การพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

Product Development of Macarons from Sacha inchi

(*Plukenetia volubilis* Linneo)

ฐานิศร กนกเลิศฤทธิ์

TANISORN KANOKLERDRIT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2561

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา
ชื่อ นามสกุล	ฐานิศร กนกเลิศฤทธิ์
ชื่อปริญญา	คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)
สาขาวิชา	คหกรรมศาสตร์
คณะ	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว

....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ)

....กรรมการ
(ดร.ธนภพ โสตรโยม)

....กรรมการ
(ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

....คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
(นางปิยะธิดา สีหะวัฒนกุล)

วันที่ 16 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา
ชื่อ นามสกุล	ฐานิศร กนกเลิศฤทธิ์
ชื่อปริญญา	คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)
สาขาวิชา และคณะ	คหกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานมาการอง และพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาโดยศึกษาชนิดและปริมาณของผงถั่วดาวอินคาแทนการใช้ผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐาน ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ศึกษาชนิดของไส้มาการองและศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา โดยใช้การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับพบว่าสูตรพื้นฐานของโสภณ (2557) ประกอบด้วย อัลมอนด์ (ร้อยละ26.09) น้ำตาลทราย (ร้อยละ22.17) น้ำตาลไอซิ่ง (ร้อยละ26.09) ไข่ขาว (ร้อยละ19.13) และน้ำเปล่า (ร้อยละ6.52) ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดเนื่องจากมีความกรอบมากที่สุด การทดแทนผงอัลมอนด์ด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคาได้รับการยอมรับมากกว่าผงถั่วดาวอินคาแบบดิบและแบบอบ เนื่องจากการใช้ผงโปรตีนถั่วดาวอินคามีการสกัดน้ำมันบางส่วนออกทำให้กลิ่นของถั่วดาวอินคาลดลงส่งผลให้คะแนนการยอมรับในด้านรสชาติและด้านความชอบโดยรวมสูงขึ้น สามารถทดแทนด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคาได้สูงสุดในปริมาณร้อยละ 75 โดยยังคงลักษณะของผลิตภัณฑ์มาการองได้เป็นอย่างดี ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับผลิตภัณฑ์มาการองถั่วดาวอินคาไส้กาแฟมากกว่าไส้วานิลลา และช็อกโกแลตเนื่องจากกลิ่นกาแฟช่วยลดกลิ่นของถั่วดาวอินคาในผลิตภัณฑ์ส่งผลให้มาการองได้รับการยอมรับดียิ่งขึ้นซึ่งสอดคล้องกับการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไปที่มีต่อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาไส้กาแฟที่ให้การยอมรับในระดับร้อยละ 86 ในด้านของรสชาติและความอร่อยมากที่สุดและเมื่อนำมาศึกษาองค์ประกอบทางเคมีพบว่าการทดแทนผงอัลมอนด์ด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคาสามารถเพิ่มปริมาณของโปรตีนและลดปริมาณของไขมันในผลิตภัณฑ์มาการองได้อีกด้วย

คำสำคัญ: มาการอง ถั่วดาวอินคา อัลมอนด์

Thesis Title Product development of Macarons from Sacha inchi
Author Tanisorn Kanoklerdrit
Degree Master of Home Economics (Home Economics)
Major Program Home Economics
Academic Year 2018

ABSTRACT

The purposes of this research were to study the base recipe of Macaron, to study the type and amount of Sacha inchi nuts instead of using almond powder in the base formula of Macaron, to study the filling taste, nutrition value and consumer acceptance of Macaron products from Sacha inchi. Sensory evaluation with 9 points Hedonic scale found that the base recipe of Sophon (2014) consists of 26.09% almond powder, 22.17% sugar, 26.09% icing sugar, 19.13% Albumin and 6.52% water has been accepted by the most panelists because this sample is crisper than the others. The result of using 3 types of Sacha inchi powders; raw nut, baked nut, and seed-based protein powders, found that Sacha inchi seed-based protein powders instead of using almond powder was the most acceptance. Due to Sacha inchi seed-based protein powder was extraction some oil then the smell of the Sacha inchi nuts has decreased. Resulting in higher acceptance scores in terms of taste and overall preference. It was found that 75% of the Sacha inchi nut seed-based protein powders could be substituted for almond powder because the properties of the Macaronhas been accepted.In addition, coffee taste is the types of filling which higher acceptance than vanilla and chocolate filling because coffee odor helps to deodorize the smell of Sacha inchi nut in the product. Results from consumer test, the Macaron from Sacha inchi nut with coffee filling was accepted at the level of 86% in term of taste and delicious. For nutritional value, replacement of Sacha inchi nut powder instead of almond powder in the Macaron could increase the amount of protein and also reduce the amount of fat.

Keywords: Macarons Sacha inchi Almond

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณ ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดทำวิทยานิพนธ์ ขั้นตอนการทดลอง รวมถึงข้อมูลต่าง ๆ จนงานวิจัยเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธงชัย พุฒทองศิริ และ ดร.ธนภพ โสตรโยม ที่สละเวลามาเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำและคำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ตลอดมา

ขอขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ของคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในด้านการประสานงานตลอดจนให้คำแนะนำในด้านการทำงานวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ รุ่นที่ 10 ทุกคนที่คอยให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือที่ดีตลอดมา รวมทั้งให้กำลังใจในการจัดทำวิทยานิพนธ์เสมอมา

ท้ายที่สุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ปกครองที่ให้การสนับสนุนด้านกำลังทรัพย์ และให้กำลังใจมาโดยตลอด หากงานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ใดในคณะ ผู้วิจัยขอมอบความดีให้แก่ทุกท่านที่กล่าวถึงและไม่ได้กล่าวถึง และหากงานวิจัยฉบับนี้ผิดพลาดประการใดผู้วิจัยขอน้อมรับไว้ ขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

ฐานิศร กนกเลิศฤทธิ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(7)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 นิยามศัพท์	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 มาการอง	4
2.2 วัตถุดิบในการผลิตมาการอง	5
2.3 ถั่วดาวอินคา	14
2.4 วิธีการที่เหมาะสมในการทำมาการอง	18
2.5 การอบ	21
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ	24
3.1 วัสดุและเครื่องมืออุปกรณ์	24
3.2 วิธีดำเนินการทดลอง	25
3.3 สถานที่ทำการวิจัย	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	30
4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา	30
4.2 ผลการศึกษาชนิดของผงถั่วดาวอินคาที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา	32
4.3 ผลการศึกษาปริมาณผงถั่วดาวอินคาที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา	34
4.4 ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา	36
4.5 ผลการศึกษารสชาติของไส้ที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา	36
4.6 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา	38
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	42
5.1 สรุปผล	42
5.2 ข้อเสนอแนะ	43
เอกสารอ้างอิง	44
ภาคผนวก	46
ภาคผนวก ก กรรมวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา	47
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ	54
ภาคผนวก ค วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	56
ภาคผนวก ง แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและแบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์	62
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	68

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 องค์ประกอบทางเคมีของอัลมอนด์ 5
2.2 คุณค่าทางโภชนาการของอัลมอนด์ต่อ 100 กรัม 6
2.3 ลักษณะฟองอากาศของไข่ขาวและการนำไปใช้ 8
2.4 ปริมาณสารอาหารของไข่ไก่ในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม 9
2.5 ลักษณะของน้ำเชื่อมในระดับต่าง ๆ 11
2.6 คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายขาว 100 กรัม 12
2.7 เปรียบเทียบสารอาหารของน้ำมันถั่วดาวอินคากับน้ำมันพืชชนิดอื่น 18
3.1 สูตรมาการอง 3 สูตรที่ใช้ในการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน 25
4.1 ผลการประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพของมาการองสูตรพื้นฐานสูตรที่ 1, 2 และ 3 30
4.2 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการองสูตรพื้นฐานสูตรที่ 1, 2 และ 3 31
4.3 ผลการประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพในการทดแทนปริมาณผงถั่วดาวอินคาทั้ง 3 ชนิดในปริมาณร้อยละ 25 ของปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐาน 32
4.4 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสในการทดแทนปริมาณผงถั่วดาวอินคาทั้ง 3 ชนิด ในปริมาณร้อยละ 25 ของปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐาน 33
4.5 ผลการประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพในการทดแทนปริมาณผงโปรตีนถั่วดาวอินคาทั้ง 4 ระดับในปริมาณร้อยละ 100, 75, 50 และ 25 ของปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐาน 34
4.6 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสในการทดแทนปริมาณผงโปรตีนถั่วดาวอินคาทั้ง 4 ระดับในปริมาณร้อยละ 100, 75, 50 และ 25 ของปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐาน 35
4.7 องค์ประกอบทางเคมีของมาการองสูตรพื้นฐานและมาการองที่ทดแทนปริมาณผงโปรตีนถั่วดาวอินคา (หนึ่งหน่วยบริโภค:100กรัม) 36
4.8 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาไส้วานิลลา ช็อกโกแลต และกาแฟ 37
4.9 ลักษณะทางด้านประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค (n=100) 38
4.10 ข้อมูลการยอมรับผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา (n=100) 39
4.11 ข้อมูลแสดงเหตุผลที่ผู้บริโภคสนใจในการเลือกซื้อและเหตุผลที่ไม่สนใจในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา (n=100) 40
ก.1 ส่วนประกอบสูตรมาการอง 3 สูตรที่ใช้ในการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน 48
ก.2 ส่วนประกอบของมาการองที่ทดแทนผงโปรตีนถั่วดาวอินคา แทนการใช้ผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐาน 50

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	ผลการศึกษามาการองสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร	30
4.2	ผลการศึกษาชนิดของผงถั่วดาวอินคาทั้ง 3 ชนิดในผลิตภัณฑ์มาการอง	32
4.3	ผลการศึกษาปริมาณผงถั่วดาวอินคาในผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา	36
4.4	ผลการศึกษารสชาติที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา	37
ก.1	ส่วนประกอบสูตรมาการอง 3 สูตรที่ใช้ในการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน	48
ก.2	ขั้นตอนการผลิตมาการองสูตรพื้นฐาน	49
ก.3	ส่วนประกอบสูตรมาการองในการคัดเลือกชนิดของผงถั่วดาวอินคา	50
ก.4	ส่วนประกอบสูตรมาการองในการศึกษาปริมาณผงถั่วดาวอินคาที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา	51
ก.5	ขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา	52

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มาการองเป็นคุกกี้ชนิดหนึ่งที่มาจากประเทศฝรั่งเศส มีประวัติมายาวนาน กำเนิดขึ้นตั้งแต่ปี 1791 แต่พึ่งมาเป็นที่รู้จักและเป็นที่นิยมสำหรับคนไทยได้ไม่นานนัก มาการองมีส่วนผสมหลัก ได้แก่ ผงอัลมอนด์ ไข่ขาว น้ำตาลทราย และน้ำ โดยทั่วไปมาการองจะมีลักษณะคล้ายกับโดมแบน ๆ ผิวด้านบนของขนมเรียบมันจากผงอัลมอนด์บดละเอียด ส่วนด้านล่างของชิ้นขนมจะมีรอยหยักคล้ายลูกไม้ชายกระโปรงที่บางกรอบ ไส้ของมาการองมีหลากหลายรสชาติและหลายรูปแบบ อาทิไส้กานาซ แยม บัตเตอร์ครีม รวมถึงผลไม้สดด้วย ถึงแม้มาการองจะมีส่วนผสมหลักที่เป็นผงอัลมอนด์ที่อุดมไปด้วยกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย แต่ก็มีข้อเสีย คือ ผงอัลมอนด์มีสารออกซาเลต (Oxalates) เป็นสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการดูดซึมของแคลเซียมและแร่ธาตุ สำหรับผู้ที่มีปัญหาโรคไตหรือถุงน้ำดี จึงควรจะหลีกเลี่ยงการรับประทานอัลมอนด์ ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงได้มีการทดลองใช้วัตถุดิบอื่นที่มีคุณค่าทางโภชนาการมาทดแทนการใช้อัลมอนด์กันมากขึ้น

ถั่วดาวอินคาเป็นพืชตระกูลถั่วจากป่าอเมซอนของชาวเปรู ดาวอินคาถือเป็นพืชเศรษฐกิจตัวใหม่ที่กำลังได้รับการส่งเสริมการปลูกกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยได้มีการทดลองปลูกในไทยเมื่อไม่นานมานี้ และเริ่มมีการปลูกกันเกือบทุกภูมิภาคของไทยนอกจากนี้ในปัจจุบันมีผลการวิจัยรับรองว่าถั่วดาวอินคามีความปลอดภัยและสามารถช่วยในการพัฒนาสมองของเด็กและป้องกันโรคอัลไซเมอร์อีกด้วย (ขวัญฤดี และคณะ, 2558) เนื่องจากในถั่วดาวอินคามีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิด โอเมก้า 3, 6 และ 9 ในปริมาณมาก และยังเป็นแหล่งของวิตามินอี ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทั้งในร่างกายมนุษย์และการเกิดกลิ่นหืนในอาหารลดการอักเสบและลดคอเลสเตอรอลในเลือด โดยจากงานวิจัยของภาควิชาโภชนวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่า น้ำมันจากถั่วดาวอินคามีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงใกล้เคียงกับน้ำมันงา และยังมีสารไฟโตสเตอรอลซึ่งเป็นสารพฤกษเคมีที่มีโครงสร้างคล้ายกับคอเลสเตอรอลจึงทำให้มีคุณสมบัติในการยับยั้งการดูดซึมคอเลสเตอรอลจากอาหารและลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดอีกทั้งมีการศึกษาถึงความเป็นพิษในการบริโภคทั้งในสัตว์ทดลองและในคนพบว่ามีความปลอดภัยสำหรับการบริโภคนอกจากนี้ยังพบว่าสามารถนำกากถั่วดาวอินคาที่เหลือจากการสกัดน้ำมันไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้ อาทิคุกกี้และผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งได้อีกด้วย (พร้อมลักษณ์, 2559)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะผลิตมาการองที่ทดแทนผงอัลมอนด์ด้วยผงถั่วดาวอินคา นอกจากจะสามารถลดปริมาณสารออกซาเลตในผลิตภัณฑ์มาการองได้แล้ว ยังสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์มากยิ่งขึ้นเนื่องจากในถั่วดาวอินคามีปริมาณของกรดไขมันที่จำเป็น

ต่อร่างกายในปริมาณที่มากกว่าอัลมอนด์ รวมทั้งยังได้ผลิตภัณฑ์มาการองที่แปลกใหม่ เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภคที่ใส่ใจในเรื่องสุขภาพและยังช่วยลดต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์มาการองให้มีต้นทุนที่ลดลง เพราะวัตถุดิบหลักในการทำมาการองคืออัลมอนด์ซึ่งมีราคาที่สูงกว่าผงถั่วดาวอินคา อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมการใช้ประโยชน์ของผงถั่วดาวอินคาให้มากขึ้นเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรให้แก่เกษตรกรชาวไทยอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานการผลิตมาการอง

1.2.2 เพื่อศึกษาชนิดของผงถั่วดาวอินคาที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการอง

1.2.3 เพื่อศึกษาปริมาณผงถั่วดาวอินคาที่ใช้ทดแทนผงอัลมอนด์ในผลิตภัณฑ์มาการอง

1.2.4 เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

1.2.5 เพื่อศึกษารสชาติที่เหมาะสมของไส้ขนมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

1.2.6 เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ศึกษาวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา โดยใช้ผงถั่วดาวอินคาทดแทนผงอัลมอนด์ในสูตรมาการอง

1.3.2 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

1.3.3 กลุ่มประชากรสำหรับทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ครู บุคลากรทางการศึกษา นักเรียน/นักศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 30 คน

1.3.4 กลุ่มประชากรสำหรับทดสอบทางประสาทสัมผัส และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคได้แก่ ครู บุคลากรทางการศึกษานักเรียน/นักศึกษา ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และบุคคลทั่วไป จำนวน 100 คน

1.4 นิยามศัพท์

1.4.1 มาการอง หมายถึง ขนมที่มีลักษณะคล้ายโดมแบน ๆ ที่ได้จากการนำผงถั่วดาวอินคามาทดแทนผงอัลมอนด์

1.4.2 ถั่วดาวอินคา หมายถึง ผงถั่วดาวอินคาที่ได้จากการบดเมล็ดถั่วดาวอินคาให้เป็นผงขนาดเล็กที่สามารถร่อนผ่านตะแกรงได้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบถึงสูตรและปริมาณที่เหมาะสมในการใช้ผงถั่วดาวอินคาทดแทนผงอัลมอนด์ในผลิตภัณฑ์มาการอง

1.5.2 ได้ผลิตภัณฑ์มาการองที่แปลกใหม่ และมีคุณค่าทางโภชนาการ

1.5.3 เพื่อเพิ่มมูลค่าและผลผลิตทางการเกษตรให้แก่เกษตรกรชาวไทยที่ปลูกถั่วดาวอินคา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มาการอง

มาการอง (Macaron) มีต้นกำเนิดมาจากประเทศฝรั่งเศสเมื่อปี 1791 จัดเป็นขนมเมอแรงชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นคุกกี้ชิ้นเล็ก ๆ 2 ชิ้นประกบกัน มีรสชาติหวาน สีสันสดใส กรอบนอก นุ่มใน มีไส้ตรงกลางหลากหลายชนิด มีทั้งไส้กานาช แยมหรือแม้กระทั่งผลไม้สด และในปัจจุบันมีขนมมาการองจำหน่ายทั่วโลกรวมถึงในประเทศไทย และกำลังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น

ในฝรั่งเศส ช่วงที่มีการปฏิวัติเปลี่ยนแปลงการปกครอง แม่ชีชาวอิตาลี ที่อาศัยในฝรั่งเศสหาวิธีดำรงชีวิตจากอัลมอนด์ น้ำตาล และไข่ขาว ซึ่งเป็นของราคาไม่แพงแต่มีคุณค่าทางอาหารสูงจึงริเริ่มนำส่วนผสมทั้งสามอย่างมาตีรวมกันและอบในเตาอบออกมาเป็นขนมรูปร่างคล้ายจานบิน ด้านนอกกรอบเล็กน้อยเมื่อกัดเข้าไปจะนุ่มและละลายในปาก ด้วยรสชาติที่หอมหวานลงตัวและวัตถุดิบที่หาง่ายในยุคนั้นมาการองจึงได้รับความนิยมแพร่หลาย จนกระทั่งต่อมามีผู้นำมาการองสองชิ้นมาประกบกันแล้วทำไส้อยู่ตรงกลางซึ่งเป็นรูปแบบขนมาการองที่รับประทานมาถึงปัจจุบัน และมาการองยังถูกปฏิวัติให้ดียิ่งขึ้นโดยพ่อมดขนมหวานชาวฝรั่งเศส Pierre Herme' ซึ่งนำผลไม้จากทั่วทุกมุมโลกมาสร้างสรรค์มาการองรสชาติต่าง ๆ จนกระทั่งมาการองกลายเป็นขนมที่ได้รับความนิยมไปทั่วโลก ปัจจุบันขนมชนิดนี้เป็นทั้งของหวาน เป็นทั้งแฟชั่น ที่พ่อครัวทั้งหลายคิดค้นรูปแบบและรสชาติใหม่ ๆ ออกมาอย่างสม่ำเสมอซึ่งสูตรมาการองโดยส่วนมากจะยึดตามสูตรฝรั่งเศสแบบดั้งเดิมแท้ ๆ เพื่อคงคุณค่าการทำมาการองที่สืบทอดมานานนับร้อยปี เหตุผลที่คนส่วนมากใช้สูตรดั้งเดิมเนื่องจากว่าเป็นสูตรที่อร่อยที่สุด และอยากให้คนรุ่นหลังได้ชิมความอร่อยของมาการองในยุคแรกซึ่งสูตรดั้งเดิมจะเป็นการปรับสูตรเมอแรงจากน้ำตาลทรายเป็นน้ำตาลในอุณหภูมิสูงแทน โดยนำไปทำเป็นน้ำเชื่อมร้อน ๆ แล้วค่อยตีผสมให้เข้ากับเมอแรง ทำให้มาการองคงสภาพได้ดีกว่ามาการองบางสูตรจะเป็นเมอแรงที่ทำจากไข่ขาวแช่เย็นตีกับน้ำตาลทราย อาจจะมีรสชาติหวานเกินไปและไม่ทนกับประเทศที่มีความชื้นสูงเช่นประเทศไทยและประเทศในแถบเอเชียเพื่อนบ้านเรา (โสภณ, 2557)

เสน่ห์ของ “มาการอง” ไม่ได้อยู่ที่สีสันสดใสเท่านั้นแต่ลักษณะของมาการองที่ดีต้องเริ่มตั้งแต่รูปร่างคล้ายกับโดมแบน ๆ ที่มองดูจากด้านบนจะเป็นรูปวงกลมผิวด้านบนของขนมเรียบมันจากความละเอียดของ เมล็ดอัลมอนด์บด ส่วนที่สำคัญ คือ ส่วนล่างของชิ้นขนมที่เรียกว่า “Foot”หรือ “Skirt” คือรอยหยักคล้ายลูกไม้ชายกระโปรงที่บางกรอบซึ่งกว่าจะทำได้เช่นนั้นก็ต้องมีวิธีการทำที่ยุ่งยากพอควร และอีกสิ่งหนึ่งที่สำคัญ คือ ความเป็นหนึ่งเดียวกัน เคล็ดลับอยู่ที่หลังจากนำมาการองสองชิ้นมาประกบกันแล้ว ต้องเก็บไว้ในที่เย็นสักหนึ่งคืนเพื่อให้ไส้รสชาติต่าง ๆ ซึมซับเข้าสู่ชั้นของเนื้อขนม นอกจากนี้ความชื้นจากไส้ครีมยังทำให้มาการองมีความนุ่มหนึบเวลาเคี้ยวอีกด้วยจะต้องมีรสชาติที่ผสานกันอย่างลงตัวระหว่างไส้ครีมกานาชกับตัวฝามาการอง ขนาดของส่วนสูงที่สมดุลของตัว

มาการองชิ้นบนและล่างที่ต้องเท่า ๆ กัน รวมทั้งไส้ที่บีบให้พอดีขอบและมองเห็นเป็นแนวเส้นเล็ก ๆ โดยรอบตลอดชิ้น (Zailom, 2554)

2.2 วัตถุดิบในการผลิตมาการอง

2.2.1 อัลมอนด์ เป็นถั่วประเภท Tree Nut ซึ่งถูกจัดให้เป็น 1 ใน 10 สุดยอดอาหารเพื่อสุขภาพ เพราะมีคุณประโยชน์มากมาย และอุดมไปด้วยกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย ประกอบไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน ซึ่งช่วยเพิ่มระดับ HDL (High-Density Lipoprotrins) หรือไขมันดี และช่วยลดระดับ LDL (Low-Density Lipoproteins) หรือไขมันเลว ดังแสดงในตารางที่ 2.1 (Tamizifar *et al*., 2005)

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางเคมีของอัลมอนด์

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี่)	1,900
โปรตีน ร้อยละ	17
คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ	47
ปริมาณไขมันทั้งหมด ร้อยละ	37
ไขมันอิ่มตัว (กรัม)	23
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว	19
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน	10
ใยอาหาร (กรัม)	12

ที่มา: Tamizifar *et al*. (2005)

ทั้ง HDL และ LDL จะเป็นตัวพาคอเลสเตอรอลเคลื่อนที่ไปตามกระแสเลือด หากร่างกายมี LDL หรือไขมันเลวมาก คอเลสเตอรอลจะเคลื่อนที่ลำบาก และจะสะสมอยู่ตามผนังหลอดเลือด โดยเฉพาะเส้นเลือดที่ส่งไปเลี้ยงหัวใจ และสมอง ซึ่งถ้ามันไปรวมตัวกับสารอื่น อาจเกิดเป็นลิ่มไขมัน ทำให้หลอดเลือดตีบตัน ขัดขวางการไหลเวียนของกระแสเลือดได้ หากเส้นเลือดตีบตันที่หัวใจ อาจทำให้เกิดโรคหัวใจ และหากเส้นเลือดตีบตันที่สมอง อาจทำให้เป็นอัมพาตได้ แต่ถ้าร่างกายเรามีไขมันดี หรือ HDL มากกว่าก็จะช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ เพราะ HDL จะช่วยให้คอเลสเตอรอลเคลื่อนที่ได้ดี ทำให้คอเลสเตอรอลหลุดออกจากผนังหลอดเลือด และส่งไปยังตับเพื่อกำจัดออกจากร่างกายได้ง่ายกว่าผลการวิจัยในประเทศอิหร่าน พบว่า การรับประทานอัลมอนด์เพียงวันละประมาณ 25 กรัม สามารถช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลทั้งหมด (TC) ได้ร้อยละ 7 ลดปริมาณไตรกลีเซอไรด์ได้ร้อยละ 43 ลด Low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) ได้ร้อยละ 3 และสามารถเพิ่มปริมาณ High-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) ได้ร้อยละ 4 (Tarmizifar *et al*., 2005) ทั้งนี้อัลมอนด์มีคุณค่าทางโภชนาการเป็นอย่างมากดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางโภชนาการของอัลมอนด์ต่อ 100 กรัม

องค์ประกอบ	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	576
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	21.69
แป้ง (กรัม)	0.74
น้ำตาล (กรัม)	3.89
แล็กโทส (กรัม)	0.00
เส้นใย (กรัม)	12.2
ไขมัน (กรัม)	49.42
กรดไขมันอิ่มตัว (กรัม)	3.731
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (กรัม)	30.889
กรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน (กรัม)	12.070
โปรตีน (กรัม)	21.22
ทริปโตเฟน (กรัม)	0.214
ไอโซลิวซีน (กรัม)	0.702
ลิวซีน (กรัม)	1.488
ไลซีน (กรัม)	0.580
เมทไธโอนีน (กรัม)	0.151
ฟีนิลอะลานีน (กรัม)	1.120
ไทโรซีน (กรัม)	0.452
วาลีน (กรัม)	0.817
อาร์จินีน (กรัม)	2.446
ฮิสทีดีน (กรัม)	0.557
อะลานีน (กรัม)	1.027
กรดกลูตามิก (กรัม)	6.810
ไกลซีน (กรัม)	1.469
โพรลีน (กรัม)	1.032
ซีรีน (กรัม)	0.948
น้ำ (กรัม)	4.70
เบต้าแคโรทีน (ไมโครกรัม)	1
ลูทีน (ไมโครกรัม)	1
วิตามินบี1 (มิลลิกรัม)	0.211
วิตามินบี2 (มิลลิกรัม)	1.014
วิตามินบี5 (มิลลิกรัม)	0.469

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ปริมาณ
วิตามินบี9 (ไมโครกรัม)	50
โคลีน (มิลลิกรัม)	52.1
วิตามินเค (ไมโครกรัม)	0.0
เหล็ก (มิลลิกรัม)	3.72
ธาตุแมกนีเซียม (มิลลิกรัม)	268
ธาตุฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	484
ธาตุโพแทสเซียม (มิลลิกรัม)	705
ธาตุโซเดียม (มิลลิกรัม)	1
ธาตุสังกะสี (มิลลิกรัม)	3.0

ที่มา: medthai (2560) ข้อมูลจาก : USDA Nutrient database

2.2.2 ไข่ขาว

ไข่ขาว (egg white) เป็น ส่วนประกอบภายในไข่มีอยู่ประมาณร้อยละ 58 ของน้ำหนักไข่ทั้งฟอง ไข่ขาวเป็นส่วนของเหลวข้นหนืด (firm) ล้อมรอบไข่แดง ไข่ขาวชั้นนอกส่วนใส (thin egg white) เป็นไข่ขาวที่เป็นของเหลวใส (clear) โปร่งแสง (transparent) ล้อมรอบไข่ขาวชั้นนอกส่วนข้น (thick egg white) ส่วนของเหลวข้นหนืดอีกชั้นหนึ่ง

2.2.2.1 ส่วนประกอบสะสมทางเคมีของไข่ขาว ส่วนประกอบโดยทั่วไปของไข่ขาวได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเกลือแร่ ในชั้นต่างๆของไข่ขาว มีองค์ประกอบของโปรตีน และน้ำแตกต่างกัน ไข่ขาวใสชั้นนอกมีน้ำประกอบอยู่ในปริมาณสูงสุด และค่อย ๆ ลดลงในไข่ขาวชั้นกลาง ไข่ขาวใสชั้นในและไข่ขาวขั้วไข่แดงตามลำดับ ซึ่งตรงกันข้ามกับปริมาณโปรตีนในชั้นต่าง ๆ ของไข่ขาว ซึ่งจะมีโปรตีนเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่ไข่ขาวใสชั้นนอกไปจนถึงไข่ขาวชั้นขั้วไข่ ซึ่งจะมีโปรตีนสูงสุดไข่ขาวมีส่วนประกอบหลักคือ น้ำ ไข่ขาวมีความชื้นร้อยละ 87-89 และมีโปรตีนซึ่งเป็นโปรตีนคุณภาพดีที่สุด มีกรดอะมิโนที่จำเป็น (essential amino acid) ครบทุกชนิด โปรตีนในไข่ขาวเป็นแอลบูมิน (albumin)

2.2.2.2 สมบัติในการเกิดฟอง ลักษณะเหลวข้นของไข่ขาว ช่วยทำให้ไข่ขาวจับเอาฟองอากาศไว้ได้ เมื่อเอาไข่ขาวมาตีหรือปั่น จะเกิดเป็นฟองฟูขึ้น การตีทำให้ฟองอากาศจับตัวอยู่ในเส้นใยโปรตีนของไข่ขาว ซึ่งประกอบด้วย โอโวมิวซิน โอโวกลอบูลิน และคอนแอลบูมิน ทำหน้าที่ลดแรงตึงผิวของอากาศ และน้ำลง พร้อมทั้งมีการคลายตัวของโมเลกุลของโพลีเปปไทด์ขนานไปกับพื้นผิวหน้าของฟองอากาศ นอกจากนี้ โอโวมิวซินและคอนแอลบูมิน ที่อยู่ช่วยเพิ่มความหนืด ซึ่งช่วยให้ฟองคงตัว

การเติมน้ำลงในไข่ขาว ประมาณร้อยละ 40 ของปริมาตรของไข่ขาว จะช่วยเพิ่มปริมาตรให้กับฟองถึงร้อยละ 40 เช่นเดียวกัน ฟองที่ได้จะค่อนข้างหยาบ ความคงตัวจะเป็นไปในทำนองเดียวกันกับการตีไข่โดยไม่ได้ผสมน้ำ แต่ถ้าเติมน้ำมากขึ้นถึงร้อยละ 60-80 ฟองไข่จะคืนตัวเป็นน้ำก่อนที่จะขึ้นฟองฟูได้สูงสุด ยิ่งตีมากฟองที่ขึ้นจะคืนตัวเร็วขึ้น การเติมไข่แดงจะทำให้ไข่ขาวฟูตัวได้น้อยลงเมื่อนำไข่แดงมาตีให้ขึ้นฟู ปริมาตรของไข่แดงจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ลักษณะของไข่แดงจะข้นขึ้นแต่สีจะจางลงเป็นสีเหลืองมะนาว ไข่แดงจะไม่ขึ้นฟู และตั้งยอดเหมือนฟองฟูจากไข่ขาว

การตีจะช่วยให้โอโวมิวซินให้แผ่ขยายออก ฟองฟูที่เกิดจะมีขนาดพอเหมาะและคงทน ถ้าชั้นของโอโวมิวซินแผ่ออกประมาณ 300 - 400 ไมครอน ขณะเกิดฟองจะมีการแปรสภาพธรรมชาติของโปรตีนเกิดขึ้นด้วย ช่วยทำให้เกิดฟองฟูคงทนยิ่งขึ้น มีประโยชน์ในการทำขนมที่ใช้ไข่เป็นตัวทำให้ โปร่งฟู เช่น ขนมไข่ แต่ถ้าตีมากเกินจะทำให้ฟองอากาศมีขนาดเล็กลง และมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ชั้นของโอโวมินซินจะถูกดึงออกมา เพื่อหุ้มห่อผิวหน้าฟองอากาศเหล่านั้นไว้ ทำให้เกิดความแข็งแรงของโปรตีนที่ยึดฟองอากาศไว้ลดน้อยลง เมื่อได้รับความร้อน โปรตีนชั้นนี้จะหดตัว ในขณะที่ฟองอากาศภายในขยายตัว ถ้าชั้นโปรตีนที่ห่อหุ้มฟองอากาศไม่แข็งแรงจะถูกฟองอากาศดันทะลุออกมาปริมาตรของฟองฟูที่เกิดขึ้นจะลดลง จะสังเกตเห็นในขนมที่ตีนานเกินไปเวลานำไปอบให้สุกจะยุบตัวลงฟองที่เกิดจากไข่ขาวจะเป็นรูปหลายเหลี่ยม ไม่ใช่ทรงกลม ขนาดของฟองอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ใช้ในการตี ยิ่งตีนานฟองที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็กลงดังแสดงในตารางที่ 2.3

2.2.2.3 คุณค่าทางโภชนาการของไข่คุณค่าทางอาหารของไข่ ไข่เป็นอาหารโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีไขมัน และเกลือแร่ที่สำคัญ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของมนุษย์และสัตว์สารอาหารชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในไข่ มีปริมาณ และสัดส่วนพอเหมาะกับความต้องการของร่างกายดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.3 ลักษณะฟองอากาศของไข่ขาวและการนำไปใช้

ขั้นตอนของการตี	ลักษณะของฟองอากาศ	จุดประสงค์
1. ตีเล็กน้อยพอเป็นฟอง (Foamy)	ไข่จะมีลักษณะเป็นฟองลอยตัวขนาดของฟองอากาศใหญ่ สีใสไหลได้ง่าย	การทำให้ใสเคลือบ, การทำให้เกิดอิมัลชั่นทำให้อาหารข้น
2. ตีจนถึงระดับที่ไข่ตั้งยอดแหลมอ่อน (Soft Peak)	ไข่จะไม่เป็นลักษณะลอยตัว เห็นขนาดของฟองอากาศเล็กน้อย สีขาวจะขาวกว่าข้อ 1 และไหลได้ถ้าเอียงภาชนะดูจะมองเห็นสีในเป็นเงาและชุ่มชื้น เอาที่ตีออกจะตั้งยอดอ่อน แต่ขณะตั้งทิ้งไว้ยอดจะค่อย ๆ อ่อนตัวและสลายไปในระยะเวลาไม่นาน	ทำขนมไข่ ไข่เจียว ขนมเค้กบางชนิด

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ขั้นตอนของการตี	ลักษณะของฟองอากาศ	จุดประสงค์
3. ตีจนถึงระดับตั้งยอดแข็ง (Stiff Peak)	ฟองจะไม่ไหลเมื่อเอาภาชนะที่ตีไข่ออกตั้งยอดแข็งตรง เมื่อเอียงภาชนะอาจพบว่าเคลื่อนตัวได้เล็กน้อย ตัดลงไปตรง ๆ จะเห็นรอยตัดแยกออกได้ชัดเจนสีขาวจัดเป็นเงา เนื้อสัมผัสเรียบชุ่มชื้น ระดับฟองจะคงตัวที่สุด	ทำขนมเค้ก ขนมสาลี่ไข่เจียว ขนมปุยฝ้าย
4. ตีจนระดับเป็นฟองแห้ง (Dry Foam)	สีขาวแห้ง จับตัวเป็นแผ่นบาง ๆ หรือเป็นก้อน ๆ เมื่อเอาที่ตีไข่ออกฟองจะหักไม่เป็นยอดตั้งทิ้งไว้ของเหลวจะค่อย ๆ แยกตัวออก	ทำไข่อบ

ที่มา: อบเชย และขนิษฐา (2549)

ตารางที่ 2.4 ปริมาณสารอาหารในไข่ไก่ในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

สารอาหาร	ไข่ไก่ (ทั้งฟอง)	ไข่แดง	ไข่ขาว
พลังงาน(กิโลแคลอรี่)	150	347	5152
โปรตีน (กรัม)	12	17.65	12.12
ไขมัน (กรัม)	10	29.41	0.19
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	2	tr	0.63
วิตามินเอ (RE)	96	97	tr
บี 2 (มิลลิกรัม)	0.25	0.65	0.39
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	50	1.35	5
เหล็ก (มิลลิกรัม)	1.4	3.53	0.5

ที่มา: Gebhardt and Robin (2002)

2.2.3 น้ำตาลทราย

น้ำตาลโดยทั่วไปหมายถึง สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีรสหวาน และให้พลังงานแก่ร่างกาย ในทางเคมีสามารถแบ่งน้ำตาลออกเป็นสองประเภทใหญ่ ๆ คือ น้ำตาลชั้นเดียว (monosaccharide) เช่น น้ำตาลกลูโคส (sucrose) และจัดเป็นน้ำตาลสองชั้นเพราะประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสกับน้ำตาลฟรุกโตส พืชจะสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารตามธรรมชาติ หน่วยสุดท้าย

ของการสังเคราะห์สารที่ได้คือน้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลกลูโคสนี้จะถูกสะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืชในรูปของแป้ง

2.2.3.1 ชนิดและแหล่งของน้ำตาลคำว่าน้ำตาลโดยทั่วไปหมายถึงน้ำตาลทราย หรือน้ำตาลซูโครส (Sucrose) น้ำตาลจะมีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิดใหญ่ๆ คือ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว หรือ โมโนแซ็กคาไรด์ (monosaccharide) เช่น กลูโคส (glucose), ฟรักโทส (fructose), กาแล็กโทส (galactose) น้ำตาลโมเลกุลคู่ หรือ ไดแซ็กคาไรด์ (disaccharide) เช่น ซูโครส (sucrose) , แล็กโทส (lactose) , มอลโทส (maltose) น้ำตาลโมเลกุลใหญ่ หรือ โพลีแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) เช่น แป้ง (starch), ไกลโคเจน (glycogen) และเซลลูโลส (cellulose)

1) น้ำตาลทรายขาว (White Sugar) เป็นน้ำตาลที่ได้จากการสกัดเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำตาลทรายดิบ โดยใช้ปูนขาวเป็นสารหลัก และใช้ความร้อนตลอดจนการกรอง เพื่อทำให้มีความบริสุทธิ์มากขึ้น น้ำตาลทรายขาวเป็นน้ำตาลทรายที่ประชาชนนิยมบริโภค รวมถึงใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

2) น้ำตาลไอซิ่ง (Icing or confectionery sugar) เป็นน้ำตาลที่ผ่านกระบวนการบดละเอียด ลักษณะเป็นผงสีขาว ละเอียดคล้ายแป้ง (Powder form) มีส่วนผสมของแป้งข้าวโพด (Cornstarch) ประมาณร้อยละ 3 ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารป้องกันการจับตัว (Anti-caking agent) ในผงน้ำตาล น้ำตาลไอซิ่ง เป็นหนึ่งในวัตถุดิบสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ มีลักษณะเฉพาะในการใช้งานแตกต่างจากน้ำตาลทรายทั่วไป กล่าวคือ น้ำตาลไอซิ่ง ซึ่งอยู่ในรูปของผง (Powder form) สามารถละลายน้ำได้ดี ช่วยให้ไม่มีน้ำตาลเหลือตกค้างในการทำละลาย ซึ่งแตกต่างจากน้ำตาลทราย จะอยู่ในรูปของผลึก (Crystal form) จะละลายน้ำได้ไม่ดีนัก ต้องใช้เวลา พลังงาน และความพยายามในการทำละลายที่มากกว่า เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ประเภท เค้ก ครีมตกแต่งหน้าเค้ก และตุ๊กตาไอซิ่ง (จิตธนา และอรนงค์, 2549)

3) น้ำเชื่อม (Syrup) หมายถึง การละลายน้ำตาลซูโครส (Sucrose) ที่ได้จากอ้อยหรือหัวบีท โดยนำน้ำตาลทรายมาเคี่ยวกับน้ำต้มจนเดือด และค่อย ๆ คนจนน้ำตาลละลายเข้ากับน้ำแต่เราสามารถกำหนดให้มีความหวานได้ แต่ปกติแล้วจะตามสัดส่วน 1:1 แต่ถ้าหากจะให้ความหวานมากขึ้นก็สามารถเพิ่มน้ำตาลเป็นสัดส่วน 1:2 ได้ แล้วเรายังสามารถแต่งกลิ่นของน้ำเชื่อมได้ตามความต้องการเช่น ดอกมะลิก็จะทำให้มะลิติดกับน้ำเชื่อมด้วย โดยแต่งกลิ่น Vanilla, Maple, Almond, Hazelnut, Chocolate, Caramel เป็นต้น

ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมจะตรวจสอบด้วยหน่วยขององศาบริกซ์ (°Brix) ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำตาล ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมตรวจวัดได้ด้วย การวัดความหนาแน่นของน้ำตาล โดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ (hydrometer) หรือใช้รีแฟรกโตมิเตอร์ (refractometer)และความเข้มข้นของน้ำเชื่อมที่ใช้ในการประกอบอาหารจะมีลักษณะความเข้มข้นที่ต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.5

2.2.3.2 คุณสมบัติของน้ำตาลทราย

1) ความหวานของน้ำตาล เป็นสารให้ความที่ให้คุณค่าทางด้านโภชนาการ และเป็นรสหวานธรรมชาติที่ปราศจากรสอื่นเจือปน วัตถุประสงค์ที่ใส่น้ำตาลทรายในอาหาร ต้องการ

ให้ความหวานโดยทั่วไปนิยมซูโครสหรือน้ำตาลทรายเพราะให้ความหวานในระดับสูง และราคาถูกเมื่อเทียบกับน้ำตาลอื่น ๆ

2) การละลาย น้ำตาลทั่วไปที่ใช้อุตสาหกรรมมักละลายน้ำได้ดีปกติละลายได้ร้อยละ 30-80 ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสูงละลายน้ำได้ดี น้ำตาลฟรุกโตส เป็นน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ซูโครส กลูโคส มอลโทส ละลายน้ำได้เท่ากัน แล็กโทส ละลายน้ำได้น้อยที่สุด

3) การเกิดสารสีน้ำตาลในอาหาร ในการเตรียมอาหารแปรรูป และการเก็บรักษาอาหารบางชนิดจะพบว่ามีสารสีน้ำตาลเกิดขึ้นจากการปฏิกิริยาเคมีที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ตามปกติ จะพบว่าอาหารเหล่านี้มีสีน้ำตาลซึ่งเป็นตัวการสำคัญในปฏิกิริยาเคมีนี้เป็นส่วนประกอบสารเคมีที่เกิดขึ้นมีตั้งแต่สีเหลืองจนถึงสีดำ แต่ส่วนใหญ่ถ้าเป็นสีน้ำตาล กลิ่น และรสของอาหารจะเปลี่ยนไป

4) การดูดและการเก็บรักษาความชื้น โดยน้ำตาลมีสมบัติด้านการดูดและเก็บรักษาความชื้น มีความสำคัญต่อเนื้อสัมผัส และความคงทนในการเก็บรักษาลักษณะของอาหารบางชนิด การดูดความชื้น น้ำตาลแต่ละชนิดจะแตกต่างกันด้านความสามารถในการดูดความชื้นจากบรรยากาศ ฟรุกโตสเป็นน้ำตาลดูดความชื้นได้ดีมาก รองลงมา เด็กซ์โตส ซูโครส และแล็กโตส คุณสมบัติด้านนี้ของน้ำตาลมีส่วนช่วยให้อาหาร ที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบนุ่ม และชื้น ในด้านการเก็บรักษาความชื้น โดยทั่วไปการเก็บรักษาความชื้นของน้ำตาล หมายถึงการที่น้ำตาลสามารถยึดความชื้นไว้โดยไม่ออกสู่บรรยากาศ คุณสมบัติอันนี้เป็นประโยชน์ต่อการที่จะช่วยให้ขนมเก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่แห้ง หรือแข็งเสียลักษณะที่ต้องการเร็วเกินไป

5) ความหวานของน้ำตาล เป็นสารที่ให้คุณค่าทางด้านโภชนาการ และเป็นรสหวานธรรมชาติที่ปราศจากรสอื่นเจือปนซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่ใส่น้ำตาลทรายในอาหารตามต้องการ

ตารางที่ 2.5 ลักษณะของน้ำเชื่อมในระดับต่าง ๆ

ระดับของลักษณะ	อุณหภูมิ	ลักษณะและการเปลี่ยนแปลง	นำไปใช้
1.น้ำเชื่อมใส (Syrup)	105 °C (220°F)	น้ำเชื่อมเริ่มเดือดและมีความใสเดือดจนมีฟองอากาศ	ใช้สำหรับจุ่มเคลือบ บิสกิต น้ำเชื่อมผลไม้ แยม เยลลี่ และผลไม้กวน
2.จับตัว หรือ มีความหนืด (Thread or Soft Ball)	110-115°C (230240°F)	เมื่อนำนิ้วหัวแม่มือจุ่มลงไปจะเกิดเป็นลักษณะด้ายเล็กน้อยระหว่างนิ้ว	บัตเตอร์ครีม เยลลี่ผลไม้ และผลไม้กวน
3.มีความข้นเหนียว (Firm Ball)	116-125°C (240255°F)	น้ำเชื่อมจะเริ่มข้นหนืด ถ้านำน้ำเชื่อมใส่ช้อน แล้วจุ่มลงในชามที่มีน้ำ รูปร่างจะมีลักษณะยึดหยุ่น	บัตเตอร์ครีม ลูกกวาด ผลไม้ อิตาเลี่ยนเมอแรงมาการอง

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

ระดับของลักษณะ	อุณหภูมิ	ลักษณะและการเปลี่ยนแปลง	นำไปใช้
4.มีความข้นเหนียวมาก (Hard Ball)	126-135°C (255275°F)	มีความเหนียวมาก ๆ	ฟอนแดนต์แบบนุ่ม คาราเมล
5.เริ่มตกผลึก(Soft Crack)	136-140°C (275285°F)	น้ำเชื่อมเริ่มแข็งและอยู่ตัว	ฟอนแดนต์แบบเหนียว มาชิแพนแบบนุ่ม คาราเมลนุ่ม
6.ตกผลึก(Hard Crack)	145-155°C (295310°F)	น้ำเชื่อมมีความเหนียวแน่นสูง แต่ไม่อยู่ตัว	มาชิแพน ขนมหวานกรอบแข็ง คาราเมล
7.คาราเมล(น้ำตาลไหม้)	160-177°C (330350°F)	น้ำตาลเปลี่ยนเป็นสีทองและสีน้ำตาลไหม้	ขนมหวานกรอบแข็ง

ที่มา: Maréchal (2010)

2.2.3.3 คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายแสดงดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาลทรายขาว 100 กรัม

คุณค่า	ปริมาณ	หน่วย
พลังงาน	387	กิโลแคลอรี่
คาร์โบไฮเดรต	99.98	กรัม
น้ำตาล	99.80	กรัม
น้ำ	0.02	กรัม
วิตามินบี2	0.019	มิลลิกรัม
แคลเซียม	1	มิลลิกรัม
ธาตุเหล็ก	0.05	มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	2	มิลลิกรัม
โซเดียม	1	มิลลิกรัม
สังกะสี	0.01	มิลลิกรัม

หมายเหตุ: ร้อยละของปริมาณแนะนำที่ร่างกายต้องการในแต่ละวันสำหรับผู้ใหญ่(ข้อมูลจาก : USDA Nutrient database)

ที่มา: medthai (2560)

2.2.4 น้ำ

น้ำเป็นส่วนประกอบหลักของอาหาร โดยเฉพาะอาหารสด เช่น ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ ไข่ ขนม น้ำมีที่มีอิทธิพลต่อสมบัติ และคุณภาพด้านต่าง ๆ ของอาหาร ทั้งสมบัติทางกายภาพ (physical properites) ความหนืด (viscosity) สมบัติด้านเนื้อสัมผัส (textural properties) ตัวอย่างบทบาทที่สำคัญของน้ำที่มีต่ออาหาร ได้แก่ น้ำมีผลต่อการเสื่อมเสียของอาหาร (food spoilage) น้ำเป็นตัวทำละลาย และ น้ำมีผลต่อเนื้อสัมผัสของอาหาร

น้ำเป็นตัวกระจายส่วนประกอบของอาหาร เช่น กรดและเบส สามารถแตกตัวเป็นไอออนได้ในน้ำ ดังนั้นในส่วนผสมของขนมปังเมื่อใส่ผงฟูลงไปในน้ำจึงทำให้กรดและเบสที่มีอยู่ในผงฟูเกิดการแตกตัว ทำปฏิกิริยาให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ซึ่งจะช่วยให้ขนมปังขึ้นฟู

2.2.4.1 น้ำเป็นตัวกลางสำคัญในการถ่ายเทความร้อน จากบริเวณที่มีความร้อนไปสู่อาหาร เช่น ถ้าให้ความร้อนแก่อาหารในกระทะโดยตรง กระทะและอาหารจะร้อนขึ้นเรื่อย ๆ อาหารส่วนที่สัมผัสกับกระทะจะไหม้เกรียมก่อนที่อาหารจะร้อนทั่วทั้งหมด แต่ถ้าใส่น้ำลงไปในกระทะด้วยน้ำจะดูดความร้อน และช่วยกระจายความร้อนไปทั่วทุกส่วนของอาหาร เพราะน้ำเป็นตัวนำความร้อนที่ดี และจะช่วยถ่ายเทความร้อนไปสู่อาหารที่สัมผัสกับน้ำ

2.2.4.2 น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี หรืออาจเรียกว่า ตัวทำละลายไอออนไนซ์ (Ionixingsolvent) หรือตัวทำละลายแบบมีขั้ว เพราะน้ำสามารถละลายสารประกอบอิเล็กโตรวาเลนท์ (electrovalent) ได้ เช่น กรดและเกลือ เป็นต้น นอกจากนี้น้ำยังสามารถละลายสารประกอบโควาเลนท์ (covalent compound) ได้ เช่น น้ำตาล และยูเรีย เป็นต้น ความสามารถในการละลายสารพวกโควาเลนท์ได้ ทำให้น้ำมีความสำคัญต่อร่างกายของคน และสัตว์มาก เพราะเมื่อสารเหล่านั้นถูกย่อยให้เป็นโมเลกุลมีขั้วขนาดเล็ก ๆ เช่น น้ำตาล กรดแอมิโน เป็นต้น โมเลกุลขนาดเล็กเหล่านี้จะละลายได้ดีในน้ำหรือของเหลวในร่างกาย และมีการเคลื่อนที่ภายในร่างกายในรูปของสารละลาย

2.2.4.3 น้ำเป็นตัวทำละลายที่มีขั้วอย่างแรงจึงสามารถจับไอออนต่าง ๆ ในสารละลายได้ ทำให้ไม่มีไอออนอิสระในสารละลาย สารต่าง ๆ ในรูปของสารประกอบที่มีขั้วเป็นองค์ประกอบ สารจะรวมอยู่กับโมเลกุลต่ำแม้ว่าจะไม่เป็นสารไอออนนิก แต่ก็มีประจุมีขั้วที่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนได้ น้ำละลายได้ในแอลกอฮอล์ที่มีโมเลกุลต่ำได้ดีกว่าแอลกอฮอล์พวกที่มีโมเลกุลสูง เพราะแอลกอฮอล์โมเลกุลต่ำ มีหมู่ไฮดรอกซิลที่มีขั้ว ส่วนแอลกอฮอล์ที่มีโมเลกุลสูงมีอัตราส่วนของโซ่ไฮโดรคาร์บอนที่ไม่มีขั้วเพิ่มขึ้น ทำให้ละลายในน้ำได้น้อยลง โดยโมเลกุลของสารที่มีหมู่ไฮดรอกซิลจำนวนมากจะละลายในน้ำได้ดี เพราะมีหมู่ที่มีขั้วมาก การดึงดูดกันระหว่างโมเลกุลของสารกับโมเลกุลของน้ำจึงมีมากขึ้น เช่น การละลายของน้ำตาลในน้ำ เป็นต้น

2.2.4.4 การเกิดคอลลอยด์ สารประกอบหลายชนิดในอาหารจะถูกแพร่กระจายในน้ำเกิดเป็นคอลลอยด์ ตัวอย่าง ได้แก่ โปรตีนซึ่งเป็นสารอาหารที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่และมีพื้นที่ผิวมาก มีขนาดของอนุภาคอยู่ระหว่าง 0.001 ถึง 0.1 ไมโครเมตร ไม่สามารถเกิดเป็นสารละลายได้ แต่จะเกิดเป็นคอลลอยด์แพร่กระจายในน้ำ ปัจจัยที่ทำให้คอลลอยด์แพร่กระจายได้ คือ การมีชั้นของโมเลกุลของน้ำมาล้อมรอบผิวของอนุภาคคอลลอยด์และการเกิดแรงผลักกันระหว่างประจุที่เหมือนกันของอนุภาค ทำให้มันแยกห่างจากกัน เช่น โปรตีนในน้ำนมจะแพร่กระจายอยู่ในน้ำรูปของคอลลอยด์ เป็นต้น

2.2.4.5 การเกิดโด (dough) องค์ประกอบของอาหารอาจรวมอยู่กับโมเลกุลของน้ำด้วยพันธะไฮโดรเจน เมื่อมีการเติมน้ำลงไปในอาหาร ส่วนประกอบของอาหารจะไม่แพร่กระจาย เช่น ในการทำขนมปัง แป้งและโปรตีนที่มีอยู่ในส่วนผสมของแป้งจะถูกเติมน้ำเพื่อผสมกับส่วนอื่น ๆ ถ้าเติมน้ำลงไปในแป้ง ส่วนผสมจะไม่สามารถรวมตัวกันเกิดเป็นโดได้

2.2.4.6 การเกิดเจลาตีไนซ์ (gelatinization) แป้งจะไม่ละลายในน้ำเย็น ทั้งนี้เพราะที่ผิวหน้าของเม็ดแป้งมีการเรียงตัวกันของอนุภาคของแป้งอย่างเป็นระเบียบ และหนาแน่น แต่ถ้าน้ำแป้งได้รับความร้อน น้ำจะแพร่ผ่านผนังของเม็ดแป้งเข้าไป ทำให้เม็ดแป้งพองตัวขึ้นเป็น 5 เท่า เม็ดแป้งจะมีการขยายตัว และเบียดตัวกันมากขึ้น ในที่สุดน้ำแป้งจะเปลี่ยนเป็นของเหลวข้น เรียกว่า โซล (sol) และจะกลายเป็นเจลเมื่ออุณหภูมิลดลงขบวนการเกิดเจลนี้ เรียกว่า เจลาติไนเซชัน

2.2.4.7 การเกิดเจลในแยมและเยลลี่ เจลเป็นอาหารที่มีลักษณะของแข็งแขวนลอยอยู่ในส่วนของน้ำ ซึ่งน้ำเป็นตัวทำละลายที่สำคัญในอาหารประเภทเจล การทำเจลในระยะแรกจะมีปริมาณน้ำมาก และจะลดลงเมื่อความร้อนเพิ่มขึ้นจนกระทั่งเกิดเป็นโซล และด้วยปริมาณความชื้นที่จำกัด โซลจะเปลี่ยนเป็นเจลในลักษณะเป็นวุ้นแข็ง ในทางตรงกันข้ามเจลสามารถรับน้ำได้อีก ถ้าหากมีความร้อน และความดันสูงขึ้น นอกจากนี้การบ่มเจลนี้ไว้ที่อุณหภูมิต่ำอาจเกิดการเยิ้ม (syneresis) ขึ้นได้

2.3 ถั่วดาวอินคา

ถั่วดาวอินคา หรือ Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) เป็นพืชตระกูลถั่วจากป่าอเมซอนของชาวเปรู ซึ่งเป็นประเทศที่อยู่ทางทวีปอเมริกาใต้ ซึ่งเป็นประเทศที่มีแหล่งอารยธรรมของชนเผ่าโบราณที่เรียกว่าชาวอินคา ทั้งหมดจึงเป็นที่มาของชื่อถั่วดาวอินคาในภาษาไทย แต่ต่อมามีการตกลงแลกเปลี่ยนสินค้าและเมล็ดพันธุ์กับประเทศจีน ซึ่งประเทศจีนได้ปลูกในเมืองสิบสองปัณนา มณฑลยูนนาน และก่อตั้งโรงงานอุตสาหกรรมสำหรับหีบน้ำมันจากถั่วดาวอินคาขึ้นที่มณฑลยูนนาน ประเทศจีน ถั่วดาวอินคาเป็นพืชที่เติบโตได้ดีในสภาพอากาศอุ่น (10องศาเซลซียส Min- 36 องศาเซลซียส Max) ในระดับความสูงตั้งแต่ 100 เมตร (ป่าต่ำ) ถึง 2,000 เมตร (ป่าสูง) จากระดับน้ำทะเล ช่วงชีวิตของต้นถั่วดาวอินคามีอายุถึง 10 – 50 ปี เป็นไม้เถาทรงพุ่ม ซึ่งเริ่มแรกจะใช้ระยะเวลาปลูกประมาณ 8 เดือน ก็สามารถเก็บผลผลิตได้ และเป็นพืชที่ให้ผลผลิตในระยะยาว อายุเฉลี่ยอยู่ที่ 15 – 50 ปี สามารถทำการเก็บเกี่ยวได้ตลอดทั้งปี ถั่วดาวอินคามี 2 เพศ ลักษณะดอกเพศผู้มีขนาดเล็ก สีขาวและอยู่เป็นกลุ่ม ดอกเพศเมียจะอยู่ที่ฐานของช่อดอก ฝักอ่อนจะมีสีเขียวและมีสีน้ำตาลเข้ม (เส้นผ่าศูนย์กลาง 3-5 เซนติเมตร) เมื่อฝักแก่เต็มที่มีฝักเป็นแฉกคล้ายรูปดาว (เป็นที่มาของชื่อดาวอินคา) มีเปลือกที่ครอบคลุมเมล็ดใน 3 ชั้น มีเมล็ด 4-6 เมล็ด (กว้าง 15-20มิลลิเมตร และหนา 7-8 มิลลิเมตร) น้ำหนักของเมล็ดพันธุ์มักจะอยู่ที่ประมาณ 0.8-1.4 กรัม เมล็ดดิบทานไม่ได้ แต่หลังจากอบเปลือกจนสุกแล้วสามารถทานได้และสามารถเอาเมล็ดมาสกัดออกเป็นน้ำมัน ซึ่งน้ำมันถั่วดาวอินคาถือว่าเป็นสุดยอดอาหารเพื่อสุขภาพ หรือ Super food เพราะมีคุณสมบัติสูงมีกรดไขมันที่จำเป็น น้ำมันที่มีกลิ่นหอมอ่อนๆ ไม่รุนแรง ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติสำหรับรสชาติและคุณสมบัติทางด้านสุขภาพในเดือนมิถุนายน ปี ค.ศ. 2007 และได้รับรางวัล Medaille(เหรียญทอง) ในการแข่งขันพิเศษสินค้าโภคภัณฑ์ AVPA โดยน้ำมันถั่วดาวอินคามีองค์ประกอบของโปรตีน (ร้อยละ

27) และน้ำมัน (ร้อยละ35 – 60) และในน้ำมันยังอุดมไปด้วยกรดไขมันจำเป็น อาทิ โอเมก้า 3 กรดไลโนเลนิก (ร้อยละ 45-53 ของปริมาณไขมัน) โอเมก้า 6 กรดไลโนเลอิก (ร้อยละ34-39ของปริมาณไขมัน) โอเมก้า 9 (ร้อยละ6 – 10ของปริมาณไขมัน) อุดมไปด้วยไอโอดีน วิตามิน A และวิตามิน E

ถั่วดาวอินคาถือเป็นพืชเศรษฐกิจตัวใหม่มาแรงและได้ส่งเสริมการปลูกกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยได้มีการทดลองปลูกในไทยเมื่อไม่นานมานี้ และเริ่มมีการปลูกกันเกือบทุกภูมิภาคของไทย โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคกลาง เป็นต้น โดยราคาจำหน่ายขณะนี้อยู่ที่กิโลกรัมละ 40 – 60 บาท และนอกจากนี้ในปัจจุบันมีผลการวิจัยรับรองว่ามีความปลอดภัยและสามารถช่วยในการพัฒนาสมองของเด็กและป้องกันโรคอัลไซเมอร์อีกด้วย

2.3.1 คุณค่าและประโยชน์ของถั่วดาวอินคา

ถั่วดาวอินคาสามารถนำผลมาทานได้คล้ายถั่วชนิดต่าง ๆ นอกจากนี้ยังได้มีการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ อาทินำไปสกัดเป็นน้ำมัน ซึ่งมีสารต่อต้านอนุมูลอิสระ มีกรดไขมันโอเมก้า 3 ,6 และ 9 นอกจากนี้ถั่วดาวอินคายังเป็นแหล่งของวิตามินอี เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทั้งในร่างกายมนุษย์และการเกิดกลิ่นหืนในอาหาร ป้องกันเซลล์จากการทำลายของสารอนุมูลอิสระ ยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด และยังช่วยต้านการอักเสบ ” นอกจากนี้ยัง มีสารแคโรทีนและสารประกอบโพลีฟีนอล ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีบทบาทช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรัง ลดการอักเสบและลดคอเลสเตอรอลในเลือด โดยจากงานวิจัยของภาควิชาโภชนวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่า น้ำมันจากถั่วดาวอินคามีปริมาณสารประกอบโพลีนอลทั้งหมดสูงใกล้เคียงกับน้ำมันงา นอกจากนี้ยังมีสารไฟโตสเตอรอลซึ่งเป็นสารพฤกษเคมีที่มีโครง สร้างคล้ายกับคอเลสเตอรอล จึงทำให้มีคุณสมบัติในการยับยั้งการดูดซึมคอเลสเตอรอลจากอาหารและลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดอีกทั้งมีการศึกษาถึงความเป็นพิษในการบริโภคทั้งในสัตว์ทดลองและในคน พบว่ามีความปลอดภัยสำหรับการบริโภค ซึ่งในแถบลุ่มน้ำอเมซอนได้บริโภคและเป็นส่วนประกอบในการปรุงอาหารมาเป็นเวลานาน สำหรับประเทศไทยและในต่างประเทศนิยมนำมาบีบสกัดน้ำมันเพื่อให้ได้น้ำมันบรรจุแคปซูลซอฟต์เจล รับประทานในลักษณะของผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่มีโอเมก้า 3 สูง

จากการศึกษาวิจัยของภาควิชาโภชนวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล จากคุณประโยชน์ของถั่วดาวอินคาที่กล่าวมา พบว่าการบริโภคถั่วดาวอินคาอาจช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ซึ่งยังคงต้องศึกษายืนยันผลที่ชัดเจนทางโภชนคลินิกอีกครั้งในมนุษย์ แต่อย่างไรแล้วการรับประทานถั่วเปลือกแข็งน่าจะมีผลดีต่อสุขภาพ ดังจะเห็นได้จากองค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (FDA) ได้แนะนำและทางยุโรป โดยกลุ่ม European Food Safety Authority กำหนดคำกล่าวอ้างทางสุขภาพไว้ว่า การกินถั่วเปลือกแข็ง 30 กรัมต่อวันร่วมกับการรับประทานอาหารที่สมดุลจะเป็นผลดีต่อหัวใจ

นอกจากคุณประโยชน์ต่างๆ จากเมล็ดถั่วดาวอินคาแล้ว ต้นถั่วดาวอินคายังสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อีกหลากหลายอาทิเช่น ยอดของต้นถั่วดาวอินคาสามารถนำมาประกอบอาหารได้ ใบของต้นถั่วดาวอินคาสามารถนำไปทำเป็นชา หรือนำไปสกัดเป็นคลอโรฟิลล์ ซึ่งมีคุณค่ามากกว่าคลอโรฟิลล์ทั่วๆไปถึง 200 เท่า เปลือกของเมล็ดถั่วดาวอินคา สามารถนำมาเป็นปุ๋ยเกษตรอินทรีย์ หรือจะอัดเป็นก้อน ใช้เป็นพลังงานความร้อนชีวมวล เป็นต้น

2.3.2 กรดไขมันโอเมก้าที่พบในถั่วดาวอินคา

2.3.2.1 กรดไขมันโอเมก้า 3 เป็นกรดไขมันที่มีพันธะคู่ (double bond) ของอะตอมของคาร์บอน (C = C) เริ่มจากอะตอมคาร์บอนตัวที่สามนับจากปลายของห่วงโซ่คาร์บอน

กรดไขมันชนิดดีที่สำคัญอย่างหนึ่งคือกรดไขมันรวมชนิดไม่อิ่มตัวต่าง ๆ และโอเมก้า 3 ก็จัดอยู่ในกรดไขมันจำพวกนี้ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของร่างกายและเป็นส่วนประกอบที่ช่วยให้เนื้อเยื่อของเซลล์มีการเติบโต โอเมก้า 3 สามารถแปลงได้มาจากกรดอัลฟาไลโนเลนิก ซึ่งเรียกได้ว่าเป็นกรดตั้งต้นของกลุ่ม โอเมก้า 3 ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือ กรดไอโคซาเพนทาอีโนอิกและกรดโดโคซาเฮกซาอีโนอิก (DHA, Docosahexaenoic Acid) แม้ว่าร่างการของเราจะสามารถเปลี่ยนกรดอัลฟาไลโนเลนิก (ALA) ไปเป็นกรดไอโคซาเพนโทอีโนอิก (DHA) ได้ก็ตาม แต่ยังมีสัตว์อื่นเช่น ปลาที่สามารถแปลงกรด ALA ไปเป็นกรด EPA และDHA ได้ดีกว่า คือได้จำนวนมากกว่ามนุษย์เรา สำหรับแหล่งที่มาของไขมันชนิดนี้ ซึ่งเป็นที่รู้กันว่าจะต้องเป็นปลาน้ำเย็น เช่น ปลาแซลมอน ปลาเทราต์ ปลาซาร์ดีน ปลาทูน่า ปลาแมคเคอเรล เป็นต้น นอกจากนั้นก็ยังสามารถพบโอเมก้า 3 ได้ในเมล็ด วอลนัทบร็อกโคลี ดอกกะหล่ำ เต้าหู้ ผักโขม กุ้ง หอยแครง ปลาแฮริง ถั่วเหลือง เป็นต้น

การรับประทานอาหารที่มีกรดไขมันโอเมก้า 3 อย่างเหมาะสมจะทำให้ร่างกายทำงานได้เป็นปกติ ร่างกายของเราจำเป็นต้องมีระดับคอเลสเตอรอลชนิดดีและมีประโยชน์ดังนี้

- ช่วยลดการตอบสนองของร่างกายต่ออาการอักเสบ ลดอัตราการเป็นโรคหัวใจและมะเร็ง
- โอเมก้า 3 เป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อการสร้างผนังเซลล์ มีประโยชน์ต่อระบบประสาทและสายตา
- มีอยู่จำนวนมากในสมองของเราเป็นตัวช่วยในเรื่องความทรงจำ ความสามารถของสมองอารมณ์และพฤติกรรม การเรียนรู้ การคิดการจดจำ และการพัฒนาของสมองในวัยเด็ก
- โอเมก้า 3 ช่วยรักษาอาการผิดปกติบางอย่างได้ เช่น เบาหวาน โรคปวดข้อโรคกระดูกพรุน คอเลสเตอรอลสูง ความดันโลหิตสูง โรคหืด ช่วยในการทำงานของระบบฮอร์โมน ลดอาการภูมิแพ้ต่าง ๆ
- โอเมก้า 3 จะช่วยในการลดการอุดตันของหลอดเลือด ซึ่งช่วยลดอาการหัวใจวายและสมองขาดเลือดได้

2.3.2.2 กรดไขมันโอเมก้า 6 เป็นกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวซึ่งมีพันธะคู่หลายอันโดยมีตำแหน่งของพันธะคู่ที่ตำแหน่งโอเมก้า 6 ซึ่งนับจากคาร์บอนของกรดไขมันด้านปลายที่มีหมู่เมทิล โดยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวที่เป็นกรดไขมันโอเมก้า 6 ได้แก่ กรดไลโนเลอิก และกรดอะราคิโดนิก

สำหรับแหล่งที่มาของกรดไขมันกลุ่มนี้ได้จาก น้ำมันพืช เช่น ถั่วเหลือง เมล็ดทานตะวัน รำข้าว จมูกข้าว น้ำมันรำข้าว โดยมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ดังต่อไปนี้

- เป็นสารตั้งต้นของการสร้างสารพรอสตราแกลนดิน PG1 ซึ่งมีผลดีต่อสุขภาพ คือ ลดการทำงานของเกล็ดเลือด ทำให้การเกิดไขมันอุดตันในหลอดเลือดลดน้อยลง ทำให้

เลือดไหลเวียนดีขึ้น และหัวใจทำงานน้อยลง และช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลและลโพโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำ เพิ่มลิโพโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง

- ช่วยลดอาการปวดและอาการอักเสบต่าง ๆ

- ช่วยรักษาความชุ่มชื้นให้เซลล์ผิวหนัง ลดอาการแห้งกร้าน แตกขุย ริ้วรอยต่างๆบนผิว รวมถึงรักษาอาการทางผวหนังบางชนิด เช่น ผื่นผิวหนังเรื้อรัง ผิวแห้งลอกเป็นเกล็ดรังแค ผมร่วง เป็นต้น

- มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดและชะลอการเสื่อมของเซลล์ต่างๆ ในร่างกาย ลดความเสี่ยงของการเกิดมะเร็ง ลดอาการแทรกซ้อนทางประสาทของผู้ป่วยเบาหวาน อาทิ อาการชาตามปลายมือและปลายเท้า ช่วยรักษาอาการผิดปกติของชายหญิงวัยเจริญพันธุ์ และสตรีวัยทอง

2.3.2.3 กรดไขมันโอเมก้า 9 เป็นกรดไขมันแบบไม่อิ่มตัวซึ่งมีพันธะคู่ระหว่างอะตอมของคาร์บอน (C = C) กรดไขมันชนิดโอเมก้า 9 ที่สำคัญสองตัว คือ

- กรดโอเลอิก (Oleic acid) เป็นกรดไขมันที่มีอยู่ในน้ำมันมะกอกและในไขมันชนิดไม่อ่มตัวเชิงเดี่ยวต่าง ๆ

- กรดอิรูสิค (Erucic acid) เป็นกรดไขมันที่พบได้มากในน้ำมันจากเมล็ดของต้นเรพ ต้นวอลล์ฟลาวเวอร์และเมล็ดของต้นมัสตาร์ด โดยอย่างยิ่งในน้ำมันจากเมล็ดของต้นเรพนั้น มีการปลูกต้นเรพเป็นจำนวนมากเพื่อผลิตน้ำมันเป็นการพาณิชย์ในอุตสาหกรรมสี มีการนำกรดบางอย่างออกจากน้ำมันของต้นเรพ จะได้น้ำมันที่เรียกว่า คาโนลา

- กรดไขมันโอเมก้า 9 ไม่ถือว่าเป็นกรดไขมันจำเป็น เนื่องจากว่าร่างกายของคนเราสามารถสร้างกรดไขมันชนิดนี้ได้เองจากไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่งถ้าร่างกายขาดโอเมก้า 3 และ 6 โอเมก้า 9 จะกลายเป็นกรดไขมันจำเป็นขึ้นมาทันที แต่ถ้าร่างกายขาดกรดไขมันโอเมก้า 9 หรือมีไม่เพียงพอ ร่างกายก็อาจจะแสดงความผิดปกติออกมาให้เห็นได้หลายอย่าง เช่น ผมร่วง มีลอนบนท่อนแขนด้านบน มีรังแค ผิวแห้ง การเต้นของหัวใจผิดปกติ เจ็บตามข้อต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากนี้แล้วกรดไขมันโอเมก้า 9 ยังอาจจะช่วยลดคอเลสเตอรอลชนิดที่ไม่ดีและชาวยเพิ่มระดับ HDL ซึ่งเป็นคอเลสเตอรอลที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยลดไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งจะมีผลทำให้ระบบไหลเวียนโลหิตในร่างกายทำงานปกติ หัวใจ สมอง ตับ ไต และอวัยวะอื่น ๆ ทำงานได้ดีขึ้น ทำให้สามารถป้องกันโรคหัวใจและกลุ่มหลอดเลือดตีบตันได้ กรดไขมันชนิดนี้พบได้ทั่วไปทั้งในสัตว์และพืช เช่น น้ำมันมะกอก คาโนลา ถั่วลิสง น้ำมันดอกทานตะวัน เมล็ดงา ถั่วพิตาชิโอ อัลมอนด์อะโวคาโด เป็นต้น

2.3.3 คุณค่าของน้ำมันถั่วดาวอินคา แสดงดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 เปรียบเทียบสารอาหารของน้ำมันถั่วดาวอินคากับน้ำมันพืชชนิดอื่น

สารอาหาร	ถั่วดาวอินคา	มะกอก	ถั่วเหลือง	ข้าวโพด	ถั่วลิสง	ปาล์ม
โปรตีน	33	1.6	28	-	23	-
น้ำมันทั้งหมด	54	22	19	-	45	-
palmitic อิ่มตัว	3.85	13	10.7	11	12	45
ไขมันอิ่มตัวทั้งหมด	6	16	14	13	14	49
โอเลอิกโมโนไม่อิ่มตัว	8.28	71	22.3	28	43.3	40
โอเมก้า 6	36.80	10	54.5	58	36.8	10
โอเมก้า 3	48.60	1	8.3	1	0	0
กรดไขมันที่จำเป็น	84.86	11	62.8	59	36	10
รวมกรดไขมันไม่อิ่มตัว	93.60	83	85.1	87	80.1	50

ที่มา: ขวัญฤดี และพินิจ (2558)

2.4 วิธีการที่เหมาะสมในการทำมาการอง

2.4.1 การคัดเลือกวัตถุดิบ

วัตถุดิบหลักในการทำมาการอง คือ “อัลมอนด์ป่น” หรือชื่อภาษาอังกฤษว่า ground almond หรือ almond powder (เหตุที่เรียกว่า powder ที่แปลว่าแป้งก็เพราะป่นละเอียดขนาดร่อนผ่านตะแกรงร่อนแป้งได้) แต่อัลมอนด์ป่นที่ขายทั่วไปจะมีขนาดใหญ่กว่าที่ใช้ทำมาการอง เพราะอัลมอนด์มีราคาค่อนข้างสูง ถ้าต้องร่อนหลายครั้งก็จะต้องทิ้งกากอัลมอนด์ที่มีขนาดใหญ่ไปอย่างน่าเสียดาย ทำให้ร้านส่วนใหญ่ไม่ค่อยทำ อัลมอนด์แบบป่นมากๆ ออกมาวางจำหน่ายนี่คืออีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้คนส่วนใหญ่ทำมาการองออกมาได้ไม่ดีเท่าที่ควร

การใช้อัลมอนด์ป่นคุณภาพดี ก็จะทำให้มาการองมีคุณภาพที่ดีด้วยแต่ในทางตรงกันข้ามถ้าหากใช้อัลมอนด์ป่นคุณภาพไม่ดีก็จะได้มาการองที่คุณภาพไม่ดีเช่นกัน ซึ่งอัลมอนด์ป่นที่คุณภาพไม่ดีนอกจากจะดูที่ความละเอียดและความหยาบแล้ว ยังมีความชื้นเข้ามาเกี่ยวข้องอีก การดูว่าอัลมอนด์ชื้นหรือไม่นั้นมีวิธีสังเกตง่ายๆ คือ ถ้าหยิบออกมาแล้วรู้สึกว่าเปียกชื้นคล้ายกับแป้งสาลีที่ชื้นก็คือชื้นเกินไป แต่ถ้าสัมผัสได้ว่าแห้งก็คือแห้งและไม่จำเป็นต้องอบซ้ำอีก เพราะถ้าอัลมอนด์ป่นแห้งไปจะกลายเป็นว่าส่วนผสมไม่ถูกต้อง เพราะการทำมาการองที่ดีส่วนผสมต้องไม่ชื้นหรือแห้งจนเกินไป

สำหรับอัลมอนด์ป่นมีขายตามร้านขายวัตถุดิบทำขนมเบเกอรี่ทั่วไป มีทั้งขายเป็นกิโลกรัมและขายเป็นลังแบบสิบกว่ากิโลกรัม ถ้าทำจริงจังเป็นมืออาชีพก็ควรจะซื้อเป็นลังแบบแห้งแล้วค่อยนำไปร่อนอีกครั้งก่อนจะนำไปใช้ (โสภณ, 2257)

2.4.2 การตีเมอแรง

เมอแรง (Meringue) เป็นขนมหวานที่คิดค้นขึ้นโดยเชฟชาวอิตาเลียนชื่อ Gasparini ที่เมืองMeringenประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ซึ่งที่มาของความหวานหอมกรอบอร่อยนี้เขาได้จากการตีไข่ขาวให้ขึ้นฟูกับน้ำตาล แล้วนำไปอบแห้ง แต่ต่อมาฝรั่งเศสและอิตาลีได้นำไปประยุกต์ใช้ตามแบบฉบับการทำอาหารของตนเอง จึงทำให้เกิดเมอแรงมากมายหลายชนิด ได้แก่ แบบหวาน แบบตีไข่ขาวให้ตั้งยอด แบบราดบนพายมะนาว แบบที่ราดหน้าของหวานอื่น ๆ และแบบอบแห้งในการตีไข่ขาวนั้น เมื่อไข่ขาวถูกตีพันธะไฮโดรเจนในโปรตีนที่อยู่ในไข่ขาวบางส่วนจะแตกเกิดการเสียสภาพของโปรตีน จนทำให้เกิดการแข็งตัวของไข่ขาว ซึ่งเป็นคุณสมบัติสำคัญของการทำเมอแรงที่จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น 3 ขั้นตอน โดยสังเกตจากการตั้งยอดไข่ขาว คือ ยอดอ่อน ยอดกลาง และยอดแข็ง หากแบ่งจากวิธีการทำเมอแรงสามารถแบ่งได้ 3 ประเภทใหญ่ ๆ ซึ่งมีวิธีการทำและการนำไปใช้แตกต่างกันดังนี้ (Rinsky and Laura, 2007)

2.4.2.1 เฟรนซ์เมอแรง (French Meringue) เป็นที่นิยมในหมู่คนทำเบเกอรี่อย่างมาก เพราะทำได้ง่ายที่สุด เมอแรงชนิดนี้มีลักษณะนุ่มเป็นครีมเกิดจากการตีไข่ขาวด้วยหัวตีตะกร้อความเร็วสูงสุด พอขึ้นฟูจึงค่อย ๆ เติมน้ำตาลทรายทีละน้อยจนหมดตีต่อจนส่วนผสมตั้งยอดแข็งแล้วจึงนำไปใช้เช่น ใส่หัวบีบให้เป็นรูปเห็ดแล้วนำไปอบ เพื่อใช้ตกแต่งใน Buche de Noel หรือเค้ก ขอนไม้ หรือบีบลงบนหน้าขนมแล้วจึงนำไปอบ เช่น Lemon Meringue และยังใช้สำหรับครีมตกแต่งหน้าเค้กด้วย แต่ไม่ค่อยเป็นที่นิยมมากนักเนื่องจากครีมจะคืนตัวได้ง่าย และเมอแรงชนิดนี้ไม่ได้ผ่านความร้อน จึงอาจจะมีเชื้อแบคทีเรีย *Salmonella* ปะปนได้ นอกจากนี้เฟรนซ์เมอแรงยังใช้ในการทำขนมอีกหลายชนิด เช่น Angle Cake Lady Finger ชิฟฟ่อนเค้ก เป็นต้น

2.4.2.2 สวิสเมอแรง (Swiss Meringue) เมอแรงแบบนี้มีเนื้อสัมผัสนุ่มน้อยกว่าเฟรนซ์เมอแรง เนื่องจากไข่ขาวบางส่วนถูกทำให้สุกจากความร้อนของการวอร์มบนน้ำร้อน สวิสเมอแรงมีวิธีการทำโดยนำไข่ขาวกับน้ำตาลทรายใส่ลงในอ่างผสม แล้วนำไปคนบนหม้อน้ำร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 49 องศาเซลเซียส ให้ไข่ขาวอุ่นและน้ำตาลทรายละลาย จากนั้นยกลงจากเตาและตีด้วยความเร็วสูงสุดจนตั้งยอดแข็ง ขนมที่ใส่สวิสเมอแรงในการทำมีหลายชนิดมาประยุกต์ เช่น Angle Pie, Meringue Cookie, Pavlova เป็นต้น

2.4.2.3 อิตาเลียนเมอแรง (Italian Meringue) อิตาเลียนเมอแรงมีลักษณะคงตัวมากที่สุดในบรรดา 3 ชนิดเพราะไม่เหลว เนื่องจากไข่ขาวทั้งหมดสุกด้วยความร้อนของน้ำเชื่อม อิตาเลียนเมอแรงทำได้โดยตีไข่ขาวให้ตั้งยอดอ่อน แล้วค่อย ๆ เทน้ำเชื่อมร้อน ๆ ที่มีอุณหภูมิประมาณ 115 – 118 องศาเซลเซียส ที่เรียกว่า Soft Ball Stage ตีต่อจนตั้งยอดแข็ง และอุณหภูมิของหม้อที่ใช้ตีไม่ร้อนแล้ว เมอแรงที่ตีได้จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากเดิมถึง 2 เท่าและมีลักษณะที่ข้นเงา จึงมักนิยมใช้แต่งหน้าเค้กเพราะง่ายต่อการปาดหน้าเค้ก และเมอแรงนิดนี้ผ่านการให้ความร้อนมาแล้ว จึงสามารถรับประทานได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ทำขนมมาการอง

(Macarons) (Kelly, 2010) นอกจากนี้ อาจนำอิตาเลียนเมอแรงเป็นส่วนผสมในชนิดอื่น ๆ เช่น นำไปบีบบนหน้าพายมะนาวหรือพายต่างๆ แล้วจึงนำไปอบจนหน้าขนมเหลืองเป็นสีทอง

จากเมอแรงทั้ง 3 ชนิดที่กล่าวมาแล้ว เมอแรงแบบฝรั่งเศสและอิตาเลียนได้รับความนิยมในการทำมากกว่าของสวิส เนื่องจากทำในน้ำตาลต้ม (น้ำเชื่อม) แทนที่จะใช้น้ำตาลทรายขาว ทำให้ได้เนื้อสัมผัสที่นุ่มเนียน และยังทำขนมได้อีกหลายชนิด (The Culinary Institute of Americe, 2009)

2.4.3 ปัญหาที่พบบ่อยในการทำมาการอง

ปัญหาของการทำขนมอบแตกต่างจากการทำกับข้าวและอาหารต่าง ๆ เพราะขนมอบนั้นเมื่อทำออกมาปรุงรสเพิ่มไม่ได้ ส่วนอาหารถ้ารสชาติอ่อนไปก็ยังสามารถปรุงแต่งได้ในภายหลัง ถึงแม้ขนมอบบางชนิดมาสามารถแต่งหน้าขนมได้ด้วยแยม น้ำตาลไอซิ่ง หรือเคลือบน้ำตาลเพื่อเพิ่มความหวานแทนได้ หรือถ้าอบเค้กออกมาไม่สวยก็ยังสามารถตกแต่งเพิ่มได้ทำให้ไม่เสียของ แต่ยกเว้นมาการองถ้าทำเสียแล้วจะนำมาแต่งเติมหรือแก้ไขอะไรไม่ได้เลย อาจเพราะมาการองเป็นขนมที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ถ้าขาดอย่างใดอย่างหนึ่งไป ก็จะไม่เรียกว่ามาการอง ดังยกตัวอย่างเช่น

1) มาการองต้องมีขา (little feet) ถ้าไม่มีขาก็ไม่เรียกมาการอง

2) มาการองต้องหน้าไม่แตก ถ้าแตกก็ไม่เรียกมาการอง

3) มาการองที่หน้าไม่แตกก็ยังต้องมีหน้าเรียบ ถ้าหน้าไม่เรียบ ก็ไม่เรียกว่ามาการองปัญหาเหล่านี้ทำให้คนถอดใจกับมาการองเพราะอบไม่ดีก็เสียมาก เพราะการอบมาการองแต่ละครั้งต้องมีหลายองค์ประกอบและเสียเวลามาก อีกทั้งยังเสียค่าใช้จ่ายในราคาค่อนข้างสูงเพราะถ้าทำมาการองเสียครั้งหนึ่งเท่ากับจะเสียค่าใช้จ่ายประมาณ 500 – 1,000 บาท เมื่อเป็นเช่นนี้แล้วการเรียนรู้สาเหตุความเสียหายของมาการองตั้งแต่เริ่มต้นจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องทำความเข้าใจ สรุปว่าถ้าอบมาการองออกมาแล้วหน้าขนมแตก หน้าขนมไม่เรียบ หรือขนมไม่มีขา ก็ไม่ใช่มาการอง

2.4.4 ข้อห้ามและข้อควรระวังในการทำมาการอง

2.4.4.1 การใช้ “กระดาษไข”หรือ “กระดาษซิลิโคนแบบบาง” ในการอบมาการองครั้งแรกในการอบมาการองส่วนใหญ่จะออกมาสวย แต่เมื่อทำการอบครั้งที่สองก็จะพบว่ามาการองหน้าแตก ซึ่งสาเหตุจริง ๆ คือ ถาดอบขนมร้อนเกินไป โดยมีวิธีในการแก้ไขคือ ในการอบครั้งที่สองซึ่งถาดยังร้อนอยู่ เมื่อวางมาการองลงบนถาดที่ยังมีความร้อนสูงอยู่นั้นจะทำให้ด้านล่างของขนมสุกเร็วเลยไม่มีแรงดันให้ขางอกออกมาจากทางด้านล่าง ผลคือความร้อนจะไปดันบริเวณขนมด้านบนทำให้มาการองหน้าแตกเกือบทุกอัน วิธีแก้คือ รอให้ถาดเย็นก่อนแล้วค่อยอบครั้งต่อไป หรือไม่ก็เปลี่ยนจากกระดาษไขที่บางเป็นแผ่นซิลิโคนที่มีความหนากว่า เพราะจะช่วยซึมซับความร้อนจากถาดได้มากทำให้มาการองไม่แตก แต่วิธีที่ดีที่สุดคือ หลีกเลี่ยงการอบจากถาดร้อน ๆ จะช่วยทำให้หน้าของมาการองแตกน้อยลง

2.4.4.2 ควรพักมาการองก่อนอบ การที่รีบอบเร็วเกินไปจะทำให้มาการองหน้าแตก ดังนั้นการพักหน้ามาการองสักประมาณ 10 นาที จะช่วยทำให้ผิวขนมด้านบนเซตตัวแห้งมากขึ้น และเป็นวิธีที่ช่วยให้เกิด “ขามาการอง” เพราะถ้าหน้าขนมแห้งจนเซตตัวแน่นแล้ว เมื่อนำไปอบแรงดันที่เกิดจะไม่สามารถดันขึ้นด้านบนได้ ทำให้ต้องไปออกด้านล่างแทน ผลสุดท้ายก็จะเกิดขามาการอง เมื่อนำมารวมกับข้อควรระวังในข้อที่ 1 ที่ห้ามใช้ถาดร้อน เพราะทำให้ขนมด้านล่างสุก

เกินไปจนไม่เกิดขามาการอง เราก็จะสามารถอบมาการองได้สวยแบบหน้าไม่แตก และจะมีขามาการองทุกครั้ง

2.4.4.3 ฝามาการองที่ผสมไว้แล้วควรรีบบีบทันทีไม่ควรพักทิ้งไว้นาน หลายคนเชื่อว่าฝามาการองที่ผสมเสร็จแล้วสามารถวางพักไว้นาน ๆ ได้เหมือนคุกกี้ ซึ่งเป็นเรื่องที่เข้าใจผิดเพราะหลังจากที่ผสมเข้าด้วยกันแล้ว ส่วนผสมต่างๆจะทำปฏิกิริยาควบแน่นระหว่างสารประกอบหลายชนิดในทางเคมีจะถือว่าขนมมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ฟองอากาศไม่เสถียรตัว ทำให้ขณะอบขนมไม่มีแรงมากพอที่จะดันให้เกิดขามาการองได้ และเมื่อไม่มีขาก็จะได้ขนมที่หน้าตาเหมือนขนมผิง ดังนั้นทางที่ดีคือ หลังผสมเสร็จแล้วให้บีบทันที วางพักไว้ 10 นาทีแล้วค่อยนำไปอบ ก็จะได้มาการองที่มีลักษณะถูกต้องสวยงาม

2.4.4.4 ปรับลดสัดส่วนเมอแรงในฝามาการอง (เพราะกลัวหวานเกินไป) น้ำตาลในเมอแรงคือตัวเชื่อมให้ผิวแน่น ถ้าใส่เมอแรงน้อยเกินไปก็จะทำให้ขามาการองไม่ขึ้น เพราะไม่มีแรงดันเนื่องจากเมอแรงมีคุณสมบัติฟูเบา ดังนั้นการที่ใส่เมอแรงน้อยไป จะทำให้สัดส่วนของอัลมอนด์ป่นหนักจนขนมขึ้นฟูไม่ไหว ผลที่ได้คือมาการองหน้าแตกเพราะสัดส่วนไม่แน่นพอที่จะขยายตัว

2.4.4.5 ไม่ควรผสมอัลมอนด์ป่นกับเมอแรงนานเกินไป การคนส่วนผสมนาน ๆ จะมีลักษณะเหลวและยุบตัวจะส่งผลให้มาการองมีส่วนประกอบของของเหลวมากเกินไป เมื่ออบก็จะหน้าแตกและขาไม่ขึ้น ดังนั้นเวลาคนให้ดูแค่ส่วนผสมเข้ากันพอที่จะบีบได้ ซึ่งคาดว่านี่คือจุดที่คนส่วนใหญ่พลาดได้ง่ายสุด เนื่องจากยังหาจุดที่พอดีไม่เจอ หากคนน้อยไปหน้าก็ไม่เรียบ ไม่สวย ขาไม่ขึ้น แต่พอคนมากไปหน้าก็แตก ขาก็ไม่ขึ้นอีก ดังนั้นในการคนส่วนผสมต้องใช้การฝึกฝนบ่อย ๆ เพื่อให้ได้ประสบการณ์มากยิ่งขึ้น

2.5 การอบ

ในการอบอาหารนั้น อาหารจะได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีความร้อนจากผนังเครื่องอบ การพาความร้อนจากอากาศที่หมุนเวียน และการนำความร้อนผ่านอากาศที่มีอาหารวางอยู่ ความร้อนส่วนใหญ่จะถ่ายเทไปยังอาหารโดยการนำความร้อน แม้ว่าจะเกิดการพาความร้อนในช่วงแรกของการให้ความร้อนสำหรับขนมอบ อาหารจะดูดซับรังสีอินฟราเรด และเปลี่ยนเป็นความร้อนโดยการกระทำของโมเลกุลในอาหาร ส่วนการถ่ายเทความร้อนของอากาศ ก๊าซอื่น ๆ และไอน้ำเครื่องอบจะเกิดขึ้นโดยการพาความร้อน และเปลี่ยนแปลงเป็นการนำความร้อนที่ผิวหน้าของอาหาร และการเคลื่อนที่ของไอน้ำจากอาหาร ความเร็วของอากาศ และคุณสมบัติเฉพาะผิวหน้าของอาหารจะเป็นตัวกำหนดความหนาของชั้นฟิล์มนี้ กระแสการพาความร้อนส่งเสริมให้เกิดการถ่ายเทความร้อนตามธรรมชาติ ลดความหนาของฟิล์มฉนวน เพื่อช่วยเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน และปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้งาน

การนำความร้อนผ่านจานอบ ซึ่งสัมผัสกับแหล่งให้ความร้อนในตู้อบ (Oven Heat) หรือสายสะพาน เพื่อเพิ่มความแตกต่างของอุณหภูมิที่ด้านล่างของอาหารและทำให้เกิดอัตราการอบที่แตกต่างกัน อาหารที่มีการนำความร้อนต่ำ จึงทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนที่มีค่าต่ำและมีผลมากต่อเวลาในการอบ ขนาดของชิ้นอาหารเป็นตัวกำหนดระยะทางความร้อนต้องเคลื่อนที่

จากผิวอาหารเข้าสู่ใจกลางอาหาร เพื่อให้การอบเป็นไปทั่วถึงเพียงพอ (วิไล, 2549) การเปลี่ยนแปลงของอาหารจากการอบได้แก่

2.5.1 ลักษณะเนื้อสัมผัส

สิ่งที่กำหนดการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส ได้แก่ ลักษณะของอาหาร (ความชื้น องค์ประกอบของไขมัน โปนตีน และคาร์โบไฮเดรต โครงสร้าง เช่น เซลลูโลส และเพคติน) อุณหภูมิและเวลาในการให้ความร้อน ลักษณะเฉพาะของขนมอบ ได้แก่ การเกิดเปลือกแข็ง ซึ่งช่วยรักษาความชื้นในอาหาร เมื่อเนื้ออาหารได้รับความร้อน ไขมันเนื้อจะละลาย และกระจายอยู่ในสภาพน้ำมันในอาหาร หรือไหลออกมาเป็นส่วนประกอบที่เรียกว่า น้ำไหลซึม คอลลาเจน (Collagen) จะละลายใต้ผิวหนัง และกลายเป็นเจลาติน ไขมันกระจายอยู่ทั่วไปในเนื้ออาหาร โปรตีนเกิดจากการสูญเสียสภาพ ในการอุ้มน้ำ และเกิดการหดตัวและไล่ไขมันส่วนเกินและน้ำออกไป อาหารจึงหดตัวและแข็งขึ้น การเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นจะเป็นการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ อย่างไรก็ตามผิวของอาหารจะแห้ง ลักษณะจะกรอบและแข็งขึ้น และเกิดเป็นรูพรุนเนื่องจากโปรตีนเกิดการตกตะกอน เสียสภาพหรือเกิดเป็นไพโรซีสเป็นบางส่วนในอาหารที่ทำจากธัญพืชการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเม็ดแป้ง การเกิดเจล และการสูญเสียน้ำจะทำให้เปลือกของอาหารมีลักษณะเฉพาะตัว

2.5.2 สี กลิ่นและรสชาติ

กลิ่นที่ได้จากการอบเป็นลักษณะเฉพาะด้านประสาทสัมผัสที่สำคัญของอาหารอบ การได้รับความร้อนสูงของผิวอาหารทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลและกรดอะมิโน มีการศึกษารายละเอียดทางเคมีของปฏิกิริยาเมลลาร์ด และ Streaker Degradation มาแล้ว อุณหภูมิสูงและความชื้นต่ำ ในชั้นผิวของอาหารทำให้น้ำตาลกลายเป็นคาราเมล กรดไขมันเกิดการออกซิเดชั่นและเปลี่ยนเป็น แอลดีไฮด์แลคโตน คีโตน แอลกอฮอล์และเอสเตอร์ได้ ปฏิกิริยา เมลลารด์ และ Streak ทำให้เกิดกลิ่นต่าง ๆ เนื่องจากการรวมตัวเมื่อได้รับความร้อนร่วมกับน้ำตาลเปลี่ยนเป็นแอลดีไฮด์เฉพาะอย่างขึ้น กลิ่นที่ได้แตกต่างกันแล้วแต่ละชนิดของน้ำตาล และสภาวะการให้ความร้อน (วิไล, 2549)

2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธนกฤต (2559) ได้ทำการศึกษาประสิทธิผลของอาหารเสริมจากน้ำมันถั่วดาวอินคาต่อการทำงานของสมองด้านสติปัญญา พบว่า น้ำมันถั่วดาวอินคามีโอเมกา-3 เป็น ส่วนประกอบสำคัญ ซึ่งมีผลต่อการทำงานของระบบประสาท และ บำรุงสมองโดยเกี่ยวข้องกับความจำและสมาธิ จากการศึกษากับ อาสาสมัคร 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน รับประทานน้ำมันถั่วดาว อินคาจำนวน 5 ซอฟท์เจลต่อวัน คิดเป็นโอเมกา-3 จำนวน 1.75 กรัม เป็นระยะเวลา 35 วัน ผลจากแบบทดสอบความจำเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการทดลอง พบว่าไดคะแนนดีขึ้นหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นหมายความว่าน้ำมันถั่วดาวอินคามีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของสมอง

พร้อมลักษณ์ (2559) ให้ความรู้ว่า หนึ่งในอาหารที่ดีสำหรับหัวใจมากที่สุด คือกลุ่มของถั่วเปลือกแข็ง โดยองค์กรทางด้านสุขภาพของประเทศสหรัฐอเมริกาอย่าง American Health Association (AHA) แนะนำให้บริโภคถั่วเปลือกแข็งในปริมาณ 1 กำมือต่อวัน เนื่องจากอาจช่วยลด

ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจซึ่งประเทศไทยเองมีถั่วเปลือกแข็งหลายชนิด ทั้งที่ปลูกเองได้ในประเทศและนำเข้า อาทิ ถั่วลิสง ถั่วเมคาเดเมีย ถั่วอัลมอนด์ ถั่วพิสตาชิโอ และถั่วดาวอินคา แต่ถั่วที่น่าสนใจที่สุดในตอนนี้เนื่องจากรัฐบาลส่งเสริมให้ปลูกและจัดเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดใหม่ของเมืองไทย คือ ถั่วดาวอินคา ซึ่งมีไขมันและโปรตีนสูง มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยเฉพาะโอเมก้า 3 สูง เป็นกรดไขมันจำเป็นซึ่งต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น ร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้ โดยกรดไขมัน โอเมก้า 3 ช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคมะเร็งและโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์ ถั่วดาวอินคายังเป็นแหล่งของวิตามินอี เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นทั้งในร่างกายมนุษย์และการเกิดกลิ่นหืนในอาหาร ป้องกันเซลล์จากการทำลายของอนุมูลอิสระ ยับยั้งการเกาะกลุ่มของเกล็ดเลือด และยังช่วยต้านการอักเสบ โดยจากงานวิจัยของภาคโภชนวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่าน้ำมันจากถั่วดาวอินคามีสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดสูงใกล้เคียงกับน้ำมันงา นอกจากนี้ยังมีสารไฟโตสเตอรอลซึ่งเป็นสารพฤกษเคมีที่มีโครงสร้างคล้ายกับคอเลสเตอรอล จึงทำให้มีคุณสมบัติในการยับยั้งการดูดซึมคอเลสเตอรอลจากอาหารและลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือดอีกทั้งมีการศึกษาถึงความเป็นพิษในการบริโภคทั้งในสัตว์ทดลองและในคน พบว่ามีความปลอดภัยสำหรับการบริโภค ซึ่งในแถบลุ่มน้ำอเมซอนได้บริโภคและเป็นส่วนประกอบในการปรุงอาหารมาเป็นเวลานาน สำหรับประเทศไทยและในต่างประเทศนิยมนำมาบีบสกัดเป็นน้ำมันบรรจุแคปซูลซอฟต์เจล รับประทานในลักษณะของผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่มีโอเมก้า3 สูง นอกจากนี้จากงานวิจัยยังพบว่าสามารถนำกากถั่วดาวอินคาที่เหลือจากการสกัดน้ำมันไปพัฒนาเป็นคุกกี้และผลิตภัณฑ์ขนมคบเคี้ยวชนิดแท่ง สำหรับกลุ่มผู้ประกอบการโอทอปยังได้นำถั่วดาวอินคามาคั่วบรรจุถุงจำหน่ายโดยคาดว่าเวลาอันใกล้นี้จะมีผลิตภัณฑ์จากถั่วดาวอินคาออกสู่ท้องตลาดเพิ่มขึ้น จากคุณประโยชน์ของถั่วดาวอินคาที่กล่าวมา พบว่าการบริโภคถั่วดาวอินคาอาจช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ซึ่งยังคงต้องศึกษายืนยันผลที่ชัดเจนทางโภชนคลินิกอีกครั้งในมนุษย์ แต่อย่างไรแล้วการรับประทานถั่วเปลือกแข็งน่าจะมีผลดีต่อสุขภาพ

เจตนิพัทธ์ และจักราวุธ (2556) ได้ศึกษาการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด ทำการเสริมที่ระดับแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 5 ร้อยละ 10 และร้อยละ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด พบว่าผู้ชิมยังคงให้การยอมรับปริมาณการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยข้าวสังข์หยดในทุกระดับการเสริม โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ระดับร้อยละ 15 ผู้ชิมให้การยอมรับสูงที่สุด

กฤตพล และภาณุพงศ์ (2555) ได้ทำการศึกษาปริมาณงาดำทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในผลิตภัณฑ์มาการองโดยศึกษาปริมาณงาดำที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 50 ร้อยละ 70 และร้อยละ 90 ของน้ำหนักผงอัลมอนด์ทั้งหมด พบว่าปริมาณงาดำทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในผลิตภัณฑ์มาการองที่ระดับ ร้อยละ 70 ของน้ำหนักผงอัลมอนด์ทั้งหมด ผู้ชิมให้การยอมรับมากที่สุด

ฉัตรชัย และสิทธิพร (2555) ได้ทำการศึกษาปริมาณเมล็ดทานตะวันทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในผลิตภัณฑ์มาการอง โดยศึกษาปริมาณเมล็ดทานตะวันในปริมาณที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือร้อยละ 25 ร้อยละ 50 และร้อยละ 75 ของน้ำหนักผงอัลมอนด์ จากการศึกษาพบว่าปริมาณเมล็ดทานตะวันที่ใช้ทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในผลิตภัณฑ์มาการองร้อยละ 75 ของน้ำหนัก ผู้ชิมให้การยอมรับมากที่สุด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 เครื่องมือที่ใช้

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

3.1.1.1 ผงอัลมอนด์ (Aro)

3.1.1.2 ไข่ไก่ (ซีพี เบอร์ 1)

3.1.1.3 น้ำตาลไอซิ่ง (ลิน)

3.1.1.4 น้ำตาลทรายสำหรับทำเบเกอรี่ (ลิน)

3.1.1.5 ผงถั่วดาวอินคาแบบดิบ อบ และผงโปรตีน (ศูนย์อินคาพลัส จังหวัดแพร่)

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

3.1.2.1 ถุงบีบครีม และ หัวบีบเบอร์ 12

3.1.2.2 พายยาง

3.1.2.3 ที่ร่อนแป้ง

3.1.2.4 แผ่นรองอบ

3.1.2.5 อ่างผสม

3.1.2.6 หม้อต้มขนาดเล็ก

3.1.2.7 ถาดอลูมิเนียม

3.1.2.8 เทอร์โมมิเตอร์สำหรับเตาอบ

3.1.2.9 เครื่องชั่งดิจิตอล (ยี่ห้อ OUCE)

3.1.2.10 เครื่องปั่นอาหาร (ยี่ห้อ Philips)

3.1.2.11 เครื่องผสมอาหาร (ยี่ห้อ Electrolux)

3.1.2.12 เตาไฟฟ้าหัวเดี่ยว (ยี่ห้อ Seagull)

3.1.2.13 เตาอบไฟฟ้า (ยี่ห้อHouseworth)

3.1.3 อุปกรณ์ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.1.3.1 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9– Points Hedonic Scale) และผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.1.3.2 ปากกา

3.1.3.3 แก้วน้ำ

3.1.4 อุปกรณ์ในการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

3.1.4.1 แบบทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

3.1.4.2 ผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

3.1.5 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.1.5.1 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Infrared moisture content รุ่น FD-620)

3.1.5.2 เครื่องวิเคราะห์ค่าสี (L*a*b* KONICA MINOLTA รุ่น cm – 3500)

3.2 วิธีการ

3.2.1 การศึกษาสูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์มาการอง

การหาสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมจำนวน 3 สูตร โดยใช้สูตรพื้นฐานที่มีวิธีการและส่วนประกอบแตกต่างกันไปดังแสดงในตารางที่ 3.1 จากนั้นนำมาประเมินคุณภาพทางกายภาพในด้านค่าสี ค่าปริมาณความชื้นและนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความเรียบของมาการอง ขามาการอง สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน วางแผนการทดลองการชิมทางด้านประสาทสัมผัสแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized complete Block Design (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมไปใช้ในการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 3.1 สูตรมาการอง 3 สูตร ที่ใช้ในการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม	**ปริมาณส่วนผสมในแต่ละสูตร**					
	สูตรที่ 1		**สูตรที่ 2**		**สูตรที่ 3**	
	กรัม	**ร้อยละ**	**กรัม**	**ร้อยละ**	**กรัม**	**ร้อยละ**
ผงอัลมอนด์	300	25.10	300	25.00	300	26.09
น้ำตาลทราย	300	25.10	300	25.00	255	22.17
น้ำตาลไอซิ่ง	300	25.10	300	25.00	300	26.09
ไข่ไก่ (ไข่ขาว)	220	18.42	220	18.33	220	19.13
น้ำเปล่า	75	6.28	80	6.67	75	6.52

ที่มา: สูตรที่ 1 PIERRE HERMÉ (2014)
สูตรที่ 2 PHOLFOODMAFIA (2557)
สูตรที่ 3 โสภณ (2557)

3.2.1.1 กรรมวิธีการทำมาการองจากถั่วดาวอินคาสูตรพื้นฐาน สูตรที่ 1 (PIERRE HERMÉ, 2014)

1) ผสมผงอัลมอนด์และน้ำตาลไอซิ่งเข้าด้วยกัน นำไปร่อนแล้วพักไว้

2) ทำอิตาเลียนเมอแรงโดยใส่ไข่ขาวลงในภาชนะ แล้วเตรียมหัวตีรูปตะกร้อไว้

3) เทน้ำลงในหม้อ ใส่น้ำตาลทรายลงไปรอจนน้ำซึมเข้าน้ำตาลให้ทั่วนำไปตั้งไฟกลาง ต้มให้เดือด เปิดเครื่องตีไข่ขาวด้วยความเร็วต่ำเตรียมไว้

4) รอจนน้ำตาลเดือดที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส จึงยกลงจากเตาค่อย ๆ เทลงในโถที่ตีไข่ขาวจนหมดเร่งสปีดตีไข่ขาวด้วยความเร็วสูงสุดจนตั้งยอดแข็งใช้เวลาในการตี 2 นาที แล้วพักไว้ให้คลายความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส จึงนำไปใช้

5) เทไข่ขาวลงผสมกับส่วนผสมของอัลมอนด์ที่ร่อนไว้ คนให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียว

6) แบ่งเมอแรงครึ่งหนึ่งใส่ลงไปแล้วใช้พายยางค่อย ๆ ผสมให้เข้ากันใส่เมอแรงส่วนที่เหลือลงไปแล้วค่อยตะล่อมเบา ๆ ให้เข้ากัน

7) ตักส่วนผสมใส่ถุงบีบที่เตรียมไว้ (เปิดเตาอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส) ไฟ บน-ล่าง เตรียมไว้

8) บีบมาการองลงในถาดรองแผ่นซิลิโคนเคาะถาดจากด้านล่างเบา ๆ ให้ทั่วทั้งถาด พักไว้ 30 นาที ลดอุณหภูมิเตาอบเหลือ 160 องศาเซลเซียส นำมาการองเข้าอบนาน 12 นาที นำฝามาการองออกจากเตาพักไว้ให้เย็นแล้วค่อยๆแกะออกจากแผ่นซิลิโคน

3.2.1.2 กรรมวิธีการทำมาการองจากถั่วดาวอินคาสูตรพื้นฐาน สูตรที่ 2 PHOLFOODMAFIA (2557)

1) ผสมผงอัลมอนด์และน้ำตาลไอซิ่งเข้าด้วยกัน นำไปร่อนแล้วพักไว้

2) ทำอิตาเลียนเมอแรงโดยใส่ไข่ขาวลงในภาชนะ แล้วเตรียมหัวตีรูปตะกร้อไว้เทน้ำลงในหม้อใส่น้ำตาลทรายลงไปรอจนน้ำซึมเข้าน้ำตาลให้ทั่วนำไปตั้งไฟกลางต้มให้เดือด

3) เปิดเครื่องตีไข่ขาวด้วยความเร็วต่ำเตรียมไว้ รอจนน้ำตาลเดือดที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส จึงยกลงจากเตาค่อย ๆ เทลงในโถที่ตีไข่ขาวจนหมดเร่งสปีดตีไข่ขาวด้วยความเร็วสูงสุดจนตั้งยอดแข็งใช้เวลาในการตี 2 นาที แล้วพักไว้ให้คลายความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส จึงนำไปใช้

4) เทไข่ขาวลงผสมกับส่วนผสมของอัลมอนด์ที่ร่อนไว้คนให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวแบ่งเมอแรงครึ่งหนึ่งใส่ลงไปแล้วใช้พายยางค่อย ๆ ผสมให้เข้ากันใส่เมอแรงส่วนที่เหลือลงไปแล้วค่อยตะล่อมเบา ๆ ให้เข้ากัน

5) ตักส่วนผสมใส่ถุงบีบที่เตรียมไว้เปิดเตาอบที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส ไฟ บน-ล่าง เตรียมไว้

6) บีบมาการองลงในถาดรองแผ่นซิลิโคนเคาะถาดจากด้านล่างเบา ๆ ให้ทั่วทั้งถาดแล้วนำมาการองเข้าอบนาน 10 นาที

3.2.1.3 กรรมวิธีการทำมาการองจากถั่วดาวอินคาสูตรพื้นฐาน สูตรที่ 3 โสภณ (2557)

1) ผสมผงอัลมอนด์และน้ำตาลไอซิ่งเข้าด้วยกัน นำไปร่อนแล้วพักไว้

2) ทำอิตาเลียนเมอแรงโดยใส่ไข่ขาวลงในภาชนะ แล้วเตรียมหัวตีรูปตะกร้อไว้

3) เทน้ำลงในหม้อ ใส่น้ำตาลทรายลงไปรอจนน้ำซึมเข้าน้ำตาลให้ทั่ว นำไปตั้งไฟกลาง ต้มให้เดือด รอจนได้อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ให้เปิดเครื่องตีไข่ขาวด้วยความเร็วต่ำเตรียมไว้

4) รอจนน้ำตาลเดือดที่อุณหภูมิ 117 องศาเซลเซียสจึงยกลงจากเตา ค่อย ๆ เทลงในโถที่ตีไข่ขาวจนหมดเร่งสปีดตีไข่ขาวด้วยความเร็วสูงสุดจนตั้งยอดแข็งใช้เวลาในการตี 2 นาที แล้วพักไว้ให้คลายความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส จึงนำไปใช้

5) เทไข่ขาวลงผสมกับส่วนผสมของอัลมอนด์ที่ร่อนไว้ คนให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวแบ่งเมอแรงครึ่งหนึ่งใส่ลงไปแล้วใช้พายยางค่อย ๆ ผสมให้เข้ากันใส่เมอแรงส่วนที่เหลือลงไปแล้วค่อยตะล่อมเบา ๆ ให้เข้ากัน

6) ตักส่วนผสมใส่ถุงบีบที่เตรียมไว้ (เปิดเตาอบที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส) ไฟ บน-ล่าง เตรียมไว้บีบมาการองลงในถาดรองแผ่นซิลิโคนเคาะถาดจากด้านล่างเบา ๆ ให้ทั่วทั้งถาด พักไว้ 5- 10 นาที

7) ลดอุณหภูมิเตาอบลงเหลือ 140 องศาเซลเซียส แล้วนำมาการองเข้าอบนาน 14 นาทีนำฝามาการองออกจากเตาพักไว้ให้เย็นแล้วค่อยๆแกะออกจากแผ่นซิลิโคน

3.2.2 การคัดเลือกชนิดของผงถั่วดาวอินคา ที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

ใช้สูตรมาการองที่คัดเลือกได้จากหัวข้อ 3.2.1 เป็นสูตรพื้นฐานเพื่อนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา โดยนำผงถั่วดาวอินคา 3 ชนิด ได้แก่ ผงถั่วดาวอินคาแบบดิบ ผงถั่วดาว อินคาแบบอบ และผงโปรตีนถั่วดาวอินคา มาทำการทดแทนผงอัลมอนด์ปริมาณร้อยละ 25 ในสูตรพื้นฐานมาการอง จากนั้นนำมาประเมินคุณภาพทางกายภาพในด้านค่าสี ค่าปริมาณความชื้น และนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความเรียบของมาการอง ขามาการอง สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน วางแผนการทดลองการชิมทางด้านประสาทสัมผัสแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized complete Block Design (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อคัดเลือกชนิดของผงถั่วดาวอินคาที่ได้รับการยอมรับไปใช้ในการศึกษาต่อไป

3.2.3 การศึกษาปริมาณผงถั่วดาวอินคาที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

ใช้สูตรมาการองที่คัดเลือกได้จากหัวข้อ 3.2.1 เป็นสูตรพื้นฐานเพื่อนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มาการองจากถั่วดาวอินคา โดยนำมาศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของผงถั่วดาวอินคาชนิดที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.2.2 เพื่อทดแทนปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐานมาการอง 4 ระดับ คือ ร้อยละ 100, 75, 50 และ 25 ประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพในด้าน สี ค่าปริมาณความชื้น และนำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความเรียบของมาการอง ขามาการอง สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน วางแผนการทดลองการชิมทางด้านประสาทสัมผัสแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized complete Block Design (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับเพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพและคุณสมบัติทางเคมีต่อไป

3.2.4 การประเมินองค์ประกอบทางเคมีและพลังงานของผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

นำผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาสูตรมาตรฐานที่พัฒนาได้จากข้อ 3.2.3 และผลิตภัณฑ์มาการองสูตรพื้นฐานจากผงอัลมอนด์มาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการ และองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน (AOAC, 2012) ไขมัน (AOAC, 2012) ความชื้น เยื่อใย เถ้า คาร์โบไฮเดรต และพลังงาน (คำนวณ)

3.2.5 ศึกษารสชาติที่เหมาะสมของไส้ขนมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

นำผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาสูตรมาตรฐานที่พัฒนาได้จากข้อ 3.2.3 โดยนำมาใส่ไส้มาการองที่มีรสชาติที่ต่างกันได้แก่ วานิลลา ช็อกโกแลตและกาแฟ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความเรียบของมาการอง ขามาการอง สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 – Point Hedonic Scale) ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน วางแผนการทดลองการชิมทางด้านประสาทสัมผัสแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized complete Block Design (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อคัดเลือกรสชาติที่ได้รับการยอมรับไปใช้ในการศึกษาต่อไป

3.2.6 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาสูตรที่พัฒนาได้จากข้อ 3.2.5 โดยใช้วิธีการ Accidental Sampling การวางแผนการทดลองการสุ่มแบบไม่เจาะจงใช้กลุ่มผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน โดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์มาการองถั่วดาวอินคา จากนั้นทำการเก็บข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ผลค่าเฉลี่ยและคำนวณร้อยละ

เพื่อศึกษาทัศนคติและสรุปผลการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และความเป็นไปได้ในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาต่อไป

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

3.3.1 ห้องปฏิบัติการของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.3.2 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป

- ครู บุคลากรทางการศึกษา นักเรียน/นักศึกษา ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- บุคคลทั่วไป

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐาน

จากการศึกษาสูตรมาการองพื้นฐานที่มีการเผยแพร่โดยทั่วไปจำนวน 3 สูตร (ภาคผนวก ก) เมื่อศึกษาแล้วนำมาการองที่ได้มาประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพในด้านสี ค่าปริมาณความชื้น แสดงดังตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบชิมแสดงดังตารางที่ 4.2 และลักษณะของมาการองที่ได้แสดงดังภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณภาพทางด้านกายภาพของมาการองสูตรพื้นฐาน

คุณภาพทางกายภาพ	**สูตรที่ 1**	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
ค่าสี L*	72.52 ± 0.24^{ab}	72.74 ± 0.18^{a}	72.11 ± 0.29^{b}
ค่าสี a*^{ns}	3.64±0.32	4.27±0.09	4.07±0.85
ค่าสี b*^{ns}	21.89±0.46	21.22±0.31	22.59±0.89
ค่าความชื้น^{ns} (ร้อยละ)	3.52±0.05	3.58±0.13	3.63±0.07

หมายเหตุ: ตัวอักษร $^{(a,b,c,...)}$ ที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึงค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

สูตร 1 สูตร 2 สูตร 3

ภาพที่ 4.1 มาการองสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร

จากตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพของมาการอง พบว่าค่าสี L* (ค่าความสว่าง) ของมาการองทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากว่ามาการองทั้ง 3 สูตร ใช้ระยะเวลาในการอบที่แตกต่างกัน เมื่อใช้ระยะเวลาในการอบมากขึ้นมีผลให้สีของผลิตภัณฑ์ขนมอบแข็งขึ้นค่าความสว่างของมาการองก็จะลดลง ส่วนค่าสี a*(ค่าความ

เป็นสีแดง), b*(ค่าความเป็นสีเหลือง) และค่าความชื้น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 4.2 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการองสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ		
	สูตรที่ 1	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
ความเรียบของหน้ามาการอง	7.13 ± 1.50^{b}	8.20 ± 0.71^{a}	7.93 ± 1.01^{a}
ขามาการอง^{ns}	7.13 ± 1.22	6.97 ± 1.86	7.30 ± 1.44
สี	6.97 ± 1.09^{b}	7.47 ± 1.33^{a}	7.23 ± 1.25^{ab}
กลิ่น^{ns}	6.90 ± 1.60	6.97 ± 1.63	6.87 ± 1.38
รสชาติ^{ns}	6.70 ± 1.73	6.10 ± 1.84	6.63 ± 1.75
เนื้อสัมผัส	6.50 ± 1.91^{b}	5.50 ± 1.73^{c}	7.23 ± 1.67^{a}
ความชอบโดยรวม	7.20 ± 1.40^{a}	6.50 ± 1.55^{b}	7.43 ± 1.45^{a}

หมายเหตุ: ตัวอักษร $^{(a,b,c,...)}$ ที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึงค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 4.2 แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการองทั้ง 3 สูตร พบว่ามาการองทั้ง 3 สูตรมีความแตกต่างกัน และได้เลือกสูตรที่ 3 เนื่องจากมาการองที่ได้มีคุณสมบัติที่ดี โดยมีขามาการองขึ้นสวยงาม และมีเนื้อสัมผัสที่กรอบนอกนุ่มใน เนื้อขนมแน่นเต็มคำ ไม่มีโพรงอากาศขนาดใหญ่ ซึ่งการเกิดขาของมาการองจะเกิดขึ้นได้โดยการพักหน้าขนมก่อนอบจะช่วยทำให้ผิวขนมด้านบนเซตตัวแห้งมากขึ้น เพราะถ้าขนมแห้งจนเซตตัวแน่นแล้วเมื่อนำขนมไปอบแรงดันที่เกิดจะไม่สามารถดันขึ้นด้านบนได้ทำให้ต้องไปออกด้านล่างแทนมาการองก็จะเกิดขาที่สวยงาม และระยะเวลาในการให้ความร้อนต่อขนมอบจะทำให้เกิดลักษณะเฉพาะของขนมอบทำให้ขนมมีการเกิดเปลือกแข็ง ลักษณะกรอบและแข็งขึ้น และเกิดเป็น รูพรุนเนื่องจากโปรตีนเกิดการตกตะกอนเสียสภาพ การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างและการสูญเสียน้ำบางส่วนทำให้เปลือกของอาหารที่ผ่านการอบมีลักษณะเฉพาะตัว (วิไล, 2559) ซึ่งมาการองสูตรที่ 3 มีคะแนนคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสสูงที่สุด อาจเนื่องมาจากว่าในสูตรที่ 3 ใช้เวลาในการอบนานที่สุดจึงทำให้ขนมมีความกรอบมากกว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ที่ใช้เวลาในการอบน้อยลงมาตามลำดับ จึงได้เลือกสูตรมาการองสูตรที่ 3 ในการศึกษาขั้นต่อไป

4.2 ผลการศึกษาชนิดของผงถั่วดาวอินคาที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

การศึกษาชนิดของผงถั่วดาวอินคาที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา โดยนำผงถั่วดาวอินคา 3 ชนิดได้แก่ ผงถั่วดาวอินคาแบบดิบ ผงถั่วดาวอินคาแบบอบ และผงโปรตีนถั่วดาวอินคา โดยทำการทดแทนด้วยปริมาณผงถั่วดาวอินคาทั้ง 3 ชนิดในปริมาณร้อยละ 25 ของปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐาน มาประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพในด้านสี ค่าปริมาณความชื้น แสดงดังตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบชิมแสดงดังตารางที่ 4.4 และลักษณะของมาการองที่ได้แสดงดังภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพในการทดแทนอัลมอนด์ในปริมาณร้อยละ 25 ด้วยผงถั่วดาวอินคา 3 ชนิดในสูตรพื้นฐานของมาการอง

คุณภาพทางกายภาพ	สูตรพื้นฐาน	ผงถั่วดาวอินคาแบบดิบ	ผงถั่วดาวอินคาแบบอบ	ผงโปรตีนถั่วดาวอินคา
ค่าสี L*	72.46 ± 0.86^{a}	70.02 ± 0.49^{b}	69.14 ± 0.75^{b}	68.87 ± 0.80^{b}
ค่าสี a*	6.25 ± 0.71^{c}	8.05 ± 0.30^{ab}	6.97 ± 0.50^{bc}	8.32 ± 0.41^{a}
ค่าสี b*	24.69 ± 0.89^{c}	26.53 ± 0.39^{b}	24.96 ± 0.75^{c}	28.87 ± 0.21^{a}
ค่าความชื้น (ร้อยละ)	3.85 ± 0.04^{a}	3.83 ± 0.04^{a}	3.50 ± 0.04^{b}	3.83 ± 0.02^{a}

หมายเหตุ: ตัวอักษร $^{(a,b,c,...)}$ ที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึงค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$

สูตรพื้นฐาน ผงถั่วดาวอินคาดิบ ผงถั่วดาวอินคาอบ ผงโปรตีนถั่วดาวอินคา

ภาพที่ 4.2 ผลิตภัณฑ์มาการองที่ใช้ผงถั่วดาวอินคาทั้ง 3 ชนิด

จากตารางที่ 4.3 ผลการประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพในการทดแทนผงอัลมอนด์ด้วยผงถั่วดาวอินคาแบบดิบ ผงถั่วดาวอินคาแบบอบ และผงโปรตีนถั่วดาวอินคา พบว่าการทดแทนด้วยผงถั่วดาวอินคาทั้ง 3 ชนิด มีผลต่อค่าสีของมาการองโดย ค่าสี L*(ค่าความสว่าง) ของสูตรที่มีการ

ทดแทนด้วยผงถั่วดาวอินคาทั้ง 3 ชนิดต่ำกว่าสูตรพื้นฐาน เนื่องจากเมื่อมีการเติมผงถั่วดาวอินคาที่มีสีเหลืองเข้มแทนปริมาณของผงอัลมอนด์ทำให้สีของมาการองเข้มขึ้นค่าความสว่างลดลง แต่มีค่าสี a* (ค่าความเป็นสีแดง) และค่าสี b* (ค่าความเป็นสีเหลือง) สูงขึ้นกว่าสูตรพื้นฐาน ส่วนค่าความชื้นพบว่าการทดแทนด้วยผงถั่วดาวอินคาแบบอบทำให้มาการองมีค่าความชื้นที่ต่ำที่สุด เนื่องจากถั่วดาวอินคาแบบอบได้ผ่านการให้ความร้อนแล้วจึงอาจส่งผลให้ปริมาณความชื้นในขนมลดลงตามไปด้วย

ตารางที่ 4.4 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการองที่มีการทดแทนปริมาณผงถั่วดาวอินคาทั้ง 3 ชนิดในปริมาณร้อยละ 25 ของปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ			
	สูตรพื้นฐาน	ผงถั่วดาวอินคาแบบดิบ	ผงถั่วดาวอินคาแบบอบ	ผงโปรตีนถั่วดาวอินคา
ความเรียบของหน้ามาการอง^{ns}	7.80±1.13	7.50±1.41	7.73±0.91	7.60±1.13
ขามาการอง^{ns}	7.03±1.50	6.93±1.41	7.13±1.28	7.43±1.55
สี	7.73±1.23^{a}	7.37±1.89^{ab}	7.00±1.36^{b}	7.13±1.66^{b}
กลิ่น	7.17±1.49^{a}	5.83±1.88^{b}	6.13±1.57^{b}	6.27±1.80^{b}
รสชาติ	6.97±1.61^{a}	5.83±1.82^{bc}	5.53±1.89^{c}	6.33±1.63^{ab}
เนื้อสัมผัส^{ns}	6.43±1.98	6.30±1.86	6.07±1.64	6.50±1.55
ความชอบโดยรวม	7.33±1.37^{a}	6.33±1.86^{b}	6.33±1.54^{b}	6.93±1.39^{ab}

หมายเหตุ: ตัวอักษร $^{(a,b,c,...)}$ ที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึงค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 4.4 แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการองที่ทดแทนด้วยผง ถั่วดาวอินคาแบบดิบ ผงถั่วดาวอินคาแบบอบ และผงโปรตีนถั่วดาวอินคาในด้านความเรียบของหน้ามาการอง ขามาการองและเนื้อสัมผัส แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่จะมีความแตกต่างกันในด้าน กลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวม พบว่าการทดแทนด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคาแทนการใช้ผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐานมาการอง ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสมากที่สุด เนื่องจากว่าโดยปกติแล้วถั่วดาวอินคาจะมีกลิ่นแรงเป็นเอกลักษณ์อาจส่งผลกระทบต่อความชอบของผู้ทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ซึ่งเมื่อใช้ผงโปรตีนถั่วดาวอินคาที่สกัดน้ำมันบางส่วนออกทำให้กลิ่นของถั่วดาวอินคาลดลง อาจส่งผลให้มีคะแนนการยอมรับในด้านรสชาติและด้านความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกับสูตรพื้นฐานที่ใช้อัลมอนด์ จึงเลือกใช้ผงโปรตีนถั่วดาวอินคาในการทดแทนผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์มาการองต่อไป

4.3 ผลการศึกษาปริมาณผงถั่วดาวอินคาที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

การศึกษาปริมาณผงถั่วดาวอินคาที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการอง โดยนำผงโปรตีนถั่วดาวอินคามาทดแทนผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐานมาการอง 4 ระดับ คือ ร้อยละ 100, 75, 50 และ 25 ของปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐาน มาประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพในด้านสี ค่าปริมาณความชื้น แสดงดังตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบชิมแสดงดังตารางที่ 4.6 และลักษณะของมาการองแสดงดังภาพที่ 4.3

ตารางที่ 4.5 คุณภาพทางด้านกายภาพของมาการองที่ทดแทนอัลมอนด์ด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคา 4 ระดับในปริมาณร้อยละ 100, 75, 50 และ 25 ของปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐาน

คุณภาพทางกายภาพ	สูตรพื้นฐาน	ผงโปรตีนถั่วดาวอินคา			
		ร้อยละ 25	**ร้อยละ 50**	**ร้อยละ 75**	**ร้อยละ 100**
ค่าสี L*^{ns}	67.70±1.18	66.86±0.96	66.05±0.63	66.61±0.66	65.65±0.93
ค่าสี a*	8.77±0.17^{b}	8.98±0.33^{b}	10.42±0.18^{a}	11.07±0.52^{a}	11.11±0.72^{a}
ค่าสี b*	25.90±0.55^{c}	26.20±0.17^{c}	29.25±0.47^{b}	31.04±0.60^{a}	30.96±0.90^{a}
ค่าความชื้น	4.49±0.04^{b}	4.48±0.04^{b}	4.53±0.03^{b}	4.70±0.02^{a}	4.69±0.02^{a}

หมายเหตุ: ตัวอักษร $^{(a,b,c,...)}$ ที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึงค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

สูตรพื้นฐาน ผงถั่วร้อยละ 25 ผงถั่วร้อยละ 50 ผงถั่วร้อยละ 75 ผงถั่วร้อยละ 100

ภาพที่ 4.3 ผลิตภัณฑ์มาการองที่ทดแทนอัลมอนด์ด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคาในปริมาณต่างกัน

จากตารางที่ 4.5 ผลการประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพของมาการองที่ทดแทนด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคา ทั้ง 4 ระดับในปริมาณร้อยละ 100, 75, 50 และ 25 ของปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐาน พบว่าค่าสี L*(ค่าความสว่าง) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากสูตรพื้นฐาน ส่วนค่าสี a*(ค่าความเป็นสีแดง) ค่าสี b*(ค่าความเป็นสีเหลือง) มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อปริมาณผงโปรตีนถั่วดาวอินคามากขึ้น เนื่องจากผงโปรตีนถั่วดาวอินคามีสีเหลืองเข้มกว่าผงอัลมอนด์ ค่าความชื้น พบว่าเมื่อทำการทดแทนปริมาณผงโปรตีนถั่วดาวอินคาแทนผงอัลมอนด์ในปริมาณที่สูงขึ้นส่งผลให้ค่าความชื้นเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการองที่ทดแทนปริมาณอัลมอนด์ด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคาในปริมาณต่างกัน

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ				
	สูตรพื้นฐาน	ร้อยละ25	ร้อยละ 50	ร้อยละ 75	ร้อยละ 100
ความเรียบของหน้ามาการอง^{ns}	7.73±1.15	7.54±1.03	7.61±1.06	7.80±1.33	7.38±1.55
ขามาการอง	7.46±1.20^{a}	7.61±0.94^{a}	7.77±1.77^{a}	7.27±1.48^{ab}	6.84±1.51^{b}
สี	7.50±1.24^{a}	7.27±1.37^{ab}	7.08±1.35^{ab}	7.23±1.48^{ab}	6.84±1.25^{b}
กลิ่น	7.65±1.09^{a}	6.77±1.48^{b}	6.58±1.65^{b}	6.27±1.71^{b}	6.23±1.60^{b}
รสชาติ	7.65±1.16^{a}	6.50±1.86^{b}	6.65±1.47^{b}	6.23±1.86^{b}	6.46±1.63^{b}
เนื้อสัมผัส^{ns}	6.61±1.77	6.31±1.54	6.46±1.24	6.42±1.80	6.58±1.60
ความชอบโดยรวม	7.61±0.85^{a}	6.88±1.03^{b}	6.92±1.16^{b}	6.81±1.55^{b}	6.61±1.44^{b}

หมายเหตุ: ตัวอักษร $^{(a,b,c,...)}$ ที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึงค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 4.6 แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการองที่ทดแทนปริมาณผงโปรตีนถั่วดาวอินคาทั้ง 4 ระดับในปริมาณร้อยละ 100, 75, 50 และ 25 ของปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐานพบว่า จากคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการองที่ทดแทนปริมาณผงโปรตีนถั่วดาวอินคาในระดับที่ต่างกัน ผู้วิจัยได้เลือกการทดแทนด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคาในปริมาณร้อยละ 75 ของปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐาน ในการศึกษาขั้นต่อไปเนื่องจากว่าเมื่อเปรียบเทียบคะแนนคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสในการทดแทนด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคาทั้ง 4 ระดับพบว่าแทบจะไม่มีความแตกต่างกันในคุณลักษณะทุกด้าน แต่การทดแทนด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคาร้อยละ 100 จะมีคะแนนคุณลักษณะในด้านขาและสีของมาการองน้อยที่สุด ซึ่งขาของมาการองถือว่าเป็นคุณลักษณะที่สำคัญสำหรับผลิตภัณฑ์มาการองเนื่องจากว่าถ้ามาการองไม่มีขาหรือมีขามาการองที่ขึ้นรูปไม่สม่ำเสมอก็จะถือว่าเป็นมาการองที่ไม่สมบูรณ์ (โสภณ, 2557)

4.4 ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา โดยศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในด้านปริมาณของโปรตีน ไขมัน เยื่อใย ความชื้น เถ้า คาร์โบไฮเดรต และศึกษาปริมาณพลังงานของมาการองสูตรพื้นฐานและมาการองถั่วดาวอินคา แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 องค์ประกอบทางเคมีและพลังงานของมาการองสูตรพื้นฐานและมาการองถั่วดาวอินคา (หนึ่งหน่วยบริโภค:100กรัม)

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)	มาการองสูตรพื้นฐาน	มาการองถั่วดาวอินคา
โปรตีน	21.21 ± 0.23^{b}	28.00 ± 0.43^{a}
ไขมัน	18.04 ± 0.78^{a}	11.70 ± 0.44^{b}
คาร์โบไฮเดรต	51.77	50.61
เยื่อใย^{ns}	2.49 ± 0.02	2.64 ± 0.20
ความชื้น	5.16 ± 0.11^{b}	5.47 ± 0.12^{a}
เถ้า	1.33 ± 0.15^{b}	1.58 ± 0.28^{a}
พลังงาน (คำนวณ)	454.28	419.74

หมายเหตุ: ตัวอักษร $^{(a,b,c,...)}$ ที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึงค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของมาการองสูตรพื้นฐานและมาการองที่แทนด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคาร้อยละ 75 ของปริมาณผงอัลมอนด์ ในปริมาณ 100 กรัม พบว่ามาการองถั่วดาวอินคามีปริมาณโปรตีนที่มากกว่าสูตรพื้นฐาน และมีปริมาณของไขมันที่น้อยกว่าสูตรพื้นฐาน เนื่องจากว่ามาการองถั่วดาวอินคาได้ใช้ผงโปรตีนถั่วดาวอินคาที่สกัดน้ำมันบางส่วนออก จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณโปรตีนที่สูงขึ้นและปริมาณไขมันที่น้อยลงจากสูตรพื้นฐานที่ใช้ผงอัลมอนด์ ซึ่งยังคงมีปริมาณของไขมันสะสมอยู่ จึงส่งผลให้ปริมาณของพลังงานที่ได้จากการคำนวณปริมาณโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตในผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคามีปริมาณพลังงานที่ลดลงจากสูตรพื้นฐาน

4.5 ผลการศึกษารสชาติของไส้ที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

จากการศึกษารสชาติที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการอง โดยนำมาการองที่ทดแทนด้วยโปรตีนถั่วดาวอินคาที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในระดับร้อยละ 75 ของปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐานที่มีรสชาติที่ต่างกันได้แก่ วานิลลา ช็อกโกแลต และกาแฟ ผลการทดสอบชิมแสดงดังตารางที่ 4.8 และ ลักษณะของมาการองที่ได้แสดงดังภาพที่ 4.4

ภาพที่ 4.4 ผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาไส้วานิลลา ช็อกโกแลตและกาแฟ

ตารางที่ 4.8 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาไส้วานิลลา ช็อกโกแลต และกาแฟ

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ			
	สูตรพื้นฐาน (ไส้วานิลลา)	ไส้วานิลลา	ไส้ช็อกโกแลต	ไส้กาแฟ
ความเรียบของหน้ามาการอง^{ns}	8.10±1.21	8.00±1.23	8.03±1.16	8.30±0.99
ขามาการอง^{ns}	8.10±1.25	8.00±1.42	8.03±1.32	8.30±1.29
สี^{ns}	7.70±1.46	7.80±1.09	7.63±1.30	8.07±1.08
กลิ่น	8.10±1.27^{a}	7.17±1.89^{bc}	6.70±1.89^{c}	7.40±1.71^{b}
รสชาติ ^{ns}	7.60±1.52	7.27±1.57	7.20±1.52	7.40±1.16
เนื้อสัมผัส^{ns}	7.57±1.55	7.53±1.38	7.50±1.38	7.76±1.22
ความชอบโดยรวม^{ns}	7.83±1.31	7.63±1.27	7.47±1.22	7.90±1.18

หมายเหตุ: ตัวอักษร $^{(a,b,c,...)}$ ที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึงค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 4.8 แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการองที่ทดแทนด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคาร้อยละ 75 ของปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐานที่ใส่ไส้วานิลลา ช็อกโกแลต และกาแฟพบว่าในด้านความเรียบของหน้ามาการอง ขามาการอง สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนในด้านกลิ่นพบว่ามาการองที่ทดแทนด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคาร้อยละ 75 ของปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐานไส้กาแฟ มีคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นสูงที่สุดเนื่องจากว่ากลิ่นของกาแฟช่วยดับกลิ่นของน้ำมันถั่วดาวอินคาบางส่วนในผลิตภัณฑ์มาการองจึงทำให้ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์มาการองถั่วดาวอินคาไส้กาแฟมากที่สุด

4.6 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา โดยใช้วิธีการ Accidental Sampling การวางแผนการทดลองแบบสุ่มไม่เจาะจง สำหรับกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษาลักษณะทางด้านประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค แสดงดังตารางที่ 4.10 และข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาแสดงดังตารางที่ 4.11 และตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.9 ลักษณะทางด้านประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค

ลักษณะทางประชากร	กลุ่ม	ร้อยละ (n=100)
เพศ	ชาย	34
	หญิง	66
อายุ(ปี)	20-29	46
	30-39	25
	40-49	10
	50-59	9
	60 ปี ขึ้นไป	7
ระดับการศึกษา	มัธยมศึกษาตอนต้น	11
	มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	3
	อนุปริญญา/ปวส.	3
	ปริญญาตรี	57
	สูงกว่าปริญญาตรี	26
	อื่น ๆ	0
อาชีพ	นักเรียน/นักศึกษา	33
	ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	39
	พนักงานบริษัทเอกชน	5
	รับจ้างทั่วไป	11
	ธุรกิจส่วนตัว	2
	อื่น ๆ	10
รายได้ต่อเดือน(บาท)	ต่ำกว่า 5,000	21
	5,001-10,000	15
	10,001-15,000	22
	15,001-20,000	8
	20,001-25,000	13
	สูงกว่า 25,000	21

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลการยอมรับผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

ปัจจัย	ความถี่	ร้อยละ(n=100)
ความรู้สึกต่อผลิตภัณฑ์		
ไม่ชอบมาก	-	1
ไม่ชอบ	-	8
เฉย ๆ	-	21
ชอบ	-	41
ชอบมาก	-	29
การยอมรับผลิตภัณฑ์		
ยอมรับ	-	86
ไม่ยอมรับ	-	14
เหตุผลที่ยอมรับผลิตภัณฑ์(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
สีสวย รูปลักษณ์ดี	29	11.93
กลิ่นหอมน่ารับประทาน	55	22.63
รสชาติดี มีความอร่อย	56	23.05
มีประโยชน์ต่อร่างกาย	40	16.46
ภาชนะบรรจุ/ฉลาก สวยงามเหมาะสม	16	6.59
มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ	47	19.34
รวม	243	100.00
การยอมรับซื้อผลิตภัณฑ์ในราคา 65 บาท		
สนใจ	-	81
ไม่สนใจ	-	19

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลแสดงเหตุผลที่ผู้บริโภคสนใจในการเลือกซื้อและเหตุผลที่ไม่สนใจในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

ความสนใจในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์	ปัจจัย	ความถี่	ร้อยละ (n=100)
สนใจ	ผลิตภัณฑ์มีความอร่อย	18	23.08
	ผลิตภัณฑ์มีประโยชน์	10	12.82
	ผลิตภัณฑ์มีความแปลกใหม่	10	12.82
	ผลิตภัณฑ์น่ารับประทาน	2	2.56
	ผลิตภัณฑ์มีราคาไม่แพง	31	39.75
	ผลิตภัณฑ์ช่วยส่งเสริมวัตถุดิบทางการเกษตร	5	6.41
	บรรจุภัณฑ์มีความสวยงาม	2	2.56
	รวม	78	100.00
ไม่สนใจ	ผลิตภัณฑ์มีรสชาติหวานเกินไป	1	12.5
	ผลิตภัณฑ์มีราคาแพงเกินไป	1	12.5
	ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสแข็งเกินไป	4	50
	ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นถั่วแรงเกินไป	2	25
	รวม	8	100

จากตารางที่ 4.10, 4.11 และ 4.12 พบว่าผู้บริโภคเป็นเพศหญิงร้อยละ 66 เพศชายร้อยละ 34 โดยเป็นผู้บริโภคที่มีช่วงอายุระหว่าง 20 – 29ปี จำนวนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 48 ระดับการศึกษาสูงสุดส่วนใหญ่อยู่ในระดับการศึกษาปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 57 รองลงมาคือระดับการศึกษาสูงกว่าปริญญาตรีร้อยละ 26 อาชีพของผู้บริโภคเป็นกลุ่มผู้บริโภคที่ประกอบอาชีพเป็นข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 39 รองลงมา คือกลุ่มผู้บริโภคที่เป็น นักเรียน/นักศึกษาคิดเป็นร้อยละ 33 โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ย 10,001- 15,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 22 รองลงมาคือผู้ที่มีรายได้เฉลี่ยต่ำกว่า 5,000 บาท และรายได้เฉลี่ยสูงกว่า 25,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 21 ในด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาเกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ร้อยละ 41 มีความรู้สึกชอบ ร้อยละ 29 รู้สึกชอบมาก ผู้บริโภคร้อยละ 86 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา ซึ่งเหตุผลในการยอมรับผลิตภัณฑ์ผู้บริโภคให้ความสำคัญในด้านรสชาติ และความอร่อยมาเป็นอันดับแรกโดยให้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 56 รองลงมาคือผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอมน่ารับประทาน ร้อยละ 55 ผลิตภัณฑ์มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ ร้อยละ 47 และผลิตภัณฑ์มีประโยชน์ต่อร่างกายร้อยละ 40 ซึ่งเมื่อสอบถามถึงการตัดสินใจในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาพบว่าผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างสนใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาราคากล่องละ 65 บาท ในขนาดบรรจุ 60 กรัม คิดเป็นร้อยละ 81 ซึ่งผู้บริโภคให้เหตุผล

ในการตัดสินใจในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีราคาไม่แพง มีความอร่อย มีความแปลกใหม่ มีประโยชน์ ช่วยส่งเสริมวัตถุดิบทางการเกษตร และบรรจุภัณฑ์มีความสวยงาม น่ารับประทาน ส่วนผู้บริโภคที่ไม่สนใจในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาคิดเป็นร้อยละ 19 ซึ่งผู้บริโภคให้เหตุผลในการตัดสินใจในการไม่เลือกซื้อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสแข็งเกินไป มีกลิ่นถั่วแรงเกินไป มีรสชาติหวานเกินไปและมีราคาสูงเกินไปสำหรับผู้ที่มีรายได้น้อย ในด้านของราคาต้นทุนในการผลิตมาการองจากถั่วดาวอินคา มีราคาต้นทุนกล่องละ 38.88 บาท ดังแสดงใน ภาคผนวก ก

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์มาการอง

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการองสูตรพื้นฐานประกอบด้วย ผงอัลมอนด์ ไข่ขาว น้ำตาลทราย น้ำตาลไอซิ่ง และน้ำ ของโสภณ (2557) เนื่องจากมาการองที่ได้มีคุณลักษณะที่ดี มีขามาการองขึ้นสวยงาม ขนมมีความกรอบนอกนุ่มใน เนื้อขนมแน่นเต็มคำ และได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมสูงที่สุด

5.1.2 ผลการศึกษาชนิดของผงถั่วดาวอินคาที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

จากการศึกษาชนิดของผงถั่วดาวอินคาที่ใช้ทดแทนผงอัลมอนด์ในผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา พบว่าการทดแทนด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคาได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมสูงที่สุด เนื่องจากว่าผงโปรตีนถั่วดาวอินคาได้ถูกสกัดน้ำมันบางส่วนออกซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะตัวของถั่วดาวอินคา มาการองที่ได้จึงมีกลิ่นของถั่วดาวอินคาที่น้อยกว่าการทดแทนด้วยผงถั่วดาวอินคาแบบดิบ และผงถั่วดาวอินคาแบบอบที่ไม่ถูกสกัดน้ำมันบางส่วนออก

5.1.3 ผลการศึกษาปริมาณผงถั่วดาวอินคาที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

การทดแทนปริมาณผงถั่วดาวอินคาในระดับที่ต่างกันแทบจะไม่มีความแตกต่างกันในด้านคุณลักษณะด้านต่าง ๆ แต่จะมีความแตกต่างในเรื่องของขามาการอง ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในด้านลักษณะและรูปร่างของผลิตภัณฑ์พบว่าในการทดแทนผงโปรตีนถั่วดาวอินคาในปริมาณร้อยละ 75 ของปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐานเป็นระดับสูงที่สุดที่สามารถรักษาคุณสมบัติที่ดีของมาการองและผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับ

5.1.4 ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของมาการองสูตรพื้นฐานและมาการองที่แทนด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคาร้อยละ 75 ของปริมาณผงอัลมอนด์ ในปริมาณ 100 กรัม พบว่ามาการองถั่วดาวอินคามีปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้นและปริมาณของไขมันที่ลดลงจากสูตรพื้นฐานเนื่องจากว่ามาการองถั่วดาวอินคาได้ใช้ผงโปรตีนถั่วดาวอินคาที่สกัดน้ำมันบางส่วนออกจึงส่งผลให้ปริมาณของพลังงานที่ได้จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาลดลงจากสูตรพื้นฐาน

5.1.5 ผลการศึกษารสชาติของไส้ที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

มาการองที่ทดแทนด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคาร้อยละ 75 ของปริมาณผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐานไส้วานิลลา ไส้ช็อกโกแลต และไส้กาแฟ ไม่มีความแตกต่างกันในคุณลักษณะทุกด้าน ยกเว้นมาการองถั่วดาวอินคาไส้กาแฟมีคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นสูงที่สุด เนื่องจากว่ากลิ่นของกาแฟช่วยกลบกลิ่นของน้ำมันถั่วดาวอินคาบางส่วนในผลิตภัณฑ์มาการองจึงทำให้ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด

5.1.6 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

ผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคเป็นเพศหญิงร้อยละ 66 เพศชายร้อยละ 34 ผู้บริโภคร้อยละ 86 ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา ซึ่งเหตุผลในการยอมรับผลิตภัณฑ์ผู้บริโภคให้ความสำคัญในด้านรสชาติ และความอร่อยมาเป็นอันดับแรก รองลงมาคือผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอมน่ารับประทาน ผลิตภัณฑ์มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ และผลิตภัณฑ์มีประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งเมื่อสอบถามถึงการตัดสินใจในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาพบว่าผู้บริโภคกลุ่มตัวอย่างสนใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาราคากล่องละ 65 บาท ในขนาดบรรจุ 60 กรัม คิดเป็นร้อยละ 81 ซึ่งผู้บริโภคให้เหตุผลในการตัดสินใจในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีราคาไม่แพง มีความอร่อย มีความแปลกใหม่ มีประโยชน์ ช่วยส่งเสริมวัตถุดิบทางการเกษตร และบรรจุภัณฑ์มีความสวยงาม น่ารับประทาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ศึกษาชนิดของไส้มาการองแบบอื่นที่จะสามารถลดกลิ่นของถั่วดาวอินคาในผลิตภัณฑ์

5.2.2 ศึกษาการลดปริมาณกลิ่นของถั่วดาวอินคา ที่เป็นวัตถุดิบที่สามารถใช้ทดแทนในผลิตภัณฑ์ขนบอบชนิดอื่นเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์

5.2.3 ศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาไส้กาแฟ

5.2.4 ศึกษาการเพิ่มสารปรุงแต่งกลิ่นรสที่ทำให้ตัวขนมได้รับการยอมรับในด้านกลิ่นมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กฤตพล อุสาหะ และ ภาณุพงศ์ สวัสดิ์ทัศน์. 2555. **การศึกษาปริมาณงาดำทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในผลิตภัณฑ์มาการอง.** แผนงานพิเศษปริญญาตรี. (สาขาอาหารและโภชนาการ). คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ขวัญฤดี ธราธารกุลวัฒนา และพินิจ จันทร. 2558. **ถั่วดาวอินคา โอเมก้าบนดิน.** ปัญญาชน. กรุงเทพฯ.

"คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาล". 2560. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http:// www.medthai.com, 12 กันยายน 2560.

"คุณค่าทางโภชนาการของอัลมอนด์". 2560. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http:// www.medthai.com, 12 กันยายน 2560.

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2545. **เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เจตนิพันธ์ บุณยสวัสดิ์ และ จักราวุธ ภู่เสม. 2556. **การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด.** รายงานการวิจัย. สาขาอาหารและโภชนาการ. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ฉัตรชัย วงศ์จำปา และสิทธิพร ธารไทรทอง. 2555. **การศึกษาปริมาณเมล็ดทานตะวันทดแทนผงอัลมอนด์บางส่วนในผลิตภัณฑ์มาการอง.** แผนงานพิเศษปริญญาตรี. (สาขาอาหารและโภชนาการ). คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ทิพวรรณ เฟื่องเรือง. 2548. **ขนมอบ.** วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร กรมอาชีวศึกษากระทรวงศึกษาการ.กรุงเทพฯ.

ธนกฤต ศิลปะธรากุล. 2559. **ประสิทธิผลของอาหารเสริมจากน้ำมันถั่วดาวอินคาในรูปรับประทานต่อการทำงานของสมองด้านสติปัญญา.** การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา.

พร้อมลักษณ์. **"ถั่วดาวอินคา ถั่วรักษ์หัวใจ ต้านการอักเสบ ลดคอเลสเตอรอลในเลือด".** เดลินิวส์ 15 กุมภาพันธ์ 2559: 1,3

"ลักษณะที่ดีของมาการอง"[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.wordpress.com, 12 กันยายน 2560.

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

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร. ม.ป.ป. **“บทบาทของน้ำในอาหาร”** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http:// www.foodnetworksolution.com, 18 กันยายน 2560.

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

“อัลมอนด์”[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http:// www.frynn.com, 12 กันยายน 2560.

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

Gebhardt, S. E. and Thomas. R.G. 2002. **Nutritive Value of Foods.** United States of Ameriaca: U.S. Department of Agriculture.

Kelly. 2010. **“Meringue”** [online] Availablefrom http://whatkellycooks.blogspot.com, September 12, 2017.

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

Pholfoodmafia. 2014. **“Macarons Chef phol”** [online] Availablefrom: http://www.pholfoodmafia.com, September 12, 2012.

PIERRE HERMÉ. 2014. **Macarons**. 9^{th}. Grub street. London

Rinsky G., Laura. and H.R. 2007. **The Pastry chef’s companion: a comprehensive resource guide for the baking and pastry professional.** John Wiley & Sons, Inc.United States of America.

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 Culinary Institute of America 2009. **Baking and Pastry: Mastering the Art and Craft.** 2^{nd} Ed. John Wiley & Sons, Inc. United States of America.

Zailom. 2554. **“Macaron”** [online] Availablefrom: http://www.bloggang.com, September 12, 2012.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก กรรมวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

ภาคผนวก ข การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ภาคผนวก ค วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

ภาคผนวก ง แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและแบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์

ภาคผนวก ก

กรรมวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

ก.1 กรรมวิธีการผลิตมาการองสูตรพื้นฐาน

ก.1.1 สูตรพื้นฐานมาการองที่นำมาศึกษามี 3 สูตร ได้แก่สูตรที่ 1 PHOLFOODMAFIA (2014), สูตรที่ 2 PIERRE HERMÉ(2014) และสูตรที่ 3 โสภณ สมประสงค์บิวโดอิน (2014)

ตารางที่ ก.1 สูตรมาการอง 3 สูตรที่ใช้ในการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสมในแต่ละสูตร					
	สูตรที่ 1		สูตรที่ 2		สูตรที่ 3	
	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
ผงอัลมอนด์	300	25.10	300	25.00	300	26.09
น้ำตาลทราย	300	25.10	300	25.00	255	22.17
น้ำตาลไอซิ่ง	300	25.10	300	25.00	300	26.09
ไข่ไก่ (ไข่ขาว)	220	18.42	220	18.33	220	19.13
น้ำเปล่า	75	6.28	80	6.67	75	6.52

ที่มา: สูตรที่ 1 PIERRE HERMÉ (2014)
สูตรที่ 2 PHOLFOODMAFIA (2557)
สูตรที่ 3 โสภณ (2557)

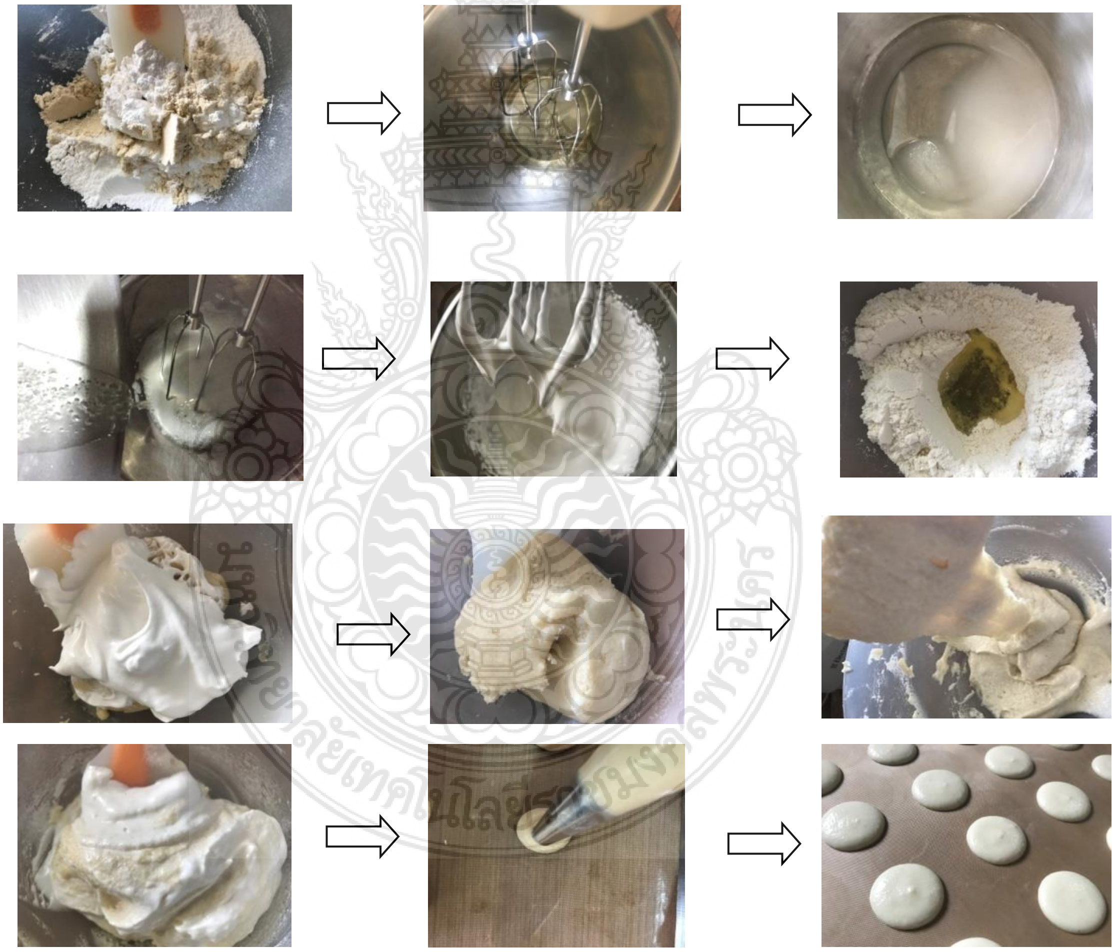
สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3

ภาพที่ ก.1 มาการองสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

กรรมวิธีการผลิตมาการองสูตรพื้นฐาน

1. ผสมผงอัลมอนด์และน้ำตาลไอซิ่งเข้าด้วยกัน นำไปร่อนแล้วพักไว้
2. ทำอิตาเลียนเมอแรงโดยใส่ไข่ขาว (ส่วนที่1) ลงในภาชนะ แล้วเตรียมหัวตีรูปตะกร้อไว้
3. เทน้ำลงในหม้อ ใส่น้ำตาลทรายลงไปรอจนน้ำซึมเข้าน้ำตาลให้ทั่วนำไปตั้งไฟกลาง ต้มให้เดือด รอจนได้อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ให้เปิดเครื่องตีไข่ขาวด้วยความเร็วต่ำเตรียมไว้

4. รอจนน้ำตาลเดือดที่อุณหภูมิ 117 องศาเซลเซียส จึงยกลงจากเตาค่อย ๆ เทลงในโถที่ตีไข่ขาวจนหมดเร่งสปีดตีไข่ขาวด้วยความเร็วสูงสุดจนตั้งยอดแข็งใช้เวลาในการตี 2 นาที แล้วพักไว้ให้คลายความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส จึงนำไปใช้
5. เทไข่ขาว (ส่วนที่ 2) ลงผสมกับส่วนผสมของอัลมอนด์ที่ร่อนไว้ คนให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวแบ่งเมอแรงครึ่งหนึ่งใส่ลงไปแล้วใช้พายยางค่อย ๆ ผสมให้เข้ากันใส่เมอแรงส่วนที่เหลือลงไปแล้วค่อยตะล่อมเบา ๆ ให้เข้ากัน
6. ตักส่วนผสมใส่ถุงบีบที่เตรียมไว้ (เปิดเตาอบที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส) ไฟ บน-ล่าง เตรียมไว้บีบมาการองลงในถาดรองแผ่นซิลิโคนเคาะถาดจากด้านล่างเบา ๆ ให้ทั่วทั้งถาด พักไว้ 5- 10 นาที
7.ลดอุณหภูมิเตาอบลงเหลือ 140 องศาเซลเซียส แล้วนำมาการองเข้าอบนาน 14 นาที นำฝามาการองออกจากเตาพักไว้ให้เย็นแล้วค่อย ๆ แกะออกจากแผ่นซิลิโคน



ภาพที่ ก.2 ขั้นตอนการผลิตมาการองสูตรพื้นฐาน

ก.2 กรรมวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

ก.2.1 ชนิดของผงถั่วดาวอินคาที่เหมาะสมในการทดแทนอัลมอนด์ในผลิตภัณฑ์ มาการอง

สูตรพื้นฐาน

สูตรทดแทนด้วยผงถั่วดาวอินคาดิบ

สูตรทดแทนด้วยผงถั่วดาวอินคาอบ

สูตรทดแทนด้วยผงโปรตีนถั่วดาวอินคา

ภาพที่ ก.3 สูตรมาการองที่ใช้ผงถั่วดาวอินคาทดแทนอัลมอนด์ร้อยละ 25

ก.2.2 กรรมวิธีการศึกษาปริมาณผงถั่วดาวอินคาที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

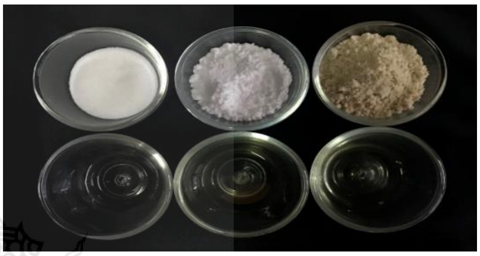
ตารางที่ ก.2 สูตรมาการองที่ใช้ผงโปรตีนถั่วดาวอินคาทดแทนการใช้ผงอัลมอนด์ในสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม	ปริมาณผงโปรตีนถั่วดาวอินคา			
	ร้อยละ 25	ร้อยละ 50	ร้อยละ 75	ร้อยละ 100
ผงโปรตีนถั่วดาวอินคา	6.52	13.04	19.57	26.09
ผงอัลมอนด์	19.57	13.04	6.52	-
น้ำตาลไอซิ่ง	26.09	26.09	26.09	26.09
ไข่ไก่(ไข่ขาว)	19.13	19.13	19.13	19.13
น้ำตาลทราย	22.17	22.17	22.17	22.17
น้ำเปล่า	6.52	6.52	6.52	6.52

สูตรทดแทนผงโปรตีนถั่วดาวอินคาร้อยละ 25

สูตรทดแทนผงโปรตีนถั่วดาวอินคาร้อยละ 50

สูตรทดแทนผงโปรตีนถั่วดาวอินคาร้อยละ 75

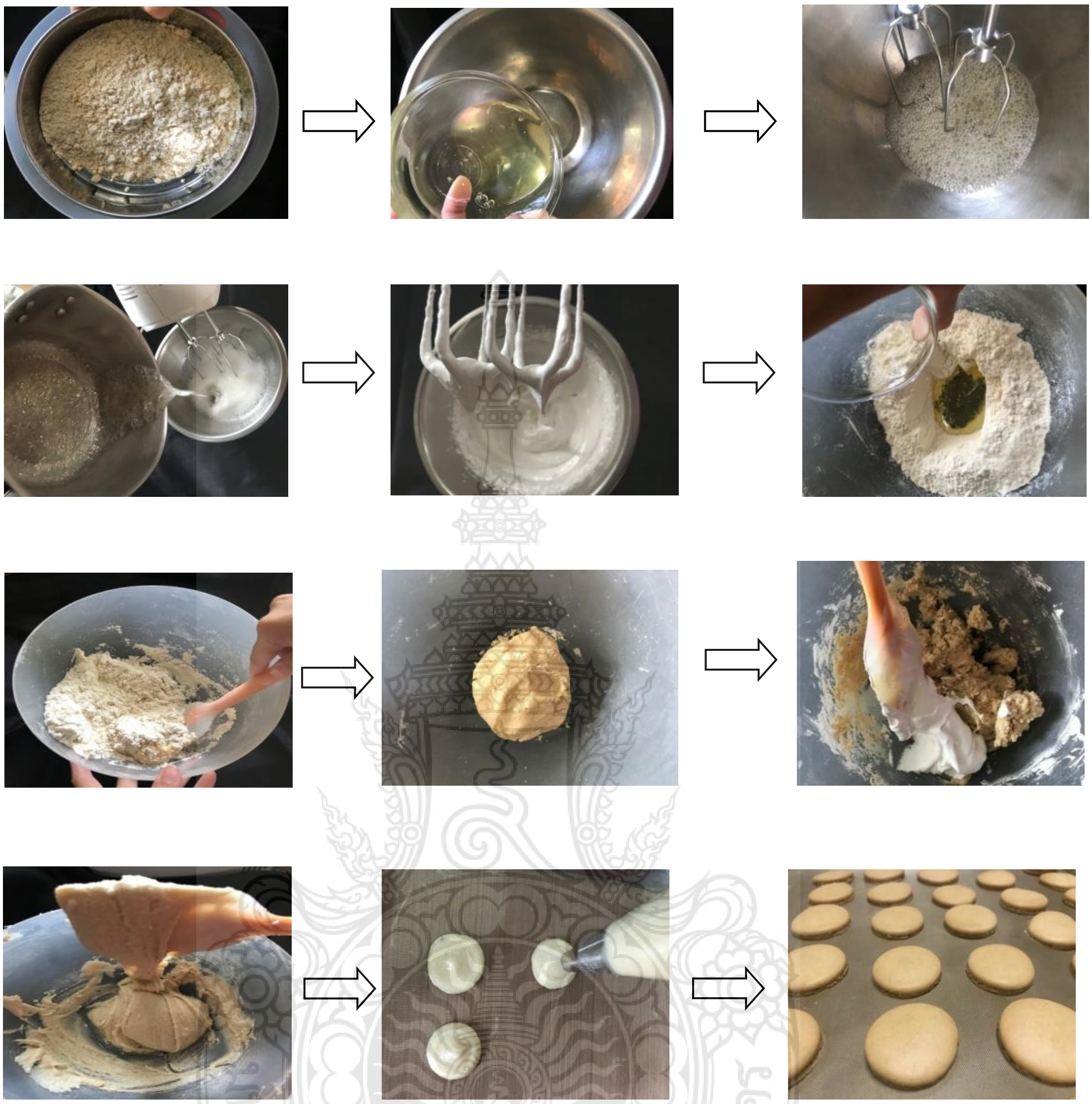


สูตรทดแทนผงโปรตีนถั่วดาวอินคาร้อยละ 100

ภาพที่ ก.4 สูตรมาการองที่ใช้ผงถั่วดาวอินคาทดแทนอัลมอนด์

กรรมวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

1. ผสมผงอัลมอนด์ ผงโปรตีนถั่วดาวอินคาและน้ำตาลไอซิ่งเข้าด้วยกัน นำไปร่อนแล้วพักไว้
2. ทำอิตาเลียนเมอแรงโดยใส่ไข่ขาว (ส่วนที่1) ลงในภาชนะ แล้วเตรียมหัวตีรูปตะกร้อไว้
3. เทน้ำลงในหม้อ ใส่น้ำตาลทรายลงไปรอจนน้ำซึมเข้าน้ำตาลให้ทั่วนำไปตั้งไฟกลาง ต้มให้เดือด รอจนได้อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ให้เปิดเครื่องตีไข่ขาวด้วยความเร็วต่ำเตรียมไว้
4. รอจนน้ำตาลเดือดที่อุณหภูมิ 117 องศาเซลเซียส จึงยกลงจากเตาค่อย ๆ เทลงในโถที่ตีไข่ขาว จนหมดเร่งสปีดตีไข่ขาวด้วยความเร็วสูงสุดจนตั้งยอดแข็งใช้เวลาในการตี 2 นาที แล้วพักไว้ให้คลายความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส จึงนำไปใช้
5. เทไข่ขาว (ส่วนที่ 2) ลงผสมกับส่วนผสมของของแห้งที่ร่อนไว้ คนให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวแบ่งเมอแรงครึ่งหนึ่งใส่ลงไปแล้วใช้พายยางค่อย ๆ ผสมให้เข้ากันใส่เมอแรงส่วนที่เหลือลงไปแล้วค่อยตะล่อมเบา ๆ ให้เข้ากัน
6. ตักส่วนผสมใส่ถุงบีบที่เตรียมไว้ (เปิดเตาอบที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส) ไฟ บน-ล่าง เตรียมไว้ บีบมาการองลงในถาดรองแผ่นซิลิโคนเคาะถาดจากด้านล่างเบา ๆ ให้ทั่วทั้งถาด พักไว้ 5- 10 นาที
7. ลดอุณหภูมิเตาอบลงเหลือ 140 องศาเซลเซียส แล้วนำมาการองเข้าอบนาน 14 นาทีนำฝามาการองออกจากเตาพักไว้ให้เย็นแล้วค่อยๆแกะออกจากแผ่นซิลิโคน



ภาพที่ ก.5 ขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

ก.2.3 ต้นทุนที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

ส่วนผสม

อัลมอนด์	18.75	กรัม	ราคา	16.13	บาท
ผงโปรตีนถั่วดาวอินคา	56.25	กรัม	ราคา	45	บาท
น้ำตาลทรายขาว	63.75	กรัม	ราคา	2.04	บาท
น้ำตาลไอซิ่ง	75	กรัม	ราคา	3	บาท
ไข่ไก่(ไข่ขาว)	37.5	กรัม	ราคา	5	บาท
วิปปิ้งครีม	50	กรัม	ราคา	14	บาท
ไวท์ ช็อกโกแลต	60	กรัม	ราคา	12	บาท
กาแฟดำ (1 ซอง)	18	กรัม	ราคา	10	บาท
เนยสด	10	กรัม	ราคา	1.55	บาท

กล่องบรรจุ	ราคา	30	บาท
	รวม	138.72	บาท
ค่าโสหุ้ย ร้อยละ 30	ราคา	55.49	บาท

รวมต้นทุนทั้งหมด 194.41 บาท

ราคาต้นทุนของการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา รวมราคา 194.41 บาท ต่อ 1 สูตร ซึ่ง 1 สูตรสามารถผลิตมาการองได้ 30 ชิ้น 1 กล่องบรรจุ 6 ชิ้น ต้นทุนกล่องละ 38.88 บาท ขายราคากล่องละ 65 บาท จะได้กำไรทั้งหมดกล่องละ 26.12 บาท

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

การวัดค่าสี เครื่อง Spectrophotometer Ultra Scan Pro (USA)

วิธีการทดสอบค่าสี

1. เปิดสวิตซ์เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องวัดค่าสี
2. เข้าโปรแกรม Spectra Magic ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ คลิกที่ปุ่ม Connect (ที่แถบด้านบน) เพื่อเป็นการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องวัดค่าสี จากนั้นสังเกตที่แถบล่างขวาจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเขียว
3. ทำการสอบเทียบเครื่อง (Calibration) โดยคลิกปุ่ม Calibration (ที่แถบด้านบน) ใส่แผ่นกระจกใสไว้ที่ช่องด้านบนภายใน Target Mask
4. เมื่อสอบเทียบเสร็จแล้ว ให้คลิกที่ปุ่ม Measure Target ตั้งชื่อตัวอย่างใหม่พร้อมใส่ตัวอย่างชนิดแห้งหรือเหลวลงใน Target (ภาชนะที่ใส่ตัวอย่าง)
5. จากนั้นปิดด้วยกระบอกสีดำข้างบน (กรณีวัดการสะท้อนของวัตถุ ด้านบน),ปิดด้วยตลับสีขาวด้านบน (กรณีวัดการส่งผ่านของวัตถุด้านบน)
6. จากนั้นเข้าที่ปุ่ม Measure Sample ตั้งชื่อซ้ำของตัวอย่างเดิม (กรณีเป็นซ้ำของตัวอย่าง)
7. จากนั้นทำตามข้อที่ 6 บันทึกผลการทดลองจากตารางในคอมพิวเตอร์ L*a*b*

**กรณีวัดค่าการสะท้อนของวัตถุ (Reflectance Calibration) ตัวอย่างทึบแสง

Zero Calibration Box คือ กระบอกสีดำนำมาวางครอบไว้ด้านบนของเครื่อง คลิก OK

White Calibration Plate คือ ตลับสีขาวจะใช้หลังจากที่ Zero Calibration เสร็จแล้ว

**กรณีวัดค่าการส่งผ่านของวัตถุ (Transmittance Calibration) ตัวอย่างโปร่งแสง หรือโปร่งใส

Zero Calibration Box คือ กระบอกสีดำนำมาวางครอบไว้ด้านบนของเครื่อง จากนั้นนำแผ่นสีดำมาเสียบไว้ในเครื่องคลิก OK

White Calibration Plate คือ ตลับสีขาวจะใช้หลังจากที่ Zero Calibration เสร็จแล้วต้องนำแผ่นสีดำออกจากตัวเครื่องด้วย

ภาคผนวก ค

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

(Determination of moisture content)

วิธีวิเคราะห์

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

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

สูตรคำนวณ

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

เมื่อ W คือ น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด (กรัม)

W_1 คือ น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิดและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิดและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

วิธีวิเคราะห์

ทำการย่อย กลั่น และไทเทรตเพื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนดังนี้

ขั้นตอนการย่อย

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 0.5 – 2 กรัม ถ้าตัวอย่างเป็นของแข็งให้ชั่งใส่ลงในกระดาษกรองปราศจากไนโตรเจน ห่อและนำตัวอย่างใส่ลงในหลอดกลั่น
2. เติมตัวเร่งปฏิกิริยา (โพแทสเซียมซัลเฟต – ซีลีเนียม) และเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาตร 15 มิลลิลิตร
3. สวม suction tube เข้ากับหลอดกลั่น และยึดหลอดกลั่นกับ suction tube ให้แน่นด้วย
4. วางหลอดกลั่นลงในเครื่องหยอดสารที่ปุ่ม 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 ลงในขวดรูปชมพู่ที่กลั่นแล้ว เขย่าให้เข้ากัน

ไทเทรตของเหลวที่กลั่นได้ด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอลที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนจนถึงจุดยุติ จะเปลี่ยนจากสีเขียว 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) x ตัวแฟคเตอร์ (F)

เมื่อ F คือ conversion factor ซึ่งเป็นค่าคงที่เฉพาะของแหล่งโปรตีน (โปรตีนในอาหารพวกข้าว 5.95)

ภาคผนวก ง

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส
แบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์

ลักษณะที่ดีของมาการอง

มาการองเป็นขนมที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ถ้าขาดอย่างใดอย่างหนึ่งไป ก็จะไม่เรียกว่ามาการอง ดังยกตัวอย่างเช่น

1) มาการองต้องมีขา (little feet) ถ้าไม่มีขาก็ไม่เรียกมาการอง
2) มาการองต้องหน้าไม่แตก ถ้าแตกก็ไม่เรียกมาการอง
3) มาการองที่หน้าไม่แตกก็ยังต้องมีหน้าเรียบ

ขามาการอง

ลักษณะที่ไม่ดีของมาการอง

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ มาการอง **ชุดที่ ....**

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างตามลำดับที่นำเสนอในตารางให้คะแนนคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตามความรู้สึกของท่านโดยกำหนดระดับคะแนนดังนี้

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

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบของแต่ละตัวอย่าง**		
	รหัส	**รหัส ....**	**รหัส ....**
ความเรียบของหน้ามาการอง			
ขามาการอง			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

....

....

แบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์
“มาการองจากถั่วดาวอินคา”

เรียน ท่านผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา” ของนักศึกษาสาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ กลุ่มวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ขนมมาการองจากถั่วดาวอินคา เป็นคุกกี้ชนิดหนึ่งที่ทำจากผงอัลมอนด์25% ของน้ำหนักและผงโปรตีนถั่วดาวอินคา 75% ของน้ำหนัก ซึ่งแตกต่างจากมาการองทั่วไปที่ใช้ผงอัลมอนด์เป็นวัตถุดิบหลัก แต่เนื่องจากผู้วิจัยเล็งเห็นว่าในผงอัลมอนด์มีสารออกซาเลต (Oxalates) ซึ่งจะเป็นปัญหาสำหรับผู้ที่เป็นโรคไตหรือถุงน้ำดี เนื่องจากเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการดูดซึมของแคลเซียมและแร่ธาตุ จึงได้นำผงถั่วดาวอินคามาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อลดปริมาณสารออกซาเลตและช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์อีกด้วย

วัตถุประสงค์

เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา ผู้วิจัยใคร่ขอความกรุณาจากท่านในการตอบแบบสอบถาม ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำแนะนำ: กรุณาทำเครื่องหมาย √ ลงใน ( ) ที่ตรงกับข้อมูลของท่าน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

( ) หญิง　　　　( ) ชาย

2. อายุ .... ปี

3. ระดับการศึกษาสูงสุด

( ) มัธยมศึกษาตอนต้น　　　　( ) มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.

( ) อนุปริญญา/ ปวส.　　　　( ) ปริญญาตรี

( ) สูงกว่าปริญญาตรี　　　　( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....................

4. อาชีพ

( ) นักเรียน / นักศึกษา ( ) ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ

( ) พนักงานบริษัทเอกชน ( ) รับจ้างทั่วไป

( ) ธุรกิจส่วนตัว ( ) อื่นๆ โปรดระบุ....................

5. รายได้ต่อเดือน

( ) ต่ำกว่า 5,001บาท ( ) 5,001 – 10,000 บาท

( ) 10,001 – 15,000 บาท ( ) 15,001 – 20,000 บาท

( ) 20,001 – 25,000 บาท ( ) 25,000 บาทขึ้นไป

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง กรุณาชิมขนมมาการองจากถั่วดาวอินคา และใส่เครื่องหมาย √ ลงใน ( ) ตามความรู้สึกที่ท่านมีต่อผลิตภัณฑ์

1. ท่านมีความชอบผลิตภัณฑ์ขนมมาการองจากถั่วดาวอินคา ในระดับใด

( ) ไม่ชอบมาก

( ) ไม่ชอบ

( ) เฉยๆ

( ) ชอบ

( ) ชอบมาก

2. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมมาการองจากถั่วดาวอินคา หรือไม่

( ) ไม่ยอมรับ เพราะ..

( ) ยอมรับ เพราะ (เลือกตอบในข้อ 3)

3. เหตุผลในการยอมรับผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) สีสวย รูปลักษณ์ดี

( ) กลิ่นหอมน่ารับประทาน

( ) รสชาติดี มีความอร่อย

( ) มีประโยชน์ต่อร่างกาย

( ) ภาชนะบรรจุ / ฉลาก สวยงามเหมาะสม

( ) มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ

( ) อื่นๆ (โปรดระบุ)...

4. ถ้าผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคาขนาดบรรจุ 60 กรัม(จำนวน 6 ชิ้น) / กล่อง ราคา 65 บาท ท่านสนใจซื้อผลิตภัณฑ์หรือไม่

( ) สนใจ เพราะ...

( ) ไม่สนใจ เพราะ...

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามผู้ศึกษา

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล	นางสาวฐานิศร กนกเลิศฤทธิ์
วัน เดือน ปีเกิด	22 มิถุนายน 2537
ที่อยู่ปัจจุบัน	184 ซอยสวัสดิการ 1 ซอย 2 แยก1/3 เขตหนองแขม แขวงหนองแขม จังหวัด กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**
คหกรรมศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ	2558
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม	2554
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม	2551