 10 และมีขนาดรอบเอวลดลงมากกว่าร้อยละ 3 (ลักขณา, 2552)

2.3.3 คุณประโยชน์ของถั่วขาว

2.2.3.1 ป้องกันไม่ให้เกิดอาการหิวบ่อย เนื่องจากในตัวถั่วขาวมีใยอาหารสูง

2.2.3.2 ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด

2.2.3.3 ในถั่วขาวมีสารชื่อว่า ฟาซิโอลามิน ที่ทำหน้าที่ช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ซึ่งมีส่วนช่วยในการยับยั้งการย่อยของคาร์โบไฮเดรต6

2.2.3.4 สารฟาซิโอลามินในถั่วขาวจะมีหน้าที่ในการยับยั้งกระบวนการย่อยแป้งเป็นน้ำตาล แป้งที่บริโภคจะไม่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทั้งหมด ทำให้แป้งเหล่านั้นถูกขับออกจากร่างกายทางอุจจาระมากขึ้น เมื่อปริมาณแป้งในร่างกายลดลง จึงทำให้น้ำหนักตัวลดลงด้วย

2.2.3.5 มีส่วนช่วยในการลดระดับไตรกลีเซอไรด์ ถ้าปริมาณไตรกลีเซอรไรด์ มีมากเกินไปจะไปสะสมตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย จนทำให้มีสภาวะอ้วน และเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจขาดเลือด และโรคแทรกซ้อนอื่น ๆ (รัชฎาพร, 2556)

ตารางที่ 2.4 คุณค่าทางโภชนาการในถั่วขาว 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ
พลังงาน (แคลอรี่)	359
โปรตีน (กรัม)	22.3
ไขมัน (กรัม)	2.8
คาร์โบไฮเตรต (กรัม)	61.1
เส้นใยอาหาร (กรัม)	3.1
ไนอะซี (มิลลิกรัม)	2.7
น้ำ (กรัม)	11.2
วิตามินบี (มิลลิกรัม)	0.32
วิตามินบี2 (มิลลิกรัม)	0.42
วิตามินอี (มิลลิกรัม)	21

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ
เหล็ก (มิลลิกรัม)	359

ที่มา: อารีย์ (2549)

2.4 ขั้นตอนการทำมาการอง

2.4.1 เมอแร็งค์

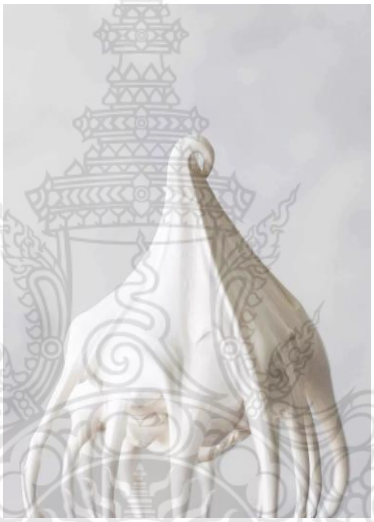
เมอแร็งค์ (Meringue) คือ ส่วนผสมของไข่ขาวและน้ำตาล ใช้ในการทำขนมมากมาย เช่น มาการอง ซูเฟล มูส เค้กชิฟฟอน โดยเมอแร็งก์แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ เฟรนช์เมอแรงค์ (French Meringue) สวิสเมอแรงค์(Swiss Meringue) และอิตาเลี่ยนเมอแรงค์(Italian Meringue) ซึ่งเมอแร็งก์แต่ละชนิดจะมีวิธีการทำและลักษณะการใช้งานในขนมแตกต่าง

2.4.1.1 ชนิดของเมอแรงค์

1) เฟรนช์เมอแร็งค์ (French Meringue) เป็นเมอแร็งก์ที่ไม่ผ่านความร้อนแต่อย่างใด เกิดจากการนำไข่ขาวมาตีให้พอเป็นฟองละเอียดเล็กน้อย แล้วค่อย ๆ ใส่น้ำตาลทรายลงไปทีละน้อย ตีจนขึ้นยอดอ่อน (Soft Peak) หรือตีขึ้นยอดแข็ง (Stiff Peak) ตามการใช้งานที่ต้องการ เมอแร็งค์ชนิดนี้ใช้ในการทำ ซูเฟล (Souffle) เค้กชิฟฟอน (Chiffon Cake) โดยมีลักษณะเด่นของเมอร์แรงค์ชนิดนี้คือ เนื้อสัมผัสที่เบา แต่ความคงตัวค่อนข้างต่ำและผิวจะไม่เงาเท่าเมอแร็งก์อีก 2 ชนิด ถ้าต้องการนำตัวเมอร์แร็งค์ไปอบให้ปรับน้ำตาลบางส่วนเป็นน้ำตาลไอซิ่ง เพราะในน้ำตาลไอซิ่งมีส่วนผสมของแป้งข้าวโพดที่ช่วยทำให้เนื้อของเมอแร็งค์มีความคงตัวมากขึ้น

ภาพที่ 2.4 French Meringue
ที่มา: Baker Bettle (2020)

2) สวิสเมอแร็งค์ (Swiss Meringue) เป็นเมอแร็งก์ที่เกิดจากการนำไข่ขาวและน้ำตาลทรายใส่ชามผสมตั้งบนหม้อต้มน้ำร้อนที่ใช้ความร้อนต่ำ โดยไม่ให้น้ำร้อนสัมผัสภาชนะ (Bain-marie) ตีให้น้ำตาลทรายละลาย และมีอุณหภูมิระหว่าง 50-60 องศาเซียส แล้วจึงนำออกจากความร้อน ตีต่อด้วยตะกร้อจนฟูและตั้งยอดดี สวีสเมอแรงค์มีความคงตัวและมีผิวที่เงากว่าเฟรนช์เมอแรงค์เนื่องจากมีการผ่านความร้อนแต่เนื้อสัมผัสจะแน่นและไม่ขึ้นฟูเท่าเฟรนช์เมอแรงค์เพราะน้ำตาลที่ละลายผสมอยู่ในไข่ขาวทำให้เนื้อค่อนข้างหนักแต่เมื่อตีขึ้นมาจะได้เนื้อสัมผัสที่มีความละเอียด สวีสเมอแร็งค์เหมาะที่จะนำไปบีบขึ้นรูปแล้วอบเป็นคุ้กกี้กรอบหรือให้เป็นส่วนผสมในการทำบัตเตอร์ครีมเมอแรงค์ใช้ตกแต่งเป็นหน้าพายหรือหน้าขนมต่าง ๆ เนื่องจากเป็นเมอแร็งก์ที่เรียกได้ว่าเป็นเมอแร็งค์ที่ทำสุกแล้ว



ภาพที่ 2.5 Swiss Meringue
ที่มา: Cindy Rahe (2021)

3) อิตาเลียนเมอแร็งค์ (Italian Meringue) เป็นเมอแร็งก์ที่เกิดจากการนำน้ำเชื่อมที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส ไปตีกับไข่ขาว โดยน้ำเชื่อมจะถูกหยอดลงไปในชามผสมไข่ขาวเป็นสายอย่างต่อเนื่อง ตีจนตั้งยอดอ่อนแล้วตีให้เข้ากันจนเมอแร็งก์ตั้งยอดดีแล้วคลายความร้อนลง เมอแร็งค์ชนิดนี้มีความคงตัวมากที่สุด มีเนื้อสัมผัสที่ละเอียดแน่น มีผิวขาวและเงาเช่นเดียวกับสวีสเมอแรงค์เมอแร็งก์ชนิดนี้จึงเหมาะที่จะนำไปทำ บัตเตอร์ครีมเมอแรงค์ทำมูส ใช้ตกแต่งหน้าขนมหรือหน้าขนมต่างๆ รวมเป็นส่วนประกอบของมาการองเนื่องจากเมอแรงก์ชนิดนี้ถูกทำให้สุกด้วยน้ำเชื่อมร้อน

ภาพที่ 2.6 Italian Meringue
ที่มา: Camila (2018)

หมายเหตุ : ในการตีเมอรแร็งค์ทุกชนิด ต้องระวังไม่ให้อ่างผสมหรือหัวตีที่ใช้มีส่วนผสมของไขมัน ไม่ว่าจะเป็นไข่แดง หรือน้ำมัน เพราะจะทำให้เมอร์แร็งก์ไม่ขึ้นฟู

ตารางที่ 2.5 คุณลักษณะและการใช้งานของเมอร์แรงก์ชนิดต่าง ๆ

คุณลักษณะ	**เฟรนซ์เมอแรงค์ (French Meringue)**	**สวิสเมอแร็งค์ (Swiss Meringue)**	**อิตาเลี่ยนเมอแรงค์ (Italian Meringue)**
อุณหภูมิ	อุณหภูมิห้อง Room Temperature	ตีบนน้ำร้อน Hot Water Bath	น้ำเชื่อมร้อน Hot Syrup
สภาพของน้ำตาล	น้ำตาลทราย+น้ำตาลไอซิ่ง	น้ำตาลทราย	น้ำเชื่อมร้อน
ความคงตัว	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
ความเบา	เบา	แน่น	แน่น
ความเงา	ต่ำ	ปานกลาง	มาก
การใช้งาน	ปาดขึ้นรูป (Shaping)	ปาดขึ้นรูป (Shaping) แต่งหน้า (Topping)	บีบขึ้นรูป (Piping) แต่งหน้า (Topping)
ของหวานที่ใช้	-แพฟโลวา -ซูเฟล	-เลมอนทาร์ต - เมอแร็งก์คุกกี้	-มาการอง -บอมอลาสก้า

ที่มา : Pholfoodmafia (2017)

2.4.2 การอบ

ในการอบอาหารนั้น อาหารจะได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีความร้อนจากผนังเครื่องอบ จะนำความร้อนจากอากาศที่หมุนเวียน และความร้อนผ่านอากาศที่มีอาหารวางอยู่ ความร้อน ส่วนใหญ่จะถ่ายเทไปยังอาหารโดยการนำความร้อน แม้ว่าจะเกิดการพาความร้อนในช่วงแรกของการ ให้ความร้อนสำหรับขนมอบ อาหารจะดูดซับรังสีอินฟราเรด และเปลี่ยนเป็นความร้อนโดยการกระทำภายในของโมเลกุลในอาหาร ส่วนการถ่ายเทความร้อนของอากาศ ก๊าซอื่น ๆ และไอน้ำเครื่องอบจะเกิดขึ้น โดยการพาความร้อน และเปลี่ยนแปลงเป็นการนำความร้อนที่ผิวหน้าของอาหาร และการเคลื่อนที่ ของไอน้ำจากอาหาร ความเร็วของอากาศ และคุณสมบัติเฉพาะผิวหน้าของอาหารจะเป็นตัวกำหนด ความหนาของชั้นฟิล์มนี้ กระแสการพาความร้อนส่งเสริมให้เกิดการถ่ายเทความร้อนตามธรรมชาติ ลดความหนาของฟิล์มฉนวน เพื่อช่วยเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนและปรับปรุง ประสิทธิภาพการใช้งาน

การนำความร้อนผ่านจานอบ ซึ่งสัมผัสกับแหล่งให้ความร้อนในตู้อบ (Oven Heat) หรือสาย สะพาน เพื่อเพิ่มความแตกต่างของอุณหภูมิที่ด้านล่างของอาหารและทำให้เกิดอัตราการอบที่แตกต่าง กัน อาหารที่มีการนำความร้อนต่ำ จึงทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนที่มีค่า และมีผลมากต่อเวลาในการอบ ขนาดของชิ้นอาหารเป็นตัวกำหนดระยะทางความร้อนต้องเคลื่อนที่จากผิวอาหารเข้าสู่ใจกลางอาหาร เพื่อให้การอบเป็นไปทั่วถึงเพียงพอ และจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ของอาหารจากการอบเช่น (วิไล, 2549)

ลักษณะเนื้อสัมผัส ลักษณะเฉพาะของขนมอบ ได้แก่ การเกิดเปลือกแข็ง ซึ่งช่วยรักษา ความชื้นในอาหาร เมื่อเนื้ออาหารได้รับความร้อน ไขมันเนื้อจะละลาย และกระจายอยู่ในสภาพน้ำมัน ในอาหาร กลิ่นที่ได้จากการอบเป็นลักษณะเฉพาะด้านประสาทสัมผัสที่สำคัญของอาหารอบ การได้รับความร้อนสูงของผิวอาหารท าให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลและกรดอะมิโน มีการศึกษารายละเอียดทางเคมีของปฏิกิริยาเมลลาร์ด และ Streaker Degradation มาแล้ว อุณหภูมิสูงและความชื้นต่ำ ในชั้นผิวของอาหารทำให้น้ำตาลกลายเป็นคาราเมล กรดไขมันเกิดการออกซิเดชั่นและเปลี่ยนเป็น แอลดีไฮด์แลคโตน คีโตน แอลกอฮอล์และเอสเตอร์ได้ ปฏิกิริยา เมลลารด์ และ Streak ท าให้เกิดกลิ่นต่าง ๆ เนื่องจากการรวมตัวเมื่อได้รับความร้อนร่วมกับน้ าตาลเปลี่ยนเป็นแอลดีไฮด์เฉพาะอย่างขึ้น กลิ่นที่ได้แตกต่างกันแล้วแต่ละชนิดของน้ำตาล และสภาวะการให้ความร้อน (วิไล, 2549)

ตารางที่ 2.6 ปัญหา สาเหตุ และวิธีแก้ปัญหาในการทำมาการอง

ปัญหา	สาเหตุ	วิธีแก้ปัญหา
1) เมอแร็งก์มีลักษณะไม่ขึ้นฟู	- ไข่ขาวสดใหม่เกินไป - ไข่ขาวมีไขมัน - เติมสีหรือกลิ่นเร็วไป	- ใช้ไข่เก่า หรือแยกไข่ขาว แล้วเก็บข้ามคืน - ใส่ครีมออฟทาร์ทาร์เล็กน้อย - ใส่สีหรือกลิ่นในช่วงท้ายของการผสม
2) ส่วนผสมของมาการองเหลวเกินไป	- ใส่สีหรือกลิ่นมากเกินไป - ผสมส่วนผสมหรือตีมากเกินไป - เมอแรงก์ยังไม่ขึ้นตัวดี - ทิ้งเมอแร็งก์ไว้นานเกินไป	- ไม่ใช้กลิ่นหรือสีที่มีส่วนผสมของน้ำมัน - ตะล่อมส่วนผสมแค่พอให้เข้ากัน - ตีเมอแร็งก์ให้ขึ้นตีด้วยก่อนนำไปผสมกับถั่วอัลมอนด์ป่น - ไม่ทิ้งเมอแร็งก์ไว้นานเกินไปก่อนนำไปผสมกับถั่วอัลม่อนด์ป่น
3) ผิวของมาการองไม่เรียบเนียน	- ถั่วป่นมีขนาดใหญ่	- ปั่นและร่อนถั่วป่นก่อนนำมาใช้ - เคาะถาดมาการองก่อนนำเข้าอบ
4) ขาไม่ขึ้น	- ส่วนผสมมาการอง เหลวเกินไป - อากาศถูกตีออกจากตัวแป้ง	- ให้ตะล่อมส่วนผสมแค่พอให้เข้ากัน - ใช้ปริมาณของกลิ่นหรือสีน้อยลง
5) ฝาของมาการองเกิดรอยร้าว	- มาการองถูกพักไม่เพียงพอก่อนการอบ - อุณหภูมิที่ใช้อบสูงเกินไป	- พักมาการองก่อนเข้าอบ - ปรับอุณหภูมิเตาอบลง
6) มาการองติดกับแผ่นรองอบ	- แผ่นรองอบไม่สะอาด - มาการองยังไม่สุก	- ทำความสะอาดแผ่นรองอบ - เพิ่มเวลาในการอบ
7) มาการองมีเนื้อสัมผัสไม่สม่ำเสมอ	- การกระจายความร้อนของเตาอบไม่ทั่วถึง	- คอยกลับด้านถาดอบ
8) มาการองขาขึ้นแต่ยุบตัวลง	- มาการองที่อบยังไม่สุกดี	- เพิ่มเวลาในการอบ

ที่มา : Pholfoodmafia (2014)

2.4.4 ไส้ของมาการอง

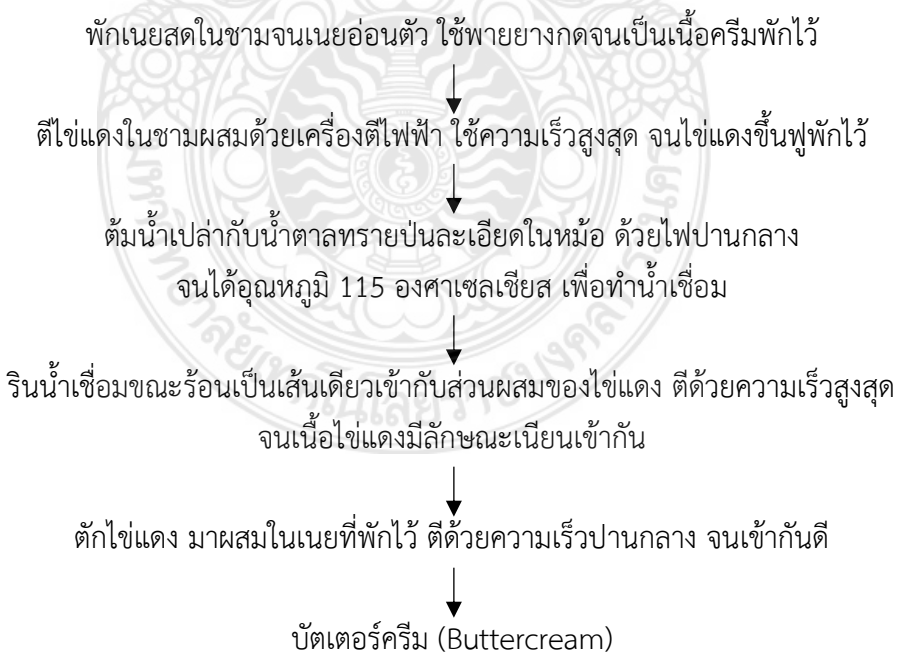
ไส้ของมาการอง มีหลากหลาย อาทิ กานาซ (Ganache) บัตเตอร์ครีม หรือแยม ช็อกโกแลต (chocolate) แต่จุดสำคัญของไส้นั้นคือเนื้อสัมผัสที่เนียนนุ่ม

2.4.4.1.บัตเตอร์ครีม (Buttercream) บัตเตอร์ครีมมีความกลมกล่อมของรสเนย และมีรสชาติที่เข้มข้น ละลายได้ง่ายในปาก นอกจากมาการองแล้วยังสามารถนำไปสอดไส้โรลเค้ก หรือทำเป็นครีมแต่งหน้าคัพเค้กได้อีกด้วย

ตารางที่ 2.7 วัตถุดิบในการทำบัตเตอร์ครีม

ส่วนผสม	ปริมาณ
เนยสดชนิดจืด (กรัม)	113
ไข่แดง (ฟอง)	1
น้ำตาลทรายป่นละเอียด (กรัม)	32
น้ำเปล่า (กรัม)	10

ที่มา : มาซาฮิโตะ (2556)



ภาพที่ 2.7 กรรมวิธีการทำไส้มาการองสูตรบัตเตอร์ครีม
ที่มา : มาซาฮิโตะ (2556)

2.4.4.2. ไส้ช็อกโกแลตกานาซ (Chocolate Ganache) ไส้ช็อกโกแลต ได้จากการนำช็อกโกแลตกับครีมสดมาผสมกัน สามารถเติมเนยและเหล้าเพื่อเพิ่มความหลากหลายของช็อกโกแลตได้ ซึ่งช็อกโกแลตนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการแต่หน้าเค้กช็อกโกแล็ตได้อีกด้วย

ตารางที่ 2.8 วัตถุดิบในการทำไส้ช็อกโกแลต

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
วิปปิ้งครีม	200
ดาร์กช็อกโกแลต ร้อยละ 70.4	60
ช็อกโกแลตขาว	96

ที่มา: มาซาฮิโตะ (2556)

นำวิปปิ้งครีมใส่หม้อ ตั้งไฟอ่อนให้เดือด พักไว้

↓

ผสมช็อกโกแลตทั้ง 2 ชนิดในชาม
(หากเป็นช็อกโกแลตแท่งให้นำมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อน)

↓

รินครีมสด ลงไปขณะร้อน ใช้ตะกร้อมือตีเบา ๆ เพื่อไม่ให้เกิดฟอง
(สามารถใสเนยหรือเหล้าเพื่อเพิ่มรสชาติในขั้นตอนนี้ได้)

↓

คนไปเรื่อย ๆ จนช็อกโกแลตเป็นเงาทั่ว

↓

คลุมชามด้วยพลาสติกถนอมอาหารเพื่อไม่ให้ผิวหน้าของช็อกโกแลตแข็งตัว

↓

ไส้ช็อกโกแลต (Chocolate Ganache)

ภาพที่ 2.8 กรรมวิธีการทำไส้มาการองสูตรช็อกโกแลต
ที่มา: มาซาฮิโตะ (2556)

2.4.4.3. ไส้แยมส้ม (orange jam) แยมมีหลากหลายประเภทจากการผสมผสานของส่วนผสมหลายชนิด การผสมกลิ่นหอม หรือเหล้าชนิดต่าง ๆ รสชาติของแยมสมัยนี้จะแตกต่างจาก

แยมสมัยก่อน โดยแยมจะถูกนำมาใช้อย่างกว้างขว้างในการเพิ่มรสชาติผลไม้ทั้งกับมาการอง ขนมปัง โยเกิร์ต และผสมเครื่องดื่ม โดยส่วนมากมักจะทำกันในช่วงที่ถึงฤดูของผลไม้ที่อุดมสมบูรณ์

ตารางที่ 2.9 วัตถุดิบในการทำไส้แยมส้ม

ส่วนผสม	ปริมาณ
น้ำส้มเข้มข้น(กรัม)	150
ไข่แดง (ฟอง)	2
น้ำตาลทราย (กรัม)	20
เนยสดชนิดจืด (กรัม)	96

ที่มา: เจตนิพัทธ์ (2559)

ภาพที่ 2.9 กรรมวิธีการทำไส้มาการองสูตรไส้แยมส้ม
ที่มา: เจตนิพัทธ์ (2559)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Da Hee et al. (2020) ได้ศึกษาเรื่องลักษณะคุณภาพและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของมาการองที่เพิ่มด้วยผงถั่วขาวพบว่า ในการผลิตมาการองโดยการเติมผงถั่วขาวใน 4 ระดับได้แก่ ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 ของน้ำหนักอัลมอนด์ พบว่ามาการองในสูตรร้อยละ 100 จะทำให้มีความชื้นสูง น้ำหนักมากขึ้น เนื่องจากมีปริมาณผงถั่วขาวมาก มาการองในสูตรร้อยละ 50 จะมีลักษณะปรากฏที่ดี มาการองจะมีผิวเรียบ มีการขึ้นฟูของขามาการอง นอกจากนี้ค่าพบว่าค่า pH ที่เป็นกรดจะทำให้เกิดความคงตัวของเมอแรงค์ ในการวัดค่าสี พบว่าการเพิ่มผงถั่วขาวมีผลให้ค่าสีความสว่าง (L*) จะค่อย ๆ ลดลง ในขณะที่ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น การเติมผงถั่วขาวจะทำให้เนื้อสัมผัส ความกรอบ เนื้อสัมผัสกึ่งแข็ง และแรงกัด ลดลง และใช้วิธีการ

วิเคราะห์การเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) และ superoxide dismutase (SOD) ผู้ชิมยอมรับสูงสุดที่ร้อยละ 100 นอกจากนี้ยังยอมรับ ความชอบโดยรวม ที่สูตรร้อยละ 50

นรินทร์ภพ ศิริวัลย์ และวนิดา (2562) ได้ศึกษาการใช้พืชวงศ์ถั่วในการผลิตมาการองพบว่า การศึกษาการใช้ถั่วดาวอินคา 3 ระดับ (ร้อยละ 40 60 และ 80 โดยน้ำหนักถั่ว) ทดแทนถั่วอัลมอนด์สำหรับส่วนตัวมาการอง ผลการศึกษาพบว่า ตัวของมาการองที่ใช้ถั่วดาวอินคา ร้อยละ 40 ได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุด ($p \leq 0.05$) จึงเลือกไปศึกษาต่อโดยใช้ถั่ว 3 ชนิด ในการทำไส้ธัญพืช คือ ถั่วแดง ถั่วดำ ถั่วเขียว วางแผนการทดลองแบบผสม ได้อัตราส่วนผสมของไส้ธัญพืชที่ 5 ระดับ พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของถั่วแดง ถั่วดำ ถั่วเขียวในการทำไส้ธัญพืช คือร้อยละ 75:20:5 โดยมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับโดยรวมสูงสุด ($p \leq 0.05$) เมื่อนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพ พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) ค่าสีเหลือง (b*) และค่าแรงตัด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 72.81 5.43 24.60 และ 1,143 กรัม ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต เฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 21.46 8.48 9.34 1.07 5.14 และ 54.51 ตามลำดับ

มานิสา ทวีศักดิ์ และน้องนุช (2562) ได้ศึกษาการเตรียมกากเมล็ดอัลมอนด์อบแห้ง ที่ได้จากกระบวนการผลิตเครื่องดื่มจากเมล็ดอัลมอนด์ เพื่อนำมาใช้ทดแทนอัลมอนด์ป่นในผลิตภัณฑ์มาการอง โดยนำกากเมล็ดอัลมอนด์มาทำแห้งโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบถาดโดยใช้อุณหภูมิ 3 ระดับได้แก่ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้ความชื้นร้อยละ 3-5 และนำไปทดแทนอัลมอนด์ป่นร้อยละ 100 ในการผลิตมาการอง พบว่าใช้เวลาในการทำแห้งเป็น 360 210 และ 180 นาที ตามลำดับ โดยสภาวะในการทำแห้งที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมกากเมล็ดอัลมอนด์อบแห้ง คือ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 นาที ซึ่งมีใยอาหารรวมและใยอาหารไม่ละลายน้ำมากที่สุดและใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยที่สุด กากเมล็ดอัลมอนด์ที่ได้มีค่า L* b* ไขมัน และโปรตีน น้อยกว่าอัลมอนด์ป่นเล็กน้อย แต่มีคาร์โบไฮเดรต และปริมาณใยอาหารรวมมากกว่าอัลมอนด์ป่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อนำกากเมล็ดอัลมอนด์อบแห้งจากสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมในปริมาณร้อยละ 100 มาทดแทนอัลมอนด์ป่นในสูตรมาการองพบว่าผลิตภัณฑ์มาการองที่ทดแทนอัลมอนด์ป่นด้วยกากเมล็ดอัลมอนด์ที่อบด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 นาที มีค่าสี L* 82.80 a* 6.26 b* 6.50 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ 0.82 ความแข็ง 434.66 นิวตัน ความกรอบ 0.62 มิลลิเมตร และมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากสูตรมาตรฐาน ($p > 0.05$) โดยได้รับคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ละมีใยอาหารเพิ่มขึ้น 278 % (จาก 0.88 เป็น 2.45 กรัมต่อชิ้น)

วราภรณ์ และวันดี (2562) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการใช้ผงลูกประทดแทนผงอัลมอนด์ในมาการอง พบว่าการวิจัยครั้งนี้นำผงลูกประทดแทนอัลมอนด์ เพื่อการเพิ่มมูลค่าเมล็ดลูกประทดและการลดการ

นำเข้าของผงอัลมอนด์ โดยศึกษาปริมาณผงประทดแทนผงอัลมอนด์ 6 ระดับคือร้อยละ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 ผลการประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบ 30 คน ด้วยแบบทดสอบ 9 ระดับ (9-Point-Hedonic Scale) จำนวน 3 ซ้ำ พบว่าการใช้ผงประทดแทนผงอัลมอนด์ที่ระดับร้อยละ 40 มีคะแนนยอมรับสูงสุดอย่างมีนัยสำคัย ($p \leq 0.5$) ด้วยคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมเท่ากับ 8.00, 8.00, 7.38, 7.67, 7.47 และ 8.17

ฐานิศร (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐาน พบว่ามาการอง และพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาโดยศึกษาชนิดและปริมาณของ ผงถั่วดาวอินคาแทนการใช้ผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐาน ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ศึกษาชนิดของ ไส้มาการองและศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา โดยใช้การ ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับพบว่าสูตรพื้นฐานของโสภณ (2557) ประกอบด้วย อัลมอนด์ (ร้อยละ26.09) น้ำตาลทราย (ร้อยละ22.17) น้ำตาลไอซิ่ง (ร้อยละ26.09) ไข่ขาว (ร้อยละ19.13) และน้ำเปล่า (ร้อยละ6.52) ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดเนื่องจากมีความกรอบมากที่สุด การทดแทนผงอัลมอนด์ด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคาได้รับการยอมรับมากกว่าผงถั่วดาวอินคาแบบดิบและแบบอบ เนื่องจากการใช้ผงโปรตีนถั่วดาวอินคามีการสกัด น้ำมันบางส่วนออกทำให้กลิ่นของถั่วดาวอินคาลดลงส่งผลให้คะแนนการยอมรับในด้านรสชาติและด้านความชอบโดยรวมสูงขึ้น สามารถทดแทนด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคาได้สูงสุดในปริมาณร้อยละ 75 โดยยังคงลักษณะของผลิตภัณฑ์มาการองได้เป็นอย่างดี ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ มาการองถั่วดาวอินคาไส้กาแฟมากกว่าไส้วานิลลา และช็อกโกแลตเนื่องจากกลิ่นกาแฟช่วยลดกลิ่น ของถั่วดาวอินคาในผลิตภัณฑ์ส่งผลให้มาการองได้รับการยอมรับดียิ่งขึ้นซึ่งสอดคล้องกับการยอมรับ ของผู้บริโภคทั่วไปที่มีต่อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาไส้กาแฟที่ให้การยอมรับในระดับร้อยละ 86 ในด้านของรสชาติและความอร่อยมากที่สุดและเมื่อนำมาศึกษาองค์ประกอบทางเคมีพบว่าการ ทดแทนผงอัลมอนด์ด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคาสามารถเพิ่มปริมาณของโปรตีนและลดปริมาณของ ไขมันในผลิตภัณฑ์มาการองได้อีกด้วย

ชื่นกมล และ วาสนา (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาตำรับมาการองจากผงเม็ดมะม่วงหิมพานต์ทดแทนผงอัลมอนด์ พบว่า การศึกษากระบวนการผลิตผงเม็ดมะม่วงหิมพานต์จากมะม่วงหิมพานต์ทั้ง 3 ตำรับแล้ว โดยใช้วิธีการทดสอบด้วยเครื่องมือ Oven Drying Method มีผลการวิเคราะห์ทั้ง 3 ตำรับ อยู่ที่ร้อยละ 2.57 ร้อยละ 3.72 และร้อยละ 3.06 ตามลำดับ ซึ่งความชื้นของเม็ดมะม่วงหิมพานต์ทั้ง 3 แบบ อยู่ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไม่เกินร้อยละ 4 ดังนั้น จึงเลือกเม็ดมะม่วงหิมพานต์ตำรับที่ 1 มาใช้ในการศึกษามาการองจากผงเม็ดมะม่วงหิมพานต์ด้วยมีผลลการวิเคราะห์ความชื้นน้อยที่สุด จากนั้นการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการองจากผงเม็ดมะม่วงหิมพานต์ โดยใช้ผงเม็ดมะม่วงหิมพานต์ 3 แบบ ใช้ทดแทนทั้งหมด ซึ่งผลการประเมินด้านประสาทสัมผัสของ

ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พบว่า การทดสอบด้านประสาทสัมผัสทั้ง 3 ครั้ง ผู้ชิมให้การยอมรับ ตำรับที่ 2 ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น และการยอมรับโดยรวม โดยคะแนนเฉลี่ย 8.00 8.00 และ 7.13 ตามลำดับ ทางนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นผงเม็ดมะม่วงหิมพานต์ทั้ง 3 แบบ ไม่มีผลต่อการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการอง

ธัญญาเรศ และ อณัญญา (2561) ได้ศึกษาเรื่องการผลิตมาการองโดยใช้ผงถั่วทองทดแทนอัลมอนด์บางส่วน พบว่ามาการองที่ใช้ผงถั่วทองทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนทั้ง 4 ระดับ ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมับทางประสาทสัมผัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่าระดับผงถั่วทองในมาการอง ร้อยละ75 มีคะแนนเฉลี่ย 4.50 4.42 4.27 4.42 4.27 และ 4.42 ตามลำดับ ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า มาการองผงถั่วทองปริมาณ 100 กรัม ให้พลังงาน 383 กิโลแคลเลอรี่ โปรตีน 9.96 กรัม คาร์โบไฮเดรต 76 กรัม น้ำตาล 62 กรัม ไขมัน 4.38 กรัม จากการคำนวนเปรียบเทียบต้นทุนของมาการองตำรับมาตราฐานกับมาการองผงถั่วทองพบว่ามาการองตำรับมาตราฐานมีต้นทุนอยู่ที่ 4.36 บาทต่อมาการอง 1 คู่ ในขณะที่มาการองผงถั่วทองมีต้นทุนอยู่ 2.4 บาทต่อมาการอวผงถั่วทอง 1 คู่ เป็นการแสดงให้เห็นว่านอกจากผงถั่วทองจะให้พลังงานต่ำกว่าผงอัลมอนด์แล้ว มาการองถั่วทองยังสามารถลดต้นทุนการผลิตมาการองได้มากกว่า 1 เท่าตัว

นิตยา และศรัญญา (2560) ได้ศึกษามาการองมะพร้าว เพื่อเพิ่มเมนูขนมหวานที่มีอยู่แล้วให้มีความหลากหลายทางรสชาติและช่วยดึงดูดความสนใจให้ลูกค้าชาวต่างชาติได้รู้จักวัตถุดิบแบบไทยๆ คือมะพร้าว เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าชาวไทยและลูกค้าชาวต่างชาติมีการสำรวจโดยใช้วิธีแบบสัมภาษณ์จากกลุ่มตัวอย่าง ผลการสำรวจความพึงพอใจ พบว่าโดยภาพรวมแล้วนั้นเป็นความพึงพอใจในรสชาติของมาการอง เนื่องจากมีความหอมของมะพร้าวมีความนุ่มของตัวมาการองและมีความหวานของไส้ที่ไม่หวานมากเกินไป ได้รสชาติที่แปลกใหม่และยังนำวัตถุดิบของไทยมาใช้ให้เกิดประโยชน์ด้วย

อธิป และนภัทร (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาขนมอบจากไข่ขาวประเภทมาการอง โดยการใช้ถั่วลิสงผงและเม็ดมะม่วงหิมพานต์ผงทดแทนอัลมอนด์ผง พบว่าอัตราส่วนระหว่างผงอัลมอนด์ต่อผงถั่วลิสงและผงเม็ดมะม่วงหิมพานต์เป็น 6 ระดับ คือ 90:10 70:30 50:50 30:70 10:90 และ 0:100 ของน้ำหนักอัลมอนด์ผงที่ใช้ในสูตร จากการวิเคราะห์การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี different from control และนำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Rank sum test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่า ถั่วลิสงผงไม่สามารถทดแทนผงอัลมอนด์ได้เนื่องจากกลิ่นรสที่มีความจำเพาะ ในขณะที่สามารถทดแทนอัลมอนด์ผงด้วยเม็ดมะม่วงหิมพานต์ผงที่อัตราส่วน 10:90 โดยที่ไม่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นพบว่ามาการองและผลิตภัณฑ์มาการองทดแทนมีความชื้นอยู่ระหว่าง 17.27±1.73 ถึง 23.28±1.65

บุศรินทร์ (2559) ได้ศึกษาคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของถั่วขาวและการประยุกต์แป้งถั่วขาวในผลิตภัณฑ์ขนมอบ พบว่า ถั่วขาว (Phaseolus vulgaris) มีองค์ประกอบทางเคมีต่างๆที่เหมาะกับการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เช่น มีกากใยอาหาร สารต้านอนุมูลอิสระ วิตามินและแร่ธาตุต่าง ๆ นอกจากนี้ ถั่วขาวยังมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ มีสารฟา ซิโอลามีน (Phaseolamin) ซึ่งสามารถยับยั้งการ ทำงานของเอนไซม์อัลฟาอะไมเลสที่ย่อยแป้ง จึงช่วยลดพลังงานที่ได้จากการบริโภคแป้ง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ ขนมอบเพื่อการแข่งขันทางธุรกิจมีแนวโน้มพัฒนาคุณค่า ทางอาหารของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น จึงได้มีการทบทวน วรรณกรรมที่เกี่ยวกับคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของถั่วขาว เพื่อเป็นข้อมูลส่งเสริมการใช้ถั่วขาวในผลิตภัณฑ์ขนมอบซึ่งมีส่วนประกอบหลักที่ให้พลังงานสูง คือ แป้งสาลี ไขมัน และน้ำตาล บทความนี้ยังได้รวบรวมข้อควรระวัง ในการบริโภคถั่วขาวเพื่อการใช้ถั่วขาวอย่างปลอดภัย และนำเสนอแนวทางการใช้ถั่วขาวในผลิตภัณฑ์ขนมอบ เพื่อเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้ที่สนใจดูแล

คันธรส และชุติมา (2559) ได้ศึกษาเรื่องการใช้ผงเมล็ดแตงโมแทนที่ผงเมล็ดอัลมอนด์ในการทำมาการองและการลดกลิ่นรสเขียวของเมล็ดแตงโมพบว่า การแทนที่ผงอัลมอนด์ด้วยผงเมล็ดแตงโมทั้งหมดให้ลักษณะของมาการองที่ดี แต่มาการองนั้นมีกลิ่นรสเขียว ดั้งนั้น การศึกษาขั้นถัดไปของงานวิจัยนี้คือ การลดกลิ่นรสเขียวในเมล็ดแตงโม กลิ่นรสเขียวเกี่ยวข้องกับกิจกรรมเอนไซม์ Lipoxygenase ซึ่งมีความไวต่อความร้อน จึงใช้วิธีการให้ความร้อนที่สภาวะที่แตกต่างกันของอุณหภูมิและเวลา เพื่อศึกษาการลดลงของกิจกรรมเอมไซม์ Lipoxygenase วิธีที่ใช้ศึกษา ได้แก่ การใช้การนึ่งไอน้ำความดันสูง อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เวลา 10-30 นาที การใช้การลวก อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 5-10 นาที การใช้การอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส เวลา 2-15 นาที และการใช้ไมโครเวฟ 800 วัตต์ เวลา 1-5 นาที พบว่า การใช้การอบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 55 เซลเซียส เวลา 15 นาที และที่ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 2 และ 15 นาที จึงเลือกผงเมล็ดแตงโมที่ผ่านการให้ความร้อนข้างต้นมาทำมาการอง โดยการอบด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 2 และ 15 นาที จะสามารถลดกลิ่นรสเขียวของเมล็ดแตงโมได้มากกว่า อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที และผงเมล็ดแตงโมที่ไม่ได้ผ่านความร้อน สุดท้ายจึงเลือกมาการองที่ทำด้วยผงเมล็ดแตงโมที่ให้ความร้อนด้วยการอบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเวลา 2 นาที มาใช้ในการงิจัยครั้งนี้

เจตนิพัทธ์ และจักราวุธ (2556) ได้ศึกษาการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยดพบว่าทำการเสริมที่ระดับแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 5 ร้อยละ 10 และร้อยละ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด พบว่า ผู้ชิมยังคงให้การยอมรับปริมาณการเสริมใยอาหารด้วยรำข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์มาการอง ในทุกระดับของการเสริม โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ระดับร้อยละ 15 ผู้ชิมให้การยอมรับสูง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำมาการอง

3.1.1.1 ผงอัลมอนด์ (ตรา aro)
3.1.1.2 น้ำตาลไอซิ่ง (ไดนาตี้)
3.1.1.3 น้ำตาลทราย (มิตรผล)
3.1.1.4 ไข่ขาว (ซีพี เบอร์ 0)
3.1.1.5 ถั่วขาวดิบ (โครงการหลวง)
3.1.1.6 เนยสดชนิดจืด (อลาริ่)
3.1.1.7 วิปปิ้งครีม (Anchor)
3.1.1.8 ดาร์กช็อกโกแลตร้อยละ 70.4 (Van Houten)
3.1.1.9 ช็อกโกแลตขาว (Van Houten)
3.1.1.10 น้ำส้มเข้มข้น ร้อยละ 100 (Sunquick)

3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำมาการอง

3.1.2.1 เครื่องผสมอาหารขนาด 5 ลิตร (ยี่ห้อ Kenwood)
3.1.2.2 เตาอบลมร้อนขนาด 60 ลิตร 4 ชั้น (ยี่ห้อ Fagor)
3.1.2.3 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 3 ตำแหน่ง (ยี่ห้อ Hansen)
3.1.2.3 เตาแก๊ส 4 หัว (ยี่ห้อ Teka)
3.1.2.4 นาฬิกา
3.1.2.5 พายยาง
3.1.2.6 ที่ร่อนแป้ง
3.1.2.7 ถาดรองอบขนาด 8x13x1.5 นิ้ว
3.1.2.8 แผ่นรองอบซิลิโคน
3.1.2.9 ถุงบีบครีมและหัวบีบเบอร์ 10
3.1.2.10 เทอร์โมมิเตอร์

3.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี

3.1.3.1 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณความชื้น แบบ Infrared

3.1.3.2 เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer Konica Minolta รุ่น CM 3500d

3.1.3.3 ชุดวิเคราะห์ปริมาณพลังงาน วิเคราะห์ตามวิธีการ NFI T 126 on Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993)

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

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

3.1.3.6 ชุดวิเคราะห์ปริมาณเถ้า วิเคราะห์ตามวิธีการ (AOAC, 2012), 945.18

3.1.3.7 ชุดวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย วิเคราะห์ตามวิธีการ (AOAC, 2012), 978.10

3.1.4 อุปกรณ์ในการทดลองประสาทสัมผัส

3.1.3.1 แบบทดสอบทางประสามสัมผัสแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Points Hedonic Scale) และผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบประสาทสัมผัส

3.1.3.2 ปากกา

3.1.3.3 แก้วน้ำ

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตมาการอง

ศึกษาสูตรพื้นฐานของมาการอง 3 สูตร โดยใช้ส่วนผสมดังตารางที่ 3.1 และวิธีการทำมาการองในสูตรตามขั้นตอน ดังภาพ 3.1 3.2 และ 3.3 ตามลำดับ วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Random Complete Block Design, RCBD) แล้วนำมาการองสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความเรียบของมาการอง ขาของมาการอง กลิ่น สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 point hedonic scale) นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน Analysis of Variances (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ ร้อยละ 95 เพื่อคัดเลือกสูตรมาการองที่ดีที่สุดไปศึกษาในขั้นต่อไป

ตารางที่ 3.1 สูตรพื้นฐานมาการอง 3 สูตร

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม					
	สูตรที่ 1		สูตรที่ 2		สูตรที่ 3	
	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
ผงอัลมอนด์	300	26.09	150	34.88	125	23.58
น้ำตาลทราย	255	22.17	20	4.65	110	20.75
น้ำตาลไอซิ่ง	300	26.09	150	34.88	125	24.15
ไข่ไก่	220	19.13	110	25.58	90	16.98
น้ำเปล่า	75	6.52	-	-	80	15.09

ที่มา : สูตรที่ 1 โสภณ (2557)
สูตรที่ 2 เจตนิพันธ์ (2559)
สูตรที่ 3 Pholfoodmafia (2014)

ผสมผงอัลมอนด์และน้ำตาลไอซิ่ง เข้าด้วยกัน นำไปร่อนพักไว้

↓

ตีไข่ขาวด้วยหัวตีรูปตะกร้อความเร็วเบอร์ 10 นาน 5 นาที
เพื่อทำอิตาเลียนเมอแรง

↓

เทน้ำ และน้ำตาลทรายลงในหม้อ ตั้งไฟกลางต้มให้เดือดประมาณ 8 นาที
รอจนถึงอุณหภูมิ 117 องศาเซียส จึงยกลงยกลงจากเตา

↓

ค่อย ๆ เทน้ำเชื่อมขณะร้อนลงในโถไข่ขาวที่ได้ตีด้วยความเร็วต่ำเบอร์ 2 เวลา 5 นาทีเตรียมรอไว้

↓

ตีด้วยความเร็วเบอร์ 8 สูงสุดจนตั้งยอดแข็งใช้เวลาตี 2 นาที
แล้วพักให้คลายความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 5 นาที

↓

เทเมอแรงค์ลงผสมส่วนผสมของอัลมอนด์ที่ร่อนไว้ก่อน คนให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกัน

↓

แบ่งเมอร์แรงครึ่งหนึ่งใส่ลงไปแล้วใช้พายยางค่อยๆ ผสมให้เข้ากัน
เทเมอแรงส่วนที่เหลือลงไปค่อยๆตะล่อมเบาๆ

↓

ตักส่วนผสมใส่ถุงบีบที่เตรียมไว้

↓

บีบมาการองลงถาดรองแผ่นซิลิโคนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร นิ้ว จำนวน 30 ชิ้นต่อถาด
เคาะถาดเบา ๆ พักทิ้งไว้ 5 – 10 นาที หรือจนกว่าผิวหน้าขนมแห้ง (แตะไม่ติดมือ)

↓

เปิดเตาอบที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ไฟ บน-ล่าง เตรียมไว้
ลดอุณหภูมิเตาอบลงเหลือ 140 องศาเซลเซียส แล้วนำมาการองเข้าอบนาน 14 นาที

↓

นำมาการองออกจากเตาพักไว้ให้เย็น แล้วค่อยๆ แกะออกจากแผ่นซิลิโคน

ภาพที่ 3.1 กรรมวิธีการทำมาการองสูตรที่ 1
ที่มา: โสภณ (2557)

ผสมผงอัลมอนด์และน้ำตาลไอซิ่ง เข้าด้วยกัน นำไปอบอุณหภูมิ 130 เวลา 8 นาที

↓

นำไข่ขาวมาพักอยู่ที่อุณภูมิห้อง ตีไข่ขาวด้วยเครื่องผสมอาหาร
ด้วยความเร็วเบอร์ 10 นาน 5 นาที ให้ขึ้นฟูเป็นฟองละเอียด

↓

เทน้ำตาลทรายลงไป แล้วตีต่อเป็นเวลา 10 นาที ด้วยความเร็วสูงสุดเบอร์ 10
จนมีลักษณะเป็นเมอแรงก์ตั้งยอดดีและเนื้อแน่น

↓

เทไข่ขาวลงผสมส่วนผสมของอัลมอนด์ที่ร่อนไว้ คนให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกัน

↓

แบ่งเมอร์แรงครึ่งหนึ่งใส่ลงไปแล้วใช้พายยางค่อยๆ ผสมให้เข้ากัน
ใส่เมอแรงส่วนที่เหลือลงไปค่อยๆตะล่อมเบาๆ

↓

ตักส่วนผสมใส่ถุงบีบที่เตรียมไว้

↓

บีบมาการองเป็นก้อนกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ลงถาดรองแผ่นซิลิโคน
เคาะถาดเบาๆ พักทิ้งไว้ 10 นาทีหรือผิวหน้าขนมแห้ง (แตะไม่ติดมือ)

↓

นำมาการองเข้าอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 13-15 นาที

↓

นำมาการองออกจากเตาอบพักไว้บนตะแกรงจนเย็นสนิท
แล้วค่อยๆ แกะออกจากแผ่นซิลิโคน

ภาพที่ 3.2 กรรมวิธีการทำมาการองสูตรที่ 2
ที่มา: เจตนิพันธ์ (2559)

ผสมผงอัลมอนด์และน้ำตาลไอซิ่ง เข้าด้วยกัน นำไปร่อนพักไว้

↓

เทน้ำ และน้ำตาลทรายลงในหม้อ ตั้งไฟกลาง ต้มให้เดือด
รอจนถึงอุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

↓

ขณะเดียวกันให้ตีไข่ขาวด้วยความเร็วเบอร์ 10 นาน 5 นาที ให้ขึ้นฟูเป็นฟองละเอียด

↓

เมื่อน้ำตาลถึงอุณหภูมิถึง 118 องศาเซลเซียสเวลาประมาณ 8 นาที ยกออกจากเตาพักไว้

↓

เมื่อไข่ขาวมีลักษณะที่ตั้งยอด หยอดน้ำเชื่อมลงไปขณะร้อน จนหมด
ตีต่อให้เมอแร็งก์มีลักษณะที่ตั้งยอดอ่อน

↓

ผสมเมอแรงก์กับส่วนผสมของน้ำเชื่อมที่พักไว้ ทีละครึ่ง ตะล่อมให้เข้ากัน

↓

ตักส่วนผสมใส่ถุงบีบที่เตรียมไว้

↓

บีบมาการองเป็นก้อนกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ลงถาดรองแผ่นซิลิโคน
เคาะถาดเบาๆ พักทิ้งไว้ 20 นาที หรือจนกว่าหน้าขนมแห้ง (แตะไม่ติดมือ)

↓

อบมาการองที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส อบเป็นเวลา 18 นาที

↓

นำมาการองออกมาพักให้เย็น แล้วค่อยๆ แกะออกจากแผ่นซิลิโคน

ภาพที่ 3.3 กรรมวิธีการทำมาการองสูตรที่ **3**
ที่มา: Pholfoodmafia (2014)

3.2.2 ศึกษาปริมาณผงถั่วขาวที่ทดแทนผงอัลมอนด์ในมาการอง

3.2.2.1 ศึกษาวิธีการเตรียมผงถั่วขาว ดังภาพที่ 3.4 นำผงถั่วขาว ไปประเมินคุณภาพทาง ด้วยเครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer Konica Minolta รุ่น CM 3500d สำหรับ แสดงค่าสี (ความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ปริมาณและวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน พลังงานความชื้น และ เถ้า

ล้างถั่วขาว 500 กรัมแช่ในน้ำ 8 ซ.ม. ตักขึ้น สะเด็ดน้ำ พักให้แห้ง จะมีน้ำหนัก 800 กรัม

↓

นำเข้าเตาอบอุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เวลา 8 นาที

↓

บดถั่วขาวด้วยเครื่องบดอาหารความเร็วสูงสุด ปริมาณ 150 กรัม เป็นเวลา 2 นาที
โดยแบ่งรอบการปั่นรอบละ 30 วินาที

↓

ร่อนผ่านตะแกรงร่อน 3 ครั้ง จะเหลือน้ำหนัก 100 กรัม

↓

ถั่วขาวผง

ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการเตรียมถั่วขาวผง
ที่มา: รักสุขภาพ (2564)

ตารางที่ 3.2 ปริมาณส่วนผสมสูตรมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วน

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม							
	สูตรพื้นฐาน		สูตรทดแทนร้อยละ 20		สูตรทดแทนร้อยละ 30		สูตรทดแทนร้อยละ 40	
	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
ผงอัลมอนด์	150	37.97	120	30.37	105	26.58	90	22.78
ผงถั่วขาว	0	0	30	7.60	45	11.39	60	15.19
น้ำตาลทราย	20	5.06	20	5.06	20	5.06	20	5.06
น้ำตาลไอซิ่ง	150	37.97	150	37.97	150	37.97	150	37.97
ไข่ไก่	75	18.98	75	18.98	75	18.98	75	18.98

3.2.2.2 ศึกษาปริมาณผงถั่วขาวที่ทดแทนผงอัลมอนด์ในมาการอง

ใช้สูตรมาการองที่ได้รับการยอมรับจากหัวข้อที่ 3.2.1 เป็นสูตรพื้นฐานเพื่อนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วขาว เพื่อทดแทนปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรมาการอง 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 10, 20, และ 30 นำตัวอย่างมาการองแต่ละสูตรไปประเมินคุณภาพ

1) คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี (ความสว่าง L* ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) และทดสอบความชื้นของมาการอง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ข้อมูลจากสูตรพื้นฐานมา และวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี (Duncan's New Multiple Range Test DMRT) ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2) ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ในด้าน ความเรียบของมาการอง ขาของมาการอง สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสทารจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษาคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยวางแผนการทดลองทางประสาทสัมผัสทางด้านประสาทสัมผัสแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design RCBD) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ข้อมูลจากสูตรพื้นฐานมา และวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี (Duncan's New Multiple Range Test DMRT) ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เลือกสูตรที่ดีที่สุดจากผลิตภัณฑ์ที่มีผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงสุด เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับไปพัฒนาสูตรต่อไป

3.2.3 ศึกษารสชาติที่เหมาะสมของส่วนไส้สำหรับผลิตภัณฑ์มาการองจากผงถั่วขาว

นำมาการองจากผงถั่วขาวที่ได้รับการยอมรับจากหัวข้อที่ 3.2.2 มาศึกษารสชาติของส่วนไส้มาการองที่แตกต่างกัน ได้แก่ บัตเตอร์ครีม ช็อคโกแลตกานาซ และแยมส้มที่มีส่วนผสมดังตารางที่ 3.2 และขั้นตอนวิธีการดังภาพที่ 3.5 3.6 และ3.7 ตามลำดับ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วขาวที่มีไส้แตกต่างกันไปประเมินคุณภาพเพื่อเลือกรสชาติของส่วนไส้ผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วขาวที่ได้รับการยอมรับ

ตารางที่ 3.3 ส่วนผสมส่วนไส้มาการอง 3 สูตร

ส่วนผสม	บัตเตอร์ครีม		ช็อคโกแลตกานาซ		แยมส้ม	
	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
น้ำส้มเข้มข้น	-	-	-	-	150	49.02
เนยสดชนิดจืด	113	64.57	-	-	96	31.37
ไข่แดง (ไข่ไก่)	20	11.43	-	-	40	13.07
น้ำตาลทราย	32	18.29	-	-	20	6.54
น้ำเปล่า	10	5.71	-	-	-	-
วิปปิ้งครีม	-	-	200	56.18	-	-
ดาร์กช็อกโกแลต 70.4%	-	-	60	16.85	-	-
ช็อกโกแลตขาว	-	-	96	26.30	-	-

ที่มา : บัตเตอร์ครีม โดยมาซาฮิโตะ (2556); ช็อคโกแลตกานาซ โดยมาซาฮิโตะ (2556)
แยมส้ม โดยเจตนิพัทธ์ (2559)

พักเนยสดในชามจนเนยอ่อนตัว ใช้พายยางกดจนเป็นเนื้อครีมพักไว้

↓

ตีไข่แดงในชามผสมด้วยเครื่องตีไฟฟ้า ใช้ความเร็วเบอร์ 10 นาน 5 นาที จนไข่แดงขึ้นฟูพักไว้

↓

ต้มน้ำเปล่ากับน้ำตาลทรายปั่นละเอียดในหม้อ ด้วยไฟปานกลาง
จนได้อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 8 นาที เพื่อทำน้ำเชื่อม

↓

รินน้ำเชื่อมขณะร้อนเป็นเส้นเดียวเข้ากับส่วนผสมของไข่แดง ตีด้วยความเร็วสูงสุด
จนเนื้อไข่แดงมีลักษณะเนียนเข้ากัน

↓

ตักไข่แดง มาผสมกับเนยสดที่พักไว้ ตีด้วยความเร็วปานกลาง เบอร์ 5 ระยะเวลา 7 นาที จนเข้ากันดี

↓

บัตเตอร์ครีม (Buttercream)

ภาพที่ 3.5 กรรมวิธีการทำไส้มาการองสูตรบัตเตอร์ครีม
ที่มา : มาซาฮิโตะ (2556)

นำวิปปิ้งครีมใส่หม้อ ตั้งไฟอ่อนให้เดือด พักไว้

↓

ผสมช็อกโกแลตทั้ง 2 ชนิดในชาม
(หากเป็นช็อกโกแลตแท่งให้นำมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อน)

↓

รินครีมสด ลงไปขณะร้อน ใช้ตะกร้อมือตีเบา ๆ เพื่อไม่ให้เกิดฟอง
(สามารถใสเนยหรือเหล้าเพื่อเพิ่มรสชาติในขั้นตอนนี้ได้)

↓

คนไปเรื่อย ๆ จนช็อกโกแลตเป็นเงาทั่ว

↓

คลุมชามด้วยพลาสติกถนอมอาหาร เพื่อไม่ให้ผิวหน้าของช็อกโกแลตแข็งตัว

↓

ไส้ช็อกโกแลต (Chocolate Ganache)

ภาพที่ 3.6 กรรมวิธีการทำไส้มาการองสูตรช็อกโกแลต
ที่มา: มาซาฮิโตะ (2556)

ผสม น้ำส้ม ไข่แดง น้ำตาลทราย ในหม้อ ตั้งไฟอ่อน

↓

กวนส่วนผสมทั้งหมด ให้ข้น เติมเนยสด ยกลง พักให้เย็น

↓

ไส้แยมส้ม

ภาพที่ 3.7 กรรมวิธีการทำไส้มาการองสูตรไส้แยมส้ม
ที่มา: เจตนิพัทธ์ (2559)

3.2.3.1 นำผลิตภัณฑ์มาการองที่มีไส้ต่างกัน ทั้ง 3 ชนิด ไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความเรียบของมาการอง ขาของมาการอง สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point Hedonic Scale) ผู้ทดสอบทดสอบทางประสาทสัมผัสจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษาคณะเทคโนโลยีคหกรรม

ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ข้อมูลจากสูตรพื้นฐานมา และวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เลือกสูตรที่ดีที่สุดจากผลิตภัณฑ์ที่มีผลการวิเคราะห์ และมีคะแนนประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดเพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับไปวิเคราะห์ต่อไป

3.2.4 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์มาการองถั่วขาว

นำมาการองสูตรพื้นฐานและสูตรที่ทดแทนอัลมอนด์ด้วยถั่วขาว (เฉพาะส่วนฝาไม่มีไส้) ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณเพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ปริมาณพลังงาน โดยวิธีคำนวณพลังงานจากสารอาหาร คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ความชื้น เส้นใยหยาบ เถ้า (AOAC, 2000)

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

3.3.1 ห้องปฏิบัติการของสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.3.2 ห้องปฏิบัติการของสาขาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 4

ผลการวิเคราะข้อมูลและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐาน

นำมาการองสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร (ภาพที่ 4.1) มาวิเคราะห์ ค่าสี และค่าความชื้น ตารางที่ 4.1 และการทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงดังตารางที 4.2

สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3

ภาพที่ 4.1 มาการองสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร

ตารางที่ 4.1 คุณภาพของมาการองสูตรพื้นฐาน

คุณภาพ	ผลการทดสอบและสูตร		
	สูตรที่ 1	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
ค่าสี L*	85.36±2.28[a]	80.37±2.10[b]	87.12±0.45[a]
a*	1.02±0.15[b]	3.77±0.14[a]	1.04±0.20[b]
b*	17.34±1.80[ab]	21.80±0.49[a]	12.99±6.78[b]
ความชื้น (ร้อยละ)	3.12±0.10[a]	2.69±0.05[b]	2.53±0.08[b]

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากภาพที่ 4.1 และตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณลักษณะและคุณภาพทางด้านกายภาพของมาการอง พบว่าค่าสี L* (ค่าความสว่าง) และค่าสี a* (ค่าความเป็นสีแดง) ของมาการองสูตรที่ 2 มีความแตกต่างกับสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากมาการองทั้ง 3 สูตร ใช้ระยะเวลาและอุณหภูมิในการอบแตกต่างกัน เมื่อใช้ระยะเวลาและอุณหภูมิที่มากขึ้นจะมีผลให้ค่าสีของผลิตภัณฑ์ มาการองมีค่าความสว่างลดลงและค่าสีแดงมากขึ้น ส่วนค่าสี b* (ค่าความเป็นสีเหลือง) ต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.2 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการองสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	สูตรที่ 1	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
ความเรียบของมาการอง	6.17±1.18^{b}	**7.93±1.05^{a}**	6.60±1.28^{b}
ขามาการอง	6.63±1.16^{b}	**7.70±1.09^{a}**	6.73±0.98^{b}
สี	6.57±0.81^{b}	**8.06±0.78^{a}**	6.87±0.82^{b}
กลิ่น	6.90±1.03^{b}	**7.57±0.97^{a}**	6.77±0.89^{b}
รสชาติ	6.60±0.81^{b}	**7.80±0.85^{a}**	6.80±1.00^{b}
เนื้อสัมผัส^{ns}	6.00±1.10	**7.83±0.95**	6.60±1.13
ความชอบโดยรวม^{ns}	6.13±0.90	**7.93±0.78**	6.63±1.07

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึงค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการองทั้ง 3 สูตร พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านด้านความเรียบของมาการอง ขามาการอง สี กลิ่น และรสชาติ และมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ให้การยอมรับ มาการองสูตรที่ 2 มากที่สุดในด้านความเรียบของมาการอง ขามาการอง สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวมโดยได้คะแนน 7.93 7.70 8.06 7.57 7.80 7.83 7.93 ตามลำดับซึ่งอยู่ในระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก โดยการทดลอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมาการองสูตรพื้นฐาน พบว่า สูตรที่ 2 มาการองที่ได้มีคุณสมบัติที่ดี โดยมีขาขึ้นสวยงาม ผิวเป็นโดมเรียบ และมีเนื้อสัมผัสที่กรอบนอกนุ่มในเนื้อขนมแน่น ไม่มีโพรงอากาศ การเกิดขาของมาการองจะเกิดได้โดยการพักหน้าขนมก่อนอบจะช่วย

ให้ผิวขนมด้านบนแห้งมากขึ้น เพราะขนมจะเซตตัวแน่นแล้วเมื่อนำไปอบแรงดันที่เกิดจะไม่สามารถดันขึ้นด้านบนได้ทำให้ออกด้านล่างแทนมาการองจะมีขาสวยงาม ซึ่งจะแตกต่างกับ สูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ซึ่งผลิตภัณฑ์มีผิวที่ไม่เรียบ มีสีน้ำตาลเข้ม และมีเนื้อสัมผัสที่กรอบแข็ง เนื่องจากปริมาณของผงอัลมอนด์ที่แตกต่างกัน และระยะเวลาและอุณหภูมิที่ให้ความร้อนที่แตกต่างกันส่งผลต่อขนมอบ จะทำให้เกิดลักษณะเฉพาะตัวของขนมมีการเกิดเปลือกแข็ง สีจะมีความเข้มขึ้น และเนื้อสัมผัสที่กรอบแข็ง เกิดเป็นรูพรุนเนื่องจากโปรตีนเกิดตะกอนเสียสภาพ และทำให้สูญเสียโมเลกุลของน้ำบางส่วนทำให้เกิดเปลือกของอาหารที่ผ่านการอบมีลักษณะเฉพาะตัว (วิไล, 2549) ดังนั้นการทดลองจึงเลือกสูตรที่ 2 เป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาปริมาณผงถั่วขาวที่ทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการอง เป็นสูตรพื้นฐานเพื่อพัฒนาต่อไป

4.2 ผลการศึกษาปริมาณผงถั่วขาวที่ทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการอง

การศึกษาปริมาณผงถั่วขาวที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์มาการอง โดยนำผงถั่วขาวมาทดแทนผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐาน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 20, 30, และ 40 ของปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐาน มาประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพในด้านสี แสดงในตาราง 4.3 และผลการทดสอบทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงในตาราง 4.4 และลักษณะของมาการองแสดงดังภาพที่ 4.2

สูตรพื้นฐาน ร้อยละ 20 ร้อยละ 30 ร้อยละ 40

ภาพที่ 4.2 ผลิตภัณฑ์ผงถั่วขาวที่ทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการองปริมาณที่ต่างกัน

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางด้านกายภาพของมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วน

คุณภาพ	ผลการทดสอบและสูตร			
	สูตรพื้นฐาน	**ร้อยละ 20**	**ร้อยละ 30**	**ร้อยละ 40**
ค่าสี L*	84.07±0.60[a]	83.52±0.48[a]	82.39±0.69[b]	76.88±0.77[c]
a*	2.00±0.12[d]	2.80±0.34[c]	3.45±0.12[b]	6.68±2.00[a]
b*	18.91±0.36[d]	20.08±0.56[c]	20.84±0.19[b]	24.62±0.29[a]
ความชื้น(%)	3.02±0.11[d]	4.02±0.21[c]	4.97±0.14[b]	5.81±0.24[a]

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 ผลการประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงถั่วขาวที่ทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการองปริมาณที่ต่างกัน ทั้ง 4 ระดับคือร้อยละ 0, 20, 30 และ 40 ของปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐาน พบว่าค่าสี L* (ค่าความสว่าง) สูตรพื้นฐานและสูตรร้อยละ 20 มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนสูตรร้อยละ 30 และสูตรร้อยละ 40 มีค่าสี L* น้อยกว่าสูตรพื้นฐานและสูตรร้อยละ 20 ตามลำดับ ($p > 0.05$) โดยค่าสี a* (ค่าความเป็นสีแดง) ค่าสี b* (ค่าความเป็นสีเหลือง) มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อปริมาณผงถั่วขาวในมาการอง มากขึ้น เนื่องจากปริมาณของผงถั่วขาวนั้นมีสีเหลืองอ่อน ๆ จึงทำให้มีค่าสีที่มากขึ้น

ตารางที่ 4.4 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วน

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ			
	สูตรพื้นฐาน	**ร้อยละ 20**	**ร้อยละ 30**	**ร้อยละ 40**
ความเรียบของมาการอง	7.66±0.66[b]	**8.70±0.59[a]**	7.03±0.61[c]	6.30±0.65[d]
ขามาการอง	7.63±0.72[b]	**8.50±0.73[a]**	6.73±0.69[c]	6.83±0.59[c]
สี	7.70±0.70[b]	**8.26±0.70[a]**	6.70±0.75[c]	6.66±0.75[c]
กลิ่น	7.90±0.80[b]	**8.60±0.56[a]**	6.93±0.63[c]	6.56±0.72[d]
รสชาติ	7.63±0.66[b]	**8.63±0.55[a]**	6.83±0.74[c]	6.60±0.77[c]
เนื้อสัมผัส	7.66±0.66[b]	**8.50±0.62[a]**	6.76±0.72[c]	6.26±0.78[d]
ความชอบโดยรวม	7.73±0.91[b]	**8.50±0.68[a]**	6.83±0.70[c]	6.40±0.72[d]

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.4 แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วน ในปริมาณร้อยละ 0 20 30 และ 40 ของปริมาณผงอัลมอนด์ พบว่าผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบการทดแทนที่ปริมาณร้อยละ 20 ในทุกด้านของการประเมินความชอบ ได้แก่ ความเรียบของมาการอง ขามาการอง สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม โดยได้ให้คะแนนความชอบเฉลี่ยที่ 8.70 8.50 8.26 8.60 8.63 8.50 และ 8.50 ตามลำดับ โดยการทดสอบคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์ในปริมาณร้อยละ 20 พบว่า มาการองที่ได้มีคุณลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์คือ ลักษณะผิวเรียบ ขาขึ้นสวยงาม มีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นเฉพาะตัวของถั่วขาว รสชาติหวานมันจากอัลมอนด์ และมีเนื้อสัมผัสกรอบนอกนุ่มใน ซึ่งจะแตกต่างจากการทดแทนที่ปริมาณร้อยละ 30 และ 40 ซึ่งผลิตภัณฑ์ลักษณะ ผิวไม่เรียบ ขาขึ้นไม่รอบตัว มาการอง มีสีน้ำตาล มีกลิ่นเฉพาะถั่วขาวแรง รสชาติหวาน และเนื้อสัมผัสกรอบแข็ง จากผลงานวิจัยฐานิศร (2561) พบว่าเมื่อทดแทนผงอัลมอนด์ด้วยถั่วดาวอินคาสามารถ ทดแทนได้ร้อยละ 75 และผลวิจัยของนรินทร์ภพ, ศิริวัลย์ และวนิดา (2562) ที่ทดแทนได้ร้อยละ 40 ทั้งนี้ถ้าเพิ่มปริมาณการทดแทนผงอัลมอนด์ด้วยผงถั่วดาวอินคามากขึ้นมีผลให้มาการองมีลักษณะกลิ่นเหม็นเขียวที่เป็นลักษณะไม่พึงประสงค์ของถั่วดาวอินคา และงานวิจัยวราภรณ์ และวันดี (2562) ที่ได้ศึกษาการทดแทนอัลมอนด์ในมาการองด้วยผงประ พบว่าทดแทนได้ร้อยละ 40 โดยจะส่งผลให้มาการองมีลักษณะสีเข้มขึ้น และคะแนนความชอบลดลงเมื่อทดแทนผงอัลมอนด์ด้วยผงประในปริมาณมากขึ้น ดังนั้นจากผลการทดลองที่ได้ การใช้ผงถั่วขาวทดแทนผลอัลมอนด์ทดแทนในปริมาณร้อยละ 20 ได้คะแนนความชอบสูงสุด จึงเลือกใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์ในปริมาณ ร้อยละ 20 สำหรับการทำผลิตภัณฑ์มาการองในขั้นต่อไป

4.3 ผลการศึกษารสชาติไส้ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์มาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วน

จากการศึกษารสชาติที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการอง โดยนำผลิตภัณฑ์มาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์ร้อยละ 20 ที่ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสยอมรับมาใส่ไส้ที่มีรสชาติแตกต่างกัน ได้แก่ไส้บัตเตอร์ครีม ช็อกโกแลตกานาซ และ แยมส้ม (ปริมาณฝาละ 3 กรัม) ผลการทดสอบทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงดังตาราง 4.5 และ ลักษณะของมาการองที่แสดงให้เห็นดังภาพ 4.3 4.4 และ4.5

ไส้บัตเตอร์ครีม ไส้ช็อกโกแลตกานาซ ไส้แยมส้ม

ภาพที่ 4.3 ไส้ของผลิตภัณฑ์มาการองมีไส้บัตเตอร์ครีม ไส้ช็อกโกแลตกานาซ และไส้แยมส้ม

ภาพที่ 4.4 ฝามาการองพร้อมไส้บัตเตอร์ครีม ช็อกโกแลตกานาซ และแยมส้ม

ไส้บัตเตอร์ครีม ไส้ช็อกโกแลต ไส้แยมส้ม

ภาพที่ 4.5 ผลิตภัณฑ์มาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนและมีไส้บัตเตอร์ครีม ไส้ช็อกโกแลตกานาซ และไส้แยมส้ม

ตารางที่ 4.5 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนโดยมีส่วนไส้เป็นบัตเตอร์ครีม ไส้ช็อกโกแลตกานาซ และไส้แยมส้ม

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	บัตเตอร์ครีม	ช็อกโกแลตกานาซ	แยมส้ม
ความเรียบของมาการอง^{ns}	7.63±0.80	8.03±0.89	7.70±0.92
ขามาการอง^{ns}	7.36±0.96	7.63±1.15	7.57±1.10
สี^{ns}	7.73±0.91	7.73±0.98	7.90±0.96
กลิ่น^{ns}	7.60±1.06	7.90±1.03	7.80±0.76
รสชาติ	7.16±1.05^{b}	**7.96±1.18^{a}**	7.90±1.09^{a}
เนื้อสัมผัส	6.96±1.25^{b}	**7.97±1.24^{a}**	7.43±1.16^{ab}
ความชอบโดยรวม	7.20±0.80^{b}	**8.16±8.33^{a}**	7.53±1.00^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.5 แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนโดยมีส่วนไส้เป็น บัตเตอร์ครีม ไส้ช็อกโกแลตกานาซ ไส้แยมส้ม พบว่า ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้การยอมรับมาการองทั้ง 3 ไส้ ไม่แตกต่างกันในด้านความเรียบของมาการอง ขามาการอง สี และกลิ่น ($p>0.05$) ส่วนคุณลักษณะด้านรสชาติ และ เนื้อสัมผัส ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบไส้ช็อกโกแลตกานาซและ ไส้แยมส้มสูงไม่แตกต่างกัน ส่วนด้านความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนไส้ช็อกโกแลตกานาซสูงที่สุดมากกว่าไส้บัตเตอร์ครีมและไส้แยมส้ม ($p \leq 0.05$) จากผลคะแนนความชอบพบว่า ไส้ช็อกโกแลตกานาซได้คะแนนแต่ละคุณลักษณะแต่ละด้านความเรียบของมาการอง ขามาการอง สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เท่ากับ 8.03, 7.63, 7.73 7.90, 7.96, 7.97 และ 8.16 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลางและชอบมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกสูตรช็อกโกแลตกานาซ ที่มีคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสมากที่สุด เนื่องจาก กลิ่นช็อกโกแลตกานาซสามารถช่วยดับกลิ่นเฉพาะตัวของถั่วขาว และรสชาติที่ขมของช็อกโกแลตกานาซยังสามารถช่วยตัดความหวานของตัวมาการอง สอดคล้องกับของฐานิศร (2561) ที่พบว่าไส้ที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์มาการองจากโปรตีนถั่วดาวอินคา คือไส้กาแฟเนื่องจากไส้กาแฟช่วยดับกลิ่นของน้ำมันถั่วดาวอินคาบางส่วนในผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยจึงเลือกไส้ช็อกโกแลตกานาซเป็นไส้ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์

4.4 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอลด์

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอลด์ โดยนำฝาของมาการองสูตรพื้นฐาน ผลิตภัณฑ์ผงถั่วขาวที่ทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการองสูตรร้อยละ 20 และผงถั่วขาว ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณเพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ความชื้น เส้นใยหยาบ เถ้า (AOAC, 2000) พบว่า

ตารางที่ 4.6 องค์ประกอบทางเคมีของมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอลด์

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณในตัวอย่าง 100 กรัม		
	ผลิตภัณฑ์มาการองสูตรพื้นฐาน	ผลิตภัณฑ์มาการองเสริมถั่วขาว	ผงถั่วขาว
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	62.66	68.80	65.20
โปรตีน (กรัม)	14.01	12.23	20.38
ไขมัน (กรัม)	18.80	14.18	1.93
ความชื้น (กรัม)	3.13	3.38	8.92
เถ้า (กรัม)	1.40	1.41	3.57
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	468.88	451.74	359.69

จากตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์มาการองสูตรพื้นฐาน ในมาการองปริมาณ 100 กรัม ให้คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าร้อยละ 62.66 14.01 18.80 3.13 1.40 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์มาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในปริมาณ 100 กรัมให้คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าร้อยละ 68.80 12.23 14.18 3.38 และ 1.41 ตามลำดับ และ องค์ประกอบทางเคมีของผงถั่วขาว 100 กรัม ให้คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ความชื้น และเถ้าร้อยละ 65.20 20.38 1.93 8.92 3.57 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า องค์ประกอบทางเคมีของผงถั่วขาวมีปริมาณพลังงาน 359.69 แคลลอรี่ มีไขมันร้อยละ 1.93 โปรตีนร้อยละ 20.38 ในขณะที่อัลมอนด์มีพลังงานอยู่ที่ 576 แคลลอรี่ มีไขมันร้อยละ 49.42 โปรตีนร้อยละ 21.22 (USDA, 2019) ซึ่งอัลลมอนด์มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าผงถั่วขาวเล็กน้อย แต่มีพลังงานและไขมันสูงกว่าผงถั่วขาวค่อนข้างมาก จึงส่งผลให้มาการองผงถั่วขาวมีปริมาณโปรตีนและไขมันน้อยกว่าผงอัลมอนด์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิลาสินี (2554) ที่ศึกษาและคุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ตถั่วขาว พบว่าการเติมถั่วขาวในโยเกิร์ตจะทำให้ไขมันต่ำเนื่องจากถั่วขาวมีผลต่อการลดลงของปริมาณไขมันในผลิตภัณ

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 ผลศึกษาสูตรพื้นฐานในการผลิตมาการอง

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของมาการองสูตรพื้นฐานประกอบด้วย ผงอัลมอนด์ ไข่ขาว น้ำตาลทราย และน้ำตาลไอซิ่ง ของเจตนิพันธ์ (2559) เนื่องจากมาการองมีคุณลักษณะที่ดี คือ ผิวโดมเรียบ ขาขึ้นสวยงาม มีเนื้อสัมผัสกรอบนอกนุ่มใน เนื้อขนมแน่น ไม่มีโพรงอากาศ และได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสมากที่สุด

5.1.2 ผลศึกษาปริมาณผงถั่วขาวที่ทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการอง

การทดแทนปริมาณผงถั่วขาวในระดับที่แตกต่างกันผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้การยอมรับที่ระดับร้อยละ 20 ของน้ำหนักผงอัลมอนด์ โดยที่คุณลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์ ลักษณะผิวเรียบ ขาขึ้นสวยงาม มีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นเฉพาะตัวของถั่วขาว รสชาติหวานมันจากอัลมอนด์ เนื้อสัมผัสกรอบนอกนุ่มใน ซึ่งจะแตกต่างจากการทดแทนที่ปริมาณร้อยละ 30 และ 40 ซึ่งผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะ ผิวไม่เรียบ ขาขึ้นไม่รอบตัว มาการอง มีสีน้ำตาล มีกลิ่นเฉพาะถั่วขาวแรง รสชาติหวาน เนื้อสัมผัสกรอบแข็ง

5.1.3 ผลศึกษาไส้ที่เหมาะสมกับมาการองเสริมถั่วขาว

มาการองที่ทดแทนด้วยผงถั่วขาวร้อยละ 20 ของปริมาณผงอัลมอนด์ ไส้บัตเตอร์ครีม ไส้ช็อกโกแลตกานาซ ไส้แยมส้มพบว่า ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้การยอมรับ ไส้ช็อกโกแลตกานาซเนื่องจาก กลิ่นช็อกโกแลตกานาซ สามารถช่วยดับกลิ่นเฉพาะตัวของถั่วขาว และรสชาติที่ขมของช็อกโกแลตกานาซยังสามารถช่วยตัดความหวานของตัว มาการอง จึงทำให้ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ผงถั่วขาวที่ทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการอง

5.1.4 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอลด์

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของมาการองสูตรพื้นฐานและมาการองที่ทดแทนผงถั่วขาวร้อยละ 20 ของปริมาณผงอัลมอนด์ ในปริมาณ 100 กรัม พบว่า มาการองถั่วขาวมีคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น ปริมาณไขมันลดลงค่อนข้างมากจากสูตรพื้นฐาน เนื่องจากว่า มาการองถั่วขาวได้ใช้ผงถั่วขาวที่มีปริมาณของไขมันที่น้อยจึงส่งผลให้ปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ลดลงจากสูตรพื้นฐาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาชนิดของไส้มาการองในรสชาติต่างๆ เพิ่มเติมที่สามารถลดกลิ่นของถั่วขาวในผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น

5.2.2 ควรศึกษาวัตถุดิบที่สามารถใช้ทดแทนในผลิตภัณฑ์มาการอง เช่น ถั่วชิกพี ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วแดง

5.2.3 ควรศึกษาการนำถั่วขาว ที่เป็นวัตถุดิบที่สามารถใช้ทดแทนในผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดอื่นๆ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์

5.2.4 ควรศึกษาระยะเวลาการเก็บของผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วขาวไส้ช็อกโกแลตกานาช

5.2.5 ในการทำมาการอง ควรใช้ไข่ไก่ทีสด เพื่อให้การตีเมอแรงค์ง่ายขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมอนามัย. 2544. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย.** โรงพิมพ์ทหารผ่านศึก, นนทบุรี.

คันธรส สง่าญาติ และ ซุติมา ซูมาก. 2559. **การใช้ผงเมล็ดแตงโมแทนที่ผงเมล็ดอัลมอนด์ในการทำมาการองและการลดกลิ่นรสเขียวของเมล็ดแตงโม.** โครงงานพิเศษสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จริยา เดชกุญชร. 2552**. สุดยอดเบเกอรี่.** สำนักพิมพ์แม่บ้าน, กรุงเทพฯ.

จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2549. **เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์ และ จักราวุธ ภู่เสม 2556. **การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยข้าวสังข์หยด.** รายงานการวิจัย. สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ชื่นกมล ปัญญายง และ วาสนา ขันทะเสน. 2561. “การพัฒนาตำรับมาการองจากผงเม็ดมะม่วงหิมพานต์ทดแทนผงอัลมอนด์” **วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.** 10,19 (มกราคม-มิถุนายน), 14-30

ฐานิศร กนกเลิศฤทธิ์. 2561. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ทัทยา อนุสสร. 2561. **ถั่วและธัญพืช เมล็ดพันธุ์แห่งสุขภาพ.** สำนักพิมพ์มติชน. กรุงเทพฯ

ธัญญาเรศ ดาวพิเศษ และอัณญญา เกาฎีระ. 2561 **การพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองโดยใช้ผงถั่วทองทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วน.** โครงงานพิเศษปริญญาตรี. (สาขาวิชาอุตสาหกรรมการบริการอาหาร). คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

นรินทร์ภพ ช่วยการ ศิริวัลย์ พฤฒิวิลัย และวนิดา บุรีภักดี. 2562. “การประยุกต์ใช้พืชวงศ์ถั่วในผลิตภัณฑ์มาการอง” **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.** 50,2 (กันยายน-ธันวาคม), 1-4

บุศรินทร์ จงเจริญยานนท์. 2559. “คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของถั่วขาวและการประยุกต์แป้งถั่วขาวในผลิตภัณฑ์ขนมอบ.” **วารสารเทคโนโลยีอาหาร**. 11,1 (มกราคม-ธันวาคม): 1-12.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2561. **“ออกซาเลต”** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com, 11 กรกฎาคม 2564.

มาซาฮิโตะ โมะโตะฮาชิ. 2556. **มาการอง.** สำนักพิมพ์แม่บ้าน, กรุงเทพฯ.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

มานิสา ศรียังเล็ก ทวีศักดิ์ เตชะเกรียงไกร และน้องนุช ศิริวงศ์. 2563 “การเตรียมและการใช้กากเมล็ดอัลมอนด์อบแห้งเพื่อการทดแทนอัลมอนด์ป่นในผลิตภัณฑ์มาการอง” **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.** 28,9 (กันยายน) 1572-1584

รักสุขภาพ. 2564. **แป้งถั่วขาวทำง่าย แป้งลดน้ำหนัก** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: https://www.youtube.com/watch?v=Hlq0J5mJKYE, 12 สิงหาคม 2564.

รัชฎาพร อุ่นศิวิไลย์. 2556**. ฤกษ์ทางชีวภาพ คุณค่าทางโภชนาการ และคุณสมบัติเชิงหน้าที่ของถั่วเหลืองและถั่วขาวที่ผ่านการหมัก.** รายงานการวิจัย สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ลักขณา ร่มเย็น. 2552. “ถั่วขาวมหัสจรรย์บนที่สูง” **น.พ.ส. กสิกร.** 82,4 (กรกฎาคมสิงหาคม) : 32-34

วรรณภา หวังนิพพานโต. 2551. **วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพฯ.

วราภรณ์ สงศรีอินทร์ และวันดี แก้วสุวรรณ. 2562. “ผลการใช้ผลลูกประทดแทนผงอัลมอนด์ในมาการอง.” ใน **การประชุมสวนสุนันทาวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 2 “วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน”** (7-161). กรุงเทพฯ ณ โรงแรมเดอะรอยัลริเวอร์ กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 8 พฤศจิกายน 2562.

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

โสภณ สมประสงค์. 2557. **Macaron by Chef Gio**. พิมพ์ครั้งที่ 2. อมรินทร์ CUISINE อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ:

อธิป บุญศิริวิทย์ และ นภัทร ศรีวะรมย์. 2561. “การผลิตขนมอบจากไข่ขาวประเภทมาการองโดยการใช้ถั่วลิสงผงและเม็ดมะม่วงหิมพานต์ผงทดแทนอัลมอนด์ผง” **วารสารดุสิตธานี.** 12, 2 (พฤษภาคม-สิงหาคม): 182-192

อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล. 2547. **หลักการประกอบอาหาร.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อารีย์ โอบอ้อมรัก. 2549. **ต้นตระกูลถั่ว.** สำนักพิมพ์ยอดมาลา, ชลบุรี.

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

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Baker Bettle. 2020. “**How to make Meringue (French method)** [online] Available from: https://bakerbettie.com/how-to-make-easy-meringue/, July 11, 2021.

Camila. 2020. “**How to make Italian Meringue**” [online] Available from: https://thecraftingnook.com/how-to-make-italian-meringue/, July 11, 2021.

Cindy Rahe. 2020. “**How to Make Swiss Meringue**” [online] Available from: https://www.simplyrecipes.com/recipes/how_to_make_swiss_meringue/,July 11, 2021

Da H.K., Su J.K., Seung Y.B., Young M.P., and Mee R.K. 2020. “Quality characteristics and antioxidant activities of macaron added with white bean powder”. **KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL**. 52,6: 632-640.

Maréchal, J. 2010. **Secrets of Macarons**. Murdoch books Australia. New South Wales, Australia.

Mojans Cooking. 2016. “**How to make macaroon**” [online] Available from https://sites.google.com/site/mojanscooking, March 16, 2022.

Pholfoodmafia. 2014. “**Macarons Chef Phol**” [online] Available from: http://www.pholfoodmafia.com, May 7, 2021

Pholfoodmafia. 2014. “**Meringue**” [online] Available from: http://www.pholfoodmafia.com, May 7, 2021

Stylecraze. 2020. “**Navy Beans**”. [online] Available from: https://www.pinterest.com/pin/551128073148544938/, March 16, 2022

Tamizifar, B., Vosoughi, R. Tamizifar,P. and Aminzade.A. 2005. “a low-dose almond Based diet decrease LDL-C While preserving HDL-C”. **Arch Iranian Med**. 8, 1 (January): 45-51.

The Almond Farmer. 2020. **“Almond”** [online] Available from: https://www.pinterest.com/pin/292171094587999543/, March 16, 2022

USDA Nutrient database 2019. “**Nuts, almonds, dry roasted, with salt added**” [online] Availablefrom: https://fdc.nal.usda.gov/index.html May 7, 2021

Zailom. 2554. **“Macaron”** [online] Available from: https://www.bloggang.com, July 25, 20

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก กรรมวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วขาว

ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวก ค ใบรายงานผลการทดสอบ

ภาคผนวก ก

กรรมวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วขาว

ก.1 กรรมวิธีการผลิตมาการองสูตรพื้นฐาน

ก.1.1 สูตรพื้นฐานมาการองที่นำมาศึกษา 3 สูตร

ตารางที่ ก.1 สูตรมาการอง 3 สูตรที่ใช้ในการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม					
	สูตรที่ 1		สูตรที่ 2		สูตรที่ 3	
	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
ผงอัลมอนด์	300	26.09	150	34.88	125	23.58
น้ำตาลทราย	255	22.17	20	4.65	110	20.75
น้ำตาลไอซิ่ง	300	26.09	150	34.88	125	24.15
ไข่ไก่	220	19.13	110	25.58	90	16.98
น้ำเปล่า	75	6.52	-	-	80	15.09

ที่มา : สูตรที่ 1 โสภณ (2557), สูตรที่ 2 เจตนิพันธ์ (2559), สูตรที่ 3 Pholfoodmafia (2014)

สูตรที่ 1

สูตรที่ 2

สูตรที่ 3

วัตถุดิบในการทำมาการองสูตรพื้นฐาน

1.ผงอัลมอนด์

2.น้ำตาลไอซิ่ง

3.ไข่ไก่

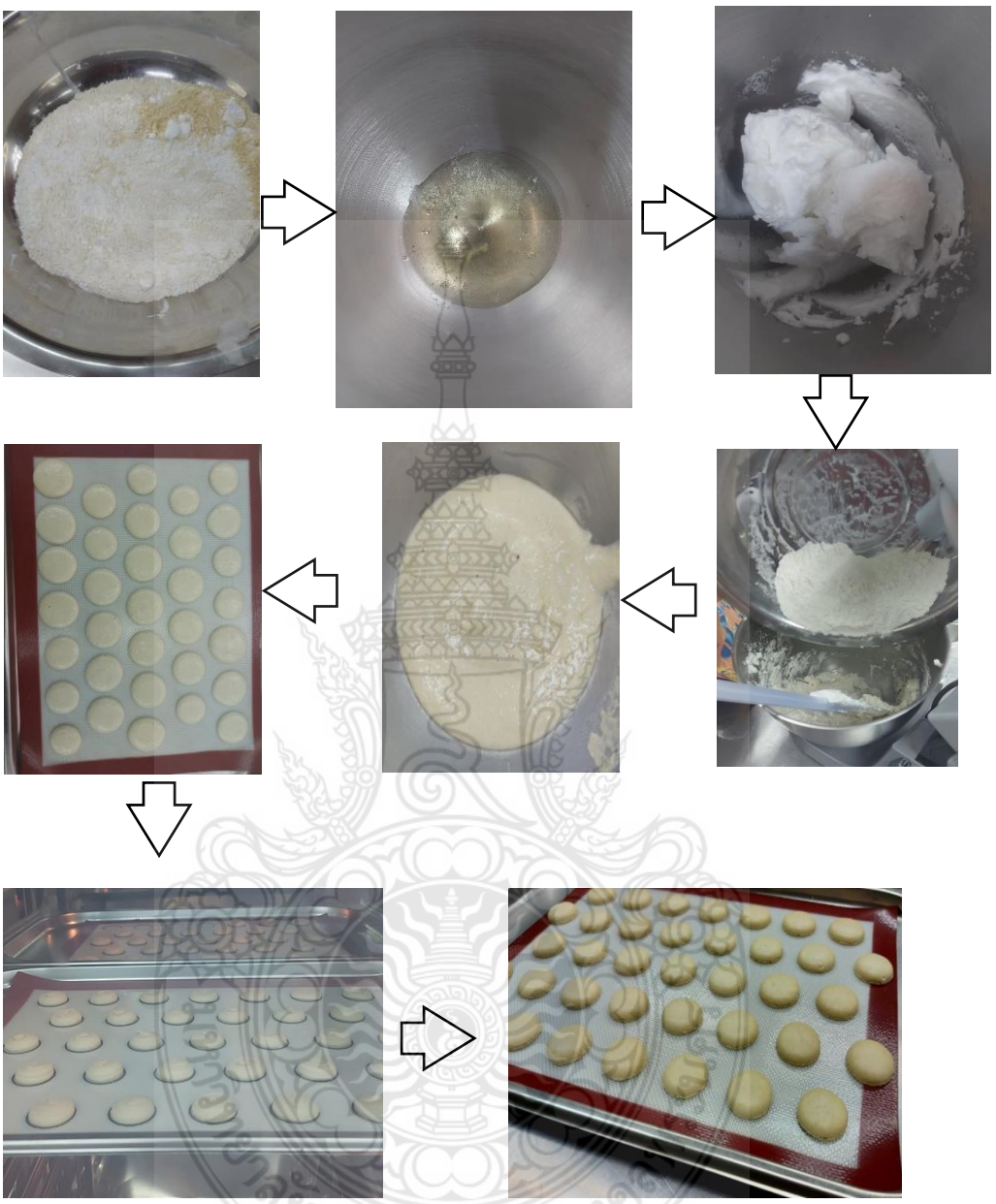
4.น้ำตาลทราย

5.น้ำเปล่า

ภาพที่ ก.1 มาการองสูตรพื้นฐาน

กรรมวิธีการผลิตมาการองสูตรพื้นฐาน

1. ผสมผงอัลมอนด์และน้ำตาลไอซิ่ง เข้าด้วยกัน นำไปอบอุณหภูมิ 130 เวลา 8 นาที
2. นำไข่ขาวมาพักอยู่ที่อุณภูมิห้อง ตีไข่ขาวด้วยเครื่องผสมอาหารด้วยความเร็วสูงสุด ให้ขึ้นฟูเป็นฟองละเอียด
3. เทน้ำตาลทรายลงไป แล้วตีต่อเป็นเวลา 10 นาที ด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่อง จนมีลักษณะเป็นเมอแรงก์ตั้งยอดดีและเนื้อแน่น
4. เทไข่ขาวลงผสมส่วนผสมของอัลมอนด์ที่ร่อนไว้ คนให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกัน
5. แบ่งเมอร์แรงครึ่งหนึ่งใส่ลงไปแล้วใช้พายยางค่อยๆ ผสมให้เข้ากัน เมอแรงส่วนที่เหลือลงไปค่อยตะล่อมเบาๆ ตักส่วนผสมใส่ถุงบีบที่เตรียมไว้
6. บีบมาการองเป็นก้อนกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ลงถาดรองแผ่นซิลิโคน เคาะถาดเบาๆ พักทิ้งไว้ 10 นาทีหรือผิวหน้าขนมแห้ง (แตะไม่ติดมือ)
7. นำมาการองเข้าอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 13-15 นาที
8. นำมาการองออกจากเตาอบพักไว้บนตะแกรงจนเย็นสนิท แล้วค่อยๆ แกะออกจากแผ่นซิลิโคน



ภาพที่ ก.2 ขั้นตอนการผลิตมาการองสูตรพื้นฐาน

ก.2 กรรมวิธีการพัฒนาปริมาณผงถั่วขาวที่ทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการอง

ก.2.1 ชนิดของผงถั่วขาวที่ใช้ทดแทนผงอัลมอนด์ในผลิตภัณฑ์มาการอง

สูตรพื้นฐาน

สูตรทดแทนร้อยละ 20

สูตรทดแทนร้อยละ 30

สูตรทดแทนร้อยละ 40

ภาพที่ ก.3 สูตรการศึกษาการใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการอง

วัตถุดิบในการปริมาณผงถั่วขาวที่ทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการอง

1.ผงอัลมอนด์

2.น้ำตาลไอซิ่ง

3.ไข่ไก่

4.น้ำตาลทราย

5.ผงถั่วขาว

ก.2.2 กรรมวิธีการศึกษาปริมาณการใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในมาการอง

ตารางที่ ก.2 สูตรมาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนการใช้อัลมอนด์ในมาการอง

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม			
	สูตรพื้นฐาน	ทดแทน ร้อยละ 20	ทดแทน ร้อยละ 30	ทดแทน ร้อยละ 40
ผงอัลมอนด์	150	120	105	90
ผงถั่วขาว	0	30	45	60
น้ำตาลทราย	20	20	20	20
น้ำตาลไอซิ่ง	150	150	150	150
ไข่ไก่	110	110	110	110

กรรมวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วขาว

1. ผสมผงอัลมอนด์ ผงอัลมอนด์ และน้ำตาลไอซิ่ง เข้าด้วยกัน นำไปอบอุณหภูมิ 130 เวลา 8 นาที
2. นำไข่ขาวมาพักอยู่ที่อุณภูมิห้อง ตีไข่ขาวด้วยเครื่องผสมอาหารด้วยความเร็วสูงสุด ให้ขึ้นฟูเป็นฟองละเอียด
3. เทน้ำตาลทรายลงไป แล้วตีต่อเป็นเวลา 10 นาที ด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่อง จนมีลักษณะเป็นเมอแรงก์ตั้งยอดดีและเนื้อแน่น
4. เทไข่ขาวลงผสมส่วนผสมของอัลมอนด์ที่ร่อนไว้ คนให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกัน
5. แบ่งเมอร์แรงครึ่งหนึ่งใส่ลงไปแล้วใช้พายยางค่อยๆ ผสมให้เข้ากัน เมอแรงส่วนที่เหลือลงไปค่อยตะล่อมเบาๆ ตักส่วนผสมใส่ถุงบีบที่เตรียมไว้
6. บีบมาการองเป็นก้อนกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ลงถาดรองแผ่นซิลิโคน เคาะถาดเบาๆ พักทิ้งไว้ 10 นาทีหรือผิวหน้าขนมแห้ง (แตะไม่ติดมือ)
7. นำมาการองเข้าอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 13-15 นาที
8. นำมาการองออกจากเตาอบพักไว้บนตะแกรงจนเย็นสนิท แล้วค่อยๆ แกะออกจากแผ่นซิลิโคน

ภาพที่ ก.4 ขั้นตอนการผลิตฝามาการองจากถั่วขาวทดแทนอัลมอนด์บางส่วน

ก.3 กรรมวิธีการผลิตผงถั่วขาว

1.ล้างถั่วขาวให้สะอาดด้วยน้ำเปล่า ผึ่งให้แห้ง นำเข้าเตาอบอุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เวลา 8 นาที

2.ใส่ลงในเครื่องบดสับอาหาร เป็นเวลา 2 นาที โดยแบ่งรอบการปั่นรอบละ 30 วินาที

3.นั้นนำผงถั่วขาวมาร่อนผ่านตะแกรง 3 ครั้ง นำผงถั่วขาวบรรจุถุง

ภาพที่ ก.5 ขั้นตอนการทำผงถั่วขาว

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ มาการองสูตรพื้นฐาน

วันที่ .....

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอตามลำดับของรหัสในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่ละคุณภาพทางประสาทสัมผัส ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านให้มากที่สุดโดยกำหนดให้

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

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ความเรียบของมาการอง			
ขามาการอง			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ละเอียด)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชุดที่.....

แบบประเมินการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ มาการองที่ใช้ผงถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วน

วันที่ .....

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอตามลำดับของรหัสในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่ละคุณภาพทางประสาทสัมผัส ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านให้มากที่สุดโดยกำหนดให้

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

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง			
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ความเรียบของมาการอง				
ขามาการอง				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส (ละเอียด)				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชุดที่.....

แบบประเมินการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ การศึกษารสชาติที่เหมาะสมของไส้มาการองจากถั่วขาวทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วน

วันที่ .....

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอตามลำดับของรหัสในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่ละคุณภาพทางประสาทสัมผัส ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านให้มากที่สุดโดยกำหนดให้

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

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ความเรียบของมาการอง			
ขามาการอง			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ละเอียด)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวก ค

วิธีการวิเคราะห์

การวัดค่าสี เครื่อง Spectrophotometer CM-3500d

วิธีการทดสอบค่าสี

1. เปิดสวิตช์เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องวัดค่าสี
2. เข้าโปรแกรม Spectra Magic ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ คลิกที่ปุ่ม Connect (ที่แถบด้านบน) เพื่อเป็นการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องวัดค่าสี จากนั้นสังเกตที่แถบล่างขวาจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นเขียว
3. ทำการสอบเทียบเครื่อง (Calibration) โดยคลิกปุ่ม Calibration (ที่แถบด้านบน) ใส่แผ่นกระจกใสไว้ที่ช่องด้านบนภายใน Target Mask
4. เมื่อสอบเทียบเสร็จแล้ว ให้คลิกที่ปุ่ม Measure Target ตั้งชื่อตัวอย่างใหม่ พร้อมใส่ตัวอย่างชนิดแห้งหรือชนิดเหลวลงใน Target (ภาชนะที่ใส่ตัวอย่าง)
5. จากนั้นปิดด้วยกระบอกสีดำข้างบน (กรณีวักการสะท้อนของวัตถุ ด้านบน), ปิดด้วยตลับสีขาวด้านบน (กรณีวักการส่งผ่านของวัตถุ ด้านบน)
6. จากนั้นเข้าที่ปุ่ม Measure Sample ตั้งชื่อซ้ำของตัวอย่างเดิม (กรณีเป็นซ้ำของตัวอย่าง)
7. จากนั้นทำตามข้อที่ 6 บันทึกผลการทดลองจากตารางในคอมพิวเตอร์ ค่า L* a*b*

**กรณีวัดค่าการสะท้อนของวัตถุ (Reflectance Calibration) ตัวอย่างทึบแสง

Zero Calibration Box คือ กระบอกสีดำนำมาวางครอบไว้ด้านบนของเครื่อง คลิก OK

White calibration Plate คือ ตลับสีขาว จะใช้หลังจากที่ Zero calibration เสร็จแล้ว

** กรณีวัดค่าการส่งผ่านของวัตถุ (Transmittance Calibration) ตัวอย่างโปร่งแสง หรือโปร่งใส

Zero Calibration Box คือ กระบอกสีดำนำมาวางครอบไว้ด้านบนของเครื่อง จากนั้นนำแผ่นสีดำมาเสียบไว้ในเครื่องคลิก OK

White calibration Plate คือ ตลับสีขาวจะใช้หลังจากที่ Zero Calibration เสร็จแล้วต้องนำแผ่นสีดำออกจากตัวเครื่องด้วย

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น
(Determination of moisture content)

วิธีวิเคราะห์

อบจานหาความชื้นอะลูมิเนียมพร้อมด้วยฝาปิดในตู้อบลมร้อน(Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที ทำให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักจานและฝาปิด ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนใส่ในจานอะลูมิเนียม ประมาณ 2 กรัม นำกลับไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 5 ชั่วโมง โดยเปิดฝาอะลูมิเนียมเล็กน้อย จากนั้นปิดฝาแล้วนำไปทิ้งให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักจานและฝาปิดให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนทำการอบซ้ำครั้งละ 30 นาที และชั่งน้ำหนักจนกว่าจะได้น้ำหนักที่แตกต่างกันไม่ควรเกิน 2 มิลลิกรัม คำนวณปริมาณของความชื้น (ร้อยละ) ของตัวอย่างอาหาร

สูตรคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{100 \times (W_1 - W_2)}{W_1 - W_2}$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิด (กรัม)

W_1 คือ น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิดและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักของจานอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิดและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

วิธีวิเคราะห์

ทำการย่อย กลั่น และไทเทรตเพื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนดังนี้

ขั้นตอนการย่อย

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 0.5 – 2 กรัม ถ้าตัวอย่างเป็นของแข็งให้ชั่งใส่ลงในกระดาษกรองปราศจากไนไตรเจน ห่อและนำตัวอย่างใส่ลงในหลอดกลั่น
2. เติมตัวเร่งปฏิกิริยา (โพแทสเซียมซัลเฟส – ซีลีเนียม) และเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาตร 15 มิลลิลิตร
3. สวม suction tube เข้ากับหลอดกลั่น และยึดหลอดกลั่นกับ suction tube ให้แน่นด้วย
4. วางหลอดกลั่นลงในเครื่องหยอดสารที่ปรับปุ่ม power control ไว้แล้ว ที่หมายเลข 5 ซึ่งความร้อนที่ตั้งไว้จะไม่ทำให้ตัวอย่างเดือดแรงขึ้นไปจนถึงคอของหลอด
5. ย่อยตัวอย่างไปอย่างน้อย 20 นาที หรือจนกระทั่งควันสีขาวเกิดขึ้นในหลอด แล้วปรับปุ่ม power control ไปที่หมายเลข 10 ย่อยตัวอย่างจนได้สารละลายใส และย่อยต่อไปอีกประมาณ 15 นาที
6. เมื่อย่อยตัวอย่างเสร็จ ทิ้งไว้ให้เย็น และจนไอแก๊สหายหมด
7. กลั่นโดยเครื่องกลั่น Buchi 323 หรือ Buchi 324 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร และเติมเมทิลเรดอินดิเคเตอร์ 1 หยด
8. ใส่กรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 จำนวน 25 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
9. นำหลอดกลั่นใส่ในเครื่องกลั่น เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 จนมีความเป็นด่างเกินพอ (สารละลายเปลี่ยนจากสีฟ้าอ่อนเป็นสีน้ำเงินเข้มหรือสีดำ)
10. ทำการกลั่นและเก็บของเหลวที่กลั่นได้ในขวดรูปชมพู่ที่มีกรดบอริกอยู่ได้ปริมาตรรวม 200 มิลลิลิตร
11. ทำ Blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง ลงในขวดรูปชมพู่ เพื่อเป็นตัวอย่างเทียบสีเพื่อทราบจุดยุติ
12. เติมสารละลายอินดิเคเตอร์ 2 หยด ลงในขวดรูปชมพูที่กลั่นแล้ว เขย่าให้เข้ากัน
13. ไทเทรตของเหลวที่กลั่นได้ด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอล ที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนจนถึงจุดยุติ จะเปลี่ยนสีจากสีเขียว เป็นสีบานเย็น

การคำนวณ

$$\text{N (ร้อยละ)} = \frac{14 \times (V_1 - V_2) \times \text{normality of HCL(mol/L)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง} \times 1000}$$

เมื่อ V_1 คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรตตัวอย่าง

V_2 คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรต blank

Protein (ร้อยละ) = N (ร้อยละ) × ตัวแฟคเตอร์ (F)

เมื่อ F คือ conversion factor ซึ่งเป็นค่าคงที่เฉพาะของแหล่งโปรตีน (โปรตีนในอาหารพวกข้าว 5.95)

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

วิธีการวิเคราะห์

1. อบบิกเกอร์สำหรับทาไขมัน ในตู้อบไฟฟ้า ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนัก ชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ห่อให้มิดชิดแล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง คลุมตัวอย่างด้วยสำลี
3. นำหยดตัวอย่างใส่ลงในบิกเกอร์สำหรับทาไขมัน
4. เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ประมาณ 130 มิลลิลิตร แล้วนำวางลงบนเตาให้ความร้อน ทำการสกัดไขมัน
5. นำบิกเกอร์ที่มีไขมันจากตัวอย่างไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก แล้วนำมาไว้ในโถดูดความชื่น
6. ชั่งน้ำหนัก แล้วอบซ้ำอีกครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักต่างกันไม่เกิน 0.01-0.05 มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{100 \times \text{ปริมาณไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย

วิธีการวิเคราะห์

1. นำตัวอย่างที่สกัดเอาไขมันออกแล้วมาหาปริมาณเส้นใย โดยนำตัวอย่างใส่ลงใน 50 บีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น 0.1275 โมลาร์ จำนวน 200มิลลิลิตรแล้วต้มให้เดือดเป็นเวลา 30 นาทีตลอดเวลาที่ต้มจะต้องรักษาปริมาตรให้คงที่โดยการเติมด้วยน้ำกลั่น
3. กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 54 หรือ 531 โดยใช้ suctionล้างด้วยน้ำร้อนหลายๆ ครั้งจนหมดกรด แล้วเทกากกลับใส่ในบีกเกอร์ใบเดิม
4. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.313 โมลาร์ จำนวน 200มิลลิลิตร แล้วต้มให้เดือดเป็นเวลา 30 นาที รักษาปริมาตรให้คงที่โดยการเติมด้วยน้ำกลั่น
5. กรองผ่านกระดาษกรอง โดยใช้ suction ล้างด้วยน้ำร้อนหลายๆ ครั้งจนหมดด่างแล้วเทกากกลับใส่ในบีกเกอร์ใบเดิม
6. ล้างกากด้วยสารละลายไฮโดรคลอริกร้อยละ 1 แล้วล้างตามด้วยน้ำร้อนจนหมดกรด
7. นำกากล้างด้วยเอธิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 95 จำนวน 2 ครั้ง 15-20 ml
8. นำกากใส่ลงกระดาษกรอง Whatman ชนิดปราศจากเถ้าเบอร์ 41 ซึ่งผ่านการอบแห้งที่ 80 องศาเซลเซียสและชั่งจนทราบน้ำหนักที่แน่นอน
9. นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสนาน 1 ชั่วโมงหรือจนน้ำหนักคงที่
10. จากนั้นนำกากไปเผาให้เป็นเถ้าในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสจนเป็นเถ้าสีขาว ปล่อยให้เย็นใน desiccater ชั่งหาน้ำหนักเถ้าที่ได้

การคำนวณ

น้ำหนักเส้นใย = น้ำหนักแห้งของกาก – น้ำหนักเถ้า

$$\text{ปริมาณเส้นใย (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเส้นใย}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างอาหาร}} \times 100$$

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

วิธีวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

1. อบ Crucible ที่อุณหภูมิประมาณ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ทำให้เย็นใน desiccator นำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. นำตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ชั่งใส่ Crucibleที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้วนำไปเผาด้วยไฟอ่อนๆ จนหมดควัน
3. นำไปเผาในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้เถ้าสีขาว
4. นำออกมาใส่ใน desiccator ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

การคำนวณ

$$\text{เถ้า (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$$

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

วิธีหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด

โดยวิธีการคำนวณจากสูตรเมื่อทราบค่าปริมาณของความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และเส้นใย ในหน่วยร้อยละ

นำค่าดังกล่าวนี้มาคำนวณตามสูตร

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)= 100 - (ร้อยละของความชื้น+ โปรตีน + ไขมัน+ เถ้า+ เส้นใย)

ภาคผนวก ง

ใบรายงานผลการทดสอบ

AMARC | ASIA MEDICAL AND AGRICULTURAL LABORATORY AND RESEARCH CENTER

ilac-MRA

QUALITY ASSURANCE DMSc Accreditation No. 1124/50

ใบรายงานผลการทดสอบ

เลขที่ใบรายงานผล : 22-005081
เลขที่ใบขอบริการ : 22-01942

ชื่อลูกค้า : คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ที่อยู่ : 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงราชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
รหัสตัวอย่าง : 22-01942-001
ชื่อตัวอย่าง : มาการองสูตรพื้นฐาน
รายละเอียดตัวอย่าง : ตัวอย่างบรรจุถุงพลาสติก
วันที่รับตัวอย่าง : 14/01/2022

วันที่ทดสอบ : 14/01/2022

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย
Ash	AOAC (2019) 923.03	1.40	g/100g
Total fat	AOAC (2019) 922.06	18.80	g/100g
Moisture	AOAC (2019) 925.10	3.13	g/100g
Protein (N x 6.25)	In-house method TM-CH-017 based on AOAC (2019) 992.15	14.01	g/100g
Total Carbohydrate (Include fer)	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter. Method of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	62.66	g/100g

- End of Report -

(นางสาว รัชรินทร์ กาญจนรัตน์)
ผู้จัดการฝ่ายห้องปฏิบัติการ
วันที่ออกใบรายงานผล : 24/01/2022

(นางสาวดวงพร เจริญพงษ์)
ลงนามแทนผู้อำนวยการศูนย์ ฯ
วันที่ออกใบรายงานผล : 24/01/2022

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

เลขที่ใบรายงานผล : 22-005082
เลขที่ใบขอบริการ : 22-01942

ชื่อลูกค้า : คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ที่อยู่ : 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
รหัสตัวอย่าง : 22-01942-002
ชื่อตัวอย่าง : การใช้ผงถั่วขาวทดแทนอัลม่อนด์บางส่วนในมาการอง
รายละเอียดตัวอย่าง : ตัวอย่างบรรจุถุงพลาสติก
วันที่รับตัวอย่าง : 14/01/2022

วันที่ทดสอบ : 14/01/2022

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย
Ash	AOAC (2019) 923.03	1.41	g/100g
Total fat	AOAC (2019) 922.06	14.18	g/100g
Moisture	AOAC (2019) 925.10	3.38	g/100g
Protein (N x 6.25)	In-house method TM-CH-017 based on AOAC (2019) 992.15	12.23	g/100g
Total Carbohydrate (Include fiber)	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter. Method of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	68.80	g/100g

(นางสาว รัชรินทร์ กาญจนรัตน์)
ผู้จัดการฝ่ายห้องปฏิบัติการ
วันที่ออกใบรายงานผล : 24/01/2022

- End of Report -

(นางสาวดวงพร เจริญพงษ์)
ลงนามแทนผู้อำนวยการศูนย์ ฯ
วันที่ออกใบรายงานผล : 24/01/2022

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

AMARC | ASIA MEDICAL AND AGRICULTURAL LABORATORY AND RESEARCH CENTER

ilac-MRA

QUALITY ASSURANCE DMSc Accreditation No. 1124/50

ใบรายงานผลการทดสอบ

เลขที่ใบรายงานผล : 22-005083
เลขที่ใบขอบริการ : 22-01942

ชื่อลูกค้า : คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ที่อยู่ : 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
รหัสตัวอย่าง : 22-01942-003
ชื่อตัวอย่าง : แป้งถั่วขาว
รายละเอียดตัวอย่าง : ตัวอย่างบรรจุถุงพลาสติก
วันที่รับตัวอย่าง : 14/01/2022

วันที่ทดสอบ : 14/01/2022

รายการทดสอบ	วิธีทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย
Ash	AOAC (2019) 923.03	3.57	g/100g
Total fat	AOAC (2019) 922.06	1.93	g/100g
Moisture	AOAC (2019) 925.10	8.92	g/100g
Protein (N x 6.25)	In-house method TM-CH-017 based on AOAC (2019) 992.15	20.38	g/100g
Total Carbohydrate (Include fer)	Darryl M. Sullivan & Donald E. Carpenter. Method of Analysis for Nutrition Labeling : 1993 Chapter 6 page 105-107	65.20	g/100g

รัชรินทร์ ก.

(นางสาว รัชรินทร์ กาญจนรัตน์)
ผู้จัดการฝ่ายห้องปฏิบัติการ
วันที่ออกใบรายงานผล : 24/01/2022

- End of Report -

ดวงพร

(นางสาวดวงพร เจริญพงษ์)
ลงนามแทนผู้อำนวยการศูนย์ ฯ
วันที่ออกใบรายงานผล : 24/01/2022

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

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นายสถิตรัชต แก้วมุกดา

วัน เดือน ปีเกิด 9 เมษายน 2540

ที่อยู่ปัจจุบัน 38/3 หมู่ 1 ตำบล วัดชลอ อำเภอ บางกรวย จังหวัด นนทบุรี 11130

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