รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนามัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

Development of Toddy Palm and Palmyra Palm Muffin

ดร.ธีรนุช ฉายศิริโชติ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนามัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

Development of Toddy Palm and Palmyra Palm Muffin

ดร.ธีรนุช ฉายศิริโชติ

(โรงเรียนการเรือน)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ปีงบประมาณ 2555)

หัวข้อวิจัย การพัฒนามัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล
ผู้ดำเนินการวิจัย นางสาวธีรนุช ฉายศิริโชติ
ที่ปรึกษา นางจันทร์จนา ศิริพันธ์วัฒนา
หน่วยงาน หลักสูตรเทคโนโลยีการประกอบอาหารและการบริการ โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
ปี พ.ศ. 2556

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตร คุณภาพทางเคมี การยอมรับของผู้บริโภค และต้นทุนการผลิตของมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล ดำเนินการทดลองโดยศึกษา 1) การใช้ปริมาณเนื้อตาลสุกและปริมาณลูกตาลที่เหมาะสมในมัฟฟิน 2) วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9-point hedonic scale 3) คัดเลือกสูตรของมัฟฟินทั้ง 2 ชนิดที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบสูงสุดมาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค และ 4) ศึกษาต้นทุนการผลิต สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ ค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และทดสอบความแตกต่างด้วยค่า F-test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลการวิจัยพบว่า สูตรที่เหมาะสมของมัฟฟินเนื้อตาลสุกประกอบด้วย แป้งสาลีเอนกประสงค์ ผงฟู เนยสด น้ำตาลทราย เกลือป่น ไข่ไก่ นมสด กลิ่นวานิลา และเนื้อตาลสุกร้อยละ 29.51, 2.49, 12.88, 19.12, 0.33, 10.39, 14.96, 0.33 และ 9.98 ของน้ำหนักทั้งหมดตามลำดับ ส่วนมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลประกอบด้วยแป้งสาลีเอนกประสงค์ ผงฟู เนยสด น้ำตาลทราย เกลือป่น ไข่ไก่ นมสด กลิ่นวานิลา เนื้อตาลสุก และลูกตาล ร้อยละ 22.70, 1.92, 9.91, 14.71, 0.26, 7.99, 11.51, 0.26, 7.67 และ 23.08 ของน้ำหนักทั้งหมดตามลำดับ ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของมัฟฟิน 100 กรัม พบว่ามัฟฟินเนื้อตาลสุกประกอบด้วยความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 25.75, 5.56, 13.50, 2.32, 0.72 และ 52.15 ตามลำดับ มีพลังงานทั้งหมด 352.34 กิโลแคลอรี่ และเบต้าแคโรทีน 102.53 ไมโครกรัม ส่วนมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลมีร้อยละ 38.20, 3.75, 10.22, 1.75, 1.01 และ 45.07 ตามลำดับ มีพลังงานทั้งหมด 287.26 กิโลแคลอรี่ และเบต้าแคโรทีน 94.11 ไมโครกรัม จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคพบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบมัฟฟินเนื้อตาลสุกในระดับชอบมาก และให้การยอมรับร้อยละ 96 ส่วนมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลนั้นผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก ผู้บริโภคทั้งหมด (ร้อยละ 100) ยอมรับมัฟฟินนี้ โดยมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลมีต้นทุนการผลิตต่อชิ้นเท่ากับ 1.49 บาท และ 3.70 บาท ตามลำดับ

Research Title	Development of Toddy Palm and Palmyra Palm Muffin
Researcher	Miss Teeranuch Chysirichote
Research Consultants	Mrs. Chanchana Siripanwattana
Organization	Culinary Technology and Service Curriculum, School of Culinary Arts, Suan Dusit Rajabhat University
Year	2013

The objectives of this research were to study the formula, chemical quality, consumer acceptance and production cost of the plain Palmyra palm muffin and the toddy palm and Palmyra palm muffin. The experimental processes were designed: 1) to optimize the quantity of Palmyra palm and toddy palm in muffin mixture; 2) to analyze the physical, chemical and sensory evaluations, using the preference test with a 9-point hedonic scale; 3) to select both muffins which the overall liking were at the highest level for the consumer acceptance test and 4) to determine the cost of production. The statistical analysis of data consisted of means, analysis of variance and different test by F-test and Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) with the confidence level of 95%. The results showed that the formula of plain Palmyra palm muffin was composed of 29.51% all-purpose flour, 2.49% baking powder, 12.88% butter, 19.12% sugar, 0.33% salt, 10.39% egg, 14.96% milk, 0.33% vanilla and 9.98% ripe Palmyra palm, additional, the formula of the toddy palm and Palmyra palm muffin was composed of 22.70% all-purpose flour, 1.92% baking powder, 9.91% butter, 14.71% sugar, 0.26% salt, 7.99% egg, 11.51% milk, 0.26% vanilla, 7.67% ripe Palmyra palm and 23.08% toddy palm. The 100 g plain Palmyra palm muffin contained moisture, protein, fat, ash, fiber and carbohydrate were 25.75%, 5.56%, 13.50%, 2.32%, 0.72% and 52.15%, respectively. It contained total calories 352.34 kcal and beta-carotene 102.53 µg. For the 100 g toddy palm and Palmyra palm muffin, it contained moisture, protein, fat, ash, fiber and carbohydrate were 38.20%, 3.75%, 10.22%, 1.75%, 1.01% and 45.07%, respectively, with total calories 287.26 kcal and beta-carotene 94.11 µg. Consumer acceptability test revealed that the overall liking of plain Palmyra palm muffin was like highly and 96% of consumers accepted this product. Moreover the overall liking of toddy palm and Palmyra palm

muffin was like highly too. All of them (100%) accepted this product. The production cost for a piece of the plain Palmyra palm muffin and the toddy plam and Palmyra palm muffin were 1.49 Baht and 3.70 Baht, respectively.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตซึ่งสำเร็จได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์คำปรึกษาและความรู้จากอาจารย์จันทร์จนา ศิริพันธ์วัฒนา ที่ปรึกษางานวิจัย รวมถึงผู้บริหารคณะ และคณาจารย์ของทางมหาวิทยาลัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านไว้เป็นอย่างสูง และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำช่วยเสนอแนะเพื่อปรับปรุงรายงานให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ขอขอบคุณผู้ทดสอบที่เป็นผู้ให้ข้อมูลการวิจัย เจ้าหน้าที่ประจำศูนย์ปฏิบัติการอาหารนานาชาติ และเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการหลักสูตรเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ กำลังใจ และคำแนะนำต่าง ๆ ที่นำไปใช้ประโยชน์ต่อไป และขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ที่ท่านได้ให้กำลังใจมาโดยตลอดตั้งแต่ต้นจนสำเร็จประโยชน์และคุณค่าอันพึงเกิดจากวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาตอบแทนพระคุณบิดามารดา บูรพาจารย์ คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และการศึกษาที่ดี

ธีรนุช ฉายศิริโชติ

2556

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ข
กิตติกรรมประกาศ		ง
สารบัญ		จ
สารบัญตาราง		ช
สารบัญภาพ		ซ
บทที่ 1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาและความสำคัญ	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
	ขอบเขตการวิจัย	2
	ข้อจำกัด	2
	สมมติฐานการวิจัย	2
	คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย	2
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2	**แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	4
	ตาลโตนด	4
	มัฟฟิน	12
	การเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่	18
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	22
บทที่ 3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	23
	อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	23
	วิธีการ	25
	การวิเคราะห์ทางสถิติ	32

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย 33

ผลการศึกษาสูตรมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลที่เหมาะสม 33

ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล 49

ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล 50

ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตของมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล 56

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 58

สรุปผลการวิจัย และอภิปรายผล 58

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ 59

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 59

บรรณานุกรม 61

บรรณานุกรมภาษาไทย 61

บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ 62

ภาคผนวก 64

ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพ 65

ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเคมี 69

ภาคผนวก ค แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส 80

ประวัติผู้วิจัย 92

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของลูกตาล (ลอนตาล) และจาวตาลในส่วนที่กินได้ 100 กรัม	9
2.2	ส่วนประกอบของผลตาลสุกแยกตามขนาด	10
3.1	สูตรพื้นฐานในการพัฒนาสูตรมัฟฟิน	26
4.1	ลักษณะของส่วนผสมและมัฟฟินที่อบสุกของสูตรพื้นฐาน	34
4.2	คุณภาพทางกายภาพของมัฟฟินสูตรพื้นฐาน	37
4.3	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินสูตรพื้นฐาน	38
4.4	คุณภาพทางกายภาพของมัฟฟินเนื้อตาลสุกทั้ง 6 ระดับ	41
4.5	คุณภาพทางเคมีของมัฟฟินเนื้อตาลสุกทั้ง 6 ระดับ	43
4.6	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินเนื้อตาลสุกทั้ง 6 ระดับ	44
4.7	คุณภาพทางกายภาพของมัฟฟินเนื้อตาลสุกที่ผสมลูกตาลในปริมาณต่าง ๆ	47
4.8	คุณภาพทางเคมีของมัฟฟินเนื้อตาลสุกที่ผสมลูกตาลในปริมาณต่าง ๆ	48
4.9	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินเนื้อตาลสุกที่ผสมลูกตาลในปริมาณต่าง ๆ	49
4.10	คุณภาพทางเคมีของมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลต่อ 100 กรัมอาหาร	50
4.11	ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจากการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุก	51
4.12	คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุก	52
4.13	การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุก	52
4.14	ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจากการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล	54
4.15	คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล	55
4.16	การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล	55
4.17	ต้นทุนวัตถุดิบของมัฟฟินเนื้อตาลสุก 1 สูตร (ได้ 20 ชิ้น)	56
4.18	ต้นทุนวัตถุดิบของมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล1 สูตร (ได้ 16 ชิ้น)	57

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	เมล็ดหรือลอนตาลอ่อน	6
2.2	จาวตาล	7
2.3	ตาลโตนดพันธุ์ต่าง ๆ	8
2.4	ลักษณะเนื้อตาลที่ผ่านการยีและเกรอะแล้ว	11
3.1	กรรมวิธีการเตรียมมัฟฟิน	27
3.2	กรรมวิธีการเตรียมมัฟฟินเนื้อตาลสุก	29
3.3	กรรมวิธีการเตรียมมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล	31
4.1	ลักษณะมัฟฟินที่อบสุกแล้วของสูตรพื้นฐาน	35
4.2	ลักษณะของมัฟฟินที่มีอัตราส่วนของเนื้อตาลสุกต่อของเหลว (โดยน้ำหนัก) ทั้ง 6 ระดับ	39
4.3	ลักษณะของมัฟฟินที่ใส่เนื้อตาลสุกผสมกับของเหลวที่ระดับ 40:60 (โดยน้ำหนัก) มาเติมเนื้อลูกตาลหั่นเต๋า 3 ระดับ	45

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ตาลโตนด (Palmyra palm) เป็นพืชตระกูลปาล์มพัด อยู่ในสกุล Borassus และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Borassus flabellifer* Linn. มีถิ่นกำเนิดในทวีปแอฟริกาตะวันออก สำหรับประเทศไทยพบมากในเขตภาคกลางตามแถบจังหวัดเพชรบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม ซึ่งมักเรียกว่า ตาล และยังพบตามภาคต่าง ๆ เช่น ภาคใต้แถบจังหวัดสงขลา เรียกว่า ตาลโตนด หรือต้นโหนด ส่วนจังหวัดยะลาและปัตตานี เรียกว่า ปอเก๊าะตา เป็นต้น มีการนำตาลมาใช้ประโยชน์ด้านอาหาร ได้แก่ น้ำตาลจากงวงตาลนำมาทำน้ำตาลสดและน้ำตาลโตนด เมล็ดของลูกตาลอ่อนหรือลอนตาลที่มักเข้าใจกันว่าเป็นเนื้อลูกตาลมีลักษณะเป็นวุ้นใส นำมารับประทานสดหรือรับประทานกับน้ำเชื่อมและบรรจุเป็นลูกตาลในน้ำเชื่อมกระป๋อง ส่วนผลตาลที่สุกเต็มที่จะมีสีม่วงเข้ม ภายในมีสีเหลืองสดแทรกอยู่ตามเส้นใยของเปลือก ส่วนที่เป็นสีเหลืองมีความอ่อนนุ่มและกลิ่นหอมเฉพาะ เมื่อนำมายีจะได้เนื้อตาลสุก (คณะกรรมการกำหนดรูปแบบโรงงานแปรรูปผลิตผลตาลโตนด, 2544, หน้า 4-5; นรินทร์ พูลเพิ่ม, 2550, หน้า 6) ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเด่นเฉพาะตัว เนื้อตาลสุกนี้มีคุณค่าทางโภชนาการประกอบด้วยแป้ง น้ำตาล ใยอาหาร และแคโรทีนอยด์เป็นจำนวนมาก แต่มีข้อจำกัดในด้านอายุการเก็บเนื่องจากมีความชื้นสูงประมาณร้อยละ 92-93 มีจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเสียจึงต้องเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นซึ่งเก็บได้ 3-5 วัน (มนัสนันท์ บุญทราพงษ์ และคณะ, 2544, หน้า 425-433) การวิจัยนี้จึงได้นำเนื้อตาลสุกมาแปรรูปโดยใช้เป็นส่วนผสมทดแทนส่วนของเหลว และนำลูกตาลหรือลอนตาลมาผสมในผลิตภัณฑ์มัฟฟินซึ่งเป็นขนมปังประเภทหนึ่งในกลุ่มควิกเบรด (Quick bread) ที่ขึ้นฟูด้วยสารเคมี ได้แก่ ผงฟู และเบคกิ้งโซดา มักทำเป็นชิ้นเล็กขนาดพอดีคำ (ประมาณ 1 หน่วยบริโภค) มีรูปร่างเป็นถ้วยขนาดเล็ก ลักษณะเนื้อค่อนข้างแน่นแต่นุ่ม และมีกลิ่นหอม นิยมนำมาเป็นอาหารเช้าหรืออาหารในมื้อที่รีบเร่ง โดยทั่วไปสามารถเติมผลไม้ ชอคโกแลต หรือถั่วต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความหลากหลายของมัฟฟิน (Wendy, 2000, p.28) ในการพัฒนานี้จึงเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์เนื้อตาลสุกและลูกตาล รวมถึงเป็นการเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์มัฟฟินซึ่งเป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาสูตรมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลที่เหมาะสม
2. ศึกษาคุณภาพทางเคมีของมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล
3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล
4. ศึกษาต้นทุนการผลิตของมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยในเป็นการศึกษาผลของการใช้อัตราส่วนของปริมาณเนื้อตาลสุกที่ผสมกับของเหลวในสูตร (โดยน้ำหนัก) และปริมาณลูกตาลที่เหมาะสมในมัฟฟินเนื้อตาลสุก วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส ทำการคัดเลือกสูตรมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบสูงสุดมาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาต้นทุนการผลิตของมัฟฟินทั้ง 2 แบบ

ข้อจำกัด

1. เนื้อตาลเป็นผลิตผลทางการเกษตรจึงอาจมีบางช่วงที่หาได้ยาก
2. ห้องปฏิบัติการที่ใช้ผลิตมัฟฟินมีการกำหนดเวลาในการใช้สถานที่

สมมติฐานการวิจัย

มัฟฟินมีส่วนผสมของเนื้อตาลสุกและลูกตาลที่เหมาะสม มีคุณภาพทางเคมี และต้นทุนการผลิตซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

มัฟฟิน หมายถึง ขนมอบประเภทหนึ่งในกลุ่มควิกเบรด (Quick bread) ขึ้นฟูจากสารเคมี ได้แก่ ผงฟู และเบคกิ้งโซดา มีขนาดเล็ก ลักษณะเนื้อค่อนข้างแน่นแต่นุ่ม

เนื้อตาลสุก หมายถึง ผลตาลที่สุกงอมนำมาปอกเปลือกออก ล้างน้ำและแกะเนื้อตาลออกเป็นพูพร้อมกับดึงเส้นที่ตรงสันเมล็ดออกแล้วยีเนื้อตาลสุกที่แช่ในน้ำ รีด และกรองเอาเนื้อตาลสีเหลืองออก

ลูกตาล หมายถึง เมล็ดที่อยู่ภายในผลตาลหรือที่เรียกว่า ลอนตาล ที่เริ่มมีเนื้อมีลักษณะเป็นวุ้นใส ในงานวิจัยนี้ใช้ลูกตาลในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้สูตรมัฟฟินเนื้อตาลสุก และมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
2. มีการเผยแพร่เพื่อเป็นแนวทางการวิจัยเกี่ยวกับมัฟฟิน และผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับเนื้อตาลสุก

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตาลโตนด

ต้นตาลโตนดมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Borassus flabellifer* Linn. มีชื่อสามัญภาษาอังกฤษว่า Palmyra Palm หรือ Lontar หรือ Fan Palm เป็นพืชตระกูลปาล์มใบพัดชนิดหนึ่งอยู่ในกลุ่มเดียวกับมะพร้าว ชิด สละ สาคู ระกำ และอินทผลัม ชอบอากาศร้อน ขึ้นได้บนดินทุกชนิดทั้งดินทรายหรือดินปนทรายที่น้ำกร่อยขึ้นถึงและดินเหนียว และยังชอบขึ้นในที่ไม่มีพืชปกคลุม เป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีทั้งในสภาพค่อนข้างแห้งแล้งจนถึงที่ชุ่มชื้น ทนความแห้งแล้งและน้ำท่วม สามารถปลูกร่วมกับพืชอื่นได้ มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกาตะวันออก ต่อมาได้แพร่พันธุ์เข้าไปในอินเดีย ศรีลังกา และกลุ่มประเทศในแถบเอเชีย ปัจจุบันมีมากในแถบทวีปเอเชีย อินเดีย ศรีลังกา พม่า กัมพูชา มาเลเซีย อินโดนีเซีย และไทยซึ่งพบมากในพื้นที่เขตภาคกลางในแถบจังหวัดเพชรบุรี สุพรรณบุรี นครปฐมเรียกว่า ตาลโตนดหรือตาล และภาคใต้แถบจังหวัดสงขลาเรียกว่า ตาลโตนดหรือต้นโหนด ชาวจังหวัดยะลาหรือปัตตานีเรียกว่า ปอเก๊าะตา (ไร่สาธร, ม.ป.ป.) ขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด เมล็ด จะแทงหน่อลงดินลึกประมาณ 90-150 เซนติเมตร แล้วจึงแทงยอดโผล่ขึ้นเหนือดิน ซึ่งใช้เวลาหลายปี โคนต้นและรากของตาลโตนดจึงอยู่ในดินลึกมาก ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ตาลโตนดอยู่กลางทุ่งหรือที่โล่งแจ้งโดยไม่โค่นล้มง่าย ๆ แม้จะมีลมพายุแรงก็ตาม (นรินทร์ พลูเพิ่ม, 2550, หน้า 21-22)

1. ส่วนประกอบของต้นตาลโตนด (คณะกรรมการกำหนดรูปแบบโรงงานแปรรูปผลิตผลตาลโตนด, 2544, หน้า 3-5; นรินทร์ พูลเพิ่ม, 2550, หน้า 16-22; บุญมา นิยมวิทย์ และ พยอม อัตถวิบูลย์กุล, 2547, หน้า 273)

1.1 ราก มีลักษณะเป็นเส้นกลม ยาวเป็นกระจุก หยั่งลึกลงไปในดิน ยึดกับดินได้ดี ไม่แผ่ตามผิวดิน โอกาสที่จะโค่นล้มหรือถอนรากได้ยาก จึงใช้ปลูกเพื่อเป็นหลักในการแบ่งเขตของคันนาหรือเพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับดิน

1.2 ลำต้น ตาลโตนดเป็นพืชลำต้นเดี่ยว (Single Stem) สูงชะลูด ความสูงโดยทั่วไปประมาณ 18–20 เมตร เมื่อโตเต็มที่จะสูงประมาณ 25-27 เมตร (บางต้นอาจสูงถึง 30 เมตร) ลำต้นตรงหรือโค้งเล็กน้อย โคนต้นอวบใหญ่วัดโดยรอบได้ประมาณ 1 เมตร เมื่อวัดที่ความสูงจากพื้นดินตั้งแต่ความสูงประมาณ 4 เมตรลำต้นจะเริ่มเรียวลงและวัดโดยรอบได้ประมาณ 40 เซนติเมตร ที่

ระยะความสูงประมาณ 10 เมตรนับจากพื้นดิน ลำต้นจะเริ่มขยายออกใหม่จนวัดได้โดยรอบได้ประมาณ 50 เซนติเมตรและคงขนาดนี้ไปจนถึงยอด เปลือกลำต้นขรุขระและมีสีขี้เถ้าเป็นวงซ้อนๆ กัน เพราะก้านใบที่หลุดออก เนื้อไม้ภายนอกเป็นเสี้ยนแข็ง เหนียว และค่อย ๆ อ่อนเข้าสู่ภายในลำต้น

1.3 ใบ ใบมีลักษณะยาวใหญ่ เป็นรูปพัด (Flobellate หรือ Fan Leaf หรือ Palmate Leaf) ขอบใบหยักคล้ายฟันเลื่อย แต่ละใบจะมีใบย่อยเรียกว่า Segment ซึ่งจะแตกออกจากจุด ๆ เดียวกันที่ปลายก้านใบ ตามขอบก้านใบหรือทางตาลจะมีหนามสีดำแหลมคมติดอยู่ ยอดตาลแต่ละต้นประกอบด้วยใบตาลประมาณ 25-40 ใบ ขึ้นอยู่กับอายุของตาลเป็นหลัก ใบมีสีเขียวเข้มล้อมรอบลำต้น เป็นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-4 เมตร ใบแก่สีน้ำตาลห้อยแนบกับลำต้น แต่ละใบอายุไม่เกิน 3 ปี ตาลต้นหนึ่ง ๆ สามารถให้ใบตาลได้ 12-15 ใบต่อปี

1.4 ดอก ตาลโตนดเป็นพืชที่มีดอกไม่สมบูรณ์เพศ ดอกตาลโตนดมีลักษณะเป็นช่อ โดยดอกตัวผู้กับดอกตัวเมียอยู่แยกต้นกัน ช่อดอกของต้นผู้เรียก งวงตาล แตกแขนงออกเป็น 2–4 งวงต่อก้านช่อยาวงวงละประมาณ 30–40 เซนติเมตร ในแต่ละงวงจะมีดอกเล็ก ๆ ต้นผู้ต้นหนึ่งจะมีช่อดอก 3–9 ช่อ ส่วนช่อดอกของต้นตัวเมียเรียกปลีตาลหรือกระโปรงจะออกช่อดอกหลังต้นตัวผู้เล็กน้อย มีประมาณ 10 ช่อ มีขนาดใหญ่และชุ่มน้ำหวานมากกว่าช่อดอกตัวผู้ ในแต่ละช่อจะมีดอกน้อยกว่าต้นตัวผู้ ทั้งต้นตัวผู้และต้นตัวเมียจะทยอยออกช่อดอกเรื่อย ๆ สามารถเก็บรองน้ำตาลได้ตลอดปี ตาลโตนดที่มีอายุ 12-15 ปี จะเริ่มรองน้ำหวานมาทำน้ำตาลสดหรือน้ำตาลปึกได้ โดยจะเริ่มปาดตาลเมื่อมีดอกเป็นปีแรก แต่จะได้น้ำตาลน้อยกว่าต้นตาลที่มีอายุมาก ความหวานของน้ำตาลสดประมาณ 9.0-16.5 องศาบริกซ์ ($^{\circ}$Brix) ตาลต้นหนึ่งสามารถรองน้ำตาลจากช่อดอกของต้นตัวผู้และต้นตัวเมียได้ทุกปีจนถึงอายุประมาณ 80 ปี

1.5 ผล ผลตาลโตนดมีรูปร่างทรงกระบอกกลม และผลตาลเกิดเฉพาะต้นตัวเมียหรือปลีตาลเท่านั้น โดยจะออกเวียนรอบต้น ที่ก้านใบ 1 ก้านจะออก 1 ปลี ซึ่งใน 1 ปลีจะให้ช่อดอกประมาณ 1-3 ช่อ ใน 1 ช่อดอกให้ผลตาล 1 ทะลาย ใน 1 ทะลายจะประกอบด้วยผลตาล 10-20 ผล ผลหนึ่งจะมีเมล็ดหรือมีลอนตาล 1-4 เมล็ด โดยทั่วไปแต่ละผลจะมีเมล็ดอยู่ภายใน 1–4 เมล็ด ระยะเวลาตั้งแต่ออกดอกจนถึงเก็บผลอ่อน หรือนำลอนตาลอ่อนมาบริโภคได้ประมาณ 75-80 วัน ผลอ่อนมีสีเขียวถึงสีน้ำตาลติดอยู่บนทะลายคล้ายมะพร้าวผลแก่จัดมีสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำเป็นมัน บริเวณก้นของผลมีสีน้ำตาลแดง ผลสุกจะนิ่มมีกลิ่นหอม เนื้อตาลสุกประกอบด้วยแป้งและน้ำตาลที่มีความหวานประมาณ 9.0-12.0 องศาบริกซ์ ($^{\circ}$Brix) เนื้อสีเหลืองส้มซึ่งมีส่วนผสมของแคโรทีนอยด์หุ้มเส้นใยเหนียวจำนวนมาก และมีกลิ่นหอม นิยมนำไปใช้ทำขนมตาล และใช้แต่งสีขนม โดยผลตาลสุกจะมีเส้นรอบวง 40-60

เซนติเมตร สูง 15-20 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 10-20 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 0.9-2.0 กิโลกรัมต่อผล ส่วนประกอบของผลแบ่งออกเป็น 3 ส่วนโดยส่วนที่ 1 คือ Exocarp เป็นเปลือกชั้นนอก ส่วนที่ 2 คือ Mesocarp เป็นส่วนประกอบของเส้นใยสด ซึ่งเมล็ดจะฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อชั้นนี้ เมื่อผลสุกเนื้อเยื่อนี้จะอ่อนนุ่ม มีกลิ่นหอม สีเหลืองสด และส่วนที่ 3 คือ Endocarp เป็นเปลือกหรือกะลาแข็งหุ้มเมล็ดไว้

1.6 เมล็ด ในผลตาลโตนดจะมีเมล็ดอยู่ภายใน เรียกว่า ลอนตาล (ภาพที่ 2.1) ในช่วงการเจริญเติบโตของผล ถ้าผลยังอ่อนอยู่ เมล็ดหรือลอนตาลอ่อนเริ่มมีเนื้ออ่อน สามารถนำลอนตาลอ่อนมาปรุงเป็นอาหารคาว หรือบริโภคน้ำและเนื้ออ่อน ๆ ของลอนตาลได้ เมื่อผลตาลมีอายุเพิ่มขึ้น สังเกตจากเปลือกนอกมีสีเขียวเข้มแต่ครึ่งบนยังสีเขียวอ่อน เมล็ดหรือลอนตาลก็จะกลายเป็นลูกตาลสด หรือเรียกว่า ลอนตาลสด สามารถนำมาบริโภคสดเหมือนผลไม้ทั่วไปหรือนำไปทำเป็นลูกตาลลอยแก้วได้ เมื่อผลตาลสุกส่วนเนื้อในผลจะมีสีเหลืองส้มซึ่งได้กล่าวไปข้างต้นแล้ว ส่วนเมล็ดในผล เปลือกหุ้มเมล็ดจะแข็ง สีน้ำตาลดำ รูปร่างแบน ความหนาของเมล็ดประมาณ 5.5 เซนติเมตร กว้าง 8.0 เซนติเมตร ยาว 9.0 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 200-270 กรัม เมล็ดตาลโตนดที่แก่แล้วสามารถนำไปเพาะเป็นตาลโตนดต้นใหม่ได้ ถ้าไม่นำไปปลูกใหม่สามารถนำไปเพาะจนเกิดเนื้อภายในเรียกว่า จาวตาล (ภาพที่ 2.2) นำไปทำจาวตาลเชื่อมเป็นอาหารหวานได้

ก. เมล็ดหรือลอนตาลที่ยังไม่ปอกเปลือก

ข. เมล็ดหรือลอนตาลที่ปอกเปลือกแล้ว

ภาพที่ 2.1 เมล็ดหรือลอนตาลอ่อน
ที่มา: เสิน. (2555) และ ลักกี้. (2553)

ก. จาวตาลสด

ข. จาวตาลเชื่อม

ภาพที่ 2.2 จาวตาล
ที่มา: เศก. (2553) และ แดง. (2553)

2. พันธุ์ตาลโตนด ที่นิยมทั่วไปมี 3 พันธุ์ คือ (คณะกรรมการกำหนดรูปแบบโรงงานแปรรูปผลิตผลตาลโตนด, 2544, หน้า 5)

2.1 ตาลพันธุ์หม้อ มีลำต้นตรงใหญ่ แข็งแรง ให้ผลใหญ่ผิวดำเป็นมันเรียบ เมื่อผลแก่จะมีรอยขีดตามแนวยาวของผล เปลือกหนา ภายในผลมี 2-4 เมล็ด ใน 1 ทะลายจะมีประมาณ 10-20 ผล ส่วนใหญ่จะให้ผลเมื่ออายุมากกว่า 10 ขึ้นไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และได้นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ (ภาพที่ 2.3ก)

2.2 ตาลพันธุ์ไข่ มีลำต้นตรงใหญ่ แข็งแรง ผลมีขนาดเล็กสีค่อนข้างเหลืองเปลือกบาง ภายในผลมี 2-4 เมล็ด ใน 1 ทะลายจะมีประมาณ 15-30 ผล ให้ผลเมื่ออายุมากกว่า 10 ปีขึ้นไป เกษตรกรไม่นิยมปลูก เพราะเมล็ดมีขนาดเล็ก (ภาพที่ 2.3ข)

2.3 ตาลพันธุ์ลูกผสม ลำต้นตรงใหญ่แข็งแรงลูกค่อนข้างใหญ่เกือบเท่าตาลพันธุ์หม้อ เปลือกมีสีเหลืองอมดำภายในผลมี 2-3 เมล็ด ใน 1 ทะลายจะมีประมาณ 15-30 ผล ส่วนใหญ่จะให้ผลเมื่ออายุ 15 ปีขึ้นไป เป็นตาลที่มีจำนวนมากที่สุดในจังหวัดเพชรบุรี (ภาพที่ 2.3ค)

ก. ตาลพันธุ์หม้อ

ข. ตาลพันธุ์ไข่

ค. ตาลพันธุ์ลูกผสม

ภาพที่ 2.3 ตาลโตนดพันธุ์ต่าง ๆ
ที่มา: ไร่สาธร. (ม.ป.ป.)

3. คุณค่าทางโภชนาการของตาล

เนื้อตาลสุกที่ยีแล้วมีสีเหลืองอมส้ม มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรต ประมาณร้อยละ 93.00, 0.14, 0.32, 0.38, 2.73 และ 3.43 ตามลำดับ ซึ่งเนื้อตาลสุกที่ยีแล้ว 100 กรัมมีวิตามินซี แคลเซียม และฟอสฟอรัส 41.84, 1.40 และ 11.20 มิลลิกรัม ตามลำดับ มีปริมาณธาตุเหล็กน้อยมาก และมีปริมาณเบต้าแคโรทีน 615 ไมโครกรัม (มนัสนันท์ บุญทราพงษ์ และคณะ, 2544, หน้า 425-428) ส่วนลอนตาลหรือลูกตาล และจาวตาลในส่วนที่กินได้ 100 กรัมนั้น มีคุณค่าทางโภชนาการแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของลูกตาล (ลอนตาล) และจาวตาลในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ลูกตาล	จาวตาล
ความชื้น (กรัม)	89.4	69.8
ไขมัน (กรัม)	0.6	0.1
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	8.9	25.3
โปรตีน (กรัม)	0.7	2.4
ใยอาหาร (กรัม)	0.5	1.0
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	7.0	12.0
ฟอสฟอรัส (กรัม)	22.0	112.0
เหล็ก (รัมก)	0.9	0.8
วิตามิน (กรัม)		
B1	0.02	0.23
B2	0.01	0.04
Niacin	0.4	-
C	1.0	7.3

ที่มา: กรมอนามัย. (2530)

4. การใช้ประโยชน์ด้านอาหารของตาล

ลูกตาลเป็นผลไม้ที่คนไทยรู้จักใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง ใช้ได้ทั้งลูกตาลอ่อน ลูกตาลเฉาะ ลูกตาลยี และจาวตาล

4.1 ลูกตาลเฉาะ เมื่อลูกตาลมีอายุมากขึ้น เปลือกจะมีสีเขียวมากขึ้น เป็นระยะที่เนื้อลูกตาลอ่อนจะมีความแก่มากขึ้น เนื้อจะเหนียวนุ่มเหมาะที่จะนำไปทำไส้พายหรือลูกตาลลอยแก้ว ลูกตาลจะช่วยลดอุณหภูมิภายในร่างกาย แก้ไข้ตัวร้อน และละลายเสมหะ บรรเทาอาการไอเรื้อรัง ซึ่งชาวสวนจะตัดลูกตาลจากต้นโดยใช้เชือกผูกทะลายตาลไว้ แล้วหย่อนลงดิน การปล่อยให้ลูกตาลตกจากต้นจะทำให้เต้าตาลแตก จากนั้นปอกเปลือกที่หุ้มเต้าตาลแล้วเฉาะเอาเต้าตาลออก เริ่มด้วยการปาดหัวตาลด้วยมีด สังเกตจากร่องพูตาลแล้วใช้มีดเฉาะบริเวณก้นพูที่มีเต้าตาลอยู่ ตามด้วยเฉาะอีก 2 ข้างของพู ใช้มีดแงะเปลือกตาลให้หลุดไป แคะเอาเต้าตาลออก วิธีนี้ทำได้สะดวกและรวดเร็วแต่ผู้ปฏิบัติต้องมีความชำนาญในการใช้มีด (บุญมา นิยมวิทย์ และ พยอม อัตถวิบูลย์กุล, 2547, หน้า 273)

4.2 ลูกตาลยี ลูกตาลเมื่อโตเต็มที่จะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10-20 เซนติเมตร ผิวที่มีสีเหลืองจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจนถึงสีดำ ขั้วมีสีเขียวเข้มถึงสีน้ำตาล บริเวณก้นเป็นปุ่มเล็กน้อยมีสีเหลืองจนถึงสีส้ม แสดงให้เห็นว่าลูกตาลสุก คนในสมัยก่อนมีการตรวจสอบการสุกของผลตาลโดยใช้นิ้วมือกดลงบนผลตาล ถ้าผลตาลสุกจะยุบตัวลงตามแรงที่กด แสดงว่าผลตาลสุกได้ที่แล้วแกะเอาเปลือกสีดำออกจะพบเส้นใยและเนื้อสีเหลืองจนถึงสีส้มหุ้มเมล็ดไว้ 3-4 เมล็ด ตรงกลางระหว่างจะมีแกนกลางเป็นเส้นใยรวมกันเป็นกลุ่มทำหน้าที่เชื่อมระหว่างขั้วและผล ชาวบ้านมักเรียกว่า ดีตาล มีรสขมมากจะต้องกำจัดออกก่อนใช้ (บุญมา นิยมวิทย์ และ พยอม อัตถวิบูลย์กุล, 2547, หน้า 273-274) ผลตาลมีขนาดแตกต่างกันระหว่าง 600-2,000 กรัม ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบของผลตาลสุกแยกตามขนาดแสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบของผลตาลสุกแยกตามขนาด

น้ำหนักผล (กรัม)	ส่วนประกอบ (ร้อยละ)				
	ขั้วผล	เปลือก	เมล็ด	กากใย	เนื้อ
ต่ำกว่า 1,000	7.5	6.7	40.8	13.4	31.6
1,000-1,500	6.1	5.4	39.8	14.6	34.1
มากกว่า 5,000	3.2	4.7	40.6	17.2	34.3

ที่มา: นฤมล เหลืองนภา. (2533)

การรีดเนื้อตาลหรือการเกรอะตาล เริ่มโดยนำผลตาลสุกที่สุกงอมมาลอกหรือปอกเปลือกออก ล้างน้ำให้สะอาด และแกะเนื้อตาลออกเป็นพูตามจำนวนเมล็ดของแต่ละผล พร้อมทั้งดึงเอาเส้นที่อยู่ตรงสันเมล็ดออกให้หมด มิฉะนั้นเนื้อตาลอาจจะขมได้ นำใส่ภาชนะเป็นถังขนาดใหญ่ ใส่น้ำสะอาดลงไปแช่เนื้อตาลดังกล่าวไว้สักพัก จากนั้นใช้มือยีเนื้อลูกตาลสุกที่แช่อยู่ในน้ำเพื่อรีดเอาเนื้อตาลสีเหลืองหรือสีเหลืองส้มออกจากเส้นใย จากนั้นนำไปกรองเอาเฉพาะส่วนของน้ำสีเหลืองเทใส่ผ้าขาวบางมัดรวมกัน ใส่ตะกร้าพลาสติกที่น้ำภายในผ้าขาวบางสามารถไหลออกได้ ด้านบนของผ้าขาวบางจะนำหินหรืออิฐที่สะอาดทับไว้ประมาณ 3-4 ชั่วโมง หรือแขวนให้สะเด็ดน้ำประมาณ 12 ชั่วโมง วิธีนี้เรียกว่า การเกรอะตาล ซึ่งขั้นตอนนี้เนื้อตาลจะมีเชื้อที่เกี่ยวข้องกับการหมักทำให้ขนมขึ้นฟู (นรินทร์ พูลเพิ่ม, 2550, หน้า 23) เป็นการเพิ่มเชื้อยีสต์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวก *Candida krusei, Saccharomyces spp., Kloeckera apiculata* และ *Heseniaspora spp.* เนื้อตาลที่สะเด็ดน้ำจะนำมาบรรจุในถุงพลาสติกเพื่อจำหน่ายดังภาพที่ 2.4 มีการใช้เนื้อตาลสุกในหลายประเทศ เช่น อินเดีย ศรีลังกา มีการนำไปทำเป็นอาหารคาวและหวาน เช่น ซุป เค้ก แยม และเครื่องดื่ม สำหรับประเทศ

ไทยมีการนำลูกตาลสุกมาใช้ทำขนมตาล ซึ่งนอกจากจะใช้ลูกตาลสุกสดแล้วยังมีการศึกษาการนำเนื้อตาลสุกมาทำเป็นผงในขนมไทยบางชนิดด้วย (บุญมา นิยมวิทย์ และ พยอม อัตถวิบูลย์กุล, 2547, หน้า 274)

ภาพที่ 2.4 ลักษณะเนื้อตาลที่ผ่านการยีและเกรอะแล้ว
ที่มา: สมโชค เฉตระการ. (2554)

4.3 น้ำตาลสด น้ำตาลสดได้จากช่อดอกส่วนที่เรียกว่า งวงตาล และปลีตาลซึ่งให้น้ำหวานได้ทั้ง 2 ชนิด โดยมีวิธีการคล้ายกัน แตกต่างกันเฉพาะไม้ที่ใช้นวดงวงและปลีตาลซึ่งของต้นตัวผู้จะใช้ไม้นวดที่แบนกว่าของต้นตัวเมีย โดยไม้ที่ใช้นวดเรียกว่า ไม้คาบตาล และน้ำหวานที่รองได้จากงวงและปลีตาลนี้เรียกว่า น้ำตาลใสหรือน้ำตาลสด มีองค์ประกอบที่สำคัญคือ น้ำตาลทั้งหมด (น้ำตาลอินเวิร์ท) ร้อยละ 11.54 น้ำตาลซูโครสร้อยละ 13-17 น้ำตาลกลูโคสร้อยละ 0.78 โปรตีนร้อยละ 0.02-0.03 กรดซิตริกร้อยละ 0.098 pH เท่ากับ 4.69 และของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ 13.93$\pm$1.48 องศาบริกซ์ ($^{\circ}$Brix) ทั้งนี้น้ำตาลสดที่ได้นั้นหากไม่นำไปทำเป็นน้ำตาลสดพร้อมดื่ม หรือน้ำตาลสดสเตอริไลส์ก็สามารถนำมาแปรรูปเป็นน้ำตาลโตนดเข้มข้นรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งสามารถเก็บไว้ได้นาน ได้แก่ น้ำผึ้ง น้ำตาลปีบ น้ำตาลปึก น้ำตาลแว่น และน้ำตาลผง (คณะกรรมการกำหนดรูปแบบโรงงานแปรรูปผลิตผลตาลโตนด, 2544, หน้า 8-15)

4.4 จาวตาลเชื่อม ขั้นตอนการทำเริ่มจากการเพาะจาวตาล โดยเอาเมล็ดตาลแก่ที่ได้จากผลตาลสุกเต็มที่ แช่น้ำ 15-20 วัน แล้วนำขึ้นจากน้ำเอามาเพาะบ่มอีกประมาณ 1 เดือน โดยนำมาวางกองสุมรวมกันบนแคร่ไม้ไผ่ คลุมทับด้วยฟาง รดน้ำทุก 2-3 วัน จนกระทั่งมีรากงอกออกมายาวประมาณ 20 เซนติเมตร แล้วจึงเด็ดปลายรากทิ้งเพื่อรักษาจาวเอาไว้ หากปล่อยให้รากงอกต่อไปสารอาหารในเมล็ดจะถูกดึงไปเลี้ยงรากแทน เมื่อเด็ดปลายรากแล้วต้องกองทิ้งไว้อีก 1 เดือน จาวจะ

ขยายเต็มเมล็ด การสังเกตว่าจาวขยายเต็มเมล็ดให้พิจารณาจากรากตาล ถ้ารากตาลเริ่มมีสีน้ำตาล และส่วนที่ติดกับเมล็ดเริ่มมีขนาดคอดลงก็ใช้ได้ สามารถนำมากะเทาะเปลือกเอาเฉพาะส่วนของเนื้อภายในที่เรียกว่า จาว ซึ่งแท้จริงแล้วคือใบเลี้ยงของต้นตาลที่เกิดใหม่ โดยเริ่มจากการนำจาวตาลที่ปอกเปลือกออกแล้วมาแช่น้ำให้ไขที่หุ้มเปื่อย ล้างให้สะอาดแล้วนำไปแช่ในน้ำสารส้ม ทิ้งไว้สักพักค่อยนำขึ้นมาล้างน้ำให้สะอาด แล้วต้มในน้ำเดือดให้สุกก่อนนำไปเชื่อมกับน้ำตาลเป็นจาวตาลเชื่อมที่ใสเป็นเงา (คณะกรรมการกำหนดรูปแบบโรงงานแปรรูปผลิตผลตาลโตนด, 2544, หน้า 38-39)

มัฟฟิน

1. ความเป็นมาของมัฟฟิน (ณนนท์ แดงสังวาลย์, 2553, หน้า 5-6; Hui, 2006, p.497-498; Wendy, 2000, p. 28-29)

มัฟฟิน (Muffin) มาจากภาษาฝรั่งเศสว่า Moufflet เมื่อศตวรรษที่ 10 และ 11 ในแคว้นเวลส์ มัฟฟินเป็นอาหารของทาสในสังคมอังกฤษยุควิคตอเรียน ซึ่งได้นำเศษขนมปังที่เหลือ และมันฝรั่งมาบดรวมกันแล้วนวดเป็นก้อน นำไปปรุงสุกบนกระทะก้นแบน ในศตวรรษที่ 19 มัฟฟินถูกนำมาเป็นขนมที่คนอังกฤษรับประทานกับน้ำชาช่วงบ่าย เมื่อถึงช่วงสงครามโลกครั้งที่ 1 มัฟฟินกลายเป็นขนมยอดนิยมในเกาะอังกฤษ และถูกนำไปเผยแพร่ให้รู้จักในประเทศอเมริกา มีการพัฒนาจากมัฟฟินอังกฤษเป็นมัฟฟินอเมริกา ร้านขนมและร้านกาแฟต่าง ๆ ได้สร้างสรรค์ขนมชนิดนี้โดยการผสมถั่ว ผลไม้แห้ง และยังสอดไส้ให้เกิดความหลากหลายขึ้น ต่อมากระดาษรองและถ้วยมัฟฟินได้ถูกคิดค้นและผลิตออกขาย ในปัจจุบันมีมัฟฟินสำเร็จรูปนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งสามารถนำไปแช่แข็ง แล้วนำออกจากตู้แช่มาอบให้ร้อนได้เหมือนมัฟฟินที่เพิ่งออกจากเตา และยังคงได้รับความนิยมจนกลายเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมการเลี้ยงน้ำชายามบ่าย (Afternoon tea) ในประเทศไทยก็มีมัฟฟินให้เลือกรับประทานมากมาย เช่น มัฟฟินอัลมอนด์ แอปเปิ้ล บลูเบอร์รี่ ชอคโกแลต แครอท ลูกเกด และวัตถุดิบอื่น ๆ ที่ทำให้มัฟฟินมีความอร่อยมากยิ่งขึ้น

2. ส่วนผสมของมัฟฟิน (จิตธนาแจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2553, หน้า 135-136; Hui, 2006, p.502-507; Wayne, 1994, p.12-28)

2.1 แป้งสาลี (Wheat flour) ได้จากการโม่เมล็ดข้าวสาลี แป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิดรวมกัน คือ กลูเตนิน (glutenin) และไกลอะดิน (gliadin) เมื่อแป้งสาลีผสมกับน้ำจะทำให้เกิดกลูเตน (gluten) มีลักษณะเป็นยางเหนียว ยืดหยุ่น กลูเตนนี้ทำหน้าที่เก็บก๊าซเป็นโครงสร้างของมัฟฟิน และเป็นตัวช่วย

ในการรวมส่วนผสมอื่น ๆ ให้เข้ากัน อาจใช้แป้งสาลีได้ทั้งแป้งขนมปังซึ่งมีปริมาณโปรตีนสูงร้อยละ 12-14 แป้งอเนกประสงค์ที่มีปริมาณโปรตีนปานกลางร้อยละ 10-11 และแป้งเค้กที่มีโปรตีนต่ำร้อยละ 7-10 ทั้งนี้การทำผลิตภัณฑ์ให้ได้ผลดีควรพิจารณาถึงคุณลักณะของแป้ง ได้แก่ (1) สีของแป้ง ซึ่งแป้งที่ดีควรมีสีขาว ถ้าหากมีสีอื่นปน เช่น สีเหลืองอ่อน หรือสีครีม จะทำให้เนื้อขนมมีสีไม่ดี (2) กำลังของแป้ง หมายถึง พลังที่แป้งสามารถอุ้มก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่างผลิตได้ดี เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีการขึ้นฟูและมีปริมาตรดี และ (3) ความทนต่อสภาพต่าง ๆ ของแป้ง หมายถึง ลักษณะของแป้งที่มีความสามารถทนต่อสภาพการผสมและกระบวนการอื่น ๆ โดยกลูเตนไม่ฉีกขาด ซึ่งจะทำให้ได้ปริมาตรที่ดี ในการผสมมัฟฟินมักใช้ปริมาณแป้งอยู่ในช่วงร้อยละ 30-40 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด นอกจากนี้อาจมีการผสมแป้งอื่นด้วย เช่น แป้งข้าวโอ๊ต แป้งโฮลวีท เป็นต้น

2.2 สารให้ความหวาน (Sweetener) ที่สำคัญได้แก่ น้ำตาลเป็นตัวช่วยให้มัฟฟินมีความนุ่มและมีรสหวาน เนื่องจากน้ำตาลจะทำให้โปรตีนในแป้งอ่อนตัวลง น้ำตาลยังมีส่วนช่วยในการตีครีมและตีไข่ให้มีความคงตัวและขึ้นฟู จึงช่วยให้เนื้อขนมมีปริมาตรดี นอกจากนี้ยังช่วยให้เปลือกนอกของมัฟฟินเกิดสี และช่วยให้มัฟฟินมีความชุ่มชื้น โดยน้ำตาลมีคุณสมบัติในการเก็บความชื้นที่ดี ทำให้คุณภาพในการเก็บดีขึ้น ปริมาณที่ใช้อยู่ในช่วงร้อยละ 50-70 ของน้ำหนักแป้งในส่วนผสม ในการทำมัฟฟินควรใช้น้ำตาลชนิดละเอียดเพื่อให้มีการละลายที่สมบูรณ์ในการผสม ซึ่งปัจจัยที่ทำให้น้ำตาลละลายดีคือ เวลาที่ใช้ผสม อุณหภูมิในระหว่างการผสม ขนาดของเม็ดน้ำตาล และปริมาณความชื้นที่มีในส่วนผสม

2.3 เกลือ (Salt) เกลือที่ใช้เป็นเกลือป่นละเอียดที่ใช้ประกอบอาหารทั่วไป ประกอบด้วยโซเดียมคลอไซด์ร้อยละ 99 ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คลอไรด์ และซัลเฟต เกลือทำหน้าที่เป็นตัวช่วยให้รสชาติของส่วนผสมอื่นเด่นขึ้น มีความกลมกล่อม และช่วยให้มัฟฟินมีโครงสร้างที่แข็งแรงขึ้น มีความแข็งขึ้น เพราะเกลือมีผลต่อกลูเตนของแป้ง ปริมาณที่ใช้อยู่ในช่วงร้อยละ 1.5-2 ของน้ำหนักแป้งในส่วนผสม

2.4 ไขมัน (Shortening) หมายถึง ไขมันหรือน้ำมันที่ใช้ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบหรือทอดให้มีความอ่อนนุ่มโดยป้องกันการจับตัวของกลูเตนในขณะที่ทำการผสม ไขมันจะห่อหุ้มกลูเตนทำให้ผลิตภัณฑ์มีความอ่อนนุ่ม ปริมาณที่ใช้อยู่ในช่วงร้อยละ 18-40 ของน้ำหนักแป้งในส่วนผสม ชนิดของไขมันแบ่งได้เป็น

2.4.1 เนยสด (Butter) ทำมาจากไขมันเนยที่เป็นองค์ประกอบในนมวัวด้วยการแยกเอาไขมันเนยไปปั่น เพื่อแยกไขมันเนยออกจากน้ำ แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นครีมเนย (Butter)

และส่วนที่เป็นน้ำ (Butter milk) เนยสดที่จำหน่ายในท้องตลาดมี 2 ชนิดคือ ชนิดจืดและชนิดเค็ม ซึ่งในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบจะใช้ทั้ง 2 ชนิด แต่ถ้าใช้ชนิดเค็มต้องมีการปรับลดปริมาณเกลือในสูตร เนื่องจากในเนยชนิดนี้มีเกลือผสมอยู่ประมาณร้อยละ 2-3 เนยสดมีคุณสมบัติแข็ง เปราะที่อุณหภูมิ 50^0F (10^0C) และจะนิ่มเหลวเกินไปที่อุณหภูมิ 80^0F (27^0C) อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บเพื่อง่ายต่อการนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วง 65-70^0F (18-21^0C) เนยสดมีคุณสมบัติที่ดีคือให้กลิ่นรสที่หอมน่ารับประทาน และจากคุณสมบัติการละลาย ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของเนยสดสามารถละลายได้ในปาก

2.4.2 เนยขาว (Shortenings) อาจทำจากไขมันพืช เช่น มะพร้าว ปาล์ม ฝ้าย เป็นต้น การผลิตเริ่มจากนำน้ำมันมาผ่านกระบวนการไฮโดรจิเนชั่น (Hydrogenation) คือกระบวนการเติมไฮโดรเจนเพื่อทำให้น้ำมันซึ่งเป็นของเหลวกลายเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง

2.4.3 มาร์การีน (Margarine) ผลิตจากไขมันพืช เช่น มะพร้าว ปาล์ม ผ่านกระบวนการไฮโดรจิเนชั่น (Hydrogenation) ผสมสี กลิ่น สารอิมัลซิไฟด์ และส่วนผสมอื่น ๆ บางครั้งเรียกว่า เนยเทียม เนื่องจากเป็นการผลิตเลียนแบบเนยสดแต่มีช่วงการละลายที่อุณหภูมิสูงกว่าเนยสดคือประมาณ 115-120^0F (46-49^0C)

2.4.4 น้ำมัน (Oil) คือไขมันที่อยู่ในสภาวะของเหลว ใช้ไม่มากในผลิตภัณฑ์ขนมอบ เนื่องจากจะทำให้ส่วนผสมเหลวและนุ่มมากเกินไป ปกติใช้ในผลิตภัณฑ์ควิกเบรด (Quick bread)

2.5 ไข่ (Egg) มักใช้ไข่ไก่ซึ่งจัดเป็นวัตถุดิบที่มีราคาสูง หน้าที่ของไข่ต่อผลิตภัณฑ์คือ ช่วยให้เกิดโครงสร้าง ความชื้น กลิ่นรส สี และเพิ่มคุณค่าทางอาหาร สำหรับโครงสร้างของมัฟฟินที่เกิดขึ้นเกิดจากการรวมตัวของโปรตีนในไข่ระหว่างการอบ นอกจากนี้อากาศที่ไข่เก็บไว้ในระหว่างการตีจะช่วยให้มัฟฟินมีการขึ้นฟูเมื่อนำไปอบเนื่องจากอากาศจะมีการขยายตัวเมื่อถูกความร้อน ในการผลิตมัฟฟิน หากใช้ไข่ไก่สดจะมีปริมาณที่ใช้อยู่ในช่วงร้อยละ 10-30 ของน้ำหนักแป้งในส่วนผสม ทั้งนี้ความสดหรือความใหม่-เก่าของไข่มีผลกระทบต่อคุณภาพในการขึ้นฟู ไข่ใหม่จะมีคุณสมบัติในการขึ้นฟูและการเก็บอากาศดีกว่าไข่เก่า ไข่เก่าหรือไข่เสียเพียงฟองเดียวมีผลทำให้ขนมทั้งหมดเสียได้ ดังนั้นจึงควรระมัดระวังในการเลือกซื้อและการใช้ นอกจากนี้อาจมีการใช้ไข่ผงซึ่งปริมาณที่ใช้จะอยู่ช่วงร้อยละ 5-10 ของน้ำหนักแป้งในส่วนผสม

2.6 นม (Milk) ในมัฟฟิน นมมีหน้าที่แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นของเหลวจะช่วยในการรวมตัวของส่วนผสมอื่น ทำให้ผสมเข้ากันได้ดี ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้น ถ้าใช้ในปริมาณที่พอเหมาะจะทำให้เกิดความนุ่ม แต่ถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดความแข็งได้ และส่วนที่เป็นของแข็งในนมนั้นจะมีผลต่อการรวมตัวกันของโปรตีนในแป้ง ทำให้มีความแข็งตัวเพิ่มขึ้น

น้ำตาลแลคโตสในนมทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองทอง ช่วยให้เกิดกลิ่นรส เป็นตัวเก็บความชื้นโดยจะช่วยเพิ่มการดูดซึมน้ำ เป็นตัวช่วยให้โปรตีนของแป้งมีกำลังเนื่องจากเคซีนในนมทำให้ปริมาตรเพิ่มขึ้น และยังให้คุณค่าทางอาหารนมที่ใช้ในการทำมัฟฟิน ได้แก่ นมสด นมระเหย นมผง รวมถึงผลิตภัณฑ์นมอื่น ๆ เช่น ครีมชีส วิปครีม นมเปรี้ยวโยเกิร์ต และบัตเตอร์มิลค์ เป็นต้น

2.6.1 นมเหลว (Liquid milk) โดยทั่วไปผลิตจากนมวัวผ่านกระบวนการความร้อน ได้แก่ นมสด นมระเหยหรือนมข้นจืด และนมข้นหวาน เป็นต้น

2.6.2 นมผง (Dry milk) ผลิตโดยการทำให้แห้งด้วยการพ่นฝอย (Spray dry) หรือใช้ลูกกลิ้งทำแห้ง มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 5 มีทั้งชนิดพร่องมันเนย (Nonfat dry milk-NFDM) หรือเรียกว่า หางนมผง และชนิดไขมันเต็ม (Dry whole milk) หากใช้นมผงในมัฟฟินจะมีปริมาณการใช้อยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 5-12 ของปริมาณแป้งในส่วนผสม

2.6.3 ผลิตภัณฑ์นมอื่น ได้แก่ เนยแข็งที่ลักษณะเป็นของแข็งอยู่ตัวดีที่อุณหภูมิห้อง ครีมที่มีไขมันร้อยละ 30-40 นมเปรี้ยวซึ่งเป็นนมที่ผ่านการหมักด้วยแบคทีเรียจากกรดแลคติกและโยเกิร์ตที่ผ่านการหมักด้วยแบคทีเรีย (แลคโตบาซิลลัสชนิดพิเศษ) เป็นต้น

2.7 สิ่งที่ทำให้ขึ้นฟู สิ่งที่ทำให้ขึ้นฟูทำหน้าที่ช่วยให้ความนุ่ม และเพิ่มปริมาตรกับมัฟฟิน ชนิดของสิ่งที่ทำให้ขึ้นฟูขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสูตร ความหนืดของส่วนผสม และอุณหภูมิในการอบ การขึ้นฟูโดยทั่วไปเกิดจากอากาศ ความดันไอน้ำ และสารเคมี เช่น ผงฟู เบคกิ้งโซดา เป็นต้น การใช้สารเคมีที่ช่วยในการขึ้นฟูควรใช้ในปริมาณที่พอเหมาะ โดยผงฟูซึ่งเป็นผงฟูชนิดกำลังสอง (Double acting baking powder) มักใช้ในช่วงร้อยละ 2-6 ของน้ำหนักแป้งในส่วนผสม และถ้าส่วนผสมมีความเป็นกรด เช่น ครีมเปรี้ยว โยเกิร์ต โมลาส และผลไม้ จะมีการใช้เบคกิ้งโซดาเพื่อปรับสภาพกรดด่างของส่วนผสม โดยมีปริมาณการใช้อยู่ในช่วงร้อยละ 2-3 ของน้ำหนักแป้งในส่วนผสม ทั้งนี้การใช้สิ่งที่ทำให้ขึ้นฟูเหล่านี้มากเกินไปจะทำให้มัฟฟินมีรสเฝื่อนตกค้าง และพองฟูมากเกินความต้องการ อาจมีการยุบตัวในที่สุด ทำให้เนื้อสัมผัสร่วนและแตกง่าย

2.8 ของเหลว อาจอยู่ในรูปของน้ำ น้ำนม ไข่ หรือส่วนผสมอื่นที่มีความชื้นอยู่ ความชื้นจะทำหน้าที่หลายอย่างในมัฟฟิน ได้แก่ ละลายน้ำตาล ทำให้กลูเตนในแป้งเกิดขึ้น ทำให้ผงฟูเกิดปฏิกิริยาที่เหมาะสม ช่วยควบคุมความหนืดและอุณหภูมิของส่วนผสม ช่วยสร้างโครงสร้างและความอ่อนนุ่มให้แก่มัฟฟิน สำหรับน้ำในสูตรจะต้องปรับให้พอดีกับความชื้นที่มีอยู่ในส่วนผสมอื่น ๆ

2.9 กลิ่นรส ช่วยให้เกิดกลิ่นรสเฉพาะในมัฟฟิน ปริมาณของกลิ่นรสที่ใช้จะมีผลต่อกลิ่นรสของมัฟฟินที่อบเสร็จแล้ว ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ชนิดและปริมาณกลิ่นรสให้เหมาะสมกับชนิดของมัฟฟิน

ที่ทำในส่วนของกลิ่นรสที่สกัดนั้นเป็นน้ำมันหอมระเหย (Essential oil) ซึ่งมีราคาแพงและใช้ในปริมาณน้อย การซื้อจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสมกับปริมาณที่ต้องการใช้ การซื้อในปริมาณมาก (ขวดใหญ่) แต่ใช้ไม่บ่อยอาจทำให้กลิ่นระเหยและหมดสภาพเสียก่อน

นอกจากนี้ส่วนผสมพื้นฐานในการทำมัฟฟินยังมีความคล้ายกับเค้กจึงสามารถแบ่งได้ 5 กลุ่ม ตามบทบาทหน้าที่ คือ (William, 1986, p.319; Wayne, 1994, p.203-204)

กลุ่มที่ 1 ส่วนผสมที่ให้ความแข็งหรือให้โครงสร้างแก่ผลิตภัณฑ์ (Toughеners หรือ Structure builders) ได้แก่ แป้งสาลี นมผง ไข่ขาว รวมทั้งส่วนผสมอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติในการดูดซับความชื้น

กลุ่มที่ 2 ส่วนผสมที่ให้ความนุ่ม (Tenderizers) ทำให้มัฟฟินมีความนุ่ม ชุ่มชื้น ยืดอายุการเก็บ ทำให้เนื้อขนมมีเซลอากาศที่ละเอียดเมื่ออบเสร็จ ได้แก่ ไขมัน น้ำตาล ไข่แดง ผงฟู และส่วนผสมที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบ เช่น ชอคโกแลต เป็นต้น

กลุ่มที่ 3 ส่วนผสมที่ให้ความชื้น (Moisteners) ให้ความชุ่มชื้น ช่วยยืดอายุการเก็บ คือ ส่วนผสมที่เป็นส่วนของเหลว ได้แก่ นม น้ำ ไข่ และน้ำเชื่อม

กลุ่มที่ 4 ส่วนผสมที่ให้ความแห้ง (Driers) ส่วนผสมเหล่านี้จะช่วยดูดซับความชื้นให้อยู่ในสภาพที่พอเหมาะแก่โครงสร้าง ได้แก่ สิ่งที่เป็นของแห้ง เช่น แป้ง นมผง ไข่ผง เป็นต้น

กลุ่มที่ 5 ส่วนผสมที่ให้กลิ่นและรสชาติ(Flavorings) จะให้กลิ่นรสที่เป็นธรรมชาติแก่ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ น้ำตาล เกลือ ผงโกโก้ เนย ไข่ และนม

3. ขั้นตอนการผสมมัฟฟิน ในการผสมส่วนผสมของมัฟฟินมีขั้นตอนที่หลากหลายของผู้ทำ โดยทั่วไปได้แก่ (Hui, 2006, p.508; Wayne, 1994, p.87; William 1986, 196-205)

3.1 The muffin method มีขั้นตอนดังนี้

3.1.1 ผสมส่วนของแห้งโดยร่อนรวมกันลงในอ่างผสม ทำหลุมไว้ตรงกลาง

3.1.2 ผสมส่วนของเหลวและเนยละลายเข้าด้วยกัน แล้วเทลงในหลุมของส่วนของแห้ง

3.1.3 ใช้ตะกร้อมือคนให้เข้ากัน พอส่วนของแป้งดูดน้ำจนหมดผงแป้ง

3.1.4 ตักส่วนผสมหยอดลงในพิมพ์ที่เตรียมไว้ นำเข้าอบจนสุก

3.1.5 นำออกจากเตาอบ และนำมัฟฟินออกจากพิมพ์ พักไว้บนตะแกรง และจัดเสิร์ฟ

ถ้าเป็นการผสมด้วยเครื่องผสมอาหาร ให้ใส่ส่วนผสมของเหลวในอ่างผสมก่อนใส่ส่วนผสมของแห้ง (ที่ร่อนรวมกันแล้ว) ผสมด้วยความเร็วต่ำ (ใช้หัวตีรูปใบไม้) พอส่วนของแห้งดูดน้ำหมดโดยส่วนผสมไม่ต้องเนียนนัก หยุดเครื่อง และตักหยอดลงพิมพ์ จากนั้นนำเข้าอบ

3.2 The creaming method มีขั้นตอนดังนี้

3.2.1 ผสมหรือตีไขมันกับน้ำตาล

3.2.2 เติมไข่ ของเหลว (รวมถึงนมด้วย) กลิ่น และผลไม้บด

3.2.3 เติมส่วนของแป้ง (ที่ร่อนรวมกับผงฟู เบคกิ้งโซดา และเกลือ)

3.2.4 เทใส่พิมพ์ที่ทาไขมัน นำเข้าอบจนสุก และจัดเสิร์ฟ

4. การเตรียมพิมพ์ สำหรับถาดหรือพิมพ์ควรทาไขมันให้ทั่ว อาจมีการโรยแป้งนวลเคลือบให้ทั่วเพื่อป้องกันการติดของขนม หรืออาจใช้ถ้วยกระดาษรองโดยวางบนพิมพ์ถ้วยอีกชั้นหนึ่งโดยไม่ต้องทาไขมัน (Wayne, 1994, p.87)

5. การอบและการตรวจสอบการสุกของมัฟฟิน (Hui, 2006, p.508; Wayne, 1994, p.87)

5.1 การนำเข้าอบ เทส่วนผสมมัฟฟินใส่พิมพ์ประมาณ ¾ ของความสูงของพิมพ์ หรือเกือบเต็มพิมพ์รีบนำเข้าอบทันที เพราะถ้ารอทิ้งไว้นานจะเกิดปฏิกิริยาของผงฟูกับของเหลวในส่วนผสมผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซที่ทำให้มัฟฟินขึ้นฟู และจะสูญเสียออกไปมากในระหว่างการรอเข้าเตาอบ ทำให้เซลอากาศภายในหยาบขึ้น ทำให้ปริมาตรของมัฟฟินน้อยลงกว่าที่ควรเป็น

5.2 อุณหภูมิที่ใช้ในการอบ ควรใช้อุณหภูมิ 200°C ในการอบนั้นควรจะใช้ความร้อนด้านบนในช่วงแรกเพื่อให้ผิวของหน้าขนมแข็งแล้วปิดความร้อนด้านบน จากนั้นอบต่อด้วยความร้อนด้านล่าง อุณหภูมิ 180°C ทั้งนี้ส่วนผสมของขนมที่อยู่ด้านในที่ยังไม่สุกก็จะค่อย ๆ ดันขนมให้นูนแตกตรงกลาง แต่ถ้าใช้ความร้อนต่ำเกินไป มัฟฟินที่อบได้จะแบน ไม่นูน

5.3 พิจารณาการสุก มัฟฟินที่อบสุกจะมีผิวหน้าเป็นสีเหลืองทอง เมื่อใช้ไม้แหลมจิ้มตรงกลางแล้วดึงขึ้นจะไม่มีเศษขนมนั้นติดไม้ขึ้นมา

6. ลักษณะที่ดีของมัฟฟิน มีความคล้ายคลึงกับเค้กที่ดีดังนี้ (ทิพวรรณ เฟื่องเรือง, 2533, หน้า 209; Hui, 2006, p.509-510)

6.1 สีของเปลือก หรือผิวนอก (Crust) ควรเป็นสีเหลืองทอง หรือน้ำตาลอ่อนสม่ำเสมอ สีของเนื้อขนมเป็นไปตามส่วนผสมที่ใช้

6.2 ลักษณะของขอบรอบนอก มีความเรียบและสม่ำเสมอผิวหน้ามีความมัน เรียบ และสม่ำเสมอ

6.3 ลักษณะการขึ้นฟู การขึ้นฟูเป็นตามปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตจากสารเคมีที่ใช้ และมีน้ำหนักเบาเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของมัฟฟิน

6.4 ลักษณะเนื้อขนม เนื้อขนมมีความละเอียด ไม่แน่นและหนักเกินไป มีความชุ่มชื้น ไม่ร่วนหรือแฉะเกินไปเมื่อใช้มือแตะเบา ๆ จะมีความนุ่ม เมื่อปล่อยมือเนื้อมัฟฟินจะมีสปริง ยืดหยุ่นกลับที่เดิม

6.5 กลิ่นรส มีกลิ่นหอมชวนรับประทาน รสชาติกลมกล่อม เป็นไปตามส่วนผสม ไม่มีกลิ่นรสผิดไป เช่น กลิ่นหืน เฝื่อน เป็นต้น

การเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

มัฟฟินเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่กลุ่มหนึ่งที่มีส่วนผสมหลักคือ แป้ง น้ำ น้ำตาล เกลือ สารช่วยให้ขึ้นฟู ไขมัน นม ไข่ และอื่น ๆ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นและ Water activity (a_w) ค่อนข้างสูง อายุการเก็บสั้น โดย ณ อุณหภูมิปกติ (อุณหภูมิห้อง) ถ้าบรรจุในถ้วยมัฟฟินจะมีอายุการเก็บเพียง 3-5 วัน และถ้าบรรจุในพิมพ์อลูมิเนียมฟอยล์หรือฟิล์มพลาสติกจะมีอายุการเก็บ 4-7 วัน ทั้งนี้อายุการเก็บยังขึ้นอยู่กับการซึมผ่านของปริมาณก๊าซออกซิเจนและความชื้น โดยมัฟฟินที่มีลักษณะคล้ายเค้กจะมีอายุการเก็บมากกว่ามัฟฟินที่มีลักษณะคล้ายขนมปัง เพราะมัฟฟินเค้กมีปริมาณน้ำตาลสูงและมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (Aw) ต่ำ นอกจากนี้การผสมส่วนผสมที่มีปริมาณเกลือและน้ำตาลสูง เช่น ชีส และผลไม้แห้ง

ยังทำให้ค่า Aw ลดลงจึงเป็นการเพิ่มอายุการเก็บอีกด้วย (Hui, 2006, p.508) สาเหตุการเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ สามารถแยกได้ 3 ประการสำคัญ ดังนี้(งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2550, หน้า 360-362)

1. สเตลิง (Staling) เกี่ยวข้องกับการเสื่อมเสียคุณภาพของขนมอบ ทำให้เปลือกขนมมีความเหนียว ไม่กรอบ ส่วนเนื้อขนมจะร่วนและมีสีขาวขุ่น โดยไม่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียน้ำ กลิ่นเริ่มผิดปกติ อะไมโลส (Amylose) จะแยกตัวจากเม็ดสตาร์ช (Starch) และเกิดเป็นตะกอนขาวขุ่น และกลูเตน (Gluten) สูญเสียน้ำ การเสื่อมเสียนี้จะเริ่มต้นตั้งแต่ขนมออกจากเตาอบ และเสื่อมคุณภาพจนกระทั่งไม่เหมาะที่จะบริโภคภายใน 2-5 วัน

2. การเพิ่มขึ้นหรือการลดลงของความชื้น ผลิตภัณฑ์ขนมอบโดยทั่วไปมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 40 ถึง 45 (หรือ a_w 0.79-0.97) เมื่อเก็บไว้ในอากาศจะมีแนวโน้มสูญเสียน้ำทำให้เนื้อสัมผัสร่วนและแห้ง การบรรจุผลิตภัณฑ์ในภาชนะปิดอาจเกิดหยดน้ำภายใน ภาชนะบรรจุเป็นสาเหตุให้ผิวของผลิตภัณฑ์เปียกชื้นมากขึ้น เชื้อราจึงเจริญได้ง่าย ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยการเลือกวัสดุบรรจุที่มีอัตราการซึมผ่านของไอน้ำที่เหมาะสม

3. จุลินทรีย์ จุลินทรีย์เป็นสาเหตุสำคัญที่สุดที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมอบเสื่อมเสีย จุลินทรีย์ที่สำคัญที่สุด คือ เชื้อรา บางกรณีอาจพบแบคทีเรียและยีสต์บ้าง ซึ่งมีสาเหตุมาจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไม่สะอาดและสุขอนามัยของผู้ผลิตไม่ดี แบคทีเรียที่พบมาก ได้แก่ *Bacillus mesentericus, Serratia marcescene* และ *Leuconostoc mesenteroides* ยีสต์ที่ตรวจพบมักเป็นสายพันธุ์ที่ทนแรงออสโมติกได้ เช่น *Saccharomyces bacillii* var. *Osmophilus* จะให้แอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากเชื้อราเป็นสาเหตุสำคัญที่สุดของการเสื่อมเสียคุณภาพ อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมอบจึงมักกำหนดจากระยะเวลาที่สังเกตไม่พบเชื้อราบนผลิตภัณฑ์ นิยมเรียกว่า Mould-Free Shelf Life

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นฤมล เหลืองนภา. (2533). ศึกษาการผลิตและการใช้เนื้อลูกตาลผงในขนมไทยบางชนิด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการผลิต วิธีการเก็บ และการใช้ประโยชน์จากเนื้อตาลสุกผงในขนมไทยบางชนิด โดยนำลูกตาลสุกมาสกัดเนื้อด้วยน้ำ ใส่ลงในถุงผ้าแขวนไว้ให้สะเด็ดน้ำ แล้วนำไปฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 65 $^{\circ}$C นาน 5 นาทีในอ่างน้ำร้อนผสมกับ disodium hydrogen phosphate ร้อยละ 0.1

และแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 5 นำของผสมที่ได้ไปทำให้แห้งด้วยเครื่องเคลือบแห้ง ตู้อบแห้งและตู้ลดความชื้น บรรจุถุงพลาสติกในสภาวะต่างกัน ผลการทดลองพบว่าเนื้อตาลสุกผงที่ได้ดูดน้ำได้ดีมาก และมีสีอยู่ในเกณฑ์ดีแต่กลิ่นลดน้อยลงมาก ผลการวิเคราะห์พบว่ามีความชื้นร้อยละ 6.1 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 79.6 โปรตีนร้อยละ 3.3 เถ้าร้อยละ 1.9 และเบต้าแคโรทีนร้อยละ 53.792 หน่วยสากล (I.U.) เมื่อบรรจุในถุงอลูมิเนียมภายใต้สุญญากาศ หรือในกระป๋องที่ดึงอากาศออกแล้วจะสามารถเก็บได้มากกว่า 3 เดือน โดยกลิ่นลดลงเพียงเล็กน้อย เมื่อต้องการนำมาทำขนมให้เติมน้ำลงไปประมาณ 7 เท่าของน้ำหนักเนื้อลูกตาลผง และปริมาณที่ใช้ประมาณร้อยละ 20 สำหรับขนมบัวลอย หรือร้อยละ 30 สำหรับขนมตาล

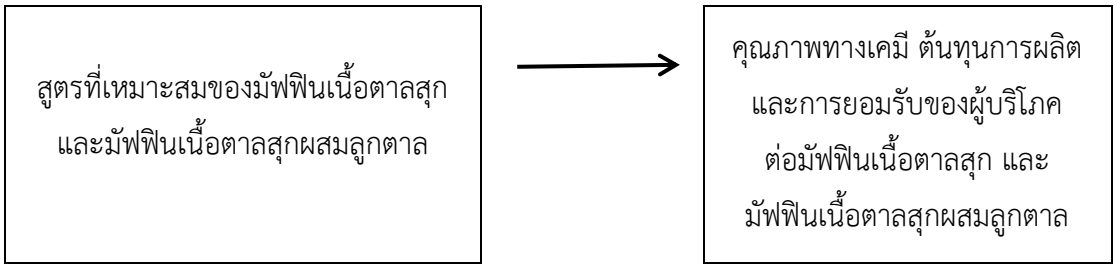
มนัสนันท์ บุญทราพงษ์ และคณะ. (2544). ศึกษาคุณภาพของเนื้อตาลสุกและขนมตาลที่ผลิตจากเนื้อตาลสุกผ่านกระบวนการพาสเจไรเซชัน โดยศึกษาคุณภาพเนื้อตาลสุกและการยืดอายุการเก็บของเนื้อตาลสุก พบว่าเนื้อตาลสุกที่ยีแล้วมีสีเหลืองอมส้ม มีค่า L* เท่ากับ 51.00, a* เท่ากับ 31.71 และ b* เท่ากับ 81.41 มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า ใยอาหาร และคาร์โบไฮเดรตประมาณร้อยละ 93.00, 0.14, 0.32, 0.38, 2.73 และ 3.43 ตามลำดับ มีค่า pH 3.56 มีวิตามินซี แคลเซียม และฟอสฟอรัส 41.84, 1.40 และ 11.20 มิลลิกรัมต่อเนื้อตาลสุกที่ยีแล้ว 100 กรัมตามลำดับ มีปริมาณธาตุเหล็กน้อยมาก และมีเบต้าแคโรทีน 615 ไมโครกรัมต่อเนื้อตาลสุกที่ยีแล้ว 100 กรัม ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.74×10^{7} โคโลนีต่อกรัม การพาสเจอไรซ์เนื้อตาลสุกที่อุณหภูมิ $90 \pm 2^{\circ}C$ เวลา 22 นาที สามารถทำลายจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ลดลงน้อยกว่า 250 โคโลนีต่อกรัม และพบว่าปริมาณโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ที่เติมลงไป และค่า pH ของเนื้อตาลสุกพาสเจอไรซ์ มีอิทธิพลต่อคุณภาพของเนื้อตาลสุกและขนมตาล เมื่อ pH ลดลงเป็น 2.8 ขนมตาลจะมีความแข็งและความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น คะแนนความชอบเฉลี่ยของสี รสหวาน รสเปรี้ยว และกลิ่นตาลลดลง เนื้อตาลสุกพาสเจอไรซ์ที่เติมโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ 200 พีพีเอ็มและปรับ pH เป็น 2.8 มีอายุการเก็บอย่างน้อย 2 สัปดาห์ที่อุณหภูมิห้อง (~30 $^{\circ}C$)

ลาวรรณ์ บัวสาย. (2551). ศึกษาการพัฒนากรรมวิธีการผลิตขนมเค้กจากเนื้อตาล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากรรมวิธีการแปรรูปเนื้อตาลผงเพื่อการผลิตขนมเค้กโดยใช้เนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงเป็นส่วนประกอบ จากการทดลองพบว่าการใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ $50^{\circ}C$ อบแห้งเนื้อตาลเพื่อทำเป็นเนื้อตาลผงเหมาะสมที่สุด เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมเค้กที่ใช้เนื้อตาลผงอบแห้งที่อุณหภูมิ $50^{\circ}C$ และ $70^{\circ}C$ พบว่าสูตรที่ใช้เนื้อตาลผงอบแห้งที่อุณหภูมิ $50^{\circ}C$ ปริมาณร้อยละ 7.5 ได้รับคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในทุกด้านสูงที่สุด และเมื่อนำไปเก็บรักษาในภาชนะบรรจุ 2 ชนิดคือถุงไนลอนและถุงฟอยล์เป็นเวลานาน 6 เดือน เนื้อตาลผงในถุงฟอยล์

แบบสุญญากาศมีการเปลี่ยนแปลงค่าสี ปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการบรรจุอื่น ๆ มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณเชื้อราเพิ่มขึ้นในอัตราที่ต่ำและเมื่อนำเนื้อตาลผงมาผลิตเป็นขนมเค้กในทุกเดือนพบว่า ได้รับคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุดในทุกเดือน ส่วนเนื้อตาลสดที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตขนมเค้กพบว่าอัตราส่วนของเนื้อตาลสดร้อยละ 10 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดได้รับการยอมรับในทุกคุณลักษณะสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การเปรียบเทียบวิธีการเก็บรักษาขนมเค้กจากเนื้อตาลสดและเนื้อตาลผงใน 2 สภาวะคือบรรยากาศปกติและการเติมก๊าซไนโตรเจนพบว่า สภาวะปกติมีอายุการเก็บ 3 วัน ส่วนขนมเค้กที่บรรจุโดยเติมก๊าซไนโตรเจนมีอายุการเก็บ 4 วันที่อุณหภูมิห้อง การเปรียบเทียบวิธีการบรรจุแบบแอคตีฟคือการใช้สารดูดความชื้นและสารดูดซับออกซิเจนใส่ลงในภาชนะบรรจุพบว่า การบรรจุขนมเค้กจากเนื้อตาลสดในถุงไนลอนร่วมกับการใช้สารดูดซับออกซิเจนสามารถยืดอายุการเก็บรักษาขนมเค้กได้นานถึง 8 วันที่อุณหภูมิห้อง

U. Tassanaudom, et al. (2010). ศึกษาการเปรียบเทียบคุณลักษณะทางภายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ระหว่างขนมตาลที่ผลิตโดยการใช้หัวเชื้อกับขนมตาลที่ผลิตโดยวิธีดั้งเดิม มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตหัวเชื้อขนมตาลที่สามารถนำมาใช้ผลิตขนมตาลและทำการตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ของขนมตาลที่ผลิตโดยวิธีการใช้หัวเชื้อและขนมตาลที่ผลิตด้วยวิธีดั้งเดิมได้ทำการผลิตหัวเชื้อขนมตาลที่มีส่วนผสมของเชื้อจุลินทรีย์ เริ่มต้นจากเนื้อตาลร่วมกับการเติมเนื้อตาลสุกในปริมาณร้อยละ 20, 40, 60, 80 และ 100 ของปริมาณส่วนผสมแป้งข้าวเจ้า ทำการคัดเลือกสูตรขนมตาลและทดลองผลิตขนมตาลโดยใช้หัวเชื้อขนมตาลพร้อมทั้งทำการตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพ องค์ประกอบทางเคมี และประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของขนมตาลที่ผลิตโดยวิธีการใช้หัวเชื้อและขนมตาลที่ผลิตโดยวิธีดั้งเดิม ผลการศึกษาพบว่าปริมาณของเนื้อตาลที่เหมาะสมในการนำมาใช้ผลิตหัวเชื้อขนมตาล คือการใช้ปริมาณเนื้อตาลสุกร้อยละ 60 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า โดยหัวเชื้อที่ได้จะมีลักษณะที่ดีคือ โปร่งเบา สีขาวนวล ไม่มีรอยแตกร้าว ก้อนแป้งเป็นรูพรุน ในขณะที่การใช้ปริมาณเนื้อตาลสุกร้อยละ 80 และ 100 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า หัวเชื้อที่ได้จะมีลักษณะเนื้อที่แข็งแรง ไม่โปร่งเบา ทั้งนี้ขนมตาลที่ได้จากการผลิตโดยใช้หัวเชื้อขนมตาลในทุกสิ่งทดลองจำเป็นต้องเติมสีผสมอาหารลงไปเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติด้านสี (สีเหลือง) อย่างไรก็ตามพบว่าขนมตาลที่ผลิตโดยการใช้หัวเชื้อที่มีปริมาณเนื้อตาลสุกร้อยละ 60 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า ได้รับคะแนนด้านประสาทสัมผัสที่ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับขนมตาลที่ผลิตด้วยหัวเชื้อที่มีปริมาณเนื้อตาลสุกร้อยละ 80 และ 100 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้าตามลำดับ และยังพบอีกว่าขนมตาลที่ผลิตโดยการใช้หัวเชื้อขนมตาลนั้นยังมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทั้งในด้านสี กลิ่นหอม รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมเมื่อเปรียบเทียบกับขนมตาลที่ผลิตโดยวิธีดั้งเดิม (ไม่ใช้หัวเชื้อขนมตาล)

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนามัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองซึ่งมีรายละเอียดของวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
2. วิธีการ
3. การวิเคราะห์ทางสถิติ

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.วัตถุดิบ

1.1 เนื้อตาลสุก Asian Palmyra palm สายพันธุ์หม้อ ระยะการสุก 3-4 เดือน จากจังหวัดเพชรบุรี

1.2 ลูกตาลในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ตรายูเอฟซี

1.3 แป้งสาลีทำเค้ก ตราพัดโบก

1.4 แป้งสาลีอเนกประสงค์ ตราว่าว

1.5 ผงฟูชนิดดับเบิลแอคติ้ง ตราอิมพีเรียล

1.6 เกลือป่น ตราปรุงทิพย์

1.7 น้ำตาลทรายขาว ตรามิตรผล

1.8 เนยสด สูตร AA ได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์ปฏิบัติการเนย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

1.9 น้ำมันปาล์ม ตรามรกต

1.10 ไข่ไก่

1.11 โยเกริต์ชนิดธรรมชาติ ตราดัชมิลล์

1.12 นมข้นจืด ตราคาร์เนชั่น

1.13 นมสดชนิดจืด ตราโฟร์โมสต์

1.14 เบคกิ้งโซดา ตราอิมพีเรียล

1.15 กลิ่นวานิลา ตราวินเนอร์

2. อุปกรณ์

2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตมัฟฟิน

2.1.1 อุปกรณ์งานครัว

2.1.2 เครื่องผสมอาหาร ยี่ห้อ Kitchen Aid พร้อมหัวตีรูปใบไม้ รุ่น K 5SS

2.1.3 เครื่องชั่งชนิดหยาบและละเอียด

2.1.4 เตาอบไฟฟ้ายี่ห้อ SALVA NO.11510 รุ่น TFL 10-31

2.1.5 นาฬิกาจับเวลา

2.1.6 อ่างผสมสแตนแลส

2.1.7 ตะแกรงร่อนแป้ง

2.1.8 พายยาง

2.1.9 ตะกร้อมือ

2.1.10 พิมพ์ถ้วยจีบและถ้วยฟอยล์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว

2.1.11 กระดาษลอกลาย

2.1.12 ตะแกรงพักขนม

2.2 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

2.2.1 เครื่องวัดค่าสี (Handy Colorimeter) ยี่ห้อ Nippon Denshoku NR-3000, Japan

2.2.2 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส ยี่ห้อ Stable micro system TA-XT2i, England

2.2.3 เวอร์เนียร์ (Vernier caliper)

2.2.4 กระบอกตวง

2.3 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

2.3.1 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w) ยี่ห้อ Hygro Lab รุ่น Rotranic

2.3.2 ชุดวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate Analysis)

2.3.3 ชุดวิเคราะห์เบต้าแคโรทีน

2.4 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

2.4.1 อุปกรณ์ในการทดสอบ

2.4.2 แบบสอบถาม

วิธีการ

1. การศึกษาสูตรมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลที่เหมาะสม

1.1 การคัดเลือกสูตรพื้นฐานของมัฟฟิน การคัดเลือกสูตรพื้นฐานของมัฟฟิน โดยใช้สูตร A คือสูตรจากศูนย์ปฏิบัติการอาหารนานาชาติสวนดุสิต (2553) สูตร B คือสูตรจาก Muffin Recipe (n.d.) และสูตร C คือสูตรจากสถิรัตน์ (2548) และสูตร D คือสูตรจากเศรษฐพงษ์ (2545) ดังตารางที่ 3.1 และภาพที่ 3.1 ประเมินจากลักษณะส่วนผสม ลักษณะมัฟฟินที่อบสุก และศึกษาคุณภาพของมัฟฟิน

1.1.1 คุณภาพทางกายภาพได้แก่

1.1.1.1 ค่าสี (L* a* b*) ของเปลือกและเนื้อมัฟฟิน โดยใช้ Handy calorimeter

1.1.1.2 ขนาดของมัฟฟิน โดยใช้ Vernier caliper

1.1.1.3 ปริมาตรจำเพาะของมัฟฟินโดยการแทนที่ด้วยงา

1.1.1.4 เนื้อสัมผัสของมัฟฟินโดยใช้ Texture analyzer (TPA)

1.1.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9=ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน

คัดเลือกสูตรที่มีลักษณะมัฟฟินที่นุ่ม เบา มีกลิ่นหอม และมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

ตารางที่ 3.1 สูตรพื้นฐานในการพัฒนาสูตรมัฟฟิน

ส่วนผสม	สูตร A		สูตร B		สูตร C		สูตร D	
	น้ำหนัก (กรัม)	ร้อยละ (%)	น้ำหนัก (กรัม)	ร้อยละ (%)	น้ำหนัก (กรัม)	ร้อยละ (%)	น้ำหนัก (กรัม)	ร้อยละ (%)
แป้งสาลีอเนกประสงค์	-	-	142	**29.51**	275	**23.97**	314	**31.10**
แป้งเค้ก	250	**29.95**	-	-	-	-	-	-
ผงฟู	6.5	**0.78**	12	**2.49**	9.5	**0.83**	9.0	**0.89**
เบคกิ้งโซดา	1.6	**0.19**	-	-	1.3	**0.11**	-	-
เนยสด	125	**14.98**	62	**12.88**	125	**10.89**	83.7	**8.29**
น้ำตาลทราย	100	**11.98**	92	**19.12**	250	**21.79**	112	**11.09**
เกลือป่น	-	-	1.6	**0.33**	-	-	2.5	**0.25**
ไข่ไก่	50	**5.99**	50	**10.39**	180	**15.68**	150	**14.86**
นมสด	-	-	120	**24.94**	-	-	-	-
นมข้นจืด	-	-	-	-	100	**8.72**	164.4	**16.29**
โยเกิร์ตชนิดธรรมชาติ	300	**35.94**	-	-	-	-	164.4	**16.29**
น้ำ	-	-	-	-	100	**8.72**	-	-
น้ำมันปาล์ม	-	-	-	-	100	**8.72**	-	-
กลิ่นวานิลา	1.6	**0.19**	1.6	**0.33**	6.5	**0.57**	9.5	**0.94**
รวม	834.7	**100**	481.2	**100**	1147.3	**100**	1009.5	**100**

ร่อนแป้ง ผงฟู และเบคกิ้งโซดา พักไว้ (ถ้ามี)
ตีเนยสดด้วยความเร็วต่ำ เป็นเวลา 2 นาที
↓
ค่อย ๆ เติมน้ำตาลทราย ตีด้วยความเร็วกลาง เป็นเวลา 3 นาที (จนส่วนผสมขึ้นฟู)
↓
ค่อย ๆ เติมไข่ไก่ ตีด้วยความเร็วกลาง เป็นเวลา 30 วินาที (พอเข้ากัน)
↓
ค่อย ๆ เติมโยเกิร์ต หรือนมสด หรือนมข้นจืด น้ำมันปาล์ม กลิ่นวานิลา (ถ้ามี) และส่วนของแป้ง ผสมด้วยความเร็วต่ำ พอเข้ากัน
↓
ตักใส่พิมพ์ถ้วยจีบขนาด 2x2 นิ้ว ที่รองด้วยถ้วยฟอยล์
(น้ำหนัก 23-25 กรัมต่อถ้วย)
↓
อบที่อุณหภูมิ 180-200°C เป็นเวลา 18-20 นาที หรือจนสุก
↓
นำออกจากเตา พักให้เย็นบนตะแกรง
↓
มัฟฟิน

ภาพที่ 3.1 กรรมวิธีการเตรียมมัฟฟิน
ที่มา: ดัดแปลงจากศศิธร เกิดเกลี้ยง. (2553). หน้า 50.

1.2 การศึกษาปริมาณเนื้อตาลสุกที่เหมาะสมในการผลิตมัฟฟิน นำสูตรพื้นฐานที่ได้คัดเลือกแล้วมาศึกษาปริมาณเนื้อตาลสุกที่ผสมกับของเหลวในสูตรโดยศึกษาอัตราส่วนของเนื้อตาลสุกต่อของเหลว (โดยน้ำหนัก) วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) 6 ระดับคือ 100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80 และ 0:100 ดังภาพที่ 3.2 ประเมินลักษณะส่วนผสม ลักษณะมัฟฟินที่อบสุก และศึกษาคุณภาพของมัฟฟิน

1.2.1 คุณภาพทางกายภาพได้แก่

1.2.1.1 ค่าสี (L* a* b*) ของเปลือกและเนื้อมัฟฟิน โดยใช้ Handy calorimeter

1.2.1.2 ขนาดของมัฟฟิน โดยใช้ Vernier caliper

1.2.1.3 ปริมาตรจำเพาะของมัฟฟินโดยการแทนที่ด้วยงา

1.2.1.4 เนื้อสัมผัสของมัฟฟินโดยใช้ Texture analyzer (TPA)

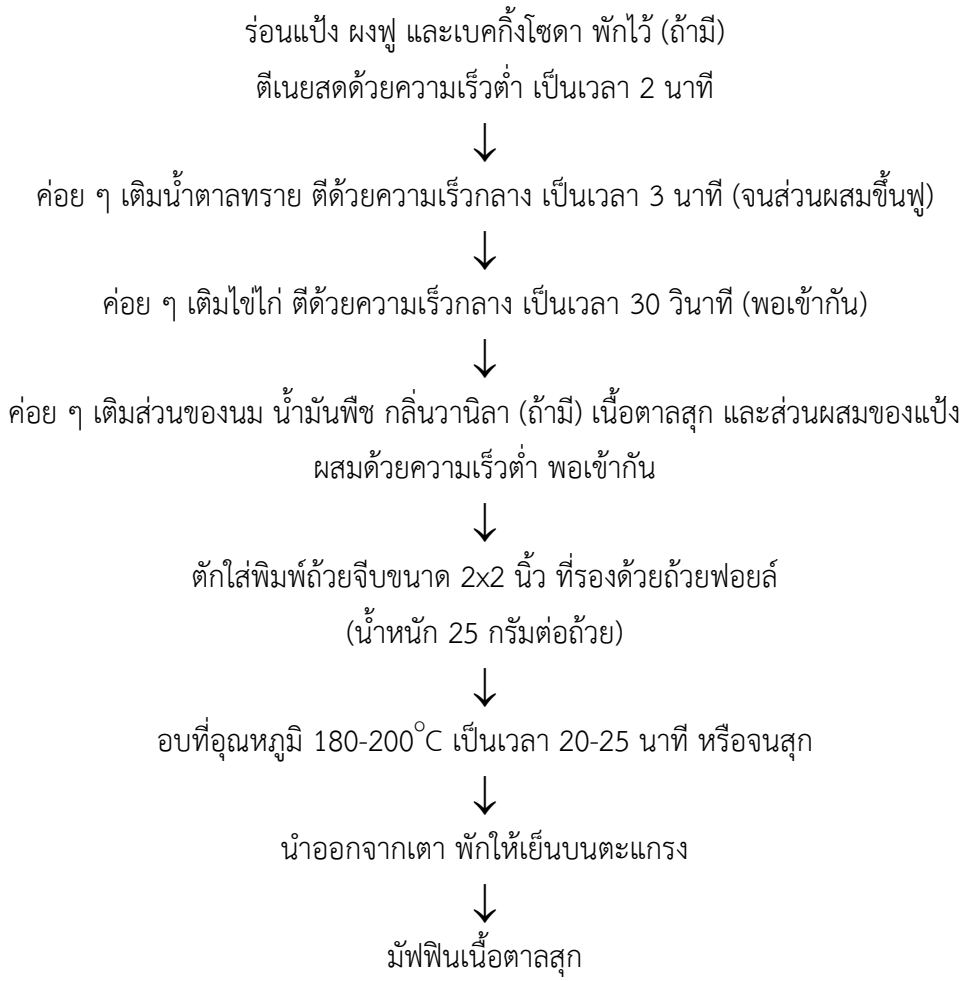
1.2.2 คุณภาพทางเคมี ได้แก่

1.2.2.1 ปริมาณความชื้น (AOAC, 2002)

1.2.2.2 ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w) โดยใช้เครื่องวัดค่า Water Activity

1.2.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9=ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน

คัดเลือกสูตรที่มีลักษณะมัฟฟินที่นุ่ม เบา มีกลิ่นหอม และมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป



ภาพที่ 3.2 กรรมวิธีการเตรียมมัฟฟินเนื้อตาลสุก
ที่มา: ดัดแปลงจากศศิธร เกิดเกลี้ยง. (2553). หน้า 50.

1.3 การศึกษาปริมาณลูกตาลที่เหมาะสมในมัฟฟินเนื้อตาลสุก นำสูตรมัฟฟินเนื้อตาลสุกที่ได้คัดเลือกแล้วมาศึกษาปริมาณลูกตาลหั่นเต๋าขนาด 1x1 เซนติเมตรที่เหมาะสม โดยผสมลงในส่วนผสมก่อนนำเข้าอบ วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) 3 ระดับ คือร้อยละ 15, 30 และ 45 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด ดังภาพที่ 3.3 ประเมินลักษณะส่วนผสม ลักษณะมัฟฟินที่อบสุก และศึกษาคุณภาพมัฟฟิน

1.3.1 คุณภาพทางกายภาพได้แก่

1.3.1.1 ค่าสี (L* a* b*) ของเปลือกและเนื้อมัฟฟิน โดยใช้ Handy calorimeter

1.3.1.2 ขนาดของมัฟฟิน โดยใช้ Vernier caliper

1.3.1.3 ปริมาตรจำเพาะของมัฟฟินโดยการแทนที่ด้วยงา

1.3.1.4 เนื้อสัมผัสของมัฟฟินโดยใช้ Texture analyzer (TPA)

1.3.2 คุณภาพทางเคมี ได้แก่

1.3.2.1 ปริมาณความชื้น (AOAC, 2002)

1.3.2.2 ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w) โดยใช้เครื่องวัดค่า Water Activity

1.3.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9=ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน

คัดเลือกสูตรที่มีลักษณะมัฟฟินที่นุ่ม เบา มีกลิ่นหอม และมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ

ร่อนแป้ง ผงฟู และเบคกิ้งโซดา พักไว้ (ถ้ามี)
ตีเนยสดด้วยความเร็วต่ำ เป็นเวลา 2 นาที

↓

ค่อย ๆ เติมน้ำตาลทราย ตีด้วยความเร็วกลาง เป็นเวลา 3 นาที (จนส่วนผสมขึ้นฟู)

↓

ค่อย ๆ เติมไข่ไก่ ตีด้วยความเร็วกลาง เป็นเวลา 30 วินาที (พอเข้ากัน)

↓

ค่อย ๆ เติมส่วนของนม น้ำมันพืช กลิ่นวานิลา (ถ้ามี) เนื้อตาลสุก และส่วนผสมของแป้ง
ผสมด้วยความเร็วต่ำ เติมลูกตาลหั่นเต๋า ผสมพอเข้ากัน

↓

ตักใส่พิมพ์ถ้วยจีบขนาด 2x2 นิ้ว ที่รองด้วยถ้วยฟอยล์
(น้ำหนัก 36-38 กรัมต่อถ้วย)

↓

อบที่อุณหภูมิ 180-200°C เป็นเวลา 25-28 นาที หรือจนสุก

↓

นำออกจากเตา พักให้เย็นบนตะแกรง

↓

มัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

ภาพที่ 3.3 กรรมวิธีการเตรียมมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล
ที่มา: ดัดแปลงจากศศิธร เกิดเกลี้ยง. (2553). หน้า 50.

2. การศึกษาคุณภาพทางเคมีของมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

นำมัฟฟินเนื้อตาลสุก และมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลที่ผ่านการพัฒนาแล้วมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) (AOAC, 2002) และปริมาณเบต้าแคโรทีนโดยวิธี Spectrophotometer Method วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 460 นาโนเมตรด้วยเครื่อง UV-spectrophotometer

3. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลด้วยวิธี Central Location Test (CLT) โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9=ชอบมากที่สุด) กับทำการทดสอบกับผู้บริโภคจำนวน 100 คน สถานที่ทดสอบ ได้แก่ ศูนย์ปฏิบัติการอาหารนานาชาติสวนดุสิต และศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

4. การศึกษาต้นทุนการผลิตของมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

คำนวณต้นทุนการผลิตของต่อมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล โดยต้นทุนการผลิตคือราคาของวัตถุดิบตามจำนวนที่ใช้จริงทั้งหมดรวมกับต้นทุนอื่น ๆ ร้อยละ 5 ของต้นทุนจริง รายละเอียดของราคาต้นทุนต่างๆ คือ ราคาต่อหน่วย (Unit price) ตามราคาที่จ่ายจริงหรือเป็นไปตามใบส่งของ (Invoice) และคิดเป็นต้นทุนวัตถุดิบ (Cost) ที่ใช้ เมื่อรวมต้นทุนทั้งหมดแล้วจะต้องเพิ่มต้นทุนอื่น ๆ (Addition cost) ส่วนใหญ่จะประมาณการเป็นร้อยละ 5 จากต้นทุนจริง ผลรวมทั้งหมดจะได้ค่าเป็นต้นทุนอาหารต่อ 1 ตัวอย่าง (วศินา จันทรศิริ และสุวิทย์ เกษรศรี, 2539, หน้า 157; พรดารา เขตต์ทองคำ, 2544, หน้า 45)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ทดสอบความแตกต่างของคะแนนที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และทดสอบความแตกต่างด้วยค่า F-test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT)

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนามัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสม คุณภาพทางเคมี การยอมรับของผู้บริโภค และต้นทุนการผลิตของมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล จึงนำเสนอผลการวิจัยเป็น 4 หัวข้อดังนี้

1. ผลการศึกษาสูตรมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลที่เหมาะสม
2. ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล
3. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล
4. ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตของมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาสูตรมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลที่เหมาะสม

1.1 การคัดเลือกสูตรพื้นฐานของมัฟฟิน

จากการศึกษาสูตรพื้นฐานในการทำมัฟฟิน โดยใช้สูตร A คือสูตรจากศูนย์ปฏิบัติการอาหารนานาชาติสวนดุสิต (2553) สูตร B คือสูตรจาก Muffin Recipe (n.d.) และสูตร C คือสูตรจากสถิรัตน์ (2548) และสูตร D คือสูตรจากเศรษฐพงษ์ (2545) ทำการประเมินลักษณะของส่วนผสมและมัฟฟินที่อบสุกดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ลักษณะของส่วนผสมและมัฟฟินที่อบสุกของสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	สูตรพื้นฐานของมัฟฟิน			
	สูตร A	สูตร B	สูตร C	สูตร D
ส่วนผสม ความข้นหนืด	ข้นเหนียวมาก รวมเป็นก้อน	ค่อนข้างเหลว	ค่อนข้างเหลว	ข้นเหนียวปานกลาง
สี	เหลืองอ่อน	เหลืองปานกลาง	เหลืองเข้ม	เหลืองปานกลาง
กลิ่น	กลิ่นโยเกิร์ตปานกลางและกลิ่นเนยเล็กน้อย	กลิ่นวานิลาและกลิ่นนมเนยเล็กน้อย	กลิ่นนมเนยมาก	กลิ่นโยเกิร์ตและกลิ่นวานิลาเล็กน้อย
มัฟฟินที่อบสุก ลักษณะปรากฏ	หน้านูน เป็นก้อนกลม ผิวหน้าแข็ง	หน้านูนเล็กน้อย	หน้าขนมเรียบ	หน้านูนเล็กน้อย ผิวหน้าแข็ง
สี	ผิวนอกและเนื้อในมีสีเหลืองอ่อน	ผิวนอกสีน้ำตาลเหลืองปานกลางและเนื้อในมีสีเหลืองอ่อน	ผิวนอกมีสีน้ำตาลเหลืองเล็กน้อยและเนื้อในมีสีเหลืองอ่อน	ผิวนอกและเนื้อในมีสีเหลืองอ่อน
กลิ่น	มีกลิ่นโยเกิร์ตและกลิ่นเนยเล็กน้อย	กลิ่นนมเนยเล็กน้อย	กลิ่นนมเนยมาก	มีกลิ่นโยเกิร์ตและกลิ่นวานิลาเล็กน้อย
ลักษณะเนื้อ	เนื้อค่อนข้างละเอียด และนุ่ม	เนื้อค่อนข้างละเอียด และนุ่ม	เนื้อค่อนข้างละเอียด และนุ่ม	เนื้อหยาบ และนุ่มน้อย
รสชาติ	หวานเล็กน้อย	หวานปานกลาง	หวานมาก	หวานเล็กน้อย

(ก) สูตร A

(ข) สูตร B

(ค) สูตร C

(ง) สูตร D

ภาพที่ 4.1 ลักษณะมัฟฟินที่อบสุกแล้วของสูตรพื้นฐาน

1.1.1 คุณภาพทางกายภาพของมัฟฟินสูตรพื้นฐาน

จากการทดสอบคุณภาพทางกายภาพของมัฟฟินสูตรพื้นฐานทั้ง 4 สูตร ได้แก่ สีผิวนอกและเนื้อภายใน ขนาด ปริมาตรจำเพาะ และเนื้อสัมผัสของมัฟฟิน แสดงดังตารางที่ 4.2

สี สีผิวนอกและเนื้อภายในของมัฟฟินสูตรพื้นฐานทั้ง 4 สูตรมีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้มัฟฟินแต่ละสูตรมีปริมาณของไข่ไก่ นม และน้ำตาลซึ่งมีหน้าที่ให้สีกับผลิตภัณฑ์ในปริมาณที่แตกต่างกันทำให้เกิดปฏิกิริยาคาราเมลไลซ์เซชั่น (Caramelization) และปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ทำให้เกิดสีน้ำตาลจากคาราเมล (Caramel) และเมลานอยดิน (Melanoidin) ในปริมาณที่ต่างกัน (Hui, 2006, p.508) ทั้งนี้มัฟฟินสูตร A และสูตร D มีส่วนผสมของนมเปรี้ยวจะมีผลให้ส่วนผสมมีสภาพเป็นกรด โดยการเพิ่มปริมาณนมเปรี้ยวจะมีผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีอ่อนลงจึงต้องมี

การปรับสภาพกรดด้วยการใช้เบคกิ้งโซดาที่มีความเป็นเบส (จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2553, หน้า 41-42; Hui, 2006, p.15-18)

ขนาด ทั้งความสูงและความกว้างของมัฟฟินทั้ง 4 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมัฟฟินสูตร C มีความสูงน้อยกว่าแต่มีความกว้างหรือการแผ่ขยายมากกว่ามัฟฟินสูตรอื่นแม้จะอบในพิมพ์ที่มีขนาดเท่ากันก็ตาม ทั้งนี้เป็นเพราะมัฟฟินแต่ละสูตรมีการใส่ผงฟูและเบคกิ้งโซดาซึ่งช่วยในการขยายตัวในระดับต่างกันรวมถึงยังมีส่วนของไขมัน น้ำตาล และไข่ไก่ที่มีผลต่อการขึ้นฟูในระดับที่ต่างกันด้วย (จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2553, หน้า 135-136; Hui, 2006, p.504-507)

ปริมาตรจำเพาะ มัฟฟินทั้ง 4 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งมัฟฟินสูตร A ไม่มีความแตกต่างกับสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้มัฟฟินแต่ละสูตรอบในพิมพ์ที่มีขนาดกำหนดที่เท่ากันจึงเป็นผลให้ปริมาตรจำเพาะของมัฟฟินมีค่าใกล้เคียงกันแต่อาจมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ซึ่งอาจเป็นผลจากสารช่วยให้ขึ้นฟู และส่วนผสมที่มีผลต่อกการขยายตัวที่ต่างกัน

เนื้อสัมผัส มัฟฟินสูตรพื้นฐานทั้ง 4 สูตรมีค่าความแข็ง (Hardness) ความแตกเปราะ (Facturability) ความสามารถในการเกาะตัว (Cohesiveness) และค่าพลังงานในการบดเคี้ยว (Chewiness) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนอัตราการคืนรูป (Springiness) นั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งมัฟฟินสูตร B จะมีค่าความแข็ง ความสามารถในการเกาะตัว และพลังงานในการบดเคี้ยวน้อยกว่ามัฟฟินสูตรอื่น ทั้งนี้มัฟฟินแต่ละสูตรจะมีส่วนผสมทั้งชนิดและปริมาณที่ใช้แตกต่างกันไป

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางกายภาพของมัฟฟินสูตรพื้นฐาน

คุณภาพ	สูตรพื้นฐานของมัฟฟิน			
	สูตร A	สูตร B	สูตร C	สูตร D
สี (เปลือก)				
L*	54.33^{a}±0.05	54.83^{a}±2.19	38.56^{c}±1.25	48.86^{b}±1.18
a*	7.66^{bc}±1.02	9.16^{b}±2.02	5.56^{c}±0.77	14.13^{a}±0.97
b*	28.26^{b}±0.28	33.30^{a}±1.47	24.43^{c}±1.10	33.73^{a}±2.15
สี (เนื้อใน)				
L*	56.76^{a}±0.66	54.43^{b}±0.30	47.76^{d}±0.40	50.73^{c}±0.05
a*	0.33^{b}±0.35	0.63^{b}±0.35	1.86^{a}±0.23	1.83^{a}±0.66
b*	14.20^{c}±0.20	14.66^{c}±0.11	19.73^{a}±0.23	18.33^{b}±2.49
ขนาด (cm)				
ความสูง	3.10^{a}±0.20	2.83^{b}±0.06	2.70^{b}±0.10	2.83^{b}±0.06
ความกว้าง	4.20^{c}±0.10	4.53^{ab}±0.06	4.70^{a}±0.10	4.30^{bc}+0.20
ปริมาตรจำเพาะ	3.36^{ab}±0.15	3.56^{a}±0.15	3.13^{b}±0.05	3.20^{b}±0.20
เนื้อสัมผัส				
Hardness (g)	464.94^{b}±30.10	253.43^{c}±28.57	366.18^{d}±12.59	675.03^{a}±12.64
Facturability (g)	15.75^{c}±0.41	17.38^{b}±0.71	19.13^{a}±0.50	16.19^{c}±0.36
Springiness (mm)^{ns}	0.97±0.01	0.93±0.01	1.76±1.07	0.96±0.00
Cohesiveness	0.79^{a}±0.02	0.74^{b}±0.02	0.82^{a}±0.01	0.82^{a}±0.01
Chewiness (g.mm)	356.68^{b}±37.20	174.13^{c}±19.14	331.39^{b}±39.98	535.95^{a}±11.91

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

: ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

: ±S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

1.1.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินสูตรพื้นฐาน

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินสูตรพื้นฐานทั้ง 4 สูตร โดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9=ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน แสดงดังตารางที่ 4.3 พบว่าความชอบทั้งด้านสี กลิ่น ความนุ่ม รสชาติ และความชอบโดยรวมของมัฟฟินทั้ง 4 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมัฟฟินสูตร B ได้คะแนนความชอบทุกคุณลักษณะสูงกว่าและแตกต่างกับมัฟฟินสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งความชอบด้านสี กลิ่นและความนุ่มอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง ส่วนความชอบด้านรสชาติ และความชอบโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก เมื่อพิจารณาร่วมกับคุณภาพทางกายภาพแสดงให้เห็นว่า ผู้ทดสอบชอบมัฟฟินสูตร B อาจเป็นเพราะมัฟฟินสูตรนี้มีสีเปลือกนอกที่มีสีเหลืองเข้ม และมีความนุ่มมากกว่าสูตรอื่น จากผลดังกล่าวจึงคัดเลือกมัฟฟินสูตร B เป็นสูตรพื้นฐานในการผลิตมัฟฟินเนื้อตาลสุกต่อไป

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	สูตรพื้นฐานของมัฟฟิน			
	สูตร A	สูตร B	สูตร C	สูตร D
สี	$5.6^{c} \pm 1.0$	$7.3^{a} \pm 0.9$	$6.3^{b} \pm 1.2$	$5.5^{c} \pm 1.5$
กลิ่น	$5.1^{c} \pm 1.1$	$7.1^{a} \pm 1.2$	$5.8^{b} \pm 1.4$	$5.4^{bc} \pm 1.4$
ความนุ่ม	$5.6^{c} \pm 1.1$	$7.1^{a} \pm 1.1$	$6.2^{b} \pm 1.2$	$5.1^{d} \pm 1.3$
รสชาติ	$5.3^{c} \pm 0.9$	$7.7^{a} \pm 1.1$	$5.8^{b} \pm 1.4$	$4.9^{c} \pm 1.5$
ความชอบโดยรวม	$5.5^{c} \pm 0.9$	$7.7^{a} \pm 1.2$	$6.0^{b} \pm 1.3$	$5.4^{c} \pm 1.1$

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

: $\pm$S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

1.2 ผลการศึกษาปริมาณเนื้อตาลสุกที่เหมาะสมในการผลิตมัฟฟิน

เมื่อนำสูตรพื้นฐานของมัฟฟินที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว (สูตร B) มาศึกษาอัตราส่วนของเนื้อตาลสุกต่อของเหลว (โดยน้ำหนัก) 6 ระดับคือ 100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80 และ 0:100 (สูตรควบคุม) จากการสังเกตพบว่า การเพิ่มเนื้อตาลในส่วนของเหลวมีผลให้ส่วนผสมของมัฟฟินมีแนวโน้มที่ความข้นหนืด สีเหลือง และกลิ่นตาลจะเพิ่มขึ้น ส่วนมัฟฟินที่อบสุกแล้วมีแนวโน้มที่สีของผิวนอกและสีของเนื้อในจะมีสีเหลือง กลิ่นตาล รสหวาน ความแน่นจะเพิ่มขึ้น และความนุ่มจะลดลง

(ก) 100 ต่อ 0

(ข) 80 ต่อ 20

(ค) 60 ต่อ 40

(ง) 40 ต่อ 60

(จ) 20 ต่อ 80

(ฉ) 0 ต่อ 100 (สูตรควบคุม)

ภาพที่ 4.2 ลักษณะของมัฟฟินที่มีอัตราส่วนของเนื้อตาลสุกต่อของเหลว (โดยน้ำหนัก) ทั้ง 6 ระดับ

1.2.1 คุณภาพทางกายภาพของมัฟฟินเนื้อตาลสุก

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของมัฟฟินที่ใส่เนื้อตาลสุกผสมกับของเหลวทั้ง 6 ระดับ ทั้งด้านสีผิวนอกและเนื้อภายใน ขนาด ปริมาตรจำเพาะ และเนื้อสัมผัสของมัฟฟิน แสดงดังตารางที่ 4.4

สี สีผิวนอกและเนื้อภายในของมัฟฟินที่ผสมเนื้อตาลทั้ง 6 ระดับมีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการเพิ่มปริมาณเนื้อตาลสุกซึ่งมีแคโรทีนอยด์ แป้ง และน้ำตาลเป็นองค์ประกอบ (นฤมล เหลืองนภา, 2533, หน้า 26; มนัสนันท์ บุญทราพงษ์ และคณะ, 2544, หน้า 425-428) มีผลให้สีทั้งผิวนอกและเนื้อภายในของมัฟฟินมีแนวโน้มของค่าความสว่างลดลงและมีค่าสีเหลืองเข้มขึ้น

ขนาด ทั้งความสูงและความกว้างของมัฟฟินที่ผสมเนื้อตาลทั้ง 6 ระดับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบมัฟฟินที่ผสมเนื้อตาลระดับต่าง ๆ กับมัฟฟินสูตรควบคุม (0:100) พบว่าการเพิ่มปริมาณเนื้อตาลสุกเป็นผลให้มัฟฟินมีความสูงหรือนูนเพิ่มขึ้น ส่วนความกว้าง (การแผ่ขยาย) ลดลง แม้จะอบในพิมพ์ที่มีขนาดเท่ากันก็ตาม ทั้งนี้เนื้อตาลสุกมีจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักให้ขึ้นฟูซึ่งส่วนใหญ่เป็นเชื้อยีสต์พวก *Candida krusei, Saccharomyces spp., Kloeckera apiculata* และ *Heseniaspora spp.* (บุญมา นิยมวิทย์ และพยอม อัตถวิบูลย์กุล, 2547, หน้า 274) อย่างไรก็ตามเนื้อตาลสุกมีปริมาณแป้ง ใยอาหาร และความชื้นซึ่งมีผลต่อการเกิดกลูเตนของแป้งสาลีและความแน่นเนื้อที่เพิ่มขึ้น ทำให้การแผ่ขยายตัวลดลงได้

ปริมาตรจำเพาะ ปริมาตรจำเพาะของมัฟฟินที่ผสมเนื้อตาลทั้ง 6 ระดับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการเพิ่มปริมาณเนื้อตาลสุกซึ่งมีปริมาณแป้ง ใยอาหาร ความชื้น และอื่น ๆ เพื่อทดแทนของเหลวในสูตรนั้นมีผลต่อการขึ้นฟูด้านข้าง (การแผ่ขยาย) ลดลงแล้วยังมีผลให้ปริมาตรจำเพาะของมัฟฟินลดลงด้วย

เนื้อสัมผัส มัฟฟินที่ผสมเนื้อตาลทั้ง 6 ระดับมีค่าความแข็ง (Hardness) และความสามารถในการเกาะตัว (Cohesiveness) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าความแตกเปราะ (Fracturability) อัตราการคืนรูป (Springiness) และพลังงานในการบดเคี้ยว (Chewiness) นั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยการเพิ่มปริมาณเนื้อตาลมีผลให้ความแข็งและความแน่นเนื้อของมัฟฟินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับเหตุผลที่ทำให้การแผ่ขยายและปริมาตรจำเพาะของมัฟฟินที่ลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อตาลสุก

ตารางที่ 4.4 คุณภาพทางกายภาพของมัฟฟินเนื้อตาลสุกทั้ง 6 ระดับ

คุณภาพ	อัตราส่วนของเนื้อตาลสุกต่อของเหลว (โดยน้ำหนัก)					
	100:0	80:20	60:40	40:60	20:80	0:100
สี (เปลือก)						
L*	45.57^{e} ±0.15	45.57^{e} ±0.15	47.73^{d} ±1.20	49.40^{c} ±0.20	52.40^{b} ±0.45	54.10^{a} ±0.36
a*	12.57^{a} ±1.81	10.50^{ab} ±1.06	11.60^{ab} ±1.35	12.00^{ab} ±1.65	7.27^{c} ±0.60	9.70^{b} ±0.56
b*	45.27^{a} ±1.96	44.37^{a} ±0.29	38.40^{b} ±0.50	37.03^{b} ±2.57	30.30^{c} ±0.87	32.83^{c} ±1.17
สี (เนื้อใน)						
L*	46.20^{d} ±0.78	47.27^{cd} ±0.06	47.97^{c} ±0.40	50.27^{b} ±1.44	49.50^{b} ±0.35	51.90^{a} ±0.10
a*	8.03^{a} ±0.40	7.20^{b} ±0.17	5.93^{c} ±0.40	4.17^{d} ±0.15	4.10^{d} ±0.44	0.73^{e} ±0.23
b*	46.53^{a} ±1.02	43.27^{b} ±0.15	39.73^{c} ±0.56	31.63^{d} ±0.89	26.00^{e} ±0.66	14.77^{f} ±0.15
ขนาด (cm)						
ความสูง	3.13^{a} ±0.06	3.00^{b} ±0.10	2.93^{bc} ±0.06	2.83^{c} ±0.06	2.77^{c} ±0.06	2.83^{c} ±0.58
ความกว้าง	4.02^{d} ±0.03	4.05^{d} ±0.00	4.19^{c} ±0.92	4.25^{c} ±0.50	4.35^{b} ±0.00	4.53^{a} ±0.58
ปริมาตรจำเพาะ	2.17^{c} ±0.04	2.13^{c} ±0.02	2.18^{c} ±0.09	2.22^{bc} ±0.03	2.28^{b} ±0.10	3.57^{a} ±0.15

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

คุณภาพ	อัตราส่วนของเนื้อตาลสุกต่อของเหลว (โดยน้ำหนัก)					
	100:0	80:20	60:40	40:60	20:80	0:100
เนื้อสัมผัส						
Hardness (g)	359.77^{a}±26.16	310.63^{ab}±3.85	289.80^{b}±11.61	295.14^{b}±54.19	285.39^{b}±32.62	270.05^{b}±42.93
Facturability (g) ^{ns}	17.83±0.70	16.73±0.24	17.40±1.22	17.45±0.07	17.05+0.89	17.55±0.55
Springiness (mm) ^{ns}	0.92±0.00	0.94±0.00	0.95±0.00	0.96±0.01	0.95±0.01	0.93±0.01
Cohesiveness	0.69^{ab}±0.02	0.67^{b}±0.03	0.67^{b}±0.04	0.72^{ab}±0.05	0.72^{ab}±0.01	0.74^{a}±0.02
Chewiness (g.mm) ^{ns}	228.51±15.28	181.01±15.25	203.28±5.26	199.71±54.63	195.82±22.11	186.01±32.36

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

: ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

: ±S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

1.2.2 คุณภาพทางเคมีของมัฟฟินเนื้อตาลสุก

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของมัฟฟินที่ใส่เนื้อตาลสุกผสมกับของเหลวทั้ง 6 ระดับ ได้แก่ ปริมาณความชื้น และน้ำอิสระ (Aw) ดังตารางที่ 4.5 พบว่า การเพิ่มปริมาณเนื้อตาลสุกมีผลให้มัฟฟินมีความชื้นและน้ำอิสระเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เป็นผลจากการใช้เนื้อตาลสุกแทนการใช้นมสดที่เป็นของเหลวในมัฟฟินสูตรพื้นฐาน โดยเนื้อตาลสุกจะมีปริมาณน้ำหรือความชื้นร้อยละ 93.0 (มนัสนันท์ บุญทราพงษ์ และคณะ, 2544, หน้า 425-428) ซึ่งมากกว่าปริมาณความชื้นของนมสดที่มีค่าเท่ากับ 88.0 (Hui, 2006, p.33-34)

ตารางที่ 4.5 คุณภาพทางเคมีของมัฟฟินเนื้อตาลสุกทั้ง 6 ระดับ

คุณภาพ	อัตราส่วนของเนื้อตาลสุกต่อของเหลว (โดยน้ำหนัก)					
	100:0	80:20	60:40	40:60	20:80	0:100
ความชื้น (%)	$29.29^{a} \pm 0.07$	$28.24^{b} \pm 0.02$	$27.68^{c} \pm 0.09$	$26.34^{d} \pm 0.20$	$25.45^{e} \pm 0.08$	$24.48^{f} \pm 0.05$
น้ำอิสระ (Aw)	$0.90^{a} \pm 0.00$	$0.89^{b} \pm 0.00$	$0.89^{b} \pm 0.00$	$0.88^{c} \pm 0.00$	$0.87^{d} \pm 0.00$	$0.86^{e} \pm 0.00$

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

: $\pm$S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

1.2.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินเนื้อตาลสุก

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินที่ใส่เนื้อตาลสุกผสมกับของเหลวทั้ง 6 ระดับ โดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9=ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน แสดงดังตารางที่ 4.6 พบว่าทั้งคุณลักษณะด้านสี กลิ่น ความนุ่ม ความหยุ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของมัฟฟินที่ใส่เนื้อตาลสุกในระดับต่าง ๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมัฟฟินที่ใส่เนื้อตาลสุกผสมกับของเหลวในอัตราส่วน 40:60 (โดยน้ำหนัก) ได้รับคะแนนความชอบทุกคุณลักษณะสูงกว่าตัวอย่างมัฟฟินอื่น โดยคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น ความนุ่ม และความหยุ่นอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก ความชอบด้านรสชาติอยู่ในเกณฑ์ชอบมากถึงชอบมากที่สุด และคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบมากที่สุด จากการวิเคราะห์ร่วมกับคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี แสดงให้เห็นว่าผู้

ทดสอบให้คะแนนความชอบมัฟฟินเนื้อตาลสุกที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ ทั้งสี ขนาด ปริมาตรจำเพาะ และเนื้อสัมผัสในลักษณะปานกลางมากกว่าตัวอย่างมัฟฟินอื่น

ดังนั้นจึงคัดเลือกมัฟฟินที่ใส่เนื้อตาลสุกผสมกับของเหลวที่ระดับ 40:60 (โดยน้ำหนัก) เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและพัฒนาเป็นมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลต่อไป โดยสูตรที่เหมาะสมนี้ประกอบด้วย แป้งสาลีเอนกประสงค์ร้อยละ 29.51 ผงฟูร้อยละ 2.49 เนยสดร้อยละ 12.88 น้ำตาลทรายร้อยละ 19.12 เกลือป่นร้อยละ 0.33 ไข่ไก่ร้อยละ 10.39 นมสดร้อยละ 14.96 กลิ่นวานิลาร้อยละ 0.33 และเนื้อตาลสุกร้อยละ 9.98 ของน้ำหนักทั้งหมด

ตารางที่ 4.6 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินเนื้อตาลสุกทั้ง 6 ระดับ

คุณภาพ	อัตราส่วนของเนื้อตาลสุกต่อของเหลว (โดยน้ำหนัก)					
	100:0	80:20	60:40	40:60	20:80	0:100
สี	$6.2^{d}\pm0.4$	$6.2^{d}\pm0.4$	$6.5^{c}\pm0.6$	$8.2^{a}\pm0.8$	$7.5^{b}\pm0.5$	$6.3^{d}\pm0.4$
กลิ่น	$6.3^{cd}\pm0.9$	$6.0^{d}\pm0.7$	$6.4^{c}\pm0.6$	$8.0^{a}\pm0.7$	$7.2^{b}\pm0.9$	$6.6^{c}\pm0.5$
เนื้อสัมผัส						
- ความนุ่ม	$6.8^{b}\pm0.6$	$6.5^{cd}\pm0.6$	$6.4^{c}\pm0.6$	$8.4^{a}\pm0.6$	$6.6^{cd}\pm0.8$	$6.6^{cd}\pm0.6$
- ความหยุ่น	$6.4^{c}\pm0.8$	$6.4^{c}\pm0.6$	$6.5^{bc}\pm0.5$	$8.3^{a}\pm0.6$	$6.7^{b}\pm0.6$	$5.8^{d}\pm0.8$
รสชาติ	$5.8^{d}\pm0.6$	$5.9^{d}\pm0.6$	$6.3^{c}\pm0.5$	$8.5^{a}\pm0.6$	$6.9^{b}\pm0.7$	$6.4^{c}\pm0.6$
ความชอบโดยรวม	$6.0^{d}\pm0.4$	$6.1^{d}\pm0.5$	$6.5^{c}\pm0.7$	$8.7^{a}\pm0.5$	$7.1^{b}\pm0.8$	$6.6^{c}\pm0.5$

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

: $\pm$S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

1.3 ผลการศึกษาปริมาณลูกตาลที่เหมาะสมในมัฟฟินเนื้อตาลสุก

จากการนำมัฟฟินเนื้อตาลสุกที่ผ่านการคัดเลือกคือ มัฟฟินที่ใส่เนื้อตาลสุกผสมกับของเหลวที่ระดับ 40:60 (โดยน้ำหนัก) มาเติมเนื้อลูกตาลหั่นเต๋าโดยศึกษา 3 ระดับ คือ ร้อยละ 15, 30 และ 45 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด จากการสังเกตพบว่าการเพิ่มปริมาณลูกตาลจะทำให้ส่วนผสมมีแนวโน้มที่ความข้นหนืดจะลดลง สีเหลืองอ่อนลง กลิ่นเนื้อตาลลดลงเล็กน้อย และมัฟฟินที่อบได้จะมีแนวโน้มที่สีของผิวนอกและสีของเนื้อในจะมีสีเหลืองอ่อนลง กลิ่นเนื้อตาลลดลง ส่วนรสหวานและความนุ่มจะเพิ่มขึ้น

(ก) ลูกตาลร้อยละ 15

(ข) ลูกตาลร้อยละ 30

(ค) ลูกตาลร้อยละ 45

ภาพที่ 4.3 ลักษณะของมัฟฟินที่ใส่เนื้อตาลสุกผสมกับของเหลวที่ระดับ 40:60 (โดยน้ำหนัก) มาเติมเนื้อลูกตาลหั่นเต๋า 3 ระดับ

1.3.1 คุณภาพทางกายภาพของมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของมัฟฟินเนื้อตาลสุกที่ผสมลูกตาล 3 ระดับ ประกอบด้วย สี ขนาด ปริมาตรจำเพาะ และเนื้อสัมผัสแสดงดังตารางที่ 4.7

สี สีของทั้งส่วนผิวนอกและเนื้อในมีค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) ของมัฟฟินเนื้อตาลสุกที่ผสมลูกตาลทั้ง 3 ระดับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และมีค่าสูงกว่ามัฟฟินเนื้อตาลสุกที่ไม่ได้ผสมลูกตาล ส่วนค่าสีแดง (a*) ในส่วนผิวนอกนั้นพบว่ามัฟฟินที่ผสมลูกตาลทั้ง 3 ระดับไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ส่วนของเนื้อในนั้นมีค่าสีแดง (a*) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้ค่าสีทั้งส่วนผิวนอกและเนื้อในของมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมสูกตาลร้อยละ 15 และร้อยละ 30 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่เมื่อเพิ่มระดับของลูกตาลเป็นร้อยละ 45 จะมีผลให้ค่าสีทั้งค่า L* a* และ b* มีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้เพราะลูกตาลมีส่วนประกอบของน้ำหรือความชื้นถึงร้อยละ 89.4 (กรมอนามัย, 2530, หน้า 25) ดังนั้นจึงเป็นการเพิ่มปริมาณน้ำในส่วนผสมทำให้แป้งสาลีมีโอกาสเกิดกลูเตน เนื้อมัฟฟินจึงเกิดความแน่น (จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2553, หน้า 27-28) รวมถึงลูกตาลมีสีขาวจึงอาจมีผลให้เกิดความแตกต่างนี้ขึ้น

ขนาดและปริมาตรจำเพาะ มัฟฟินที่ผสมลูกตาลร้อยละ 45 มีขนาดทั้งความสูงและความกว้าง รวมถึงปริมาตรจำเพาะน้อยกว่ามัฟฟินที่ผสมลูกตาลร้อยละ 15 และ 30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปริมาณลูกตาลในมัฟฟินมีผลให้มัฟฟินมีแนวโน้มทั้งความสูง ความกว้าง และปริมาตรจำเพาะลดลง เป็นเพราะการเพิ่มปริมาณลูกตาลเป็นการเพิ่มปริมาณน้ำในส่วนผสมทำให้แป้งสาลีมีโอกาสเกิดกลูเตน ส่วนผสมมีความหนืดเพิ่มขึ้น มัฟฟินจึงมีการขยายตัวลดลง

เนื้อสัมผัส มัฟฟินเนื้อตาลสุกที่ผสมลูกตาลทั้ง 3 ระดับมีค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความแตกเปราะ (Fracturability) อัตราการคืนรูป (Springiness) ความสามารถในการเกาะตัว (Cohesiveness) และพลังงานในการบดเคี้ยว (Chewiness) นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามปริมาณลูกตาลที่เพิ่มขึ้นมีผลให้มัฟฟินมีแนวโน้มของความแข็งและพลังงานในการบดเคี้ยวเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับสาเหตุที่ทำให้การขึ้นฟูและปริมาตรจำเพาะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณลูกตาล

ตารางที่ 4.7 คุณภาพทางกายภาพของมัฟฟินเนื้อตาลสุกที่ผสมลูกตาลในปริมาณต่าง ๆ

คุณภาพ	ปริมาณลูกตาลต่อน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด (ร้อยละ)		
	15	30	45
สี (เปลือก)			
L*	46.40^{a}±1.87	46.33^{a}±0.61	41.50^{b}±0.60
a*^{ns}	11.30±0.96	11.20±0.72	10.53±1.40
b*	35.46^{a}±1.00	35.53^{a}±0.49	33.60^{b}±0.75
สี (เนื้อใน)			
L*	48.80^{a}±1.17	48.83^{a}±0.25	44.93^{b}±0.77
a*	4.20^{a}±0.36	3.86^{ab}±0.20	2.90^{b}±1.00
b*	34.36^{a}±0.92	35.06^{a}±0.41	28.13^{b}±1.21
ขนาด (cm)			
ความสูง	3.36^{a}±0.05	3.13^{b}±0.05	3.00^{c}±0.00
ความกว้าง	4.66^{a}±0.05	4.63^{a}±0.05	4.16^{b}±0.05
ปริมาตรจำเพาะ	2.44^{a}±0.01	2.35^{b}±0.01	2.26^{c}±0.01
เนื้อสัมผัส			
Hardness (g)^{ns}	500.93±49.41	597.04±55.19	659.69±128.33
Facturability (g) ^{ns}	17.79±0.19	18.13±1.15	16.75±1.38
Springiness (mm) ^{ns}	0.92±0.00	0.92±0.01	0.91±0.01
Cohesiveness^{ns}	0.69±0.01	0.71±0.01	0.70±0.00
Chewiness (g.mm) ^{ns}	322.68±38.87	395.94±37.81	426.42±72.86

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

: ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

: ±S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

1.3.2 คุณภาพทางเคมีของมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลทั้ง 3 ระดับ ได้แก่ ปริมาณความชื้น และน้ำอิสระ (Aw) ดังตารางที่ 4.8 พบว่าการเพิ่มปริมาณลูกตาลมีผลให้มัฟฟินเนื้อตาลสุกมีปริมาณความชื้นและน้ำอิสระเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อ

เปรียบเทียบผลจากตารางที่ 4.8 กับตารางที่ 4.5 (คุณภาพทางเคมีของมัฟฟินที่มีอัตราส่วนของเนื้อตาลสุกต่อของเหลว (โดยน้ำหนัก) 40:60) พบว่าการเพิ่มปริมาณลูกตาลเป็นผลให้มัฟฟินมีแนวโน้มของความชื้นและน้ำอิสระเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้เพราะลูกตาลมีองค์ประกอบของน้ำอยู่ถึงร้อยละ 89.4 (กรมอนามัย, 2530, หน้า 25)

ตารางที่ 4.8 คุณภาพทางเคมีของมัฟฟินเนื้อตาลสุกที่ผสมลูกตาลในปริมาณต่าง ๆ

คุณภาพ	ปริมาณลูกตาลต่อน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด (ร้อยละ)		
	15	30	45
ความชื้น (%)	$32.66^{c}\pm0.10$	$35.67^{b}\pm0.07$	$38.42^{a}\pm0.12$
น้ำอิสระ (Aw)	$0.91^{c}\pm0.00$	$0.92^{b}\pm0.00$	$0.93^{a}\pm0.00$

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

: $\pm$S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

1.3.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินเนื้อตาลสุกที่ผสมลูกตาลร้อยละ 15, 30 และ 45 โดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9=ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน แสดงดังตารางที่ 4.9 พบว่าทั้งคุณลักษณะด้านสี กลิ่น ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ รสชาติ ปริมาณลูกตาล และความชอบโดยรวมของมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลร้อยละ 30 ได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยความชอบทั้งด้านสี กลิ่น ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ รสชาติ ปริมาณลูกตาล และความชอบโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก เมื่อพิจารณาคุณภาพทางประสาทสัมผัสร่วมกับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีแสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบมีแนวโน้มที่จะชอบมัฟฟินที่มีสีเหลืองมาก มีขนาดและความแข็งปานกลางระหว่างปริมาณลูกตาลร้อยละ 15 และร้อยละ 45 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด

ดังนั้นจึงคัดเลือกมัฟฟินเนื้อตาลสุกที่ผสมลูกตาลร้อยละ 30 ของน้ำหนักส่วนผสมเพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) ปริมาณเบต้าแคโรทีน และการยอมรับของผู้บริโภคต่อไป โดยสูตรที่เหมาะสมนี้ประกอบด้วย แป้งสาลีเอนกประสงค์ร้อยละ 22.70 ผงฟูร้อยละ 1.92 เนยสดร้อยละ 9.91 น้ำตาลทรายร้อยละ 14.71 เกลือป่นร้อยละ 0.26 ไข่ไก่ร้อยละ 7.99 นมสด

ร้อยละ 11.51 กลิ่นวานิลาร้อยละ 0.26 เนื้อตาลสุกร้อยละ 7.67 และลูกตาลร้อยละ 23.08 ของน้ำหนักทั้งหมด

ตารางที่ 4.9 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินเนื้อตาลสุกที่ผสมลูกตาลในปริมาณต่าง ๆ

คุณภาพ	ปริมาณลูกตาลต่อน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด (ร้อยละ)		
	15	30	45
สี	$6.7^{b}\pm0.5$	$8.0^{a}\pm0.6$	$6.6^{b}\pm0.7$
กลิ่น	$6.7^{b}\pm0.5$	$7.7^{a}\pm0.7$	$6.6^{b}\pm0.5$
ความนุ่ม	$6.4^{c}\pm0.5$	$7.8^{a}\pm0.4$	$6.8^{b}\pm0.5$
ความชุ่มฉ่ำ	$7.0^{b}\pm0.0$	$8.3^{a}\pm0.5$	$6.3^{c}\pm0.5$
รสชาติ	$7.4^{b}\pm0.5$	$8.3^{a}\pm0.5$	$6.6^{c}\pm0.5$
ปริมาณลูกตาล	$6.6^{c}\pm0.5$	$8.3^{a}\pm0.5$	$7.1^{b}\pm0.6$
ความชอบโดยรวม	$6.6^{b}\pm0.5$	$8.3^{a}\pm0.6$	$6.8^{b}\pm0.6$

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

: $\pm$S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2. ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

จากการศึกษาคุณภาพทางเคมีของมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล ดังตารางที่ 4.10 ซึ่งมัฟฟินเนื้อตาลสุกที่มีการผสมลูกตาลจะมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย คาร์โบไฮเดรต รวมถึงพลังงานทั้งหมด และปริมาณเบต้าแคโรทีนมีค่าต่ำกว่ามัฟฟินเนื้อตาลสุก เป็นเพราะการเพิ่มปริมาณลูกตาลในสูตรมีผลให้ปริมาณน้ำหนักของส่วนผสมอื่นนั้นลดปริมาณลง ทั้งนี้ลูกตาลมีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบสูงถึงร้อยละ 89.4 (กรมอนามัย, 2530, หน้า 25)

ตารางที่ 4.10 คุณภาพทางเคมีของมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลต่อ 100 กรัม อาหาร

ค่าคุณภาพ	มัฟฟินเนื้อตาลสุก	มัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล
ความชื้น (%)	25.75	38.20
โปรตีน (%)	5.56	3.75
ไขมัน (%)	13.50	10.22
เถ้า (%)	2.32	1.75
เยื่อใย (%)	0.72	1.01
คาร์โบไฮเดรต (%)	52.15	45.07
พลังงานทั้งหมด (Kcal)	352.34	287.26
เบต้าแคโรทีน (µg)	102.53	94.11

3. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

3.1 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อมัฟฟินเนื้อตาลสุก

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ณ ศูนย์ปฏิบัติการอาหารนานาชาติสวนดุสิต และศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต พบว่า ผู้บริโภคแบ่งเป็นเพศหญิงร้อยละ 67.0 และเพศชายร้อยละ 33.0 แบ่งเป็นช่วงอายุ 20-30 ปี ร้อยละ 88.0 และอายุ 31-40 ปี ร้อยละ 12.0 ด้านอาชีพ ส่วนใหญ่เป็นนักเรียน/นักศึกษาร้อยละ 74.0 รองลงมาคืออาจารย์ร้อยละ 8.0 รายได้เฉลี่ยต่อเดือนพบว่า ส่วนใหญ่มีรายได้ต่ำกว่า 10,000 บาทร้อยละ 62.0 รองลงมาคือช่วง 10,001-15,000 บาทร้อยละ 26.0 ดังตารางที่ 4.11

ด้านความชอบของผลิตภัณฑ์พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบด้านสี กลิ่น ความนุ่ม และความหยุ่นอยู่ในระดับชอบปานกลาง ส่วนความชอบด้านรสชาติและความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก ดังตารางที่ 4.12

ด้านการยอมรับของผู้บริโภคพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมซื้อมัฟฟินเพื่อรับประทานเอง คิดเป็นร้อยละ 85.0 มีการยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 96.0 มีการตัดสินใจซื้อร้อยละ 88.0 และต้องการให้มัฟฟินนี้มีราคาต่อกล่อง (1 กล่อง บรรจุ 4 ชิ้น) เท่ากับ 30 บาทร้อยละ 46.0 และกล่องละ 25 บาทร้อยละ 34.0 ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจากการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุก

n=100

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
เพศ		
หญิง	67	67.0
ชาย	33	33.0
อายุ		
น้อยกว่า 20 ปี	0	0
20-30 ปี	88	88.0
31-40 ปี	12	12.0
มากกว่า 40 ปี	0	0
อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	74	74.0
พนักงานบริษัทเอกชน/รัฐวิสาหกิจ	5	5.0
บุคลากรในมหาวิทยาลัย	0	0
อาจารย์	8	8.0
ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย	3	3.0
อื่น ๆ	0	0
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
ต่ำกว่า 10,000 บาท	62	62.0
10,001-15,000 บาท	26	26.0
15,001-20,000 บาท	12	12.0
ตั้งแต่ 20,001 บาทขึ้นไป	0	0

ตารางที่ 4.12 คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุก

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความชอบ
สี	7.4	ชอบปานกลาง
กลิ่น	7.1	ชอบปานกลาง
ความนุ่ม	7.4	ชอบปานกลาง
ความหยุ่น	7.4	ชอบปานกลาง
รสชาติ	7.6	ชอบมาก
ความชอบโดยรวม	7.6	ชอบมาก

ตารางที่ 4.13 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุก

n=100

ข้อมูลสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
การยอมรับมัฟฟินเนื้อตาลสุก		
ยอมรับ	96	96.0
ไม่ยอมรับ	4	4.0
การตัดสินใจซื้อมัฟฟินเนื้อตาลสุก		
ซื้อ	88	88.0
ไม่แน่ใจ	10	10.0
ไม่ซื้อ	2	2.0
เหตุผลของการซื้อ		
ซื้อรับประทานเอง	85	85.0
เป็นของฝาก	13	13.0
ใช้จัดเลี้ยง	2	2.0
อื่น ๆ	0	0
ราคาต่อกล่องของมัฟฟินเนื้อตาลสุก (1 กล่อง บรรจุ 4 ชิ้น)		
20 บาท	18	18.0
25 บาท	34	34.0
30 บาท	46	46.0
35 บาท	2	2.0

3.2 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ณ ศูนย์ปฏิบัติการอาหารนานาชาติสวนดุสิต และศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต พบว่า ผู้บริโภคแบ่งเป็นเพศหญิงร้อยละ 76.0 และเพศชายร้อยละ 24.0 แบ่งเป็นช่วงอายุ 20-30 ปี ร้อยละ 92.0 และอายุ 31-40 ปี ร้อยละ 8.0 ด้านอาชีพ ส่วนใหญ่เป็นนักเรียน/นักศึกษาร้อยละ 86.0 รองลงมาคือบุคลากรในมหาวิทยาลัยร้อยละ 12.0 รายได้เฉลี่ยต่อเดือนพบว่า ส่วนใหญ่มีรายได้ต่ำกว่า 10,000 บาทร้อยละ 52.0 รองลงมาคือช่วง 10,001-15,000 บาทร้อยละ 46.0 ดังตารางที่ 4.14

ด้านความชอบของผลิตภัณฑ์พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบด้านสี กลิ่น และความชุ่มฉ่ำอยู่ในระดับชอบปานกลาง ส่วนความชอบด้านความนุ่ม รสชาติ ปริมาณลูกตาล และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมากดังตารางที่ 4.15

ด้านการยอมรับของผู้บริโภคพบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมซื้อมัฟฟินเพื่อรับประทานเองคิดเป็นร้อยละ 92.0 มีการยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 100 มีการตัดสินใจซื้อร้อยละ 96.0 และต้องการให้มัฟฟินนี้มีราคาต่อกล่อง (1 กล่อง บรรจุ 4 ชิ้น) เท่ากับ 40 บาทร้อยละ 62.0 และกล่องละ 35 บาทร้อยละ 28.0 ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.14 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจากการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

n=100

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
เพศ		
หญิง	76	76.0
ชาย	24	24.0
อายุ		
น้อยกว่า 20 ปี	0	0
20-30 ปี	92	92.0
31-40 ปี	8	8.0
มากกว่า 40 ปี	0	0
อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	86	86.0
พนักงานบริษัทเอกชน/รัฐวิสาหกิจ	12	12.0
บุคลากรในมหาวิทยาลัย	2	2.0
อาจารย์	0	0
ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย	0	0
อื่น ๆ	0	0
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
ต่ำกว่า 10,000 บาท	52	52.0
10,001-15,000 บาท	46	46.0
15,001-20,000 บาท	2	2.0
ตั้งแต่ 20,001 บาทขึ้นไป	0	0

ตารางที่ 4.15 คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความชอบ
สี	7.3	ชอบปานกลาง
กลิ่น	7.1	ชอบปานกลาง
ความนุ่ม	7.8	ชอบมาก
ความชุ่มฉ่ำ	7.3	ชอบปานกลาง
รสชาติ	8.0	ชอบมาก
ปริมาณลูกตาล	8.1	ชอบมาก
ความชอบโดยรวม	8.1	ชอบมาก

ตารางที่ 4.16 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

n=100

ข้อมูลสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
การยอมรับมัฟฟินเนื้อตาลสุก		
ยอมรับ	100	100.0
ไม่ยอมรับ	0	0
การตัดสินใจซื้อมัฟฟินเนื้อตาลสุก		
ซื้อ	96	96.0
ไม่แน่ใจ	2	2.0
ไม่ซื้อ	2	2.0
เหตุผลของการซื้อ		
ซื้อรับประทานเอง	92	92.0
เป็นของฝาก	5	5.0
ใช้จัดเลี้ยง	3	3.0
อื่น ๆ	0	0
ราคาต่อกล่องของมัฟฟินเนื้อตาลสุก (1 กล่อง บรรจุ 4 ชิ้น)		
35 บาท	28	28.0
40 บาท	62	62.0
45 บาท	7	7.0
50 บาท	3	3.0

4. ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตของมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

ต้นทุนการผลิตของมัฟฟินเนื้อตาลสุก 1 สูตร จะได้มัฟฟินจำนวน 20 ชิ้น (ชิ้นละ 24 กรัม) พบว่า มัฟฟินเนื้อตาลสุกมีต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้จริงทั้งหมด 28.32 บาท และมีต้นทุนอื่น ๆ ร้อยละ 5 ของต้นทุนจริง 1.42 บาท รวมต้นทุนการผลิตทั้งหมดเท่ากับ 29.74 บาท และต้นทุนการผลิตต่อชิ้นคือ 1.49 บาท ดังตารางที่ 4.17 ส่วนมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล 1 สูตรจะได้มัฟฟินจำนวน 16 ชิ้น (ชิ้นละ 37 กรัม) พบว่ามัฟฟินนี้มีต้นทุนวัตถุดิบที่ใช้จริงทั้งหมด 56.35 บาท และมีต้นทุนอื่น ๆ ร้อยละ 5 ของต้นทุนจริง 2.82 บาท ดังนั้นต้นทุนการผลิตทั้งหมดเท่ากับ 59.17 บาท โดยมีต้นทุนการผลิตต่อชิ้นคือ 3.70 บาท ดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.17 ต้นทุนวัตถุดิบของมัฟฟินเนื้อตาลสุก 1 สูตร (ได้ 20 ชิ้น)

ส่วนผสม	ราคา (บาท)/กรัม	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ราคา/ปริมาณที่ใช้ (บาท)
แป้งสาลีอเนกประสงค์	0.037	142	5.25
ผงฟู	0.170	12	2.04
เนยสด	0.150	62	9.30
น้ำตาลทราย	0.024	92	2.16
เกลือป่น	0.100	1.6	0.16
ไข่ไก่	0.080	50	4.00
นมสด	0.053	72	3.84
กลิ่นวานิลา	0.079	1.6	0.13
เนื้อตาลสุก	0.030	48	1.44
รวมต้นทุนวัตถุดิบ (บาท)			28.32
รวมต้นทุนอื่นร้อยละ 5 (บาท)			1.42
รวมต้นทุนทั้งหมด (บาท)			**29.74**

ตารางที่ 4.18 ต้นทุนวัตถุดิบของมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล 1 สูตร (ได้ 16 ชิ้น)

ส่วนผสม	ราคา (บาท)/กรัม	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ราคา/ปริมาณที่ใช้ (บาท)
แป้งสาลีอเนกประสงค์	0.037	142	5.25
ผงฟู	0.170	12	2.04
เนยสด	0.150	62	9.30
น้ำตาลทราย	0.024	92	2.16
เกลือป่น	0.100	1.6	0.16
ไข่ไก่	0.080	50	4.00
นมสด	0.053	72	3.84
กลิ่นวานิลา	0.079	1.6	0.13
เนื้อตาลสุก	0.030	48	1.44
ลูกตาล	0.194	144.4	28.03
รวมต้นทุนวัตถุดิบ (บาท)			56.35
รวมต้นทุนอื่นร้อยละ 5 (บาท)			2.82
รวมต้นทุนทั้งหมด (บาท)			**59.17**

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย และอภิปรายผล

การศึกษาและพัฒนาสูตรมัฟฟินเนื้อตาลสุก โดยคัดเลือกสูตรพื้นฐานจาก Muffin Recipe (n.d.) จากนั้นศึกษาอัตราส่วนของเนื้อตาลสุกต่อของเหลว (โดยน้ำหนัก) พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบที่ระดับ 40:60 สูงกว่าตัวอย่างอื่น มีความชอบโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบมากถึงชอบมากที่สุด ทั้งนี้การเพิ่มปริมาณเนื้อตาลสุกมีผลให้มัฟฟินมีแนวโน้มของสีเหลือง (b*) เข้มขึ้นทั้งส่วนผิวนอกและเนื้อใน มีขนาดชิ้น ความแข็ง และความชื้นเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากเนื้อตาลสดมีแคโรทีนอยด์ แป้ง และน้ำตาลเป็นองค์ประกอบ (นฤมล เหลืองนภา, 2533, หน้า 26; มนัสนันท์ บุญทราพงษ์ และคณะ, 2544, หน้า 425-428) จึงมีผลให้ทั้งผิวนอกและเนื้อภายในของมัฟฟินมีค่าสีเหลืองเข้มขึ้น นอกจากนี้เนื้อตาลสุกยังมีจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมักให้ขึ้นฟู ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกลุ่มของยีสต์ (บุญมา นิยมวิทย์ และ พยอม อัตถวิบูลย์กุล, 2547, หน้า 274) รวมถึงมีแป้ง ใยอาหาร และความชื้นที่ส่งผลต่อการเกิดกลูเตนของแป้งสาลีและความแน่นเพิ่มขึ้นด้วย สูตรที่เหมาะสมของมัฟฟินเนื้อตาลสุกประกอบด้วย แป้งสาลีเอนกประสงค์ร้อยละ 29.51 ผงฟูร้อยละ 2.49 เนยสดร้อยละ 12.88 น้ำตาลทรายร้อยละ 19.12 เกลือป่นร้อยละ 0.33 ไข่ไก่ร้อยละ 10.39 นมสดร้อยละ 14.96 กลิ่นวานิลาร้อยละ 0.33 และเนื้อตาลสุกร้อยละ 9.98 ของน้ำหนักทั้งหมด ส่วนการศึกษาและพัฒนาสูตรมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลนั้นพัฒนาจากสูตรมัฟฟินเนื้อตาลสุก โดยศึกษาปริมาณลูกตาลที่เหมาะสมในการผลิต พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมัฟฟินเนื้อตาลสุกที่ใส่ลูกตาลร้อยละ 30 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมดสูงกว่าตัวอย่างอื่น ซึ่งความชอบโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบมาก ทั้งนี้การเพิ่มปริมาณลูกตาลที่ร้อยละ 45 มีผลให้ปริมาณมัฟฟินมีแนวโน้มของค่าความสว่าง (L*) และสีเหลือง (b*) อ่อนลง ขนาดชิ้นลดลง มีความแข็งและความชื้นเพิ่มขึ้น เป็นเพราะลูกตาลมีส่วนประกอบของน้ำหรือความชื้นถึงร้อยละ 89.4 (กรมอนามัย, 2530, หน้า 25) ดังนั้นจึงเป็นการเพิ่มปริมาณน้ำในส่วนผสมทำให้แป้งสาลีมีโอกาสเกิดกลูเตน ทำให้เนื้อมัฟฟินเกิดความแน่น (จิตธนา แจ่มเมฆและอรอนงค์ นัยวิกุล, 2553, หน้า 27-28) รวมถึงลูกตาลมีสีขาวจึงอาจมีผลให้เกิดความแตกต่างนี้ขึ้น ซึ่งสูตรที่เหมาะสมของมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลประกอบด้วย แป้งสาลีเอนกประสงค์ร้อยละ 22.70 ผงฟูร้อยละ 1.92 เนยสดร้อยละ 9.91 น้ำตาลทรายร้อยละ 14.71 เกลือป่นร้อยละ 0.26 ไข่ไก่ร้อยละ 7.99 นมสดร้อยละ 11.51 กลิ่นวานิลาร้อยละ 0.26 เนื้อตาลสุกร้อยละ 7.67 และลูกตาลร้อยละ 23.08 ของน้ำหนักทั้งหมด

การศึกษาคุณภาพทางเคมีของมัฟฟิน พบว่ามัฟฟินเนื้อตาลสุกประกอบด้วย ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 25.75, 5.56, 13.50, 2.32, 0.72 และ 52.15 ตามลำดับ ส่วนมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลมีส่วนประกอบร้อยละ 38.20, 3.75, 10.22, 1.75, 1.01 และ 45.07 ตามลำดับ ทั้งนี้มัฟฟินเนื้อตาลสุก 100 กรัม มีพลังงานทั้งหมด 352.34 กิโลแคลอรี่ และเบต้าแคโรทีน 102.53 ไมโครกรัม ส่วนมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล 100 กรัม มีพลังงานทั้งหมด 287.26 กิโลแคลอรี่ และเบต้าแคโรทีน 94.11 ไมโครกรัม

การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อมัฟฟินทั้ง 2 ชนิดของผู้บริโภคจำนวน 100 คน โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale พบว่ามัฟฟินเนื้อตาลสุกนั้นผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก ซึ่งให้การยอมรับร้อยละ 96 มีการตัดสินใจซื้อร้อยละ 88 โดยต้องการซื้อมัฟฟินนี้ขนาดบรรจุ 1 กล่อง 4 ชิ้นในราคา 30 บาท คิดเป็นร้อยละ 46 ส่วนมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลนั้นผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก ผู้บริโภคทั้งหมด (ร้อยละ 100) ยอมรับมัฟฟินนี้ และตัดสินใจซื้อร้อยละ 96 มีความต้องการซื้อมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลนี้ขนาดบรรจุ 1 กล่อง 4 ชิ้นในราคา 40 บาท คิดเป็นร้อยละ 62

การศึกษาต้นทุนการผลิตของมัฟฟินทั้ง 2 ชนิด พบว่ามัฟฟินเนื้อตาลสุกมีต้นทุนการผลิตต่อชิ้นเท่ากับ 1.49 บาท ส่วนมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลมีต้นทุนการผลิตต่อชิ้นเท่ากับ 3.70 บาท

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. เนยสดที่ใช้ในการผสมมัฟฟินทั้ง 2 ชนิดควรเป็นเนยสดแช่เย็น ไม่ควรใช้เนยสดที่แช่แข็งหรือเนยสดที่นิ่มจนเกินไป เนื่องจากอุณหภูมิของเนยมีผลต่อการขึ้นฟูและเนื้อสัมผัสของมัฟฟิน
2. การผลิตมัฟฟินที่มีขนาดแตกต่างจากงานวิจัยควรมีการปรับระยะเวลาในการอบสุกโดยยังใช้อุณหภูมิในการอบเท่าเดิม ถ้าขนาดชิ้นใหญ่ขึ้นจะต้องใช้ระยะเวลาการอบเพิ่มขึ้น และถ้าขนาดชิ้นเล็กลงจะใช้ระยะเวลาการอบลดลง

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการนำเนื้อตาลและส่วนต่าง ๆ ของตาลมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับตาล

2. ควรมีการนำวัตถุดิบอาหารที่มีมากในประเทศมาใช้ในการทำมัฟฟินและผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงเพื่อเพิ่มความหลากหลายกับผลิตภัณฑ์ และยังเป็นเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบนั้น ๆ ด้วย

3. ควรมีการศึกษารูปแบบการบรรจุและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรมภาษาไทย

คณะกรรมการกำหนดรูปแบบโรงงานแปรรูปผลิตผลตาลโตนด. (2544). *ตาลโตนด ผลิตภัณฑ์อาหาร แปรรูปและรูปแบบโรงผลิต.* กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร.

งามทิพย์ ภู่วโรดม. (2550). *การบรรจุอาหาร.* กรุงเทพฯ: เอส.พี.เอ็ม. การพิมพ์.

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. (2553). *เบเกอรีเทคโนโลยีเบื้องต้น.* (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณนนท์ แดงสังวาลย์. (2553). *มัฟฟิน.* กรุงเทพฯ: แม่บ้าน.

แดง. (2553). *เที่ยวตลาดดอนหวาย*. 22 พฤศจิกายน 2555. http://www.holidaythai.com/dang/blogs-4536.htm

ทิพวรรณ เฟื่องเรือง. (2533). *ขนมอบ.* กรุงเทพฯ: กรมอาชีวศึกษา.

นรินทร์ พูลเพิ่ม. (2550). *ตาลโตนด*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

นฤมล เหลืองนภา. (2533). *การผลิตและการใช้เนื้อสูกตาลสุกผงในขนมไทยบางชนิด*. วิทยานิพนธ์คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

บุญมา นิยมวิทย์ และพยอม อัตถวิบูลย์กุล. (2547). ผลิตภัณฑ์จากลูกตาล. *วารสารอาหาร*, 34(4), 272-276.

พรดารา เขตต์ทองคำ. (2544). *ขนมเบื้องไทยจากแป้งเมล็ดขนุน*. วิทยานิพนธ์คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

มนัสนันท์ บุญทราพงษ์, กมลวรรณ แจ้งชัด, อนุวัตร แจ้งชัด และวิชัย หฤทัยธนาสันต์. (2544). การศึกษาคุณภาพของเนื้อตาลสุกและขนมตาลที่ผลิตจากเนื้อตาลสุกผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรเซชัน. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39* (หน้า 425-433). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไร่สาธร แหล่งท่องเที่ยวและสินค้า. (ม.ป.ป.). *OTOP: ข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตาลโตนด.* 15 มิถุนายน 2555. http://www.raisathon.com/otop/otop_detail.php

ลักกี้. (2553). *ลูกตาลลอยแก้ว น้ำเชื่อมขนุน*. 22 พฤศจิกายน 2555. http://www.bloggang.com/mainblog.php?id=sriratri&month=-04-23 2009&group=8&gblog=14

ลาวรรณ์ บัวสาย. (2551). *การพัฒนากรรมวิธีการผลิตขนมเค้กจากเนื้อตาล*. งานวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. นครสวรรค์.

วศินา จันทรศิริ และสุวิทย์ เกษรศรี. (2539). *การวางแผนและการประยุกต์รายการอาหาร*. เอกสารการสอนชุดวิชา การจัดการและการบริการอาหารในภัตตาคาร หน่วยที่ 7. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

ศศิธร เกิดเกลี้ยง. (2553). *ขนมมัฟฟินมะม่วง.* งานวิจัยวิทยาศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต. กรุงเทพฯ.

ศูนย์ปฏิบัติการอาหารนานาชาติสวนดุสิต. (2553). *เอกสารประกอบการสอนบทปฏิบัติการวิชาขนมปัง*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

เศก. (2553). *มีจาวตาลมาฝากครับ*. 22 พฤศจิกายน 2555. http://www.oknation.net/blog/account.php?id=33318

เศรษฐพงษ์ เผ่าวัฒนา. (2546). *ของหวาน ๆ พื้นฐานการทำเค้ก.* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: บ้านและสวน.

สถิรัตน์ แก้วมณี. (2548, กรกฎาคม 14). อรรถ ขันสี, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. สัมภาษณ์.

สมโชค เฉตระการ. (2554). *ต้นตาลที่ปลูก เมื่อ 35 ปีที่ผ่านมาออกลูกดกสกัดเอาเนื้อตาลเก็บไว้ใช้... เมื่ออยากทำขนมตาลทาน.* 31 พฤษภาคม 2555. http://www.oknation.net/blog/somchoke101/2011/05/25/entry-3

เสิน. (2555). *เอาลูกตาลมาฝาก*. 22 พฤศจิกายน 2555. http://www.bansuanporpeang.com/node/21111

อนามัย, กรม. (2530). *ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม.* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล. (2544). *หลักการประกอบอาหาร.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ

Association of Official Analytical Chemists. (1997). *Official Methods of Analysis of Association of Official.* (16th ed)**.** Washington D.C.: Association of Official Analytical Chemists.

Association of Official Analytical Chemists. (2002). *Official Methods of Analysis of Association of Official.* (17th ed). Washington D.C.: Association of Official Analytical Chemists.

Hui, Y.H. (2006). *Bakery Product: Science and Technology.* Iowa: Blackwell publishing.

Lee, C.C., Hoseney, R.C. and Varriano-Marston, E. (1982). Development of a laboratory scale single stage cake mix. *Cereal Chem*. 59(2), 389-392.

Muffin Recipe. (n.d.). *Vanilla Muffin.* Retrieved July 7, 2012, from URL: http://www.muffinrecipes.net/vanilla muffins.html

Tassanaudom U., Srapinkornburee W., NipornramS. และ Chatdumrong W. (2010). Comparision of physical and chemical characteristics between inoculum and conventional processes for toddy palm cake. *As. J. Food Ag-Ind,* 3(3), 303-311.

Wayne, G. (1994). *Professional Baking*. (2nd ed). New York: John Wiley&Sons.

William, J.S. (1986). *Practical Baking***.** (4th ed). New York: Van Nostrand Reinhold.

Wendy, S. (2000). *The Essential Baking Cookbook*. Hong Kong: Toppan Printing Printing.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพ

ภาคผนวก ก1 การวิเคราะห์คุณภาพด้านสี (AOAC, 2002)

1. อุปกรณ์

1.1 เครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ Hunterlab Tristimulus Colorimeter

2. วิธีการวิเคราะห์

2.1 ทำการ Calibrate เครื่องด้วย Black and white standard plate
2.2 นำตัวอย่างไปบดให้ละเอียด ใส่ในถ้วยแล้วนำมาวางบนแท่นวัด
2.3 เริ่มวัดค่าสีด้วยระบบ Hunter color system ค่าที่ได้จะเป็นค่า L* a* b*
2.4 ทำการวัด 3 ซ้ำ

ภาคผนวก ก2 การวัดปริมาตรจำเพาะ (Specific volume) โดยการแทนที่ด้วยงา (Lee *et. al*., 1982)

1. อุปกรณ์

1.1 ภาชนะโลหะที่มีขนาดใหญ่กว่าผลิตภัณฑ์

1.2 ไม้บรรทัด หรือที่ปาด

1.3 กระบอกตวง

1.4 เครื่องชั่ง

2. วิธีการ

2.1 ชั่งน้ำหนักของผลิตภัณฑ์

2.2 เติมเมล็ดงาลงในภาชนะโลหะที่มีขนาดใหญ่กว่าผลิตภัณฑ์จนเต็ม และปาดให้เมล็ดงาเสมอกับขอบภาชนะ อ่านปริมาตรของเมล็ดงาที่เติมนั้นโดยใช้กระบอกตวง

2.3 วางผลิตภัณฑ์ลงในภาชนะ เติมเมล็ดงาลงไปจนเต็ม อ่านปริมาตรของเมล็ดงาที่ใช้เติมนั้นโดยใช้กระบอกตวง

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาตรจำเพาะ} = \frac{\text{ปริมาตรของผลิตภัณฑ์}}{\text{น้ำหนักของผลิตภัณฑ์}}$$

หมายเหตุ ปริมาตรของผลิตภัณฑ์ = ปริมาตรของเมล็ดงาในข้อ 2.2 – ปริมาตรของเมล็ดงาในข้อ 2.3

ภาคผนวก ก3 การวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อสัมผัส (AOAC, 2002)

1. อุปกรณ์

1.1 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture Analyzer รุ่นTA-XT2i

1.2 หัววัดแรงกด (Compression) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร (P/100)

1.3 ลูกตุ้มน้ำหนัก 5 กิโลกรัม

2.วิธีการ

2.1 การทดสอบมีดังนี้เปิดเครื่อง Texture Analyzer เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมด

2.2 ใส่หัววัดแรงกดโดยทำการ Calibrate Load cell ด้วยการวางตุ้มน้ำหนัก 5 กิโลกรัมบนแท่น Calibrate จากนั้นติดตั้งแท่นสำหรับวางชิ้นงาน

2.3 นำตัวอย่างที่จะทำการทดสอบมาวางบนแท่นวางและปรับระยะห่างระหว่างหัวกดกับตัวอย่าง

2.4 ทำการปรับความเร็วที่ใช้ในการกดซึ่งจะใช้ความเร็วในการกด (Test speed) 1 มิลลิเมตรต่อนาที โดยระยะทางที่กดตัวอย่าง 50% Strain

2.5 หลังจากนั้นนำตัวอย่างที่จะทำการทดสอบมาวางบนแท่นวาง เริ่มทำการทดสอบโดยกดปุ่มเริ่มการทำงาน หัวกดจะเคลื่อนที่ในแนวดิ่งด้วยความเร็ว 1 มิลลิเมตรต่อนาทีแล้วกดลงบนกึ่งกลางของชิ้นตัวอย่าง จนกระทั่งชิ้นตัวอย่างแตกออกจากกัน ทำการทดลองซ้ำตัวอย่างละ 3 ชิ้น

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเคมี

ภาคผนวก ข1 การวิเคราะห์ระดับวอเตอร์แอคติวิตี้ (AOAC, 2002)

1. อุปกรณ์

1.1 เครื่องวัดระดับวอเตอร์แอคติวิตี้ Hygro Lab รุ่น Rotanic

2. วิธีการ

2.1 นำตัวอย่างที่ต้องการวัดมาทำให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ในถ้วยพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร สูง 1.5 เซนติเมตร บรรจุตัวอย่างประมาณ 2 ใน 3 ของความจุของถ้วย

2.2 นำไปวัดระดับวอเตอร์แอคติวิตี้ โดยวางถ้วยลงใน chamber ของเครื่องวัด ทิ้งไว้จนสภาพภายใน chamber สมดุลที่อุณหภูมิ 25^{O}C จึงอ่านค่าที่แสดงบนเครื่องวัด

ภาคผนวก ข2 การวิเคราะห์หาความชื้น (AOAC, 2002)

1. อุปกรณ์

1.1 ตู้อบ (Hot air oven)

1.2 ขวดชั่งหาความชื้น (Weighing bottle)

1.3 โถดูดความชื้น (Desiccator)

1.4 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2. วิธีการ

2.1 หาน้ำหนักที่คงที่ของขวดชั่งหาความชื้น โดยนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105°C นาน 2-4 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักแล้วนำเข้าตู้อบใหม่ ดำเนินการเหมือนครั้งแรกจนได้น้ำหนักคงที่

2.2 ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ใส่ลงในขวดชั่งที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว

2.3 เกลี่ยตัวอย่างแผ่ออกอย่างสม่ำเสมอให้มีเนื้อที่มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.4 นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105°C นาน 2-4 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักแล้วนำเข้าตู้อบใหม่ดำเนินการเหมือนครั้งแรกจนได้น้ำหนักคงที่

2.5 นำผลที่ได้ไปคำนวณปริมาณความชื้นดังนี้

3. การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ - น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

ภาคผนวก ข3 การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (AOAC, 2002)

1. อุปกรณ์

1.1 ตู้อบ (Hot air oven)
1.2 เตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace)
1.3 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain crucible)
1.4 โถดูดความชื้น (Dessicator)
1.5 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2. วิธีการ

2.1 เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550°C เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ปิดสวิตซ์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30-40 นาทีเพื่อให้อุณหภูมิภายในเผาลดลงก่อน นำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้นปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนัก

2.2 เผาซ้ำอีกครั้งละประมาณ 30 นาที โดยทำเหมือนวิธีข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

2.3 ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 กรัมใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำไปเผาในตู้ควันจนหมดควันแล้วจึงนำเข้าเตาเผาอุณหภูมิ 550°C และทำซ้ำเช่นเดียวกับข้อ1-2

3. การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา}} \times 100$$

ภาคผนวก ข4 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนโดยวิธีเจลห์ดาล (Kjeldahl flask) (AOAC, 2002)

1. อุปกรณ์

1.1 ขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask) ขนาด 250-300 มิลลิลิตร

1.2 ชุดกลั่นโปรตีน (Semi-microdistillationn apparatus)

1.3 ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 100 มิลลิลิตร

1.4 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 500 มิลลิลิตร

1.5 ปิเปตต์ (Pipette) ขนาด 25 มิลลิลิตร

1.6 บิวเรตต์ (Burette) ขนาด 25 มิลลิลิตร

1.7 ลูกแก้ว

1.8 กระดาษกรอง (Filter paper)

2. สารเคมี

2.1 กรดซัลฟุริกเข้มข้น

2.2 สารเร่งปฏิกิริยาใช้คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) 1 ส่วนต่อโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 9 ส่วน

2.3 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 32% ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 กรัมละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

2.4 สารละลายกรดบอริกเข้มข้น 2% ละลายกรดบอริก 20 กรัมด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร

2.5 สารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

2.6 อินดิเคเตอร์ใช้ fashiro indicator เตรียมเป็น stock solution ชั่งเมทิลีนบลู 0.2 กรัม ละลายในเอทานอล 200 มิลลิลิตรและชั่งเมธิลเรด 0.05 กรัม ละลายในเอธานอล 50 มิลลิลิตร โดยนำมาผสมในอัตราส่วน stock solution 1 ส่วน: เอทานอล 1 ส่วน: น้ำกลั่น 2 ส่วน

3. วิธีการ

3.1 ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1-2 กรัม ห่อให้มิดชิด ใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน

3.2 เติมสารเร่งปฏิกิริยา 1 กรัมและกรดซัลฟุริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร นำไปย่อยบนเตาไฟในตู้ควันจนกระทั่งได้สารละลายใส ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น

3.3 นำไปกลั่นโดยเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตรและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 32% ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

3.4 รองรับสิ่งที่กลั่นได้ด้วยสารละลายกรดบอริกเข้มข้น 2% ปริมาตร 50 มิลลิลิตร

3.5 เติมอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด

3.6 กลั่นโดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายกรดบอริก

3.7 กลั่นจนได้สารละลายในขวดจับแก๊สประมาณ 250 มิลลิลิตร

3.8 กลั่นประมาณ 10 นาที ล้างปลายอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรองรับ

3.9 ไทเทรตสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนได้จุดยุติเป็นสีชมพูอ่อน

3.10 ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกันตั้งแต่ข้อ 3.2-3.9

4. การคำนวณ

$$\text{ปริมาณโปรตีน (\%)} = \frac{(a-b) \times N \times 14 \times \text{factor}}{W}$$

โดยที่ a = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

b = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้ในการไทเทรต blank (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือ (นอร์มัล)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

Factor = ตัวเลขที่เหมาะสม = 6.25

(น้ำหนักกรัมสมบูรณ์ของไนโตรเจนเท่ากับ 14.007)

ภาคผนวก ข5 การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (AOAC, 2002)

1. อุปกรณ์

1.1 อุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน (Soxhlet apparatus) ประกอบด้วยบีกเกอร์สำหรับใส่ตัวทำละลายซ็อกเล็ต (Soxhlet) เครื่องควบแน่น (Condenser) และเตาให้ความร้อน

1.2 หลอดใส่ตัวอย่าง (Extraction thimble)

1.3 สำลี

1.4 ตู้อบ (Hot air oven)

1.5 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

1.6 โถดูดความชื้น (Dessicator)

2. วิธีการ

2.1 อบบีกเกอร์สำหรับหาไขมันซึ่งมีขนาดความจุ 150 มิลลิลิตรในตู้อบไฟฟ้า ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2.2 ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักประมาณ 1-2 กรัม ห่อให้มิดชิด ใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่างคลุมด้วยสำลีเพื่อให้สารละลายมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ

2.3 นำหลอดตัวอย่างใส่ลงในซ็อกเล็ต (Soxhlet)

2.4 เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ลงในขวดหาไขมันปริมาณ 50 มิลลิลิตร วางบนเตาให้ความร้อน

2.5 ทำการสกัดไขมันเป็นเวลา 45 นาทีโดยปรับความร้อนให้หยดของสารที่ละลายกลั่นตัวจากอุปกรณ์ควบแน่นด้วยอัตรา 150 หยดต่อนาที

2.6 ระเหยจนเหลือสารละลายในขวดกลมเพียงเล็กน้อยด้วยเครื่องระเหยตัวที่ละลาย

2.7 นำขวดไปอบในตู้ที่อุณหภูมิ 80-90°C จนแห้ง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

2.8 ชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำครั้งละ 30 นาทีจนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

3. การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

ภาคผนวก ข6 การวิเคราะห์หาปริมาณใยอาหาร (AOAC, 2002)

1. อุปกรณ์

1.1 ตู้อบ (Hot air oven)

1.2 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

1.3 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain crucible)

1.4 เครื่อง Hot Extraction Unit 1020

1.5 Column

1.6 โถดูดความชื้น (Dessicator)

2.วิธีการ

2.1 อบถ้วย Crucible ในตู้อบอุณหภูมิ 100°C ระยะเวลา 1 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ และปล่อยให้เย็นในโถอบแห้ง ชั่งน้ำหนัก (W1)

2.2 ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมันแล้ว บันทึกน้ำหนัก (W2)

2.3 นำถ้วย Crucible ที่มีตัวอย่างเข้าเครื่อง Hot Extraction Unit 1020

2.4 ใส่สารละลายกรดซัลฟูริคความเข้มข้น 1.25% ลงใน Column ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ใช้เวลาในการย่อยตัวอย่าง 30 นาที

2.5 เมื่อครบระยะเวลาย่อย ให้ล้างตัวอย่างด้วยน้ำร้อนจนหมดฟอง (เช็ค pH เป็นกลาง)

2.6 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.25% ลงใน Column ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ใช้เวลาในการย่อยตัวอย่าง 30 นาที

2.7 เมื่อครบระยะเวลาย่อย ให้ล้างตัวอย่างด้วยน้ำร้อนจนหมดฟอง (เช็ค pH เป็นกลาง)

2.8 นำถ้วย Crucible ที่มีตัวอย่าง ล้างด้วย Acetone ประมาณ 3 ครั้ง ครั้งละ 25 มิลลิลิตร

2.9 อบตัวอย่างที่ผ่านการย่อยในตู้อบอุณหภูมิ 100°C ระยะเวลา 5 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ และปล่อยให้เย็นในโถอบแห้ง ชั่งน้ำหนัก (W3)

2.10 เผาตัวอย่างที่ผ่านการอบในเครื่องเผาอุณหภูมิ 550°C ระยะเวลา 2 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ และปล่อยให้เย็นในโถอบแห้ง ชั่งน้ำหนัก (W4)

3. การคำนวณ

$$\text{ปริมาณใยอาหาร (\%)} = \frac{\text{น.น.ถ้วยพร้อมตัวอย่างหลังเผา (W4)} - \text{น.น.ถ้วยพร้อมตัวอย่างหลังอบ (W3)}}{\text{น.น.ตัวอย่าง (W2)}} \times 100$$

ภาคผนวก ข7 การวิเคราะห์ปริมาณเบต้าแคโรทีน (Beta carotene) โดยวิธี Spectrophotometer Method (AOAC, 1997)

1. อุปกรณ์

1.1 Round bottom flask ขนาด 250 ml และ 100 ml
1.2 Separatory funnel ขนาด 250 ml
1.3 Water bath
1.4 Vial สีชา
1.5 Magnetic stirrer
1.6 Pipette tube
1.7 UV-Spectrophotometer

2. วิธีการ

2.1 การเตรียมสารเคมี

2.1.1 สารละลาย 20% Potassium hydroxide ใน Methanol เตรียมโดยชั่ง Potassium hydroxide 20 กรัม ละลายใน Methanol และปรับปริมาตรเป็น 100 ml ในขวดวัดปริมาตร

2.1.2 สารละลายมาตรฐาน Beta-carotene 0.01 mg/ml เตรียมโดยชั่ง Beta-carotene 0.1 mg ละลายใน Cyclohexane และปรับปริมาตรเป็น 100 ml ในขวดวัดปริมาตร

2.2 การเตรียมสารสกัด Beta-carotene

2.2.1 ชั่งตัวอย่างประมาณ 0.5-2 กรัม เติมสารละลาย 20% Potassium hydroxide ใน Methanol 20 ml นำไปปั่นบน Magnetic stirrer นาน 30 นาที จากนั้นนำไปแช่ใน Water bath ตั้งอุณหภูมิที่ 60°C เป็นเวลา 60 นาที

2.2.2 นำมาสกัดด้วย Petroleum ether 2-3 ครั้ง เก็บรวบรวมชั้นของ Petroleum ether ที่ได้มาเติมน้ำกลั่นเล็กน้อย เพื่อกำจัดพวก alkaline จากนั้นแยกสารชั้น Petroleum ether มากำจัดน้ำออกโดยการเติม Sodium sulphate

2.2.3 วัดปริมาตรสารสกัดที่ได้ และใช้ในการวิเคราะห์ขั้นต่อไป (ทุกขั้นตอนควรทำให้พ้นแสงและเก็บสารสกัดไว้ในขวดสีชาหรือขวดทึบแสง)

2.3 การเตรียมกราฟมาตรฐาน Beta-carotene

นำสารละลายมาตรฐาน Beta-carotene 0.01 mg/ml มาเจือจางด้วย Cyclohexane ให้ได้ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 460 นาโนเมตร เทียบกับ Cyclohexane

2.4 การวิเคราะห์ปริมาณ Beta-carotene

ปิเปตสารสกัดใส่ลงในขวดสีชา 3 ml นำไประเหยตัวทำละลายโดยเป่าด้วย Nitrogen gas จนแห้ง จากนั้นเติม Cyclohexane 1 ml นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 460 นาโนเมตรเทียบกับ Cyclohexane

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวก ค1

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานของมัฟฟิน

ชื่อผู้ทดสอบ _____. วันที่_____.

ตัวอย่าง มัฟฟิน

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างตามคำอธิบายคะแนนความชอบ และกรุณาบ้วนปากด้วยน้ำทุกครั้งก่อนการทดสอบตัวอย่างต่อไป

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

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง			
	_____	_____	_____	_____
สี	_____	_____	_____	_____
กลิ่น	_____	_____	_____	_____
ความนุ่ม	_____	_____	_____	_____
รสชาติ	_____	_____	_____	_____
ความชอบโดยรวม	_____	_____	_____	_____

หมายเหตุ รสชาติของผลิตภัณฑ์ในที่นี้ หมายถึง ความรู้สึกขณะที่ผลิตภัณฑ์อยู่ในปาก รวมถึงความรู้สึกหลังจากกลืนผลิตภัณฑ์ไปแล้ว (aftertaste)

ข้อเสนอแนะ

_____

_____

_____

ภาคผนวก ค2

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อระดับคะแนนความชอบต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินเนื้อตาลสุก

ชื่อผู้ทดสอบ _____. วันที่ _____.

ตัวอย่าง มัฟฟินเนื้อตาลสุก

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างตามคำอธิบายคะแนนความชอบ และกรุณาบ้วนปากด้วยน้ำทุกครั้งก่อนการทดสอบตัวอย่างต่อไป

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

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง				
	_____	_____	_____	_____	_____
สี	_____	_____	_____	_____	_____
กลิ่น	_____	_____	_____	_____	_____
เนื้อสัมผัส					
- ความนุ่ม	_____	_____	_____	_____	_____
- ความหยุ่น	_____	_____	_____	_____	_____
รสชาติ	_____	_____	_____	_____	_____
ความชอบโดยรวม	_____	_____	_____	_____	_____

หมายเหตุ รสชาติของผลิตภัณฑ์ในที่นี้ หมายถึง ความรู้สึกขณะที่ผลิตภัณฑ์อยู่ในปาก รวมถึงความรู้สึกหลังจากกลืนผลิตภัณฑ์ไปแล้ว (aftertaste)

ข้อเสนอแนะ

_____

_____

_____

ภาคผนวก ค3

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อระดับคะแนนความชอบต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

ชื่อผู้ทดสอบ _____. วันที่ _____.

ตัวอย่าง มัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างตามคำอธิบายคะแนนความชอบ และกรุณาบ้วนปากด้วยน้ำทุกครั้งก่อนการทดสอบตัวอย่างต่อไป

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

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง		
	_____	_____	_____
สี	_____	_____	_____
กลิ่น	_____	_____	_____
ความนุ่ม	_____	_____	_____
ความชุ่มฉ่ำ	_____	_____	_____
รสชาติ	_____	_____	_____
ปริมาณลูกตาล	_____	_____	_____
ความชอบโดยรวม	_____	_____	_____

หมายเหตุ รสชาติของผลิตภัณฑ์ในที่นี้ หมายถึง ความรู้สึกขณะที่ผลิตภัณฑ์อยู่ในปาก รวมถึงความรู้สึกหลังจากกลืนผลิตภัณฑ์ไปแล้ว (aftertaste)

ข้อเสนอแนะ

_____

_____

_____

ภาคผนวก ค4

แบบสอบถาม

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุก

คำชี้แจง: แบบสอบถามนี้เป็นการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุกเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประกอบการทำวิจัยเรื่อง การพัฒนามัฟฟินเนื้อตาลสุก โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ และจะไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อท่านทั้งสิ้น

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามมา ณ โอกาสนี้

ธีรนุช ฉายศิริโชติ

ผู้วิจัย

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ

☐ น้อยกว่า 20 ปี ☐ 20-30 ปี

☐ 31-40 ปี ☐ มากกว่า 40 ปี

3. อาชีพ

☐ นักเรียน/นักศึกษา ☐ พนักงานบริษัทเอกชน/รัฐวิสาหกิจ

☐ บุคลากรในมหาวิทยาลัย ☐ อาจารย์

☐ ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

4. รายได้ต่อเดือน

☐ ต่ำกว่า 10,000 บาท ☐ 10,001-15,000 บาท

☐ 15,001-20,000 บาท ☐ ตั้งแต่ 20,001 บาทขึ้นไป

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุก

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างตามคำอธิบายคะแนนความชอบ และกรุณาบ้วนปากด้วยน้ำทุกครั้งก่อนการทดสอบตัวอย่างต่อไป

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

คุณลักษณะ	มัฟฟินเนื้อตาลสุก
สี	
กลิ่น	
ความนุ่ม	
ความหยุ่น	
รสชาติ	
ความชอบโดยรวม	

ข้อเสนอแนะ

_____

_____

_____

ตอนที่ 3 ข้อมูลและทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุก

1. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ “มัฟฟินเนื้อตาลสุก” นี้หรือไม่

   ☐ ยอมรับ เพราะ.....

   ☐ ไม่ยอมรับ เพราะ.....

2. หากมีผลิตภัณฑ์มัฟฟินนี้วางจำหน่าย (1 กล่อง บรรจุ 4 ชิ้น) ท่านจะซื้อหรือไม่

   ☐ ซื้อ เพราะ.....

   ☐ ไม่แน่ใจ เพราะ.....

   ☐ ไม่ซื้อ เพราะ.....

3. เหตุผลที่ท่านซื้อผลิตภัณฑ์มัฟฟินนี้คือ

   ☐ ซื้อรับประทานเอง ☐ เป็นของฝาก

   ☐ ใช้จัดเลี้ยง ☐ อื่น ๆ (ระบุ) _____

4. หากท่านตัดสินใจซื้อ หรือไม่แน่ใจ ท่านจะซื้อในราคาเท่าใด (1 กล่อง บรรจุ 4 ชิ้น)

   ☐ 20 บาท ☐ 25 บาท

   ☐ 30 บาท ☐ 35 บาท

ภาคผนวก ค5

แบบสอบถาม

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

คำชี้แจง: แบบสอบถามนี้เป็นการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุกเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประกอบการทำวิจัยเรื่อง การพัฒนามัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ และจะไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อท่านทั้งสิ้น

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามมา ณ โอกาสนี้

ธีรนุช ฉายศิริโชติ

ผู้วิจัย

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ

☐ น้อยกว่า 20 ปี ☐ 20-30 ปี

☐ 31-40 ปี ☐ มากกว่า 40 ปี

3. อาชีพ

☐ นักเรียน/นักศึกษา ☐ พนักงานบริษัทเอกชน/รัฐวิสาหกิจ

☐ บุคลากรในมหาวิทยาลัย ☐ อาจารย์

☐ ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

4. รายได้ต่อเดือน

☐ ต่ำกว่า 10,000 บาท ☐ 10,001-15,000 บาท

☐ 15,001-20,000 บาท ☐ ตั้งแต่ 20,001 บาทขึ้นไป

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างตามคำอธิบายคะแนนความชอบ และกรุณาบ้วนปากด้วยน้ำทุกครั้งก่อนการทดสอบตัวอย่างต่อไป

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

คุณลักษณะ	มัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล
สี	
กลิ่น	
ความนุ่ม	
ความชุ่มฉ่ำ	
รสชาติ	
ปริมาณลูกตาล	
ความชอบโดยรวม	

ข้อเสนอแนะ

_____

_____

_____

ตอนที่ 3 ข้อมูลและทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล

1. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ “มัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล” นี้หรือไม่

☐ ยอมรับ เพราะ.....

☐ ไม่ยอมรับ เพราะ.....

2. หากมีผลิตภัณฑ์มัฟฟินนี้วางจำหน่าย (1 กล่อง บรรจุ 4 ชิ้น) ท่านจะซื้อหรือไม่

☐ ซื้อ เพราะ.....

☐ ไม่แน่ใจ เพราะ.....

☐ ไม่ซื้อ เพราะ.....

3. เหตุผลที่ท่านซื้อผลิตภัณฑ์มัฟฟินนี้คือ

☐ ซื้อรับประทานเอง ☐ เป็นของฝาก

☐ ใช้จัดเลี้ยง ☐ อื่น ๆ (ระบุ) _____

4. หากท่านตัดสินใจซื้อ หรือไม่แน่ใจ ท่านจะซื้อในราคาเท่าใด (1 กล่อง บรรจุ 4 ชิ้น)

☐ 35 บาท ☐ 40 บาท

☐ 45 บาท ☐ 50 บาท

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวธีรนุช ฉายศิริโชติ
เดือน ปีเกิด	ตุลาคม 2516
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ศศ.บ. (ศึกษาศาสตร์-คหกรรมศาสตร์) เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2538)
	คศ.บ. (โภชนาการชุมชน) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2542)
	คศ.บ. (ธุรกิจอาหาร) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2551)
	คศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2543)
	ปร.ด. (เกษตรเขตร้อน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2554)
ประสบการณ์การทำงาน	วิทยากรอบรมหลักสูตรขนมอบ โรงเรียนการอาหารนานาชาติสวนดุสิต โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
	อนุกรรมการทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาผู้ประกอบอาหารไทย ระดับ 1 และระดับ 2
	อนุกรรมการกำหนดมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาผู้ประกอบขนมปัง
	อนุกรรมการกำหนดมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาผู้ประกอบขนมอบ
	อาจารย์ผู้ช่วยสอนวิชาเบเกอรี่และวิชาการถนอมอาหาร ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2542)
	อาจารย์ประจำโรงเรียนสอนทำอาหารและขนมอบมาตรฐานยูเอฟเอ็ม (UFM Baking & Cooking School) บริษัท ยูเอฟเอ็มฟูดเซนเตอร์ (มหาชน) จำกัด (2538–2539)
ผลงานวิชาการที่ตีพิมพ์	กรรมวิธีการผลิตขนมทับทิมกึ่งสำเร็จรูป (2548)
	Effect of Reducing Fat and Using Fat Replacers in the Crust of Flaky Chinese Pastry (2011)
	Caloric Reduction in Mungbean Conserve Filling of Flaky Chinese Pastry (2011)
ตำแหน่งปัจจุบัน	อาจารย์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	หลักสูตรเทคโนโลยีการประกอบอาหารและการบริการ โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต