



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองเพื่อสุขภาพจากถั่วดาวอินคา

Development of Macaroon Products for Health from Sacha Inchi

คณะผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์นรินทร์ภพ ช่วยการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริวัลย์ พฤตวิสัย

งบประมาณเงินรายได้ประจำปี 2563 คณะศิลปศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ชื่อโครงการวิจัย การพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองเพื่อสุขภาพจากถั่วดาวอินคา
Development of Macaron Products for Health from Sacha Inchi

คณะผู้วิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์นรินทร์ภพ ช่วยการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริวัลย์ พฤตวิสัย

ปีงบประมาณ 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณกากถั่วดาวอินคาที่เหมาะสมทดแทนผงถั่วอัลมอนต์ในผลิตภัณฑ์มาการองในระดับที่แตกต่างกัน 3 ระดับคือร้อยละ 40 60 และ 80 โดยน้ำหนักถั่ว และผลิตภัณฑ์มาการองที่ไม่ใช้กากถั่วดาวอินคา (ร้อยละ 0) เป็นสูตรควบคุม วิเคราะห์ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง และวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ คือ ความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เถ้าใยอาหาร กรดไขมัน กรดอะมิโนชนิดที่จำเป็นและไม่จำเป็น และคำนวณต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์มาการองกากถั่วดาวอินคาเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม

ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณกากถั่วดาวอินคาที่เหมาะสมในการทดแทนถั่วอัลมอนต์ในผลิตภัณฑ์มาการอง คือ ร้อยละ 60 โดยผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับด้านสี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมมากที่สุดในทุก ๆ ด้าน โดยคะแนนเฉลี่ยความชอบมีค่าเท่ากับ 7.38 6.85 7.15 6.94 และ 7.13 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลางทั้งนี้การทดแทนถั่วอัลมอนต์ด้วยกากถั่วดาวอินคาในผลิตภัณฑ์มาการอง ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) และปริมาณความชื้นลดลง ในขณะที่ ค่าสีแดง (a^*) ค่าความแข็ง (Hardness) และค่าความกรอบ (Fracturability) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสูตรควบคุมส่วนค่าสีเหลือง และปริมาณน้ำอิสระมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดแทนถั่วอัลมอนต์ด้วยกากถั่วดาวอินคาในผลิตภัณฑ์มาการอง พบว่า ปริมาณความชื้น เถ้า คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร โปรตีนและกรดอะมิโนชนิดจำเป็นทั้ง 9 ชนิด (ฮีสทีดีน โอไฮลิวซีน ลิวซีน ไลซีน เมไทโอนีน ฟีนิลอะลานีน ทรีโอนีน วาลีน ทรีปโตเฟน) และกรดอะมิโนชนิดไม่จำเป็นจำนวน 5 ชนิด (อาร์จินีน ไกลซีน โพรลีน เซรีน ไทโรซีน) มีปริมาณเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัว กรดไขมันอิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง กรดไขมันอิ่มตัวหลายตำแหน่ง กรดไขมันโอเมก้า 3 กรดไขมันโอเมก้า 6 กรดไขมันโอเมก้า 9 ปริมาณไขมันทั้งหมด กรดอะมิโนชนิดไม่จำเป็น จำนวน 4 (กรดแอสพาร์ติก กรดกลูตามิก กรูตามีน ซิสเตอีน) และ พลังงานมีปริมาณลดลง เมื่อเทียบกับมาการองที่ไม่ใช้กากถั่วดาวอินคาคือ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) ดังนั้นผลิตภัณฑ์มาการองจึงอุดมไปด้วยกรดอะมิโนชนิดที่จำเป็นแก่ร่างกายและยังมีปริมาณพลังงานลดลงจึงเป็นทางเลือกแก่ผู้บริโภคที่สนใจสุขภาพ โดยต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์มาการองจากกากถั่วดาวอินคาจำนวน 1 สูตรรวม 35 บาท ทำให้มีร้อยละต้นทุนเฉพาะวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตลดลง ร้อยละ 25 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม

คำสำคัญ : มาการอง กากถั่วดาวอินคา ผงถั่วอัลมอนต์

Research project	Development of Macaron Products for Health from Sacha Inchi
Author	Assistant Professor Narinphop Chuaykarn Assistant Professor Siriwan Pruettiwilai
Financial Year	2020

ABSTRACT

The objective of this research was to study the suitable content of press-cake sachu inchi as a substitute for almond powder at different levels (40 60 and 80%) by almond powder weight. The macaron shell with 0% press-cake sachu inchi was a control formula. The lightness (L^*), redness (a^*), yellowness (b^*), nutritional values (moisture, protein, fat, carbohydrate, ash, dietary fiber, fatty acid, essential and non-essential amino acid) were investigated. The production cost of the macaron shell with press-cake sachu inchi was calculated by comparing with the control formula.

The results showed that the optimum press-cake sachu inchi to replace almonds powder was 60% by weight. The color, flavor, taste, texture and overall liking were 7.38 6.85 7.15 6.94 and 7.13, respectively, which like moderately. The lightness (L^*) moisture values were decreased, while redness (a^*) hardness fracturability trend to increase when compared control formula. The yellowness (b^*) and water activity (a_w) values were not significantly different ($p>0.05$) and according to the standard of industrial products. The moisture, ash, carbohydrate, dietary fiber, protein and essential amino acid (histidine, Isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, threonine, valine and tryptophan) and non-essential amino acid (arginine, glycine, proline, serine and tyrosine) were increased with an increases of the press-cake macaron shell. While, the saturated fatty acid, unsaturated fatty acids, mono-saturated fatty acid, polyunsaturated fatty acids, omega-3 fatty acids, omega-6 fatty acids, omega-9 fatty acids, total fat content, four non-essential amino acids (aspartic acid, glutamic acid, glutamine and cysteine) and total energy were decreased when compared with a control formula. Thus, the energy content of macaron shell product with 60% press-cake was increased, and also contain an essential amino acid that may be alternative choice for health-conscious consumers. Moreover, the production cost of the macaron shell product was 35 baht per 1 formula, while simultaneously reducing costs of ingredients production was 25% when compare control formula.

Keywords : Macaron, Sachu Inchi, Almond Powder

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาการองเพื่อสุขภาพจากถั่วดาวอินคา ได้สำเร็จล่วงได้ ผู้วิจัยขอขอบคุณแหล่งทุนจากคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่สนับสนุนงบประมาณเงินรายได้ประจำปี 2563 ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ตลอดจนที่ปรึกษาโครงการวิจัยที่ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ นักวิทยาศาสตร์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ สาขาคหกรรมศาสตร์ ที่ช่วยเหลือในการใช้อุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ ตลอดจนคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักศึกษาที่เป็นผู้ทดสอบชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ดังกล่าว

คณะผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมและสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง	
2.1 มาการอง	4
2.2 ถั่วดาวอินคา	5
2.3 ถั่วอัลมอนต์	8
2.4 น้ำตาลทราย	9
2.5 น้ำตาลไอซิ่ง	11
2.6 ไข่ไก่	12
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ	
3.1 วัตถุดิบ	14
3.2 อุปกรณ์	14
3.3 วิธีการทดลอง	14
บทที่ 4 ผลและอภิปรายผลการทดลอง	
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผงถั่วอัลมอนต์และกากถั่วดาวอินคา	17
4.2 ผลการศึกษาปริมาณกากถั่วดาวอินคาที่ใช้ทดแทนผงอัลมอนต์ในผลิตภัณฑ์ ฝามาการอง	18
4.3 ผลศึกษาต้นทุนวัตถุดิบและต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ฝามาการองสูตรควบคุม (ร้อยละ 0) และฝามาการองสูตรที่ทดแทนด้วยกากถั่วดาวอินคา (ร้อยละ 60)	23

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	24
5.2 ข้อเสนอแนะ	24
บรรณานุกรม	25
ภาคผนวก	
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	27

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วดาวอินคา ปริมาณ 100 กรัม	7
2.2 สารอาหารในเมล็ดอัลมอนต์ 100 กรัม	8
3.1 ปริมาณกากถั่วดาวอินคาทดแทนถั่วอัลมอนต์ในผลิตภัณฑ์ฟามาการอง ที่ระดับร้อยละ 40 60 และ 80	15
4.1 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผงอัลมอนต์และกากถั่วดาวอินคา	17
4.2 คะแนนการยอมรับด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ฟามาการองที่ใช้กากถั่วดาวอินคา ทดแทนผงถั่วอัลมอนต์ที่ระดับต่างกัน 3 ระดับ (ร้อยละ 40 60 80)	18
4.3 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ฟามาการองที่ใช้กากถั่วดาวอินคาทดแทนผงถั่วอัลมอนต์ ที่ระดับต่างกัน 3 ระดับ (ร้อยละ 40 60 80)	
4.4 ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ฟามาการองที่ใช้กากถั่วดาวอินคาที่ระดับต่างกัน 3 ระดับ (ร้อยละ 40 60 80)	19
4.5 ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ (aw) ของผลิตภัณฑ์ฟามาการองที่ใช้กากถั่วดาว อินคาทดแทนผงถั่วอัลมอนต์ที่ระดับต่างกัน 3 ระดับ (ร้อยละ 40 60 80)	20
4.6 คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ฟามาการองสูตรควบคุม (ร้อยละ 0) และผลิตภัณฑ์ฟามาการองสูตรที่ทดแทนด้วยกากถั่วดาวอินคา (ร้อยละ 60)	21
4.7 การคำนวณต้นทุนวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ฟามาการองสูตรควบคุม (ร้อยละ 0) และ ผลิตภัณฑ์ฟามาการองสูตรที่ทดแทนด้วยกากถั่วดาวอินคา (ร้อยละ 60)	23

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ถั่วดาวอินคา	6
4.1 ผงอัลมอนต์และกากถั่วดาวอินคา	17

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

มาการอง (Macaron) เป็นขนมหวานที่มีรูปร่างกลมเหมือนแซนด์วิชสองชิ้นประกบกัน มีสอดไส้ตรงกลาง เป็นขนมที่มีต้นกำเนิดจากประเทศฝรั่งเศส มีลักษณะด้านนอกกรอบด้านในเหนียวนุ่ม ด้วยรสชาติที่หอมหวาน มาการองจึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย มาการองเป็นผลิตภัณฑ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มของเมอแรงค์ (Meringue) มีส่วนประกอบหลัก 4 ส่วนคือ อัลมอนต์บด น้ำตาลทราย ไข่ขาว น้ำตาลไอซิ่ง และมีการเติมสีผสมอาหาร (Wu, 2012) โดยปัจจัยที่ทำให้การทำมาการองประสบความสำเร็จนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ กระบวนการทำเมอแรงค์ และ การพักหน้าขนมก่อนอบ อย่างไรก็ตามพบว่าวัตถุดิบที่ใช้ในการทำมาการองมีราคาต้นทุนค่อนข้างสูง โดยเฉพาะถั่วอัลมอนต์ จึงทำให้ขนมมาการองมีราคาที่สูงตามไปด้วย

มีรายงานการศึกษาก่อนหน้านี้โดยมีการนำถั่วชนิดอื่น ๆ มาทดแทนถั่วอัลมอนต์ในผลิตภัณฑ์มาการอง ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง เช่น การใช้เม็ดมะม่วงหิมพานต์ในผลิตภัณฑ์มาการอง (ชื่น กมลและวาสนา, 2561) การใช้ถั่วลิสงในผลิตภัณฑ์มาการอง (อธิป และ นภัทร, 2561) เป็นต้น จากผลการศึกษาพบว่า คุณภาพทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของมาการองคล้ายคลึงกันกับสูตรที่ใช้ถั่วอัลมอนต์ 100% จึงเป็นแนวทางในการนำถั่วชนิดอื่น ๆ ที่มีต้นทุนต่ำกว่าถั่วอัลมอนต์และมีคุณค่าทางโภชนาการมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์มาการอง เพื่อเป็นการยืนยันผลการศึกษาลี้ลับในเรื่องคุณภาพของถั่วที่นำมาใช้ในผลิตภัณฑ์มาการอง ตลอดจนส่งเสริมถั่วชนิดอื่น ๆ ให้เป็นที่รู้จักมากขึ้น ในงานวิจัยนี้จึงสนใจถั่วดาวอินคา ซึ่งเป็นถั่วที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะถั่วดาวอินคาจะมีกรดไขมันชนิดต่าง ๆ วิตามินอีชนิดโทโคฟีรอล แคโรทีน โพลีฟีนอล กรดอะมิโนหลายชนิด เช่น ซีส เตอริน ทรีโอนีน ทรีปโตเฟน รวมทั้งถั่วดาวอินคามีส่วนช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ช่วยลดน้ำหนัก ได้ (Luis-Felipe et al., 2011) มีการนำดาวอินคามาใช้ประโยชน์หลากหลาย เช่น การทำซอส การสกัดน้ำมันหรือนำมารับประทานเป็นอาหารขบเคี้ยว ปัจจุบันนำมาปลูกในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมถึงประเทศไทยด้วย (Rattana et al., 2018) ประโยชน์ของถั่วดาวอินคา มีคุณค่าทางโภชนาการที่ตรวจพบได้แก่ Omega-3 Fatty acid ที่ร้อยละ 82 จากเมล็ดถั่วดาวอินคา 100 กรัม มีวิตามินเอสูง (981 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) วิตามินอี (17 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม) คุณสมบัติของถั่วดาวอินคา ช่วยลดคอเลสเตอรอล ช่วยลดไขมันประเภทไตรกลีเซอไรด์ ช่วยกระตุ้นความจำ ป้องกันโรคสมองเสื่อม อุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระและตัวรับสมุนไพรรักษาของชาวเมซอล มีการใช้ถั่วดาวอินคาเป็นยารักษาโรคมะเร็งอีกด้วย จากคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ดังกล่าวทำให้มีผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค (Chirinos et al., 2013)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาปริมาณถั่วดาวอินคาที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์มาการอง ซึ่งอาจเป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่างที่มีราคาต้นทุนต่ำ และคุณค่าทางโภชนาการหรือประโยชน์ใน

เชิงสุขภาพ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้ถั่วดาวอินคาและส่งเสริมให้รู้จักกันอย่างแพร่หลายมากขึ้นอีกด้วย

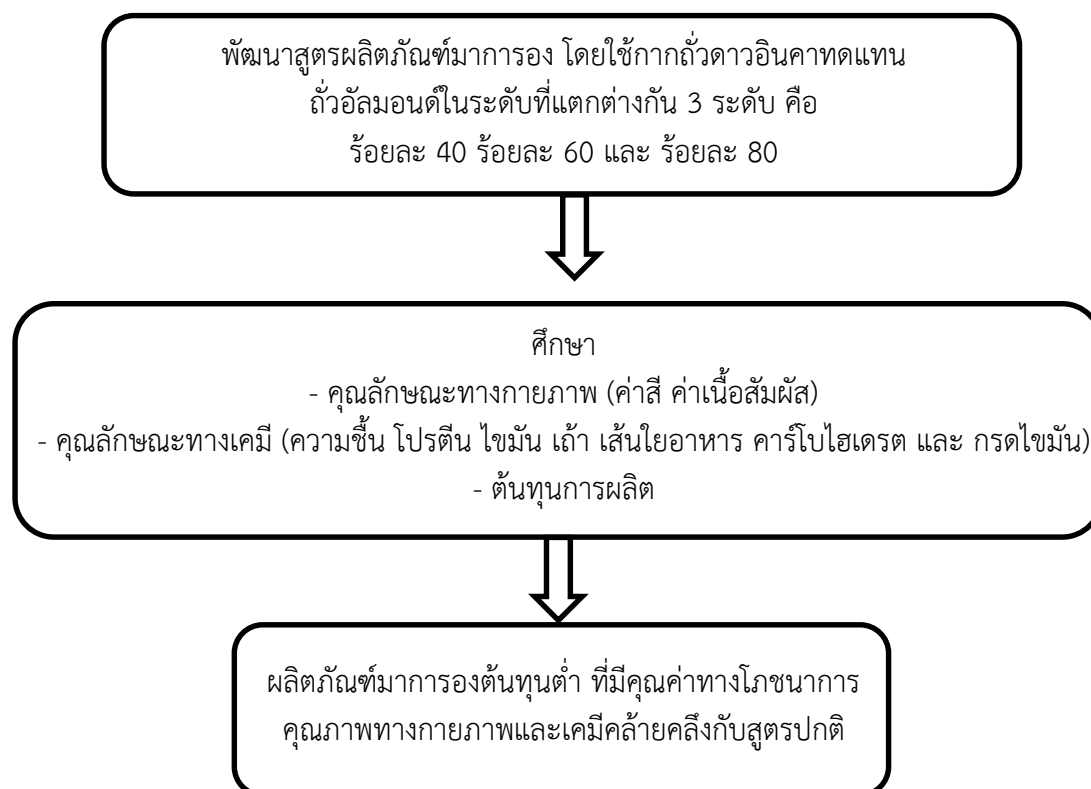
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณกากถั่วดาวอินคาที่เหมาะสมในการทดแทนถั่วอัลมอนต์ในผลิตภัณฑ์มาการอง
2. เพื่อศึกษาสมบัติทางเคมี-กายภาพของผลิตภัณฑ์มาการองจากกากถั่วดาวอินคา
3. เพื่อศึกษาต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์มาการองจากกากถั่วดาวอินคา

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของปริมาณกากถั่วดาวอินคาโดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ ร้อยละ 40 ร้อยละ 60 และร้อยละ 80 ทดแทนถั่วอัลมอนต์ในผลิตภัณฑ์มาการอง วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี-กายภาพ และศึกษาต้นทุนการผลิต ของผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา

1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย



1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ด้านวิชาการ ได้ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมี ของมาการองที่ใช้ถั่วดาวอินคาทดแทนถั่วอัลมอนต์ ที่เป็นผลิตภัณฑ์ขนมหวานเพื่อสุขภาพ ตลอดจนรวบรวมจัดเก็บองค์ความรู้ เพื่อนำไปถ่ายทอดและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ด้านเศรษฐกิจ/พาณิชย์ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับถั่วดาวอินคา และลดปริมาณต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตมาการอง อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ต้องการเลือกอาหารว่างที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ

ด้านสังคม สามารถนำองค์ความรู้ในการผลิตผลิตภัณฑ์มาการองจากถั่วดาวอินคา ถ่ายทอดให้กับผู้ประกอบการหรือชุมชนที่สนใจ

ด้านการเผยแพร่วารสาร เผยแพร่ผลงานวิจัยโดยการตีพิมพ์ลงในวารสารทางวิชาการ หรือรายงานสืบเนื่องจากงานประชุม (Proceeding)

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรมและสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

2.1 มาการอง

2.1.1 ความเป็นมาของขนมมาการอง

มาการอง (Macaron) มีประวัติศาสตร์ยาวนานหลายร้อยปี และช่วง 5-6 ปีมานี้ ชาวปารีสและเหล่าผู้ดีในประเทศโลกเจริญแล้ว ต่างคลั่งไคล้หลงใหลคุกกี้นี้ขึ้นเล็กๆ กลมๆ 2 ชั้นประกบกัน ตรงกลางมีไส้ หน้าตาเหมือนแฮมเบอร์เกอร์ รสหวาน สีสดใส และราคาสูงจนน่าตกใจ และวันนี้ร้านขนมในเมืองไทยหลายร้าน เริ่มผลิตมาการองออกวางขายกันไม่น้อย แม้ผู้บริโภคจะยังไม่ต่อคิวรอซื้อหากันเป็นล่ำเป็นสันก็ตาม เป็นขนมที่มีต้นกำเนิดมาจากประเทศฝรั่งเศส

ในยุคข้าวยากหยาบแกง ช่วง French revolution ที่มีการปฏิวัติเปลี่ยนแปลงการปกครอง ช่วงนั้นมิชชันนารีชาวอิตาลี ที่อาศัยในฝรั่งเศสหาวิธีทำดำรงชีพจาก Almond น้ำตาล และไข่ขาว ซึ่งเป็นของราคาไม่แพง แต่มีคุณค่าทางอาหาร จึงริเริ่มนำสามอย่างนี้มาตีรวมกันและอบในเตาอบ ออกมาเป็นขนมรูปร่างคล้ายจานบิน ด้านนอกกรอบนิดๆ กัดเข้าไปด้านใน ทุกอันนุ่มละลายในปากทันที ด้วยรสชาติที่หอมหวานลงตัว และวัตถุดิบที่หาง่ายในยุคนั้นราคาไม่แพงมาการองจึงได้รับความนิยมแพร่หลายจนกระทั่งต่อมามีผู้นำมาการองสองอันมาประกบกันแล้วทำให้อยู่ตรงกลางซึ่งเป็นรูปแบบขนม macaron ที่รับประทานมาจนทุกวันนี้มาการองยุคใหม่ถูกปฏิวัติให้เจ๋งยิ่งขึ้นโดยพ่อมดของหวานชาวฝรั่งเศส Piere Herme' ซึ่งนำผลไม้จากทุกมุมโลกมาสร้างสรรค์มาการองรสชาติต่างๆ จนกระทั่งกลายเป็นขนมที่ได้รับความนิยมไปทั่วโลก ปัจจุบันขนมชนิดนี้เป็นทั้งของหวานแสนอร่อยเป็นทั้งแฟชั่น ที่เซฟเทพๆ ทั้งหลายแข่งกันครีเอตหน้าตา และรสชาติออกมาอย่างสวยงาม

2.1.2 รูปแบบของมาการองในแต่ละประเทศ

ฝรั่งเศส (France) มีลักษณะคล้ายคุกกี้ขึ้นเล็กสองอันประกบกันมีไส้ตรงกลาง มีสีสดใส กรอบนอกนุ่มใน สอดไส้ตรงกลางด้วยกานาช (Ganache) มีหลายรสชาติ เช่น ช็อกโกแลต สตโรเบอร์รี่ วานิลลา อัลมอนด์ หรือผลไม้ตามฤดูกาล

สวิสเซอร์แลนด์ (Switzerland) จะมี Luxemburgerli ซึ่งเหมือนกับมาการองของฝรั่งเศส เพียงแต่จะมีน้ำหนักเบากว่ามันมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 ซม.

ญี่ปุ่น (Japan) นิยมเรียก "Macarons" ว่า "Makaron" นอกจากนั้นยังมีอีกชื่อเรียกหนึ่งของแป้งถั่วลิสงสำหรับอัลมอนด์ที่ปรุงแต่งรสชาติในสไตล์ Wagashi เป็นขนมที่เสิร์ฟคู่กับน้ำชา) เป็นที่แพร่หลายในประเทศญี่ปุ่น

2.1.3 เทคนิคการทำมาการอง

การเลือกใช้แผ่นแม่พิมพ์มาการอง ขนาดของส่วนผสมที่นำเข้าอบต้องเท่ากันเพื่อให้คุกกี้เวลาสุกได้พร้อมกัน หากไม่สามารถหาซื้อแผ่นแม่พิมพ์ ลองทำแบบพิมพ์เองโดยใช้ก้นแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 ซม. วาดบนกระดาษไข ระยะห่างกัน 5 ซม. เวลาใช้งานให้ปูทับด้วยกระดาษไขอีกแผ่นเพื่อให้เห็นภาพด้านล่าง

สีของมาการอง ควรใช้สีผสมอาหารแบบน้ำ โดยใส่พร้อมกับไข่ขาวและตีพร้อมกันก่อนใส่น้ำตาล ถ้าสีไม่เข้มพอสามารถใส่หลังตีไข่ขาวขึ้นยอดแล้ว แต่ต้องผสมเบาๆ ด้วยตระกร้อมือ

การเตรียมส่วนผสม ส่วนผสมต่างๆ ควรชั่งตวงและเตรียมให้พร้อมก่อนผสม เช่น หากไม่ร่อนน้ำตาลไอซิ่งกับผงถั่วอัลมอนต์ ตัวการองที่ได้จะไม่ขึ้นฟู

ลักษณะของเมอร์แรงค์ วิธีตีไข่ขาวให้มันเงาต้องเลือกไข่ที่สด ไม่เย็นเกินไป และห้ามมีส่วนผสมไขมันในอ่างตีเด็ดขาด เพราะไข่ขาวจะไม่ฟูเงา เช่น เศษไข่แดงหรืออ่างผสมที่ล้างไขมันออกไม่หมดอาจใช้น้ำร้อนล้างอ่างผสมและเช็ดให้แห้งก่อนตี

เทคนิคการตีไข่ขาว เทคนิคการตีไข่ขาว ให้ตีไข่ขาวขึ้นฟองด้วยความเร็วสูง 10 วินาทีก่อน แล้วค่อยๆ ใส่น้ำตาล อาจแบ่งเป็น 3 ส่วน อย่าใส่ทั้งหมด เมอร์แรงค์ที่ดีคือตั้งยอดอ่อน หรือหากคว่ำอ่างผสมแล้วจะไม่ไหลออกมา

วิธีเคาะเพื่อไล่อากาศ เมื่อป้อนส่วนผสมลงพิมพ์แล้ว ควรกระแทกถาดสัก 2-3 ครั้ง เพื่อไล่อากาศออก แล้ววางพักสักครู่ 10-20 นาที ก่อนนำเข้าอบ เพื่อให้ผิวหน้าเรียบและแห้งเล็กน้อย

วิธีการบีบไส้ ให้บีบไส้ด้วยถุงบีบเพียงเล็กน้อยด้านเดียว อย่าถึงขอบเพราะจะล้นออกมา นำฝาด้านของมาการองมาประกบแล้วบิดเล็กน้อยเพื่อให้ครีมกระจายทั่ว

วิธีเก็บมาการอง มาการองส่วนแบ่งที่อบแล้วแต่ยังไม่ได้บีบไส้ แนะนำให้เก็บใส่กล่อง และแช่แข็ง ซึ่งเก็บไว้ได้ถึง 3 สัปดาห์ (เจตนิพัทธ์และจักรวาล, 2556)

2.2 ถั่วดาวอินคา

2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ถั่วดาวอินคา มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Plukenetia volubilis* L. และแม้เราจะเรียกว่าถั่วดาวอินคา ถั่วดาวอินคาเป็นพืชในวงศ์ Euphorbiaceae เช่นเดียวกับยางพารา สับปะรด หรือมันสำปะหลัง ดังนั้นดาวอินคาจึงไม่ใช่พืชตระกูลถั่ว แต่ดาวอินคาเป็นพืชที่ผลมีรูปร่างคล้ายดาว ภายในผลดาวอินคามีเมล็ดคล้ายถั่ว บ้านเราจึงเรียกพืชชนิดนี้ว่าถั่วดาวอินคา

2.2.2 ถิ่นกำเนิดของถั่วดาวอินคา

ถั่วดาวอินคาเป็นพืชพื้นเมืองในแถบอเมริกาใต้ มีถิ่นกำเนิดอยู่ในป่าเมซอน แถบประเทศเปรู แต่ในปัจจุบันก็มีการเพาะปลูกถั่วดาวอินคาในแถบทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะในประเทศไทย และมีการนำถั่วดาวอินคามาแปรรูป เช่น น้ำมันถั่วดาวอินคาที่ได้จากการสกัด ถั่วดาวอินคาอบเกลือ หรือถั่วดาวอินคาคั่ว ให้เหล่าคนรักสุขภาพได้เลือกซื้อเลือกทานกัน

2.2.3 ลักษณะทั่วไปทางพฤกษศาสตร์

ดาวอินคาเป็นไม้เลื้อยที่มีลำต้นสูงกว่า 2 เมตร กิ่งและยอดแผ่เลื้อยพันไปตามกิ่งไม้ หรือโครงสร้างเลื้อยพันอื่น ๆ และดาวอินคายังจัดเป็นพืชที่มีอายุยืน โดยเฉลี่ยต้นดาวอินคาจะมีอายุได้นาน 10-50 ปี

ใบดาวอินคาเป็นใบเดี่ยว ยาวประมาณ 10-15 เซนติเมตร และมีความกว้างประมาณ 8-10 เซนติเมตร ส่วนของก้านของใบจะมีความยาวประมาณ 2-7 เซนติเมตร ปลายใบมีรูปรังเรียวยาวแหลม เรียงสลับกันเป็นรูปหัวใจ ส่วนขอบใบหยักเป็นรูปร่างคล้าย ๆ เลื่อย

ดอกดาวอินคาเป็นดอกช่อ ลักษณะเดียวกับช่อกระจะ ดอกดาวอินคามีการแยกเพศ อยู่บนต้นเดียวกัน ดอกเพศผู้จะมีขนาดเล็ก สีออกขาว เรียงเป็นกระจุกตลอดความยาวของช่อ ส่วนดอกเพศเมียจะมีประมาณ 2 ดอกอยู่ที่โคนช่อดอก

ผลดาวอินคามีรูปร่างคล้ายดาว ลักษณะผลเป็นแบบแคปซูล เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-5 เซนติเมตร ผลมี 4-6 แฉก เมื่อยังโตไม่เต็มที่ ผลอ่อนดาวอินคาจะมีสีเขียว และสีจะค่อย ๆ เข้มขึ้นตามอายุ เมื่อผลแก่จะกลายเป็นสีน้ำตาลออกดำ มีเนื้อนุ่ม ๆ สีดำหุ้มอยู่อีกชั้น ซึ่งโดยปกติจะทิ้งให้ผลดาวอินคาแห้งคาต้นก่อนเก็บเกี่ยว และเมื่อเก็บเกี่ยวแล้วจะต้องนำมาตากแดดอีก 1 วัน จึงจะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้

เมล็ดดาวอินคามีรูปร่างคล้ายถั่ว เมล็ดเป็นรูปไข่ มีสีน้ำตาลดำ ขนาดกว้าง 1.7-1.8 เซนติเมตร น้ำหนักเมล็ดประมาณ 1.3-1.7 กรัม ทั้งนี้เมล็ดดาวอินคาที่ยังดิบอยู่ไม่ควรนำมาบริโภค เพราะมีสารกลุ่มที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ทริปซิน (Trypsin Inhibitor) แต่หากนำไปคั่วหรือทำให้สุกแล้วสามารถกินเมล็ดดาวอินคาได้



ภาพที่ 2.1 ถั่วดาวอินคา

ที่มา : ศูนย์บริการถั่วดาวอินคา สวนบ้านหมอ

2.2.4 คุณค่าทางโภชนาการ

ฐานข้อมูลสินค้าประเภทอาหาร กระทรวงเกษตรแห่งสหรัฐอเมริกา หรือ USDA Branded Food Products Database เผยคุณค่าทางโภชนาการของถั่วดาวอินคาต่อ 100 กรัม ดังนี้

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วดาวอินคา ปริมาณ 100 กรัม

พลังงานและสารอาหาร	หน่วย
พลังงาน	607 กิโลแคลอรี
โปรตีน	32.14 กรัม
ไขมันทั้งหมด	46.43 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	17.86 กรัม
น้ำตาล	3.57 กรัม
แคลเซียม	143 มิลลิกรัม
ธาตุเหล็ก	4.59 มิลลิกรัม

นอกจากนี้ ทางสำนักข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ยังได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่า เมล็ดถั่วดาวอินคาเป็นแหล่งของโปรตีนและกรดไขมัน (สัดส่วนโปรตีนร้อยละ 27 สัดส่วนกรดไขมันร้อยละ 35-60) โดยในเมล็ดถั่วดาวอินคาจะอุดมไปด้วยกรดไขมันโอเมก้า 3 เช่น กรดไขมันลิโนลิติก (linolenic acid) ประมาณร้อยละ 45-53 (12.8-16.0 กรัม/เมล็ดถั่วดาวอินคา 100 กรัม) และยังมีกรดไขมันโอเมก้า 6 ประมาณร้อยละ 34-39 หรือ 12.4-14.1 กรัม ต่อเมล็ดถั่วดาวอินคา 100 กรัม

เมล็ดถั่วดาวอินคายังมีกรดไขมันโอเมก้า 9 ประมาณร้อยละ 6-10 ของไขมันทั้งหมด รวมทั้งถั่วดาวอินคายังมีสารไฟโตสเตอรอล หรือสารประกอบอินทรีย์ประเภทสเตียรอยด์ที่พบเฉพาะในพืช อีกทั้งยังมีสารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มฟีนอลิกและแคโรทีนอยด์ (USDA Food Composition Databases, 2558)

2.2.5 สรรพคุณของถั่วดาวอินคา

ลดคอเลสเตอรอลในเลือด กรดไขมันโอเมก้า 3 และสารไฟโตสเตอรอล มีฤทธิ์ช่วยลดคอเลสเตอรอลในเลือด โดยสามารถยับยั้งการดูดซึมคอเลสเตอรอลในระบบทางเดินอาหารได้ นอกจากนี้สารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มฟีนอลิกและแคโรทีนอยด์ ยังมีคุณสมบัติป้องกันการออกซิเดชันของไขมัน ดังนั้นถั่วดาวอินคาและน้ำมันสกัดจากถั่วดาวอินคา น่าจะเป็นประโยชน์ต่อการลดไขมันในเลือด

ลดความเสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือด ด้วยสรรพคุณของกรดไขมันโอเมก้า 3 สารไฟโตสเตอรอล และสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในถั่วดาวอินคา ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยลดการดูดซึมคอเลสเตอรอลไม่ดีเข้าสู่เส้นเลือด ทั้งยังป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมัน จึงทำให้ถั่วดาวอินคามีสรรพคุณช่วยป้องกันและลดความเสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือดได้

ถั่วดาวอินคา ช่วยลดน้ำหนัก กรดไขมันโอเมก้า 3 ในเมล็ดถั่วดาวอินคา มีคุณสมบัติด้านการสร้างสมดุลฮอร์โมนของร่างกาย ช่วยลดการหลั่งสารคอร์ติซอลหรือสารแห่งความเครียดที่ส่งผลให้เราหิวบ่อย อยากกินอาหารรสหวานและอาหารจังก์ฟู้ดบ่อย ๆ หรือสับสนบ่อย ๆ คือสามารถช่วยลดความอยากอาหารลงได้ ทำให้ควบคุมน้ำหนักได้ดีขึ้น

2.3 อัลมอนต์

2.3.1 ลักษณะทางกายภาพของอัลมอนต์

อัลมอนต์เป็นพืชตระกูลเดียวกับพ룬 มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Prunus Amygdalus* (*Prunus dulcis*) เป็นพืชพื้นเมืองของตะวันออกกลาง เอเชียตอนใต้และแอฟริกาเหนือ เป็นไม้ยืนต้นที่มีความสูงประมาณ 390-990 เซนติเมตร ผลของอัลมอนต์นั้นจะมีลักษณะเป็นผลเดี่ยว แบบเดียวกับพลัม ลูกพีชและแอปริคอต เมล็ดของอัลมอนต์ จะมีเปลือกหนาและแข็ง ความจริงแล้วอัลมอนต์ที่เรานำมารับประทานกันนั้นไม่ได้เป็นถั่ว หากแต่เป็นส่วนหนึ่งของเมล็ด และที่เราซื้อมารับประทานกันนั้นมักจะเอาส่วนเปลือกแข็งๆ (Shell almond) ออกไปแล้ว อัลมอนต์จัดว่ามีสารอาหารมากที่สุดในบรรดาถั่วเปลือกแข็งทั้งหมด เป็นหนึ่งในสิบของสุดยอดอาหารเพื่อสุขภาพ

2.3.2 ประโยชน์ของอัลมอนต์

ให้พลังงานสูงไขมันดี ทานแล้วไม่อ้วน อัลมอนต์ 1 เม็ด ให้พลังงานเท่ากับ 7 แคลอรี

ในบรรดาถั่วเปลือกแข็งทั้งหลาย อัลมอนต์มีสารอาหารมากที่สุด โดยเฉพาะโปรตีน จึงช่วยในการเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย ถ้าเทียบตามน้ำหนักแล้วอัลมอนต์ให้โปรตีนสูงถึงร้อยละ 21.15

บำรุงประสาท บำรุงสมอง ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคอัลไซเมอร์ ในอัลมอนต์มีไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนอย่างโอเมก้า 3 และโอเมก้า 6 ในปริมาณสูง

ช่วยเพิ่มเมตาโบลิซึม วิตามิน B6 ช่วยเพิ่มเมตาโบลิซึมในการเผาผลาญโปรตีน ที่จะนำไปซ่อมแซมเซลล์สมอง วิตามิน B6 ยังช่วยเพิ่มขบวนการสร้างสารสื่อประสาท ช่วยลดโอกาสในการเกิดโรคพาร์กินสัน

ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล ลดการอุดตันของไขมันในเส้นเลือด โดยเฉพาะกรดไขมันไม่อิ่มตัวโอเมก้า 6 ที่มีความสำคัญในการลดการอุดตันของเส้นเลือด การรับประทานอัลมอนต์เป็นประจำจะช่วยเพิ่มระดับ HDL ซึ่งเป็นไขมันดี และลดระดับไขมันเลวหรือ LDL มีงานวิจัยหลายชิ้นที่บอกว่า หากรับประทานอัลมอนต์เพียงวันละ 2 หยิบมือจะช่วยลดระดับ LDL ได้ถึง 9.4%

2.3.3 สารอาหารในเมล็ดอัลมอนต์

สารอาหารในอัลมอนต์ จากรายงานของ (USDA Food Composition Databases, 2558) เมล็ดอัลมอนต์ 100 กรัมมีส่วนประกอบโดยประมาณดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 สารอาหารในเมล็ดอัลมอนต์ 100 กรัม

พลังงานและสารอาหาร	ปริมาณต่อหน่วย
พลังงาน	579 กิโลแคลอรี
น้ำ	4.41 กรัม
โปรตีน	21.15 กรัม
คาร์โบไฮเดรตรวมทั้งหมด	21.55 กรัม
ไฟเบอร์	12.5 กรัม
น้ำตาล	4.35 กรัม
ไขมัน	
ไขมันอิ่มตัว	3.802 กรัม
ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว	31.551 กรัม
ไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน	12.329 กรัม

ที่มา: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ

2.4 น้ำตาลทราย

น้ำตาลโดยทั่วไป หมายถึง สารประกอบคาร์โบไฮเดรตที่มีความหวาน และให้พลังงานแก่ร่างกาย ในทางเคมีเราสามารถแบ่งน้ำตาลเป็น 2 ประเภทใหญ่คือ น้ำตาลชั้นเดียว เช่น น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุคโตส เป็นต้น และน้ำตาลทรายชั้นเดียวที่รู้จักกันดี คือ น้ำตาลหรือน้ำตาลซูโคส จัดเป็นน้ำตาลสองชั้น เพราะประกอบด้วย น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุคโตส พืชจะสังเคราะห์แสงเพื่ออาหารตามธรรมชาติ

หน่วยสุดท้ายของการสังเคราะห์สารที่จะได้ คือ น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลกลูโคสจะถูกเก็บสะสมในส่วนต่างๆ ของพืชในรูปแบบแป้ง แต่พืชมีหลายชนิด เช่น อ้อย มะพร้าว ตาล หรือพืชหัว เช่น หัวผักกาดหวานที่มีน้ำย่อยพิเศษสามารถเปลี่ยนส่วนของน้ำตาลกลูโคส เป็นน้ำตาลฟรักโทสและ ทำการสังเคราะห์น้ำตาลสองขั้นนี้ขึ้นเป็นน้ำตาลซูโครสได้

2.4.1 การผลิตน้ำตาล

น้ำตาลที่ผลิตในอุตสาหกรรมนั้น ได้แก่

น้ำตาลทรายดิบ (Raw sugar) เป็นน้ำตาลซูโครสที่อยู่ในรูปผลึกที่มีความบริสุทธิ์ต่ำ มีลักษณะเป็นผลึกสีน้ำตาลอ่อนหรือน้ำตาลเข้ม มีความชื้นปานกลาง มีกากน้ำตาลมาก เกล็ดน้ำตาลจับตัวกันแน่น ไม่ร่วน สามารถผลิตได้จากน้ำอ้อย ประกอบด้วยการหีบอ้อย การแยกสิ่งสกปรกด้วยการตกตะกอน การฟอกสีด้วยปูนขาว น้ำตาลชนิดนี้ไม่ใช่น้ำตาลบริโภค แต่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์

น้ำตาลทรายขาว (Plantation or mill white sugar) เป็นน้ำตาลซูโครสที่อยู่ในรูปผลึก มีสีขาวถึงเหลืองอ่อน มีกากน้ำตาล และความชื้นน้อย เกล็ดน้ำตาลจับตัวไม่แน่น มีความร่วนกว่าน้ำตาลทรายดิบ น้ำตาลชนิดนี้นิยมใช้สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร น้ำอัดลม รวมถึงจำหน่ายสำหรับใช้ในครัวเรือน

น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (Refined sugar) เป็นน้ำตาลซูโครสที่อยู่ในรูปผลึกที่มีความบริสุทธิ์สูงมาก มีลักษณะเป็นเกล็ดสีขาวใส มีความสะอาดสูง ไม่มีกากน้ำตาล และมีความชื้นน้อยมากหรือไม่มีความชื้นเลย เป็นน้ำตาลทรายขาวที่วางจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป นิยมใช้ทั้งในอุตสาหกรรมอาหาร และในครัวเรือน

น้ำตาลทรายสีน้ำตาล (Brown sugar) เป็นน้ำตาลทรายขาวชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเป็นเกล็ดใส สีน้ำตาลอ่อน มีเกล็ดขนาดเล็ก และมีความชื้นน้อยกว่าน้ำตาลทรายดิบ

น้ำตาลทรายแดง (Soft brown sugar) เป็นน้ำตาลที่มีลักษณะเป็นผงละเอียด สีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลแดง มีกลิ่นน้ำตาลไหม้ เป็นน้ำตาลที่มีความชื้นสูงทำให้ไม่จับตัวเป็นก้อน ขนาดผลึกขึ้นกับปริมาณกากน้ำตาล หากมีกากน้ำตาลมาก สีจะเข้ม ผลึกจะใหญ่ และเกาะกันแน่น ให้อร่อย และกลิ่นแรง บางครั้ง เรียกว่า น้ำตาลดิบ เพราะเป็นน้ำตาลที่ไม่ได้ทำให้บริสุทธิ์ มีการผลิตทั้งในระดับครัวเรือน และระดับอุตสาหกรรม น้ำตาลชนิดนี้ นิยมใช้แทนน้ำตาลทรายขาว เช่น ใช้แทนน้ำตาลทรายอ่อนที่มีราคาสูงในการผลิตซีอิ๊ว และใช้ผสมอาหาร

น้ำตาลไอซิ่ง (Icing sugar) เป็นน้ำตาลที่ได้จากการนำน้ำตาลทรายขาวมาบดละเอียด และร่อนผ่านตะแกรงตามขนาดที่ต้องการ พร้อมเติมสารป้องกันการเกาะตัวเป็นก้อน (Anti-caking agent) เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า และซิลิกอนไดออกไซด์ น้ำตาลชนิดนี้ นิยมใช้ทำขนม แต่งหน้าขนม และทำไส้ครีม

น้ำตาลป่นละเอียด (Caster sugar) เป็นน้ำตาลที่ทำมาจากการบดน้ำตาลทรายขาวให้ละเอียด จนได้เม็दनน้ำตาลที่คล้ายกับน้ำตาลไอซิ่ง แต่ไม่มีการเติมสารป้องกันการเกาะตัวเท่านั้น มีคุณสมบัติละลายได้ง่าย จึงนิยมใช้ปรุงอาหาร หรือใช้ผสมขนม

น้ำตาลปอนด์ (Cube sugar) ผลิตได้จากการนำน้ำตาลทรายขาวมาบีบอัดให้ได้รูปทรงสี่เหลี่ยม และเป่าด้วยลมเย็นเพื่อให้แข็งตัว มีความชื้นประมาณร้อยละ 0.5-1.0 เป็นน้ำตาลที่นิยมใช้ผสมน้ำชา กาแฟ

น้ำตาลกรวด (Crystalline Sugar) เป็นน้ำตาลที่ผลิตจากน้ำเชื่อมของอ้อยหรือน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ นำมาละลายน้ำ และทำให้ตกผลึกอย่างช้าๆ ไม่ฟอกสี มีลักษณะเป็นก้อนคล้ายสารส้ม มีสีขาวใส น้ำตาลชนิดนี้มีรสหวาน นิยมใช้ผสมอาหารที่ต้องการความพิถีพิถัน เช่น ตุ่นรังนก ตุ่นยา และทำขนมชนิดต่างๆ

2.4.2 คุณสมบัติของน้ำตาลทราย

ความหวาน น้ำตาลเป็นสารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนา และสามารถแปรเปลี่ยนเป็นพลังงานได้ รสหวานของน้ำตาลเกิดจากต่อมรับรสบริเวณปลายลิ้นด้านบน ค่าความหวานของน้ำตาลจะใช้ค่าความหวานของน้ำตาลซูโครสเป็นมาตรฐานเปรียบเทียบกับความหวานของน้ำตาลอื่นๆ เนื่องจากน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลที่หวานมากที่สุดในบรรดาน้ำตาลทุกชนิด รองลงมาจะเป็นน้ำตาลกลูโคส มอลโทส และกาแลคโทส

การละลายน้ำ น้ำตาลสามารถละลายได้ดีในน้ำ ปริมาณการละลายได้มากถึง 100% ขึ้นกับความเข้มข้น และอุณหภูมิ หากมีความเข้มข้นมากจะละลายได้น้อยลง หากมีอุณหภูมิสูงจะละลายได้มากขึ้นเช่นกัน ความสามารถในการละลายน้ำของน้ำตาล เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ ฟรุคโทส, ซูโครส, กลูโคสกับมอลโทส และแลคโทส

การให้สารสีน้ำตาลในอาหาร สารสีน้ำตาลที่มาจากน้ำตาลเป็นองค์วัตถุที่เกิดจากการไหม้ของน้ำตาล แต่ไม่ได้ไหม้สนิทจนเกิดสีดำ ซึ่งการทำให้เกิดการไหม้ของน้ำตาลจนมีสีน้ำตาลหรือน้ำตาลอมดำเป็นวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดสีของน้ำตาลสำหรับผสมหรือผลิตในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ใช้ผสมซีอิ๊วดำ ซอสถั่วเหลือง และน้ำอัดลม เป็นต้น

2.4.3 คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาล

น้ำตาลเป็นแหล่งให้พลังงาน เนื่องจากน้ำตาลทรายขาวมีความบริสุทธิ์ถึง 99.5% จึงสามารถคำนวณพลังงานของน้ำตาลทรายโดยคิดว่าน้ำตาลทราย 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี นอกเหนือจากพลังงานแล้ว น้ำตาลทรายไม่ให้อาหารอื่นเลย น้ำตาลสีน้ำตาล จะให้แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็กบ้าง สำหรับน้ำตาลมะพร้าวนอกจากให้แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็กแล้วยังให้วิตามินเอ และไนอะซิน อีกด้วย (ไพบุลย์, 2532)

2.5 น้ำตาลไอซิ่ง

2.5.1 ลักษณะทั่วไปของน้ำตาลไอซิ่ง

น้ำตาลไอซิ่ง (อังกฤษ: Icing sugar หรือ Powdered Sugar, Confectioner's Sugar) คือ น้ำตาลทรายที่ผ่านกระบวนการบดละเอียด ลักษณะเป็นผงสีขาว ละเอียดคล้ายแป้ง (Powder Form) มีส่วนผสมของแป้งข้าวโพด (Corn Starch) ประมาณร้อยละ 3 ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารป้องกันการจับตัว (Anti Caking Agent) ในผงน้ำตาล

น้ำตาลไอซิ่ง เป็นหนึ่งในวัตถุดิบสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ มีลักษณะเฉพาะในการใช้งานแตกต่างจากน้ำตาลทรายทั่วไป กล่าวคือ น้ำตาลไอซิ่ง ซึ่งอยู่ในรูปของผง (Powder Form)

ด้วยลักษณะที่ละเอียดเป็นอย่างมาก ทำให้น้ำตาลไอซิ่งละลายน้ำได้เป็นอย่างดีเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลทรายทั่วไป น้ำตาลไอซิ่งเป็นส่วนผสมที่สำคัญในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เหมาะสำหรับการทำเบเกอรี่และขนม เช่น คูกี้ วิกิ้งครีม พาย ครีมแต่งหน้าเค้ก ตุ๊กตาไอซิ่ง หรือจะโรยบนหน้าผลไม้

เก็บรักษาเหมือนกับน้ำตาลทราย คือเก็บในที่แห้ง ปราศจากความชื้นไม่โดนแสงแดด และเก็บในภาชนะบรรจุมิดชิด (ปิ่นณวิษฐ์,2559)

ไข่ไก่ ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ เปลือกไข่ เป็นเปลือกแข็งห่อหุ้มด้านนอก, ไข่ขาว มีลักษณะเหลวใส หรือสีเหลืองอ่อนห่อหุ้มไข่แดง และไข่แดง เป็นทรงกลมมีสีส้ม หรือแดง อยู่ตรงกลาง ซึ่งภายในไข่ไก่จะอุดมไปด้วยโปรตีนคุณภาพสูง เป็นโปรตีนที่มีประสิทธิภาพในการดูดซึม ทำให้ร่างกายนำไปใช้งานได้ง่าย โดยมีส่วนประกอบของวิตามินเอ, ดี, อี, เค, บี 16, บี 12, โฟเลต และแร่ธาตุต่างๆ โดยเฉพาะ ไบโอฟลาวิน, ฟอสฟอรัส และเหล็ก ที่ช่วยให้ร่างกายสามารถสร้างเม็ดเลือดได้มากขึ้น อีกทั้งเนื่องจากไข่ไก่เป็นอาหารที่สามารถย่อยได้ง่ายจึงมีความนิยมนำไปปรุงเป็นอาหารสำหรับผู้ป่วย นอกจากนี้ ยังมีส่วนประกอบสำคัญ อย่าง เลซิธิน ซึ่งมีส่วนช่วยในการบำรุงสมอง เพราะส่วนสำคัญของสมอง คือ เลซิธิน หากว่าสมองเกิดความไม่สดใส มีอาการเหนื่อยล้า จะต้องทำการเสริมเลซิธินที่มีอยู่ในไข่แดง สามารถช่วยบำรุงฟื้นฟูความสดใสให้กับสมองได้ อีกทั้งสำหรับผู้ที่ต้องทำงานอยู่หน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นเวลานาน

ไข่ไก่ 1 ฟองจะมีน้ำหนักประมาณ 50 กรัม โดยปริมาณของเปลือกไข่คิดเป็น 10% ไข่แดง 30% และไข่ขาว 60% ซึ่งในไข่ไก่ 1 ฟองให้พลังงาน 70 กิโลแคลอรี มีโปรตีน 7 กรัม ไขมัน 5 กรัม มีคอเลสเตอรอลประมาณ 212 - 214 มิลลิกรัม ซึ่งสมาคมหัวใจของสหรัฐอเมริกา (AHA) แนะนำให้ผู้ที่ป่วยเป็นโรคหัวใจไม่ควรรับประทานไข่ไก่เกินวันละ 1 ฟอง เพราะในไข่ไก่ 1 ฟองมีปริมาณคอเลสเตอรอลเกินกว่า 200 มิลลิกรัม แต่สำหรับคนปกติที่มีร่างกายแข็งแรงสามารถบริโภคไข่ไก่ได้ 1 - 2 ฟองอย่างไม่มีปัญหาในไข่ไก่ 1 ฟองจะมีไขมันประมาณ 5 กรัม ซึ่งไขมันเกือบทั้งหมดอยู่ในไข่แดง ส่วนในไข่ขาวพบไขมันได้น้อยมาก เป็นไขมันอิ่มตัวประมาณ 1.6 กรัม หรือคิดเป็น 30% ของไขมันทั้งหมด ส่วนที่เหลือจะเป็นไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ ไตรกลีเซอไรด์ ที่เป็นแหล่งของพลังงาน ประมาณ 65% โฟสโฟลิปิด ที่เป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ประมาณ 30% และส่วนที่เป็นคอเลสเตอรอลที่มีอยู่เพียง 5% เท่านั้น นับว่าเป็นคอเลสเตอรอลที่ดี (High-density lipoprotein : HDL)

2.7.3 ประโยชน์ของไข่ไก่

ไข่ไก่ มีประโยชน์ต่อเด็ก เพราะเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพสูงที่ช่วยเสริมสร้างร่างกายให้เจริญเติบโตสมวัย อีกทั้งยังให้พลังงานที่เพียงพอในแต่ละวันอีกด้วย โปรตีนที่มีอยู่ในไข่ไก่จะช่วยให้ผู้ใหญ่เสริมสร้างและซ่อมแซมความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ทำให้มีชีวิตชีวา ดูสดชื่น และทำให้มีพลังงานไปหล่อเลี้ยงร่างกาย นอกจากนั้นยังช่วยทำให้รักษาเกณฑ์หนักทำให้มีสุขภาพที่ดีไข่ไก่ มีสารอาหารสำคัญ 4 ประเภทที่คุณแม่กำลังตั้งครรภ์ต้องการมากที่สุด ได้แก่ โคลีน โปรตีน โฟเลต และเหล็ก ซึ่งเป็นสารอาหารที่จำเป็น เพราะจะส่งผลต่อพัฒนาการทางสมองของตัวอ่อนและพัฒนาการของเนื้อเยื่อประสาทที่ช่วยป้องกันการผิดปกติของทารกแรกเกิด

ผู้สูงอายุมีความเสี่ยงต่อการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อเนื่องมาจากอายุที่เพิ่มมากขึ้น ไข่ไก่ จึงเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพสูงที่ช่วยเติมเต็มความต้องการโปรตีนของผู้สูงอายุ ซึ่งมีส่วนช่วยรักษาการทำงานของกล้ามเนื้อ และชะลออัตราการสูญเสียกล้ามเนื้อได้เป็นอย่างดี (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, 2556)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กมล ปัญญา และวาสนา ชันทะเสน (2561) ได้พัฒนาตำหรับมาการองจากผงเม้ดมะม่วงหิมพานต์ ทดแทนผงถั่วอัลมอนต์ ผงเม้ดมะม่วงหิมพานต์จะมีต้นทุนที่ต่ำกว่าผงถั่วอัลมอนต์ ผู้วิจัยจึงได้นำผงเม้ดมะม่วงหิมพานต์มาทำการวิจัย พบว่าผงเม้ดมะม่วงหิมพานต์ที่แตกหักมีความชื้นน้อยกว่าและต้นทุนที่ต่ำกว่าผงเม้ดมะม่วงหิมพานต์เต็มเมล็ด ค่าความชื้นที่น้อยกว่ามีผลต่อการขึ้นรูป

อชิป บุศิริวิทย์ และ นภัทร ศรีวะรมย์ (2561) ได้พัฒนาขนมมาการองโดยใช้ถั่วลิสงผงและเม้ดมะม่วงหิมพานต์ผงทดแทนอัลมอนต์ผง งานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะทดแทนอัลมอนต์ผงด้วยถั่วลิสงผงและเม้ดมะม่วงหิมพานต์ผงซึ่งสามารถหาได้ง่ายและมีราคาที่ถูกกว่า ในการทดลองพบว่าถั่วลิสงไม่สามารถทดแทนอัลมอนต์ผงได้เนื่องจากมีกลิ่นรสที่มีความจำเพาะในขณะที่สามารถทดแทนอัลมอนต์ผงด้วยเม้ดมะม่วงหิมพานต์ผงที่อัตราส่วน 10:90 โดยไม่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์ และจักรารุ ภูเสม (2556) ได้พัฒนาการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์มาการอง ซึ่งรำข้าวจะถูกขัดสีออกจากการขัดสีข้าวสาร รำข้าวเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของเมล็ดข้าวที่อุดมไปด้วย โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และใยอาหาร ใยอาหารที่มีอยู่ในรำข้าวเป็นชนิดที่ไม่ละลายน้ำ สามารถลดความเสี่ยงโรคต่างๆได้ จากการศึกษาการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยดในปริมาณที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 5, 10 และ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 ผงถั่วอัลมอนต์	ตรา บลูโดมอนต์
3.1.1.2 กากถั่วดาวอินคา	ตรา ฟาร์มฟิน
3.1.1.3 น้ำตาลไอซิ่ง	ตรา ปี ไอ เอฟ
3.1.1.4 น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์	ตรา มิตรผล
3.1.1.6 ไข่ขาว	ตรา ซีพี

3.2 อุปกรณ์

3.1.2 อุปกรณ์สำหรับเตรียมผลิตภัณฑ์ฟ้ามารอง

3.1.2.1 เครื่องชั่ง รุ่น TSE-105	ยี่ห้อ TANITA.
3.1.2.2 เครื่องผสม รุ่น EMS-52	ยี่ห้อ SHARP
3.1.2.3 เครื่องปั่น รุ่น EM-ICE POWER	ยี่ห้อ SHARP
3.1.2.4 เตาอบ รุ่น SERIES INFRARED FOOD OVEN	ยี่ห้อ EFO
3.1.2.5 อุปกรณ์เครื่องครัว ได้แก่ ที่ร่อนแป้ง อ่างผสม ภาชนะ หัวบีบ เป็นต้น	

3.3 วิธีการทดลอง

3.2.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของผงถั่วอัลมอนต์และถั่วดาวอินคา

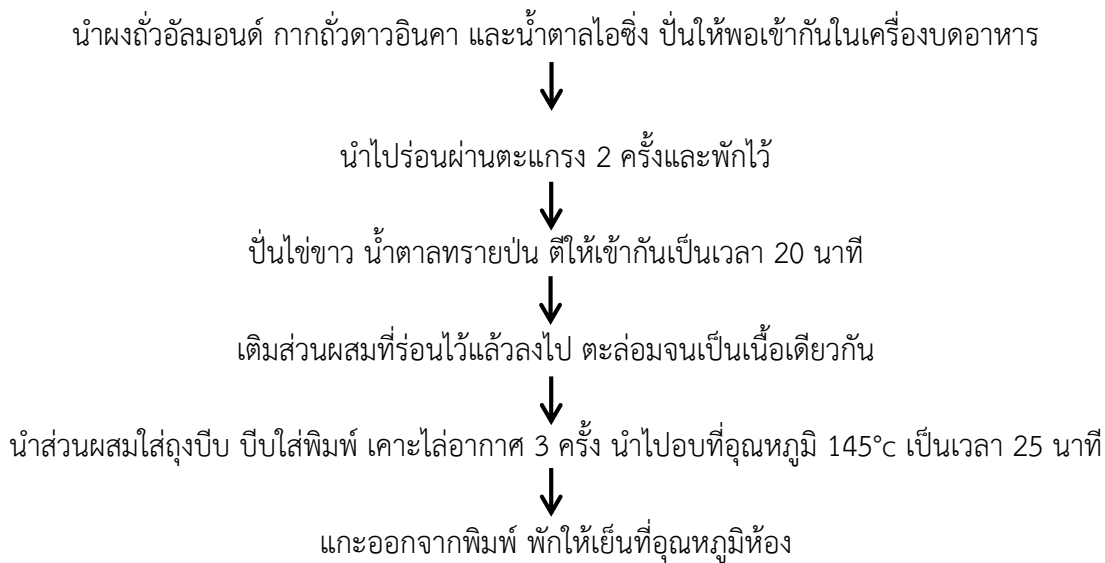
วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture) ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของผงถั่วอัลมอนต์และกากถั่วดาวอินคา และนำไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

3.2.2 การศึกษาปริมาณการใช้กากถั่วดาวอินคาในผลิตภัณฑ์ฟ้ามารอง

คัดเลือกสูตรมาตรฐานมาทำการองจากงานวิจัยของเจตนิพัทธ์ และจักรารุช, 2556 นำมาศึกษาโดยแปรปริมาณกากถั่วดาวอินคาในระดับที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือร้อยละ 40 60 และ 80 โดยน้ำหนักผงถั่วอัลมอนต์ ซึ่งกำหนดให้สูตรมาตรฐานคือถั่วดาวอินคาร้อยละ 0 เป็นสูตรควบคุม ดังตารางที่ 3.1 และกำหนดให้ส่วนประกอบอื่นได้แก่ น้ำตาลทรายร้อยละ 23 น้ำตาลไอซิ่งร้อยละ 35 และไข่ขาวร้อยละ 9 มีปริมาณเท่ากันทั้ง 4 สูตร และนำไปผลิตตามขั้นตอนดังภาพที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ปริมาณกากถั่วดาวอินคาทดแทนผงถั่วอัลมอนต์ในผลิตภัณฑ์ฟ้ามารองที่ระดับร้อยละ 40 60 และ 80 โดยน้ำหนักผงถั่วอัลมอนต์

ส่วนผสม (ร้อยละ)	ผลิตภัณฑ์ฟ้ามารองที่ใช้กากถั่วดาวอินคาทดแทนผงถั่วอัลมอนต์			
	ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม)	ร้อยละ 40 (สูตรที่ 1)	ร้อยละ 60 (สูตรที่ 2)	ร้อยละ 80 (สูตรที่ 3)
กากถั่วดาวอินคา	0	9.2	13.8	18.4
ผงถั่วอัลมอนต์	23	13.8	9.2	4.6



ภาพที่ 3.1 กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ฟามาการอง

3.2.1.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ฟามาการองจากกากถั่วดาวอินคา

นำผลิตภัณฑ์ฟามาการองทั้ง 4 สูตร มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และ ความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไปจำนวน 50 คน ผลิตภัณฑ์ฟามาการองที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดจะถูกคัดเลือกไปวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

3.2.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ฟามาการองจากกากถั่วดาวอินคา

นำผลิตภัณฑ์ฟามาการองจากกากถั่วดาวอินคาที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสในข้อ 3.2.3 มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ด้วยเครื่องวัดค่าสี Hunter Lab รุ่น Colorflex โดยรายงานเป็นค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA-XTplus คือ ค่าความแข็ง (Hardness) และค่าความกรอบ (Fracturability) โดยรายงานค่าในหน่วยกรัมแรง (g) วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Loss on Drying) ความชื้นตามวิธีการ AOAC (2019) และปริมาณน้ำอิสระด้วยเครื่อง Water Activity ยี่ห้อ Decagon Devices รุ่น Aqua Lab Series 4TE

3.2.1.3 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการผลิตภัณฑ์ฟามาการองจากกากถั่วดาวอินคา

โปรตีน คาร์โบไฮเดรต พลังงาน ไขมัน ความชื้น โยอาหาร ตามวิธีการของ In-house method TE-CH-042 (AOAC, 2019) วิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันทั้งหมด (Total Saturated fatty acid) กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acid) กรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง (Monounsaturated fatty acid) กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง (Polyunsaturated fatty acid) ตามวิธี In-house method TE-CH-208 โดย โดยเทคนิค Gas chromatography; GC วิเคราะห์ปริมาณวิตามินอี อัลฟาโทโคฟีรอล (Vitamin E alpha-Tocopherol) โดยเทคนิค High

Performance Liquid Chromatography; HPLC (Analysis of Food and Beverage, 1979)
วิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนชนิดที่จำเป็นและไม่จำเป็นตามวิธีการ In-house method (AOAC 1989)

3.2.8 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design; CRD สำหรับการทดสอบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ และวางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design; RCBD สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละกลุ่มด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test; DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS Version 18

3.2.9 การคำนวณต้นทุนวัตถุดิบผลิตภัณฑ์ฝามาการอง

คำนวณต้นทุนวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ฝามาการองคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้

$$\frac{\text{ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ (กรัม)} \times \text{ปริมาณต่อหน่วย (กรัม)}}{\text{ราคาวัตถุดิบต่อหน่วย (บาท)}} = \text{ต้นทุนวัตถุดิบ (บาท)}$$

ราคาวัตถุดิบต่อหน่วย (บาท)

รายงานผลการคำนวณราคาต้นทุนวัตถุดิบต่อหน่วยรวมทั้งหมดและปริมาณร้อยละที่ของต้นทุนที่ลดลงเทียบกับมาการองสูตรควบคุม

บทที่4

ผลและอภิปรายผลการทดลอง

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผงถั่วอัลมอนต์และกากถั่วดาวอินคา

ตารางที่ 4.1 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผงถั่วอัลมอนต์และกากถั่วดาวอินคา

ลักษณะทางกายภาพและเคมี	ผงถั่วอัลมอนต์	กากถั่วดาวอินคา
ค่าความชื้น (ร้อยละ)	4.27±0.05	3.41±0.01
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.57±0.04	0.28±0.01
ค่าความสว่าง (L^*)	78.64±0.02	69.74±0.03
ค่าสีแดง (a^*)	1.62±0.01	5.40±0.01
ค่าสีเหลือง (b^*)	22.16±0.02	22.65±0.01

ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี ได้แก่ความชื้นของผงถั่วอัลมอนต์มีความชื้นร้อยละ 4.27 และมีปริมาณน้ำอิสระ 0.57 และผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมีของกากถั่วดาวอินคามีความชื้นร้อยละ 3.41 ปริมาณน้ำอิสระ 0.28 เมื่อเปรียบเทียบกับพบว่าผงถั่วอัลมอนต์มีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ มากกว่ากากถั่วดาวอินคาเนื่องจากกากถั่วดาวอินคาที่ใช้ได้ผ่านกระบวนการสกัดหรือบีบน้ำมันออกจากตัวเมล็ดถั่วดาวอินคาจึงเป็นผลให้ปริมาณความชื้นในกากมีน้อยกว่าผงถั่วอัลมอนต์ที่ไม่ผ่านกระบวนการสกัดน้ำมัน ซึ่งมีผลการศึกษาคล้ายคลึงกันกับผลการทดลองของ Saroot และคณะ 2016 ซึ่งรายงานปริมาณความชื้นของกากถั่วดาวอินคาคือร้อยละ 3.84 สำหรับค่าความสว่าง (L^*) ของกากถั่วดาวอินคามีค่าน้อยกว่าผงถั่วอัลมอนต์ ซึ่งหมายถึงสีค่อนข้างเข้ม ในขณะที่ค่าสีแดง (a^*) ของกากถั่วดาวอินคา (5.40) มีค่าสูงกว่าผงถั่วอัลมอนต์ (1.62) และมีค่าสีเหลือง (b^*) ที่ใกล้เคียงกัน คือ 22.65 และ 22.16



ภาพที่ 4.1 ผงถั่วอัลมอนต์และกากถั่วดาวอินคา

4.2 ผลการศึกษาปริมาณกากถั่วดาวอินคาที่ใช้ทดแทนผงถั่วอัลมอนต์ในผลิตภัณฑ์ฟามาการอง

ตารางที่ 4.2 คะแนนการยอมรับด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ฟามาการองที่ใช้กากถั่วดาวอินคาทดแทนผงถั่วอัลมอนต์ที่ระดับต่างกัน 3 ระดับ (ร้อยละ 40 60 80)

ผลิตภัณฑ์ ฟามาการอง	คุณลักษณะฟามาการองที่ใช้กากถั่วดาวอินคาทดแทนผลอัลมอนต์				
	สี	กลิ่นรส	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม)	7.15 ^a ±0.86	6.58 ^a ±0.88	7.02 ^a ±0.75	6.76 ^a ±0.72	6.98 ^a ±0.89
ร้อยละ 40 (สูตรที่ 1)	7.08 ^a ±0.80	6.65 ^a ±0.87	7.10 ^a ±0.87	6.88 ^a ±0.90	7.04 ^a ±0.94
ร้อยละ 60 (สูตรที่ 2)	7.38 ^a ±0.95	6.85 ^a ±0.75	7.15 ^a ±0.73	6.94 ^a ±0.81	7.13 ^a ±0.85
ร้อยละ 80 (สูตรที่ 3)	5.56 ^b ±0.81	5.01 ^b ±0.99	4.93 ^b ±0.93	5.20 ^b ±0.81	5.83 ^b ±0.61

หมายเหตุ : ตัวอักษร^a และ ^b หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการศึกษาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ฟามาการองทดแทนกากถั่วดาวอินคา โดยการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในคุณลักษณะต่างๆ พบว่าผลิตภัณฑ์ ฟามาการองทดแทนผงถั่วอัลมอนต์ด้วยกากดาวอินคาในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์ฟามาการองที่ทดแทนผงถั่วอัลมอนต์ด้วยกากถั่วดาวอินคาที่ระดับร้อยละ 40 และ ร้อยละ 60 แต่ในขณะเดียวกันมีคะแนนความชอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อทดแทนไปที่ระดับร้อยละ 80 ทั้งนี้เนื่องจากกากถั่วดาวอินคามีน้ำมันหอมระเหยที่มีกลิ่นจำเพาะซึ่งมีความเข้มข้นของกลิ่นในปริมาณสูง เมื่อได้รับความร้อนจากการอบเป็นผลให้น้ำมันหอมระเหยมีการกระจายตัวออกมาจากกากของถั่วดาวอินคา ซึ่งลักษณะกลิ่นดังกล่าวทำให้ผู้ทดสอบชิมไม่พึงประสงค์ส่งผลให้มีคะแนนความชอบลดลง โดยผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยของ อธิป และ นภัทร (2561) ซึ่งพบว่า การใช้ถั่วลิสงทดแทนถั่วอัลมอนต์ในผลิตภัณฑ์ฟามาการองทำให้มีกลิ่นรสจำเพาะจากถั่วลิสงในปริมาณมาก ทำให้ผู้บริโภคแยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ได้อย่างชัดเจน และงานวิจัยของนรินทรภพ และคณะ 2562 รายงานว่า การใช้ถั่วดาวอินคาที่ไม่ผ่านกระบวนการบิบน้ำมันทดแทนถั่วอัลมอนต์ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์ทำให้ผู้ทดสอบชิมไม่ยอมรับ ทั้งนี้จากผลการทดลองพบว่าแม้ว่าผลิตภัณฑ์ฟามาการองสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 2 มีผลคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่ต่างจากสูตรควบคุม แต่เพื่อวัตถุประสงค์ของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ฟามาการองให้มีต้นทุนน้อยลง และมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น จึงคัดเลือกฟามาการองสูตรที่ 2 คือ การใช้กากถั่วดาวอินคาที่ระดับร้อยละ 60 ไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการในขั้นตอนต่อไป

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ฝามาการองที่ใช้กากถั่วดาวอินคาทดแทนผงถั่วอัลมอนต์ที่ระดับร้อยละ 40 60 80

ตารางที่ 4.3 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ฝามาการองที่ใช้กากถั่วดาวอินคาทดแทนผงถั่วอัลมอนต์ที่ระดับต่างกัน 3 ระดับ (ร้อยละ 40 60 80)

ค่าสี	คุณลักษณะฝามาการองที่ใช้กากถั่วดาวอินคาทดแทนผงถั่วอัลมอนต์			
	ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม)	ร้อยละ 40 (สูตรที่ 1)	ร้อยละ 60 (สูตรที่ 2)	ร้อยละ 80 (สูตรที่ 3)
ค่าความสว่าง (L*)	75.69 ^a ±0.78	71.64 ^b ±0.56	70.25 ^c ±0.64	70.00 ^c ±0.82
ค่าสีแดง (a*)	5.56 ^b ±0.02	5.62 ^a ±0.05	5.77 ^{ab} ±0.18	6.56 ^a ±0.02
ค่าสีเหลือง (b*) ^{ns}	22.29±0.07	22.95±0.98	22.76±0.10	22.65±0.27

หมายเหตุ : ตัวอักษร^{a b} และ ^c หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางพบว่าที่ 4.3 พบว่า เมื่อทดแทนผงถั่วอัลมอนต์ด้วยผงถั่วดาวอินคาในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) และ ค่าสีแดง (a*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม ทั้งนี้เนื่องกากถั่วดาวอินคาที่มีความเข้มข้นของสีสูงกว่าผงถั่วอัลมอนต์ดังจะเห็นได้จากการทดลองในข้อ 4.1 โดยมีลักษณะเป็นสีน้ำตาล ทั้งนี้การเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ฝามาการองนั้นมีผลมาจากการทำปฏิกิริยาของน้ำตาลรีดิวซ์กับกรดอะมิโนที่มีในกากถั่วดาวอินคาโดยมีความร้อนเป็นตัวเร่ง เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องเกิดสารสีน้ำตาลที่เรียกว่าปฏิกิริยาเมลลาร์ด (นิธิยา 2557) จากผลการทดลองมีความคล้ายคลึงกันกับการศึกษาของมานิสา ศรียังเล็ก 2563 พบว่าการใช้กากถั่วอัลมอนต์ทดแทนอัลมอนต์ป่นในผลิตภัณฑ์ฝามาการองส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) ลดลง ค่าสีแดง (a*) มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.4 ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ฝามาการองที่ใช้กากถั่วดาวอินคาที่ระดับต่างกัน 3 ระดับ (ร้อยละ 40 60 80)

ค่าเนื้อสัมผัส (Texture)	ผลิตภัณฑ์ฝามาการองที่ใช้กากถั่วดาวอินคาทดแทนผงถั่วอัลมอนต์			
	ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม)	ร้อยละ 40 (สูตรที่ 1)	ร้อยละ 60 (สูตรที่ 2)	ร้อยละ 80 (สูตรที่ 3)
ค่าความแข็ง Hardness (g)	797.52 ^c ±50.95	817.64 ^b ±51.60	833.15 ^c ±44.57	922.31 ^a ±62.
ค่าความกรอบ Fracturability (g)	6.79 ^b ±0.02	8.10 ^a ±0.05	8.30 ^a ±0.18	8.44 ^a ±0.02

หมายเหตุ : ตัวอักษร^{a b} และ ^c หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ฝามาการองจากกากถั่วดาวอินคา พบว่า เมื่อทดแทนผงถั่วอัลมอนต์ด้วยผงถั่วดาวอินคาในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าเนื้อสัมผัส ด้านความแข็ง และความกรอบ ของผลิตภัณฑ์มาการองทั้ง 3 สูตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม อาจผลมาจากปริมาณไขมันในกากถั่วดาวอินคาที่น้อยกว่าถั่วอัลมอนต์ ทั้งนี้โดยปกติไขมันในวัตถุดิบอาหารมีคุณสมบัติช่วยให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารมีความนุ่มขึ้น การที่ผลิตภัณฑ์ฝามาการองจากกากถั่วดาวอินคาที่มีปริมาณไขมันน้อยกว่าทำให้โครงสร้างภายในของมาการองยึดเกาะกันแน่นหนาขึ้น จึงทำให้มีค่าความแข็งและความกรอบเพิ่มขึ้น (Bakkalbasi et al., 2015) โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Anamaria et al., 2020 ได้รายงานว่าการใช้ผลิตผลพลอยได้จากกากวอลนัทที่ผ่านกระบวนการสกัดหรือบีบน้ำมันออกส่งผลให้ค่าเนื้อสัมผัส ด้านความแข็งของมาการองมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4.5 ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของผลิตภัณฑ์ฝามาการองที่ใช้กากถั่วดาวอินคาทดแทนผงถั่วอัลมอนต์ที่ระดับต่างกัน 3 ระดับ (ร้อยละ 40 60 80)

องค์ประกอบทางเคมี	ผลิตภัณฑ์ฝามาการองที่ใช้กากถั่วดาวอินคาทดแทนผงถั่วอัลมอนต์			
	ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม)	ร้อยละ 40 (สูตรที่ 1)	ร้อยละ 60 (สูตรที่ 2)	ร้อยละ 80 (สูตรที่ 3)
ความชื้น (%)	$2.30^a \pm 0.01$	$1.80^{ab} \pm 0.00$	$1.62^b \pm 0.00$	$1.49^b \pm 0.03$
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ^{ns}	0.42 ± 0.07	0.41 ± 0.02	0.42 ± 0.25	0.41 ± 0.63

หมายเหตุ : ตัวอักษร^a และ^b หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.5 พบว่า เมื่อทดแทนถั่วอัลมอนต์ด้วยกากถั่วดาวอินคาของผลิตภัณฑ์ฝามาการองในปริมาณที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความชื้นมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์ฝามาการองที่ทดแทนด้วยกากถั่วดาวอินคาได้ผ่านกระบวนการแปรรูปโดยการสกัดหรือบีบน้ำมันจึงเป็นผลให้มีปริมาณความชื้นของกากถั่วดาวอินคา (3.41) น้อยกว่าถั่วอัลมอนต์ (4.27) ดังตารางที่ 4.1 เมื่อทดแทนในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์ฝามาการองปริมาณความชื้นน้อยลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Young (2017) พบว่าการเติมผงแกล่นตะวันตกในผลิตภัณฑ์มาการองเป็นผลให้ความชื้นมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) 46 โดยปริมาณความชื้นเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อาหารชุมชน (มผช.118/2546) ซึ่งได้ระบุไว้ว่าผลิตภัณฑ์กลุ่มขนมอบประเภทคุกกี้ควรมีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 4 ทั้งนี้ ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของผลิตภัณฑ์ฝามาการองที่ทดแทนกากถั่วดาวอินคาทั้ง 3 สูตร มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.40 – 0.46 ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อาหารชุมชนซึ่งต้องมีปริมาณน้ำอิสระไม่เกิน 0.60 ซึ่งไม่สามารถทำให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตจนทำให้อาหารเน่าเสียได้

ตารางที่ 4.6 คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ฟามาการองสูตรควบคุม (ร้อยละ 0) และผลิตภัณฑ์ฟามาการองสูตรที่ทดแทนด้วยกากถั่วดาวอินคา (ร้อยละ 60)

องค์ประกอบ (กรัม/100กรัม)	ฟามาการองสูตรควบคุม (ร้อยละ 0)	ฟามาการองสูตรที่ทดแทน ด้วยกากถั่วดาวอินคา (ร้อยละ 60)
โปรตีน	9.42	12.69
ไขมัน	11.34	7.28
เถ้า	1.02	1.49
ความชื้น	5.71	5.74
คาร์โบไฮเดรต	72.51	72.80
พลังงาน	429.78	407.48
ใยอาหาร	1.20	1.91
วิตามินอี (อัลฟาโทโคฟีรอล)	3.51	2.07
กรดไขมันอิ่มตัว	0.87	0.59
กรดไขมันอิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง	7.62	4.72
กรดไขมันอิ่มตัวหลายตำแหน่ง	2.31	1.62
กรดไขมันไม่อิ่มตัว	9.93	6.34
กรดไขมันโอเมก้า 3	ND	ND
กรดไขมันโอเมก้า 6	2.31	1.45
กรดไขมันโอเมก้า 9	7.54	4.67

ND หมายถึง ตรวจไม่พบ

จากตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของฟามาการองสูตรที่ใช้กากถั่วดาวอินคาที่ระดับร้อยละ 60 ทดแทนผงถั่วอัลมอนต์ พบว่า ปริมาณ ความชื้น เถ้า คาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร โปรตีนและกรดอะมิโนชนิดจำเป็นทั้ง 9 ชนิด (ฮีสทีดีน ไอโซลิวซีน ลิวซีน ไลซีน เมไทโอนีน ฟีนอลอะลานีน ทรีโอนีน วาลีน ทรีปโตเฟน) และกรดอะมิโนชนิดไม่จำเป็นจำนวน 5 ชนิด (อาร์จินีน ไกลซีน โพรลีน เซรีน ไทโรซีน) มีปริมาณเพิ่มขึ้น ในขณะที่ ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัว กรดไขมันอิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง กรดไขมันอิ่มตัวหลายตำแหน่ง กรดไขมันโอเมก้า 3 กรดไขมันโอเมก้า 6 กรดไขมันโอเมก้า 9 ปริมาณไขมันทั้งหมด กรดอะมิโนชนิดไม่จำเป็น จำนวน 4 (กรดแอสพาร์ติก กรดกลูตามิก กลูตามีน ซิสเตอีน) และ พลังงานมีปริมาณลดลง เมื่อเทียบกับฟามาการองที่ไม่ใช้กากถั่วดาวอินคาเป็นสูตรควบคุม

ตารางที่ 4.6 คุณค่าทางโภชนาการของฝามาการองสูตรควบคุม (ร้อยละ 0) และฝามาการองสูตรที่ทดแทนด้วยกากถั่วดาวอินคา (ร้อยละ 60) (ต่อ)

กรดอะมิโน (มก./100กรัม)	ฝามาการองสูตรควบคุม (ร้อยละ 0)	ฝามาการองสูตรที่ทดแทน ด้วยกากถั่วดาวอินคา (ร้อยละ 60)
กรดอะมิโนจำเป็น		
ฮีสทีดิน	170	210
ไอโซลิวซีน	310	410
ลิวซีน	440	560
ไลซีน	540	640
เมไทโอนีน	370	410
ฟีนิลอะลานีน	500	540
ทรีโอนีน	280	370
วาลีน	450	540
ทริปโตเฟน	180	240
กรดอะมิโนไม่จำเป็น		
อะลานีน	380	380
อาร์จินีน	1,750	1,390
กรดแอสพาร์ติก	1,120	880
ซีสเทอีน	420	460
กรดกลูตามิก	1,170	970
ไกลซีน	320	510
โพรลีน	300	410
เซรีน	390	510
ไทโรซีน	440	540
แอสพาราจिन	ND	ND
ซีสเทอีน	420	129
กลูตามีน	640	630

ND หมายถึง ตรวจไม่พบ

โดยจากรายงานการศึกษาก่อนหน้านี้ของ Saroat et al., 2016 ได้มีการศึกษา องค์ประกอบทางเคมีต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกากถั่วดาวอินคา พบว่ามี ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวน้อยและอุดมไปด้วยกรดไขมันชนิดโอเมก้า 3 6 และ 9 และยังพบปริมาณกรดอะมิโนชนิดที่จำเป็นเฉลี่ยอยู่ในช่วง 624.21 – 17849.00 และ กรดอะมิโนชนิดไม่จำเป็น 1288 – 10025 มิลลิกรัมต่อ 100กรัม ตัวอย่าง

จะเห็นได้ว่าการนำกากถั่วอินคาซึ่งเป็นผลิตผลพลอยได้จากกระบวนการสกัดน้ำมันมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ฟามาการอง ทำให้มีประโยชน์ในเชิงคุณค่าทางโภชนาการโดยเฉพาะปริมาณโปรตีน และกรดอะมิโนที่ชนิดจำเป็น โยอาหาร คาร์โบไฮเดรต ที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งมีประโยชน์แก่ร่างกาย ทั้งนี้ยังมีปริมาณไขมันทั้งหมดลดลง ซึ่งเป็นผลให้พลังงานของผลิตภัณฑ์ฟามาการองลดลงตามไปด้วย จากผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการผลิตภัณฑ์ฟามาการองที่ทดแทนด้วยถั่วอัลมอนต์ด้วยกากถั่วดาวอินคาสามารถเป็นทางเลือกแก่กลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพได้ ตลอดจนขยายผลแก่ผู้ประกอบการที่สนใจผลิตอาหารว่างในกลุ่มผลิตภัณฑ์ขนมอบเพื่อต่อยอดในเชิงพาณิชย์ต่อไป

4.3 ผลศึกษาต้นทุนวัตถุดิบและต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ฟามาการองสูตรควบคุม (ร้อยละ 0) และฟามาการองสูตรที่ทดแทนด้วยกากถั่วดาวอินคา (ร้อยละ 60)

ตารางที่ 4.7 การคำนวณต้นทุนวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ฟามาการองสูตรควบคุม (ร้อยละ 0) และผลิตภัณฑ์ฟามาการองสูตรที่ทดแทนด้วยกากถั่วดาวอินคา (ร้อยละ 60)

วัตถุดิบ	ราคาต่อหน่วย	ฟามาการองสูตรควบคุม (ร้อยละ 0)	ฟามาการองสูตรที่ทดแทนด้วยกากถั่วดาวอินคา (ร้อยละ 60)
		ราคา บาท / ปริมาณที่ใช้ กรัม	
ผงถั่วอัลมอนต์	520/1000 ก.	31/60	12/24
กากถั่วดาวอินคา	350/1000 ก.	-	13/36
น้ำตาลไอซิ่ง	36/1000 ก.	3/75	3/75
น้ำตาลทราย	25/1000 ก.	2/60	2/60
ไข่ขาว	90/1000 ก.	5/50	5/50
รวมต้นทุนวัตถุดิบ		41	35

จากตารางที่ 4.7 ผลการคำนวณต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ฟามาการองสูตรควบคุม (ร้อยละ 0) และฟามาการองสูตรที่ทดแทนด้วยกากถั่วดาวอินคา (ร้อยละ 60) พบว่า ต้นทุนวัตถุดิบในการผลิตฟามาการองอยู่ที่ 41 บาท ต่อ 1 สูตร เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ฟามาการองที่พัฒนาแล้วพบว่ามีต้นทุนอยู่ที่ 35 บาท ต่อ 1 สูตร ทำให้มีร้อยละต้นทุนเฉพาะวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตลดลง ร้อยละ 25 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ทั้งนี้กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ฟามาการองสามารถผลิตได้จำนวน 15 ชิ้นต่อ 1 สูตร โดยมีน้ำหนักชิ้นละ 7 กรัม ดังนั้นสำหรับต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ฟามาการองที่พัฒนาแล้วคือใช้ถั่วอัลมอนต์ที่ระดับร้อยละ 40 และกากถั่วดาวอินคาที่ระดับร้อยละ 60 ไปผลิตให้สมบูรณ์โดยประกอบด้วยฟาบอน 1 ชิ้น และฟาล้าง 1 ชิ้น จะมีต้นทุนการผลิตเฉพาะส่วนตัวฟามาการองอยู่ที่ 4 บาทต่อ 1 ชิ้น

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 ผลการหาปริมาณกากถั่วดาวอินคาที่เหมาะสมทดแทนถั่วอัลมอนต์ในผลิตภัณฑ์ฟลามากรอง

การศึกษาปริมาณกากถั่วดาวอินคาที่เหมาะสมทดแทนถั่วอัลมอนต์ในผลิตภัณฑ์ฟลามากรอง จำนวน 3 ระดับ พบว่า ผลิตภัณฑ์ฟลามากรองสูตรที่ทดแทนด้วยกากถั่วดาวอินคาที่ระดับร้อยละ 60 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงสุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.38 6.85 7.15 6.94 และ 7.13 ตามลำดับ โดยอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง ทั้งนี้การทดแทนถั่วอัลมอนต์ด้วยกากถั่วดาวอินคาในผลิตภัณฑ์ฟลามากรอง ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L^*) และปริมาณความชื้นลดลง ในขณะที่ ค่าสีแดง (a^*) ค่าความแข็ง (Hardness) และค่าความกรอบ (Fracturability) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสูตรควบคุมส่วนค่าสีเหลือง และปริมาณน้ำอิสระมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ และเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

5.1.2 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ฟลามากรองสูตรควบคุม (ร้อยละ 0) และฟลามากรองสูตรที่ทดแทนด้วยกากถั่วดาวอินคา (ร้อยละ 60)

การทดแทนถั่วอัลมอนต์ด้วยกากถั่วดาวอินคาในผลิตภัณฑ์ฟลามากรอง พบว่า ปริมาณความชื้น เกล็ด คาร์โบไฮเดรต โยอาหาร โปรตีนและกรดอะมิโนชนิดจำเป็นทั้ง 9 ชนิด (ฮีสทีดีน ไอโซลิวซีน ลิวซีน ไลซีน เมไทโอนีน ฟีนิลอะลานีน ทรีโอนีน วาลีน ทรีปโตเฟน) และกรดอะมิโนชนิดไม่จำเป็นจำนวน 5 ชนิด (อาร์จินีน ไกลซีน โพรลีน เซรีน ไทโรซีน) มีปริมาณเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัว กรดไขมันอิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง กรดไขมันโอเมก้า 3 กรดไขมันโอเมก้า 6 กรดไขมันโอเมก้า 9 ปริมาณไขมันทั้งหมด กรดอะมิโนชนิดไม่จำเป็น จำนวน 4 (กรดแอสพาร์ติก กรดกลูตามิก กลูตามีน ซิสเตอีน) และ พลังงานมีปริมาณลดลงเมื่อเทียบกับฟลามากรองที่ไม่ใช้กากถั่วดาวอินคาคือ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) ดังนั้นผลิตภัณฑ์ฟลามากรองจึงอุดมไปด้วยกรดอะมิโนชนิดที่จำเป็นแก่ร่างกายและยังมีปริมาณพลังงานลดลงจึงเป็นทางเลือกแก่ผู้บริโภคที่สนใจสุขภาพ

5.1.3 ต้นทุนวัตถุดิบการผลิตของผลิตภัณฑ์ฟลามากรองจากกากถั่วดาวอินคา

ต้นทุนการผลิต ผลิตภัณฑ์ฟลามากรองถั่วดาวอินคา จำนวน 1 สูตรรวม 35 บาท ทำให้มีร้อยละ ต้นทุนเฉพาะวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตลดลง ร้อยละ 25 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ฟลามากรองจากกากถั่วดาวอินคา

5.2.2 ควรมีการนำร่องการผลิตในเชิงพาณิชย์หรือขยายผลแก่ผู้ประกอบการเพื่อดูความเป็นไปได้ในการจำหน่าย

เอกสารอ้างอิง

เจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์ และ จักรวาล ภูเสม. 2556. การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด. รายงานการวิจัยงบประมาณเงินรายได้ปี 2556 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่นกมล ปัญญา และ วาสนา ชันทะเสน. 2561. การพัฒนาตำรับมาการองจากผงเม้ดมะม่วงหิมพานต์ทดแทนผงถั่วอัลมอนต์. **วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)** 10(19): 14-30.

นรินทร์ภพ ช่วยการ ศิริวัลย์ พฤตวิสัย และวนิดา บุรีภักดี. 2562. การประยุกต์ใช้พืชวงศ์ถั่วในผลิตภัณฑ์มาการอง. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ)**. 50(2); 1-4.

นิธิยา รัตนปนนท์. 2557. **เคมีอาหาร**. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

มานิสา ศรียังเล็ก, ทวีศักดิ์ เตชะเกรียงไกร และ นื่องนุช ศิริวงศ์. 2563. การเตรียมและการใช้กากเมล็ดอัลมอนต์อบแห้งเพื่อการทดแทนอัลมอนต์ป่นในผลิตภัณฑ์มาการอง. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** 28(9): 1572 -1584.

สำนักงานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมาตรฐานผลิตภัณฑ์. 2546. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อาหารชุมชน มผช.118.

อชิป บุญศิริวิทย์ และ นภัทร ศรีวะรมย์. 2561. การผลิตขนมอบจากไข่ขาวประเภทมาการอง โดยการใช้ถั่วลิสงผงและเม้ดมะม่วงหิมพานต์ผงทดแทนอัลมอนต์ผง. **วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี** 12 (2): 182-192.

Anamaria, P., Paucean, A., Ancut, S., Ersilia S., Simona, A., Maria, M., Mures, V., Chi, M.S., Salant, L., Popescu, L., Berbecea, A and Muste, S. 2020. Quality characteristics and volatile profile of macarons modified with walnut oilcake by-product. **Molecules** 25(2214): 1-19.

AOAC. 2019. **Official Methods of Analysis of AOAC International** (21th ed). Gaithersburg. MD, USA: Association of Analytical Communities.

Bakkalbasi, E., Meral, R.R. and Dogan, I.S. 2015. Bioactive compounds physical and sensory properties of cake made with walnut press-cake. **Journal of Food Quality** 38(6): 422-430.

Chirinos, R., Zuloeta, G., Pedreschi R, Mignolet, E., Larondelle, Y. and Campos, D. 2013. SachalInchi (*Plukenetia volubilis*): a seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, phytosterols, phenolic compounds and antioxidant capacity. **Food Chemistry** 141(3): 1732-1739.

Charalambous, G. 1979. **Liquid Chromatographic Analysis of Food and Beverages** (1st ed). Agricultural and food chemistry division of the American chemical society, Missouri.

Gutiérrez, L.F., Quiñones-Segura, Y., Sanchez-Reinoso, Z., Díaz D.L. and Abril J.L. 2017. Physicochemical properties of oils extracted from γ -irradiated sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds. **Food Chemistry** 237(15): 581-587.

Gutiérrez, L.F., Lina-María, R. and Jiménez, A. 2011. Chemical composition of Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and characteristics of their lipid fraction. **Grasas y Aceites** 62(1): 76-83.

Quinteros, M.F., Vil, C.R, Carpio, C. and Carrillo, W. 2016. Isolation of Protein from Sachá Inchi (*PLUKENETIA VOLUBILIS* L.) in Presence of Water and Salt. **Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research** 9(3): 193-196.

Rattana, M., Pattawee, V. and Narirat, C. 2018. Screw press extraction of sachá inchi seeds: oil yield and its chemical composition and antioxidant properties. **Journal of Food Processing and Preservation** 42(1): 1-10.

Rawdkuen, S., Murdayanti, D., Ketnawa, S. and Phongthai, S. 2016. Chemical properties and nutritional factors of pressed-cake from tea and sachá inchi seeds. **Food Bioscience** 15: 64–71.

Wu, A. 2012. Optimizing sugar ratios for macaroon taste and structure. **Food Science** 1: 1 - 12.

Young, S.C. 2017. The Quality Characteristics of Macaroon added with *Helianthus tuberosus* L. Powder, **Culinary Science & Hospitality Research** 23(1): 28-36.

Zanqui, A.B., Silva, M.C., Morais, D.C., Santos, J.M., Ribeiro, S.A.O., Eberlin, M.N., Filho, L.C., Visentainer, J.V. Gomes, M.S.T.. and Matsushita, M. 2016. Sachá Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil composition varies with changes in temperature and pressure in subcritical extraction with n-propane. **Industrial Crops and Products** 87: 64-70.

ภาคผนวก

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

9-point hedonic scale

การใช้กากั่วดาวอินคาในผลิตภัณฑ์ฟามาการอง

วันที่.....

ชื่อ.....

เพศ หญิง ☐ ชาย ☐

คำชี้แจง: ให้ผู้ชิมตึมน้ำสะอาดก่อนทำการทดสอบ และระหว่างทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง ให้ผู้ชิมทดสอบชิม ตัวอย่างจำนวน 3 อย่าง ตามลำดับที่นำเสนอจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

2 = ไม่ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

5 = เฉยๆ

6 = ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัส		
	139	528	436
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....