การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

Supplementation of Fiber in Macaron Product with Sangyod Rice Bran

เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์

Jetniphat Bunyasawat

จักราวุธ ภู่เสม

Chakkrawut Bhoosem

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้คณะฯ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

Supplementation of Fiber in Macaron Product with Sangyod Rice Bran

เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์

Jetniphat Bunyasawat

จักราวุธ ภู่เสม

Chakkrawut Bhoosem

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้คณะฯ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

ชื่อโครงงานพิเศษ : การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

โดย : เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์ และจักราวุธ ภู่เสม

สาขาวิชา : อาหารและโภชนาการ

คณะ : คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

ปีงบประมาณ : 2556

ในการศึกษาการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์มาการอง ปริมาณการใช้รำข้าวสังข์หยดที่ใช้เสริมในผลิตภัณฑ์มาการอง และเพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์มาการอง

ผลการวิจัย พบว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการองสูตรพื้นฐาน ของสูตรที่ 3 และสูตรที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันในคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น($P<0.05$) อย่างไรก็ตาม ทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ($P>0.05$) ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่ 3 มาใช้ในการศึกษาการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยดในขั้นตอนต่อไป

สำหรับการศึกษาการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยดทำการเสริมที่ระดับแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 5 ร้อยละ 10 และร้อยละ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด พบว่า ผู้ชิมยังคงให้การยอมรับปริมาณการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยดในทุกระดับของการเสริม โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ระดับร้อยละ 15 ผู้ชิมให้การยอมรับสูงที่สุด อย่างไรก็ตาม การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยดที่ระดับร้อยละ 5 มีผลทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการอง ในด้าน ลักษณะปรากฏ และความชอบรวมลดลง ดังนั้นการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด ไม่มีผลต่อการยอบรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการอง นอกจากนี้การเลือกชนิดของรำข้าวเพื่อเสริมในมาการองควรได้รับการศึกษาต่อไป

คำสำคัญ: มาการอง, รำข้าวสังข์หยด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จด้ได้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วย-ศาสตราจารย์ชญาภัทร์ กี่อาริโย คณบดีคณะคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ซึ่งให้โอกาส และอนุมัติโครงการวิจัยนี้

ผู้วิจัยรู้สึกสำนึกในพระคุณของท่านคณาจารย์ทั้งในอดีต และปัจจุบันที่ได้ถ่ายทอดความรู้ และเป็นแบบอย่างในการทำงานให้กับผู้วิจัย

ยิ่งไปกว่านั้น ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากผู้บังคับบัญชา เพื่อน พี่ น้องคณาจารย์ที่ให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ และอีกทั้งหลายท่านที่มิอาจเอ่ยนามได้ครบถ้วน ณ ที่นี้ ที่สละเวลาให้ความร่วมมือ และข้อมูลเพื่องานวิจัยเป็นอย่างดี

ท้ายที่สุด ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่ถูกอ้างนามถึงในการวิจัยครั้งนี่ทุกท่าน และที่ขาดเสียมิได้คือผู้ที่คอยให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนอยู่เบื้องหลังคนสำคัญได้แก่ ผู้ที่เป็นบิดา มารดาของผู้วิจัย

ด้วยความสนับสนุนของท่านทั้งหลาย ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณด้วยความสำนึกยิ่ง

เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์

จักราวุธ ภู่เสม

2556

ABSTRACT

Research Title	:	Supplementation of Fiber in Macaron Product with Sangyod Rice Bran.
Author	:	Jetniphat Bunyasawat and Chakkrawut Bhoosem
Department	:	Food and Nutrition
Faculty	:	Home Economics Technology
Academic year	:	2013

The objective of this research to study the three formula basic of macarons, amount of Sangyod Rice Bran usage in macarons product and nutritional composition of macarons product.

The sensory evaluate of three formula of macarons, the second and the third formula basic macarons non-significant in odor liking ($P<0.05$). However, the three formulas are significant in appearance, color liking, odor liking, taste liking, texture liking and overall liking ($P>0.05$). When consideration in average score, 3rd formula of macarons acceptable that the most one formula. Therefore the third formula used to determine the proper amount of Sangyod Rice Bran to add on macarons in the next step.

For the Enhancing of Sangyod Rice Bran in macarons. The three levels as follow; added Sangyod Rice Bran for 5 % 10 % and 15 % of all total weight. The taster remains to accept all sample of Sangyod Rice Bran in macarons. Especially, at the 15 % of Sangyod Rice Bran to added in macarons to the highest acceptance. However, the resulted of added Sangyod Rice Bran at 5 % to decrease in the appearance and overall liking of macarons. Therefore, supplementation of fiber in macarons product with Sangyod Rice Bran is not affect in macarons. Furturemore, spicies and amount of other bran for macarons production should be intensive studied.

Keywords: Macarons, Sangyod Rice Bran

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	
Abstract	
กิตติกรรมประกาศ	
สารบัญ	(ก)
สารบัญภาพ	(ค)
สารบัญตาราง	(ง)
สารบัญแผนภูมิ	(จ)
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง	
3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์	28
3.2 วิธีดำเนินการทดลอง	29
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์มาการอง	33
4.2 ผลการศึกษาการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด	35
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	40
5.2 ข้อเสนอแนะ	40
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	41

ภาคผนวก 45

ภาคผนวก ก สูตรพื้นฐานมาการอง 3 สูตร 46

ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 51

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ผลทางสถิติ 54

ภาคผนวก ง ประวัติผู้วิจัย 59

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ลักษณะของน้ำเชื่อมในระดับต่างๆ	7
2	องค์ประกอบทางเคมีของอัลมอนด์	11
3	ปริมาณสารอาหารในไข่ไก่ในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	17
4	ลักษณะ และการนำไปใช้ของฟองอากาศของไข่ขาว	18
5	คุณค่าทางโภชนาการของรำข้าว ใน 100 กรัม	22
6	สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์มาการองจำนวน 3 สูตร	33
7	ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มาการองสูตรพื้นฐาน 3 สูตร	34
8	ลักษณะทางกายภาพของมาการองสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร	34
9	ปริมาณการเสริมรำข้าวสังหยดในผลิตภัณฑ์มาการอง 3 ระดับ	36
10	ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด	36
11	ลักษณะทางกายภาพของการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด	37
12	คุณค่าทางโภชนาการของการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด	39

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะที่ดีของมาการอง	5
2	เนื้อเยื่อที่ห่อหุ้มเมล็ดข้าว	21
3	ลักษณะมาการองที่ผ่านและไม่ผ่านขั้นตอนการ TANT POUR TANT	26
4	ตัวอย่างมาการอง การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด	38

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1	ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์มาการอง	31
2	ขั้นตอนการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด	32

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

พฤติกรรมการบริโภคอาหารของคนไทยปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัยเป็นต้น ว่าจากสภาวะเศรษฐกิจที่บีบรัด และเร่งรีบ ส่งผลให้คนไทยมีเวลาให้กับเรื่องการบริโภคอาหารน้อยลง และนับวันจะมีการรับเอาวัฒนธรรมการบริโภคจากชาติตะวันตกมามากขึ้น สิ่งที่ตามมาก็คือทำให้มีอาหารจากชาติตะวันตกเข้ามาแพร่หลายจนทำให้อาหารบางประเภทกลายเป็นอาหารยอดนิยมของคนไทยเป็นต้นว่า ผลิตภัณฑ์ประเภทเบเกอรี เช่น ขนมปัง ขนมเค้ก และคุกกี้ ซึ่งอาหารเหล่านี้กลุ่มที่นิยมบริโภคมักจะเป็นกลุ่มวัยรุ่น ด้วยปัจจัยดังกล่าวจึงทำให้คนไทยเราบริโภคอาหารที่มีเส้นใยอาหารน้อยลง การบริโภคอาหารที่ไม่ได้ครบสัดส่วนและมีคุณค่าทางโภชนาการไม่เพียงพอ อาจเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอย่างไม่น่าเชื่อ

มาการอง เป็นขนมที่มีต้นกำเนิดมาจากประเทศฝรั่งเศส เกิดขึ้นเมื่อปี 1791 จัดว่าเป็นขนมประเภทเมอแรงก์ชนิดหนึ่ง เป็นขนมประเภทอบที่มีลักษณะคล้ายโดมแบนๆ รสชาติหอมหวานสีสันสดใส กรอบนอก นุ่มใน มีไส้ตรงกลางกานาช (Ganache) มีหลายรสชาติ เช่น ช็อกโกแลต สตรอเบอร์รี่ วานิลลา อัลมอนด์ หรือผลไม้ตามฤดูกาล เป็นต้น เป็นอาหารที่ใช้รับประทานระหว่างมื้อหรืออาหารว่าง มาการองมีส่วนผสมหลัก ได้แก่ ไข่ขาว น้ำตาลทราย กลิ่น สีผสมอาหาร น้ำตาลไอซิ่ง น้ำ และผงอัลมอนด์ (Marechal, 2010) ถือเป็นขนมที่ชาวยุโรปให้ความนิยมอย่างมาก ปัจจุบันมีขนมมาการองจำหน่ายทั่วโลก และกำลังได้รับความนิยมขึ้นเรื่อยๆ

รำข้าว (Rice bran) คือ เยื่อสีเหลือง-น้ำตาลที่ห่อหุ้มเมล็ดข้าวกล้องหรือข้าวทั่วไป ซึ่งถูกขัดสีออกในการขัดสีให้ได้ข้าวสาร รำข้าวมีน้ำมันอยู่ประมาณร้อยละ 20 ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) เช่น oleic acid, linoleic acid, linolenic acid ซึ่งเป็น

กรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย (essential fatty acid) รำข้าว เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิต น้ำมันรำข้าว (rice bran oil) (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2556) ในขบวนการขัดสีข้าวขาวมีผลดี คือ ทำให้เก็บรักษาข้าวได้นานขึ้น แต่มีผลเสียทำให้ในส่วนของจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ด ซึ่งเรียกรวมว่ารำข้าวนั้นหลุดออกไปทั้งหมด ส่วนของรำข้าวเป็นส่วนสำคัญที่สุดของเมล็ดข้าวที่อุดมไปด้วยสารอาหารอันทรงคุณค่าได้แก่ โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และใยอาหาร มีการค้นพบว่าใยอาหารที่มีอยู่ในรำข้าวที่เป็นใยอาหารชนิดละลายไม่ละลายน้ำ สามารถลดความเสี่ยงในการเกิดโรคบางอย่างได้อีกด้วย ได้แก่ โรคมะเร็งลำไส้ โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคหัวใจ และโรคที่ก่อให้เกิดความผิดปกติของทางเดินอาหารต่างๆ เช่น ท้องผูก ริดสีดวงทวาร เป็นต้น

ดังนั้นคณะผู้วิจัยเห็นควรที่จะนำผลิตภัณฑ์คุกกี้ของฝรั่งเศสคือ มาการอง(Macaron) ที่กำลังเริ่มเป็นที่รู้จัก แต่หาซื้อรับประทานได้ยาก ราคาค่อนข้างแพง ลักษณะของมาการอง มีรูปทรงกลมขนาดเล็กไม่เกินฝ่ามือเด็กมีสีสันสวยงาม เช่น สีม่วงอ่อน สีเหลือง สีชมพู สีเขียวใบไม้ สีน้ำตาลแดง เนื้อขนมกรอบนอกนุ่มใน สูตรดั้งเดิม ประกอบไปด้วยอัลมอนด์ป่น ไข่ไก่ น้ำตาล และอื่น ๆ ผสมจนเป็นเนื้อเดียวกันแล้วหยอดส่วนผสมเป็นก้อนตามขนาดที่ต้องการ เมื่ออบสุกนำออกจากเตา นำมาใส่ไส้แล้วจึงประกบกัน ซึ่งการพัฒนามาการอง จะใช้รำข้าวสังข์หยดทำเสริมในตัวผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ สามารถที่จะนำไปผลิตในเชิงพานิชย์ที่สำคัญการดำเนินการวิจัยนี้ถือว่ามีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ.2555-2559) ในกลุ่มเรื่องที่ควรวิจัยเร่งด่วนตามนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ พ.ศ.2555-2559 เกี่ยวกับการเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตร (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554)

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์มาการอง (Macaron)

1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณการใช้รำข้าวสังข์หยดที่ใช้เสริมในผลิตภัณฑ์มาการอง (Macaron)

1.2.3 เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์มาการอง (Macaron)

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เช่น การเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร ฯลฯ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.3.2 เป็นการส่งเสริมการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผลงานวิจัยข้าวพันธ์พื้นเมืองให้เกิดประโยชน์ในเชิงพานิชย์

1.3.3 สามารถนำผลงานไปเผยแพร่ในการทอดเทคโนโลยีให้ชุมชนต่อไป

1.4 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

1.4.1 ถ่ายทอดในชั้นเรียน รายวิชาเบเกอรี่สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ

1.5 ขอบเขตของโครงการวิจัย

ใช้รำข้าวสังข์หยดจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรภักดีร่วมใจ อำเภอปากพยูน จังหวัดพัทลุง

บทที่ 2

ตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

มาการอง (Macaron) เป็นที่รู้จักครั้งแรกในสมัยพระเจ้าหลุยส์ที่ 16 ซึ่งเป็นยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงการปกครอง สมัยนั้นข้าวยากหมากแพง เนื้อสัตว์ โปรตีนไม่มีให้รับประทานมากมายนัก เหล่าแม่ชีชาวอิตาเลียนที่อพยพมายังประเทศฝรั่งเศสจึงดำรงชีพอยู่ด้วยอัลมอนด์ เพราะมีคุณค่าทางอาหารไม่แพ้เนื้อสัตว์ โดยนำมาประกอบเป็นอาหารหรือขนมหลายประเภท หนึ่งในนั้นคือ ขนมจากอัลมอนด์ ซึ่งต่อมากลายเป็นของหวานที่ชาวฝรั่งเศสชื่นชอบมาจนถึงปัจจุบัน

เสน่ห์ของมาการองไม่ได้อยู่ที่สีสันสดใสเท่านั้น ว่ากันว่ามาการองที่ดีต้องเริ่มตั้งแต่รูปร่างคล้ายกับโดมแบน ๆ มองดูจากด้านบนเป็นวงกลม ผิวด้านบนของขนมเรียบมันจากความละเอียดของอัลมอนด์บด ส่วนที่สำคัญคือ Foot บางตำราเรียก Skirt รอยหยักคล้ายลูกไม้ชายกระโปรงที่บางกรอบ ดังแสดงในภาพที่ 1 ซึ่งมีวิธีการทำที่ยากพอควร อีกสิ่งหนึ่งที่สำคัญคือ กลิ่นหอมหวานเคล็ดลับอยู่ที่หลังจากนำมาการอง 2 ชิ้นมาประกบกันแล้ว ต้องเก็บไว้ในที่เย็น 1 คืน เพื่อให้ไส้รสชาติต่าง ๆ ซึมซาบเข้าสู่ชั้นของมาการอง นอกจากนี้ความชื้นจากไส้ยังทำให้มาการองมีความนุ่มหนึบเวลาเคี้ยวอีกด้วย

คุณลักษณะของมาการองที่ดี จะต้องมีรสชาติที่ผสานกันอย่างลงตัวระหว่างไส้กานาชและเนื้อ ส่วนสูงที่สมดุลของตัวมาการองชิ้นบนและล่างที่มีขนาดเท่า ๆ กัน รวมทั้งไส้ที่บีบพอดีขอบให้เห็นเป็นเส้นเล็ก ๆ ตลอดทั้งชิ้น มาการองเป็นอาหารที่รับประทานระหว่างมื้อหรือเป็นอาหารว่าง มีส่วนผสมประกอบหลัก ได้แก่ ไข่ขาว น้ำตาลทราย น้ำตาลไอซิ่ง น้ำ สีผสมอาหาร และผงอัลมอนด์วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์มาการองได้แก่ (Zailom, 2554)

ภาพที่ 1 ลักษณะที่ดีของมาการอง

ที่มา: ดัดแปลงจาก Kelly, 2010

2.1.1 น้ำตาล (Sugar)

น้ำตาลโดยทั่วไปหมายถึง สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีรสหวาน และให้พลังงานแก่ร่างกาย ในทางเคมีสามารถแบ่งน้ำตาลออกเป็นสองประเภทใหญ่ๆ คือ น้ำตาลชั้นเดียว(monosaccharide) เช่น น้ำตาลกลูโคส(sucrose) และจัดเป็นน้ำตาลสองชั้น เพราประกอบด้วย น้ำตาลกลูโคสกับน้ำตาลฟรุคโตส พืชจะสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารตามธรรมชาติ หน่วยสุดท้ายของการสังเคราะห์สารที่จะได้คือน้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลกลูโคสนี้จะถูกเก็บสะสมอยู่ในส่วนต่างๆของพืชในรูปของแป้ง แต่มีพืชหลายชนิด เช่น อ้อย มะพร้าว ตาล หรือพืชหัว เช่น หัวผักกาดหวานที่มีน้ำย่อยพิเศษสามารถเปลี่ยนส่วนหนึ่งของน้ำตาลกลูโคส เป็นน้ำตาลฟรุคโตส และทำการสังเคราะห์น้ำตาลทั้งสองนี้ขึ้นเป็นน้ำตาลซูโครสได้น้ำตาล การผลิตน้ำตาลทรายขาวในปัจจุบัน คือ ผลิตน้ำตาลดิบก่อน หลังจากนั้นจึงนำน้ำตาลดิบมาล้างกากน้ำตาลที่เคลือบน้ำตาลทรายดิบออก น้ำตาลที่ล้างแล้วจะถูกละลายเป็นน้ำเชื่อมเข้มข้นประมาณ 50 องศาบริกซ์ แล้วจะผ่านกระบวนการฟอก ซึ่งปฏิบัติคล้ายกับดีฟิเคชั่นแต่จะมีการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide) หรือซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulphurdioxide) หรือเกลือฟอสเฟตแล้วแต่โรงงาน ทั้งนี้จะตกตะกอนในรูปของเกลือแคลเซียมทั้งหมด และจะถูกกรองโดยเครื่องกรอง น้ำเชื่อมที่ผ่านเรซินแล้ว จะมีความบริสุทธิ์สูง และปราศจากสี จะนำไปตกผลึกในหม้อ

เคี่ยวสุญญากาศ น้ำตาลที่ตกผลึกได้ถูกนำไปปั่นแยก และอบแห้งผลึก เช่นเดียวกันกับน้ำตาลดิบ น้ำตาลที่ได้มีความชื้นไม่มากกว่าร้อยละ 0.1 จัดเป็นน้ำตาลบริสุทธิ์ (อบเชย และขนิษฐา, 2547)

2.1.1.1 **ชนิดและแหล่งของน้ำตาล**คำว่าน้ำตาล โดยทั่วๆ ไป หมายถึง น้ำตาลทราย หรือน้ำตาลซูโครส (Sucrose)

น้ำตาลซูโครส

มีพืชหลายๆ ชนิด แต่แหล่งที่ใช้ผลิต คือ อ้อยและหัวบีท มีวิธีการผลิต การสกัดและการทำให้บริสุทธิ์ และมีลักษณะผลึกแตกต่างกัน แบ่งตามการค้าได้ดังนี้

2.1.1.1.1 น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ เป็นน้ำตาลซูโครสที่มีคุณภาพสูงที่สุด ผลึกมีลักษณะเป็นเกล็ดใส สีขาวปราศจากน้ำตาล (Molasses) และแทบจะไม่มีความชื้นอยู่เลย

2.1.1.1.2 น้ำตาลทรายขาว มีความบริสุทธิ์น้อยกว่าน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ ผลึกมีสีขาวถึงสีเหลืองอ่อน มีความชื้นเล็กน้อย และมีกากน้ำตาลน้อย

2.1.1.1.3 น้ำตาลดิบ (Raw sugar) เป็นน้ำตาลซูโครสที่มีความบริสุทธิ์ต่ำ ผลึกมีสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้ม มีกากน้ำตาลห่อหุ้มอยู่รอบผลึก มีความชื้นปานกลาง

2.1.1.1.4 น้ำตาลทรายสีรำ (Brown sugar) คือ น้ำตาลทรายขาวทั่วๆ ไปที่มีสีน้ำตาลอ่อนเนื่องจากน้ำตาลไหม้ หรือสีของกากน้ำตาล ความชื้นน้อยกว่าน้ำตาลทรายดิบ

2.1.1.1.5 น้ำตาลทรายแดง (Soft brown sugar) คือ น้ำตาลซูโครสที่ผลิตโดยการเคี่ยวน้ำอ้อยให้ระเหยออกไป ไม่ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ มีกากน้ำตาลอยู่สูง มีสีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลเข้ม เป็นผงละเอียด แต่มีความชื้นสูง ทำให้จับตัวเป็นก้อน (อรพิน, 2547)

2.1.1.1.6 น้ำตาลไอซิ่ง (Icing or confectionery sugar)น้ำตาลที่ผ่านกระบวนการบดละเอียด ลักษณะเป็นผงสีขาว ละเอียดคล้ายแป้ง (Powder form) มีส่วนผสมของแป้งข้าวโพด (Corn starch) ประมาณร้อยละ 3 ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารป้องกันการจับตัว (Anti-caking agent) ในผงน้ำตาล น้ำตาลไอซิ่ง เป็นหนึ่งในวัตถุดิบสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ มีลักษณะเฉพาะในการใช้งานแตกต่างจากน้ำตาลทรายทั่วไป กล่าวคือ น้ำตาลไอซิ่ง ซึ่งอยู่ในรูปของผง (Powder form) สามารถละลายน้ำได้ดี ช่วยให้ไม่มีเหลือตกค้างในการทำละลาย แตกต่างจากน้ำตาลทราย ซึ่งอยู่ในรูปของผลึก (Crystal form) จะละลายน้ำได้ไม่ดีนัก ต้องใช้ทั้งเวลา

พลังงาน และความพยายามในการละลายที่มากกว่า เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ประเภท เค้ก ครีมตกแต่งหน้าเค้ก และตุ๊กตาไอซิ่ง (จิตธนา และอรอนงค์, 2549)

2.1.1.1.7 น้ำเชื่อม (Syrup) หมายถึง การละลายน้ำตาลซูโครส (sucrose) ที่ได้จากอ้อยหรือหัวบีท โดยนำน้ำตาลทรายมาเคี่ยวกับน้ำต้มจนเดือด แล้วค่อย ๆ คน จนน้ำตาลละลายเข้ากับน้ำแต่เราสามารถกำหนดให้มีความหวานได้ แต่ปกติแล้วจะตามสัดส่วน 1:1 แต่ถ้าหากจะให้หวานมากขึ้นก็สามารถเพิ่มน้ำตาลเป็นสัดส่วน 1:2 ได้ แล้วเรายังสามารถแต่งกลิ่นของน้ำเชื่อมได้ตามความต้องการเช่น ดอกมะลิก็จะทำให้มีกลิ่นมะลิติดกับน้ำเชื่อมด้วย โดยแต่งกลิ่น Vanila, Maple, Almond, Hazelnut, Chocolate, Caramel เป็นต้น

ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมจะตรวจสอบด้วยหน่วยขององศาบริกซ์ (ºBrix) ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำตาล ความเข้มข้นของน้ำเชื่อมตรวจวัดได้ด้วย การวัดความหนาแน่นของน้ำตาล โดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ (hydrometer) หรือใช้รีแฟรกโตมิเตอร์ (refractometer)

ตารางที่ 1 ลักษณะของน้ำเชื่อมในระดับต่างๆ

ระดับของลักษณะ	อุณหภูมิ	ลักษณะและการเปลี่ยนแปลง	นำไปใช้
1. น้ำเชื่อมใส (Syrup)	105°C (220°F)	น้ำเชื่อมเริ่มเดือดและมีความใส เดือดจนมีฟองอากาศ	ใช้สำหรับจุ่มเคลือบ บิสกิต, น้ำเชื่อมผลไม้, แยม, เยลลี่
2. จับตัว หรือ มีความหนืด (Thread or Soft Ball)	110-115°C (230-240°F)	เมื่อนำนิ้วหัวแม่มือจุ่มลงไปจะเกิดเป็นลักษณะด้ายเล็กน้อยระหว่างนิ้ว	บัตเตอร์ครีม, เยลลี่ผลไม้ และผลไม้กวน
3. มีความข้นเหนียว (Firm Ball)	116-125°C (240-255°F)	น้ำเชื่อมจะเริ่มข้นหนืด ถ้านำน้ำเชื่อมใส่ช้อน แล้วจุ่มลงในชามที่มีน้ำ รูปร่างของน้ำเชื่อมจะมีลักษณะยืดหยุ่น	บัตเตอร์ครีม ลูกกวาดผลไม้ อิตาเลี่ยนเมอแรงค์ มากา-รอง
4. มีความข้นเหนียวมาก (Hard Ball)	126-135°C (255-275°F)	มีความเหนียวมากๆ	ฟอนแดนต์แบบนุ่มคารา-เมล
5. เริ่มตกผลึก (Soft Crack)	136-140oC (275-285oF)	น้ำเชื่อมเริ่มแข็งและอยู่ตัว	ฟอนแดนต์แบบเหนียว, มาซิแพนแบบนุ่ม,คาราเมลนุ่ม

ตารางที่ 1 ลักษณะของน้ำเชื่อมในระดับต่างๆ (ต่อ)

ระดับของลักษณะ	อุณหภูมิ	ลักษณะและการเปลี่ยนแปลง	นำไปใช้
6. ตกผลึก (Hard Crack)	145-155°C (295-310°F)	น้ำเชื่อมมีความเหนียวแน่นสูง แต่ไม่อยู่ตัว	มาชิแพน, ขนมหวานกรอบแข็ง, คาราเมล
7. คาราเมล (น้ำตาลไหม้)	160-177°C (330-350°F)	น้ำตาลเปลี่ยนเป็นสีทองและสีน้ำตาลไหม้	ขนมหวานกรอบแข็ง

ที่มา : Maréchal (2010)

2.1.1.2 คุณสมบัติของน้ำตาลทราย

2.1.1.2.1 ความหวานของน้ำตาล เป็นสารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางด้านโภชนาการและเป็นรสหวานธรรมชาติที่ปราศจากรสอื่นเจือปน วัตถุประสงค์ที่ใส่น้ำตาลทรายในอาหาร ต้องการให้ความหวานโดยทั่วไปนิยมซูโครสหรือน้ำตาลทรายเพราะให้ความหวานในระดับสูง และราคาถูกเมื่อเทียบกับน้ำตาลอื่นๆ

2.1.1.2.2 การละลาย น้ำตาลทั่วไปที่ใช้อุตสาหกรรมมักละลายน้ำได้ดี ปกติละลายได้ร้อยละ 30-80 ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสูงละลายน้ำได้ดี น้ำตาลฟรุคโตส เป็นน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ดีที่สุดรองลงมาคือ ซูโครส กลูโคส มอลโทส ละลายน้ำได้เท่ากัน แล็กโทส ละลายน้ำได้น้อยที่สุด

2.1.1.2.3 การเกิดสารสีน้ำตาลในอาหาร ในการเตรียมอาหารแปรรูปและการเก็บรักษาอาหารบ้างชนิดจะพบว่ามีสารสีน้ำตาลเกิดขึ้นจากการปฏิกิริยาเคมีที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ ตามปกติจะพบว่าอาหารเหล่านี้มีสีน้ำตาลซึ่งเป็นตัวการสำคัญในปฏิกิริยาเคมีนี้เป็น ส่วนประกอบ สารเคมีที่เกิดขึ้นมีตั้งแต่สีเหลืองจนถึงสีดำ แต่ส่วนใหญ่ถ้าเป็นสีน้ำตาลกลิ่นและรสของอาหารเปลี่ยนไป

2.1.1.2.4 การดูดและเก็บรักษาความชื้น โดยน้ำตาลสมบัติของน้ำตาลด้านการดูด และเก็บรักษาความชื้น มีความสำคัญต่อเนื้อสัมผัส และความคงทนในการเก็บรักษาลักษณะของอาหารบางชนิด การดูดความชื้น น้ำตาลแต่ละชนิดจะแตกต่างกันด้านความสามารถในการดูดความชื้นจากบรรยายกาศ ฟรุตโตสเป็นน้ำตาลดูดความชื้นได้ดีมาก รองลงมา เด็กซ์โตส

ซูโคส และแล็กโตส คุณสมบัติด้านนี้ของน้ำตาลมีส่วนช่วยให้อาหาร ที่มีน้ำตาลเป็นส่วนประกอบนุ่ม และชื้นในด้านการเก็บรักษาความชื้น โดยทั่วไปการเก็บรักษาความชื้นของน้ำตาล หมายถึงการที่น้ำตาลนั้นสามารถยึดความชื้นไว้โดยไม่ออกสู่บรรยายกาศ คุณสมบัติอันนี้เป็นประโยชน์ต่อการที่จะช่วยให้ขนมเก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่แห้ง หรือแข็งเสียลักษณะที่ต้องการเร็วเกินไป

2.1.1.3 **คุณค่าทางโภชนาการของน้ำตาล**

น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงาน เนื่องจากน้ำตาลทรายขาวมีความบริสุทธิ์ถึงร้อยละ 99.5 จึงสามารถคำนวณพลังงานของน้ำตาลทรายได้ โดยคิดว่าน้ำตาลทราย 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี นอกเหนือจากพลังงานแล้ว น้ำตาลทรายไม่ให้สารอาหารอื่นเลย น้ำตาลสีรำจะให้แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็กบ้าง สำหรับน้ำตาลมะพร้าวนอกจากจะให้แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก แล้วยังให้วิตามินเอ และไนอะซีนอีกด้วย (วรรณภา, 2551)

2.1.1.4 **หน้าที่ของน้ำตาล** (จริยา, 2552)

2.1.1.4.1 เพิ่มคุณค่าทางอาหารให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์และกลิ่นรส

2.1.1.4.2 ทำให้แป้งนุ่ม ช่วยให้ขนมมีลักษณะดี

2.1.1.4.3 ตกแต่งให้สวยงาม และอาจเป็นเกราะกันอาหารแห้ง

2.1.1.4.4 ทำให้อาหารมีสีน้ำตาลไหม้ มีกลิ่นหอม

2.1.1.4.5 ช่วยในการตีครีมและตีไข่ให้มีความคงตัว ขึ้นฟู

2.1.1.4.6 ช่วยเก็บความชื้น ทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์นุ่มอยู่ได้นาน

2.1.1.5 **การเลือกซื้อน้ำตาล** (อบเชยและขนิษฐา, 2547)

การเลือกซื้อน้ำตาลพิจารณาดูความสะอาด เช่น ไม่ควรมีเศษผง หรือแป้งเจือปนเลือกซื้อน้ำตาลทรายที่สีไม่ขาวจัดมาใช้ ถ้าหากว่าสีของน้ำตาลไม่มีผลถ้าหากว่าน้ำตาลทรายไม่มีผลทำให้ขนมเปลี่ยนไป เพราะน้ำตาลทรายที่มีสีขาวไม่จัด จะราคาถูกกว่า

2.1.2 น้ำ

น้ำเป็นส่วนประกอบหลัก ของอาหาร โดยเฉพาะอาหารสด เช่น ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ ไข่ นม น้ำมีที่มีอิทธิพลต่อสมบัติ และคุณภาพด้านต่างๆ ของอาหาร ทั้งสมบัติทางกายภาพ (Physical properites) ความหนืด (Viscosity) สมบัติด้านเนื้อสัมผัส (Textural properties) ตัวอย่างบทบาทที่สำคัญของน้ำที่มีต่ออาหาร ได้แก่

2.1.2.1 **น้ำเป็นตัวทำละลาย** น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดี หรืออาจเรียกว่า ตัวทำละลายอิออนไนซ์ (Ionixing Solvent) หรือตัวทำละลายแบบมีขั้วเพราะน้ำสามารถละลายสารประกอบอิเล็กโตรวาเลนท์ (Electrovalent) ได้ เช่น กรดและเกลือ เป็นต้น นอกจากนี้น้ำยังสามารถละลายสารประกอบโควาเลนท์ (Covalent Compound) ได้ เช่น น้ำตาล และยูเรีย เป็นต้น ความสามารถในการละลายสารพวกโควาเลนท์ได้ ทำให้น้ำมีความสำคัญต่อร่างกายของคน และสัตว์มาก เพราะเมื่อสารเหล่านั้นถูกย่อยให้เป็นโมเลกุลมีขั้วขนาดเล็กๆ เช่น น้ำตาล กรดอะมิโน เป็นต้น โมเลกุลขนาดเล็กเหล่านี้จะละลายในน้ำหรือของเหลวในร่างกาย และมีการเคลื่อนที่ภายในร่างกายในรูปของสารละลาย

2.1.2.2 **น้ำมีผลต่อเนื้อสัมผัสของอาหาร** น้ำเป็นตัวกระจายองค์ประกอบของอาหาร เช่น กรดและเบสสามารถแตกตัวเป็นอิออนได้ในน้ำ

2.1.2.3 **น้ำเป็นตัวกลางสำคัญในการถ่ายเทความร้อน** จากบริเวณที่มีความร้อนไปสู่อาหารเช่น ถ้าให้ความร้อนแก่อาหารในกระทะโดยตรง กระทะและอาหารจะร้อนขึ้นเรื่อยๆ อาหารส่วนที่สัมผัสกับกระทะจะไหม้เกรียมก่อนที่อาหารจะร้อนทั่วทั้งหมด แต่ถ้าใส่น้ำลงไปในกระทะด้วย น้ำจะดูดความร้อน และช่วยกระจายความร้อนไปทั่วทุกส่วนของอาหาร เพราะน้ำเป็นตัวนำความร้อนที่ดี และจะช่วยถ่ายเทความร้อนไปสู่อาหารที่สัมผัสกับน้ำ

น้ำในอาหารจึงนับว่าเป็นองค์ประกอบหลักของอาหารทุกชนิด โดยมีอยู่ในรูปอิสระ (Free Water) และเกี่ยวกับสารอื่น (Bound Water) น้ำอิสระในอาหารนี้มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการเก็บรักษาอาหารอย่างมาก เนื่องจากน้ำเป็นตัวการสำคัญในการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และชีวเคมีของอาหารรวมทั้งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่ง

ก่อให้เกิดการเน่าเสียของอาหาร ดังนั้นในการเก็บรักษาอาหารจึงนิยมใช้การระเหยน้ำอิสระจากการทำอาหารทำให้เข้มข้นหรือทำให้เย็นจนแข็ง (Frozen) ส่วนอีกเหตุผลในการระเหยน้ำออกจากอาหารก็คือ การทำให้อาหารมีน้ำหนักลดลงในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงน้ำในอาหารส่วนใหญ่จะมีผลต่อน้ำอิสระในอาหารโดยตรง เนื่องจากน้ำนี้มีอิสระต่อการเปลี่ยนแปลงโดยวิธีทางกายภาพธรรมดา (จิตธนา และอรอนงค์, 2549)

2.1.3 อัลมอนด์

"อัลมอนด์" เป็นถั่วประเภท Tree Nut ซึ่งถูกจัดให้เป็น 1 ใน 10 สุดยอดอาหารเพื่อสุขภาพ เพราะมีคุณประโยชน์มากมาย ดังแสดงในตารางที่ 2.2 ในเมล็ดอัลมอนด์อุดมไปด้วยกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย ประกอบไปด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน ซึ่งช่วยเพิ่มระดับ HDL (High-Density Lipoproteins) หรือไขมันดี และช่วยลดระดับ LDL (Low-Density Lipoproteins) หรือไขมันเลว (Tamizifar *et al*., 2005)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของอัลมอนด์

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

ที่มา : Tamizifar *et al.* (2005)

ทั้ง HDL และ LDL จะเป็นตัวพาคอเลสเตอรอลเคลื่อนที่ไปตามกระแสเลือด หากร่างกายมี LDL หรือไขมันเลวมาก คอเลสเตอรอลจะเคลื่อนที่ลำบาก และจะสะสมอยู่ตามผนังหลอดเลือด โดยเฉพาะเส้นเลือดที่ส่งไปเลี้ยงหัวใจและสมอง ซึ่งถ้ามันไปรวมตัวกับสารอื่น อาจเกิดเป็นลิ่มไขมัน ทำให้หลอดเลือดตีบตัน ขัดขวางการไหลเวียนของกระแสเลือดได้ หากเส้นเลือดตีบตันที่หัวใจ อาจทำให้เกิดโรคหัวใจ และหากเส้นเลือดตีบตันที่สมอง อาจทำให้เป็นอัมพาตได้ แต่ถ้าร่างกายเรามีไขมันดี หรือ HDL มากกว่า ก็จะช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ เพราะ HDL จะช่วยให้คอเลสเตอรอลเคลื่อนที่ได้ดี ทำให้คอเลสเตอรอลหลุดออกจากผนังหลอดเลือดและส่งไปยังตับเพื่อกำจัดออกจากร่างกายได้ง่ายกว่า

ผลการวิจัยในประเทศอิร่าน พบว่า การรับประทานอัลมอนด์เพียงวันละประมาณ 25 กรัม สามารถช่วยลด ปริมาณคอเลสเตอรอลทั้งหมด (TC) ได้ร้อยละ 7 ลดปริมาณไตรกลีเซอไรด์ได้ร้อยละ 43 ลด Low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) ได้ร้อยละ 3 และสามารถเพิ่มปริมาณ High-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) ได้ร้อยละ 4 (Tamizifar *et al.*, 2005)

2.1.4 ไข่ไก่

การทำผลิตภัณฑ์ขนมอบส่วนมากจะใช้ไข่ไก่ในรูปของไข่สด ไข่ไก่จะเป็นแหล่งสะสมของโปรตีน ช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหาร ไข่ไก่ที่นำมาทำผลิตภัณฑ์ขนมอบจะใช้ไข่ไก่ขนาดกลางซึ่งมีน้ำหนัก 1 ฟอง เท่ากับ 50 กรัม พบพลังงาน 160 แคลอรี่ คาร์โบไฮเดรต 1.4 กรัม โปรตีน 12.3 กรัม ไขมัน 11.7 กรัม แคลเซียม 126 กรัม ฟอสฟอรัส 204 กรัม เหล็ก 1.6 กรัม (จิตธนา และอรอนงค์, 2549)

2.1.4.1 หน้าที่ของไข่ไก่

2.1.4.1.1 เป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู การตีไข่ขาว โดยทั่วไปการตีไข่ขาวจะต้องตีด้วยความเร็วสูง เพื่อให้ไข่ขาวขึ้นฟูได้ดีที่สุด อาจใช้ตะกร้อบอลลูน (Balloon whisk) หรือเครื่องตีไข่ไฟฟ้าก็ได้เพื่อความเร็ว ใช้ภาชนะสะอาด ไม่มีคราบมัน เช่น แก้ว หรือสเตนเลส ถ้าตีในภาชนะที่เป็นพลาสติกจะเก็บคราบมันไว้ในเนื้อพลาสติก การตีไข่ขาวเพื่อใช้ทำเมอแรงก์ที่นำไปอบนั้นต้องไม่มีเศษไข่แดงหลงเหลืออยู่เลย เนื่องจากจะทำให้ไข่ขาวตีไม่ขึ้น ต้องตีไข่ขาวจนตั้งยอด

อ่อนๆ ถึงจะเริ่มใส่น้ำตาล โดยใส่น้ำตาลครั้งละ 1 ช้อนโต๊ะ ตีให้น้ำตาลละลายไปเรื่อยๆ ทดสอบโดยการชิมแล้วไม่มีน้ำตาลเป็นเม็ดๆ อยู่หากน้ำตาลละลายไม่หมด จะทำเมอแรงก์แฉะ ไม่กรอบ

2.1.4.1.2 ช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น

2.1.4.1.3 เพิ่มคุณค่าทางอาหาร เนื่องจากไข่มีความชื้น (75 เปอร์เซ็นต์สำหรับไข่ทั้งฟอง) และมีความสามารถตามธรรมชาติในการที่จะรวมและเก็บความชื้นไว้ จึงทำให้การแห้งของผลิตภัณฑ์เกิดช้าลง ไข่มีคุณค่าทางอาหารสูง และทำให้เบเกอรี่เป็นอาหารที่มีคุณค่า

2.1.4.1.4 เพิ่มกลิ่น รส และความเข้มข้นเนื่องจากมีไขมันและของแข็งอื่นๆ ผลิตภัณฑ์จะมีไขมัน และรสหวานขึ้น นอกจากนั้นไข่ช่วยให้ส่วนผสมสามารถผสมง่ายขึ้น

2.1.4.2 ไข่ขาว (Albumin) มีประมาณร้อยละ 60 ของไข่ทั้งหมด ขณะดิบจะเห็นเป็นของเหลวสีเหลืองอ่อน หรือในไข่บางฟองอาจจะมีสีชมพูหรือสีเขียวอ่อนๆขึ้นอยู่กับอาหารที่ใช้เลี้ยง ตามปกติจะมองเห็นไข่ขาวดิบเป็นส่วนที่เหลวใสกับส่วนที่ข้น และส่วนที่ใสจะห่อหุ้มไข่แดงและเป็นขั้วไข่แดง

2.1.4.2.1 ไข่ขาวใส ชั้นนอกประมาณร้อยละ 23.2 ของไข่ขาวทั้งหมด จะเห็นว่าไข่ขาวใสชั้นนอกอยู่รอบๆ ด้านข้างของไข่ขาวส่วนข้น เว้นแต่ตรงหัวและท้ายของฟองไข่ คนทั่วไปมักเรียกไข่ขาวส่วนนี้ว่า น้ำค้างไข่ มีประโยชน์สำหรับเป็นตัวเจือจางน้ำเชื้อ ในการผสมเทียม และนอกจากนี้ยังมีสมบัติที่ช่วยเพิ่มความฟูของขนมหวานบางอย่าง เช่น ทองหยิบ ปริมาณความชื้นของไข่ขาวในไข่แดงแต่ละชนิด แตกต่างกันตามกรรมพันธุ์ของสัตว์ ไข่ขาวใสชั้นนอกของไก่มีความชื้นร้อยละประมาณ 88.8

2.1.4.2.2 ไข่ขาวข้น ประมาณ 57.3 ของไข่ขาวทั้งหมด อยู่ถัดจากไข่ขาวใสชั้นนอกเข้าไป เป็นชั้นของไข่ขาวข้นที่ห่อหุ้มไข่แดงและไข่ขาวใสชั้นในไว้ ความข้นในตัวมันจะช่วยประคองไข่แดงและไข่ขาวใสชั้นในให้ลอยตัวอยู่ ป้องกันอันตรายจากการกระทบกระเทือนจากภายนอก ไข่ขาวข้นนี้ประกอบด้วยเส้นใยโปรตีนรวมกัน เพื่อความแข็งแรงในการเชื่อมยึดกับเยื่อหุ้มไข่ชั้นในที่ด้านป้านกับด้านแหลมของฟองไข่ เมื่อได้รับความร้อนโปรตีนส่วนนี้จะแข็งตัว ซึ่งสังเกตเห็นได้ว่าไข่ขาวข้นส่วนนี้เป็นชั้นๆ ได้ด้วยตาเปล่า ไข่ขาวชั้นนี้จะมีความชื้นอยู่ประมาณร้อยละ 87.6

2.1.4.2.3 ไข่ขาวใสชั้นใน ประมาณร้อยละ 16.8 ของไข่ขาวทั้งหมด เป็นชั้นของไข่ขาวใสที่อยู่ติดกับไข่แดง ช่วยยึดไข่แดงให้ลอยตัวอยู่ตรงกลางฟองไข่ ส่วนประกอบของชั้นนี้ไม่ปรากฏมีมิวซินอยู่ด้วยเลยมีความชื้นประมาณร้อยละ 86.4

2.1.4.2.4 เยื่อขั้วไข่แดง ประมาณร้อยละ 2.7 ของไข่ขาวทั้งหมด คือส่วนของไข่ขาวข้นที่ห่อหุ้มไข่แดง โดยล้อมรอบเยื่อหุ้มไข่แดงอีกทีหนึ่งแล้วขมวดเป็นเกลียวอยู่ที่ หัวท้ายตามแกนยาวของไข่แดง ส่วนที่ขมวดเป็นเกลียวนี้เรียกว่า ขั้วไข่แดง ไข่ขาวชั้นเยื่อขั้วไข่แดงนี้ มีความชื้นอยู่ประมาณ 84.3 ซึ่งต่ำกว่าชั้นอื่นๆ เยื่อขั้วไข่แดงทำหน้าที่เป็นสายทุ่นรักษาสมดุล ไข่แดงให้อยู่ใจกลางของฟองไข่

2.1.4.3 ส่วนประกอบสะสมทางเคมีของไข่ขาว ส่วนประกอบโดยทั่วไปของไข่ขาว ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และเกลือแร่ ในชั้นต่างๆ ของไข่ขาว มีองค์ประกอบของโปรตีนและน้ำแตกต่างกัน ไข่ขาวใสชั้นนอกมีน้ำประกอบอยู่เป็นปริมาณสูงสุด และค่อยๆ ลดลงในไข่ขาว ชั้นกลาง ไข่ขาวใสชั้นในและไข่ขาวชั้นขั้วไข่แดงตามลำดับ ซึ่งตรงกันข้ามกับปริมาณโปรตีนในชั้นต่างๆ ของไข่ขาว ซึ่งจะมีโปรตีนเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่ไข่ขาวใสชั้นนอกไปจนถึงไข่ขาวชั้นขั้วไข่ ซึ่งจะมีโปรตีนสูงสุด

2.1.4.3.1 โปรตีนในไข่ขาว โปรตีนหลักที่พบมากในไข่ขาวประกอบด้วย

(ก) โอวอลบูมิน มีประมาณร้อยละ 75 ของไข่ขาวทั้งหมด ประกอบด้วยกรดอะมิโนที่สำคัญ ดังนี้ คือ กรดกลูตามิค ลูซีนอะลานีนและกรดแอสปาติคโปรตีนนี้จะแปรงสภาพธรรมชาติเมื่อได้รับความร้อน

(ข) คอนแอลบูมิน มีประมาณร้อยละ 3 ของไข่ขาวทั้งหมด มีความคงทนต่อความร้อนน้อย

(ค) โอโวกลอบูลิน มีประมาณร้อยละ 2 ของไข่ขาวทั้งหมด

(ง) โอโวมินคอยด์ มีประมาณร้อยละ 13 ของไข่ขาวทั้งหมดเป็นไกลโคโปรตีนเชิงซ้อนประกอบด้วย กลูโคส กาแล็กโทส และแมนโทส รวมอยู่กับโปรตีนในภาวะที่เป็นกรดโอโวมิวคอยด์ จะทนต่อความร้อนได้ แต่ในภาวะเป็นด่างจะเสื่อมสลายได้อย่างรวดเร็วเพียง 80 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังมีสมบัติยับยั้งฤทธิ์ของทริปซินได้ด้วย

(จ) โอโวมิวซิน เป็นไกลโคโปรตีนซึ่งทำให้เกิดเป็นลักษณะวุ้นๆ ของไข่ขาวข้น โดยการทำให้เป็นตาข่าย ซึ่งเป็นโครงสร้างที่รวมเอาแอลบูมินเหลวไว้ภายในมีสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในน้ำเกลือเจือจางที่พีเอช 7 หรือมากกว่า

(ฉ) ไลโซไซม์ เป็นไกลอบูลินชนิดหนึ่งคล้ายคลึงกับโอโวกลอบูลินโปรตีนชนิดนี้เป็นเอนไซม์ที่ช่วยรักษาคุณภาพไข่ โดยการป้องกันไม่ให้จุลินทรีย์รบกวนเนื้อไข่ เนื่องจากมีคุณสมบัติละลายเซลล์แบคทีเรียได้ แปรสภาพธรรมชาติได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อน มีอยู่ประมาณร้อยละ 3.5 ของรงควัตถุแห้งที่มีในไข่ขาว

(ช) อะวิดิน เป็นโปรตีนอีกชนิดหนึ่งซึ่งสามารถรวมตัวกับ ไบโอตินทำให้ไบโอตินซึ่งเป็นวิตามินชนิดหนึ่งที่ไม่ละลายและร่ายกายนำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ แต่อะวิดินนี้ถูกแปรสภาพธรรมชาติโดยความร้อน ฉะนั้นในไข่สุกอะวิดินจะไม่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าวขึ้น

2.1.4.3.2 คาร์โบไฮเดรตในไข่ขาว ในไข่ขาวมีคาร์โบไฮเดรตมากกว่าในไข่แดง ไข่ 1 ฟอง จะมีคาร์โบไฮเดรตอยู่ประมาณ 0.5 กรัม ซึ่งร้อยละ 7.5 ของปริมาณนี้อยู่ในไข่ขาว โดยรวมตัวอยู่กับโปรตีนชนิดต่างๆ เช่น ดี-แมนโนส รวมอยู่กับโอวอลบูมิน และโอโวกลอบูลิน หรือ กลูโคส แมนโนส และกาแล็กโทส รวมอยู่กับโอโวมิวคอยด์ เป็นต้น

2.1.4.3.3 รงค์วัตถุในไข่ขาว มีอยู่เพียงชนิดเดียว คือ ไรโบฟลาวิน มีสมบัติละลายน้ำได้สารประกอบอนินทรีย์ในไข่ขาว ประกอบด้วย แร่ธาตุต่างๆ คล้ายๆ กับในไข่แดง นอกจากนี้ยังพบมีแร่ธาตุจำนวนน้อยอีกมากมาย เช่น อะลูมิเนียม ทองแดง ฟลูออรีน ตะกั่ว แมงกานีส สังกะสี และไอโอดีน เป็นต้น

2.1.4.3.4 น้ำ ไข่ขาวมีน้ำประกอบอยู่ประมาณร้อยละ 85-88 ไข่ขาวแต่ละชั้นมีปริมาณน้ำน้อยมากแตกต่างกัน น้ำในไข่ขาวสามารถเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีน้ำมากไปสู่ที่มี น้ำน้อย

2.1.4.3.5 สมบัติในการเกิดฟอง ลักษณะเหลวข้นของไข่ขาว ช่วยทำให้ไข่ขาวจับเอาฟองอากาศไว้ได้ เมื่อเอาไข่ขาวมาตีหรือปั่น จะเกิดเป็นฟองฟูขึ้น การตีทำให้ฟองอากาศจับตัวอยู่ในเส้นใยโปรตีนของไข่ขาว ซึ่งประกอบด้วย โอโวมิวซิน โอโวกลอบูลิน และคอแอลบูมิน ทำหน้าที่ลดแรงตึงผิวของอากาศและน้ำลง พร้อมทั้งมีการคลายตัวของโมเลกุลของโพลีเปปไทด์ขนานไปกับพื้นผิวหน้าของฟองอากาศ นอกจากนี้ โอโวมิวซินและคอนแอลบูมิน ที่อยู่ช่วยเพิ่มความหนืดซึ่งช่วยให้ฟองคงตัว

การตีจะช่วยให้โอโวมิวซินให้แผ่ขยายออก ฟองฟูที่เกิดจะมีขนาดพอเหมาะและคงทน ถ้าชั้นของโอโวมิวซินแผ่ออกประมาณ 300-400 ไมครอน ขณะเกิดฟองจะมีการแปรสภาพธรรมชาติของโปรตีนเกิดขึ้นด้วย ช่วยทำให้เกิดฟองฟูคงทนยิ่งขึ้น มีประโยชน์ในการทำขนมที่ใช้ไข่เป็นตัวทำให้โปร่งฟู เช่น ขนมไข่ แต่ถ้าตีมากเกินจะทำให้ฟองอากาศมีขนาดเล็กลงและมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ชั้นของโอโวมินซินจะถูกดึงออกมาเพื่อหุ้มห่อผิวหน้าฟองอากาศเหล่านั้นไว้ ทำให้เกิดความแข็งแรงของโปรตีนที่ยึดฟองอากาศไว้ลดน้อยลง เมื่อได้รับความร้อน โปรตีนชั้นนี้จะหดตัว ในขณะที่ฟองอากาศภายในขยายตัว ถ้าชั้นโปรตีนที่ห่อหุ้มฟองอากาศไม่แข็งแรงจะถูกฟองอากาศดันทะลุออกมา ปริมาตรของฟองฟูที่เกิดขึ้นจะลดลง จะสังเกตเห็นในขนมที่ตีนานเกินไปเวลานำไปอบให้สุกจะยุบตัวลง

ฟองที่เกิดจากไข่ขาวจะเป็นรูปหลายเหลี่ยม ไม่ใช้ทรงกลม ขนาดของฟองอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ใช้ในการตี ยิ่งตีนานฟองที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็กลง

การเติมน้ำลงในไข่ขาว ประมาณร้อยละ 40 ของปริมาตรของไข่ขาว จะช่วยเพิ่มปริมาตรให้กับฟองถึงร้อยละ 40 เช่นเดียวกัน ฟองที่ได้จะค่อนข้างหยาบ ความคงตัวจะเป็นไปในทำนองเดียวกันกับการตีไข่โดยไม่ได้ผสมน้ำ แต่ถ้าเติมน้ำมากขึ้นถึงร้อยละ 60-80 ฟองไข่จะคืนตัวเป็นน้ำก่อนที่จะขึ้นฟองฟูได้สูงสุด ยิ่งตีมากฟองที่ขึ้นและจะคืนตัวเร็วขึ้น การเติมไข่แดงจะทำให้ไข่ขาวฟูตัวได้น้อยลง ไขมันที่มีในไข่แดง โดยเฉพาะไตรกลีเซอไรด์จะช่วยในปริมาตรของฟองฟูของไข่ขาวเมื่อนำไข่แดงมาตีให้ขึ้นฟู ปริมาตรของไข่แดงจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ลักษณะของไข่แดงจะข้นขึ้น แต่สีจะจางลงเป็นสีเหลืองมะนาว ไข่แดงจะไม่ขึ้นฟูและตั้งยอดเช่นฟองฟูจาก ไข่ขาว

2.1.4.3.6 ความสามารถในการเกิดเจล โปรตีนในไข่ขาวจะเกิดเป็นเจลได้เมื่อสภาวะพอเหมาะ เช่น pH 11-12 ไข่ขาวจะเป็นเจลใส ดังที่พบในผลิตภัณฑ์ไข่เยี่ยวม้า เป็นต้น

2.1.4.4 คุณค่าทางอาหารของไข่ ไข่เป็นอาหารโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีไขมัน และเกลือแร่ที่สำคัญ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติมโตของมนุษย์และสัตว์ สารอาหารชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ในไข่ มีปริมาณ และสัดส่วนพอเหมาะกับความต้องการของร่างกาย

ตารางที่ 3 ปริมาณสารอาหารในไข่ไก่ในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

ชนิดของไข่	พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	โปรตีน (ก.)	ไขมัน (ก.)	คาร์โบไฮเดรต (ก.)	วิตามินเอ(RE)	บี 2 (มก.)	แคลเซียม (มก.)	เหล็ก (มก.)
ไข่ไก่ (ทั้งฟอง)	150	12	10	2	96	0.25	50	1.4
ไข่แดง	347	17.65	29.41	tr	97	0.65	1.35	3.53
ไข่ขาว	5152	12.12	019	0.63	tr	0.39	5	0.5

ที่มา : Gebhardt and Robin, (2002)

2.1.4.5 การทำให้เกิดการขึ้นฟู ไข่มีสมบัติในการตีให้ขึ้นฟูได้ โดยอาศัยวิธีการและอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการตี ไข่ขาวมีสมบัติดังกล่าวนี้ดีที่สุด ไข่ทั้งฟอง และไข่แดงเกิดฟองได้น้อยกว่า แต่ก็มีที่ใช้ประโยชน์เป็นอย่างดีในเค้กฟองน้ำ ไข่เจียวฟู ทองหยิบ และทองหยอด เป็นต้น การตีจะทำให้ของเหลวในไข่ขาวสามารถจับฟองอากาศโดยมีโปรตีนที่ล้อมอยู่ระหว่างอากาศ และน้ำจะมีการแปรสภาพธรรมชาติของโปรตีนเกิดขึ้นการตีทำให้ชั้นของโกโวมินซินถูกดึงออกมายิ่งฟองเล็กลงความยาวของใยโอโวมินจะยิ่งยาวขึ้นฟองฟูที่เกิดขึ้นขนาดพอเหมาะจะมีเส้นใยของโอโวมิวซินนี้ยาวประมาณ 300-400 ไมโคร ซึ่งเมื่อได้รับความร้อนโปรตีนจะแข็งตัวจับฟองอากาศไว้อย่างถาวร การตีมีผลต่อฟองที่เกิดขึ้นยิ่งตียิ่งทำให้ฟองอากาศจับไว้มากฟองยิ่งเล็กพื้นที่ของฟองจะเพิ่มมากขึ้น โปรตีนจะต้องยืดตัวมาล้อมฟองอากาศมากขึ้นแต่ถ้าตีมากจนเกินไปจะทำให้ฟองอากาศถูกเก็บมากไปฟองอากาศยิ่งเหลวลงโปรตีนจะล้อมรอบจะยืดตัวออกมากเกินไปจนทำให้ความแข็งแรง และความยืดหยุ่นลดน้อยลงเมื่อเอาเข้าอบในตู้ความร้อนจะทำให้ฟองอากาศขยายตัวออกดันวงล้อมของโปรตีนออกมาก่อนที่ความร้อนจากตู้อบจะทำให้โปรตีนที่ล้อมรอบฟองอากาศแข็งตัวเพิ่มความแข็งแรง ให้กับฟองอากาศดังนั้น เมื่อเวลาอบอาจทำให้ขนมไม่ฟูหรือยุบตัว (ทิพาวรรณ, 2548)

ตารางที่ 4 ลักษณะ และการนำไปใช้ของฟองอากาศของไข่ขาว

ขั้นตอนของการตี	ลักษณะของฟองอากาศ	การนำไปใช้
1. ตีเล็กน้อย พอเป็นฟอง (Foamy)	ไข่จะมีลักษณะเป็นฟองลอยตัว ขนาดของฟองอากาศใหญ่ สีใสไหลได้ง่าย	การทำให้ใสเคลือบการทำให้เกิดอีมันชั่นทำให้อาหารข้น
2. ตีจนถึงระดับที่ ไข่ตั้งยอดแหลมอ่อน (Soft Peak)	ไข่จะไม่เป็นลักษณะลอยตัว เห็นขนาดของฟองอากาศเล็กน้อย สีจะขาวกว่าข้อ 1 และไหลได้ถ้าเอียงภาชนะดูจะมองเห็นสีในเป็นเงา และชุ่มชื้นเอาที่ดีออกจะตั้งยอดอ่อน แต่ขณะตั้ง ทิ้งไว้ยอดจะค่อยๆ อ่อนตัวและสลายไปในระยะเวลาไม่นาน	ทำขนมไข่ ไข่เจียว ขนมเค้ก บางชนิด
3. ตีจนถึงระดับ ตั้งยอดแข็ง (Stiff Peak)	ฟองจะไม่ไหล เมื่อเอาภาชนะที่ตีไข่ออกตั้งยอดแข็งตรง เมื่อเอียงภาชนะอาจพบว่าเคลื่อนตัวได้เล็กน้อย ตัดลงไปตรงๆ จะเห็นรอยตัดแยกออกได้ชัดเจนสีขาวจัดเป็นเงา เนื้อสัมผัสเรียบ ชุ่มชื้นระดับฟองจะคงตัวที่สุด	ทำขนมเค้ก ขนมสาลี่, ไข่เจียว ขนมปุยฝ้าย
4. ตีจนระดับ เป็นฟองแห้ง(Dry Foam)	สีขาวแห้ง จับตัวเป็นแผ่นบางๆหรือเป็นก้อนๆเมื่อเอาที่ตีไข่ออกฟองจะหักไม่เป็นยอดตั้งทิ้งไว้ของเหลวจะค่อยๆแยกตัวออก	ทำไข่อบ

ที่มา : อบเชย และขนิษฐา, 2549

2.1.5 ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง

ข้าวสังข์หยด เป็นพันธุ์ข้าวเฉพาะถิ่นของจังหวัดพัทลุงที่ชาวใต้รู้จักกันมานานนับ 100 ปี สมัยก่อนชาวนาปลูกไว้เป็นของกำนัลให้แก่ผู้หลักผู้ใหญ่ที่เคารพนับถือในเทศกาลหรือวันสำคัญต่าง ๆ เช่น วันสงกรานต์ ขึ้นบ้านใหม่ แบบไทยโบราณ หรือใช้หุงต้มเพื่อทำบุญตักบาตรตามประเพณีนิยม มีคุณสมบัติเฉพาะ ตามลักษณะของข้าวกล้องที่แตกต่างจากพันธุ์ข้าว

พื้นเมืองอื่น ๆ ด้วยเมล็ดมีเหยื่อหุ้มสีแดง เรียวเล็ก นิยมบริโภคในรูปแบบข้าวซ้อมมือและข้าวกล้อง

ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุงได้ดำเนินการวิจัยเพื่อคัดแยกสายพันธุ์ที่ดีเหมาะสมกับการเพาะปลูกในพื้นที่ของจังหวัดพัทลุง ได้ยื่นคำขอหนังสือรับรองพันธุ์พืชขึ้นทะเบียนตามพระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ.2518 โดยกรมวิชาการเกษตรได้ประกาศออกหนังสือรับรองพันธุ์พืชขึ้นทะเบียนชื่อพันธุ์ "ข้าวสังข์หยดพัทลุง" เมื่อวันที่ 4 กรกฎาคม 2548 และกรมทรัพย์สินทางปัญญากระทรวงพาณิชย์ได้ขึ้นทะเบียนเป็นสินค้าบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ พ.ศ. 2546 โดยใช้ชื่อสินค้าว่า "ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง"

การผลิต

ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง ผลิตจากแหล่งปลูกธรรมชาติที่ได้ชื่อว่า "อู่ข้าว" ของภาคใต้ เป็นแผ่นดินที่ราบระหว่างทิวเขาบรรทัดกับแผ่นน้ำทะเลสาบสงขลา-พัทลุง อันอุดมสมบูรณ์ที่เป็นแหล่งกำเนิดผลผลิตทางการเกษตรหลากหลายชนิด ข้าวสังข์หยดเป็นหนึ่งของผลผลิตท้องถิ่นที่สะท้อนถึง ดิน น้ำ ที่สมบูรณ์สู่เมล็ดข้าวเรียวเล็ก สีแดงเข้ม อุดมไปด้วยธาตุอาหาร วิตามิน ที่มีประโยชน์ยิ่งต่อร่างกาย เป็นการผลิตข้าวกล้องและข้าวซ้อมมือที่ผลิตภายใต้การควบคุมคุรภาพของคณะกรรมการรับรองคุณภาพ ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง ผ่านระบบจัดการคุณภาพ GAP (Good Agricultural Practice) ควบคู่ระบบ GI (Geographical Indication) ใส่ใจต่อสุขภาพผู้บริโภคปลอดภัยจากสารพิษตกค้างโดยมีตราสัญลักษณ์ GI รับรองคุณภาพ

คุณลักษณะ

ลักษณะข้าวกล้องสีแดง รูปร่างเมล็ดเรียว ความยาวเมล็ดข้าวกล้อง 6.70 มิลลิเมตร ข้าวซ้อมมือมีสีแดงปนขาว เมื่อขัดสีแล้วบางเม็ดมีสีขาวใส แต่ส่วนใหญ่มีลักษณะขาวขุ่น คุณสมบัติการหุงต้มดี ลักษณะข้าวหุงสุก นุ่ม มีความคงตัวของแป้งสุกอ่อน (94 มิลลิเมตร) ปริมาณอมิโลสต่ำ (15.25-2.08%)

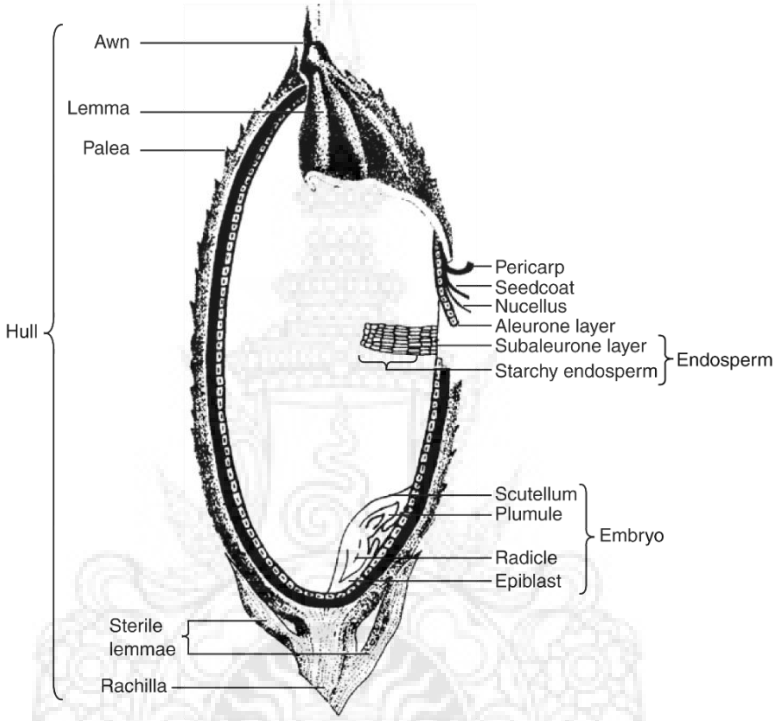
ข้าวเป็นพืชอาหารหลักที่สำคัญของคนไทยและคนทั่วโลก นอกจากนี้ข้าวยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่ส่งออกเป็นอันดับหนึ่งของโลกติดต่อกันมาหลายปี ในปี 2548 ประเทศไทยผลิตข้าวได้

30.290 ล้านตันข้าวเปลือก เมื่อนำไปแปรสภาพจะได้ เป็นข้าวกล้องประมาณ 24.232 ล้านตัน เมื่อนำไปขัดสีจะได้รำข้าวประมาณ 2.73 ล้านตัน (เศรษฐกิจการเกษตร, 2548)

รำข้าว (Rice bran) คือ เยื่อสีเหลือง-น้ำตาลที่ห่อหุ้มเมล็ดข้าวกล้องหรือข้าวทั่วไป ซึ่งถูกขัดสีออกในการขัดสีให้ได้ข้าวสาร รำข้าวมีน้ำมันอยู่ประมาณร้อยละ 17 ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) เช่น oleic acid, linoleic acid, linoleic acid ซึ่งเป็นกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย (essential fatty acid) รำข้าว เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิต น้ำมันรำข้าว (rice bran oil) (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2556) ในขบวนการขัดสีข้าวขาวมีผลดี คือ ทำให้เก็บรักษาข้าวได้นานขึ้น แต่มีผลเสียทำให้ในส่วนของจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ด ซึ่งเรียกรวมว่ารำข้าวนั้นหลุดออกไปทั้งหมด ส่วนจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดหรือเรียกง่ายๆ ว่า ส่วนของรำข้าวนี้เองที่เป็นส่วนสำคัญที่สุดของเมล็ดข้าวที่อุดมไปด้วยสารอาหารอันทรงคุณค่าได้แก่ โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และใยอาหาร มีการค้นพบว่าใยอาหารที่มีอยู่ในรำข้าวที่เป็นใยอาหารชนิดละลายไม่ละลายน้ำมีความพิเศษในการช่วยลดระดับปริมาณคลอเลสเตอรอลได้เช่นกัน ใยอาหารเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างของพืช ได้แก่ ผัก ผลไม้ เมล็ดธัญพืช ถั่วต่างๆ จัดอยู่ในประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีโครงสร้างซับซ้อนและมีความหลากหลายทางกายภาพที่ไม่สามารถย่อยได้โดยระบบย่อยอาหารของมนุษย์ ในอดีตได้มีการศึกษาถึงประโยชน์ของใยอาหารต่อระบบขับถ่าย ช่วยเพิ่มกากอาหารทำให้ขับถ่ายได้ดี แต่ในการศึกษาในปัจจุบันพบว่าคนที่รับประทานอาหารที่มีใยอาหารสูงสามารถลดความเสี่ยงในการเกิดโรคบางอย่างได้อีกด้วย ได้แก่ โรคมะเร็งลำไส้ (Guohua *et al*., 2007) โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคหัวใจ และโรคที่ก่อให้เกิดความผิดปรกติของทางเดินอาหารต่างๆ เช่น ท้องผูก ริดสีดวงทวาร ลำไส้โป่งพอง เป็นต้น

รำข้าว เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการขัดสีข้าวกล้อง ประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อที่ห่อหุ้มเมล็ดข้าว ได้แก่ เยื่อหุ้มเมล็ด (pericarp) เยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) เยื่ออลูโรน (aleurone layer) รวมถึงส่วนคัพภะ (embryo) หรือ (germ) ดังแสดงในภาพที่ 2 ดังนั้นจึงเห็นได้ว่ารำข้าวมีสารอาหารต่างๆ ที่มีคุณค่าทางโภชนาการค่อนข้างสูง

รำข้าว มีปริมาณน้ำมันค่อนข้างสูงประมาณ 17.9 - 25.4 % (Villareal and Juliano, 1989) น้ำมันรำข้าวเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพดี ประกอบไปด้วยกรดไขมันที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ประเภทกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว และกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น กรดโอลิอิก 42.5% กรดลิโนเลอิก 39.1% และกรดปาล์มิติก 15% (Kreuzer, 2000) นอกจากนี้ในน้ำมันรำข้าวยังมี คลอเลสเตอรอลต่ำมาก



ภาพที่ 2 เนื้อเยื่อที่ห่อหุ้มเมล็ดข้าว

ที่มา: ดัดแปลงจาก Wrigley *et al*., 2004

รำข้าว มีปริมาณใยทั้งหมดอาหารอยู่ประมาณร้อยละ 24 (Faria *et al*., 2012) โดยใยอาหารที่พบในรำข้าวมีทั้งไม่ละลายน้ำ ได้แก่ เฮมิเซลลูโลส มีอยู่ประมาณร้อยละ 82.94 (G. Hu *et al*., 2009) และใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำได้ ได้แก่ สารในกลุ่มของโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharides) (Y. Wan *et al*., 2012) ซึ่งใยอาหาร (dietary fiber) หมายถึง สวนประกอบของพืช ผัก และผลไม้ ที่พบในสวนที่เปนผนังเซลล์ เมื่อบริโภคเข้าไปแล้วสามารถทนตอการยอยสลายของเอนไซมที่อยู่ในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กของมนุษย์ แตเมื่อผานมาถึงสวนของลำไสใหญ บางสวนของใยอาหารจะถูกยอยโดยแบคทีเรีย กลายเปนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน

กาซไฮโดรเจน น้ำและกรดไขมันสายสั้นๆ ซึ่งจะถูกดูดซึมเขาสู่รางกาย ด้วยเหตุนี้ใยอาหารจึงมี ผลต่อการทำงานของลำไส้ และการดูดซึมของสาร ใยอาหารไม่ใช่สารอาหาร ไม่ให้พลังงานแกรางกาย แต่มีบทบาทสำคัญต่อสุขภาพรางกายทั้งในภาวะปกติ และภาวะเจ็บป่วย

ตารางที่ 5 คุณค่าทางโภชนาการของรำข้าว ใน 100 กรัม

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ
พลังงานทั้งหมด	423.19
ความชื้น (กรัม)	8.41
โปรตีน (N x 5.95) ร้อยละ	16.61
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	33.24
สตาร์ช*	0.3
ประมาณไขมันทั้งหมด (กรัม)	17.87
16:0 กรดไขมันปามิติก (กรัม)	2.73
18:0 กรดไขมันสเตียริก (กรัม)	0.37
18:1 กรดไขมันโอเลอิก (กรัม)	6.86
18:2 กรดไขมันไลโนเลอิก (กรัม)	6.35
18:3 กรดไขมัน แอลฟา-ไลโนเลนิก (กรัม)	0.26
ใยอาหารทั้งหมด (กรัม)	24.15
ใยอาหารชนิดละลายน้ำ (กรัม)	22.67
ใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ (กรัม)	1.48
เฮมิเซลลูโลส*	82.94
แร่ธาตุ	
แคลเซียม (ไมโครกรัม/กรัม)	438
เหล็ก (ไมโครกรัม/กรัม)	97
โซเดียม (ไมโครกรัม/กรัม)	17
สังกะสี (ไมโครกรัม/กรัม)	72
โพแทสเซียม (ไมโครกรัม/กรัม)	11.29

ที่มา: ดัดแปลงจาก Faria *et al.* (2012)

*ดัดแปลงจาก G. Hu *et al*. (2009)

2.1.6 การอบ

การอบอาหารนั้น อาหารจะได้ความร้อนจากการแผ่รังสีความร้อนจากผนังเครื่องอบการพาความร้อนจากอากาศที่หมุนเวียน และการนำความร้อนผ่านอากาศที่มีอาหารวางอยู่ ความร้อนส่วนใหญ่จะถ่ายเทไปยังอาหารโดยการนำความร้อน แม้ว่าจะเกิดการพาความร้อนในช่วงแรกของการให้ความร้อนสำหรับอบขนม อาหารจะดูดซับรังสีอินฟราเรด และเปลี่ยนเป็นความร้อนโดยการกระทำของโมเลกุลในอาหาร ส่วนการถ่ายเทความร้อนของอากาศ ก๊าซอื่นๆ และไอน้ำเครื่องอบจะเกิดขึ้นโดยการพาความร้อน และเปลี่ยนแปลงเป็นการนำความร้อนที่ผิวหน้าของอาหาร และการเคลื่อนที่ของไอน้ำจากอาหาร ความเร็วของอากาศ และคุณสมบัติเฉพาะผิวหน้าของอาหารจะเป็นตัวกำหนดความหนาของชั้นฟิล์มนี้ กระแสการพาความร้อนส่งเสริมให้เกิดการถ่ายเทความร้อนตามธรรมชาติ ลดความหนาของฟิล์มฉนวน เพื่อช่วยเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน และปรับปรุงประสิทธิ์ภาพการใช้งาน

การนำความร้อนผ่านจานอบ ซึ่งสัมผัสกับแหล่งให้ความร้อนในตู้อบ (Oven Heat) หรือสายสะพาน เพื่อเพิ่มความแตกต่างของอุณหภูมิ ที่ด้านล่างของอาหารและทำให้เกิดอัตราการอบที่แตกต่างกัน อาหารที่มีการนำความร้อนต่ำ จึงทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนที่มีค่าต่ำและมีผลมากต่อเวลาในการอบ ขนาดของชิ้นอาหารเป็นตัวกำหนดระยะทางความร้อนต้องเคลื่อนที่จากผิวอาหารเข้าสู่ใจกลางอาหาร เพื่อให้การอบเป็นไปทั่วถึงเพียงพอ (วิไล, 2549)

2.1.6.1 ลักษณะเนื้อสัมผัส

สิ่งที่กำหนดการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส ได้แก่ ลักษณะของอาหาร (ความชื้น องค์ประกอบของไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต โครงสร้าง เช่น เซลลูโลส และเพคติน) อุณหภูมิ และเวลาในการให้ความร้อน ลักษณะเฉพาะของขนมอบ ได้แก่ การเกิดเปลือกแข็ง ซึ่งช่วยรักษาความชื้นในอาหาร เมื่อเนื้ออาหารได้รับความร้อน ไขมันเนื้อจะละลาย และกระจายอยู่ในสภาพน้ำมันในอาหาร หรือไหลออกมาเป็นส่วนประกอบ ที่เรียกว่า น้ำไหลซึม คอลลาเจน (Collagen) จะละลายใต้ผิวหนัง และกลายเป็นเจลาติน ไขมันกระจายอยู่ทั่วไปในเนื้ออาหาร โปรตีนเกิดจากการสูญเสียสภาพ ในการอุ้มน้ำ และเกิดการหดตัวและไล่ไขมันส่วนเกินและน้ำ

ออกไป อาหารจึงหดตัวและแข็งขึ้น การเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นจะเป็นการทำลายเชื้อจุลินทรีย์และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ อย่างไรก็ตามผิวของอาหารจะแห้ง ลักษณะจะกรอบและแข็งขึ้นและเกิดเป็นรูพรุนเนื่องจากโปรตีนเกิดการตกตะกอน เสียสภาพหรือเกิดไพโรไรซีสเป็นบางส่วนในอาหารที่ทำจากธัญพืช การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเม็ดแป้ง การเกิดเจล และการสูญเสียน้ำจะทำให้เปลือกของอาหารมีลักษณะเฉพาะตัว

2.1.6.2 สี กลิ่น และรสชาติ

กลิ่นที่ได้จากการอบเป็นลักษณะเฉพาะด้านประสาทสัมผัสที่สำคัญของอาหารอบ การได้รับความร้อนสูงของผิวอาหารทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลและกรดอะมิโน มีการศึกษารายละเอียดทางเคมีของปฏิกิริยาเมลลาร์ด และ Streaker Degradation มาแล้ว อุณหภูมิสูงและความชื้นต่ำ ในชั้นผิวของอาหารทำให้น้ำตาลกลายเป็นคาราเมล กรดไขมันเกิดออกซิเดชั่นและเปลี่ยนเป็น แอลดีไฮด์แลคโตน คีโตน แอลกอฮอล์และเอสเตอร์ได้ ปฏิกิริยาเมลลาร์ด และ Streak ทำให้เกิดกลิ่นต่างๆ เนื่องจากการรวมตัวเมื่อได้รับความร้อนร่วมกับน้ำตาลเปลี่ยนไปเป็นแอลดีไฮด์ เฉพาะอย่างขึ้น กลิ่นที่ได้แตกต่างกันแล้วแต่ละชนิดของน้ำตาล และสภาวะการให้ความร้อน (วิไล, 2549)

2.1.7 เมอแรงค์ (Meringue)

เมอแรงค์ (Meringue) เป็นขนมหวานที่คิดค้นขึ้นโดยเชฟชาวอิตาเลียนชื่อ Gasparini ที่เมือง Meringen ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ซึ่งที่มาของความหวานหอมกรอบอร่อยนี้เขาได้จากการตีไข่ขาวให้ขึ้นฟูกับน้ำตาล แล้วนำไปอบแห้ง แต่ต่อมาฝรั่งเศสและอิตาลีได้นำไปประยุกต์ใช้ตามแบบฉบับการทำอาหารของตนเอง จึงทำให้เกิดเมอแรงก์มากมายหลายชนิด ได้แก่ แบบหวาน แบบตีไข่ขาวให้ตั้งยอด แบบราดบนพายมะนาว แบบที่ราดหน้าของหวานอื่นๆ และแบบอบแห้งในการตีไข่ขาวนั้น เมื่อไข่ขาวถูกตี พันธะไฮโดรเจนในโปรตีนที่อยู่ในไข่ขาวบางส่วนจะแตกเกิดการเสียสภาพของโปรตีนจนทำให้เกิดการแข็งตัวของไข่ขาว ซึ่งเป็นคุณสมบัติสำคัญของการทำเมอแรงก์ที่จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น 3 ขั้นตอน โดยสังเกตจากการตั้งยอดไข่ขาว คือ ยอดอ่อน ยอดกลาง และยอดแข็ง หากแบ่งจากวิธีการทำเมอแรงก์สามารถแบ่งได้ 3 ประเภทใหญ่ๆ ซึ่งมีวิธีการทำและการนำไปใช้แตกต่างกัน ดังนี้ (Rinsky and Laura, 2007)

2.1.7.1 เฟรนช์เมอแรงก์ (French Meringue)

เป็นที่นิยมในหมู่คนทำเบเกอรี่อย่างมากเพราะทำได้ง่ายที่สุด เมอร์แรงก์ชนิดนี้มีลักษณะนุ่มเป็นครีม เกิดจากการตีไข่ขาวด้วยหัวตีตะกร้อความเร็วสูงสุด พอขึ้นฟูจึงค่อยๆ เติมน้ำตาลทรายทีละน้อยจนหมด ตีต่อจนส่วนผสมตั้งยอดแข็งแล้วจึงนำไปใช้ต่อ เช่น ใส่หัวบีบให้เป็นรูปเห็ดแล้วนำไปอบ เพื่อใช้ตกแต่งใน Buche de Noel หรือเค้กขอนไม้ เค้กเฉลิมฉลองเทศกาลคริสต์มาส หรือบีบลงบนหน้าขนมแล้วจึงนำไปอบ เช่น Lemon Meringue และยังใช้ครีมสำหรับตกแต่งหน้าเค้กด้วย แต่ไม่ค่อยเป็นที่นิยมมากนักเนื่องจากครีมจะคืนตัวได้ง่าย และเมอแรงก์ชนิดนี้ไม่ได้ผ่านความร้อน จึงอาจจะมีเชื้อแบคทีเรีย Salmonella ปะปนได้นอกจากนี้เฟรนช์เมอแรงก์ยังใช้ในการทำขนมอีกหลายชนิด เช่น Angel Cake Lady Finger ชิฟฟอนเค้ก เป็นต้น

2.1.7.2 สวิสเมอแรงก์ (Swiss Meringue)

เมอแรงก์แบบนี้มีเนื้อสัมผัสนุ่มน้อยกว่าเฟรนช์เมอแรงก์ เนื่องจากไข่ขาวบางส่วนถูกทำให้สุกจากความร้อนของการวอร์มบนน้ำร้อน สวิสเมอแรงก์มีวิธีการทำโดยการนำไข่ขาวกับน้ำตาลทรายใส่ลงในอ่างผสม แล้วนำไปคนบนหม้อน้ำร้อนที่อุณหภูมิ ประมาณ 49 องศาเซลเซียส ให้ไข่ขาวอุ่นและน้ำตาลทรายละลาย จากนั้นยกลงจากเตา และตีด้วย ความเร็วสูงสุดจนตั้งยอดแข็ง ขนมที่ใส่สวิสเมอแรงก์ในการทำมีหลายชนิดมาประยุกต์ ขนมที่ใช้สวิสเมอแรงก์ในการทำมีหลายชนิด เช่น Angel Pie, Meringue Cookie, Pavlova เป็นต้น

2.1.7.3 อิตาเลียนเมอแรงก์ (Italian Meringue)

อิตาเลียนเมอแรงก์มีลักษณะคงตัวมากที่สุดในบรรดา 3 ชนิด เพราะไม่เหลว เนื่องจากไข่ขาวทั้งหมดสุกด้วยความร้อนของน้ำเชื่อม อิตาเลียนเมอแรงก์ทำได้โดยตีไข่ขาวให้ตั้งยอดอ่อน แล้วค่อยๆ เทน้ำเชื่อมร้อนๆ ที่มีอุณหภูมิประมาณ 116 องศาเซลเซียส ที่เรียกว่า Soft Ball Stage ตีต่อจนตั้งยอดแข็งและอุณหภูมิของหม้อที่ใช้ตีไม่ร้อนแล้ว เมอแรงก์ที่ตีได้จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากเดิมถึง 2 เท่าและมีลุกษณะที่ข้นเงา จึงมักนิยมใช้แต่งหน้าเค้ก เพราะง่ายต่อการปาดหน้าเค้ก และเมอแรงก์ชนิดนี้ ผ่านการให้ความร้อนมาแล้วจึงสามารถกินได้โดยไม่เป็น

อันตรายต่อร่างกาย อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ทำขนมมาคารอง (Macaron) (Kelly, 2010) นอกจากนี้อาจนำอิตาเลียนเมอแรงก์เป็นส่วนผสมในขนมชนิดอื่นๆ เช่น นำไปบีบบนหน้าพายมะนาวหรือพายต่างๆ แล้วจึงนำไปอบจนหน้าขนมเหลืองเป็นสีทอง

จากเมอแรงก์ทั้ง 3 ชนิดที่กล่าวมาแล้ว เมอแรงก์แบบฝรั่งเศสและอิตาเลียนได้รับความนิยมในการทำมากกว่าของสวิส เนื่องจากทำในน้ำตาลต้มแทนที่จะใช้น้ำตาลทรายขาว ทำให้ได้เนื้อสัมผัสที่นุ่มเนียนและยังทำขนมได้อีกหลายชนิด (The Culinary Institute of Americe, 2009)

2.1.8 Tant-Pour-Tant

Tant-Pour-Tant (แต็งท์-พัว-แต็งท์) เป็นคำในภาษาฝรั่งเศส เป็นคำศัพท์เฉพาะที่อ้างถึงส่วนผสมของน้ำตาลปน ผสมรวมกับผงอัลมอนด์แล้วร่อนผ่านตะแกรงร่อนแป้งส่วนผสมที่ได้จะมีเนื้อที่ละเอียดสม่ำเสมอ นิยมใช้ในส่วนผสมของคุกกี้มาการอง (Glenn and Laura, 2009) โดยมาการองที่ผ่านวิธีนี้จะได้ลักษณะของชิ้นมาการาองที่เรียบเนียนกว่ามาการองที่ไม่ได้ผ่านวิธีดังกล่าว ดังแสดงในภาพที่ 2.2 (Maréchal, 2010)

ภาพที่ 3 มาการองที่ไม่ผ่านขั้นตอนการ TANT POUR TANT (ก) และ
การองที่ผ่านขั้นตอนการ TANT POUR TANT (ข)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Maréchal, 2010

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขนิษฐาและฑิฆัมพร (2552) ได้ศึกษาเรื่อง แป้งเอแคลร์เสริมงาดำ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของงาดำที่เสริมลงในแป้งเอแคลร์ และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค โดยการเสริมงาดำในปริมาณที่แตกต่างกันคือร้อยละ 2 4 และ 6 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด จากการศึกษาพบว่าปริมาณงาดำที่ระดับร้อยละ 2 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ผู้ชิมให้การยอมรับในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยคะแนนเฉลี่ย 7.23 7.70 7.12 และ 7.33 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่า สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ศิรินภา และอุทัยวรรณ (2551) ได้ศึกษาเรื่อง ข้าวเกรียบกล้วยหอมเสริมงาดำ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของงาดำที่เสริมลงในข้าวเกรียบกล้วยหอม และศึกษาการยอมรับของผู้ของผู้บริโภค โดยเสริมงาดำในปริมาณที่ต่างกันคือ 0.5 เปอร์เซ็นต์ 1 เปอร์เซ็นต์ และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด จากการศึกษาพบว่า ปริมาณงาดำระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ผู้ชิมให้การยอมรับใน ด้านสี รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยได้คะแนนเฉลี่ย 7.07 7.32 7.70 และ 7.35 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่า สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

3.1.1.1 ผงอัลมอนด์	จากร้านซมิดต์
3.1.1.2 งาดำบดละเอียด	ตรา ไร่ทิพย์
3.1.1.3 ไข่ขาว	ตรา ซีพี เบอร์ 1
3.1.1.4 น้ำตาลไอซิ่ง	ตรา อิมพีเรียล
3.1.1.5 น้ำตาลทราย	ตรา มิตรผล
3.1.1.6 รำข้าวสังข์หยด	
3.1.1.7 น้ำ	

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

3.1.2.1 เครื่องผสมอาหาร	ยี่ห้อ Kenwood
3.1.2.2 เตาอบลมร้อน	ยี่ห้อ Fagor
3.1.2.3 เครื่องชั่งดิจิตอล	ยี่ห้อ CST
3.1.2.4 เตาแก๊ส 4 หัว	ยี่ห้อ Teka
3.1.2.5 เครื่องบด	ยี่ห้อ Moulinex
3.1.2.6 เทอร์โมมิเตอร์	
3.1.2.7 นาฬิกาจับเวลา	
3.1.2.8 พายยาง	
3.1.2.9 ที่ร่อนแป้ง	
3.1.2.10 ถุงบีบครีม และหัวบีบเบอร์10	

3.1.2.11 อ่างผสม

3.1.2.12 แผ่นเทปล่อน

3.1.2.13 หม้อต้มขนาดเล็ก

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในสำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

3.1.2.1 กล่องพลาสติกใส่ตัวอย่างพร้อมฝาปิด

3.1.2.2 ช้อนพลาสติก

3.1.2.3 ถาดใส่อาหาร

3.1.2.4 ปากกา

3.1.2.5 แก้วน้ำ

3.1.2.6 กระดาษทิชชู่

3.1.2.7 แบบประเมินทางประสาทสัมผัส 9-Point Hedonic Scale

3.1.2.8 แก้วน้ำ

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

3.2.1 การศึกษาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์มาการอง

การทดลองได้ทำการศึกษาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์มาการองจำนวน 3 สูตร (ภาคผนวก) นำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 35 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยทำการประเมินทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scalc) (Nicolas *et al*., 2010)

3.2.2 การศึกษาการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

จากการศึกษาครั้งนี้ได้นำสูตรมาตรฐานของมาการอง ที่ผ่านการคัดเลือกจากสูตรพื้นฐานมาทำการศึกษาการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยดในปริมาณที่

แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 5 ร้อยละ 10 และ ร้อยละ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) (สายชล, 2546) นำมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) (L. Nicolas *et al*., 2010) โดยผู้ทดสอบชิม 30 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราช-มงคลพระนคร

3.2.3 การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์มาการองโดยใช้ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

3.2.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วย One-way ANOVA และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torries, 1980) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS (IBM SPSS version 19.0)

3.2.5 สถานที่ทำการทดลอง

3.2.4.1 ห้องปฏิบัติอาหาร 515 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.4.2 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.6 ระยะเวลาในการทดลอง

ระยะเวลาดำเนินการวิจัยตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2555 ถึง 30 กันยายน 2556

ชั่งวัตถุดิบตามสูตร

⇩

นำผงอัลมอนด์ น้ำตาลไอซิ่ง รวมกันใส่โถปั่นๆ ด้วยความเร็วสูงสุด 5 นาที

⇩

ต้มน้ำ น้ำตาล ด้วยไฟปานกลางจนเดือดที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส

⇩

ตีไข่ขาว (2) ด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่อง นาน 30 วินาที ขึ้นฟูเป็นฟองละเอียด รินน้ำเชื่อมให้เป็นเส้นเดียวกันจนหมด ตีด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่อง นาน 5 นาที

⇩

ผสมผงอัลมอนด์ น้ำตาลไอซิ่ง และไข่ขาว (1) รวมกันด้วยพายยางให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว จากนั้นเติมเมอแรงก์ และตะล่อมด้วยพายยางจนเข้ากันเป็นเนื้อเดียว

⇩

นำส่วนผสมที่ได้ใส่ถุงบีบ และหัวบีบเบอร์10 บีบเป็นก้อนกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 ซม. ลงในแผ่นเทปล่อนพักไว้ 10 นาที

⇩

นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ประมาณ 13 นาที นำออกจากเตาพักไว้จนเย็น

⇩

มาการอง

แผนภูมิที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์มาการอง

ชั่งวัตถุดิบตามสูตร

นำผงอัลมอนด์ น้ำตาลไอซิ่ง งาดำบด รวมกันใส่โถปั่นๆ ด้วยความเร็วสูงสุด 5 นาที

ต้มน้ำ น้ำตาล ด้วยไฟปานกลางจนเดือดที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส

ตีไข่ขาว (2) ด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่อง นาน 30 วินาที จนขึ้นฟูเป็นฟองละเอียด หยอดน้ำเชื่อม ให้เป็นเส้นเดียวกันจนหมด ตีด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่องนาน 5 นาที

ผสมผงอัลมอนด์ น้ำตาลไอซิ่ง รำข้าวสังข์หยดในแต่ละหน่วยทดลอง และไข่ขาว (1) รวมกันด้วยพายยางให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว จากนั้นเติมเมอแรงก์ และตะล่อมด้วยพายยางจนเข้ากันเป็นเนื้อเดียว

นำส่วนผสมที่ได้ใส่ถุงบีบ และหัวบีบเบอร์10 บีบเป็นก้อนกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 ซม. ลงในแผ่นเทปล่อนพักไว้ 10 นาที

นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ประมาณ 13 นาที นำออกจากเตาพักไว้จนเย็น

มาการองรำข้าวสังข์หยด

แผนภูมิที่ 3.2 ขั้นตอนการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์มาการอง

จากการทดลองในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์มาการองจำนวน 3 สูตร (ภาคผนวก ก) โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 35 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) สูตรพื้นฐานมาการอง จำนวน 3 สูตร แสดงดังตารางที่ 4.1 และค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมาการองสูตรพื้นฐาน จำนวน 3 สูตร แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 6 สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์มาการองจำนวน 3 สูตร

วัตถุดิบ	ปริมาณ (กรัม)		
	BM-001	BM-002	BM-003
ไข่ขาว (1)	75	60	55
ไข่ขาว (2)	45	60	55
น้ำตาลทราย	37.5	165	150
น้ำ	-	40	35
น้ำตาลไอซิ่ง	237	165	150
ผงอัลมอนด์	125	165	150

ที่มา : BM-001 สูตรที่ 1 เจอร์ฮารด์ เจ เกิร์บ, 2555.

BM-002 สูตรที่ 2 โยฮาน แมทธี, 2555.

BM-003 สูตรที่ 3 นันทวัฒน์ นันทเนตร, 2555.

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มาการองสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ตัวอย่าง*		
	BM-001	BM-002	BM-003
ลักษณะปรากฏ	7.34±0.31**	7.34±0.46	**8.00**±0.13
สี	7.37±0.48	7.54±0.32	**7.68**±0.24
กลิ่น	7.45±0.56	**7.77**±0.21	7.34±0.42
รสชาติ	7.37±0.19	7.42±0.41	**8.00**±0.38
เนื้อสัมผัส	7.48±0.24	7.31±0.44	**7.62**±0.57
ความชอบโดยรวม	7.34±0.37	7.51±0.20	**7.91**±0.36

* ตัวอย่างมาการองสูตรที่ 1 (BM-001) 2 (BM-002) และ 3 (BM-003)

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์มาการอง พบว่า ผู้ชิมให้การยอมรับในมาการองสูตรที่ 3 มากที่สุด ในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยได้คะแนนเฉลี่ย 8.00, 7.68, 8.00, 7.62 และ 7.91 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก และสูตรที่ 2 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับมากที่สุดในด้านกลิ่น โดยได้คะแนนเฉลี่ย 7.77 จะเห็นได้ว่าผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในด้านกลิ่น อยู่ในระดับชอบปานกลาง ดังนั้นผู้ทำการทดลองจึงเลือกสูตรที่ 3 เป็นสูตรพื้นฐานในการศึกษาการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

ตารางที่ 8 ลักษณะทางกายภาพของมาการองสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร

ลักษณะทางกายภาพ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	ลักษณะเป็นโดม ผิวเรียบ	ลักษณะเป็นโดมสูง ผิวเรียบเนียน	ลักษณะเป็นโดม ผิวเรียบเนียน
สี	เหลืองอ่อน	ขาวเหลือง	ขาว
กลิ่น	กลิ่นหอมอัลมอนด์	กลิ่นหอมมาก	กลิ่นหอมอัลมอนด์

ตารางที่ 8 ลักษณะทางกายภาพของมาการองสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร (ต่อ)

ลักษณะทางกายภาพ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
รสชาติ	หวานน้อยและมันจากผงอัลมอนด์	หวาน และมันจากผงอัลมอนด์	หวาน และมันจากผงอัลมอนด์
เนื้อสัมผัส	กรอบนอกแข็งใน	กรอบนอกนุ่มใน	กรอบนอกนุ่มใน

จากตารางที่ 4.3 พบว่ามาการองสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 มีลักษณะทางกายภาพที่คล้ายกันคือ มีลักษณะเป็นโดม ผิวเรียบเนียน มีกลิ่นหอมอัลมอนด์ มีความหวาน และมันจากผงอัลมอนด์กรอบนอกนุ่มใน ลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกันคือ สี กลิ่นและเนื้อสัมผัส มาการองสูตรที่ 1 มีสีเหลืองเนื้อสัมผัสกรอบนอกแข็งใน สูตรที่ 2 มีกลิ่นหอมอัลมอนด์มาก ส่วนสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีสีขาวออกเหลือง เนื้อสัมผัสกรอบนอกนุ่มใน ดังนั้นเมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพประกอบกับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้ศึกษาจึงคัดเลือกมาการองสูตรที่ 3 เพื่อใช้เป็นสูตรพื้นฐาน โดยมีความสอดคล้องกับคะแนนยอมรับจากผู้ทดสอบชิม

4.2 ผลการศึกษาการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

จากการทดลองได้นำสูตรพื้นฐานมาการองที่ผ่านการคัดเลือกมาทำการศึกษาการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด ที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 5 ร้อยละ 10 และ ร้อยละ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด และนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยผู้ชิมจำนวน 60 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี (Least significant Difference, LSD) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ตารางที่ 9 ปริมาณการเสริมรำข้าวสังหยดในผลิตภัณฑ์มาการอง 3 ระดับ

วัตถุดิบ	ตัวอย่าง		
	MSRB-001	MSRB -002	MSRB -003
ไข่ขาว (1)	55	55	55
ไข่ขาว (2)	55	55	55
น้ำตาลทราย	150	150	150
น้ำ	35	35	35
น้ำตาลไอซิ่ง	150	150	150
ผงอัลมอนด์	150	150	150
รำข้าวสังหยด	29.75	59.5	89.25

* ตัวอย่างมาการอง การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด ร้อยละ 5 (MSRB -001) ร้อยละ 10 (MSRB -002) และร้อยละ 15 (MSRB -003)

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยคุณภาพทางประสาทสัมผัสของการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ตัวอย่าง*		
	MSRB -001	MSRB -002	MSRB -003
ลักษณะปรากฏ	7.47±0.78**[b]	7.57±0.68[ab]	7.90±0.81[a]
สี	7.43±0.77[a]	7.33±0.76[a]	7.70±0.92[a]
กลิ่น	7.37±0.72[a]	7.43±0.77[a]	7.53±0.64[a]
รสชาติ	7.40±0.47[a]	7.30±0.77[a]	7.70±0.75[a]
เนื้อสัมผัส	6.83±0.87[b]	7.33±0.80[a]	7.57±0.81[a]
ความชอบโดยรวม	7.06±0.82[b]	7.43±0.81[ab]	7.70±0.76[a]

* ตัวอย่างมาการอง การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด ร้อยละ 5 (MSRB -001) ร้อยละ 10 (MSRB -002) และร้อยละ 15 (MSRB -003)

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

*** อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.5 พบว่า การเสริมรำข้าวสังข์หยดที่ระดับร้อยละ 5 ในมาการองทำให้มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของตัวอย่าง การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยดของ MSRB -001 แตกต่างจาก MSRB -002 และ MSRB -003 ($p<0.05$) ซึ่งผู้ชิมให้การยอมรับอยู่ในระดับ ชอบปานกลาง

อย่างไรก็ตาม การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยดที่ระดับร้อยละ 10 และ 15 ไม่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสในทุกๆ ด้าน ($p>0.05$) ของตัวอย่าง MSRB -002 และ MSRB -003 ซึ่งผู้ชิมให้การยอมรับอยู่ในระดับ ชอบปานกลาง

สำหรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้าน สี กลิ่น และรสชาติ ของตัวอย่างมาการองที่เสริมรำข้าวสังข์หยด พบว่า ทุกตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) ผู้ชิมยังคงให้การยอมรับอยู่ในระดับ ชอบปานกลาง

ตารางที่ 11 ลักษณะทางกายภาพของการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าว สังข์หยด

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	**ตัวอย่าง***		
	MSRB -001	MSRB -002	MSRB -003
ลักษณะปรากฏ	ลักษณะเป็นโดมโค้ง ผิวเรียบ มีความหยาบเล็กน้อย	ลักษณะเป็นโดมโค้งสูง ผิวมีความหยาบปานกลาง	ลักษณะเป็นโดมโค้งสูง ผิวมีความหยาบมาก
สี	น้ำตาลอ่อน-ขาว	น้ำตาลอ่อน	น้ำตาลอ่อน-เข้มกว่า MSRB -002
กลิ่น	มีกลิ่นหอมของข้าว อ่อนๆ	มีกลิ่นหอมของข้าว ปานกลาง	มีกลิ่นหอมของข้าว ปานกลาง-เข้ม
รสชาติ	หวาน และมันจากผงอัลมอนด์ และรำข้าว	หวาน และมันจากผงอัลมอนด์ และรำข้าว	หวาน และมันจากผงอัลมอนด์ และรำข้าว
เนื้อสัมผัส	กรอบนอก ด้านในเหนียวหนึบ	กรอบนอก ด้านในเหนียวหนึบ-แห้งเล็กน้อย	กรอบนอก ด้านในเหนียวหนึบ-แห้งมาก
ความชอบโดยรวม	กรอบนอก ด้านในเหนียวหนึบ มีกลิ่นหอมของข้าว อ่อนๆ	กรอบนอก ด้านในเหนียวหนึบ-แห้งเล็กน้อย และมีกลิ่นหอมของข้าว อ่อนๆ	กรอบนอก ด้านในเหนียวหนึบ-แห้งมาก และมีกลิ่นหอมของข้าว อ่อนๆ

* ตัวอย่างมาการอง การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด ร้อยละ 5 (MSRB -001) ร้อยละ 10 (MSRB -002) และร้อยละ 15 (MSRB -003)

MSRB -001 MSRB -002 MSRB -003

ภาพที่ 4 ตัวอย่างมาการอง การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด ร้อยละ 5 (MSRB -001) ร้อยละ 10 (MSRB -002) และร้อยละ 15 (MSRB -003)

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ปริมาณการเสริมรำข้าวสังหยดในผลิตภัณฑ์มาการองทั้ง 3 ระดับ มีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน เนื่องมาจากปริมาณรำข้าวสังข์หยดในระดับที่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ปริมาณการเสริมรำข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์มาการองที่ระดับร้อยละ 5 มีลักษณะผิวเรียบเนียน สีน้ำตาลอ่อน-ขาว กรอบนอก มีความเหนียวหนึบ และมีปริมาณเนื้อสัมผัสของรำข้าวสังหยดอยู่ในมาการองเล็กน้อย

สำหรับปริมาณการเสริมรำข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์มาการอง ที่ระดับร้อยละ 10 มีลักษณะผิวเรียบเล้กน้อย มีความขรุขระ มีสีน้ำตาลอ่อน แต่เข้มกว่า ที่ระดับ ร้อยละ 5 ซึ่งเกิดจากปริมาณของรำข้าวสังข์หยดที่เพิ่มขึ้น คุณภาพทางประสามสัมผัสมีเนื้อสัมผัสที่ กรอบนอก เนื้อสัมผัสด้านนุ่ม และมีความเหนียวหนึบ มีกลิ่นหอมอ่อนๆ ของข้าว ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนความชอบ ที่ผู้ชิมให้การยอมรับในระดับที่ ชอบปานกลาง

เมื่อมีการเสริมรำข้าวสังข์หยด ที่ระดับร้อยละ 15 มาการองมีปริมาณของรำข้าวสังข์หยดอย่างหนาแน่น ดังแสดงในภาพที่ 4.1 รำข้าวสังข์หยดมีการกระจายตัวอย่างหนาแน่นในมาการอง ซึ่งส่งผลให้มาการองมีสีที่เข้มขึ้น คือ มีสีน้ำตาลที่เข้มกว่า การเสริมรำข้าวสังข์หยดที่ระดับร้อยละ 10 ทั้งนี้เป็นผลมาจากในส่วนผสมของมาการองมีส่วนประกอบของโปรตีน และน้ำตาลซึ่งเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรต ซึ่งส่วนประกอบทั้งสองเป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาเมลาร์ด คุณภาพทางประสาทสัมผัสมีเนื้อสัมผัสที่ กรอบนอก เนื้อสัมผัสด้านนุ่ม และมีความเหนียวหนึบ มีกลิ่นหอมๆ ของข้าวที่เข้มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนความชอบ ที่ผู้ชิมให้การยอมรับในระดับที่ ชอบปานกลาง

สำหรับคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์มาการอง เสริมรำข้าวสังข์หยด แสดงดังตารางที่ 4.7 เนื่องจากในรำข้าวสังข์หยดมีองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.5 จึงส่งผลให้คุณค่างทางโภชนาการของมาการองเสริมรำข้าวสังข์หยด มีคุณค่าทางโภชนาการที่เพิ่มขึ้น เมื่อมีระดับการเสริมที่เพิ่มขึ้น สำหรับ 1 หน่วยบริโภค ซึ่งอ้างอิงโดย Nutritive Value of Foods (Gebhardt and Robin, 2002) เท่ากับ 1 ชิ้น ประมาณ 20กรัม โดยมาการอง จัดอยู่ในประเภทของคุกกี้แซนวิช (sandwich cookies) (Wayne, 2013)

ตารางที่ 12 คุณค่าทางโภชนาการของการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์-หยด

คุณค่าทางโภชนาการ	ตัวอย่าง*		
	MSRB -001	MSRB -002	MSRB -003
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี่)	2,209.85	2,335.75	2,461.65
โปรตีน (กรัม)	48.40	53.34	58.28
ไขมัน (กรัม)	81.29	86.61	91.93
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	338.57	348.46	358.35
ใยอาหาร (กรัม)	24.87	32.05	39.24
จำนวนหน่วยบริโภค (หน่วย)**	~ 31	~ 33	~ 34

* ตัวอย่างมาการอง การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด ร้อยละ 5 (MSRB -001) ร้อยละ 10 (MSRB -002) และร้อยละ 15 (MSRB -003)

** ขนาดบริโภค ประมาณ 20 กรัม (1 คู่) อ้างอิงโดย Nutritive Value of Foods (USDA), 2002

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การเสริมรำข้าวสังข์หยดเพื่อเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองสามารถเสริมได้ที่ระดับร้อยละ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด และได้รับการยอมรับไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้มาการองยังมีกลิ่นหอมของข้าวเพิ่มขึ้น แต่มีผลทำให้มาการองมีเนื้อสัมผัสที่แน่นขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

การเสริมรำข้าวสังข์หยดเพื่อเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองสามารถเสริมได้ที่ระดับร้อยละ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ดังนั้น ควรศึกษาเพิ่มเติมด้านปริมาณการเสริมที่เพิ่มมากขึ้น เพื่อช่วยในการเพิ่มปริมาณใยอาหาร

อย่างไรก็ตาม ในการเสริมที่ระดับเพิ่มขึ้นอาจส่งผลต่อมาการอง ซึ่งอาจจะส่งผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้มีผลกระทบต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กองโภชนาการ กรมอนามัย. กระทรวงสาธารณสุข. 2544. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการ**. โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

ขนิษฐา พงษ์พันธ์ และฑิฆัมพร ทับเนียม. 2552. **แป้งเอแคร์เสริมงาดำ**. แผนงานพิเศษปริญญาบัณฑิต. สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพฯ.

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

จิตธนาแจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2549. **เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น**. มหาวิทยาลัย-เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เจอร์ฮารด์ เจ เกิร์บ. 2555. Chef de Partie. โรงแรมโฟร์ซีซั่น, 20 สิงหาคม.

ทิพวรรณ เฟื่องเรือง. 2548. **ขนมอบ**. วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาการ, กรุงเทพฯ.

นพพร สายัมพลและคณะ. 2542. **พืชเศรษฐกิจ**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นันทวัฒน์ นันทเนตร. 2555. Chef de Partie. โรงแรมสวิสโซเทล เลอ คองคอร์ด, 30 มิถุนายน 2556.

สุกัญญา เดชอดิศัย. 2551. **อัลมอนด์ องครักษ์พิทักษ์หัวใจ**. ภาควิชาเภสัชเวทและเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://pcog2.pharmacy.psu.ac.th/thi/article9-51.asp, 20 กันยายน 2556.

บุญเกื้อ ภูศรี. 2544. **งาพืชทรงคุณค่า**. ศูนย์วิจัยพืชอุบลราชธานี กรมวิชาการเกษตร, อุบลราชธานี.

โยฮานแมทธี. 2555. Chef de Partie. โรงแรมแพนนินซูล่า, 8 กรกฎาคม.

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

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

ศิรินภา ทองแย้ม และอุทัยวรรณ เลี้ยงเจริญ. 2551. **ข้าวเกรียบกล้วยหอมเสริมงาดำ**. แผนงานพิเศษปริญญาบัณฑิต. สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สายชลสินสมบูรณ์. 2546. **สถิติการวางแผนการทดลองทางเกษตร**. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล. 2547. **หลักการประกอบอาหาร**. มหาวิทยาลัยเกษตร-ศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรพิน ชัยประสบ. 2547. **การถนอมอาหาร**. มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2548. **สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2546/2547**. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพ.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. 2554. **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่สิบเอ็ด พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๒๕๕๙**. สำนัก, กรุงเทพ.

Faria, S. A. S. C., Bassinello, P. Z. and Penteado, M. V. C. 2012. Nutritional composition of rice bran submitted to different stabilization procedures. **BJPS**. 48: 651-657.

Gebhardt, S. E. and R. G. Thomas. 2002. **Nutritive Value of Foods**. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington, the United States of America.

Hu, G. H., Yang, F., Ma, Z. Z., & Zhou, Q. 2007. Development of research and application of rice bran dietary fiber. **China Food Additives**: 84(5). 80–85.

Hu, G., S. Huang, S. Cao and Z. Ma. 2009. Effect of enrichment with hemicellulose from rice bran on chemical and functional properties of bread. **Food Chem**. 115: 839–842.

Kreuzer, H. 2000. **Dividends from Rice. Food Product Design**. Weeks Publishing Company, USA Rice Foundation. Texas.

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

Nicolas, L., C. Marquilly and M. O'Mahony. 2010. The 9-point hedonic scale: Are words and numbers compatible. **Food Quality and Preference**. 21: 1008–1015.

Reed, K. (Eds). 2011. **Macarons: Authentic French cookie recipes from the macarons café**. Ulysses Press, the United States of America.

Rinsky, G. and Laura, H.R. 2009. **The Pastry chef's companion: a comprehensive resource guide for the baking and pastry professional.** John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, United States of America.

STEEL, R.D.D and J.H. TORRIE. 1980. **Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach.** 2nd Ed. McGraw-Hill, New York.

Tamizifar, B., M. Rismankarzadeh, A. A. Vosoughi, M. R. Pharm, B. Tamizifar and A. Aminzade. 2005. A low-dose almond-based diet decrease LDL-C while preserving HDL-C. **Arch Iranian Med.** 8 (1): 45 – 51.

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

Villareal C.P. and Juliano. B.O. 1989. Variability in contents of thiamine and riboflavin in brown rice, crude oil in brown rice and bran- polish and silicon in hull of IR rices. Plant Foods Hum. **Nutr.** 39: 287-297.

Wrigley, C., Harold. C. and Charles E. W. 2004. **Encyclopedia of Grain Science.** Elsevier Ltd., United Kingdom.

Wan, Y., A., Prudente and S., Sathivel. 2012. Purfication of soluble rice branfiber using ultrfiltration technology. **LTW.** 46: 574-579

Zailom. 2554. **Macaron.** (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก : http://www.bloggang.com/viewblog, 20 กุมภาพันธ์ 2556.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
สูตรพื้นฐานมาการอง

มาการอง

(สูตรที่ 1)

ส่วนผสม

ผงอัลมอนด์	125	กรัม
น้ำตาลไอซิ่ง	237	กรัม
ไข่ขาว (1)	75	กรัม
น้ำตาล	37.5	กรัม
ไข่ขาว (2)	45	กรัม

วิธีทำ

1. นำผงอัลมอนด์ ใส่โถปั่นๆผงอัลมอนด์ด้วยความเร็วสูงสุด 3 นาที นำผงอัลมอนด์ร่อนลงในอ่างผสมเตรียมไว้

2. ต้มน้ำเปล่าให้เดือด ปิดไฟพักไว้

3. ตีไข่ขาว (1) น้ำตาลไอซิ่งในเครื่องผสมใช้หัวตีตะกร้อตีด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่องจนมีลักษณะตั้งยอดอ่อนค่อนไปกลางยกลงตักใส่อ่างผสมเติมผงอัลมอนด์ นำไปตั้งบนน้ำอุ่นใช้ตะกร้อมือคนให้พอเข้ากันจะมีลักษณะเนื้อเนียนขึ้นยกลง พักไว้

4. ตีไข่ขาว (2) ในเครื่องผสมด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่องให้ฟูเป็นฟองเติมน้ำตาลทีละน้อยจนหมด ตีจนมีลักษณะเป็นเมอแรงก์ตั้งยอดอ่อนไปค่อนข้างแข็ง ยกลงนำไปผสมกับครีมอัลมอนด์เบาๆ

5. นำส่วนผสมที่ได้ใส่ถุงบีบ และหัวบีบเบอร์10 บีบเป็นก้อนกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 ซม. ลงบนแผ่นเทฟล่อน พักไว้ 30-60 นาที

6. นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 145 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 นาที นำออกจากเตาพักไว้ บนตะแกรงจนเย็นสนิท เก็บเข้ากล่องกันความชื้น

ที่มา : เจอร์ฮารด์, 2555.

มาการอง
(สูตรที่ 2)

ส่วนผสม

ผงอัลมอนด์	166.6	กรัม
น้ำตาลไอซิ่ง	166.6	กรัม
ไข่ขาว (1)	60	กรัม
น้ำ	40	กรัม
น้ำตาลทรายขาว	166.6	กรัม
ไข่ขาว (2)	60	กรัม

วิธีทำ

1. ร่อนผงอัลมอนด์ และน้ำตาลไอซิ่ง รวมกันใส่อ่างผสมพักไว้

2. ต้มน้ำ และน้ำตาลทรายด้วยไฟปานกลางจนเดือดที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียสยกลงคลายความร้อนที่อุณหภูมิ 114 องศาเซลเซียส

3. ตีไข่ขาว (1) ด้วยหัวตีตะกร้อความเร็วสูงสุดของเครื่องนาน 2 นาทีให้ขึ้นฟูตั้งยอดอ่อน

4. ตีไข่ขาว (2) ด้วยหัวตีตะกร้อความเร็วสูงสุดของเครื่องนาน 30 วินาที ให้ขึ้นฟูเริ่มเป็นฟองละเอียดจากนั้นรินน้ำเชื่อมขณะให้เป็นเส้นเดียวกันจนหมด ตีด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่องนาน 5 นาทีจนมีลักษณะเป็นเมอแรงก์ตั้งยอดอ่อนค่อนข้างแข็ง

5. ผสมผงอัลมอนด์ น้ำตาลไอซิ่งและไข่ขาว (1) รวมกันด้วยพายยางให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวจากนั้นเติมเมอแรงก์ที่ตีไว้ครึ่งหนึ่งตะล่อมพอเข้ากัน เติมเมอแรงก์ที่เหลือจนหมดตะล่อมด้วยพายยางเบาๆ จนเข้ากันดีเป็นเนื้อเดียว

6. นำส่วนผสมที่ได้ใส่ถุงบีบ และหัวบีบเบอร์ 10 บีบครีมเป็นก้อนกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 ซม. ลงบนแผ่นเทฟล่อน พักไว้ 30-60 นาที

7. นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ประมาณ 5 นาที จากนั้นกลับถาดอบต่ออีก 5-7 นาที นำออกจากเตาพักไว้ บนตะแกรงจนเย็นสนิท เก็บเข้ากล่องกันความชื้น

ที่มา :โยฮาน, 2555.

มาการอง
(สูตรที่ 3)

ส่วนผสม

ผงอัลมอนด์	150	กรัม
น้ำตาลไอซิ่ง	150	กรัม
ไข่ขาว (1)	55	กรัม
น้ำ	35	กรัม
น้ำตาลทรายขาว	150	กรัม
ไข่ขาว (2)	55	กรัม

วิธีทำ

1. ผสมผงอัลมอนด์ และน้ำตาลไอซิ่ง รวมกันใส่โถปั่นๆ ด้วยความเร็วสูงสุดนาน 4 นาที ผงอัลมอนด์ และน้ำตาลไอซิ่งที่ใส่อ่างผสมพักไว้

2. ต้มน้ำ และน้ำตาลทรายด้วยไฟปานกลางจนเดือดที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส ยกลงคลายความร้อนที่อุณหภูมิ 114 องศาเซลเซียส

3. ตีไข่ขาว (2) ด้วยหัวตีตะกร้อความเร็วสูงสุดของเครื่องนาน 30 วินาที ให้ขึ้นฟูเริ่มเป็นฟองละเอียด

4. จากนั้นรินน้ำเชื่อมขณะให้เป็นเส้นเดียวกันจนหมด ตีด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่องนาน 5 นาทีจนมีลักษณะเป็นเมอแรงก์ตั้งยอดอ่อนค่อนข้างแข็ง

5. ผสมผงอัลมอนด์น้ำตาลไอซิ่งและไข่ขาว (1) รวมกันด้วยพายยางให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว จากนั้นเติมเมอแรงก์ที่ตีไว้ครึ่งหนึ่งตะล่อมพอเข้ากัน เติมเมอแรงก์ที่เหลือจนหมดตะล่อมด้วยพายยางเบาๆ จนเข้ากันดีเป็นเนื้อเดียว

6. นำส่วนผสมที่ได้ใส่ถุงบีบ และหัวบีบเบอร์10 บีบครีมเป็นก้อนกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 ซม. ลงบนแผ่นเทฟล่อน พักไว้ 10 นาที

7. นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ประมาณ 13 นาที นำออกจากเตาพักไว้ บนตะแกรงจนเย็นสนิท เก็บเข้ากล่องกันความชื้น

ที่มา : นันทวัฒน์, 2555.

การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

ส่วนผสม

ผงอัลมอนด์	45	กรัม
น้ำตาลไอซิ่ง	150	กรัม
ไข่ขาว (1)	55	กรัม
น้ำ	35	กรัม
น้ำตาลทรายขาว	150	กรัม
ไข่ขาว (2)	55	กรัม
รำข้าวสังข์หยด	89.25	กรัม

วิธีทำ

1. ผสมผงอัลมอนด์งาดำบด และน้ำตาลไอซิ่ง รวมกันใส่โถปั่นๆ ด้วยความเร็วสูงสุดนาน 4 นาที ผงอัลมอนด์ และน้ำตาลไอซิ่งที่ใส่อ่างผสมพักไว้

2. ต้มน้ำ และน้ำตาลทรายด้วยไฟปานกลางจนเดือดที่อุณหภูมิ 118 องศาเซลเซียส ยกลงคลายความร้อนที่อุณหภูมิ 114 องศาเซลเซียส

3. ตีไข่ขาว (2) ด้วยหัวตีตะกร้อความเร็วสูงสุดของเครื่องนาน 30 วินาที ให้ขึ้นฟูเริ่มเป็นฟองละเอียด

4. จากนั้นรินน้ำเชื่อมขณะให้เป็นเส้นเดียวกันจนหมด ตีด้วยความเร็วสูงสุดของเครื่องนาน 5 นาที จนมีลักษณะเป็นเมอแรงก์ตั้งยอดอ่อนค่อนข้างแข็ง

5. ผสมผงอัลมอนด์ น้ำตาลไอซิ่ง รำข้าวสังข์หยด และไข่ขาว (1) รวมกันด้วยพายยางให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวจากนั้นเติมเมอแรงก์ที่ตีไว้ครึ่งหนึ่งตะล่อมพอเข้ากัน เติมเมอแรงก์ที่เหลือจนหมดตะล่อมด้วยพายยางเบาๆ จนเข้ากันดีเป็นเนื้อเดียว

6. นำส่วนผสมที่ได้ใส่ถุงบีบ และหัวบีบเบอร์10 บีบครีมเป็นก้อนกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 ซม. ลงบนแผ่นเทฟล่อน พักไว้ 10 นาที

7. นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียสประมาณ 13 นาที นำออกจากเตาพักไว้ บนตะแกรงจนเย็นสนิท เก็บเข้ากล่องกันความชื้น

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชุดที่_____

แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์มากาารอง (สูตรพื้นฐาน)

วันที่_____

ลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์มาการอง จะมีรูปทรงกลมหนา ผิวหน้านูนโค้งเล็กน้อยผิวเรียบ บริเวณด้านข้างยกตัวฟูขึ้นเป็นแนวตรง เนื้อสัมผัสกรอบนอกนุ่มใน และรสชาติหวาน

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสที่เสนอในตารางจากซ้ายไปขวา โดยให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านโดยกำหนดระดับคะแนน ดังนี้

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

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**		
	รหัส_____	รหัส_____	รหัส_____
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

_____

_____

_____

ชุดที่_____

แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

วันที่_____

ลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์มาการอง จะมีรูปทรงกลมหนา ผิวหน้านูนโค้งเล็กน้อยผิวเรียบ บริเวณด้านข้างยกตัวฟูขึ้นเป็นแนวตรง เนื้อสัมผัสกรอบนอกนุ่มใน และรสชาติหวาน

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสที่เสนอในตารางจากซ้ายไปขวา โดยให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านโดยกำหนดระดับคะแนน ดังนี้

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

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**		
	รหัส_____	รหัส_____	รหัส_____
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

_____

_____

_____

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

แสดงค่าการวิเคราะห์ผลทางสถิติการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

Homogeneous Subsets

ลักษณะปรากฏ

(Appearance)

		N	Subset	
	Treatment	1	2	1
Duncan(a,b,c)	2.00	30	7.4667	
	1.00	30	7.5667	7.5667
	3.00	30		7.9000
	Sig.		.629	.110

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares. The error term is Mean Square (Error) = .638.

A Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

B The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

C Alpha = .05.

สี

(Colour)

		N	Subset
	Treatment	1	1
Duncan(a,b,c)	2.00	30	7.3333
	1.00	30	7.4333
	3.00	30	7.7000
	Sig.		.145

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares. The error term is Mean Square (Error) = .831.

A Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

B The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

C Alpha = .05.

กลิ่น

(Order)

		N	Subset
	Treatment	1	1
Duncan(a,b,c)	2.00	30	7.3667
	1.00	30	7.4333
	3.00	30	7.5333
	Sig.		.502

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares. The error term is Mean Square (Error) = .802.

A Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

B The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

C Alpha = .05.

รสชาติ

(Taste)

		N	Subset
	Treatment	1	1
Duncan(a,b,c)	2.00	30	7.3000
	1.00	30	7.4000
	3.00	30	7.7000
	Sig.		.106

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares. The error term is Mean Square (Error) = .802.

A Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

B The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

C Alpha = .05.

เนื้อสัมผัส

(Texture)

		N	Subset	
	Treatment	1	2	1
Duncan(a,b,c)	2.00	30	6.8333	
	1.00	30		7.3333
	3.00	30		7.5667
	Sig.		1.000	.280

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares. The error term is Mean Square (Error) = .692.

A Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

B The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

C Alpha = .05.

ความชอบรวม

(Overall)

		N	Subset	
	Treatment	1	2	1
Duncan(a,b,c)	2.00	30	7.0667	
	1.00	30	7.4333	7.4333
	3.00	30		7.7000
	Sig.		.111	.244

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares. The error term is Mean Square (Error) = .776.

A Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

B The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

C Alpha = .05.

ภาคผนวก ง
ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นายเจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์

   (ภาษาอังกฤษ) Mr. Jetniphat Bunyasawat

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน: 3 1701 00029 61 9

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

   ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์

   ตำแหน่งบริหาร -

   เงินเดือน 20,700 บาท

   เวลาที่ใช้ทำวิจัย 3 ช.ม. : สัปดาห์

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

   คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

   เลขที่ 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

   โทรศัพท์ 0-2281-9756-8 ต่อ 5203 โทรสาร 0-2281-9759

   E-mail: jadeniphat.b @rmutp.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาตรี	คหกรมศาสตรบัณฑิต คศ.บ. (อาหารและโภชนาการ)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตโชติเวช	2542
ปริญญาโท	คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คศ.ม. (คหกรรมศาสาตร์)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2549

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

   สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร เบเกอรี่ อาหารนานาชาติ อาหารยุโรป และอาหารไทย

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

-

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.2.1 โครงการวิจัยคุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ

7.2.2 การศึกษากรรมวิธีการผลิตขนมไดฟูกุ

7.2.3 ผลของการใช้น้ำนมข้าวโพดทดแทนน้ำในขนมไดฟูกุ

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

7.3.1 คุณลักษณะของบัณฑิตที่พึงประสงค์ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ ประจำปีงบประมาณ 2554

7.3.2 โครงการวิจัย การใช้ประโยชน์จากบัวหลวงเป็นส่วนประกอบในอาหารเพื่อเพิ่มมูลค่า

7.3.3 ขนมขี้หนูพลังงานต่ำ

7.3.4 ผลของการเสริมกากบีทรูทต่อคุณลักษณะทางกายภาพ และการยอมรับของมัฟฟิ่น

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

-

7.5 การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

วารสารระดับนานาชาติ

-

วารสารระดับชาติ

-

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

-

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

- เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์ และจักราวุธ ภู่เสม. 2556. ผลของการเสริมกากบีทรูทต่อคุณลักษณะทางกายภาพ และการยอมรับของมัฟฟิ่น (Effect of beetroot pulp added on physical properties and acceptability of muffin). บทคัดย่อ การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5 “การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อความยั่งยืน”, 15-16 กรกฎาคม, บางกอกคอนเวนชั่นเซ็นเตอร์ เซ็นทา-รา แกรนด์ แอท เซ็นทรัลเวิลด์, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย, หน้า 371.

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ว่าที่ร้อยตรีจักราวุธ ภู่เสม

   (ภาษาอังกฤษ) Acting Sub Lt. Chakkrawut Bhoosem

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1 6001 90000 07 7

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

   ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์

   ตำแหน่งบริหาร หัวหน้างานกีฬา คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

   เงินเดือน 19,080 บาท

   เวลาที่ใช้ทำวิจัย 3 ช.ม. : สัปดาห์

4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

   คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

   เลขที่ 168 ถนนศรีอยุธยา แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

   โทรศัพท์ 0-2281-9756-8 ต่อ 5203 โทรสาร 0-2281-9759

   E-mail: chakkrawut.b@rmutp.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ระดับปริญญา	คุณวุฒิ/สาขาวิชา	สถาบันอุดมศึกษา	ปีที่สำเร็จ
ปริญญาตรี	คหกรมศาสตรบัณฑิต คศ.บ. (อาหารและโภชนาการ)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2550
ปริญญาโท	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วท.ม. (คหกรรมศาสาตร์)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2555

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

   -

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

-

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.2.1 การเพิ่มมูลค่ากากบีทรูทในผลิตภัณฑ์มัฟฟิ่น

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

7.3.1 ขนมขี้หนูพลังงานต่ำ (Kanom Kee-Noo (Rice Flour Meal Streamed) Low Calorie)

7.3.2 การพัฒนาและแปรรูปข้าวสังข์หยดในผลิตภัณฑ์ขนมเกลียว

7.3.3 ผลของการเสริมกากบีทรูทต่อคุณลักษณะทางกายภาพ และการยอมรับของมัฟฟิ่น

7.3.4 การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

7.4 การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานวิจัย

วารสารระดับนานาชาติ

-

วารสารระดับชาติ

-

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

- เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์ และจักราวุธ ภู่เสม. 2556. ผลของการเสริมกากบีทรูทต่อคุณลักษณะทางกายภาพ และการยอมรับของมัฟฟิ่น (Effect of beetroot pulp added on physical properties and acceptability of muffin). บทคัดย่อ การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5 “การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อความยั่งยืน”, 15-16 กรกฎาคม, บางกอกคอนเวนชั่นเซ็นเตอร์ เซ็นทา-รา แกรนด์ แอท เซ็นทรัลเวิลด์, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย, หน้า 371.

การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด
Supplementation of Fiber in Macaron Product with Sangyod Rice Bran
เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์
จักราวุธ ภู่เสม
ปีที่พิมพ์ 2556

การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด
Supplementation of Fiber in Macaron Product with Sangyod Rice Bran
เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์
จักราวุธ ภู่เสม
ปีที่พิมพ์ 2556

การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด

Supplementation of Fiber in Macaron Product with Sangyod Rice Bran

เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์
Jetniphat Bunyasawat
จักราวุธ ภู่เสม
Chakkrawut Bhoosem

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้คณะฯ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์มาการองด้วยรำข้าวสังข์หยด
Supplementation of Fiber in Macaron Product with Sangyod Rice Bran
เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์
Jetniphat Bunyasawat
จักราวุธ ภู่เสม
Chakkrawut Bhoosem
งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้คณะฯ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร