



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

ปริญญา

พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร

พัฒนาผลิตภัณฑ์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้าจาก
แป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

Development of Nutritious Muffin Product for Breakfast from Brown Rice Flour

นามผู้วิจัย นางกนกวรรณ ดุ่นสกุล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์พิเศษขวัญ ชมปรีดา, Ph.D.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธงชัย สุวรรณสิขณน์, Ph.D.)

กรรมการ

(อาจารย์สมนรัตน์ ชื่นพุดิ, พ.บ.ม.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพศาล วุฒิจำนงค์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อางคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ๑๖ เดือน เมษายน พ.ศ. ๒๕๔๙

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

Development of Nutritious Muffin Product for Breakfast from Brown Rice Flour

โดย

นางกนกวรรณ ตุ่นสกุล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2549

ISBN 974-16-1558-2

กนกวรรณ ศุ่ณฺสกล 2549: การพัฒนาผลิตภัณฑ์มันฝรั่งที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับ
อาหารเข้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ วิทยาลัยเกษตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์
อุตสาหกรรมเกษตร) สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์
ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, Ph.D. 231 หน้า
ISBN 974-16-1558-2

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อพัฒนามันฝรั่งโดยใช้แป้งข้าวกล้องหอมมะลิให้มีพลังงาน
และสารอาหารที่เป็นเพียงพอสําหรับอาหารสำหรับผู้บริโภคยอมรับ ซึ่งเป็นการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มี
คุณค่าทางโภชนาการสำหรับผู้บริโภคสุขภาพและเพื่อลดปริมาณการนำเข้าแป้งสาลี ซึ่งผลการสำรวจตลาด
และการสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคพบว่ามันฝรั่งมีหลากหลายรสชาติ มีราคาขายตั้งแต่ 7 - 48 บาท มี
น้ำหนัก 50 - 140 กรัม โดยผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสำคัญในเรื่อง รสชาติ ความสดใหม่และเนื้อ
สัมผัสของมันฝรั่ง ซึ่งยี่ห้อที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุดคือยามาซากิ ผู้บริโภคต้องการให้มันฝรั่งมีสารอาหาร
ร้อยละ 15 ของปริมาณสารอาหารที่ควรได้รับทั้งวัน มีราคาต่ำกว่า 20 บาทต่อลูก (100 กรัม) ผลจากการ
ใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรงในการคำนวณคุณค่าทางโภชนาการและการปรับปรุงคุณภาพด้านความ
นุ่มและความหวานพบว่า สูตรที่เหมาะสมของมันฝรั่งข้าวกล้องหอมมะลิ ประกอบด้วย แป้งข้าวกล้อง
ร้อยละ 27.78 ผงฟู ร้อยละ 0.90 เกลือป่น ร้อยละ 0.25 เนยสด ร้อยละ 5.26 น้ำตาลทรายป่น ร้อยละ 3.70
แลคทิทอล ร้อยละ 4.55 ไข่แดง ร้อยละ 2.75 ไข่ขาว ร้อยละ 14.36 โยเกิร์ต ร้อยละ 14.99 นมผง ร้อยละ
4.86 งาดำอบหีบน้ำมัน ร้อยละ 6.61 อินนูลิน ร้อยละ 2.73 อะซีซัลเฟรม เค ร้อยละ 0.052 โซเดียมเฟอรัส
ซิเตรท ร้อยละ 0.02 และน้ำ ร้อยละ 11.19 โดยมีกรรมวิธีการผลิตมันฝรั่งคือ ผสมส่วนที่เป็นของเหลวให้
เข้ากันจากนั้นเทใส่ในส่วนผสมที่เป็นของแห้ง คนให้เข้ากันอย่างเร็ว เทใส่พิมพ์ อบที่อุณหภูมิ 200°C
นาน 20 นาที ลักษณะปรากฏของมันฝรั่งมีผิวหน้าแตกฟูเป็นโคม มีสีเทาดำซึ่งมาจากงาดำ มีปริมาตร
จำเพาะเท่ากับ 2.19 cm³/g ค่าความแข็งเท่ากับ 3.28 N และค่า a_w เท่ากับ 0.95 โดยมันฝรั่ง 1 ลูก ขนาด 90
กรัม มีต้นทุนวัตถุดิบ 5.89 บาท มีพลังงาน 248 กิโลแคลอรี โปรตีน 7.90 กรัม ไขมัน 7.70 กรัม
คาร์โบไฮเดรต 36.80 กรัมใยอาหาร 4.60 กรัม แคลเซียม 168.30 มิลลิกรัม เหล็ก 2.61 มิลลิกรัม และ
โคเลสเตอรอล 30.40 มิลลิกรัม ผู้บริโภคชอบคุณภาพโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในระดับชอบเล็กน้อยถึง
ปานกลาง มันฝรั่งที่บรรจุในกล่องพลาสติกใสปิดฝาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้นาน 1 วัน และอุณหภูมิ
แช่เย็นได้นาน 7 วัน

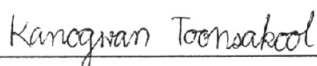
กนกวรรณ ศุ่ณฺสกล
ลายมือชื่อนิติ 1

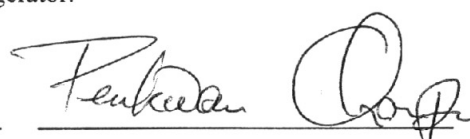

ลายมือชื่อประธานกรรมการ

18 / 04 / 49

Kanogwan Toonsakool 2006: Development of Nutritious Muffin Product for Breakfast from Brown Rice Flour. Master of Science (Agro - Industrial Product Development), Major Field: Agro - Industrial Product Development, Department of Product Development. Thesis Advisor: Associate Professor Penkwan Chompreeda, Ph.D. 231 pages. ISBN 974-16-1558-2

This research aimed to develop muffin using Jasmine brown rice flour, which provide right amount of energy and important nutrients for breakfast that acceptance to consumer. Therefore, this research will produce new health product and reduction of imported wheat flour. According to marketing and consumer surveys indicated that there were many types of muffin in existing market, their prices ranged from 7 to 48 baht and weight of 50 – 140 g. Attributes which consumer used to select muffins in market were flavor, freshness and soft texture. Yamazaki was the most favorite muffin. Consumer required that Jasmine brown rice flour muffin should contain nutritive values of 15 % of daily intake. They need 100 g serving size for breakfast, price of 20 baht or less. The optimum formulation obtained from linear programming in calculating nutritive value and improvement of hardness and sweetness of Jasmine brown rice flour muffin consisted of Jasmine brown rice flour 27.78 %, baking powder 0.90%, salt 0.25 %, butter 5.26 %, sugar 3.70 %, Lactitol 4.55 %, yolk 2.75 %, egg white 14.36 %, yogurt 14.99 %, milk powder 4.86 %, fat - reduced black sesame 6.61 %, and Inulin 2.73 %, Acesulfame K 0.052 %, Sodium Ferrous Citrate 0.02 % and water 11.19 %. The process consist of mixing liquid ingredients and dry ingredients in a separate bowl, pouring liquid mixture in to dry mixture, mixing until the batter is roughly blend, pouring into mold and baking at 200 °C for 20 minutes. One serving (90 g) of the muffin contained 248 kcal energy, 7.90 g protein, 7.70 g fat, 36.80 g carbohydrate, 4.60 g fiber, 168.30 mg calcium, 2.61 mg iron and 30.40 mg cholesterol and cost of raw materials was 5.89 baht. The muffin had dark grey color result from adding black sesame. The specific volume of the muffin was 2.19 cm³/g, hardness was 3.28 N and water activity was 0.95. Consumer acceptability test showed that overall quality liking score of the product was slightly to medium liked. The product packed in transparent plastic box can keep for 1 day at temperature room and 7 days in refrigerator.


Student's signature

 18 / 04 / 2006
Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญขวัญ ชมปรีดา ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำชี้แนะแนวทางการวางแผนวิจัยและตรวจแก้ไขในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธงชัย สุวรรณสีชนน์ กรรมการสาขาวิชาเอกและอาจารย์สุนรัตน์ ชื่นพุดิ กรรมการสาขาวิชารอง ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาระหว่างการดำเนินการวิจัยและขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ปรีศนา สุวรรณภรณ์ อาจารย์ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัยที่กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณสถาบันคั่นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่กรุณาอนุเคราะห์การใช้เครื่องมือและเจ้าหน้าที่อำนวยความสะดวกในห้องปฏิบัติการ จนงานวิจัยสำเร็จด้วยดี

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบส่วนดีของวิทยานิพนธ์นี้ให้แก่ครูบาอาจารย์และท่านผู้มีพระคุณทุกท่าน หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้ายินดีรับข้อเสนอแนะและขออภัยมา ณ ที่นี้

กนกวรรณ ตุ่นสกุล

กุมภาพันธ์ 2549

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	78
อุปกรณ์	78
วิธีการ	80
ผลและการวิจารณ์	103
สรุป	186
ข้อเสนอแนะ	188
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	189
ภาคผนวก	199
ภาคผนวก ก Moderator's Guide, การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างในการสำรวจผู้บริโภคร, แบบสอบถามการสำรวจความคิดเห็นและความต้องการของผู้บริโภค, แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค	200
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คุณภาพ	220
ภาคผนวก ค แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	227

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ประเภทและพันธุ์ข้าวตามปริมาณอะมิโลส	7
2 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องหอมมะลิ, ข้าวขาวหอมมะลิและข้าวสาลี (น้ำหนักต่อข้าวสาร 100 กรัม)	12
3 คุณสมบัติที่สำคัญของอะมิโลส และอะมิโลเพกติน	18
4 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกของผลิตภัณฑ์ข้าว	20
5 ดัชนีอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทอบเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 – 2548	26
6 คุณค่าทางโภชนาการของงาขาวและงาดำ (ต่อ 100 กรัม)	29
7 ปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทย (เพศหญิง)	33
8 ปริมาณ Inulin และ Oligofructose ในอาหารชนิดต่าง ๆ	51
9 ความหมายของลักษณะเนื้อสัมผัสต่าง ๆ ในเชิงคุณภาพทางประสาทสัมผัส และคุณภาพทางกายภาพที่ได้จากการวัดค่าโดยเครื่องมือ	59
10 การแสดงข้อมูลก่อนและหลังได้รับข้อมูลทางคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์	74
11 สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์มัฟฟิน	88
12 ปริมาณพลังงานและสารอาหารที่กำหนดตามกลุ่มเป้าหมายที่มีอายุระหว่าง 20 – 60 ปี	92
13 การจัดตั้งทดลองแบบ Factorial in CRD ในการศึกษาปริมาณอะซีซัลเฟรม เค และ ระยะเวลาในการอบในผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ	95
14 ระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟแก่ผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่สภาวะการ เก็บรักษาต่าง ๆ	97
15 ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีจำหน่ายในท้องตลาด	105
16 พฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทาง โภชนาการสำหรับเป็นอาหารมือเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ	109
17 ลำดับความชอบรวมของการทำการอภิปรายกลุ่มต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินยี่ห้อต่าง ๆ	111
18 เหตุผลด้านคุณลักษณะต่าง ๆ ของผู้ร่วมอภิปรายที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินทั้ง 4 ยี่ห้อ	112
19 ข้อมูลทางด้านประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคจากการสำรวจความต้องการ ของผู้บริโภค	114
20 พฤติกรรมการบริโภคของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟิน	116
21 ความถี่แสดงความสำคัญของปัจจัยในการเลือกซื้อหรือรับประทานมัฟฟิน	119

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
22 ค่าไคสแควร์ (χ^2) ของลักษณะทางประชากรศาสตร์กับปัจจัยต่าง ๆ	120
23 ความถี่ในการรับประทานมัทฟีนแยกตามเพศ, คน (ร้อยละ)	121
24 ความถี่ในการรับประทานมัทฟีนแยกตามการศึกษา, คน (ร้อยละ)	121
25 ความถี่ของความคิดเห็นและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัทฟีน	123
26 ผลผลิตจากการสีข้าวเปลือก	127
27 ผลผลิตจากการร่อนแป้งข้าวกล้องที่ตระแกรงขนาดต่าง ๆ	128
28 ค่าคุณภาพของแป้งสาลีอเนกประสงค์ทั้ง 4 ทรายี่ห้อ	130
29 คุณภาพของแป้งข้าวกล้องหอมมะลิและแป้งสาลีอเนกประสงค์	131
30 ผลการวิเคราะห์สารอาหารประเภทต่าง ๆ ในงาคำอบก่อนและหลังหีบ	135
31 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มัทฟีนทั้ง 2 สูตร ที่ผลิตจากแป้งสาลีและแป้งข้าวกล้องเมื่อเปรียบเทียบกับยี่ห้อยามาซากิ	138
32 คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมัทฟีนจากแป้งสาลีและแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ	140
33 สูตรพื้นฐานแป้งสาลีของผลิตภัณฑ์มัทฟีน	144
34 การเปรียบเทียบส่วนผสมระหว่างสูตรคำนวณ 1 จากโปรแกรม Lindo กับสูตรพื้นฐานแป้งสาลี	145
35 ปริมาณสารอาหารของสูตรคำนวณ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนด	146
36 เปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของมัทฟีนสูตรคำนวณ 1, สูตรพื้นฐานแป้งสาลีและยี่ห้อยามาซากิ	147
37 คะแนนความชอบเฉลี่ยและความรู้สึกต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ของมัทฟีนสูตรคำนวณ 1	148
38 ส่วนผสมของสูตรพื้นฐานแป้งสาลี, สูตรคำนวณ 1 และสูตรคำนวณ 2	149
39 ปริมาณสารอาหารของสูตรคำนวณ 1 และสูตรคำนวณ 2 เมื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนด	150
40 คุณภาพทางกายภาพผลิตภัณฑ์มัทฟีนสูตรคำนวณ 2 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานแป้งสาลี, สูตรคำนวณ 1 และยี่ห้อยามาซากิ	151

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
41	คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่ผลิตจากแป้งขนาดต่าง ๆ เปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานแป้งสาลี	152
42	คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินสูตรจำนวน 2 จากแป้งข้าวกล้องที่ความละเอียดต่าง ๆ	153
43	สัดส่วนของส่วนผสมสูตรจำนวน 3 ขนาด 90 กรัมต่อหน่วยบริโภค	154
44	ปริมาณสารอาหารของสูตรจำนวน 3 ขนาด 90 กรัมต่อหน่วยบริโภค	154
45	คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสและผลการทดสอบความแตกต่างด้านความนุ่มด้วยวิธีการ เปรียบเทียบตัวอย่างคู่ของสูตรจำนวน 2 และสูตรจำนวน 3	155
46	ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่ระยะเวลาอบต่าง ๆ	156
47	คุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของมัฟฟินที่ปริมาณอะซิซัลเฟรม เเค ในระดับต่าง ๆ ที่ ระยะเวลาในการอบ 18, 20 และ 22 นาที	157
48	คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินที่สารทดแทน ความหวาน อะซิซัลเฟรม เเค ระดับต่าง ๆ	158
49	ปริมาณเหล็กในผลิตภัณฑ์มัฟฟิน	159
50	ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้า จากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ	160
51	พฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟิน	162
52	ความคิดเห็นของผู้ร่วมอภิปรายต่อมัฟฟินที่ระยะเวลาให้ความร้อนและสภาวะ การเก็บต่าง ๆ	163
53	ความคิดเห็นของผู้ร่วมอภิปรายต่อผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เมื่อให้ ความร้อนก่อนรับประทาน	164
54	ค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งข้าวกล้องเมื่อเปรียบเทียบกับสูตร พื้นฐานแป้งสาลี	165
55	ราคาวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ	166
56	คุณภาพผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้อง หอมมะลิ	169
57	ข้อมูลทางด้านประชากรศาสตร์จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค	170

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
58	การทดสอบการยอมรับและการตัดสินใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัพฟิน	172
59	ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามที่ระดับความชอบต่าง ๆ ของแต่ละคุณลักษณะ	172
60	คะแนนความชอบเฉลี่ยแยกตามเพศของคุณลักษณะต่าง ๆ	173
61	คะแนนความชอบเฉลี่ยแยกตามอายุของคุณลักษณะต่าง ๆ	174
62	คะแนนความชอบเฉลี่ยแยกตามระดับการศึกษาของคุณลักษณะต่าง ๆ	174
63	คะแนนความชอบเฉลี่ยแยกตามอาชีพของคุณลักษณะต่าง ๆ	175
64	คะแนนความชอบเฉลี่ยแยกตามรายได้ต่อเดือนของคุณลักษณะต่าง ๆ	176
65	ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคก่อนและหลังทราบข้อมูล	177
66	ผลการทดสอบการซื้อของผู้บริโภคก่อนและหลังทราบข้อมูล	177
67	คุณภาพทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์มัพฟินที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง	179
68	ค่าความแข็งและคะแนนคุณภาพโดยรวมจากสมการ 1	180
69	ค่าทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์มัพฟินที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง	180
70	คุณภาพทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์มัพฟินที่เก็บที่อุณหภูมิแช่เย็น	182
71	ค่าความแข็งและคะแนนคุณภาพโดยรวมจากสมการ	183
72	คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมัพฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น 7 วัน	184
73	ค่าทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์มัพฟินที่เก็บที่อุณหภูมิแช่เย็น	185

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ขั้นตอนวิธีการสีข้าวเพื่อให้ได้ข้าวกล้องและข้าวขาว	9
2 แผนภูมิแสดงกรรมวิธีผลิตแป้ง	17
3 ส่วนประกอบทางเคมีของอะเซซัลเฟม เค	46
4 กราฟแสดงผลการวัดค่าโดยใช้ Texture Profile Analysis (TPA)	58
5 กระบวนการผลิตแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ	84
6 กรรมวิธีการผลิตงาคำอบหีบน้ำมันบดละเอียด	85
7 กรรมวิธีการผลิตมัทฟีน	89
8 กรรมวิธีการสีข้าวกล้องหอมมะลิ	127
9 กรรมวิธีการเตรียมแป้งข้าวกล้องหอมมะลิโดยการไม่แห้ง	128
10 กราฟการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ, แป้งข้าว ขาวหอมมะลิและแป้งสาลีอเนกประสงค์ด้วยเครื่อง Rapid Visco Analysis (RVA)	134
11 ผลิตกัณฑ์มัทฟีนสูตรพื้นฐานที่ผลิตจากแป้งสาลีทั้ง 2 สูตร	137
12 การจัดกลุ่มตัวอย่างผลิตกัณฑ์มัทฟีนโดยการประเมินคุณภาพรวมทางด้าน กายภาพและการทดสอบความชอบของผลิตกัณฑ์	141
13 การจัดกลุ่มตัวอย่างผลิตกัณฑ์โดยการประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพ	142
14 การจัดกลุ่มตัวอย่างผลิตกัณฑ์โดยการทดสอบความชอบ	143
15 กรรมวิธีการผลิตมัทฟีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเข้าจากแป้ง ข้าวกล้องหอมมะลิ	161
16 ผลิตกัณฑ์มัทฟีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเข้าจากแป้งข้าว กล้องหอมมะลิ	168

การพัฒนาผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้า จากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

Development of Nutritious Muffin Product for Breakfast from Brown Rice Flour

คำนำ

ปกติร่างกายคนเราควรได้รับสารอาหารในแต่ละวันอย่างครบถ้วนเพียงพอและมีปริมาณที่เหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลเสียต่อร่างกาย ซึ่งจากข้อมูลที่รวบรวมโดยกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พบว่า คนไทยมีปัญหาลักษณะโภชนาการ คือ การขาดวิตามินเอ วิตามินบีหนึ่ง เหล็ก ไอโอดีน และปัญหาลักษณะโภชนาการเกิน เนื่องจากการรับประทานอาหารที่มีไขมันสูง ทำให้เกิดโรคอ้วนและมีปริมาณโคเลสเตอรอลในเลือดสูง ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดโรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง เป็นต้น ดังนั้นกระทรวงสาธารณสุขจึงได้มีการกำหนดปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย ในปี พ.ศ. 2546 (Dietary Reference Intake (DRI)) ไว้เป็นมาตรฐานสำหรับเพศและวัยที่แตกต่างกัน โดยได้มีงานวิจัยต่างๆทำการศึกษาถึงสัดส่วนปริมาณสารอาหารที่ร่างกายควรได้รับในอาหารมื้อเช้า, มื้อกลางวัน, มื้อเย็นและอาหารว่าง คิดเป็นร้อยละ 25, 30, 30 และ 15 ตามลำดับ โดยอาหารมื้อเช้าแม้ว่าปริมาณสารอาหารที่ต้องการจะน้อยกว่ามื้อหลักอื่น ๆ แต่เป็นมื้อที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากร่างกายไม่ได้รับสารอาหารเป็นเวลานานกว่า 10 ชั่วโมง อาหารเช้าจึงควรเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วนเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย แต่ลักษณะการดำเนินชีวิตที่เปลี่ยนไป ทำให้คนส่วนใหญ่ไม่บริโภคอาหารเช้าหรือบริโภคอาหารเช้าด้วยความเร่งรีบ โดยนิยมบริโภคอาหารที่สามารถรับประทานได้ทันทีหรือใช้เวลาเตรียมน้อย ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทขนมอบต่าง ๆ

มัฟฟินเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่ขึ้นฟูด้วยสารเคมี การขึ้นฟูของขนมเป็นเวลาเดียวกับเวลาที่อบขนม โดยมัฟฟินเริ่มได้รับความนิยมจากผู้บริโภคในรูปแบบของอาหารเช้าและอาหารว่าง ซึ่งส่วนประกอบหลักที่สำคัญชนิดหนึ่งของมัฟฟิน คือ แป้งสาลี ที่ส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เนื่องจากการปลูกในประเทศไทยคุณภาพยังไม่มีควมสม่ำเสมอและปริมาณการผลิตไม่เพียงพอ ดังนั้นเพื่อเป็นการลดการนำเข้าแป้งสาลิดังกล่าว จึงได้มีการศึกษาถึงการนำแป้งชนิดอื่น ๆ ที่สามารถผลิตได้ในประเทศมาทดลองเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลี

ข้าวกล้องเป็นวัตถุดิบชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตแป้งได้ โดยข้าวกล้อง คือ ข้าวที่ผ่านการกะเทาะเปลือกออกเท่านั้น ซึ่งผ่านการขัดสีเพียงครั้งเดียว ข้าวที่ได้จะมีสีขาวขุ่น เป็น ข้าวที่มีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดอยู่มาก ทำให้ข้าวกล้องมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวขาว จึงได้มีการรณรงค์ให้บริโภคข้าวกล้องกันมากขึ้นในปัจจุบัน ซึ่งผู้บริโภคบางกลุ่มอาจไม่ชอบรับประทานข้าวชนิดนี้โดยตรงทั้งนี้เนื่องมาจากรสชาติและเนื้อสัมผัสยังไม่เป็นที่ยอมรับ

ดังนั้นเพื่อเป็นการส่งเสริมให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการเหมาะสมสำหรับเป็น อาหารมื้อเช้าที่ผลิตได้จากวัตถุดิบในประเทศและเป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภค การวิจัยนี้จึง ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอม มะลิ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจข้อมูลทางการตลาดและศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟิน
2. เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิทดแทนแป้งสาลี
3. เพื่อพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิให้มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารมือเช้า
4. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารมือเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ
5. เพื่อศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิในสภาวะการเก็บรักษาต่าง ๆ

การตรวจเอกสาร

ข้าว

1. สถานการณ์การผลิตและการค้าข้าว

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย ได้ทำการวิเคราะห์และคาดการณ์ไว้ว่า ในปี 2547 ไทยมีบทบาทที่โดดเด่นมากในตลาดข้าวโลก เนื่องจากการส่งออกข้าวของไทยพุ่งสูงขึ้นเป็นประวัติการณ์ ในขณะที่การส่งออกข้าวของอินเดียและจีนลดลง ส่วนรัฐบาลเวียดนามก็มีนโยบายจำกัดปริมาณการส่งออกข้าวร้อยละ (Government - Managed Export) ทำให้การส่งออกข้าวของไทยขยายตัวอย่างมากทั้งในตลาดจีน, ประเทศในแถบแอฟริกาและตะวันออกกลาง หลังจากที่เคยชะลอตัวในปี 2546

1.1 สถานการณ์ข้าวปัจจุบัน ประเทศผู้ผลิตข้าวสำคัญยังประสบปัญหาสภาพภูมิอากาศไม่เอื้ออำนวยและปัญหาภัยธรรมชาติ กล่าวคือ อินเดียมีผลผลิตข้าวในปี 2547 - 2548 ลดลงเหลือ 83 ล้านตันข้าวสาร หรือลดลงร้อยละ 4.6 เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา เนื่องจากเนื้อที่ปลูกข้าวในแถบทางเหนือและทางตะวันออกของอินเดียมีแนวโน้มลดลง เวียดนามมีปริมาณผลผลิตข้าวในปี 2544 - 2548 เท่ากับ 35.2 ล้านตัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.9 ทำให้คาดการณ์ได้ว่าในปี 2548 เวียดนามจะกลับเข้ามาเป็นคู่แข่งในการส่งออกข้าวของไทย สหรัฐฯ มีผลผลิตข้าวในปี 2547 - 2548 เท่ากับ 7.04 ล้านตันข้าวสาร เมื่อเทียบกับในปีที่ผ่านมาแล้วเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.5 ซึ่งนับว่าเพิ่มขึ้นมากเป็นประวัติการณ์ ซึ่งการที่ปริมาณผลผลิตข้าวของสหรัฐฯ เพิ่มขึ้นอย่างมากระยะนี้ ส่งผลให้ราคาข้าวส่งออกของสหรัฐฯ มีแนวโน้มลดลง ดังนั้นช่วงห่างระหว่างราคาข้าวส่งออกจากประเทศผู้ผลิตในเอเชียและสหรัฐฯ จะแคบลง ซึ่งหมายถึงสถานการณ์การแข่งขันของข้าวสหรัฐฯ ในบางตลาดปรับตัวดีขึ้น อย่างไรก็ตามสหรัฐฯ เป็นตลาดนำเข้าข้าวหอมมะลิอันดับหนึ่งของไทย โดยนำเข้ามากกว่าจีนและฮ่องกงตั้งแต่ปี 2546 แต่อัตราการขยายตัวของมูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิไปยังตลาดสหรัฐฯ ในปี 2547 มีแนวโน้มชะลอตัวลง (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2548)

สถานการณ์ในตลาดส่งออกหลัก ในปี 2548 จีน ตลาดในแอฟริกา ตะวันออกกลาง ยังคงเป็นตลาดส่งออกข้าวที่สำคัญของไทย ในปี 2548 ความต้องการนำเข้าข้าวของจีนจะเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย ตลาดในแอฟริกาโดยเฉพาะตลาดส่งออกสำคัญอย่างไนจีเรีย จะต้องนำเข้าข้าวประมาณ 1.7 ล้านตัน ซึ่งเมื่อเทียบกับในปี 2547 แล้วเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.3 ตลาดตะวันออกกลาง โดยเฉพาะอิรัก

มีการขยายตัวอย่างโดดเด่นในปี 2547 และต่อเนื่องถึงในปี 2548 จากที่มูลค่าการส่งออกข้าวไปยังอิรักอยู่ในอันดับ 3 รองจากจีนและแอฟริกาใต้ (ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย, 2548)

จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พบว่าในปี 2546 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปี 57.67 ล้านไร่ ได้ผลผลิต 20.91 ล้านตัน หรือ 379 กก.ต่อไร่ และในปี 2547 มีพื้นที่ปลูกข้าวนาปี 57.44 ล้านไร่ ได้ผลผลิต 6.34 ล้านตัน หรือ 110 กก.ต่อไร่ ปริมาณข้าวที่ส่งออกในปี 2547 มีปริมาณทั้งหมด 9.99 ล้านตัน มูลค่าการส่งออก 108,394 ล้านบาท ในขณะที่ปี 2548 ตั้งแต่เดือนมกราคม – กันยายน มีปริมาณการส่งออก 5.69 ล้านตัน มูลค่าการส่งออก 69,276 ล้านบาท หรือราคาเฉลี่ยตันละ 12,175 บาท เปรียบเทียบกับช่วงเดียวกันของปี 2547 ที่มีปริมาณการส่งออก 7.27 ล้านตัน มูลค่าการส่งออก 77,101 ล้านบาท หรือราคาเฉลี่ยตันละ 10,605 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2548)

นอกจากนี้จากการสำรวจราคาข้าวเปลือกเจ้าในปี 2548 มีราคาประมาณ 7.30 – 7.60 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนราคาขายปลีกของข้าวสารมีราคาประมาณ 6 - 12 บาทต่อกิโลกรัม โดยข้าวกล้องมีราคา 17.5 บาทต่อกิโลกรัม (สหกรณ์การเกษตร, 2548) ซึ่งข้าวเปลือก 100 กิโลกรัม จะได้ข้าวกล้องประมาณร้อยละ 77 และได้แกลบและเยื่อหุ้มเมล็ดชั้นนอกหรือที่เรียกว่ารำหยาบ ประมาณร้อยละ 23 (สายสนม, 2541)

1.2 การคาดการณ์สถานการณ์ข้าว องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ คาดการณ์ว่าผลผลิตข้าวในปี 2548 - 2549 เท่ากับ 615.3 ล้านตันข้าวเปลือก เมื่อเทียบกับในปี 2547 - 2548 ซึ่งมีการผลิตเท่ากับ 606.0 ล้านตันข้าวเปลือก หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.5 เนื่องจากคาดการณ์ว่าประเทศผู้ผลิตข้าวรายใหญ่ของโลกโดยเฉพาะในเอเชียมีปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งสถานการณ์การผลิตข้าวในปี 2548 - 2549 นั้นแตกต่างจากเมื่อปี 2547 - 2548 เนื่องจากไทยและอินเดีย ซึ่งเป็นผู้ผลิตข้าวรายสำคัญของโลกนั้นมีการผลิตลดลง เนื่องจากสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย ประเทศผู้ผลิตข้าวที่น่าจับตามอง คือ จีนและเวียดนาม โดยทั้ง 2 ประเทศนี้ผลผลิตข้าวยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะจีนนั้นผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดในปี 2547 - 2548 เป็น 180.5 ล้านตันข้าวเปลือก เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมาแล้ว เพิ่มขึ้นร้อยละ 11.2 และคาดว่าในปี 2548 - 2549 ผลผลิตข้าวของจีนยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้จีนลดการนำเข้าข้าวลง โดยนโยบายส่งเสริมให้คนจีนบริโภคข้าวที่ผลิตได้ในประเทศ (ผู้จัดการออนไลน์, 2548)

สำหรับไทยคาดว่าปริมาณการผลิตข้าวในปี 2548 ถึงปี 2549 นั้นจะเพิ่มขึ้นไปเป็น 27.0 ล้านตันข้าวเปลือก หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.0 ซึ่งเพิ่มขึ้นมากเป็นประวัติการณ์ เป็นผลมาจากราคาข้าวที่อยู่ในเกณฑ์สูงจูงใจให้เกษตรกรขยายการปลูก รวมทั้งปริมาณน้ำมีเพียงพอ ไม่ประสบปัญหาฝนทิ้งช่วงเช่น ในปี 2547 - 2548 (ผู้จัดการออนไลน์, 2548)

ส่วนในปี 2549 คาดการณ์ว่าการค้าข้าวในตลาดโลกจะลดลงเหลือ 25.9 ล้านตัน เมื่อเทียบกับปี 2548 ที่มีปริมาณการค้าข้าว 27.0 ล้านตันแล้ว ลดลงร้อยละ 4.1 เมื่อเทียบกับในปีที่ผ่านมา เนื่องจากหลายประเทศมีผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น ทำให้ความต้องการนำเข้าข้าวมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ปริมาณการผลิตข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งในปี 2549 ประเทศผู้ส่งออกข้าวจะต้องมีการแข่งขันกันอย่างรุนแรงมากขึ้นเพื่อแย่งตลาด และคาดว่าราคาข้าวในตลาดโลกจะมีแนวโน้มลดลง

สำหรับการส่งออกข้าวของไทยในปี 2549 คาดว่าน่าจะสูงกว่าในปี 2548 แต่มูลค่าการส่งออกจะเพิ่มขึ้นไม่มากนัก เป็นผลจากราคาส่งออกที่คาดว่าจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับในปี 2548 เนื่องจากต้องเผชิญการแข่งขันอย่างรุนแรงทั้งจากเวียดนาม อินเดีย และสหรัฐ ซึ่งเท่ากับว่าในปี 2549 จะมีการแข่งขันในด้านราคาอย่างรุนแรงหรืออาจกล่าวได้ว่าตลาดเป็นของผู้ซื้อ เนื่องจากประเทศผู้ซื้อสามารถเลือกซื้อข้าวได้จากหลายแหล่งและมีอำนาจในการต่อรอง (ผู้จัดการออนไลน์, 2548)

2. ข้าวหอมมะลิ

ข้าวพันธุ์ที่นิยมบริโภคในประเทศไทยคือข้าวหอมมะลิ ซึ่งเป็นข้าวที่ถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศไทย เมล็ดข้าวมีลักษณะจำเพาะแตกต่างจากข้าวพันธุ์อื่น ๆ อย่างเด่นชัด เช่น มีกลิ่นหอม และมีเมล็ดข้าวสารสุกนุ่มทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเป็นข้าวใหม่หรือข้าวเก่ามากน้อยเพียงใด เมื่อแปรรูปข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้องและข้าวขาวแล้ว เมล็ดข้าวสารมีลักษณะยาวรีผิว มีปริมาณอะมิโลสร้อยละ 12 - 19 โดยน้ำหนักและมีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำซึ่งมีค่าการสลายเมล็ดในด่าง (Alkali Spreading Value) ระดับ 6 - 7 ข้าวหอมมะลิที่ผลิตในประเทศไทย ซึ่งกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ประกาศรองรับ เช่น พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105, กข. 15, ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง 1 และปทุมธานี 1 เป็นต้น

โดยพันธุ์ข้าวที่จัดเป็นข้าวที่มีคุณภาพดีพิเศษในตลาดโลก ได้แก่ พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งจัดเป็นข้าวไวต่อช่วงแสง ปลูกได้เฉพาะนาปี เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมือง ต้นสูง มีลักษณะเด่นคือ เมล็ดข้าวสารใส แกร่ง ยาวเรียวยาว มีกลิ่นหอม ข้าวหุงสุกนุ่มและมีกลิ่นหอมคนนิยมบริโภค เป็นพันธุ์ที่มีความสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีพันธุ์หนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพนาดอนทั่วไป ก่อนข้างทนต์แล้ง ทนดินเค็มและดินเปรี้ยวปานกลาง ด้านทานไส้เดือนฝอย (อรอนงค์, 2547) ซึ่งพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 จะมีพื้นที่ปลูกในประเทศไทย 11.32 ล้านไร่ และได้ผลผลิต 2,782 ล้านตันข้าวเปลือก (วิชัย, 2547)

ข้าวสามารถแบ่งได้หลายชนิดทั้งนี้ขึ้นกับเงื่อนไขที่ใช้ในการแบ่ง เช่น แบ่งตามปริมาณอะมิโลสของแป้งที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวหรือแบ่งตามการขัดสี เป็นต้น การแบ่งชนิดของข้าวตามปริมาณปริมาณอะมิโลสของแป้งที่มีอยู่ในเมล็ดข้าว สามารถแบ่งข้าวแต่ละพันธุ์ตามปริมาณอะมิโลสได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประเภทและพันธุ์ข้าวตามปริมาณอะมิโลส

ประเภทและพันธุ์ข้าว	ปริมาณอะมิโลส (ร้อยละ)	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	0 - 2	เหนียวมาก
อะมิโลสต่ำ	< 20	นุ่มเหนียว
- ข้าวดอกมะลิ 105	12 – 19	
- ปทุมธานี	16 – 18	
- หอมคลองหลวง	16 – 18	
อะมิโลสปานกลาง	20 - 25	เหนียวเล็กน้อย
- กข. 7	22 – 26	
- สุพรรณบุรี 60	22 – 26	
อะมิโลสสูง	> 25 - 34	ร่วน แฉ่ง
- ชัยนาท 1	28 – 33	
- สุพรรณบุรี 1	27 – 32	
- ปทุมธานี 60	28 – 30	

ที่มา: ประโยชน์ (2534) ; รัตนันท์ (2544)

การแบ่งชนิดข้าวตามวิธีการขัดสี สามารถแบ่งข้าวได้เป็น 2 ชนิด คือ ข้าวกล้องและข้าวขาว เนื่องจากข้าวเป็นพืชที่มีเปลือกแข็ง ก่อนจะนำมารับประทานต้องผ่านกรรมวิธีการกระเทาะเปลือกออก ในอดีตการกระเทาะเปลือกข้าวทำโดยการซ้อมมือหรือใช้ครกกระเดื่อง แต่ในปัจจุบันการกระเทาะเปลือกทำโดยโรงสี

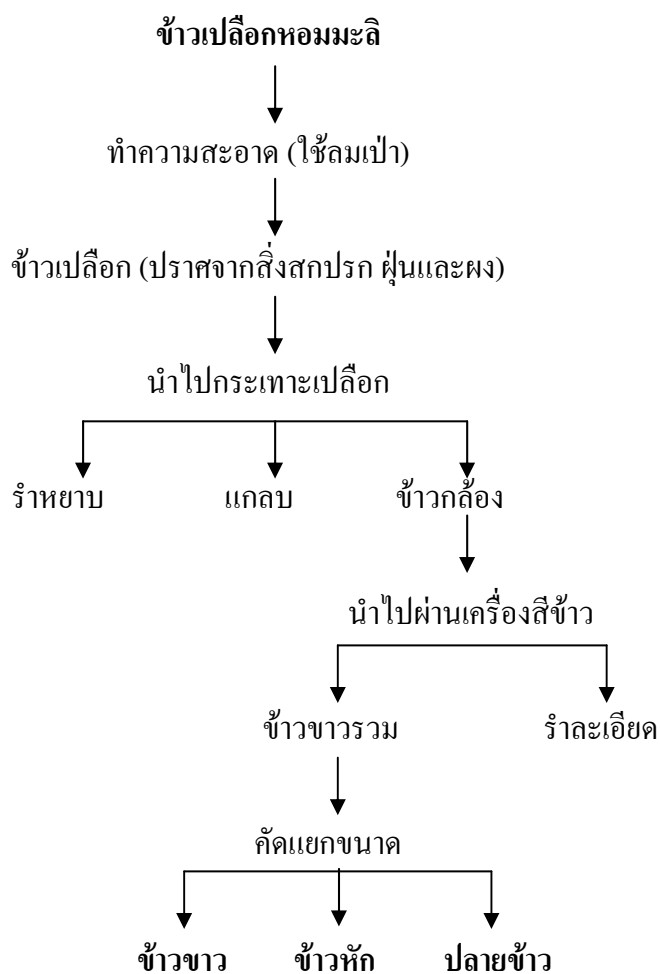
2.1 ขั้นตอนการสีข้าว ประกอบด้วยขั้นพื้นฐาน 4 ขั้นตอน (อรอนงค์, 2547) คือ

2.1.1 การทำความสะอาด เพื่อกำจัดใบข้าว เมล็ดลีบ กรวด หิน ดิน ทราย วัชพืช และสิ่งสกปรกอื่นๆ ออกจากข้าวเปลือก โดยโรงสีทั่วไปมักใช้ตระแกรงโยก 2 ชั้น แยกสิ่งสกปรกที่เบา ขนาดใหญ่และวัสดุขนาดเล็กออกจากข้าวเปลือกโดยใช้แรงสั่นสะเทือน ส่วนเศษเล็กจะแยกออกโดยใช้แม่เหล็ก

2.1.2 การกระเทาะเปลือก เพื่อให้ข้าวเปลือกหลุดออกจากเมล็ด สิ่งที่ได้รับในขั้นนี้คือ แกลบและข้าวกล้อง ระบบการกระเทาะอาจเป็นระบบลูกยาง แกลบและข้าวกล้องจะถูกแยกออกจากกันโดยผ่านตระแกรงทรงกลม 2 ชั้น มีลมดูดแกลบออกจากข้าวกล้อง การหมุนของตระแกรงจะช่วยแยกปลายข้าวกล้องและรำที่เกิดจากการลอกของผิวเมล็ดออกมา

2.1.3 การขัดขาว เพื่อให้รำหลุดออกจากเมล็ดข้าวกล้อง สิ่งที่ได้รับจากขั้นนี้คือ รำและข้าวสาร เครื่องขัดขาวอาจใช้ระบบหินขัด รำที่ถูกขัดออกจะแยกออกโดยใช้ลมเป่าออกไป ข้าวขาวที่ได้จะมีทั้งข้าวเต็มเมล็ดและข้าวหักขนาดต่าง ๆ ปะปนอยู่

2.1.4 การคัดแยกเพื่อคัดแยกข้าวเต็มเมล็ด ต้นข้าว และข้าวหักขนาดต่าง ๆ ออกจากกัน โดยใช้ตระแกรงโยกและตระแกรงหลุมทรงกระบอก ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนวิธีการสีข้าวเพื่อให้ได้ข้าวกล้องและข้าวขาว

ที่มา: วิชัย (2547)

2.2 ข้าวกล้อง

ข้าวกล้อง (Cargo rice, Loozain rice, Brown rice, Husked rice) หรือเรียกว่าข้าวแดง ข้าวซ้อมมือหรือข้าวอนามัย คือ เมล็ดข้าวที่ผ่านการกระเทาะเปลือกออกโดยไม่มีการขัดสีใด ๆ จึงยังคงมีจมูกข้าวหรือเอ็มบริโอ (embryo) และรำข้าวซึ่งเป็นเยื่อบาง ๆ หุ้มเมล็ดข้าวอยู่ ทำให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วยเกลือแร่และวิตามินรวมกว่า 20 ชนิด ซึ่งส่วนนี้ทำให้ข้าวกล้องมีประโยชน์มากกว่าข้าวขาวมาก (สุภานี, 2546) แต่เนื่องจากข้าวกล้องมีส่วนของน้ำมันและโปรตีนสูงมีสีคล้ำจึงเกิดกลิ่นหืนได้ง่ายทำให้มีโอกาสปนเปื้อนโดยเชื้อราได้โดยเฉพาะเชื้อราที่ผลิตสาร

อัลฟาทอกซิน การหุงข้าวกล้องต้องใช้เวลานานและเมื่อสุกจะมีลักษณะที่แข็งกระด้าง (วิชัย, 2547)

2.2.1 คุณภาพทางเคมีของเมล็ดข้าวกล้อง

องค์ประกอบหลักที่สำคัญที่พบในเมล็ดข้าวคือ คาร์โบไฮเดรต ชนิด โพลีแซคคาไรด์ โปรตีนและไขมันซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีผลกับคุณภาพของเมล็ด โดยเฉพาะ คาร์โบไฮเดรตที่มีองค์ประกอบเป็นอะมิโลสและอะมิโลเพกติน กล่าวคือ

ก. แป้ง มีอยู่ในข้าวกล้องร้อยละ 77 – 87 เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่มีอยู่ใน เอนโดสเปิร์มของข้าวกล้องที่เจริญเต็มที่ มีลักษณะเป็นเม็ดห้ำเหลี่ยมขนาด 3 - 9 ไมโครเมตร รวมกันเป็นกลุ่มอยู่ในอะมิโนพลาสต์ (amynoplast) ที่มีลักษณะกลมหรือรีมีขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลาง 7 – 39 ไมโครเมตร โดยภายในแต่ละอะมิโนพลาสต์มีเม็ดแป้งเกาะรวมกันอยู่ประมาณ 20 – 60 เม็ดและระหว่างเม็ดจะมีโปรตีนแทรกอยู่ (อรอนงค์, 2538)

ข. โปรตีน เป็นองค์ประกอบที่มีอยู่มากรองมาจากแป้ง โดยโปรตีนในข้าวกล้อง มีร้อยละ 7.1 - 8.3 ส่วนในข้าวขาวมีร้อยละ 6.3 - 7.1 ซึ่งจะแตกต่างตามพันธุ์ เนื้อเยื่อชั้นนอกของ ข้าวกล้องจะอุดมไปด้วยอัลบูมิน (albumin) ซึ่งเป็นโปรตีนที่สามารถละลายน้ำได้ โกลบูลิน (globulin) ซึ่งเป็นโปรตีนที่สามารถละลายได้ในน้ำเกลือ ส่วนข้าวขาวที่ผ่านการขัดสีแล้วจะอุดม ไปด้วยกลูเตลิน (glutelin) ซึ่งเป็นโปรตีนที่สามารถละลายได้ในด่าง และโปรลามิน (prolamin) เป็นโปรตีนที่สามารถละลายได้ในแอลกอฮอล์ สัดส่วนของอัลบูมินและโกลบูลินของเมล็ดข้าว จะมี มากที่สุดในผิวนอกและลดลงเรื่อย ๆ จนถึงกึ่งกลาง ส่วนกลูเตลินจะมีมากตรงกลางเมล็ดและ อัลบูมินจะพบมากในชั้นของเนื้อเยื่อเอนโดสเปิร์มมากกว่าที่จะพบในเอนโดสเปิร์ม (อรอนงค์, 2538)

เมล็ดข้าวกล้องมีปริมาณกลูเตลินในอัตราส่วนที่สูงกว่าโปรตีนชนิดอื่นและ ในส่วนของ กลูเตลินนี้ประกอบด้วยไนโตรเจนร้อยละ 16.8 ข้าวกล้องแม้ว่าจะมีปริมาณโปรตีน น้อยกว่าธัญพืชชนิดอื่น แต่โปรตีนที่มีอยู่มีคุณค่าทางชีวภาพ (biological value) และประโยชน์สุทธิ (net protein utilization) สูงกว่าโดยโปรตีนของธัญชาติ นับว่ามีคุณภาพต่ำเนื่องจากมีปริมาณไลซีน อยู่ต่ำ อย่างไรก็ตามโปรตีนจากข้าวมีปริมาณไลซีนสูงกว่าธัญชาติอื่นและสามารถย่อยได้สมบูรณ์ กว่าเนื่องจากมีเส้นใยแทนนินต่ำ (อรอนงค์, 2538)

ก. ไขมัน ในข้าวกล้องมีอยู่ร้อยละ 1.6 - 2.8 จะอยู่ในลักษณะเป็นหยดกลม (lipid droplets) แทรกอยู่ในชั้นแอลูโลนขนาดเล็กกว่า 1.5 ไมโครเมตร อยู่ในชั้นแอลูโลนมีขนาดเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร และอยู่ในส่วนคัพพะขนาดเล็กกว่า 0.7 ไมโครเมตร ในเนื้อเมล็ดจะอยู่ร่วมกับกลุ่มโปรตีน ในข้าวกล้องมีไขมันประมาณร้อยละ 1.6 - 2.8 โดยไขมันนี้จะอยู่ในรำประมาณร้อยละ 80 ของไขมันทั้งหมด ไขมันจากทุกส่วนของเมล็ดจะมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกัน ไม่ว่าจะเป็นข้าวเหนียวหรือข้าวเจ้า กรดไขมันส่วนใหญ่จะเป็นโอเลอิก (oleic) ลิโนเลอิก (linoleic) และพาลมิติก (palmitic) โดยในแอลูมีโอเลอิกมากที่สุด ข้าวสารมีพาลมิติกและลิโนเลอิกมากที่สุดในไขมันดิบของข้าวสารจะมีสาร antioxidant อยู่คือ โอรีซานอย (oryzanol) และโทโคฟีรอล (tocopherol หรือ vitamin E) สารนี้จะช่วยยับยั้งปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนทำให้น้ำมันที่สกัดได้คงอยู่ได้นานโดยไม่หืน นอกจากนี้ทั้งโอรีซานอยและโทโคฟีรอลยังช่วยเร่งการเจริญเติบโต การไหลเวียนของโลหิตและการหลั่งฮอร์โมนของร่างกาย (อรอนงค์, 2538)

2.2.2 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้อง (วิจิตร, 2547)

การบริโภคข้าวกล้องเป็นการดูแลสุขภาพอย่างง่าย ๆ แต่ได้คุณค่ามาก เพราะข้าวกล้องมีสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายหลายชนิดโดยข้าวกล้องมีโปรตีนประมาณร้อยละ 7 ซึ่งมีมากกว่าข้าวขาวที่ผ่านการขัดสี ดังแสดงในตารางที่ 2 นอกจากนี้ในข้าวกล้องยังประกอบไปด้วยวิตามินและเกลือแร่ซึ่งจะช่วยให้ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมีผลทำให้สุขภาพดีขึ้น โดยประโยชน์ของข้าวกล้องเมื่อเทียบกับข้าวขาว มีดังนี้

1. มีวิตามินบีหนึ่ง มากกว่าข้าวขาวประมาณ 4 เท่า ซึ่งจะป้องกันโรคเหน็บชา
2. วิตามินบีสอง มีมากจะป้องกันโรค ปากนกกระจอก (Stomatitis)
3. วิตามินบีรวม มีมากจะป้องกันและบรรเทาอาการอ่อนเพลีย อาการปวด แสบ ปวดกล้ามเนื้อ ลิ้นแตกหรือมีแผล โรคผิวหนังบางชนิด โรคปลายประสาทอักเสบ และโรคเกี่ยวกับระบบประสาท บำรุงสมอง ทำให้เรียนเก่งขึ้นและเจริญอาหาร
4. ธาตุเหล็กมีมากเป็น 2 เท่า ช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง
5. ฟอสฟอรัสมีมากกว่า ช่วยในการเจริญเติบโตของกระดูกและฟัน
6. แคลเซียมมีมากกว่า ทำให้กระดูกแข็งแรง ช่วยป้องกันไม่ให้เป็นตะคริว
7. ไขมัน มีมากกว่า ช่วยให้พลังงานแก่ร่างกาย
8. กากอาหาร มีมากกว่าจะช่วยป้องกันท้องผูก และมะเร็งลำไส้ใหญ่

9. เกลือแร่และวิตามินต่าง ๆ (Trace Element) ในข้าวกล้องมี 20 กว่าชนิดมีหน้าที่ทำให้การทำงานของร่างกายทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและเสริมสร้างร่างกายให้สมบูรณ์

10. โปรตีนมีมากกว่าร้อยละ 20 – 30 ช่วยเสริมสร้างร่างกาย

11. แป้ง (คาร์โบไฮเดรต) มีน้อยกว่าข้าวขาว ช่วยลดความอ้วน ส่วนคนที่ผอมก็จะสมบูรณ์ขึ้น เนื่องจากได้รับสารอาหารต่าง ๆ ที่มีประโยชน์เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องหอมมะลิ, ข้าวขาวหอมมะลิและข้าวสาลี (น้ำหนักต่อข้าวสาร 100 กรัม)

สารอาหารและวิตามิน	ข้าวกล้องหอมมะลิ	ข้าวขาวหอมมะลิ	ข้าวสาลี
โปรตีน (กรัม)	7.0	6.2	12.2
ไขมัน (กรัม)	2.4	1.1	1.4
เส้นใยอาหาร (กรัม)	2.5	0.6	11.7
เถ้า (กรัม)	1.6	0.3	1.1
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	79.1	80.4	75.9
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	366	356	365
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	27	3	42
เหล็ก (มิลลิกรัม)	3.7	-	4.2
วิตามิน B1 (มิลลิกรัม)	0.55	0.11	0.69

ที่มา: กองโภชนาการ (2544)

2.3 มาตรฐานข้าวหอมมะลิ

เนื่องจากประเทศไทย เป็นประเทศที่ทำการส่งออกข้าวในปริมาณมากเป็นอันดับที่ 1 ของโลก ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดมาตรฐานและนิยามที่เกี่ยวข้องกับข้าวไว้ ในประกาศกระทรวงพาณิชย์ เรื่อง กำหนดให้ข้าวหอมมะลิไทยเป็นสินค้ามาตรฐานและมาตรฐานสินค้าข้าวหอมมะลิไทย โดยกำหนดค่านิยาม ลักษณะและขนาดเมล็ด คุณสมบัติทางเคมี ของข้าวหอมมะลิไทย ข้าวกล้องและข้าวขาว ไว้ดังนี้

ข้าวหอมมะลิไทย (Thai hom mali rice) หมายถึง ข้าวกล้องและข้าวขาวที่แปรรูปจากข้าวเปลือกเจ้าพันธุ์ข้าวหอมที่ไวต่อช่วงแสง ซึ่งผลิตในประเทศไทยในฤดูนาปีและกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ประกาศรับรองว่าเป็นพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และพันธุ์ กข. 15 ซึ่งมีกลิ่นหอมตามธรรมชาติขึ้นอยู่กับว่าเป็นข้าวใหม่หรือข้าวเก่าเมื่อหุงเป็นข้าวสวยแล้วเมล็ดข้าวจะอ่อนนุ่ม

ข้าวกล้อง (Cargo rice, Loonzain rice, Brown rice, Husked rice) หมายถึง ข้าวที่ผ่านการกะเทาะเอาเปลือกออกเท่านั้น

ข้าวขาว (White rice) หมายถึง ข้าวที่ได้จากการนำข้าวกล้องเจ้าไปขัดเอารำออกแล้ว

ลักษณะและขนาดเมล็ด ต้องมีความยาวเฉลี่ยของข้าวเต็มเมล็ด ที่ไม่มีส่วนใดหักต้องไม่ต่ำกว่า 7.0 มิลลิเมตร มีอัตราส่วนความยาวเฉลี่ยต่อความกว้างเฉลี่ยของข้าวเต็มเมล็ดที่ไม่มีส่วนใดหัก ต้องไม่ต่ำกว่า 3.2 ต่อ 1

คุณสมบัติทางเคมีต้องมีปริมาณอะมิโลสร้อยละ 13 - 18 ที่ระดับความชื้นร้อยละ 14 และมีค่าการสลายเมล็ดข้าวในค่าระดับ 6 - 7 (กรมการค้าต่างประเทศ, 2546)

3. ผลิตภัณฑ์จากข้าว

เนื่องจากเมล็ดข้าวไทยมีคุณสมบัติของแป้งแตกต่างกันดังนั้นการแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์จึงมีหลากหลาย ผลิตภัณฑ์ในระดับอุตสาหกรรมสามารถพัฒนาจากข้าวที่มีอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ การทำข้าวเหนียว (parboiling) แป้งข้าว (rice flour) ผลิตภัณฑ์เส้นและแผ่น เช่น ก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ แป้งบริสุทธิ์ (starch) อาหารประเภทพองกรอบ (expanded product) ข้าวกล้องสำเร็จรูป (Quick cooking rice or instant rice) ข้าวบรรจุกระป๋อง (Canned rice) ข้าวสวยบรรจุในบรรจุภัณฑ์ (Retort pouch) อาหารเช้า (Breakfast cereal) อาหารเด็กอ่อน (Baby food) ข้าวเสริมโภชนาการ (Enriched Rice) ผลิตภัณฑ์หมักดอง เช่น เต้าเจี้ยวญี่ปุ่น (Miso) กระแช่ไทย ผลิตภัณฑ์จากรำข้าว น้ำมันข้าว (งามชื่น, 2541)

นอกจากนี้ยังมีโครงการวิจัยการใช้ประโยชน์จากข้าวในการสร้างมูลค่าเพิ่มเพื่อการส่งออกของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติได้มีงานวิจัยการใช้ประโยชน์จากข้าว ดังนี้ (สำนักบริการส่งออก, 2546)

1. ขนมหินถึงสำเร็จรูปกินเร็ว ใช้ข้าวที่มีอะมิโลสไม่ต่ำกว่าร้อยละ 27 เป็นข้าวที่เก็บ 3 - 4 เดือนขึ้นไป
2. ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก ข้าวที่ใช้เป็นข้าวเมล็ดยาว มีปริมาณอะมิโลสระดับปานกลางถึงสูง (ไม่น้อยกว่าร้อยละ 22) เพื่อให้เนื้อสัมผัสของก๋วยเตี๋ยวมีความยืดหยุ่นเหนียวนุ่มดี
3. แป้งก๋วยเตี๋ยวสด เก็บได้ 1 - 3 วัน การยืดอายุการเก็บรักษาทำได้โดยการบรรจุในภาชนะปิดสนิท บรรจุในบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว (Retort pouch) เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นาน อุณหภูมิรับประทานโดยจุ่มบรรจุภัณฑ์ในน้ำเดือด หรืออุ่นในเตาไมโครเวฟ
4. ผลิตภัณฑ์อาหารเส้นจากข้าวพร้อมบริโภค เช่น ผัดไทย ก๋วยเตี๋ยว เส้นเล็กต้มยำ เส้นหมีผัดซีอิ๊ว เส้นหมีราดหน้า บรรจุในบรรจุภัณฑ์อ่อนตัวเพื่อการส่งออก เดิมแป้งโมดิฟายด์และหรือกรดเพื่อให้ทนต่อการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนสูงก่อนบรรจุทำให้เก็บรักษาได้นานและมีคุณภาพดี
5. ข้าวสุกปรุงรสแช่เยือกแข็ง เช่น ข้าวผัด ใช้ข้าวพันธุ์ที่มีอะมิโลสสูง เป็นข้าวเมล็ดยาว หุงสุกหรือึ่งด้วยไอน้ำ แช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ - 18 องศาเซลเซียส เก็บได้นาน 1 ปี เมื่อนำมาให้ความร้อนอีกครั้งข้าวยังมีคุณภาพเหมือนเดิม
6. ขนมหบเคี้ยว ข้าวผสมผลไม้แห้ง ที่ผลิตด้วยวิธีเอ็กซ์ทรูชัน แครกเกอร์ ลูกเกด โดนัท ชอกโกเลต ข้าวโพดพอง ถั่วทอด ทอฟฟี่ มันฝรั่งทอด ขนมหไทย เช่น ทองม้วน ขนมหผิง ขนมหตาล กล้วยแขก ถ้าใช้ข้าวที่มีอะมิโลสต่ำการพองตัวจะสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นแต่แตกหักง่ายกว่าทำจากแป้งที่มีอะมิโลสสูง ถ้าใช้ข้าวที่มีอะมิโลสสูงกำลังการพองตัวลดลง
7. ใช้โปรตีนในรำข้าวผสมในอาหารและเครื่องคั่ว เช่น อาหารเด็กอ่อน ขนมหปังยีสต์สด ทำมัพฟินที่มีใยอาหารสูง เครื่องคั่วรำข้าวผสมน้ำผึ้งใยอาหารสูงแคลอรีต่ำ เครื่องคั่วเพิ่มพลังงานสำหรับ นักกีฬา และใช้แทนข้าวสาลีที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำซีอิ๊ว

8. ใช้แป้งข้าวในการตกแต่งผ้าแบบบาติกโดยใช้แป้งข้าวเป็นสารกันสี (Rice resist paste) ทำให้ผลิตผ้าได้เร็ว ไม่ต้องใช้ความร้อนในการลอกออกเหมือนการเขียนลายด้วยเทียน และไม่เกิดของเสียปนเปื้อนในน้ำทิ้ง

9. ใช้ข้าวกล้องทำขนมหวานไทยต่าง ๆ ได้มากมายหลายชนิด

จากผลิตภัณฑ์ดังกล่าวพบว่ามีผลิตภัณฑ์จากข้าวหลายชนิดที่ใช้แป้งข้าวเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต

3.1 แป้งข้าว (Rice Flour)

แป้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธัญพืช เช่น ข้าว พืชประเภทหัวที่มีแป้งมาก เช่น มันสำปะหลัง เป็นต้น กรรมวิธีการผลิตแป้งจากธัญพืช จะเริ่มจากการสีเพื่อแยก endosperm ออกจากส่วนรำและจมูกข้าวแล้วนำเอา endosperm ที่มีแป้งสตาρχประกอบอยู่เป็นส่วนใหญ่มาแช่น้ำโม้และบด แล้วทำให้แห้งเป็นผง แป้งต่างชนิดกันจะมีส่วนประกอบต่างกัน จึงทำให้แป้งมีคุณสมบัติทางด้านคุณค่าทางโภชนาการ ทางด้านเคมี และทางด้านกายภาพต่างกันด้วย โดยทั่วไปแป้งจะมีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตมากที่สุด ซึ่งจะอยู่ในรูปของสตาρχ รองลงมาคือ โปรตีน นอกจากนี้ยังมีไขมัน เซลลูโลส เถ้า วิตามิน สารสี เอนไซม์ ความชื้นหรือน้ำ (งามชื่น, 2541)

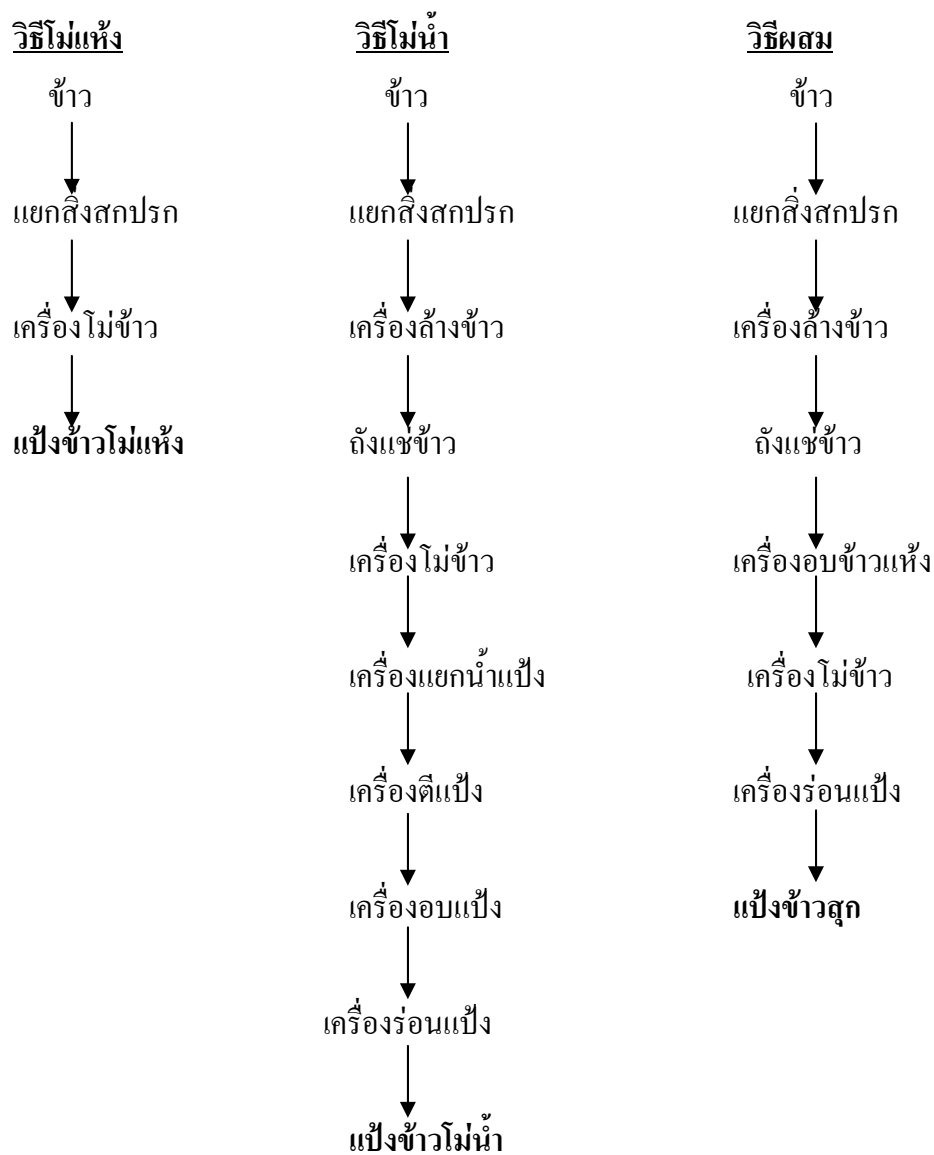
คำว่า แป้ง ที่คนไทยเรียกกันทั่วไปนั้น ในภาษาอังกฤษแบ่ง 2 ประเภทด้วยกัน คือ แป้งฟลาว (Flour) และแป้งสตาρχ (Starch) ซึ่งแป้งฟลาวและแป้งสตาρχมีส่วนประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน ส่งผลให้คุณสมบัติแตกต่างกัน

แป้งฟลาว (Flour) หมายถึง ผลิตภัณฑ์แป้งที่ผลิตจากวัตถุดิบทางการเกษตรชนิดต่าง ๆ เช่น ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว ข้าวสาลี ข้าวฟ่าง ข้าวโพด มันฝรั่ง มันสำปะหลัง มันเทศ เป็นต้น โดยการนำวัตถุดิบมาโม่บดหรือตีจนละเอียดมาก ดังนั้นส่วนประกอบของแป้งฟลาวจึงประกอบด้วยสารอาหารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในวัตถุดิบดั้งเดิมทั้งหมด คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใย แร่ธาตุต่าง ๆ เป็นต้น

แป้งสตาρχ หรือแป้งบริสุทธิ (Starch) หมายถึง แป้งที่ผ่านการแยกส่วนของโปรตีน ออกจนมีความบริสุทธิ์ของแป้งสูงมาก และมีส่วนที่เป็นสารอาหารคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนใหญ่ การแยกโปรตีนมักใช้แยกด้วยสารละลายของด่างโซดาไฟหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์หลาย ๆ ครั้ง และล้างแป้งออกด้วยน้ำ หลังจากนั้นจึงแยกน้ำออกและอบแห้ง จากแป้งบริสุทธิที่ได้มานำมาผลิตเป็นแป้งดัดแปร (modified starch) กรรมวิธีในการผลิตแป้งดัดแปรได้แก่ Pregelatinized starch ผลิตโดยนำแป้งมาทำให้สุกด้วยความร้อนสูงมีการใช้เครื่อง spray dryer มาผลิต Pregelatinized starch ของข้าวเพื่อให้รูปทรงของเม็ดแป้งมีรูปทรงกลม ทำให้แป้งมีคุณสมบัติการไหลดี แป้งประเภทนี้สามารถใช้ในทางเภสัชกรรม เช่น ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตยาเม็ด (งามชื่น, 2541)

3.1.1 กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าว (Rice flour)

แป้งข้าวมีทั้งชนิดแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียว วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตคือ ข้าว หักหรือปลายข้าวโดย กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าวสามารถแบ่งเป็น 3 วิธี ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภูมิแสดงกรรมวิธีผลิตแป้ง

ที่มา: งามชื่น (2541)

3.1.2 คุณสมบัติทางเคมีของแป้งข้าว

ก. องค์ประกอบของแป้งข้าว แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจนในอัตราส่วน 6 : 10 : 5 มีสูตรเคมีโดยทั่วไป คือ $(C_6H_{10}O_5)_n$ แป้งประกอบ

ด้วยโพลิเมอร์ของกลูโคส 2 ชนิดคือ โพลิเมอร์เชิงเส้นหรือที่เรียกว่า อะมิโลส (amylose) ซึ่งมีโครงสร้างเป็นสายยาว และโพลิเมอร์เชิงกิ่งหรือที่เรียกว่า อะมิโลเพคติน (amylopectin) ซึ่งมีโครงสร้างเป็นกิ่งก้านสาขาหรือเป็นกิ่งแขนง คุณสมบัติที่สำคัญของอะมิโลส และอะมิโลเพคติน (กล้าณรงค์, 2542) ดังแสดงในตารางที่ 3 มีดังนี้

ตารางที่ 3 คุณสมบัติที่สำคัญของอะมิโลสและอะมิโลเพคติน

คุณสมบัติ	อะมิโลส	อะมิโลเพคติน
1. ลักษณะโครงสร้าง	สารประกอบของน้ำตาล กลูโคสเกาะกันเป็นเส้นตรง	สารประกอบของน้ำตาล กลูโคสเกาะกันเป็นกิ่งก้าน
2. พันธะที่จับ	α - 1,4	α - 1,4 และ α - 1,6
3. ขนาด	200-2,000 หน่วยกลูโคส	มากกว่า 10,000 หน่วย กลูโคส
4. การละลาย	ละลายน้ำได้น้อยกว่า	ละลายน้ำได้มากกว่า
5. การทำปฏิกิริยากับไอโอดีน	สีน้ำเงิน	สีแดงม่วง
6. การจับตัว	เมื่อให้ความร้อนและทิ้งไว้จะ จับตัวเป็นวุ้นและแผ่นแข็ง	ไม่จับตัวเป็นแผ่นแข็ง

ที่มา: กล้าณรงค์ (2542)

ข. การเกิดเจลลาติไนเซชัน (gelatinization) โมเลกุลของแป้งประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) จำนวนมาก ยึดเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจนมีคุณสมบัติชอบน้ำ (hydrophilic) แต่เนื่องจากเม็ดแป้งอยู่ในรูปของร่างแห micelles ดังนั้นการจัดเรียงตัวลักษณะนี้จะทำให้เม็ดแป้งละลายในน้ำเย็นได้ยาก ดังนั้นในขณะที่แป้งอยู่ในน้ำเย็นเม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำและพองตัวได้เล็กน้อย แต่เมื่อให้ความร้อนกับสารละลายน้ำแป้ง พันธะไฮโดรเจนจะคลายตัวลง เม็ดแป้งจะดูดน้ำแล้วพองตัว ส่วนผสมของน้ำแป้งจะมีความหนืดมากขึ้นและใสขึ้น เนื่องจากโมเลกุลของน้ำอิสระที่เหลืออยู่รอบ ๆ เม็ดแป้งเหลือน้อยลง เม็ดแป้งเคลื่อนไหวได้ยากขึ้นทำให้เกิดความหนืด ปรากฏการณ์นี้เรียกว่าการเกิดเจลลาติไนเซชัน (gelatinization) อุณหภูมิที่สารละลายเริ่มเกิดความหนืดเรียกว่าอุณหภูมิเริ่มเจลลาติไนซ์เมื่อตรวจวัดโดยเครื่องมือวัดความหนืด มักจะเรียกจุดนี้ว่าอุณหภูมิที่เริ่มเปลี่ยนแปลงความหนืด (pasting temperature) หรือเวลาที่เริ่มเปลี่ยนแปลงความหนืด

(pasting time) ซึ่งจะแตกต่างกันในแป้งแต่ละชนิด แป้งจากพืชหัว เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่งจะมีอุณหภูมิเริ่มเจลาติไนซ์ต่ำกว่าอุณหภูมิจากแป้งธัญพืช (กล้านรงค์, 2542)

ค. การเกิดรีโทรเกรเดชัน (retrogradation) เมื่อแป้งได้รับความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่เกิดเจลาติไนเซชันแล้วให้ความร้อนต่อไป จะทำให้เม็ดแป้งพองตัวเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่พองตัวเต็มที่และแตกออก โมเลกุลของอะมิโลสขนาดเล็กระจัดกระจายออกมา ทำให้ความหนืดลดลงเมื่อปล่อยให้เย็นตัวโมเลกุลอะมิโลสที่อยู่ใกล้กันจะเกิดการจับเรียงตัวกันใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลเกิดเป็นร่างแหสามมิติโครงสร้างใหม่ที่สามารถอุ้มน้ำและไม่มีการคูดน้ำเข้ามาอีก ความหนืดคงตัวมากขึ้น เกิดลักษณะเจลเหนียวคล้ายฟิล์มหรือผลึก ซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่าการเกิดรีโทรเกรเดชัน (retrogradation) หรือการคืนตัว หรือ setback เมื่อลดอุณหภูมิให้ต่ำลงไปอีกลักษณะการเรียงตัวของโครงสร้างจะแน่นมากขึ้น โมเลกุลอิสระของน้ำที่อยู่ภายในจะถูกบีบออกมานอกเจล ซึ่งเรียกว่า syneresis ปรากฏการณ์ทั้งสองนี้จะทำให้เจลมีลักษณะขาวขุ่นและมีความหนืดเพิ่มขึ้น

การตรวจสอบค่า setback หรือ retrogradation โดยเครื่อง Brabender หรือเครื่อง Rapid Visco Analyser (RVA) สามารถหาได้จากค่าผลต่างความหนืดสุดท้ายกับความหนืดสูงสุด (setback from peak) หรือความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุด (setback from trough) (กล้านรงค์, 2542)

3.2 ตลาดสินค้าผลิตภัณฑ์ข้าว

ผลิตภัณฑ์ข้าวที่มีการซื้อขายหรือบริโภคได้บ่อย ๆ ในชีวิตประจำวัน คือ ก๋วยเตี๋ยว ขนมจีน ขนมปังกรอบ จากข้อมูลการส่งออกของกรมศุลกากรปี 2548 พบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวหลัก ๆ ที่มีการส่งออก คือ แป้งข้าวเจ้า เส้นหมี่หรือเส้นก๋วยเตี๋ยว ขนมปังกรอบ และแป้งแผ่นทำจากข้าว ดังรายละเอียดในตารางที่ 4 ซึ่งพบว่า มีมูลค่าการส่งออกรวมในปี 2547 ประมาณ 4,600 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปี 2546 ประมาณร้อยละ 8.48

ตารางที่ 4 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกของผลิตภัณฑ์ข้าว

ผลิตภัณฑ์	ปี 2546		ปี 2547		มูลค่าที่เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (บาท)	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (บาท)	
แป้งข้าวเจ้า	27,032	460,285,000	36,280	699,225,000	+51.91
เส้นหมี่หรือเส้นก๋วยเตี๋ยว	40,679	1,366,630,000	43,796	1,669,205,000	+22.14
ขนมปังกรอบ	22,483	2,338,044,000	21,719	2,162,417,000	-7.50
แป้งแผ่นทำจากข้าว	1,123	78,932,000	993	73,078,000	-7.41
รวม	91,317	4,243,891,000	100,328	4,603,925,000	+8.48

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2548)

ข้าวสาลี

1. สถานการณ์การผลิตและการค้าข้าวสาลี

ประเทศไทยผลิตข้าวสาลีได้น้อยจึงไม่เพียงพอับความต้องการใช้ภายในประเทศ โดยในปี 2547 ไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวสาลีประมาณ 8,125 ไร่ ให้ผลผลิตข้าวสาลีประมาณ 800 ตัน ซึ่งน้อยกว่าปริมาณความต้องการบริโภคในประเทศ ทำให้ต้องพึ่งการนำเข้า ซึ่งปริมาณการนำเข้าขยายตัวอย่างมากในปี 2547 โดยมีมูลค่าการนำเข้าถึง 9,500 ล้านบาท โดยนำเข้าทั้งในรูปของข้าวสาลีและแป้งสาลี เมล็ดแป้งสาลีที่นำเข้าจากแต่ละประเทศจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป โดยมีจุดเด่นและจุดด้อยแตกต่างกัน (ศูนย์วิจัยกสิกร, 2548) ดังนั้นข้าวสาลีจึงมีหลายประเภท ผู้นำไปใช้ต้องทำการวิเคราะห์คุณภาพของแป้งสาลีก่อนว่ามีความเหมาะสมที่จะนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทใด

แหล่งนำเข้าแป้งสาลีที่สำคัญของไทยคือ ประเทศออสเตรเลีย มีสัดส่วนร้อยละ 57.5 ของมูลค่าการนำเข้าของข้าวสาลีทั้งหมด และนำเข้าจากสหรัฐร้อยละ 39.4 แหล่งนำเข้าที่มีความสำคัญรองลงมาได้แก่ แคนาดา จีน และ อินเดีย ข้าวสาลีและแป้งสาลีที่นำเข้าประมาณ 2 ใน 3 จะใช้เพื่อการบริโภค ที่เหลือใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำ สัดส่วนการใช้แป้งสาลีเพื่อการบริโภคแยกออกได้เป็น

ขนมปังและผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ร้อยละ 35 บะหมี่สำเร็จรูปร้อยละ 30.0 บิสกิตร้อยละ 10.0 ที่เหลืออีกร้อยละ 25.0 เป็นการใช้ในลักษณะเอนกประสงค์ (ศูนย์วิจัยกสิกรรม, 2548)

2. ชนิดข้าวสาลี

ข้าวสาลี แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ข้าวสาลีชนิดแข็ง เมื่อนำข้าวมาโม่จะได้แป้งสาลีชนิดแข็งซึ่งเป็นแป้งที่มีโปรตีนสูงเหมาะสำหรับใช้ในการทำขนมอบ เช่น ขนมปัง แป้งสาลีชนิดนี้มีโปรตีนที่มีคุณภาพดี สามารถนวดผสมให้ได้ก้อนแป้งที่มีความยืดหยุ่นดี ทนต่อสภาพการผสม การหมัก อุณหภูมิของห้อง และเครื่องผสมมีคุณสมบัติในการอุ้มก๊าซที่ดี ซึ่งจะเป็นผลให้ขนมอบมีปริมาตรดี มีความสามารถดูดซึมน้ำได้สูงเหมาะสำหรับการทำขนมปัง เคนนิซเพสตรี (จิตรนาและอรอนงค์, 2541)

2.2 ข้าวสาลีชนิดอ่อน เมื่อนำข้าวมาโม่จะได้แป้งสาลีชนิดอ่อน ซึ่งเป็นแป้งที่มีโปรตีนต่ำมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้ต่ำกว่าแป้งชนิดแข็ง มีความทนทานต่อการผสมและการหมักที่ต่ำ จึงเหมาะสำหรับนำมาทำเค้ก คุกกี้ (จิตรนาและอรอนงค์, 2541)

พันธุ์ข้าวสาลีที่มีการปลูกในประเทศไทยมี 3 พันธุ์ได้แก่ พันธุ์สะเมิง 1 สะเมิง 2 และอินทรี 1 โดยกรมส่งเสริมการเกษตร ได้ดำเนินการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกข้าวสาลีให้มากยิ่งขึ้น โดยให้การสนับสนุนด้านการซื้อผลผลิตในราคาประกัน เพื่อให้เกษตรกรมีความมั่นใจและหันมาปลูกกันมากขึ้นเพื่อลดการนำเข้า (รัตนันท์, 2544)

3. ผลิตภัณฑ์จากข้าวสาลี

ผลิตภัณฑ์จากข้าวสาลีที่คนไทยรู้จักดี คือ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เช่น ขนมปัง เค้ก มัฟฟิน เป็นต้น ผลิตภัณฑ์จากข้าวสาลีเกือบทั้งหมดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวสาลีในรูปของแป้งสาลีเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต

3.1 แป้งสาลี

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ทำขนมอบทุกชนิดไม่มีแป้งอื่นที่นำมาใช้ทดแทนกันได้ หรือแม้แทนกันได้บ้างแต่คุณสมบัติจะไม่เหมือนแป้งสาลี ทั้งนี้เพราะแป้งสาลีมีโปรตีนสองชนิดรวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม คือ กลูเตมิน (glutamin) และ ไกลอะดิน (gliadin) ซึ่งเมื่อนำแป้งสาลีมาผสมน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งเรียกว่า กลูเตนซึ่งมีลักษณะเป็นยางเหนียวยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซเอาไว้ทำให้เกิดโครงสร้างที่จำเป็นของขนมและจะเป็นโครงสร้างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากเตาอบ (จิตรนาและอรอนงค์, 2541)

3.1.1 ชนิดของแป้งสาลี (จิตรนาและอรอนงค์, 2541)

แป้งสาลีที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ มี 3 ชนิดคือ

ก. แป้งขนมปัง มีโปรตีนสูงร้อยละ 12 - 14 ไม่จากข้าวสาลีชนิดแข็งพวก Hard Red Spring หรือ Hard Red Winter ซึ่งเป็นข้าวสาลีที่มีโปรตีนสูง ใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนมปังจืด ขนมปังหวานและผลิตภัณฑ์ที่หมักด้วยยีสต์ทุกชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้คือ เมื่อถูด้วยมือจะรู้สึกระคายเคืองคล้ายมีกรวดหรือหยาบเหมือนทราย มีสีครีม ไม่ขาว เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะไม่เกาะตัวกัน แป้งชนิดนี้ใช้ยีสต์เท่านั้นเป็นตัวทำให้ขึ้นฟู

ข. แป้งอเนกประสงค์ มีโปรตีนปานกลางร้อยละ 10 - 11 เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยกัน ได้สัดส่วนที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์หลาย ๆ ชนิด เช่น ขนมปังจืดและหวาน ขนมเค้กบางชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกัน สารที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้สามารถใช้ได้ทั้งยีสต์และผงฟู

ค. แป้งเค้ก มีโปรตีนต่ำประมาณร้อยละ 7 - 9 โดยไม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อนพวก Soft Wheat และ Soft Red Winter ใช้ทำเค้กและคุกกี้ ลักษณะของแป้งเมื่อถูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกอ่อนนุ่มเนียนละเอียดและมีสีขาวกว่าแป้ง 2 ชนิดแรก แป้งชนิดนี้ใช้สารเคมีช่วยทำให้ขึ้นฟูเท่านั้น ได้แก่ ผงฟู เบคกิ้งโซดา เป็นต้น ซึ่งจะไม่ใช้ยีสต์

3.1.2 คุณลักษณะทั่วไปของแป้งสาลี (อรอนงค์, 2540)

ก. สีของแป้ง (color) สีของแป้งมีผลต่อคุณภาพอย่างหนึ่งของผลิตภัณฑ์ แป้งที่ดีควรมีสีขาว หากมีสีอื่นปน เช่น สีเหลืองอ่อนของแซนโทฟิลล์หรือสีครีม จะทำให้ขนมปังมีเนื้อในที่มีสีไม่ดี ดังนั้นแป้งที่ไม่ออกมาจึงควรผ่านการฟอกสีก่อน

ข. กำลังของแป้ง (strength) หมายถึง พลังที่แป้งจะสามารถอุ้มก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักได้ดี เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีการขึ้นฟูและมีปริมาตรดี

ค. ความทนต่อสภาพต่าง ๆ ของแป้ง (tolerance) หมายถึง ลักษณะของแป้งที่มีความสามารถทนต่อสภาพการผสมนาน ๆ ทนต่อการรีดและกระบวนการอื่น ๆ โดยที่กลูเตนไม่ฉีกขาดความทนต่อสภาพต่าง ๆ นี้ มีความสัมพันธ์โดยตรงต่อกลูเตน แป้งที่มีความทนต่อสภาพต่าง ๆ สูง จะหมักได้นานและได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรดี

ง. ความสามารถในการดูดซึมน้ำของแป้งสูง (high water absorption) หมายถึง แป้งที่มีคุณลักษณะในการดูดซึมน้ำได้มากพอที่จะทำให้คุณภาพของแป้งยังคงสภาพที่ดีอยู่ ผลของการที่แป้งดูดซึมน้ำได้มากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรมากขึ้น เนื้อในขนมไม่แห้ง ทำให้มีคุณภาพในการเก็บดีขึ้น

จ. ความสม่ำเสมอของแป้ง (uniformity) หมายถึง ความสม่ำเสมอของสี ขนาดของแป้งและทั่ว ๆ ไป ถ้าขาดความสม่ำเสมอจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำแต่ละครั้งไม่เหมือนกัน จึงควรมีการตรวจสอบก่อนที่จะทำผลิตภัณฑ์ทุกครั้ง

3.1.3 คุณลักษณะทางเคมีของแป้งสาลี

เมื่อนำข้าวสาลีมาบดเป็นแป้ง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและทางเคมี คือ การโม้แป้งเป็นการสกัดส่วนเนื้อในของเมล็ดออกมา และบดเป็นแป้งละเอียด ซึ่งแป้งที่ได้นี้จะประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ คาร์โบไฮเดรต (ได้แก่ แป้งเป็นหลัก) โปรตีน เอนไซม์ แร่ธาตุ วิตามินและสี องค์ประกอบมีปริมาณมากน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณการสกัดแป้งออกจากเมล็ดข้าวสาลี

ก. คาร์โบไฮเดรต เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญและมีปริมาณมากที่สุดในการแปรรูปแป้ง ซึ่ง ได้แก่ น้ำตาล สตาร์ช เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพนโทแซน น้ำตาลที่มีอยู่ในแป้งนี้มีปริมาณน้อย แต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งสาลี เช่น การนำแป้งไปทำขนมปัง น้ำตาลอิสระในแป้งจะมีส่วนในการหมักของยีสต์ และการเปลี่ยนสีของขนมปังเป็นสีน้ำตาล (อรอนงค์, 2540)

สตาร์ช มีอยู่ในแป้งสาลีจะมีปริมาณมากที่สุด เมื่อมีการให้ความร้อนแก่สตาร์ชจนเกิดเจลาไทไนซ์ (gelatinization) อุณหภูมิของการขึ้นเหนียวอยู่ระหว่าง 52 - 63 องศาเซลเซียส และเมื่อทิ้งไว้สตาร์ชจะขึ้นเหนียวและใสและเมื่อเย็นตัวลงจะเกิดลักษณะขุ่นกลับคืน (retrogradation) (กล้าณรงค์, 2542)

เฮมิเซลลูโลสและเพนโทแซน เฮมิเซลลูโลส คือ ส่วนที่ไม่ละลายน้ำและเพนโทแซนเป็นส่วนที่สามารถละลายในน้ำ ช่วยในการดูดซึมน้ำของแป้งเพิ่มขึ้น และลดเวลาในการผสมแป้งกับน้ำให้เกิดเป็นโด มีผลทำให้ขนมปังมีปริมาตรเพิ่มขึ้น และมีเนื้อสัมผัสเพิ่มขึ้น

ข. ไขมัน ไขมันในแป้งมีส่วนในการเก็บรักษา คุณค่าทางอาหาร และลักษณะผลิตภัณฑ์ได้ ในการเก็บรักษาเกี่ยวข้องกับกระบวนการออกซิเดชันที่ก่อให้เกิดการเหม็นหืน ไขมันประเภทที่มีประจุ (polar lipids) รวมทั้งไขมันชนิดหนึ่งเกี่ยวกับสารอื่นมีส่วนช่วยให้เนื้อสัมผัสของขนมอบดีขึ้น ไขมันในแป้งมีส่วนช่วยให้เกิดการแทรกตัวร่วมกับโปรตีน ซึ่งขณะผสมจะเกิดเป็นลิพอโปรตีนขึ้น โดยฟอสโฟลิพิด ส่วนไขมันประเภทโพลาร์และไม่โพลาร์มีส่วนเชื่อมคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนให้อยู่ร่วมกันเป็นเนื้อโด (อรอนงค์, 2540)

ค. โปรตีน ไกลโคโปรตีน (glycoprotein) เกิดจากการรวมตัวของโปรตีนกับเพนโทแซน ซึ่งเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่ละลายได้ในน้ำมีผลต่อคุณลักษณะการยืดหยุ่นของกลูเตนและการอุ้มน้ำในขณะอบ โปรตีนชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในแป้งสาลีมีความสำคัญทั้งในด้านคุณค่าทางอาหาร และคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะ ในส่วนของไกลอะดินและกลูเตนินที่รวมตัวเป็นกลูเตน ซึ่งมีความยืดหยุ่นช่วยในการอุ้มน้ำในขณะอบของผลิตภัณฑ์ขนมอบ นอกจากนี้โปรตีนบางชนิดยังมีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลของขนมอบ เกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยไม่อาศัยเอนไซม์ของกรดอะมิโนอิสระบางกลุ่มเข้าทำปฏิกิริยากับน้ำตาลชนิดรีดิวซ์ (อรอนงค์, 2540)

3.1.4 คุณลักษณะทางกายภาพของแป้งสาลี

กระบวนการโม่บด มีผลทำให้แป้งสาลีมีคุณลักษณะทางกายภาพเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมที่มีอยู่ในส่วนของเนื้อในเมล็ดข้าวสาลี เนื่องจากเกิดการลดขนาดของแป้งลงจากสภาพที่อยู่ในเมล็ด โดยทั่วไปแป้งที่บดได้จะมีขนาดต่างกัน ประกอบด้วยชิ้นส่วนของเนื้อเมล็ด 3 ลักษณะใหญ่ คือชิ้นโปรตีนอิสระ ชิ้นสตาร์ชอิสระ และส่วนของเนื้อแป้งที่อยู่รวมกัน และแบ่งขนาดของแป้งเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดละเอียด ขนาดปานกลาง และขนาดหยาบ แป้งที่บดจากข้าวสาลีชนิดแข็งจะหยาบกว่าแป้งที่บดจากแป้งสาลีชนิดอ่อน ขนาดของเม็ดแป้งยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณโปรตีนของแป้ง โดยแป้งขนาดละเอียดจะมีโปรตีนสูงกว่าขนาดหยาบและขนาดปานกลาง จะมีโปรตีนต่ำที่สุด สาเหตุที่แป้งขนาดปานกลางมีปริมาณโปรตีนน้อย เนื่องจากเม็ดสตาร์ชขนาดใหญ่มีขนาดระหว่าง 20 - 35 ไมครอนมีจำนวนมากกว่าปริมาณของโปรตีน เม็ดสตาร์ชขนาดเล็กจะมีขนาดระหว่าง 2 - 10 ไมครอน ซึ่งจะอยู่ในส่วนแป้งละเอียดมีจำนวนน้อยกว่าปริมาณโปรตีน สำหรับแป้งหยาบประกอบด้วยส่วนของเนื้อแป้งชิ้นใหญ่ขนาดมากกว่า 35 - 130 ไมครอน เป็นแป้งที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีทั้งเม็ดสตาร์ชและโปรตีนอยู่ร่วมกัน ทำให้มีปริมาณโปรตีนอยู่ในระดับปานกลาง (จิตรนาและอรอนงค์, 2541)

3.1.4 กลูเตนในแป้งสาลี เกิดจากการรวมตัวของไกลอะดินและกลูเตนินในปริมาณใกล้เคียงกัน ปริมาณกลูเตนที่เกิดขึ้นคือร้อยละ 80 - 90 ของโปรตีนในแป้ง (อรอนงค์, 2540)

3.1.5 ค่าความเป็นกรด - เบส (pH) ของแป้งสาลี แป้งสาลีโดยปกติจะมี pH ระหว่าง 5.5 - 6.5 ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะขนมปัง สำหรับแป้งที่มี pH ต่ำกว่า 5.0 จะมีความเป็นกรดมากเกินไปจะทำให้การทำขนมปังไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร ถ้าแป้งที่มี pH ต่ำกว่า 6.1 - 6.2 แสดงว่าแป้งนั้นผ่านการใส่กลิ่นมากในระหว่างการโม่ (จิตรนาและอรอนงค์, 2541)

3.2 ตลาดสินค้าผลิตภัณฑ์ข้าวสาลี

ปัจจุบันคนไทยเริ่มนิยมผลิตภัณฑ์จากข้าวสาลีมากขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากข้าวสาลีมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยมีการขยายตัวของตลาดร้อยละ 10 - 15 ต่อปี สามารถแยกรายละเอียดตามลักษณะผลิตภัณฑ์ได้ คือ ขนมปัง ปัจจุบันตลาดขนมปังในประเทศไทย

มีมูลค่าประมาณ 6,000 ล้านบาท มีการเติบโตร้อยละ 20 ต่อปี ผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ ตลาดเบเกอร์รี่ในปัจจุบันมีมูลค่าประมาณ 30,000 ล้านบาท มีอัตราการขยายตัวร้อยละ 7 - 8 ต่อปี บะหมี่สำเร็จรูป มีมูลค่าการตลาด 9,000 ล้านบาท มีอัตราการขยายตัวร้อยละ 5 - 6 ต่อปี (ศูนย์วิจัยกสิกร, 2548)

ข้าวสาลีและแป้งสาลีที่นำเข้ามาส่วนหนึ่งแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อส่งออกโดยมีมูลค่าการส่งออกประมาณ 20,000 ล้านบาท มูลค่าการส่งออกที่มีการขยายตัวอย่างมากคือ ผลิตภัณฑ์จากข้าวสาลี โดยเฉพาะบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป รองลงมาคือผลิตภัณฑ์เบเกอร์รี่ (ศูนย์วิจัยกสิกร, 2548)

ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจอุตสาหกรรม สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม ได้รวบรวมข้อมูลของอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทอบ ได้แก่ ขนมปัง, คุกกี้, เค้กและอื่น ๆ ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 – 2548 พบว่า ดัชนีการผลิตอาหารประเภทนี้มีแนวโน้มสูงขึ้นมากนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ดัชนีอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทอบเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 – 2548

ปี พ.ศ.	ดัชนีการผลิต
2545	35.09
2546	61.68
2547	69.56
2548	79.12

ที่มา: ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2548)

๓๑

1. สถานการณ์การผลิตและการค้า

ผลผลิตของโลกในปี 2544 มีพื้นที่เก็บเกี่ยวรวม 45,805,380 ไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 2,893,114 ตัน ประเทศอินเดียมีพื้นที่เก็บเกี่ยวมากที่สุดถึง 11,250,000 ไร่ ได้ผลผลิต 580,000 ตัน

แต่จีนผลิตงาได้ผลผลิตต่อไร่มากที่สุด คือสูงกว่า 165 กิโลกรัมต่อไร่ และได้ผลผลิตงามากที่สุด 790,619 ตัน (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกงาปี 2544 - 2545 จำนวน 394,000 ไร่ ได้ผลผลิต 39,000 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 99 กิโลกรัมต่อไร่ มีเกษตรกรรายได้เฉลี่ยประมาณ 17.88 บาทต่อกิโลกรัม ผลผลิตงาประมาณร้อยละ 65 ส่งออกขายต่างประเทศ คิดเป็นมูลค่าปีละประมาณ 700 – 900 ล้านบาท โดยประเทศญี่ปุ่นมีความต้องการงาปีละประมาณ 12,000 ตัน และงาขาวประมาณ 90,000 ตัน (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

2. ชนิดและประโยชน์ของงา

2.1 ชนิดของงา

เมล็ดงา หมายถึง เมล็ดที่ได้จากพืชที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Sesamum indicum* และประเทศไทยสามารถปลูกงาได้แทบทุกภาคของประเทศ ซึ่งแหล่งที่ผลิตมากที่สุดอยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนือ งาที่ปลูกในประเทศไทยมีอยู่หลายพันธุ์ มีทั้งพันธุ์พื้นเมืองดั้งเดิม และพันธุ์ที่สั่งจากต่างประเทศ (ไพจิตร, 2529)

งา แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 641 - 2529 คือ

- งาดำ หมายถึง เมล็ดงาที่เปลือกมีสีดำตามธรรมชาติ
- งาขาว หมายถึง เมล็ดงาที่เปลือกมีสีขาว หรือสีขาวอมเหลืองหรือสีขาวอมน้ำตาลตามธรรมชาติ
- งาขัด หมายถึง เมล็ดงาที่ขัดจนเหลือแต่เนื้อใน แล้วฟอกขาว

พันธุ์งาที่ปลูกในประเทศไทยได้แก่ พันธุ์งาดำบุรีรัมย์ งาดำนครสวรรค์ สองพันธุ์นี้เป็นพันธุ์พื้นเมือง ส่วนพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุง คือ งาดำ มก. 18 (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

2.2 คุณค่าทางโภชนาการของงา

งาเป็นพืชที่มีคุณค่าอาหารสูงมาก เนื่องจากเมล็ดงามีน้ำมันสูงถึง ร้อยละ 35 – 57 น้ำมันที่สกัดจากงามีคุณภาพสูง มีความคงทนต่อการเหม็นหืน เนื่องจากมีสาร Sesamin และ Sesamolololol อยู่ตามธรรมชาติประมาณร้อยละ 0.5 - 1 สารทั้งสองชนิดนี้เป็นสารกันหืนธรรมชาติ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้สารกันหืนก็สามารถเก็บไว้ได้ตามปกติ โดยมีกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูง โดยเฉพาะลิโนแอลิก (Linoleic acid) และสารเลคซิทีน ซึ่งช่วยให้ผิวมีความชุ่มชื้น ลดปริมาณโคเลสเตอรอลในเลือด ในงายังพบสารเซซามอลที่ป้องกันโรคมะเร็ง และทำให้ร่างกายแก่ช้าลง นอกจากนี้ยังป้องกันโรคหัวใจและโรคเกี่ยวกับหลอดเลือดบางชนิด โปรตีนในงามีมากถึงร้อยละ 20 โดยเฉพาะเมธิโอนีนซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่สำคัญแก่ร่างกาย (Essential amino acid) ส่วนแร่ธาตุมีอยู่หลายชนิดที่สำคัญคือ ธาตุเหล็ก ไอโอดีน สังกะสี แคลเซียม ฟอสฟอรัส โดยงามีแคลเซียมมากกว่าพืชผักทั่วไปถึง 40 เท่า มีฟอสฟอรัสมากกว่าพืชผักทั่วไป 20 เท่า ธาตุ 2 ตัวนี้เป็นส่วนสำคัญในการเสริมสร้างกระดูก นอกจากนี้มีวิตามิน บี 1, บี 2 และ บี 3 อยู่มาก รองลงมาคือวิตามิน บี 5, บี 6, ไบโอติน, โคลีน, ไอโนสิตอล และ กรดพาราอะมิโนเบนโซอิก ซึ่งวิตามินเหล่านี้จะช่วยบำรุงประสาทที่เป็นสาเหตุของการนอนไม่หลับ อ่อนเพลีย เหน็บชา ปวดเมื่อย เบื่ออาหาร ท้องผูก เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2548) ซึ่งคุณค่าทางโภชนาการแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คุณค่าทางโภชนาการของงาขาวและงาดำ (ต่อ 100 กรัม)

สารอาหาร	ปริมาณต่อ 100 กรัม	
	งาขาว	งาดำ
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	658	603
โปรตีน (กรัม)	20.9	20.6
ไขมัน (กรัม)	57.1	48.2
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	15.0	21.8
ใยอาหาร (กรัม)	4.6	9.9
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	86	1228
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	650	584
เหล็ก (มิลลิกรัม)	7.4	8.8
วิตามิน บี 1 (มิลลิกรัม)	1.08	0.94
วิตามิน บี 2 (มิลลิกรัม)	0.11	0.27

ที่มา: กองโภชนาการ (2544)

2.3 การใช้ประโยชน์จากงา (สำนักพัฒนาเกษตร, 2547)

การใช้ประโยชน์จากงามีอยู่ 2 อย่าง คือ จากเมล็ด และน้ำมันงา

2.3.1 เมล็ดงา โดยนำเมล็ดงามาเลือกกรวด ทราบ และสิ่งสกปรกออกล้างให้สะอาด แล้วนำไปคั่วจนสุก สังเกตได้จากกลิ่นหอมระเหยออกมา ชิมดูจะกรอบหอมมัน ถ้าไม่สุก จะเหนียว และเหม็นเขียว จากนั้นนำไปบดหรือตำเพื่อให้ร่างกายสามารถดูดซึมสารอาหารได้ดีขึ้น งาที่คั่วปนแล้วควรเก็บไว้ในที่แห้งและเย็นเพื่อยืดอายุการเก็บให้นานขึ้น

2.3.2 น้ำมันงา น้ำมันงาเป็นที่รู้จักกันมานานแล้วเมล็ดงาประกอบน้ำมัน ประมาณร้อยละ 44 - 54 น้ำมันงามีอยู่ 2 ชนิด คือ น้ำมันงาที่คั่วแล้ว ตัวน้ำมันจะมีสีน้ำตาลใส มีกลิ่นหอมของงาคั่ว และน้ำมันงาที่ได้จากงาดิบ จะมีสีเหลืองใส เหมือนน้ำมันพืชทั่วไป น้ำมันงาดิบจะดีกว่าน้ำมันงาคั่ว เพราะมีสรรพคุณสูงกว่า แต่กลิ่นจะไม่หอมเท่าน้ำมันงาคั่ว

3. ผลิตภัณฑ์จากงา

คนไทยส่วนใหญ่ใช้งาเป็นส่วนผสมในอาหารต่าง ๆ เช่น กระจายสารท งาแผ่น ทองม้วนกรอบ ทองม้วนสด ขนมถั่วตัด ขนมถั่วแปบ น้ำราดข้าวหมูแดง น้ำสลัด และน้ำจิ้มสุกี้ นอกจากนี้ยังนำมาโรยหน้าขนมปังหรือคุกกี้ให้มีกลิ่นหอมน่ากินยิ่งขึ้น หรืออาจคั่วเมล็ดงาให้สุกแล้วบดพอกแตกผสมเกลือป่นให้มีรสเค็มชนิด ๆ กินกับข้าวต้ม หรือทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จากงา เช่น น้ำมันงา แป้งงา งาขัด งาคั่ว เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

จากข้อมูลที่รวบรวมโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2548 พบว่า การส่งออกน้ำมันงาในปี 2546 มีปริมาณการส่งออก 400 ตัน มีมูลค่าการส่งออก 38,889,000 บาท และ ปี 2547 มีปริมาณการส่งออก 354 ตัน เป็นมูลค่า 37,849,000 บาท

งานวิจัยที่ใช้แป้งข้าวและแป้งอื่น ๆ มาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

สุนทร (2533) ได้ทดลองใช้สารยัดเกาะ ได้แก่ กัม กลูเตนผงและกัมเสริมกลูเตนผงในขนมปังจากแป้งข้าวเจ้าชนิดโม่แห้ง ซึ่งใช้ในอัตราส่วนต่างๆ ต่อแป้ง 100 กรัม และน้ำ 80 มิลลิลิตร พบว่า กัมที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นสารยัดเกาะในการผลิตขนมปังจากแป้งข้าวเจ้าคือ hydroxypropyl methylcellulose ซึ่งใช้ในอัตราส่วน 2.5 กรัม ส่วนการทดลองที่เติมกลูเตนผง พบว่าสามารถเติมได้ในอัตราส่วน 30 กรัม และการทดลองที่เติมกัมและกลูเตนผงลงไปเสริม พบว่าสามารถเสริมกลูเตนผงลงไปได้ 5 กรัม

เนื่อทองและคณะ (2543) ทำการศึกษาการใช้แป้งข้าวทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปัง โดยใช้ปลายข้าวที่มีอะมิโลสต่ำและผ่านการขัดสีโดยวิธีโม่แห้งและโม่เปียก พบว่า การทดแทนแป้งข้าวที่ปรับปรุงคุณภาพที่ระดับร้อยละ 30 ผู้บริโภคไม่สามารถบอกความแตกต่างระหว่างขนมปังที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวกับขนมปังปกติ ส่วนระดับการทดแทนสูงสุดที่ร้อยละ 70 ผู้บริโภคสามารถบอกความแตกต่างได้ ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ศันสนีย์ (2543) ทำการพัฒนาแป้งข้าวหอมมะลิผสมแป้งบุกสำหรับผลิตภัณฑ์ขนมจีน พบว่า การใช้แป้งข้าวหอมมะลิร้อยละ 96 และแป้งบุกร้อยละ 4 ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

งามขึ้นและคณะ (2543) ทำการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวเจ้าในการทำผลิตภัณฑ์ขนมเค้กและคุกกี้ โดยแป้งข้าวเจ้าที่มีอะมิโลสปานกลางและสูงได้แก่พันธุ์ ข้าวดอกมะลิ 105, กข 23 และเหลืองประทิว 123 โดยวิธีโม่แห้งและโม่เปียก พบว่าการทดแทนแป้งข้าวในผลิตภัณฑ์ขนมเค้ก ในอัตราส่วน ร้อยละ 20 มีผู้บริโภคมีการยอมรับใกล้เคียงกับเค้กจากแป้งสาลีล้วน และการยอมรับจะต่ำลงเรื่อย ๆ เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของแป้งข้าวมากขึ้น สำหรับผลิตภัณฑ์ขนมคุกกี้ จากการทดลองพบว่า การทดแทนด้วยแป้งข้าวโม่แห้งของพันธุ์ดอกมะลิ 105 จะมีคุณภาพด้อยกว่าคุกกี้ที่ทำจากแป้งข้าวชนิดอื่น ๆ ส่วนวิธีโมน้ำของแป้งข้าวจะให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกับคุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลี แต่เนื้อสัมผัสจะหยาบกว่าเล็กน้อย

พรวิณัส (2544) ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังหวานจากแป้งข้าวสาลี ผสมแป้งข้าวหอมมะลิ โดยไม่มีการเติมสารปรับปรุงคุณภาพแป้ง พบว่า สามารถทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิ ได้ร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้ง โดยที่ขนมปังหวานยังคงมีคุณภาพใกล้เคียงกับขนมปังหวานที่ทำจากแป้งสาลีล้วน

ภัทรานี (2544) ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากปลายข้าวหอมมะลิ ถั่วลิสง และปลากระดี่ พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากปลายข้าวหอมมะลิ สามารถใช้อัตราส่วนปลายข้าวต่อเนื้อพักทองได้ถึง 9 : 1 เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองและปรุงแต่งกลิ่นรสโดยการเคลือบรสกุ้ง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทานมากยิ่งขึ้น

ศรีเวียง (2544) ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์หมั่นโถวจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าว พบว่า อัตราส่วนของแป้งข้าวที่เหมาะสมที่ใช้ในการทดแทนแป้งสาลี ได้ถึงร้อยละ 35 ซึ่งหากเพิ่มอัตราส่วนแป้งข้าวมากยิ่งขึ้นจะมีผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยจะทำให้ปริมาตรจำเพาะลดลงและมีความแข็งเพิ่มขึ้น

อุสมมา (2545) ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์บัทเทอร์เค้กจากข้าวหอมมะลิ โดยทดแทนแป้งสาลีพบว่า สามารถทดแทนด้วยปลายข้าวหอมมะลิโม่เปียกร้อยละ 100 ในการทำผลิตภัณฑ์บัทเทอร์เค้ก โดยไม่มีการเติมสารปรับปรุงคุณภาพ ซึ่งคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ส่วนความชอบต่อผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับปานกลาง

วนิดา (2546) ทำศึกษาการใช้แป้งมันสำปะหลังพันธุ์หวานทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์มัฟฟิน ซึ่งสามารถใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนได้ถึงร้อยละ 50 ของน้ำหนักแป้ง และผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีปริมาณจำเพาะลดลง เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนของแป้งมันสำปะหลังมากขึ้น เมื่อทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าอยู่ในระดับปานกลาง

โภชนาการ

1. อาหารเข้าและปริมาณสารอาหารที่ควรได้รับต่อวัน

คนทั่วไปรับประทานอาหารวันละ 3 มื้อ ซึ่งตามหลักทางโภชนาการจัดอาหารมื้อเช้าเป็นมื้อที่สำคัญที่สุด เนื่องจากหลังจากรับประทานอาหารเช้าร่างกายจะไม่ได้รับสารอาหารจนถึงตอนเช้าทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลง ร่างกายจึงใช้ไขมันที่สะสมไว้เป็นแหล่งพลังงาน การที่ไขมันหลั่งออกมาอยู่ในเลือดบ่อย ๆ ทำให้เกิดความเสี่ยงที่ไขมันไปสะสมตามผนังหลอดเลือดมากขึ้นซึ่งมีผลให้เกิดโรคต่าง ๆ ตามมา ดังนั้นการรับประทานอาหารเช้าเท่ากับเป็นการยับยั้งการดึงไขมันไม่ให้ไหลกลับเข้ามาในเลือดนอกจากนี้ตั้งแต่เช้ามืดถึงเที่ยงเป็นช่วงที่ร่างกายใช้พลังงานในการทำงาน หากร่างกายไม่ได้รับอาหารเช้าอาจทำให้ไม่สดชื่นและยังเป็นการกระตุ้นให้ร่างกายต้องการอาหารเย็นมากขึ้นเพื่อใช้ในการชดเชย ซึ่งทำให้เกิดโรคอ้วนได้เนื่องจากหลังอาหารเย็นคือเวลาที่ร่างกายใช้พักผ่อนนอนหลับจึงไม่ได้ใช้พลังงานมากนัก ทำให้พลังงานมีเหลือเก็บไว้ในรูปของไขมันเป็นหลัก ดังนั้นอาหารเช้าที่ดีที่สุดควรเป็นอาหารประเภทแป้งซึ่งดูดซึมได้รวดเร็วเมื่อกระเพาะว่างและควรมีกากใยอาหาร ซึ่งผู้ที่มีปัญหาเรื่องโรคหัวใจ ไขมันในเลือดสูงหรือเบาหวานไม่ควรงดอาหารเช้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารเช้าประเภทแป้งสูง ใยอาหารสูง ไขมันต่ำ (บริษัทวิทยพัฒน์, 2548)

ปริมาณสารอาหารในแต่ละมื้อที่ควรได้รับต่อวันของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกันไป จึงมีงานวิจัยต่าง ๆ ในต่างประเทศได้มีการกำหนดสัดส่วนพลังงานและสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับเพศหญิงอายุ 11 – 50 ปี โดยกำหนดให้มื้อเช้า, มื้อกลางวัน, มื้อเย็นและมื้อว่าง คิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ 25, 30, 30 และ 15 ตามลำดับ (Kansas State University, 2004) และบางงานวิจัยได้ศึกษาว่าเพศหญิงอายุ 25 - 50 ปี ควรได้รับอาหารมื้อเช้าร้อยละ 15 ของปริมาณสารอาหารที่ควรได้รับประจำวัน (Arrington, 2004) ซึ่งในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 พ.ศ. 2541 โดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ได้กำหนดปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปี ขึ้นไป (Thai Recommended

Daily Intakes - Thai RDI) สำหรับบุคคลทั่วไป โดยแนะนำให้ได้พลังงานประมาณวันละ 2,000 กิโลแคลอรีต่อวันต่อมารวมอนามัย กระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546 (Dietary Reference Intake (DRI) สำหรับเพศชายและหญิงที่มีช่วงอายุต่าง ๆ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทย (เพศหญิง)

ชนิดสารอาหาร	ปริมาณที่แนะนำต่อวัน	
	Thai RDI	DRI
ไขมันทั้งหมด (กรัม)	65	ร้อยละ 20 - 35 ของพลังงานที่ได้รับ / วัน
โปรตีน (กรัม)	50	52
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (กรัม)	300	ร้อยละ 45 - 65 ของพลังงานที่ได้รับ / วัน
ใยอาหาร (กรัม)	25	-
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	2,000	1,750
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	800	800
เหล็ก (มิลลิกรัม)	15	24.7
โคเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	300	-

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (2541) ; กรมอนามัย (2546)

2. สารอาหาร (ภาวนา, มปป)

อาหารที่เรารับประทานนั้นประกอบด้วยสารอาหารหลายประเภทซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ในทางโภชนาการได้จัดประเภทสารอาหารออกเป็น 6 ประเภท คือ โปรตีน, คาร์โบไฮเดรต, ไขมัน, เกลือแร่, วิตามินและน้ำ โดยประโยชน์และแหล่งอาหารที่ให้สารอาหารประเภทต่าง ๆ ดังกล่าวทั้ง 6 ชนิด

2.1. โปรตีน

อาหารที่ให้โปรตีน ซึ่งเป็นสารอาหารที่มีอยู่ทั้งในเนื้อสัตว์ และพืชบางชนิด โปรตีนที่ได้จากสัตว์ เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูง พบมากในเนื้อสัตว์ทุกชนิด โปรตีนที่ได้จากพืช พบมากในถั่วเมล็ดแห้ง เช่น ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วดำ ถั่วแดง ถั่วลิสง รวมทั้งผลิตภัณฑ์จากถั่ว เช่น เต้าหู้ เต้าเจี้ยว เต้าฮวย เป็นต้น นอกจากนี้ในข้าวและข้าวโพดก็มีโปรตีนอยู่บ้าง อย่างไรก็ตาม โปรตีนที่ได้จากพืชมีคุณภาพต่ำกว่าโปรตีนที่ได้จากสัตว์ ยกเว้น โปรตีนที่ได้จากถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองโปรตีนมีประโยชน์ต่อร่างกายโดยช่วยสร้างความเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ให้แก่ร่างกาย ให้พลังงานแก่ร่างกาย สร้างน้ำย่อย ฮอร์โมน น้ำมัน และสารภูมิคุ้มกันโรค ช่วยรักษาสมดุลของน้ำในหลอดเลือด เนื้อเยื่อ และเซลล์ ช่วยรักษาสมดุลของกรดและด่างของร่างกาย

2.2. คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตเป็นสารอาหารที่พบมากใน ข้าว แป้ง น้ำตาล เผือก มัน และพืชผักผลไม้ที่มีรสหวาน คาร์โบไฮเดรตมีประโยชน์ต่อร่างกายโดย ให้พลังงานความอบอุ่นแก่ร่างกาย ช่วยให้ร่างกายสามารถนำสารอาหารโปรตีนไปใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ เป็นพลังงานสำรองโดยเก็บสะสมไว้ตามเนื้อเยื่อต่าง ๆ และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของตับ ซึ่งเป็นอวัยวะสำคัญของร่างกายในการขจัดสารพิษในเลือด

2.3. ไขมัน

ไขมันเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย ไขมันมีทั้งประเภทที่ได้มาจากพืช และได้จากสัตว์ โดยที่ไขมันจากพืช เหมาะสำหรับการบริโภค เพราะจะไม่อุดตันในเส้นเลือด เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันงา เป็นต้น ในขณะที่ไขมันจากสัตว์ เช่น น้ำมันหมู น้ำมันวัว น้ำมันปลา เนย นม หากรับประทานมากจะเป็นอันตรายทำให้เป็นโรคหัวใจ หรือไขมันอุดตันหลอดเลือด ไขมันมีประโยชน์ต่อร่างกายโดย ให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย ช่วยป้องกันการกระทบกระเทือนของอวัยวะภายในของร่างกาย ช่วยละลายวิตามิน เอ ดี อี และเค เพื่อให้ร่างกายดูดซึมได้ง่าย เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอวัยวะบางอย่างของร่างกาย เช่น เนื้อสมอง เส้นประสาท เป็นต้น ซึ่งเป็นพลังงานสำรองโดยเก็บสะสมไว้ตามเนื้อเยื่อต่าง ๆ และกรดไขมันบางชนิดจำเป็นสำหรับการ

เจริญเติบโตของร่างกายและการสืบพันธุ์

2.4. เกลื้อแร่

เกลื้อแร่เป็นสารที่จำเป็นต่อร่างกาย มีอยู่หลายชนิด ที่สำคัญต่อร่างกาย ได้แก่

2.4.1 แคลเซียม พบมากในนม ผลิตภัณฑ์จากนม สัตว์เล็ก ๆ ที่กินทั้งตัว เช่น ปลา กุ้ง เป็นต้น นอกจากนี้พบในไข่แดง ถั่วเมล็ดแห้ง ผักใบเขียวต่าง ๆ เช่น ผักบุ้ง ขึ้นฉ่าย ใบยอ ผักโขม ตำลึง ยอดแค สะเดา เป็นต้น โดยมีประโยชน์ต่อร่างกาย คือ เป็นส่วนประกอบสำคัญของกระดูกและฟัน ช่วยควบคุมการทำงานของหัวใจ กล้ามเนื้อ และระบบประสาท และ ช่วยให้เลือดแข็งตัว และทำให้เลือดหยุดเมื่อร่างกายได้รับบาดเจ็บ

2.4.2 ฟอสฟอรัส พบมากในแหล่งอาหารเช่นเดียวกับแคลเซียม ที่สำคัญได้แก่ นม และผลิตภัณฑ์จากนม ถั่วเมล็ดแห้ง เป็นต้น โดยมีประโยชน์ต่อร่างกาย คือ ทำงานร่วมกับแคลเซียมในการสร้างกระดูกและฟัน ควบคุมการปล่อยพลังงานจากการเผาไหม้ของคาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีนควบคุมความเป็นกรดและด่างในเลือด เป็นส่วนประกอบของสมองและไขสันหลัง

2.4.3 เหล็ก พบมากในตับ หัวใจ เลือด เนื้อวัว ไข่แดง ถั่วเมล็ดแห้ง และผักใบเขียว เช่น โหระพา ผักโขม ผักคะน้า ผักกระถิน เป็นต้น โดยมีประโยชน์ต่อร่างกาย คือ เป็นส่วนประกอบสำคัญในเม็ดเลือด เป็นส่วนประกอบของกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อต่าง ๆ โดยทำหน้าที่ขับออกซิเจนที่เลือดนำมาไว้ใช้

2.4.4 ไอโอดีน พบมากในอาหารทะเลทุกชนิด โดยมีประโยชน์ต่อร่างกายคือเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของฮอร์โมนที่ผลิตจากต่อมธัยรอยด์ ฮอร์โมนนี้ทำหน้าที่ควบคุมให้ร่างกายเจริญเติบโตตามปกติ

2.4.5 โซเดียม มีมากในเกลือและอาหารต่าง ๆ ที่มีส่วนผสมของเกลือ เช่น น้ำปลา

ปลาร้า กะปิ ไข่เค็ม เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีอยู่ตามธรรมชาติใน นม เนยแข็ง ไข่ เป็นต้น โดยมีประโยชน์ต่อร่างกาย คือ ช่วยทำให้น้ำในเนื้อเยื่อและในหลอดเลือดมีความสมดุล ช่วยทำให้ระบบต่าง ๆ ของร่างกายทำงานเป็นปกติ โดยเฉพาะการขับถ่ายของเสียทางไตและทางผิวหนัง

2.5 วิตามิน

วิตามินเป็นสารอาหารที่ไม่ได้ให้พลังงานหรือใช้สร้างเนื้อเยื่อของร่างกายโดยตรง แต่ก็มีผลจำเป็นต่อร่างกาย มีอยู่หลายชนิด มีแหล่งที่มาและประโยชน์แตกต่างกันไป หากแบ่งตามคุณสมบัติของการละลาย จะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ประเภทละลายในไขมัน จะเป็นวิตามินที่ทนต่อความร้อนได้ดี ได้แก่ วิตามินเอ ดี อี และเค ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือ ประเภทละลายในน้ำ จะถูกทำลายด้วยความร้อนง่าย ไม่สะสมในร่างกาย จึงขับออกทางปัสสาวะและเหงื่อ ได้แก่ วิตามินบีและซี โดยมีประโยชน์ต่อร่างกาย คือ ช่วยในการเจริญเติบโตของร่างกาย ช่วยให้ร่างกายทำงานได้ตามปกติ ช่วยสร้างภูมิคุ้มกันโรค

มัฟฟิน (Muffin)

ขนมปังเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ชนิดหนึ่งที่รู้จักกันแพร่หลายที่เกิดจากส่วนผสมของแป้งสาลี ยีสต์หรือผงฟูหรือเบกกิ้งโซดา น้ำ เกลือ น้ำตาลและไขมันเป็นหลัก แต่สัดส่วนจะแปรเปลี่ยนไปตามต้องการเพื่อให้ได้คุณลักษณะและรูปแบบตามที่กำหนด ซึ่งจะมีการพัฒนารูปแบบใหม่ ๆ ขึ้นเพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภค โดยมีเทคนิคในการทำ การเลือกใช้สารที่ทำให้ขนมขึ้นฟู การเลือกใช้ภาชนะอบและอุณหภูมิที่แตกต่างกันออกไป ตามชนิดของขนมปังนั้น อีกทั้งขนมปังยังจัดเป็นอาหารหลักที่สำคัญชนิดหนึ่งของมนุษย์ตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์จนถึงปัจจุบัน ซึ่งนับวันขนมปังจะมีบทบาทต่อมนุษย์ทุกชนชาติ รวมทั้งคนไทยที่นิยมบริโภคกันมากขึ้น ในรูปแบบของอาหารเช้าต่าง ๆ โดยเฉพาะเมื่อเช้าและในรูปของว่าง ของหวานในโอกาสต่าง ๆ ซึ่งขนมปังโดยทั่วไปสามารถจัดแบ่งได้ 2 ประเภท คือ ขนมปังที่ขึ้นฟูด้วยยีสต์หรือขนมปังชนิดหมัก และขนมปังที่ขึ้นฟูด้วยสารเคมีหรือขนมปังชนิดไม่หมัก โดยมีมัฟฟินจัดเป็นขนมปังประเภทหนึ่งที่จัดแบ่งตามชนิดของสารที่ทำให้ขนมปังขึ้นฟูด้วยสารเคมี (Quick Bread) ได้แก่ ผงฟูหรือเบกกิ้งโซดา ซึ่งมีวิธีการ เวลาและเทคนิคน้อยกว่าขนมปังที่ขึ้นฟูด้วยยีสต์ (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2545)

มัฟฟิน (Muffin) คือ ขนมปังชนิดหนึ่ง แต่มีวิธีการปรุงที่แตกต่างกันออกไป ตัวประกอบในการทำมัฟฟินที่สำคัญคือ ผงฟู (baking powder หรือ baking soda) โดยไม่ต้องใช้เวลามากในการคอยให้ขนมขึ้นฟู การขึ้นฟูขยายตัวของขนมใช้เวลาเดียวกับเวลาที่อบขนม ซึ่งอาจเรียกมัฟฟินว่าเป็นขนมปังแบบเร่งรัด (สำนักพิมพ์แสงแดด, 2536) เนื่องจากมัฟฟินขึ้นฟูด้วยสารเคมี ดังนั้นความแปรปรวนในคุณภาพของส่วนผสมจึงมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและความเข้มข้นของส่วนผสมกับกรรมวิธีทำ สภาพการอบและปัจจัยอื่นๆ จะมีผลร่วมกัน โดยมัฟฟินที่มีน้ำตาลเป็นส่วนผสมในปริมาณน้อย เนื้อขนมจะมีลักษณะโปร่งคล้ายขนมปัง ส่วนสูตรที่มีน้ำตาลมาก เนื้อในขนมจะละเอียดและคล้ายเค้ก (ศิริลักษณ์, 2525)

มัฟฟิน เป็นขนมที่ผู้บริโภครอบบางส่วนอาจไม่รู้จักหรือไม่เคยรับประทาน ในขณะที่ผู้บริโภครอบบางคนเคยรับประทานแต่อาจจะชอบหรือไม่ชอบ เนื่องจากความรู้สึกว่าขนมมีลักษณะแข็งเมื่อเปรียบเทียบกับเค้กซึ่งมีเนื้อนุ่ม ซึ่งในปัจจุบันพบว่า ได้มีผลิตภัณฑ์มัฟฟินวางขายตามห้างสรรพสินค้าต่าง ๆ ทั่วไป ทำให้สามารถหาซื้อได้ง่ายขึ้น นอกเหนือจากการเข้าไปรับประทานตามโรงแรมเท่านั้น ปกติการรับประทานมัฟฟินชาวต่างประเทศนิยมรับประทานเป็นอาหารเช้าหรือเป็นอาหารว่าง ซึ่งจะแตกต่างจากคนไทยที่จะรับประทานได้ตลอดเวลาเหมือนขนมเค้กหรือขนมอื่น อาจเนื่องมาจากวัฒนธรรมในการรับประทานอาหารของแต่ละประเทศที่แตกต่างกัน

1. วัตถุดิบพื้นฐานของผลิตภัณฑ์มัฟฟิน

1.1 แป้งสาลี เป็นแป้งที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด กลูเตนซึ่งเกิดจากกลูเตนินและไกลอะดินจะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิดโครงสร้างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ และจะเป็นโครงสร้างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ โดยกลูเตนินจะทำให้ก้อนแป้งมีกำลังที่จะอุ้มก๊าซที่ขึ้นฟูไว้ได้ ซึ่งจะเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ส่วนไกลอะดินจะทำให้กลูเตนมีคุณสมบัติในการหดตัวและยืดหยุ่น

หน้าที่ของแป้งสาลีที่มีต่อผลิตภัณฑ์ คือ จะช่วยทำให้เกิดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ และการคงรูปอยู่ได้เมื่ออบเสร็จแล้ว และเป็นส่วนผสมหลักที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด (จิตรนาและอรอนงค์, 2541)

1.2 น้ำตาล เป็นส่วนประกอบอินทรีย์ ที่เป็นผลึกละลายน้ำได้ดีและมีรสหวานเป็นซูโครส ที่บริสุทธิ์ ร้อยละ 99.9 มีอยู่หลายชนิด แต่ที่นำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มี 3 ชนิด คือ น้ำตาลทรายขาว น้ำตาลไอซิ่ง และน้ำตาลทรายแดง ซึ่งน้ำตาลทรายขาว (Granulated Sugar) จะใช้มากในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ โดยมีขนาดต่าง ๆ กัน ตั้งแต่เป็นผงละเอียดมาก ธรรมดา และหยาบ น้ำตาลทรายที่ใช้ได้ผลดีควรมีความละเอียดและขาว เพราะจะผสมเข้ากับส่วนผสมอื่น ๆ ได้ดี ถ้าน้ำตาลที่ใช้มีขนาดผลึกใหญ่และหยาบจะผสมกับเนยไม่ได้ดี เพราะผลึกที่ใหญ่จะละลายไม่หมด และจะคงอยู่ในรูปผลึกน้ำตาลจะไม่ละลายโดยความร้อนจากตู้อบและน้ำตาลที่อยู่ใกล้กับผิวขนมจะเกิดเป็นจุด ๆ นอกจากนั้นผลึกน้ำตาลที่หยาบจะไปอุดตันที่เคลือบเครื่องผสมหรือซามผสม ทำให้เกิดสีเทาขึ้นในผลิตภัณฑ์ และยังเป็นมากขึ้นถ้าเนยหรือไขมันที่นำมาตีกับน้ำตาลทรายหยาบมีความเย็นมาก

หน้าที่ของน้ำตาลที่มีต่อผลิตภัณฑ์ คือ ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะขนมเค้ก, เป็นอาหารของยีสต์ในระหว่างการหมัก, ใช้เตรียมเป็นไอซิ่งต่าง ๆ สำหรับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่, ช่วยในการตีครีมและตีไข่ให้มีความคงตัวและขึ้นฟู, ช่วยให้เนื้อขนมดี, ช่วยเก็บความชื้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน, ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีดีและทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางอาหารเพิ่ม (อรอนงค์, 2538)

1.3 เกลือ โดยเกลือที่ใช้ในการทำเบเกอรี่นั้น เป็นเกลือป่นละเอียด ที่ใช้ประกอบอาหารทั่ว ๆ ไป ประกอบด้วย โซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 99 ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คลอไรด์และซัลเฟตอื่น ๆ

หน้าที่ของเกลือที่มีต่อผลิตภัณฑ์ คือ ทำให้อาหารมีรสดี, เน้นรสกลืนของส่วนผสมอื่น เช่น ความหวานของน้ำตาลจะเด่นชัดขึ้นด้วยรสเค็มของเกลือ, ขจัดความไม่มีรสชาติในอาหารให้หมดไป, ช่วยให้กลูเตนของโดมิกำลังในการยืดตัว และช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของผลิตภัณฑ์

ปริมาณของเกลือที่ใช้ขึ้นกับปัจจัยหลายประการ แต่ส่วนใหญ่แล้วขึ้นอยู่กับชนิดแป้งเป็นสำคัญ แป้งที่มีกลูเตนอ่อนต้องการเกลือมาก เพราะเกลือจะช่วยให้โปรตีนมีกำลังเพื่อที่จะแก้ไขให้ดีขึ้นสำหรับแป้งที่มีกลูเตนอ่อนทั้งคุณภาพและปริมาณก็ควรเติมเกลือเพิ่มเข้าไป ปริมาณของแร่ธาตุในน้ำก็มีผลต่อปริมาณเกลือที่ใช้ผสมด้วย คือ ถ้าน้ำที่ใช้เป็นน้ำกระด้าง ปริมาณของเกลือที่ใช้ก็จำเป็นต้องลดลง (จิตรนาและอรอนงค์, 2541)

1.4 สารที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู เป็นสารเคมีที่ใช้ในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากปฏิกิริยาทางเคมีและทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู มีความเบาและย่อยง่ายนั้น มีอยู่ 3 ชนิด ที่นิยมใช้ได้แก่

1.4.1 เบกิ้งโซดา (Baking Soda) หรือเรียกทางเคมีว่า โซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นสารเคมีที่เมื่อได้รับความร้อนจะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา การใช้สารเคมีชนิดนี้ช่วยในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แต่เพียงอย่างเดียวมีผลเสียคือ มีสารตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งถ้าใช้ปริมาณมากก็จะมีสารตกค้างมาก ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสเฝื่อนและถ้าสารตกค้างนี้ทำปฏิกิริยากับไขมันที่มีอยู่ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ จะทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นสบู่ นอกจากนี้ส่วนผสมที่ต้องการใช้ ในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเบกิ้งโซดาที่สูงอีกด้วย ดังนั้นก๊าซส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในขั้นสุดท้ายของการอบ ซึ่งเมื่อเสร็จก็จะผลิตก๊าซออกมาได้เพียงครั้งเดียว ทำให้การขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์ไม่เต็มທີ່หรือไม่ดีเท่าที่ควร เพื่อให้สารตกค้างหมดไป สามารถปรับได้โดยการเติม กรดอาหารลงไป เช่น นมเปรี้ยว (อรอนงค์, 2538)

1.4.2 เบกิ้งเพาเดอร์ หรือผงฟู (Baking Powder) เป็นสารช่วยผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูที่ผลิตขึ้นจากการผสมของเบกิ้งโซดากับสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นกรด ส่วนผสมของเบกิ้งเพาเดอร์ประกอบด้วย สิ่งสำคัญ 3 อย่างคือ เบกิ้งโซดา สารที่ให้ความเป็นกรดและแป้งข้าวโพด ซึ่งตามข้อบังคับของ FDA ผงฟูที่ผลิตออกมานั้นต้องผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 12 (อรอนงค์, 2538)

ผงฟู มีหลายชนิดขึ้นกับกรดที่นำมาผสมโดยทั่วไปสามารถแบ่งเป็น 2 แบบ (อรอนงค์, 2538) คือ

ก. ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยารวดเร็วหรือเรียกว่าผงฟูกำลังหนึ่ง (Single acting) หรือ Fast action) ผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทันทีในขณะที่ผสม และจะผลิตก๊าซออกมาอย่างรวดเร็วในระหว่างที่ผลิตภัณฑ์รอการนำเข้าอบ ดังนั้นการใช้ผงฟูประเภทนี้จะต้องผสมส่วนผสมอย่างรวดเร็วและนำเข้าอบทันทีที่ผสมเสร็จ มิฉะนั้นแล้วการสูญเสียก๊าซจะเกิดขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบออกมาขึ้นฟูได้ไม่ดี

ข. ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยาช้าหรือผงฟูกำลังสอง (Double acting) ประกอบด้วย

เบกิ้งโซดากับกรดสองชนิดหรือมากกว่า กรดชนิดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเร็วและกรดอีกชนิดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาช้า ในขณะที่กำลังผสมส่วนผสมเข้าด้วยกันกรดที่ให้อปฏิกิริยาเร็วของผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาส่วนหนึ่งและเมื่อนำผลิตภัณฑ์เข้าอบ กรดที่ให้อปฏิกิริยาช้าจะผลิตก๊าซออกมาส่วนหนึ่งเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ ผงฟูชนิดนี้จึงเรียกว่าผงฟูกำลังสองหรือผงฟูที่ให้อปฏิกิริยาสองครั้ง ผงฟูชนิดนี้นิยมใช้กันมากในผู้ประกอบกิจการ เนื่องจากไม่ต้องรืบนำผลิตภัณฑ์เข้าอบทันทีหลังจากที่ผสมแล้ว

1.4.3 แอมโมเนีย ได้แก่ แอมโมเนียมคาร์โบเนตหรือแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต เป็นสารที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูอีกชนิดหนึ่ง แต่ใช้กันน้อยส่วนมากใช้ในการทำคุกกี้หรือผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็ก การใช้สารที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูนั้น ควรชั่ง ตวงด้วยความระมัดระวัง เพราะถ้าใช้ในปริมาณที่สูงเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูมาก อาจทำให้ล้นหรือหดตัวได้หลังจากอบแล้วและถ้าใช้ในปริมาณที่ต่ำเกินไปก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูไม่เต็มที่เป็นเหตุให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแน่นหนัก ปริมาตรไม่ดีและไม่ชวนให้รับประทาน

หน้าที่ของสิ่งช่วยให้ขึ้นฟูต่อผลิตภัณฑ์ คือ ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความเบาขึ้นฟู ง่ายต่อการขบเคี้ยว ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นรูโปร่ง ดังนั้น น้ำย่อยจึงสัมผัสกับอาหารได้หมด ทำให้อย่อยง่ายขึ้น และทำให้ผลิตภัณฑ์น่ารับประทานและอร่อย (อรอนงค์, 2538)

1.5 ไขมัน ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ ได้แก่ เนยสดและเนยขาว

เนยสด (Butter) ทำจากส่วนที่เป็นไขมันของน้ำนมวัว ประกอบด้วยไขมันร้อยละ 80 มีสีเหลือง มีกลิ่นรสหวาน มีลักษณะแข็งที่อุณหภูมิห้อง ใช้ได้ดีที่สุดในการให้กลิ่นรส แต่มีลักษณะด้อยในการเป็นครีม เนยสดจะดีเป็นครีมไม่ดีและขาดความเป็นเนื้อเดียวกัน

เนยขาว (Hydrogenated vegetable oil) หรือเรียกว่า Vegetable Shortening ทำจากน้ำมันพืชบริสุทธิ์ที่ปราศจากกลิ่น เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง โดยนำไปผ่านก๊าซไฮโดรเจน ซึ่งมีนิเกิลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาไฮโดรเจนที่ผ่านเข้าไปในน้ำมันพืชและเป็นตัวควบคุมการแข็งตัวของเนยขาวนั้น ๆ ให้มีความแข็งตัวตามที่ต้องการ เนยขาวจะมีสีขาวไม่มีกลิ่นรสและเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง

หน้าที่ของไขมันในผลิตภัณฑ์ คือ ให้ความอ่อนนุ่ม ให้กลิ่นรสที่ดี ช่วยกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้น โดยทำให้กลูเตนมีความแน่นอากาศเข้าไม่ได้ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น ช่วยหล่อลื่นกลูเตนให้ยืดหดได้โดยช่วยการขยายตัวของผนังเซลล์และจัดโครงสร้างของกลูเตน ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มปริมาตรของผลิตภัณฑ์ (จิตรนาและอรอนงค์, 2541)

1.6 นมสด นมเป็นสารละลายที่มีส่วนเล็กๆ ของไขมัน โปรตีน น้ำตาลและแร่ธาตุ ปนอยู่โดยไม่แยกออกจากกันเมื่อตั้งทิ้งไว้ เป็นของเหลวที่มีทั้งไขมันเต็ม ซึ่งได้แก่ นมสดบริสุทธ์ (Whole milk) นมสดปราศจากไขมันหรือที่เรียกว่าหางนมสด (Skin milk) และบัตเตอร์มิลค์ (Butter milk)

หน้าที่ของนมที่ต่อผลิตภัณฑ์ คือ ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทาน ช่วยรวมส่วนผสมอื่น ๆ เข้าด้วยกัน ช่วยละลายน้ำตาลซึ่งเป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์อ่อนนุ่ม ช่วยให้แข็งเกิดเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์เมื่อรวมกับน้ำ ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีทั้งความแข็งและความนุ่มทั้งสองอย่างได้ เมื่อรวมกับส่วนผสมอื่น ๆ (จิตรนาและอรอนงค์, 2541)

1.7 ไข่ ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นไข่ไก่ เป็นวัตถุดิบที่มีราคาแพงและมีความสำคัญมากต่อผลิตภัณฑ์

หน้าที่ของไข่ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ คือ เป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู สีของไข่แดงช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสีเหลือง ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีไขมันเพิ่มขึ้น มีรสหวานขึ้น ช่วยให้ส่วนผสมมีความมันผสมง่ายขึ้น ช่วยเพิ่มกลิ่นรส เพิ่มความสดและคุณค่าของอาหาร (อรอนงค์, 2538)

2. วิธีการทำฟัฟฟินและเทคนิค

2.1 วิธีการทำฟัฟฟินมีขั้นตอนหลัก ๆ ตามวิธีของ วนิดา (2546)

- ก. ผสมเครื่องปรุงแห้งโดยร่อนรวมกันลงในชามผสม แล้วทำหลุมไว้ตรงกลาง
- ข. ผสมเครื่องปรุงที่เป็นน้ำกับเนยละลายในชามที่ 2
- ค. เทเครื่องปรุงน้ำลงในหลุมแป้ง
- ง. ใช้ที่ตีไข่หรือตะกร้อตีไข่คน พอให้แป้งดูน้ำ (คนประมาณ 15 ครั้ง)
- จ. ตักหยอดใส่พิมพ์ที่เตรียมไว้ ประมาณ 2 / 3 ของพิมพ์ นำเข้าอบ

จ. นำออกจากเตาแล้วคว่ำพิมพ์ให้ขนมหลุดออกจากพิมพ์ วางบนตะแกรง

2.2 เทคนิคการทำมัฟฟิน มีดังนี้

2.2.1 แป้งที่จะเลือกนำมาใช้ควรใช้แป้งสาลีอเนกประสงค์เพื่อให้ส่วนผสมขึ้น เมื่ออบจะทำให้ขนมแตกนูนสวยงาม ไม่ควรใช้แป้งเค้กเนื่องจากจะทำให้ส่วนผสมเหลว เมื่ออบหน้าขนมไม่นูน แต่เนื้อขนมจะนุ่มมากกว่าการใช้แป้งสาลีอเนกประสงค์ และไม่ควรรีใช้แป้งขนมปังเนื่องจากจะทำให้ส่วนผสมขึ้นมากเกินไป เมื่ออบแล้วขนมจะมีเนื้อที่แข็ง (เศรษฐพงศ์, 2546)

2.2.2 การผสมแป้งควรใช้เวลาในการผสมอย่างรวดเร็วหากผสมนานจะทำให้ขนมเหนียวและแข็ง (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2545)

2.2.3 อุณหภูมิที่ใช้ในการอบควรใช้อุณหภูมิ 200°C ในการอบนั้นควรใช้ไฟบนในช่วงแรกเพื่อให้ผิวของขนมที่อยู่ด้านในที่ยังไม่สุกค่อย ๆ ดันขนมให้แตกออกมาตรงกลาง ถ้าใช้อุณหภูมิอ่อนเกินไปโดยใช้อุณหภูมิระดับเดียวกันเท่ากับการอบเค้กคือ 180 °C แล้วเปิดไฟล่างขนมที่อบออกมาจะไม่นูนสวยและจะแบน โดยลักษณะของขนมมัฟฟินที่ดีก็คือ จะต้องนูนแตกตรงกลาง ควรมีหน้ามน กลมภายในไม่มีถ้ำอากาศ ดังนั้นการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ใช้เตาอบเป็นหลักนั้น การควบคุมอุณหภูมิในการอบมีความสำคัญมากกว่าขั้นตอนในการทำ (เศรษฐพงศ์, 2546)

2.2.4 การเก็บรักษา ความอร่อยและคุณค่าของ มัฟฟินจะคงเดิมอยู่เป็นเวลานาน หากได้รับการเก็บรักษาและรับประทานอย่างถูกวิธี คือ เก็บในภาชนะที่ปิดสนิทและไว้ในตู้เย็น เพื่อรักษาความชื้นให้อยู่ในมัฟฟิน และเพื่อให้ได้รสชาติและคุณภาพที่ดีที่สุด ก่อนรับประทานควรทำให้อุ่นด้วยตู้อบไมโครเวฟที่ “High” เป็นเวลา 15 วินาที (บริษัท Mrs. Fields.co.th, 2548)

วัตถุเจือปนอาหาร (Food Additive)

วัตถุเจือปนอาหาร คือ ส่วนผสมที่เพิ่มเข้าไปในอาหารเพื่อช่วยในกระบวนการผลิต ถนอมอาหาร หรือปรับปรุงคุณภาพอาหาร The National Academy of Sciences (NAS) (1973) กำหนดว่า วัตถุเจือปนอาหาร คือ ส่วนผสมที่ใส่เพิ่มลงไป แล้วช่วยปรับปรุงหรือคงไว้ซึ่งคุณค่าทางสารอาหาร

คุณภาพ ลดการสูญเสีย ผู้บริโภคยอมรับ ช่วยปรับปรุงคุณภาพการเก็บรักษา และช่วยในการเตรียมอาหารได้ง่ายขึ้น และควรใช้ในปริมาณที่น้อยที่สุด (Baker et al.,1998)

วัตถุเจือปนอาหารสามารถแบ่งตามหน้าที่ได้หลายประเภท เช่น สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล, สารเพิ่มใยอาหาร, สารทดแทนไขมันและสารเพิ่มปริมาตรหรือมวลในอาหาร เป็นต้น

1. สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล

สารให้ความหวานแทนน้ำตาล เป็นสารเคมีที่ใช้กันมากอีกอย่างหนึ่ง ซึ่งให้รสหวานแต่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการและไม่ให้พลังงาน ใช้แทนที่น้ำตาลซึ่งผู้ป่วยโรคเบาหวานใช้ไม่ได้ จึงเป็นสารที่มีคุณค่าทางการแพทย์ นอกจากนั้นยังใช้เป็นเครื่องปรุงรสอาหารสำหรับผู้เป็นโรคอ้วนและใช้ในอุตสาหกรรมผลิตอาหารเพื่อลดต้นทุนการผลิตที่นิยมใช้กันมากได้แก่ วัตถุเจือปนให้ความหวานแทนน้ำตาลหรือสารให้ความหวานเทียม (Artificial sweetening agent) ได้แก่ สารที่สังเคราะห์ขึ้นมา โดยกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์และมีคุณสมบัติให้รสหวานคล้ายหรือเหมือนน้ำตาลทราย ที่เราบริโภค ซึ่งมีทั้งชนิดที่มีความหวานใกล้เคียงกับน้ำตาลทรายและความหวานนับเป็นร้อยหรือพันเท่าของน้ำตาลทราย การที่มีการนำเอาสารให้ความหวานชนิดอื่นมาใช้แทนน้ำตาลในอุตสาหกรรมอาหารหรือใช้ในการปรุงรสอาหารในครัวเรือนนั้นมาจากสาเหตุหลายประการ คือ เพื่อลดปริมาณการบริโภคน้ำตาลซึ่งเป็นสารพวกคาร์โบไฮเดรต สำหรับผู้ที่ต้องการลดหรือจำกัดปริมาณแคลอรีจากอาหาร ซึ่งได้แก่ ผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักหรือใช้กับผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ต้องการจำกัดปริมาณน้ำตาลในร่างกายเพราะสารที่ให้ความหวานเทียมนี้จะไม่ต้องใช้อินซูลิน (Insulin) ในขบวนการเมตาโบไลซ์เหมือนกับน้ำตาล (กองอาหาร, 2548)

เนื่องจากน้ำตาลทรายในท้องตลาดมีราคาสูงขึ้นและบางเวลาในบางประเทศปริมาณน้ำตาลทรายไม่พอกับความต้องการของผู้บริโภคเพื่อลดต้นทุนการผลิต จึงนำสารที่ให้ความหวานเทียมมาใช้ทดแทนน้ำตาล เนื่องจากสารเหล่านี้มีราคาต่ำกว่าน้ำตาลเมื่อเทียบกับปริมาณที่ใช้และสามารถให้รสหวานเท่า ๆ กัน โดยสารให้ความหวานมีมากมายหลายประเภทจึงต้องมีการศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ก่อนการนำไปใช้

1.1 ประเภทสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลสามารถแบ่งเป็น 4 กลุ่มดังนี้

1.1.1 กลุ่มที่เป็นโปรตีนหรือ Peptides (มลศิริ, 2545)

Aspartame มีความหวานประมาณ 200 เท่าของน้ำตาลซูโครส ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรีต่อกรัม แต่มีความหวานมากกว่าน้ำตาล สามารถใช้ได้ปริมาณที่น้อยกว่าน้ำตาล จึงลดพลังงานในผลิตภัณฑ์ได้แต่เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างได้เมื่อถูกความร้อนหรือกรด มีการใช้ในผลิตภัณฑ์หลากหลาย เช่น น้ำอัดลม น้ำผลไม้ นม และใส่ในซากาแฟ แทนน้ำตาล

Alitame สารชนิดนี้มีความหวานมากกว่าน้ำตาลซูโครส 2,000 เท่า ใช้ในปริมาณที่น้อยมาก ใช้ร่วมกับสารให้ความหวานชนิดอื่นได้ดี โดยใช้ในผลิตภัณฑ์ที่มี PH ต่าง ๆ หรือผ่านความร้อนได้ ใช้ในผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย เช่น ขนมอบ ลูกกวาด อาหารที่ผ่านความร้อนระดับพลาสติกเจอร์ไรด์เซชั่น

Thaumatococin สารชนิดนี้มีความหวานมากกว่าน้ำตาลซูโครส 2,000 – 2,500 เท่า มีลักษณะเป็นผงสีครีม ไม่มีกลิ่น ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรีต่อกรัม ใช้ในปริมาณที่น้อยมาก ในประเทศญี่ปุ่นนิยมใช้เป็นเครื่องปรุงร่วมกับผงชูรส ในอเมริกาใช้ในหมากฝรั่ง

Monellin เป็นสารที่มีความหวาน 1,500 – 3,000 เท่าของน้ำตาลซูโครส

1.1.2 กลุ่มที่เป็น mono- or oligosaccharides or glycosides (มลศิริ, 2545)

Fructose มีความหวาน 1.8 เท่าของน้ำตาลซูโครส อาจใช้ร่วมกับสารอื่น เช่น Sucrose, Aspartame นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม

D - Tagatose มีความหวาน 0.92 เท่าของน้ำตาลซูโครสแต่มีพลังงานน้อยกว่าครึ่งหนึ่ง ไม่ทำให้ฟันผุ เกิด Maillard reaction ได้และให้ลักษณะ glassy structure ได้เหมือนน้ำตาลซูโครส ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน ลูกกวาด ลูกอม

Sugar alcohols มีคุณสมบัติดูดซับน้ำได้ดีให้ความรู้สึกลื่นในปาก ไม่ทำให้ฟันผุ เนื่องจากจุลินทรีย์ไม่สามารถใช้น้ำตาลชนิดนี้ได้และยังเป็น Bulking agents ด้วย นิยมใช้ในลูกกวาด ลูกอม วิตามินสำหรับเด็กสำหรับเคี้ยว

Neosugar มีความหวานเพียง 0.4 – 0.6 เท่าของน้ำตาลซูโครส ไม่ถูกดูดซึมจึงไม่ให้พลังงาน และเป็นพรีไบโอติก คือ เป็นอาหารของจุลินทรีย์ ที่มีประโยชน์ในทางเดินอาหาร

Sucralose เป็นผงสีขาว ละลายน้ำได้ดี มีความหวานมากกว่าน้ำตาลซูโครส 600 เท่า ทนความร้อน ใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อในระดับพาสเจอร์ไรด์เชชั่นและ UHT ใช้ในน้ำส้ม ขนมอบ ผลไม้กระป๋อง

High Fructose Consyrup ให้ความหวานเหมือนซูโครสและเป็นพรีไบโอติก

Stewioside เป็นสารสกัดจากใบหญ้าหวาน มีความหวาน 250 - 300 เท่าของน้ำตาลซูโครส ไม่ทำให้เกิดสีน้ำตาลเมื่อผ่านความร้อนสูง ไม่ถูกดูดซึมจึงไม่ให้พลังงาน ทนความร้อนได้สูง นิยมใช้ใน ยาสีฟัน แยม เยลลี่

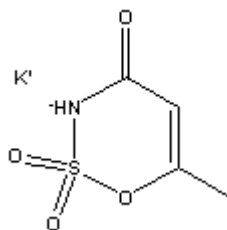
Glycyrrhizin เป็นสารสกัดจากรากชะเอม มีความหวานประมาณ 50 – 100 เท่าของน้ำตาลซูโครส ให้รสหวานติดลิ้น นิยมใช้ในลูกกวาด ลูกอม และขนมหวาน

1.1.3 กลุ่มที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมี ตัวอย่างเช่น

Cyclamate เป็นสารที่ไม่ให้พลังงาน มีความหวานเป็น 30 เท่าของน้ำตาลซูโครส ทนอุณหภูมิได้สูง นิยมใช้ร่วมกับ saccharin ซึ่งจะช่วยลดรสขมของ saccharin ลง ใช้ใน หมากฝรั่ง

Saccharin เป็นสารสังเคราะห์ที่ใส่ในอาหารผู้ป่วยเบาหวาน ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลซูโครส 300 - 500 เท่า ไม่ให้พลังงาน หากใช้มากจะมีรสขม และเป็นสารก่อมะเร็ง นิยมใช้ร่วมกับสารให้ความหวานชนิดอื่น เช่น Cyclamate หรือ Aspartame ใช้ใน น้ำอัดลม หมากฝรั่ง ขนมหวาน (มลศิริ 2545)

อะเซซัลเฟม เค (Acesulfame K) จัดเป็น nonnutritive sweeteners ใหม่ล่าสุด ชนิดหนึ่ง Acesulfame K เป็นชื่อรวมใช้กับเกลือโปตัสเซียมของ 6 – methy 1 - 1, 2, 3 – oxathiazine - 4 (3H) – one - 2, 2 – dioxide ซึ่งมีส่วนประกอบทางเคมี ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ส่วนประกอบทางเคมีของอะเซซัลเฟม เค

ที่มา: สุทธิ (2544)

ส่วนประกอบทางเคมี คือ $C_4H_4NO_4KS$ สารประกอบชนิดนี้ละลายได้ดีในน้ำ ให้สารละลายเป็นกลางมีความหวานเข้มมาก 150 - 200 เท่า หวานกว่าซูโครส เป็นผลึกสีขาวมีราคาถูก แต่รสหวานจะปนรสขมแบบโลหะทำให้ รสชาติไม่เป็นธรรมชาติ มีข้อดีที่ไม่ให้พลังงาน ไม่ทำให้ฟันผุ และสามารถนำมาปรุงอาหารร้อนบนเตาได้ (สุทธิ, 2544)

คุณสมบัติของ Asesulfame K เป็นสารให้ความหวาน ซึ่งมีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย ประมาณ 150 - 200 เท่า ละลายน้ำได้ดีและการละลายเพิ่มขึ้นถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น และจะสลายตัวที่อุณหภูมิ 235 องศาเซลเซียส ให้ความรู้สึกรสหวานได้รวดเร็วเมื่อบริโภค หากใส่ในปริมาณสูงในอาหารจะทำให้เกิดรสขมเล็กน้อย แต่ถ้าใช้ในปริมาณน้อยจะทำให้เกิดรสขมในอุตสาหกรรมอาหารจึงนิยมใช้ร่วมกับสารให้ความหวานชนิดอื่น โดยส่วนใหญ่แล้วจะนิยมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับผู้ที่ต้องการจำกัดแคลอรี เช่น ผู้ที่ป่วยเป็นโรคเบาหวาน หรือโรคอ้วน เป็นต้น ตัวอย่างอาหารที่มีการใช้อะเซซัลเฟม เค เช่น เครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ ทั้งชนิดที่อัดและไม่อัดคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำผลไม้ แยม เยลลี่ ผลิตภัณฑ์ขนมหวานชนิดต่าง ๆ ซึ่งรวมถึงลูกกวาดที่ออฟฟี่และหมากฝรั่ง เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ขนมอบต่าง ๆ โยเกิร์ต ไอศกรีม และน้ำสลัด เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการใช้อะเซซัลเฟมเคในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางค์ด้วย เช่น ยาสีฟัน และน้ำยาบ้วนปาก เป็นต้น (สิวาพร, 2546)

อะเซซัลเฟม เค เมื่อบริโภคเข้าไปในร่างกายจะไม่สามารถเมตาโบไลซ์ จะถูกขับถ่ายออกมาหมดตามรายงานของ WHO (1980) นอกจากนี้การศึกษาถึงความเป็นพิษอื่น ๆ รวมถึงการเป็นสารก่อมะเร็งสารก่อกลายพันธุ์และผลต่อระบบสืบพันธุ์ของอะเซซัลเฟมเค พบว่า

อะซีซัลเฟม เค ไม่ทำให้เกิดอาการผิดปกติใด ๆ กับสัตว์ทดลองเลย the Joint FAO / WHO Expert Committees Food Additives จึงได้กำหนดค่า Acceptable Daily Intake (ADI) เท่ากับ 0.9 mg ต่อ น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เป็น 0 - 9 mg / kg ของน้ำหนักร่างกาย (ศิวาพร, 2546)

1.1.4 Mixed Blend เนื่องจากระดับความหวานและรสหวานที่แตกต่าง จากน้ำตาลทรายของสารให้ความหวานเหล่านี้ จึงนิยมใช้ร่วมกันหลายชนิด การใช้สารให้ความหวานหลายชนิดผสมกันเพื่อช่วยปรับความหวานให้ใกล้เคียงน้ำตาลมากที่สุดและลดต้นทุนการผลิต ดังนั้น การผสมสารให้ความหวานที่ให้ความเข้มข้นสูงในอาหารทำให้ใช้ในปริมาณน้อย จึงต้องมีการทดแทนด้วยสารเพิ่มปริมาตร (Bulking Agents) (มลศิริ, 2545)

2. สารเพิ่มปริมาตรหรือมวลในอาหาร (Bulking agent or bodying agent)

นอกจากการใช้สารทดแทนไขมันและสารทดแทนน้ำตาลแล้ว ในการผลิตอาหารพลังงานต่ำ ยังอาจใช้วิธีการเพิ่มปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ หรือวิธีเพิ่มสารที่เป็นใยอาหารซึ่งไม่ถูกดูดซึม จึงไม่ให้พลังงาน (มลศิริ, 2545) สารเพิ่มปริมาตรสามารถแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 4 กลุ่ม คือ น้ำตาลแอลกอฮอล์ (Sugar alcohols), Carbohydrate Polymers, Emulsifiers และไขมันและโปรตีนที่ใช้แทนไขมัน (Lipids and Proteins as Fat Substitutes) (Altschul, 1993)

2.1 น้ำตาลแอลกอฮอล์ (Sugar alcohols)

น้ำตาลแอลกอฮอล์เป็นสารให้ความหวานที่เพิ่มปริมาตร (Bulk Sweeteners) ถ้าบริโภคมากเกินไปมีผลทำให้เกิดการระบายท้อง การบริโภคในแต่ละวันไม่ควรเกิน 60 – 80 กรัม และไม่เกิน 20 กรัมต่อครั้ง (Altschul, 1993) ให้พลังงานน้อยกว่า 4 กิโลแคลอรีต่อกรัม บางชนิดให้ความรู้สึกระคายเคือง และป้องกันฟันผุ เพราะจุลินทรีย์ไม่สามารถใช้เป็นแหล่งอาหารได้ สามารถใช้แทนน้ำตาลสำหรับผู้ป่วยเบาหวานได้ ตัวอย่างน้ำตาลแอลกอฮอล์ได้แก่

อีริทริทอล (erythritol) มีความหวานประมาณร้อยละ 70 – 75 ของน้ำตาลทราย ใช้เพียงอย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับสารอื่น ๆ ให้พลังงานน้อยกว่า 0.2 กิโลแคลอรีต่อกรัม เป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์ที่ให้พลังงานน้อยที่สุดไม่ทำให้เกิดอาการท้องเสีย ไม่เป็นสารก่อมะเร็งบริโภคได้ถึง 40 กรัมต่อวัน ใช้ในอาหารประเภท เครื่องดื่ม ลูกกวาด ขนมหวาน ขนมอบ ฝรั่ง (มลศิริ, 2545)

ซอร์บิทอล (sorbitol) มีความหวานประมาณร้อยละ 60 ของน้ำตาลซูโครส ให้พลังงาน 2.6 กิโลแคลอรีต่อกรัม ไม่ทำให้ฟันผุ ให้ความรู้สึกเย็น ไม่ควรบริโภคเกิน 50 กรัมต่อครั้ง เพราะทำให้ท้องเสียได้ นิยมใช้ใน หมากฝรั่ง ลูกกวาด ขนมอบ ยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปาก

มอลติตอล (maltitol) มีความหวานประมาณร้อยละ 90 ของน้ำตาลซูโครส ให้พลังงาน 3.0 กิโลแคลอรีต่อกรัม ทนอุณหภูมิสูงได้ดี ใช้ใน หมากฝรั่ง ขนมหวาน ขนมอบ

ไอโซมอลท์ (isomalt) มีความหวานประมาณร้อยละ 45 – 60 ของน้ำตาลซูโครส ให้พลังงาน 2.0 กิโลแคลอรีต่อกรัม ทนความร้อนได้ แต่ไม่ให้ความรู้สึกเย็น ใช้ในลูกกวาด ไอศกรีม แยม ขนมอบ

ไซลิทอล (xylitol) มีความหวานเท่ากับน้ำตาลซูโครส ให้พลังงาน 2.4 กิโลแคลอรีต่อกรัม ให้ความรู้สึกเย็น ช่วยป้องกันการเกิดหินปูนและป้องกันฟันผุ นิยมใช้ใน หมากฝรั่ง ทอฟฟี่ คาราเมล การบริโภคครั้งละมาก ๆ ทำให้ท้องเสียได้ ไม่ควรบริโภคเกิน 30 กรัมต่อวัน แต่ถ้าบริโภคประจำระบบทางเดินอาหารจะมีการปรับตัว ทำให้ทนปริมาณที่สูงกว่านี้ได้ (มลศิริ, 2545)

แล็กติตอล (lactitol) เป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์โมเลกุลคู่ (disaccharide sugar alcohol) ที่ได้จากการทำปฏิกิริยา reduction กับส่วนที่เป็นกลูโคสของแล็กโทสโดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาหมู่คาร์บอนิลจะถูกเปลี่ยนไปเป็นหมู่แอลกอฮอล์โดย Lactitol สามารถตกผลึกให้อยู่ในรูป monohydrate ที่อุณหภูมิ 94 - 97 องศาเซลเซียส เนื่องจาก Lactitol ไม่ใช้น้ำตาลรีดิคัล จึงทำให้ความหวานของสารละลายไม่ลดลง และมีความเสถียรต่อการด, เบส, ความร้อนและ non - enzymatic browning reaction ในคุณสมบัติการดูดความชื้น Lactitol สามารถดูดความชื้นได้ดีกว่า mannitol แต่น้อยกว่า sorbitol, glycerol และ xylitol Lactitol มีความหวานมากกว่าแล็กโทสเล็กน้อย โดยมีความหวานประมาณร้อยละ 30 - 35 ของน้ำตาลซูโครสหรือน้ำตาลทราย แบคทีเรียในปากไม่สามารถใช้ Lactitol ได้จึงเรียกว่าเป็น “tooth - protective” ปัจจุบัน Lactitol ยังไม่ได้รับการยอมรับจาก Food and Drug Administration (FDA) ให้เป็น Food additive แต่ได้มีการนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็น bulking agent ในอุตสาหกรรมหลายประเภทเนื่องจากหวานน้อย (กล้าณรงค์, 2542) ทนอุณหภูมิสูงได้ โดยนิยมนำใช้ร่วมกับแอสพาร์แตมหรืออะซีซัลเฟมเค ให้พลังงาน 2 กิโลแคลอรี / กรัม สามารถใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน ลูกกวาด ไอศกรีมและผลิตภัณฑ์ขนมอบ (มลศิริ, 2545)

2.2 คาร์โบไฮเดรต โพลีเมอร์ (Carbohydrate Polymers) ตัวอย่างของสารในกลุ่มนี้ (Altschul, 1993) มีดังนี้

Polydextrose เป็นสารเพิ่มปริมาตรที่ให้พลังงานต่ำประมาณ 1 กิโลแคลอรีต่อกรัม สังเคราะห์จาก glucose, sorbitol และ กรด citric ในอัตราส่วน 89 : 10 : 1 โดยไม่ควรรับบริโภคเกิน 15 กรัมต่อครั้ง เพราะจะทำให้ท้องเสีย

Sucrose polyesters เป็นสารทดแทนไขมันที่ไม่ให้พลังงาน ผลิตได้จากน้ำมันถั่วเหลือง และซูโครส มีลักษณะปรากฏ กลิ่น การทนความร้อน และอายุการเก็บรักษาเหมือน ๆ กับไขมัน

Maltodextrins ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรีต่อกรัม แต่ถ้าละลายในน้ำในอัตราส่วน น้ำ : Maltodextrins เท่ากับ 3 : 1 จะได้เจลหรือสารละลายที่ให้พลังงานเพียง 1 กิโลแคลอรีต่อกรัม

2.3 Emulsifiers สามารถใช้ทดแทนไขมันได้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลาย ๆ ชนิด มีหลายรูปแบบ เช่น mono และ diglycerides, sucrose ester, polysorbates เป็นต้น ช่วยในการลดปริมาณไขมัน ลดพลังงาน เพิ่มปริมาตร และช่วยให้เนื้อสัมผัสนุ่มขึ้น (Altschul, 1993)

2.4 ไขมันและโปรตีนที่ใช้แทนไขมัน (Lipids and Proteins as Fat Substitutes) ตัวอย่าง เช่น Simplese ซึ่งผลิตจากนม และหรือโปรตีนไข่ขาว ให้พลังงาน 1.3 กิโลแคลอรีต่อกรัม (Altschul, 1993)

3. สารเพิ่มใยอาหาร

ใยอาหาร (Dietary Fiber) เป็นส่วนประกอบของพืชที่ไม่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ในทางเดินอาหารของมนุษย์ จึงไม่สามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ แต่เมื่อผ่านสู่ลำไส้ใหญ่จะดูดน้ำเพื่อเพิ่มปริมาณอุจจาระและกระตุ้นลำไส้ใหญ่ให้บีบตัวเพื่อขับถ่ายอุจจาระ ป้องกันอาการท้องผูกและยังช่วยลดระดับโคเลสเตอรอลในเลือด เนื่องจากใยอาหารจะจับโคเลสเตอรอลและเคลื่อนน้ำดี ทำให้ไม่สามารถดูดเข้าทางเดินอาหารได้ การที่เคลื่อนน้ำดีไม่สามารถดูดกลับทำให้ต้องสร้างน้ำดีใหม่โดยใช้โคเลสเตอรอลในร่างกาย ทำให้ระดับโคเลสเตอรอลในเลือดลดลง (มลศิริ, 2545)

ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงในการเสริมใยอาหาร (มลศิริ, 2545) มีดังนี้

ความชื้นหนืด ใยอาหารหลายชนิดสามารถอุ้มน้ำในโครงสร้างทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้น ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการความชื้น เช่น เครื่องดื่ม ต้องเลือกใช้ใยอาหารที่ไม่มีผลต่อความชื้นหนืดแม้ใส่ในปริมาณมาก

กลิ่นรส ใยอาหารบางชนิด มีกลิ่นคล้าย ฟาง กลิ่นฉุน กลิ่นยางไม้ ซึ่งต้องใช้สารแต่งกลิ่นเพื่อกลบกลิ่นไม่ดีเหล่านี้

การละลายน้ำ ใยอาหารบางชนิดช่วยในการละลายน้ำหรือกระจายตัวในน้ำได้ดี

ความเสถียรเมื่อถูกกรดและความร้อน ผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นกรดหรือต้องผ่านความร้อน ต้องใช้ใยอาหารให้เหมาะสมโดยใยอาหารที่มาจากพืชจะทนกรดและความร้อนได้ดี

คุณสมบัติที่ต้องการ เช่นการเป็น emulsifiers และ foam or emulsifiers stabilizer ในบางผลิตภัณฑ์ต้องการใยอาหารที่ทำหน้าที่รักษาอิมัลชันหรือฟองอากาศ

การเกิดเจล ในบางผลิตภัณฑ์ไม่ต้องการให้มีลักษณะเป็นเจล ผลิตภัณฑ์ที่มีแคลเซียมไม่ควรเสริมใยอาหาร high methoxy pectin, gellan gum เพราะจะเกิดเจลเมื่อมีแคลเซียม

ตัวอย่างใยอาหารที่นิยมใช้เป็นสารผสมอาหารในปัจจุบันได้แก่ oat fibers, guar gum, inulin, oligofructose, fruit fiber, polydextrose เป็นต้น

อินนูลิน (Inulin) เป็นเส้นใยชนิดที่ละลายน้ำได้ซึ่งเป็นโมเลกุลขนาดเล็กอยู่ในกลุ่มของ โอลิโกแซคคาไรด์ (Oligosaccharides) ซึ่งจะมีฟรุคโตส 3 - 60 โมเลกุล พบว่ามีอยู่ในอาหารผัก และผลไม้หลายชนิด โดยเฉพาะผักในตระกูล Cichorium เช่น ชิคอรี (Chicory) หรือพืชในตระกูลหอม เช่น หอมหัวใหญ่ ดังตัวอย่างที่แสดงในตารางที่ 8 มีประโยชน์ในการช่วยป้องกันท้องผูกทำให้ถ่ายอุจจาระได้ง่ายอุจจาระไม่แข็ง จึงไม่ต้องปวดเบ่งและเจ็บขณะถ่ายอุจจาระ ช่วยในระบบการย่อยอาหารทำงานเป็นปกติ ช่วยให้ร่างกายมีภูมิคุ้มกันโรคเนื่องจากอินนูลินจะช่วยกระตุ้นการเจริญ

เติบโตของจุลินทรีย์ ที่มีชื่อว่า บิฟิโดแบคทีเรีย (Bifidobacteria) ซึ่งมีหน้าที่สร้างระบบภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย จึงช่วยป้องกันการติดเชื้อในระบบทางเดินอาหาร (มาลี, 2543)

ตารางที่ 8 ปริมาณ Inulin และ Oligofructose ในอาหารชนิดต่าง ๆ

ชนิด	ปริมาณ Inulin (ร้อยละ)
Onion (หัวหอม)	2 - 6
Jerusalem artichoke	16 - 20
Chicory (ชิโครี)	15 - 20
Asparagus (แอสปารากัส)	1 - 30
Leek (ต้นกะเทียม)	3 - 10
Garlic (กระเทียม)	9 - 16
Artichoke	3 - 10
Banana (กล้วย)	0.3 - 0.7
Wheat (ข้าวสาลี)	1 - 4
Rye (ข้าวไรย์)	0.5 - 1
Barley (ข้าวบาเลย์)	0.5 - 1.5

ที่มา: มาลี (2543)

อินนูลินทุกชนิดให้ประโยชน์เชิงเทคนิค และเสริมสร้างโภชนาการที่ดีให้กับผลิตภัณฑ์อาหารและได้รับความนิยมมากขึ้น ประโยชน์ในเชิงเทคนิค ได้แก่ การนำมาใช้เป็นสารทดแทนไขมันและน้ำตาล โดยใช้ร่วมกับสารให้ความหวานประเภทที่มีความเข้มข้นสูง (high intensity sweeteners) ใช้เป็นสารเพิ่มปริมาตร (bulking agent) ในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีแคลอรีต่ำ ใช้เป็นสารเชื่อมแน่นและสร้างลักษณะเนื้อสัมผัสให้ผลิตภัณฑ์อาหาร นอกจากนี้ยังอาจใช้เป็นสารยึดเกาะและเติมเต็มสำหรับการอัดเม็ด ด้วยประโยชน์แห่งการประยุกต์ใช้ที่หลากหลายนี้จึงสามารถใช้อินนูลินกับผลิตภัณฑ์จากนม ขนมหอมและผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ผลิตภัณฑ์ลูกอม ลูกกวาดและขนมหวาน ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังแบบ spread ซึ่งมีไขมันต่ำหรือปราศจากไขมัน สำหรับประโยชน์ด้านคุณค่าทางโภชนาการพบว่าอินนูลินจะต่อต้านกระบวนการย่อยและไฮโดรไลซิสภายในกระเพาะและลำไส้เล็กของร่างกายมนุษย์ ดังนั้นอินนูลินจะถูกขับเข้าสู่ลำไส้ใหญ่ได้โดยตรง และ จะถูกหมัก

โดยเชื้อจุลินทรีย์เกิดเป็นกรดไขมันสายสั้น (acetate, propionate) และ butyrate ภายในบริเวณลำไส้ใหญ่ตอนต้น (cecum หรือ proximal colon) และกรดไขมันสายสั้นเหล่านี้ ร่างกายจะนำไปใช้โดยผ่านกระบวนการทางเมตาบอลิซึมเพื่อสร้างแหล่งพลังงาน อย่างไรก็ตามอินนูลินจะให้พลังงานเพียง 1.5 กิโลแคลอรี / กรัม เท่านั้น (เมื่อเปรียบเทียบกับฟรุกโตสซึ่งให้พลังงาน 3.9 กิโลแคลอรีต่อกรัม) อินนูลินจะถูกหมักโดย Bifidobacterium และ Lactobacillus ดังนั้นการบริโภคอินนูลินจะเป็นการช่วยเพิ่มแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ในบริเวณลำไส้ ซึ่งถือเป็นคุณสมบัติพรีไบโอติก (Prebiotic) คือ เป็นอาหารให้กับเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายและลดจำนวนเชื้อที่เป็นพิษให้กับระบบทางเดินอาหารการบริโภคอินนูลินในปริมาณถึง 20 กรัมต่อวัน จะทนต่อการที่กระเพาะมีแก๊สมากผิดปกติ ซึ่งเป็นอาการหลักที่เกิดขึ้น (บริษัท เฮล์ม มหาบุญ, 2547)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์

Baker et al. (1988) ได้อ้างถึงคำนิยามของผลิตภัณฑ์ใหม่ ของ Litchfield ไว้ดังนี้

ผลิตภัณฑ์ใหม่ หมายถึง ผลิตภัณฑ์เดิมที่มีการปรับปรุงบรรจุภัณฑ์และใช้ชื่อผลิตภัณฑ์ใหม่หรือใช้รูปปลั๊กใหม่

หรือ ผลิตภัณฑ์เก่าที่มีการปรับปรุงใหม่โดยใช้บรรจุภัณฑ์ใหม่ และหรือใช้ตราชื่อใหม่ หรือ ผลิตภัณฑ์ใหม่ทั้งหมดเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่ยังขาดอยู่

ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ต้องมีการพัฒนาสูตรใหม่ที่เหมาะสม โดยมีการทดสอบเป็นขั้นตอนและต้องพิจารณาอายุการเก็บรักษาและราคาของผลิตภัณฑ์ควบคู่กันไปด้วย คุณภาพของผลิตภัณฑ์ใหม่ต้องสอดคล้องกับผลกำไรที่จะได้รับ และสิ่งตัดสินใจขั้นสุดท้ายคือ ตลาดที่ผลิตภัณฑ์ใหม่วางจำหน่าย

ความสำเร็จของผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นอยู่กับหลาย ๆ ปัจจัย ซึ่งปัจจัยหนึ่งคือ ราคา กล่าวคือ ผลิตภัณฑ์ใหม่ต้องมีราคาที่เหมาะสมสามารถแข่งขันกับผลิตภัณฑ์อื่นที่คล้ายกันได้ โดยผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีการวิจัยและการทดสอบที่ดีก็อาจล้มเหลวได้ถ้าราคาไม่เหมาะสมและอีกปัจจัยหนึ่ง ได้แก่ ความสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้เป็นไปตามเงื่อนไขหลัก ๆ เช่น โดยผลประโยชน์ที่ผู้ผลิตจะได้รับตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ผลิตได้คุณภาพที่สม่ำเสมอและสามารถแข่งขันได้ (Baker et al., 1988)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ให้ประสบความสำเร็จไม่ใช่เรื่องที่สามารถทำได้ง่าย ๆ มีหลาย ปัญหาที่ต้องเผชิญ เช่น

- ภาวะเงินเฟ้อซึ่งเป็นสาเหตุให้ราคาของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น ถ้าไรน้อยลง
- กฎและข้อบังคับต่าง ๆ ที่มีเพิ่มเติมออกมาซึ่งไม่สามารถคาดคะเนล่วงหน้าได้
- ตลาดที่แคบลง
- เทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่ต้องตามให้ทันคู่แข่ง

ปัญหาดังกล่าวข้างต้นเป็นองค์ประกอบภายนอกที่ไม่อาจควบคุมได้ แต่มีองค์ประกอบภายในหลายอย่างที่สามารถควบคุมได้ เช่น การสร้างแนวความคิดใหม่ การคัดกรอง การประเมินเบื้องต้น การพัฒนาและการทดสอบ ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้ต้องได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง (Baker et al., 1988)

มีหลายขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ขั้นตอนที่ Cornell University ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (Baker et al., 1988) มีดังนี้

- ขั้นที่ 1 การสร้างความคิด (Idea Stage)
- ขั้นที่ 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Development Stage)
- ขั้นที่ 3 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส (Taste - paneling Stage)
- ขั้นที่ 4 การทดสอบผู้บริโภค (Consumer Sampling Stage)
- ขั้นที่ 5 ศึกษาอายุการเก็บรักษา (Shelf Life Study Stage)
- ขั้นที่ 6 บรรจุภัณฑ์ (Packaging Stage)
- ขั้นที่ 7 การผลิต (Production Stage)
- ขั้นที่ 8 การทดสอบตลาด (Market Testing Stage)
- ขั้นที่ 9 การดำเนินธุรกิจ (Commercialization)

ขั้นตอนดังกล่าวอาจสลับกันได้ เช่น ขั้นบรรจุภัณฑ์อาจทำก่อนการทดสอบผู้บริโภคได้ และบางขั้นตอนอาจรวมกันได้

1. การสร้างแนวความคิด (Idea Stage)

การสร้างแนวความคิดเป็นขั้นตอนแรกและเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด เป็นขั้นตอนที่ต้องคาดการณ์ว่าผลิตภัณฑ์อะไรที่ผู้บริโภคจะซื้อและซื้ออย่างต่อเนื่อง ซึ่งขั้นตอนนี้จะเกี่ยวข้องกับบุคลากรด้านการวิจัยและพัฒนา ผู้บริหารระดับสูงและกลุ่มการตลาดเป็นขั้นตอนที่ทำให้มั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์ใหม่จะประสบความสำเร็จเมื่อเข้าสู่ตลาด ซึ่งต้องตอบคำถามต่าง ๆ เหล่านี้ได้ เช่น

- ได้กำไรเท่าไร
- ลักษณะผลิตภัณฑ์ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคหรือไม่
- ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ผู้ค้าส่ง และผู้ค้าปลีกหรือไม่
- มีเอกลักษณ์หรือคุณลักษณะเด่นที่เสนอต่อผู้บริโภคหรือไม่
- เหมาะสมกับ line การผลิตและแนวทางการตลาดของบริษัทหรือไม่
- บริษัทมีเทคโนโลยีที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือไม่
- ต้องลงทุนเท่าไร มีเงินลงทุนเพียงพอหรือไม่

ในขั้นตอนนี้อาจต้องใช้เวลาในการตัดสินใจเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่มีศักยภาพ ซึ่งไม่ได้สูญเสียค่าใช้จ่ายมากนัก โดยจะดีกว่าการได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่ประสบความสำเร็จซึ่งต้องสูญเสียมากกว่าหลายเท่า

ความคิดผลิตภัณฑ์ใหม่มาจาก 2 แหล่งหลัก ๆ คือ จากผู้บริโภคและจากภายในองค์กร ข้อมูลจากผู้บริโภคเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมาก การสำรวจตลาดหรือพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคเป็นวิธีการหนึ่งในการหาข้อมูลดังกล่าว (Baker et al., 1988)

1.1 การสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค

พฤติกรรมผู้บริโภค (Consumer behavior) หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้บริโภคทำการค้นหา การคิด การซื้อ การใช้ การประเมินผลในสินค้าและบริการ ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการของเขา

ตลาดผู้บริโภค (Consumer market) หมายถึง ผู้บริโภคหรือครอบครัวที่ซื้อสินค้าและบริการเพื่อการบริโภคส่วนตัว (ศิริวรรณและคณะ, 2546)

การวิเคราะห์พฤติกรรมหรือการสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภค เป็นการค้นหาหรือวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรม การซื้อและการใช้ของผู้บริโภค ทั้งที่เป็นบุคคล กลุ่มหรือองค์กร เพื่อให้ทราบถึงลักษณะความต้องการและพฤติกรรมการซื้อ การใช้และแนวคิด (ศิริวรรณและคณะ, 2546) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างเหมาะสม โดยก่อนการสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคจะต้องทราบถึงลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นกลุ่มย่อยของประชากรที่นำมาศึกษาเพื่อสรุปเกี่ยวกับประชากรทั้งหมด โดยกลุ่มตัวอย่างจะทำการสุ่มตัวอย่าง (Sampling)

1.1.1 การสุ่มตัวอย่าง (Sampling)

ก. การสุ่มตัวอย่างโดยอาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability sampling) เป็นวิธีที่สามารถกำหนดได้แน่นอนว่ามีโอกาสมากน้อยเพียงใด ค่าสถิติที่คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่างจะแตกต่างจากค่าพารามิเตอร์ของประชากร ประกอบด้วย การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย, การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ, การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มและการสุ่มตัวอย่างแบบหลายชั้น

ข. การสุ่มตัวอย่างโดยไม่อาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็น (Non probability sampling) เป็นการเลือกตัวอย่างที่ขึ้นกับวิจารณญาณของผู้วิจัย ซึ่งอาจไม่ทราบว่าค่าสถิติที่คำนวณได้นั้นผิดพลาดไปจากค่าพารามิเตอร์ของประชากร ประกอบด้วย การสุ่มตัวอย่างแบบจงใจและการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (ศิริวรรณและคณะ, 2541)

1.1.2 วิธีการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค

ก. การอภิปรายกลุ่ม (Focus Group interviews)

การอภิปรายกลุ่ม เป็นการสัมภาษณ์โดยไม่มีโครงสร้าง ไม่มีการกำหนดคำถามและคำตอบโดยทั่วไป ซึ่งการใช้กลุ่มเฉพาะ (Focus Group) เป็นวิธีการที่ใช้ในการรวบรวมแนวความคิด เพื่อใช้ในการกำหนดปัญหาให้ชัดเจนขึ้น การอภิปรายจะถูกควบคุมด้วยบุคคลที่ทำ

หน้าที่เป็นผู้จัดการกลุ่ม (Moderator) ซึ่งมีหน้าที่ในการกำหนดโครงสร้างของการอภิปรายและนำการอภิปรายให้ดำเนินไป ตามทิศทางของการกำหนดปัญหาที่เกี่ยวข้อง ซึ่งข้อดีของการสัมภาษณ์กลุ่มเฉพาะคือ รวดเร็ว ง่ายต่อการบริหารและประหยัดค่าใช้จ่าย (ศิริวรรณและคณะ, 2541) การอภิปรายกลุ่มจะใช้ผู้บริโภคระมาณ 10 - 12 คน ที่ผ่านการคัดเลือกตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยใช้ระยะเวลาการอภิปราย 1 - 2 ชั่วโมง ซึ่งปกติจะอภิปรายในหัวข้อเดียวกัน 2 - 3 ครั้ง เพื่อให้ได้คำตอบที่สามารถสรุปเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบได้ โดยผู้ดำเนินการอภิปรายจะเริ่มนำเสนอข้อมูลที่จะอภิปรายกลุ่มและให้สมาชิกทุกคนแสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่ (Meilgaard et al., 1999)

ข. การออกแบบสอบถาม

การออกแบบสอบถามเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในกระบวนการวิจัยเชิงสำรวจ โดยแบบสอบถามที่ดีต้องประกอบด้วยเนื้อหาที่สามารถตอบวัตถุประสงค์ได้ และเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายของผู้วิจัยต้องมีการวางแผนการออกแบบสอบถามอย่างมีระบบ โดยชนิดของแบบสอบถามสามารถแบ่งได้ดังนี้ (ศิริวรรณและคณะ, 2541)

1) คำถามปลายเปิด เป็นคำถามที่ให้ผู้ตอบตอบโดยใช้คำพูดของตนเอง เป็นคำถามที่ไม่มีโครงสร้าง และเป็นคำถามที่ไม่มีการวางแผนหรือจัดแนวคำตอบไว้

2) คำถามปลายปิดเป็นคำถามที่มีทางเลือกให้ตอบกำหนดไว้คงที่ และให้ผู้ตอบเลือก 1 คำตอบที่ใกล้เคียงกับความคิดเห็นของผู้ตอบ ซึ่งถือว่าเป็นคำถามที่มีโครงสร้างและเป็นคำถามที่มีการออกแบบเรียงตามลำดับไว้อย่างแน่นอนเพื่อให้ผู้ตอบตอบตามลำดับในแต่ละข้อ

การคำนวณคะแนนเฉลี่ยของระดับความสำคัญของผู้วิจัยในการสำรวจ ผู้บริโภคหรือการทดสอบผู้บริโภคโดยการใช้แบบสอบถาม จะมีการทดสอบความสำคัญของผู้วิจัยต่าง ๆ ที่ต้องการ โดยการกำหนดคะแนน (Cooper, 1998) เช่น

- 5 คือ ความสำคัญมากที่สุด
- 4 คือ ความสำคัญมาก
- 3 คือ ความสำคัญปานกลาง
- 2 คือ ความสำคัญน้อย

1 คือ ความสำคัญน้อยที่สุด

คะแนนที่ได้จากผู้ตอบแบบสอบถาม จะถูกนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ดังนั้น จึงต้องมีการคำนวณช่วงความกว้างของคะแนนเฉลี่ยในแต่ละชั้น ดังนี้ (Cooper, 1998)

$$\begin{aligned}\text{ช่วงระดับคะแนนเฉลี่ย} &= (\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}) / \text{จำนวนชั้น} \\ &= (5 - 1) / 5 \\ &= 0.8\end{aligned}$$

ดังนั้นช่วงความกว้างระดับคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 0.8

การแบ่งระดับชั้นของค่าเฉลี่ยความสำคัญของปัจจัย มีดังนี้

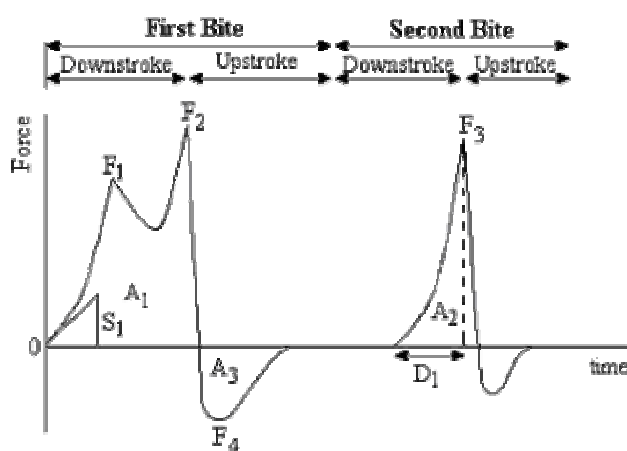
- 4.21 - 5.00 คือ ความสำคัญมากที่สุด
- 3.41 - 4.20 คือ ความสำคัญมาก
- 2.61 - 3.40 คือ ความสำคัญปานกลาง
- 1.81 - 2.60 คือ ความสำคัญน้อย
- 1.00 - 1.80 คือ ความสำคัญน้อยที่สุด

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Development Stage)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยนักวิทยาศาสตร์การอาหารมีความสำคัญมากไม่น้อยกว่าพ่อครัว เนื่องจากไม่เพียงแต่คุณลักษณะด้านรสชาติเท่านั้นที่มีความสำคัญแต่คุณลักษณะด้านสี, เนื้อสัมผัสและอายุการเก็บรักษาก็มีความสำคัญไม่น้อยกว่ารสชาติ (Baker et al., 1988)

2.1 การวัดค่าทางด้านเนื้อสัมผัส มีความสำคัญต่อการยอมรับในคุณภาพอาหารของผู้บริโภคซึ่งส่วนใหญ่ได้รับความรู้สึกทางปากหรือจากการกิน เริ่มจากกัดอาหาร (bite) ครั้งแรก ความรู้สึกเมื่อเคี้ยวอาหาร (chewing) และความรู้สึกเมื่อบดอาหารในปาก (mastication) การรับความรู้สึกในเนื้อสัมผัสอาหารนี้เป็นการรับความรู้สึกทั้งทางกายภาพ และทางสรีรวิทยาร่วมกันในด้านสรีรวิทยานี้มีประสาทสัมผัสอื่น ๆ ของร่างกายเข้ามามีส่วนในการร่วมกับความรู้สึกเนื้อสัมผัสของอาหารด้วยการเห็น การสัมผัสและการได้ย่นการวัดค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เกษตร คือ การวัดค่าความรู้สึกสัมผัส (Kinesthetic) โดยพยายามออกแบบเครื่องมือเพื่อใช้วัดค่าทางกายภาพที่แสดงถึงความรู้สึกสัมผัสของมนุษย์ ทั้งความรู้สึกสัมผัสที่เกิดจากมือ (finger feel) ความรู้สึกสัมผัสที่เกิดจากปาก (mouth feel) เช่นการเคี้ยวอาหาร และความรู้สึกสัมผัสที่เกิดขึ้นกับร่างกาย ซึ่งเครื่องมือที่ใช้วัดค่าทางด้านเนื้อสัมผัสมีอยู่หลายชนิดขึ้นกับการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์นั้น ๆ และการวัดค่าโดยใช้ Texture Profile Analysis (TPA) จัดเป็นการวัดค่าเนื้อสัมผัสที่ต้องใช้เครื่องมือวัด โดยหลักการทำงานของเครื่องมือจะเลียนแบบการเคี้ยวของมนุษย์ คือ มีการกดตัวอย่างจนถึงระดับหนึ่งจึงถอนแรงขึ้นมาจากจุดเริ่มต้นก่อนกด แล้วทำการกดซ้ำและถอนแรงอีกครั้งหนึ่ง การกดและการถอนแรงดังกล่าวเปรียบเสมือนการเคี้ยวตัวอย่าง ลักษณะของผลการทดลองที่ได้จะออกมาในรูปกราฟ ดังแสดงในภาพที่ 4 ซึ่งความสูงของระยะทางตามแนวแกน X (แรง) และแกน Y (เวลา) พื้นที่และความชันจะนำมาใช้ในการกำหนดค่าคุณลักษณะเนื้อสัมผัส คือค่าความแข็ง (Hardness), การเกาะรวมตัว (Cohesiveness), ค่าความยืดหยุ่น (Springiness), ค่าความเหนียว (Adhesiveness), ค่าความเปราะ (Fracfurability) และค่าความยากง่ายในการเคี้ยว (Chewiness) (ธงชัย, ม.ป.ป.)



F1 = Fracfurability

F2 = Hardness 1

F3 = Hardness 2

F3 = Adhesive force

D1 = Springiness

Cohesiveness = A_2 / A_1

Gumminess = Hardness x Cohesiveness

Chewiness = Gumminess x Springiness

ภาพที่ 4 กราฟแสดงผลการวัดค่าโดยใช้ Texture Profile Analysis (TPA)

ที่มา: Bourne C.M. (2002)

โดยแต่ละคุณลักษณะที่วัดได้สามารถเปรียบเทียบกับค่าทางประสาทสัมผัสมีรายละเอียดดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ความหมายของลักษณะเนื้อสัมผัสต่าง ๆ ในเชิงคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณภาพทางกายภาพที่ได้จากการวัดค่าโดยเครื่องมือ

คุณลักษณะ	กายภาพ	ประสาทสัมผัส
Hardness	แรงที่ต้องใช้แรงในการกดเพื่อให้ได้ค่าการเสียรูปตามที่กำหนด	แรงที่ต้องใช้ในการกดตัวอย่างระหว่างฟันกราม
Cohesiveness	การขยายตัวของวัสดุที่เกิดขึ้นได้ก่อนเกิดการแตกตัว	อัตราการกดอัดของตัวอย่างระหว่างฟันก่อนเกิดการแตก
Springiness	อัตราการคืนตัวของรูปของวัสดุเมื่อถอนแรงออก	อัตราการคืนตัวของตัวอย่างกลับสู่รูปเดิมอีกครั้งระหว่างการถูกกดด้วยฟัน
Adhesiveness	แรงที่ใช้ในการเอาชนะแรงดึงดูดของผิวอาหารกับวัสดุอื่น ๆ ที่อาหารสัมผัส	แรงที่ต้องการในการเคลื่อนย้ายอาหารที่ติดกับเพดานปากในขบวนการเคี้ยวปกติ
Fracturability	แรงที่ทำให้ตัวอย่างแตกหัก	แรงที่ทำให้ตัวอย่างแตกหัก
Chewiness	พลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวอาหารให้อยู่ในสถานะที่พร้อมจะกลืนได้	ระยะเวลา (วินาที) ที่ใช้ในการเคี้ยวอาหารเพื่อให้อยู่ในสถานะที่จะกลืนได้
Gumminess	พลังงานที่ใช้ในการทำให้อาหารแข็งเปลี่ยนไปอยู่ในสถานะที่พร้อมจะกลืนได้	ความแน่นที่รับรู้ได้จากการเคี้ยว

ที่มา: ธงชัย (ม.ป.ป.)

2.2 การวัดค่าทางด้านสี เป็นการวัดค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์อีกอย่างหนึ่งเพื่อพัฒนาควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามที่กำหนด และการวัดค่าสีด้วยระบบ CIE (CIELAB) ซึ่งเป็นระบบการวัดสีที่ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

2.2.1 Light source คือแหล่งกำเนิดแสงมาตรฐาน เช่น A B C หรือ D ซึ่งส่วนใหญ่จะนิยมวัดที่แหล่งกำเนิดแสง D 65 เนื่องจากเป็นแหล่งกำเนิดแสงที่เลียนแบบธรรมชาติในตอนกลางวันได้ใกล้เคียงที่สุด

2.2.2 Colour object คือ วัตถุที่มีสี เมื่อแสงตกกระทบจะสะท้อนหรือกระจายแสงมาสู่ สายตาหรือเครื่องรับแสง

2.2.3 Observer คือ ผู้สังเกตการณ์

ซึ่งระบบ CIE $L^* a^* b^*$ เป็นระบบที่พัฒนามาจากระบบ Tristimulus Value ($X Y$ และ Z) และ CIE Chromaticity Coordinates ($X Y$ และ Z) โดยได้ปรับปรุงจนสามารถบอกความแตกต่างของสีได้อย่างสม่ำเสมอ โดย กำหนดค่าต่าง ๆ ดังนี้

L^* ใช้กำหนดค่าความสว่างของสี โดย L^* มีค่าเท่ากับ 0 หมายถึง สีดำ และค่าเท่ากับ 100 หมายถึงสีขาว

a^* ใช้กำหนดค่าความเป็นสีแดงหรือสีเขียว โดย a^* มีค่าเป็นบวก หมายถึง ความเป็นสีแดง และค่าเป็นลบ หมายถึงความเป็นสีเขียว

b^* ใช้กำหนดค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน โดย b^* มีค่าเป็นบวก หมายถึง ความเป็นสีเหลือง และค่าเป็นลบ หมายถึงความเป็นสีน้ำเงิน (Billmeyer and Saltzman, 1981)

ซึ่งในขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ นี้จะเกี่ยวข้องกับขั้นตอน taste - paneling และการประเมินทางประสาทสัมผัส การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการพัฒนาต้องได้รับการตรวจสอบจากผู้ชิมที่มีประสบการณ์ ซึ่งในช่วงแรก ๆ ของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ panel ที่มีประสบการณ์จะพบข้อผิดพลาดในผลิตภัณฑ์ได้บ่อย ๆ ซึ่งต้องนำไปแก้ไขต่อไป (Baker et al., 1988)

3. การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส (Taste - paneling Stage)

ขั้นตอนนี้ต้องทำความเข้าใจกับการพัฒนาสูตร ผลิตภัณฑ์ที่กำลังพัฒนาต้องได้รับการตรวจสอบในหลาย ๆ ขั้นตอนเพื่อให้ได้การยอมรับ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ต้องมี Taste panel 2 กลุ่ม คือ

Panel ที่มีประสบการณ์หรือได้รับการอบรมมาบ้าง (semitrained or experienced panel) เพื่อตรวจสอบผลิตภัณฑ์ในแต่ละขั้นตอนของการพัฒนา Panel ต้องบอกถึงรสชาติที่ดีและเนื้อสัมผัสที่เหมาะสมได้ (Baker et al., 1988)

Panel ที่เป็นผู้บริโภคกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งจะช่วยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับในการบริโภคของผู้บริโภคส่วนใหญ่ได้ (Baker et al., 1988)

การทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสในการพัฒนาผลิตภัณฑ์สามารถแบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ การทดสอบความแตกต่าง, การทดสอบเชิงพรรณนาและการทดสอบความชอบหรือการยอมรับ

3.1 การทดสอบความแตกต่าง (เพ็ญขวัญ, 2536)

การทดสอบความแตกต่างเป็นวิธีการทดสอบเพื่อหาว่าตัวอย่างมีความแตกต่างกันหรือไม่ในคุณภาพรวมหรือคุณภาพเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่ง แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

3.1.1 การทดสอบความแตกต่างรวม (Overall difference)

เป็นการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อทดสอบว่า คุณภาพโดยรวมของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันหรือไม่ วิธีการที่ใช้ คือ วิธีการเลือกตัวอย่างที่จากสามตัวอย่าง (Triangle test) วิธีเปรียบเทียบตัวอย่างคู่กับตัวอย่างมาตรฐาน (Duo - trio test), วิธีเลือกสองตัวอย่างจากห้าตัวอย่างและวิธีเปรียบเทียบความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม เป็นต้น

การเลือกตัวอย่างที่จากสามตัวอย่าง (Triangle test) ใช้วัดค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสองตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อทดสอบว่าผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันหรือไม่ ใช้ผู้ทดสอบ ที่ผ่านการฝึกฝน 20 - 40 คน

การเปรียบเทียบตัวอย่างคู่กับตัวอย่างมาตรฐาน (Duo-trio test) เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าวิธีการเลือกตัวอย่างที่จากสามตัวอย่าง ผู้ทดสอบมีโอกาสจะได้ถูกถึงร้อยละ 50 เป็นวิธีการที่ง่าย ต้องทดสอบอย่างน้อย 3 ครั้ง ใช้ผู้ทดสอบที่ควรได้รับการฝึกฝน 15 - 30 คน

การเลือกสองตัวอย่างจากห้าตัวอย่าง (Two out of five test) โดยวิธีนี้มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีการเลือกตัวอย่างที่จากสามตัวอย่าง เหมาะกับการทดสอบการมองเห็น, การได้ยิน และการสัมผัสมากกว่าการทดสอบการรับรสและกลิ่น ใช้ผู้ทดสอบ 20 คน

การเปรียบเทียบความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม (Difference from control test) ใช้เพื่อวัดความแตกต่างของตัวอย่าง เปรียบเทียบกับตัวควบคุม ผลที่ได้จะทราบขนาดของความแตกต่าง เหมาะสำหรับงานประกันและควบคุมคุณภาพและศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ ใช้ผู้ทดสอบที่ควรได้รับการฝึกฝนหรือไม่ก็ได้ จำนวน 20 - 50 คน

3.1.2 การทดสอบความแตกต่างตามลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส (Attribute Difference Test)

การทดสอบความแตกต่างตามลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส เป็นวิธีที่ใช้เปรียบเทียบตัวอย่างตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ซึ่งถ้ามี 2 ตัวอย่างจะใช้วิธีเปรียบเทียบตัวอย่างคู่ ถ้ามีตัวอย่าง 3 ตัวขึ้นไป จะใช้วิธีการเรียงลำดับความแตกต่างและวิธีการให้คะแนน

การเปรียบเทียบตัวอย่างคู่ (Paired comparison) วิธีนี้เป็นการวัดทิศทางของความแตกต่าง เช่น ความสด รสขม รสหวานและความแข็ง เป็นต้น ซึ่งวิธีนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะทดสอบว่า ลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง ที่มีความแตกต่างกันระหว่าง 2 ตัวอย่างเช่น ขมกว่า หวานกว่าหรือแข็งกว่า เป็นต้น เนื่องจากวิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายผู้ทดสอบจึงไม่จำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนมาก เพียงคุ้นเคยกับลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ต้องการทดสอบ โดยผู้ทดสอบสามารถเดาได้ร้อยละ 50 ซึ่งถ้าใช้ผู้ทดสอบ 50 คน จำนวนคนที่บอกว่าตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่นเดียวกันคือ 32 คน

การเรียงลำดับ (Ranking test) ใช้ในการเปรียบเทียบตัวอย่างตั้งแต่ 3 ตัวอย่างขึ้นไป ตามลักษณะประสาทสัมผัสที่กำหนด เป็นวิธีที่ง่าย แต่ข้อมูลไม่บอกถึงขนาดของความแตกต่างบอกเพียงลำดับเท่านั้น ใช้กันมากในการคัดเลือกตัวอย่างประมาณ 1 - 2 ตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบในรายละเอียดต่อไป ใช้เวลาทดสอบน้อยกว่าวิธีอื่น ๆ ผู้ทดสอบต้องผ่านการฝึกฝนพอสมควรและมีจำนวนตั้งแต่ 16 คนขึ้นไป

การเปรียบเทียบโดยการให้คะแนน (Rating / scoring) ใช้วัดความแตกต่างในลักษณะทางประสาทสัมผัสของตัวอย่าง 3 - 6 ตัวอย่างให้ค่าความแตกต่างเป็นตัวเลข ผู้ทดสอบต้องฝึกฝนเป็นอย่างดีและมีจำนวนไม่น้อยกว่า 16 คน

3.2 การทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive Test)

การทดสอบเชิงพรรณนา เป็นวิธีการที่วัดและอธิบายลักษณะทางประสาทสัมผัสออกมาในเชิงคุณภาพ และปริมาณ โดยผู้ทดสอบต้องผ่านการฝึกฝนอย่างเพียงพอ คุณภาพทางประสาทสัมผัสที่สามารถอธิบายได้ ได้แก่ การมองเห็น กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และผู้ทดสอบจะได้รับการฝึกฝนให้บอกลักษณะดังกล่าวในเชิงปริมาณโดยใช้สเกลต่าง ๆ

การทดสอบเชิงพรรณนามีหลายวิธี วิธีที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปคือ วิธี Flavor Profile วิธี Texture Profile วิธี Quantitative Descriptive Analysis (QDA) และ วิธี Ratio profile (RPT) (เพ็ญขวัญ, 2536)

3.3 การทดสอบความชอบหรือการยอมรับ (Affective test / acceptance tests)

วิธีนี้ใช้ทดสอบเพื่อหาความชอบหรือการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์คู่แข่ง ผู้ทดสอบคือตัวแทนของผู้บริโภคเป้าหมาย ซึ่งผู้ทดสอบกลุ่มนี้ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนมาก่อน เพราะฉะนั้นผู้ทดสอบจึงควรมีจำนวนมากพอ เช่น 50 - 100 คน ตัวอย่างที่นำมาทดสอบควรมีเพียงหนึ่งหรือสองตัวอย่าง สถานที่ที่ใช้ทดสอบอาจเป็นแหล่งชุมชน เช่น ตลาด โรงเรียน มหาวิทยาลัย สโมสร ศูนย์การค้า เป็นต้น ซึ่งมีวิธีทดสอบหลายวิธี เช่น

การหาอัตราความชอบ (hedonic scale scoring test) วิธีนี้ผู้ทดสอบจะรายงานอัตราของความชอบหรือไม่ชอบออกมาเป็นสเกลความชอบ ซึ่งสเกลที่ใช้อาจเป็น 4 หรือ 7 หรือ 9 คะแนน (เพ็ญขวัญ, 2536) แต่ที่นิยมใช้กัน คือ สเกลความชอบ 9 จุด และทำการแปลระดับความรู้สึกของผู้ทดสอบเป็นตัวเลข เช่น ชอบมากที่สุด (like extremely) มีคะแนนเป็น 9 และไม่ชอบมากที่สุด (dislike extremely) มีคะแนนเป็น 1 (ไพโรจน์, 2545)

การเรียงลำดับความชอบ (Ranking for Preference) วิธีนี้ผู้ทดสอบจะต้องเรียงลำดับความชอบที่มีตั้งแต่ 2 ตัวอย่างขึ้นไป จากมากไปน้อยหรือน้อยไปมาก ตัวอย่างควรอยู่ระหว่าง 4 – 6 ตัวอย่าง ผู้ทดสอบควรเป็นผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับการทดสอบบ้างพอสมควร ซึ่งอาจไม่ใช่ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายก็ได้ วิธีนี้มักใช้ในการคัดเลือกตัวอย่างที่ดีที่สุด 1 – 2 ตัวอย่าง เพื่อใช้ในการทดสอบการยอมรับ โดยใช้จำนวนผู้ทดสอบมากกว่าปกติ เช่น 20 – 30 คน (เพ็ญขวัญ, 2536)

4. การทดสอบผู้บริโภค (Consumer Sampling Stage)

ข้อมูลที่มีคุณค่าต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่อาจได้มาด้วยค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างต่ำโดยการตรวจสอบจากประชากรกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างต้องทำอย่างมีแบบแผนและครอบคลุมกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการ

แบบสอบถามและตัวอย่างผลิตภัณฑ์จะถูกส่งให้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อรวบรวมข้อมูลที่ต้องการ เช่น ความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์ จะซื้อผลิตภัณฑ์หรือไม่ ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ เป็นต้น (Baker et al., 1988)

การทดสอบผู้บริโภคเป็นการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสวิธีหนึ่ง โดยผู้บริโภคที่ทดสอบต้องมาจากกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย, ตลาดเป้าหมาย เป็นต้น ซึ่งอาจได้จากการทำการสำรวจโดยสถานที่ทำการทดสอบอาจอยู่ในห้องปฏิบัติการ, ทดสอบที่บ้าน (Home Use Test) และ แบบ Central Location Test (CLT)

การทดสอบอาจอยู่ในห้องปฏิบัติการ เป็นวิธีที่สามารถควบคุมการเตรียมตัวอย่างและเสนอตัวอย่างได้ดี ใช้เวลาน้อย แต่การทดสอบไม่เป็นไปตามการบริโภคปกติ การเตรียมตัวอย่างอาจแตกต่างจากวิธีการเตรียมที่บ้าน (เพ็ญขวัญ, 2536)

การทดสอบที่บ้าน (Home Use Test) เป็นวิธีที่ให้ผู้บริโภคได้ทดสอบตัวอย่างที่บ้านในลักษณะที่ใช้หรือบริโภคอยู่เป็นประจำ ผู้บริโภคมีโอกาสสัมผัสกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการใช้จริง ๆ การชอบหรือการยอมรับเกิดจากการใช้ซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง แต่เป็นวิธีที่ใช้เวลานานมีการตอบสนองน้อย ทำได้กับผลิตภัณฑ์น้อยชนิด และมีราคาแพง (เพ็ญขวัญ, 2536)

การทดสอบแบบ Central Location Test (CLT) เป็นวิธีที่สำคัญอันหนึ่งในการนำไปสู่การยอมรับผลิตภัณฑ์สูงสุด โดยส่วนมากเป็นสถานที่ที่ผู้ซื้อส่วนมากอยู่รวมกันและส่วนใหญ่เป็นผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวนผู้ทดสอบอยู่ในช่วง 50 - 300 คน ต่อสถานที่ทดสอบ ข้อดีคือการทดสอบถูกจัดในลักษณะที่กำหนด ทำให้สามารถควบคุมสถานะการณ์ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบให้ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย ทำให้ข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือและแบบทดสอบจะได้รับการกลับคืนมาก่อนข้างสูง ส่วนข้อเสียคือจำนวนคำถามค่อนข้างมีน้อยทำให้ขาดข้อมูลบางอย่าง (Meilgaard et al., 1999)

5. การศึกษาอายุการเก็บรักษา (Shelf Life Stage)

อายุการเก็บรักษาเป็นคุณลักษณะที่สำคัญที่สุดของผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ ที่ขายในสถานะของการแช่เย็น แช่แข็ง หรือบรรจุกระป๋อง ในการปรับปรุงอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ต้องใช้ความรู้ทางด้าน Microbiology เป็นหลัก ต้องมีการทำ Total Plate Count ของ Microbes (Baker et al., 1988)

อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหาร หมายถึง ช่วงเวลาดังแต่ผลิตภัณฑ์ผลิตขึ้นมาจนถึงเวลาที่ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยการศึกษาอายุการเก็บมีวัตถุประสงค์ เพื่อคงคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม สำหรับช่วงเวลาที่ต้องการภายใต้สถานะการเก็บและการขนส่ง ซึ่งอายุการเก็บของแต่ละผลิตภัณฑ์มักกำหนดจากผู้ประกอบการ โดยผู้ผลิตหรือผู้ประกอบการพยายามที่จะกำหนดอายุการเก็บที่นานที่สุด ที่สอดคล้องกับค่าใช้จ่าย รูปแบบของการจัดการและการใช้ของผู้จำหน่าย ผู้ค้าปลีกและผู้บริโภค (รุ่งนภา, 2540)

วิธีการทดสอบอายุการเก็บโดยตรง ทำได้โดยการสุ่มตัวอย่างจำนวนหนึ่ง โดยตัวอย่างเหล่านี้จะถูกนำมาตรวจสอบ ระหว่างการเก็บภายใต้สถานะแวดล้อมที่ควบคุมจนกว่าคุณภาพจะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งเวลาที่คุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับเกิดขึ้นนี้เป็นอายุการเก็บสูงสุดของผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในระหว่างการหาอายุการเก็บควรมีการประเมินประมาณ 6 ครั้ง ระหว่างอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ ซึ่งถ้าอาหารที่มีอายุการเก็บสั้น เช่น อาหารที่ต้องแช่เย็น ต้องทำการตรวจสอบทุกวันจนกว่าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพไม่เป็นที่ยอมรับ (รุ่งนภา, 2540)

ในการทดสอบอายุการเก็บจะใช้เกณฑ์ในการพิจารณาหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งเกณฑ์ ซึ่งอาจทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับ เกณฑ์อันหนึ่งที่ใช้อาจเป็นปริมาณเฉพาะค่าหนึ่งที่เพิ่มหรือลดลงด้วยคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการชิม อีกเกณฑ์อันหนึ่งเป็นการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ของตัวอย่างจนมีระดับที่ทำให้อาหารเกิดความไม่เหมาะสมหรือไม่ปลอดภัยต่อการบริโภค เกณฑ์สุดท้ายอาจเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น การเปลี่ยนแปลงด้านกลิ่น สี ลักษณะเนื้อสัมผัส กลิ่นรส ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับต่อผู้บริโภค ดังนั้นการหมักอายุของตัวอย่างอาหารอาจจะนับว่าเป็นสถานะของผลิตภัณฑ์ที่แสดงลักษณะเฉพาะทางกายภาพ ทางเคมี ทางจุลินทรีย์ หรือทางด้านประสาทสัมผัสซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเวลาที่ต้องการจนผลิตภัณฑ์แสดงสภาวะดังกล่าว คือ อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ (รุ่งนภา, 2540)

5.1 องค์ประกอบที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียคุณภาพ

ปัจจัยที่ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ สามารถสรุปสาเหตุหลักที่มีผลต่ออายุของผลิตภัณฑ์อาหารมี 2 องค์ประกอบคือ

5.1.1. องค์ประกอบภายในตัวผลิตภัณฑ์อาหาร ส่วนประกอบต่างๆภายในอาหารมีโอกาสทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพขึ้นอยู่กับว่าจะเกิดเร็วหรือช้า ดังนั้นการปรับแต่งสูตรอาหารและการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตจึงเป็นขั้นตอนแรกที่มีอิทธิพลต่ออายุของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งสูตรอาหารที่มีวัตถุดิบที่เสื่อมคุณภาพได้ง่ายย่อมทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บสั้น แม้ว่าใช้บรรจุภัณฑ์ที่มีคุณภาพก็ตาม

5.1.2. องค์ประกอบภายนอกตัวผลิตภัณฑ์อาหาร คือ สิ่งที่อยู่รอบตัวผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ บรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์และสิ่งแวดล้อมภายนอก องค์ประกอบเหล่านี้สามารถควบคุมได้โดยการเลือกใช้ระบบบรรจุภัณฑ์และวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม ส่วนปริมาณออกซิเจน ความชื้น แสง ต่างมีผลทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร จำเป็นต้องพิจารณาองค์ประกอบภายในและภายนอกของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งหากผลิตภัณฑ์มีสูตรอาหารที่ดีและใช้วัตถุดิบคุณภาพคัดเลือกอย่างดีย่อมทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บได้นานขึ้น (ปุ่นและสมพร, 2541)

5.2 ปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการประเมินอายุการเก็บรักษา (ปุ่นและสมพร, 2541)

อายุของผลิตภัณฑ์อาหารที่บรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์จะแปรผันตามองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

5.2.1 ผลิตภัณฑ์อาหาร สภาวะการยอมรับได้ของคุณภาพสินค้าความไวในการทำปฏิกิริยาและความต้องการอื่น ๆ

5.2.2 บรรจุภัณฑ์ อัตราการซึมผ่านของวัสดุบรรจุภัณฑ์ การรักษาคุณสมบัติต่าง ๆ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ คุณสมบัติทางกลของวัสดุบรรจุภัณฑ์

5.2.3 สภาวะขนส่ง เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และเวลา

องค์ประกอบทั้ง 3 นี้ เป็นคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์อาหารที่เป็นสิ่งสำคัญที่สุด เช่น ความไวต่อปฏิกิริยากับความชื้นและออกซิเจน ด้วยเหตุนี้จึงต้องทดสอบความไวในการทำปฏิกิริยาของผลิตภัณฑ์อาหารก่อนที่จะเลือกวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม

อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารใด ๆ ของระบบบรรจุภัณฑ์และสภาวะการกระจายสินค้าหนึ่ง ๆ นั้นจะแปรตามคุณภาพของอาหารที่เริ่มผลิตและสภาวะการยอมรับได้เมื่อบริโภค หลังจากช่วงเวลาหนึ่งผ่านไป ความแตกต่างของคุณภาพอาหารขณะผลิตกับขณะบริโภคยังมีความแตกต่างมากอายุการเก็บของอาหารนั้นจะยิ่งยาว และถ้าคุณภาพอาหารมีการเปลี่ยนแปลงน้อย ย่อมเปิดโอกาสให้ใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันการซึมผ่านน้อย (ปุ่นและสมพร, 2541)

6. บรรจุภัณฑ์ (Packaging Stage)

บรรจุภัณฑ์หรือภาชนะบรรจุ หมายถึง ผลิตภัณฑ์หน่วยเดียวที่ได้รับการห่อ หรือปิดผนึก รวมทั้งบรรจุภัณฑ์ เพื่อการขนส่ง ซึ่งทำหน้าที่ในการขนส่งและเก็บรักษาตลอดจนการจัดจำหน่าย ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของผลิตภัณฑ์ ซึ่งบทบาทและหน้าที่ของบรรจุภัณฑ์ เพื่อการบรรจุและคุ้มครองป้องกันผลิตภัณฑ์ อำนวยความสะดวกในการส่ง จัดวางเรียงและง่ายต่อการแสดง

ผลิตภัณฑ์ในชั้นวางของ โดยบทบาทที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง คือ การรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์และยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น (วารุณี, 2547)

บรรจุภัณฑ์ที่ดีเป็นสิ่งสำคัญมากในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และมีความสำคัญมากขึ้นเรื่อย ๆ ในแต่ละปี เนื่องมาจากอาหารประเภทสะดวกซื้อได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ ผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดมีราคาของบรรจุภัณฑ์สูงกว่าราคาของอาหาร ผู้บริโภคพอใจที่จะจ่ายเงินกับบรรจุภัณฑ์ที่ดึงดูดและสะดวกในการใช้ สีของบรรจุภัณฑ์มีความสำคัญอย่างมากขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและวัฒนธรรมของผู้บริโภค นอกจากความดึงดูดและความสะดวกแล้วคุณลักษณะอื่นๆของบรรจุภัณฑ์ที่มีความสำคัญ คือ สามารถปกป้องอาหารได้ ไม่มีผลต่อรสชาติอาหาร ทนต่อการฉีกขาด ใช้งานง่าย น้ำหนักเบา ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหารและราคาถูก เป็นต้น (Baker et al., 1988)

บรรจุภัณฑ์อาหารต้องทำจากวัสดุที่สามารถป้องกันอาหาร จากการปนเปื้อนจากสิ่งต่าง ๆ ได้ ต้องคงทนถาวรและคงรูปในการขนย้ายและเก็บรักษา ต้องให้ความสะดวกและดูสวยงาม ราคาต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และเนื่องจากผู้บริโภคเรียนรู้คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์จากโฆษณาและบรรจุภัณฑ์ ลักษณะภายนอกของบรรจุภัณฑ์จึงไม่ควรถูกมองข้าม สีและสัญลักษณ์ต่าง ๆ บนบรรจุภัณฑ์มีผลต่อการยอมรับด้านคุณภาพของผู้บริโภคและอาจเพิ่มเติมข้อมูลที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ลงบนบรรจุภัณฑ์ได้ เช่น คุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งจะมีผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค (Baker et al., 1988)

6.1 วัสดุและรูปแบบของบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์อาหารแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ บรรจุภัณฑ์ขั้นแรก (Primary package) และบรรจุภัณฑ์ขั้นสอง (Secondary Package) บรรจุภัณฑ์ขั้นแรกจะสัมผัสโดยตรงกับอาหาร ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์เสียหาย ขณะที่บรรจุภัณฑ์ขั้นสองเป็นสิ่งห่อหุ้มบรรจุภัณฑ์ขั้นแรกเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้ายขนส่งและทำหน้าที่ในการดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค (Baker et al., 1988)

บรรจุภัณฑ์ที่จะพิจารณาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์คือ ผลิตภัณฑ์ขั้นแรก วัสดุและรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ สามารถแบ่งย่อยได้เป็น

- แบบแข็ง เช่น แก้ว โลหะ เครื่องปั้นดินเผา
- แบบกึ่งแข็ง เช่น อลูมิเนียมฟอยล์
- แบบยืดหยุ่น เช่น กระดาษ พลาสติก

การตัดสินใจเลือกใช้บรรจุภัณฑ์แบบใดขึ้นกับปัจจัยหลายประการ ที่สำคัญที่สุดคือ ต้องไม่มีสารปนเปื้อน บรรจุภัณฑ์ต้องป้องกันการเพิ่มขึ้นหรือการสูญเสียของความชื้น ก๊าซ และ กลิ่น (Baker et al., 1988)

6.2 บรรจุภัณฑ์สำหรับขนมอบ

การเลือกบรรจุภัณฑ์เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพในผลิตภัณฑ์ขนมอบ ควรเลือกบรรจุภัณฑ์ที่มีการซึมผ่านของน้ำน้อย เพื่อป้องกันปัญหาการที่เกิดจากความชื้น ค่าวอเตอร์แอกติวิตี (a_w) และเชื้อรา เป็นต้น (วารุณี, 2547)

บรรจุภัณฑ์พลาสติก เป็นบรรจุภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่นิยมใช้สำหรับผลิตภัณฑ์ขนมอบ เนื่องจากป้องกันการซึมผ่านของน้ำได้ดีและพลาสติกบางชนิดสามารถใช้กับเตาอบไมโครเวฟได้ มีหลายชนิดและมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป ขึ้นกับชนิดของพลาสติกนั้น ๆ เช่น

6.2.1 โพลีเอทิลีน (Polyethylene - PE) เป็นพลาสติกที่มีการใช้มากที่สุดและราคาถูก เนื่องจากมีจุดหลอมเหลวต่ำเมื่อเทียบกับพลาสติกชนิดอื่น ๆ ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำ PE แบ่งเป็น 3 ประเภทตามค่าความหนาแน่น คือ โพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ โดยมีความหนา 0.910 - 0.925 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร, โพลีเอทิลีนความหนาแน่นปานกลาง โดยมีความหนา 0.926 - 0.940 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และ โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง โดยมีความหนา 0.941- 0.965 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งนิยมนำมาทำเป็นขวดพลาสติก โดยโพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำจะใช้กันมากมีชื่อสามัญว่าถุงยาง จะทนต่อการทิ่มทะลุและการฉีกขาด พร้อมทั้งสามารถใช้ความร้อนเชื่อมปิดผนึกได้ ป้องกันความชื้นได้ดีพอสมควร ทนกรดและด่าง แต่จุดอ่อนคือ สามารถปล่อยไฮโดรเจนและอากาศซึมผ่านได้ง่าย โดยอุณหภูมิในการใช้งาน - 70 ถึง 180 °C (ปุ่นและสมพร, 2541)

6.2.2 โพลีโพรพิลีน (Polypropylene - PP) เป็นพลาสติกที่มักรู้จักในนามของถุงร้อน ด้วยคุณสมบัติเด่นด้านความใสและป้องกันความชื้นได้ดี ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำและมีความ

เหนียวมากกว่า PE และมีจุดหลอมเหลวสูงทำให้สามารถบรรจุอาหารได้ในขณะร้อนแต่จุดอ่อนคือการเชื่อมติดโดยใช้ความร้อนยาก โดยอุณหภูมิในการใช้งาน - 20 ถึง 200 °C (ปุ่นและสมพร, 2541) มีการใช้เป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับเตาอบไมโครเวฟอย่างกว้างขวางตั้งแต่ปี 1980 เนื่องจากมีราคาถูกและผลิตได้หลายรูปแบบ (พัชตรา, 2547)

7. การผลิต (Production Stage)

การสร้าง Product line สำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่เมื่อผลการทดสอบการตลาดประสบผลสำเร็จปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการสร้าง Product line คือ ราคาของเครื่องมือ, ราคาค่าดำเนินการ, yield, ความปลอดภัย, ประหยัดแรงงาน, ถูกสุขอนามัย, ทำความสะอาดง่ายและไม่ผิดกฎหมาย แนวคิดของการสร้าง Product line คือ สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดได้ในราคาต่ำที่สุด (Baker et al., 1988)

8. การทดสอบตลาด (Market Testing Stage)

การทดสอบตลาดจะทำกันเฉพาะบริษัทอาหารที่ใหญ่ ๆ เท่านั้น เพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดความเสียหายขนาดใหญ่เนื่องจากเชื้อชาติ บริษัทที่ขายผลิตภัณฑ์ในท้องถิ่นจะไม่เสียค่าใช้จ่ายในการทดสอบตลาด และขั้นตอนการทดสอบตลาดอาจจะต้องทำ ถ้าผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่คล้าย ๆ กันประสบความสำเร็จมาก่อนแล้ว (Baker et al., 1988)

การทดสอบตลาด เป็นการหาปฏิกิริยาของผู้บริโภคที่แท้จริงต่อผลิตภัณฑ์ใหม่ เป็นการนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาแล้วไปทดสอบกับตลาดเป้าหมาย โดยสินค้าที่นำไปทดสอบต้องมีตราสินค้า มีการบรรจุหีบห่อ วัตถุประสงค์ของการทดสอบตลาดคือ เพื่อจะศึกษาว่าผู้บริโภคและคนกลางมีปฏิกิริยาต่อผลิตภัณฑ์อย่างไร เป็นการค้นหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ตลอดจนทำให้ทราบถึงขนาดของตลาด ถ้าผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับในกลุ่มผู้บริโภคที่ทดสอบ จึงจะนำผลิตภัณฑ์ออกวางตลาดจริง ๆ ขนาดของการทดสอบตลาดขึ้นอยู่กับขนาดของเงินทุน ความเสี่ยงระยะเวลาและต้นทุนของการทดสอบ ผลิตภัณฑ์ที่มีต้นทุนสูงจำเป็นต้องมีการทดสอบเพื่อลดความเสี่ยง (ศิริวรรณและคณะ, 2546)

การทดสอบผลิตภัณฑ์อาหารหรือสินค้าบริโภค มีวัตถุประสงค์เพื่อ ค้นหาตัวแปรหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการซื้อสินค้าของผู้บริโภค มีวิธีการทดสอบอยู่ 4 วิธี โดยเรียงลำดับจากการเสียค่าใช้จ่ายน้อยไปหามากดังนี้

8.1 การวิเคราะห์ภาวะยอดขาย (Sale wave research) เป็นการทดสอบโดยการให้ตัวอย่างแก่ผู้บริโภคไปทดลองใช้ในครั้งแรก หลังจากนั้นมีการเสนอผลิตภัณฑ์ของกลุ่ม 3 - 5 ครั้ง เพื่อดูว่าผู้บริโภคมีการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ทั้งหมดกี่ครั้ง จำนวนครั้งดังกล่าวแสดงถึงความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ (ศิริวรรณและคณะ, 2546)

8.2 การตลาดเพื่อทดสอบโดยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulate test marketing) หรือ การทดสอบในห้องปฏิบัติการ (Laboratory test market) ทำโดยการเชิญผู้บริโภค 30 - 40 คน มาชมภาพยนตร์โฆษณาของผลิตภัณฑ์ทดสอบและผลิตภัณฑ์คู่แข่ง 2 - 3 เรื่อง โดยให้คำตอบแทนจำนวนหนึ่ง แล้วให้ผู้บริโภคเข้าไปเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ ทำการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมการซื้อและเหตุผลในการซื้อและไม่ซื้อหลังจากนั้น 1 - 2 สัปดาห์ จะโทรศัพท์ถึงผู้บริโภคเพื่อทราบถึงความรู้สึกทัศนคติ และความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ ความตั้งใจในการซื้อและโอกาสในการซื้อซ้ำ (ศิริวรรณและคณะ, 2546)

8.3 การทดสอบตลาดโดยมีการควบคุม (Controlled test marketing) นำผลิตภัณฑ์ใหม่ไปทดลองวางจำหน่ายในร้านค้าที่ตกลงและกำหนดไว้ โดยเสียค่าใช้จ่ายจำนวนหนึ่ง นำผลิตภัณฑ์ไปวางขายโดยกำหนดตำแหน่งชั้นวาง จำนวนที่จัดแสดง การตกแต่งและการส่งเสริมการขาย ซึ่งสามารถทราบยอดขายได้จากการเคลื่อนไหวของผลิตภัณฑ์บนชั้นวางและสมุดบันทึกการขายของร้าน (ศิริวรรณและคณะ, 2546)

8.4 การทดสอบตลาด (Test market) นำผลิตภัณฑ์ใหม่เข้าสู่ตลาดจริง ๆ โดยกำหนดตัวอย่างตลาดที่เป็นตัวแทนในการทดสอบ (ศิริวรรณและคณะ, 2546)

9. การดำเนินธุรกิจ (Commercialization)

การดำเนินธุรกิจเป็นขั้นตอนสุดท้ายที่จะบอกว่า ผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว ผลิตภัณฑ์อาหารที่ดี ๆ หลายชนิดล้มเหลวในขั้นตอนนี้เนื่องจากการไม่มีการแนะนำ

ผลิตภัณฑ์ที่ดีพอต่อตลาดที่วางขาย ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีโฆษณาที่ดีและเหมาะสมจะช่วยให้ประสบความสำเร็จได้ (Baker et al., 1988)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ใช้ต้นทุนมากที่สุดเพราะต้องผลิตสินค้าเต็มที่ต้องตัดสินใจเกี่ยวกับจำนวนการผลิตที่เหมาะสม เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ 4 ประการ (ศิริวรรณและคณะ, 2546)

- 9.1 ควรนำผลิตภัณฑ์เข้าสู่ตลาดเมื่อไร ก่อน หลัง หรือพร้อมคู่แข่ง
- 9.2 จะวางสินค้าที่ไหน ตลาดใดบ้าง
- 9.3 จะขายสินค้าให้กับใคร ต้องกำหนดกลุ่มเป้าหมายและส่งเสริมกลุ่มที่เป็นตลาดเป้าหมาย
- 9.4 จะเข้าสู่ตลาดอย่างไร ต้องมีแผนปฏิบัติงานในการนำผลิตภัณฑ์ออกจำหน่าย

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One - way analysis of variance: ANOVA)

เป็นการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (Mean) จากกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป โดยใช้แยกความแปรปรวนหรือความผันแปรของข้อมูลทั้งหมดออกเป็นส่วนๆ ตามแหล่งความผันแปร ซึ่งการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ประกอบด้วย

1.1 ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม หากกลุ่มตัวแปรมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันมาก ค่าความแปรปรวนระหว่างกลุ่มจะมีค่ามากด้วย ซึ่งเป็นความแปรปรวนที่เกิดจากปัจจัยหรือข้อกำหนดตัวแปรอิสระที่กำหนดขึ้นให้กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลอง (ศิริวรรณและคณะ, 2541)

1.2 ความแปรปรวนภายในกลุ่ม เป็นค่าที่บอกให้ทราบว่าข้อมูลที่รวบรวมในกลุ่มเดียวกันมีการกระจายมากน้อยเพียงใด เป็นความแปรปรวนที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนในการทดลอง (ศิริวรรณและคณะ, 2541)

2. การวัดความสัมพันธ์โดยใช้การถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย (Simple linear regression)

การวัดความสัมพันธ์นี้จะเป็วิธีที่มีเหมาะสมเมื่อค่า r (สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์) มีขนาดใหญ่และมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้การสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย วิธีนี้จะเป็นการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างค่า X และค่า Y สำหรับความเป็นไปได้ในการทำนายแนวโน้ม

การวัดความสัมพันธ์โดยใช้การถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย ใช้วิธีการของกำลังสองน้อยที่สุด (Least squares) ที่สมมุติว่าการทำให้ข้อมูลสอดคล้องที่ดีที่สุด คือ การทำให้ผลรวมกำลังสองของระยะทางในแนวตั้งของจุด X และ Y จากเส้นตรงมีค่าต่ำสุด ซึ่งเส้นตรงหนึ่ง ๆ อาจจะสอดคล้องบนแผนภาพกระจาย ที่แสดงความหนาแน่นบางอย่างของจุดที่เป็นดัชนีบ่งชี้ระดับความสัมพันธ์ที่เหมาะสมระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สมการสำหรับเส้นตรงอาจจะนำมาใช้ภายหลังในการคาดคะเนหรือทำนายแนวโน้มได้ (ไพโรจน์, 2545)

3. โปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming)

อนุวัตร (2546) ได้กล่าวไว้ว่าโปรแกรมเชิงเส้นตรง เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหาการจัดสรรปัจจัย และทรัพยากรที่มีลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นเชิงเส้นตรงทั้งสิ้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหาและตัดสินใจให้เกิดผลตามแนวทางการดำเนินงานที่ดีที่สุด เช่น มีต้นทุนต่ำสุดให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงสุด เป็นต้น โดยรูปแบบของโปรแกรมเชิงเส้นตรงมีโครงสร้างดังต่อไปนี้

3.1 มีสมการกำหนดเป้าหมาย (Objective function) คือสมการแสดงความสัมพันธ์ของต้นทุน กำไร เป็นต้น เพื่อให้กำหนดเป้าหมายสูงสุดหรือต่ำสุด (Maximize, Minimize)

3.2 มีสมการขอบข่ายหรือสมการข้อจำกัด (Constraints) ซึ่งกำหนดช่วงความเป็นไปได้ของตัวแปรในสมการหรือสมการ

3.3 ความสัมพันธ์ของตัวแปรของสมการต่าง ๆ ของรูปแบบแทนระบบต้องมิลักษณะเชิงเส้นตรง คือ ตัวแปรทุกตัวในสมการเป้าหมายและสมการหรือสมการของขอบข่ายจะต้องมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงเป็นกำลังเดียวกัน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นกำลังหนึ่ง

3.4 ตัวแปรทุกตัวต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์

วิธีการดำเนินการ

1. กำหนดตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจ
2. ให้ความสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อสร้างสมการเป้าหมายและสมการข้อจำกัดชุดต่าง ๆ
3. กำหนดความต้องการในการแก้ปัญหาว่าต้องการ สูงสุดหรือต่ำสุด
4. คำนวณหาผลลัพธ์ที่ต้องการทำได้โดยใช้วิธีสร้างกราฟ หรือใช้วิธีซิมเพล็กซ์ ซึ่งสามารถคำนวณด้วยมือหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Lindo

4. การทดสอบ McNemar (The McNemar Test)

วิฑูรย์ (2547) ได้กล่าวไว้ว่า McNemar test เป็นวิธีการวิเคราะห์ถึงความเปลี่ยนแปลงความน่าจะเป็นของความตั้งใจในการซื้อของผู้บริโภคก่อนและหลังรับทราบข้อมูลเกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อทราบว่าผู้บริโภคเปลี่ยนการตัดสินใจในการซื้อหรือไม่เมื่อได้รับทราบข้อมูล ทำการทดสอบผู้บริโภคกลุ่มเดียวกันโดยใช้แบบสอบถามที่ถามถึงความตั้งใจในการซื้อของผู้บริโภค 2 ครั้ง คือ การถามถึงความตั้งใจในการซื้อก่อนได้รับข้อมูลและหลังได้รับข้อมูลทางคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ โดยข้อมูลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบของตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การแสดงข้อมูลก่อนและหลังได้รับข้อมูลทางคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์

ก่อนทราบข้อมูล	หลังทราบข้อมูล	
	ซื้อ (Yes)	ไม่ซื้อ (No)
ซื้อ (Yes)	π_{11}	π_{12}
ไม่ซื้อ (No)	π_{21}	π_{22}

สมมติฐานหลักสำหรับการทดสอบทางสถิติ H_0 คือ

$$\pi_{+1 \text{ (total yes after)}} - \pi_{1+ \text{ (total yes before)}} = 0$$

$$\text{หรือ } (\pi_{11} + \pi_{21}) - (\pi_{11} + \pi_{12}) = 0$$

$$\text{หรือ } \pi_{21} - \pi_{12} = 0$$

สมมติฐานหลักคือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของความน่าจะเป็นของการซื้อผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังผู้บริโภครับทราบข้อมูลด้านคุณค่าทางโภชนาการ

$$\text{McNemar Chi - square} = \frac{(|\pi_{21} - \pi_{12}|)^2}{(\pi_{21} + \pi_{12})}$$

นอกจากค่า McNemar Chi - square แล้วยังต้องตรวจสอบช่วงของความเชื่อมั่นสำหรับสัดส่วนของความแตกต่าง (Confidence Interval of different proportions, CI) ซึ่งแสดงถึงช่วงของจำนวนเท่าของผู้บริโภคที่ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นหลังจากทราบข้อมูลเมื่อเทียบกับก่อนทราบข้อมูล

$$CI = (p_{+1} - p_{1+}) \pm Z_{\alpha/2}(ASE)$$

โดยที่ $ASE = \sqrt{[p_{1+}(1 - p_{1+}) + p_{+1}(1 - p_{+1}) - 2(p_{11}p_{22} - p_{12}p_{21})] / N}$

N = จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

$$p_{+1} = (\pi_{11} + \pi_{21}) / N$$

$$p_{1+} = (\pi_{11} + \pi_{12}) / N$$

$$p_{11} = \pi_{11} / N$$

$$p_{12} = \pi_{12} / N$$

$$p_{21} = \pi_{21} / N$$

$$p_{22} = \pi_{22} / N$$

5. การจำแนกกลุ่มตัวแปรด้วยเทคนิค Cluster Analysis

กัลยา (2546) ได้กล่าวถึงการจำแนกกลุ่มตัวแปรด้วยเทคนิค Cluster Analysis เป็นเทคนิคที่ใช้จำแนกหรือแบ่ง Case (คน สัตว์ สิ่งของ หรือ องค์กร เป็นต้น) หรือแบ่งตัวแปรรวมออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป โดย Case ที่อยู่กลุ่มเดียวกันมีลักษณะที่เหมือนกันหรือคล้ายกัน ส่วน Case ที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน

การใช้เทคนิค Cluster Analysis มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกลุ่ม Case ซึ่งมีประโยชน์ในงานด้านต่าง ๆ เช่น การตลาด การแพทย์ การปกครอง เป็นต้น ซึ่งการใช้เทคนิคชนิดนี้สามารถแบ่งเป็นประเภทหรือเทคนิคย่อย โดยเทคนิคที่นิยมใช้กันมากมี 2 เทคนิค ดังนี้

5.1 เทคนิค Hierarchical Cluster Analysis เป็นเทคนิคที่นิยมใช้กันมากในการแบ่งกลุ่ม โดยผลลัพธ์ของเทคนิค Cluster ไม่ได้ให้ค่าทางสถิติหรือผลการทดสอบสมมุติฐานเพื่อให้ตัดสินใจหาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสม การวิเคราะห์จะต้องพิจารณาความเหมาะสมเอง โดยอาจใช้ระยะห่างหรือความคล้ายโดยใช้ Dendogram ซึ่งผู้วิเคราะห์จะสามารถพิจารณาจำนวนกลุ่มจาก Dendogram โดยกำหนดตัวเลขระยะห่างหรือความคล้ายเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ ซึ่งการใช้ Hierarchical Cluster Analysis มีเงื่อนไขในการใช้ ดังนี้

5.1.1 ในกรณีที่ใช้ในการแบ่ง Case นั้น จำนวน Case และจำนวนตัวแปรต้องไม่มากนัก โดย Case ควรต่ำกว่า 200

5.1.2 ไม่จำเป็นต้องทราบจำนวนกลุ่มมาก่อน

5.1.3 ไม่จำเป็นต้องทราบว่าตัวแปรใดหรือ Case ใดอยู่กลุ่มใดก่อน

5.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลไม่จำเป็นต้อง Standardized ข้อมูล

5.2 เทคนิค K - Means Clustering เป็นเทคนิคการจำแนก Case ออกเป็นกลุ่มย่อย จะใช้เมื่อมีจำนวน Case มาก โดยจะต้องกำหนดจำนวนกลุ่มหรือจำนวน Cluster ที่ต้องการ ตัวแปรที่ใช้จะเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ คือ เป็นสเกลอัตราภาคหรือสเกลอัตราส่วน โดยไม่สามารถใช้กับข้อมูลที่อยู่ในรูปความถี่หรือ Binary เหมือนเทคนิค Hierarchical โดยเทคนิค K-Means มีเงื่อนไขในการใช้ ดังนี้

- 5.2.1 ใช้เมื่อมีจำนวน Case หรือจำนวนข้อมูลมาก โดยนิยมใช้ Case มากกว่า 200
- 5.2.2 ต้องมีการกำหนดจำนวนกลุ่มที่แน่นอนไว้ล่วงหน้า
- 5.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจำเป็นต้อง Standardized ข้อมูลก่อน
- 5.2.4 วิธีนี้จะเป็นการหาระยะห่างโดยวิธี Euclidean distance

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

- 1.1 แป้งข้าวกล้องหอมมะลิ พันธุ์ดอกมะลิ 105
- 1.2 แป้งสาลีเอนกประสงค์ (ตรานกพิราบ, ทานตะวัน, กุญแจทองและว่าว)
- 1.3 งาดำ พันธุ์ มก.18
- 1.4 โยเกิร์ตไขมันต่ำ (ตราดัชชี)
- 1.5 ไข่ไก่ เบอร์ 2
- 1.6 ผงฟู (ตราเบสท์ฟูลส์)
- 1.7 นมสด (ตราคาร์เนชั่น)
- 1.8 นมผงไขมันต่ำ (ตรามิชชั่น)
- 1.9 เนยสด (ตราออร์คิด)
- 1.10 เกลือ (ตราปรุngthิพย์)
- 1.11 น้ำตาลทรายป่น (ตราไดเนสตี้)
- 1.12 เบคกิ้งโซดา (ตรารอยัล)
- 1.13 อะซีซัลเฟรม เค (Acesulfame K) (บริษัท รามาโปรดักส์ชั่น จำกัด)
- 1.11 แลคทิทอล (Lactitol) (บริษัท รามาโปรดักส์ชั่น จำกัด)
- 1.12 โซเดียมเฟอรัสซิเตรท (Sodium Ferrous Citrate) (บริษัท หน้าเขียน เทรดดิ้ง จำกัด)
- 1.13 อินนูลิน (Innulin) (บริษัท เฮล์ม มหาบุญ จำกัด)

2. อุปกรณ์ในการผลิตมัฟฟิน

- 2.1 อุปกรณ์เครื่องครัว
- 2.3 เตาอบแก๊ส บริษัท กล้วยน้ำไทย เทรดดิ้ง กรุ๊ป จำกัด
- 2.4 เครื่องชั่ง บริษัท Scientific promotion Co. Ltd.

3. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพ

3.1 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.1.1 เครื่องวัดสี Automatic Reflectance Colorimeter ยี่ห้อ Tintometer Model RT

100

3.1.2 เครื่องวัดความหนืดของแป้ง Rapid Viscosity Analyser รุ่น 4D

3.1.3 อ่างน้ำไฟฟ้าแบบควบคุมอุณหภูมิได้

3.1.4 เครื่องปั่นเหวี่ยง

3.1.5 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture Analyser (Lloyd Instrument) รุ่น TA Plus

3.1.6 เครื่องวัดค่า Water Activity ยี่ห้อ Novasiana MS1-Aw, Switzerland

3.1.7 ชุดอุปกรณ์สำหรับหาปริมาณจำเพาะ

3.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.2.1 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate Analysis) ได้แก่ ปริมาณความชื้น, โปรตีน, ไขมัน, เถ้าและเส้นใยหยาบ

3.2.2 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์การละลายของแป้ง

3.2.3 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์กำลังการพองตัวของแป้ง

3.2.4 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณอะมิโนส

3.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.3.1 อุปกรณ์เครื่องแก้ว

3.3.2 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (Autoclave Steam Sterilizer) ยี่ห้อ Tuttnauer รุ่น 3850 M

3.3.3 ตู้บ่มเพาะเชื้อจุลินทรีย์ ยี่ห้อ Astell Hearson

3.4 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.4.1 แบบสอบถาม

3.4.2 อุปกรณ์ทดสอบประเมินค่าทางประสาทสัมผัส

3.4.3 ห้องปฏิบัติการทางประสาทสัมผัส

3.5 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลและรายงานผล

3.5.1 โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ

3.5.2 เครื่องคอมพิวเตอร์

วิธีการ

1. ดำรวจผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่จำหน่ายในท้องตลาดและศึกษาพฤติกรรมความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟิน

1.1 การสำรวจผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่จำหน่ายในท้องตลาด

ทำการสำรวจผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่จำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ได้แก่ เดอะมอลล์ สาขางามวงศ์วาน, เซ็นทรัล สาขาลาดพร้าว, อาคารไทยพาณิชย์ปาร์ค พลาซ่า, กระทรวงสาธารณสุข, บิ๊กซีซูเปอร์เซ็นเตอร์ สาขาดิวนนท์, ร้านเซ็นทรัลเบเกอร์, ร้านวิกตอรี สาขางามวงศ์วาน, โลตัส สาขาแจ้งวัฒนะและรัตนาธิเบศร์ ในระหว่างเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน พ.ศ. 2547 โดยการสังเกตและบันทึกรายละเอียดเพื่อทราบถึงตรายี่ห้อ, ผู้ผลิต, รูปแบบ, ขนาด, ราคาต่อหน่วย, น้ำหนักต่อหน่วย, บรรจุภัณฑ์, อายุการเก็บรักษา เป็นต้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

1.2 ศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟิน

1.2.1 ทำการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟิน ด้วยวิธีเชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis) โดยทำการอภิปรายกลุ่ม (Focus Group discussion) เพื่อทราบถึงแนวคิด ทักษะและความต้องการของผู้บริโภค ที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับเป็นอาหารมื้อเช้าและทำการทดสอบความชอบ ด้วยวิธีการเรียงลำดับความชอบ

(Ranking for Preference) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ค่าไคสแควร์ (χ^2) ตามวิธี Friedman's Test โดยใช้ผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีจำหน่ายในท้องตลาดที่ผ่านเกณฑ์ในการคัดเลือกจำนวน 4 ตัวอย่าง เพื่อทราบถึงชนิดและลักษณะของผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุด โดยใช้ตัวแทนผู้บริโภคที่มีความสนใจในผลิตภัณฑ์และเคยรับประทานที่มีอายุตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไป ดำเนินการอภิปรายกลุ่มจำนวน 3 ครั้ง กับผู้บริโภค 3 กลุ่มดังนี้

ครั้งที่ 1 ณ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อวันที่ 2 พฤศจิกายน 2547 มีผู้ร่วมอภิปรายทั้งหมด 10 คน

ครั้งที่ 2 ณ สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน 2547 มีผู้ร่วมอภิปรายทั้งหมด 10 คน

ครั้งที่ 3 ณ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อวันที่ 10 พฤศจิกายน 2547 มีผู้ร่วมอภิปรายทั้งหมด 11 คน

โดยมีการเก็บข้อมูลด้วยเครื่องบันทึกเทปและการจดบันทึก รายละเอียดของการดำเนินการอภิปรายกลุ่ม (Moderator's Guide) แสดงอยู่ในภาคผนวก ก

เกณฑ์การคัดเลือกผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีจำหน่ายในท้องตลาด เพื่อทดสอบความชอบด้วยวิธีการเรียงลำดับความชอบระหว่างการทำกรอภิปรายกลุ่ม คือ

1. ส่วนผสมหลักทั้งหมดที่ใช้ต้องเป็นวัตถุดิบที่ผลิตได้ในประเทศ (ยกเว้นแป้งสาลี) โดยผสมลงในผลิตภัณฑ์ก่อนอบและไม่เป็นชนิดที่สอได้
2. ต้องมีส่วนผสมที่สามารถเพิ่มคุณค่าทางด้านโภชนาการ
3. มีจำหน่ายในร้านค้าเป็นประจำและผู้บริโภคสามารถหาซื้อได้ง่าย

ผลิตภัณฑ์มัฟฟินแต่ละชนิดที่ผ่านการคัดเลือกจะได้จากยี่ห้อที่แตกต่างกัน เพื่อให้ผู้บริโภคได้ทดสอบผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัมผัสและรสชาติที่หลากหลายและครอบคลุมยิ่งขึ้น

1.2.2 ทำการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัทฟีน ด้วยวิธีเชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) โดยใช้แบบสอบถาม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา ผลิตภัณฑ์มัทฟีนให้ได้ตามความต้องการของผู้บริโภค โดยนำข้อมูลเบื้องต้นจากการทำการ อภิปรายกลุ่มมาใช้ในการออกแบบสอบถามโดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

ก. ทดสอบแบบสอบถามเบื้องต้นกับบุคคลทั่วไป จำนวน 20 ชุด เพื่อทดสอบ ความเข้าใจในการตอบแบบสอบถามและปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ข. ทำการหาสัดส่วนของประชากรเพื่อกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยนำแบบ สอบถามที่แก้ไขปรับปรุงแล้วจากข้อ ก. มาทดสอบกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย จำนวน 40 ชุด โดย แบ่งช่วงอายุ เป็น 4 กลุ่ม โดย กลุ่มที่ 1 อายุระหว่าง 20 – 30 ปี, กลุ่มที่ 2 อายุระหว่าง 31 – 40 ปี, กลุ่มที่ 3 อายุระหว่าง 41 - 50 ปี และกลุ่มที่ 4 อายุ 51 - 60 ปี จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการ วิเคราะห์แบบนับความถี่ เพื่อหาค่าสัดส่วนของประชากรและกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง (ดังภาคผนวก ก)

ค. ทำการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่มีอายุ อยู่ระหว่าง 20 - 60 ปี และเคยรับประทานมัทฟีนตามจำนวนที่ได้จากการคำนวณในข้อ ข. โดยใช้ แบบสอบถาม โดยไม่อาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็นด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบใช้วิจารณญาณของ ผู้วิจัย (Judgment Sampling) ณ โรงอาหารกลาง 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สำนักคุณภาพและ ความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, มหาวิทยาลัย รามคำแหง และร้านคั่นกันโคนัท สาขาเดอะมอลล์งามวงศ์วาน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ผลทางสถิติ โดยนับความถี่, ทดสอบค่าไคส์แควร์ (χ^2) และ crosstab เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ ระหว่างลักษณะของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายกับปัจจัยทางด้านความต้องการ

2. การเตรียมวัตถุดิบและการวิเคราะห์คุณภาพ

2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

2.1.1 การเตรียมแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

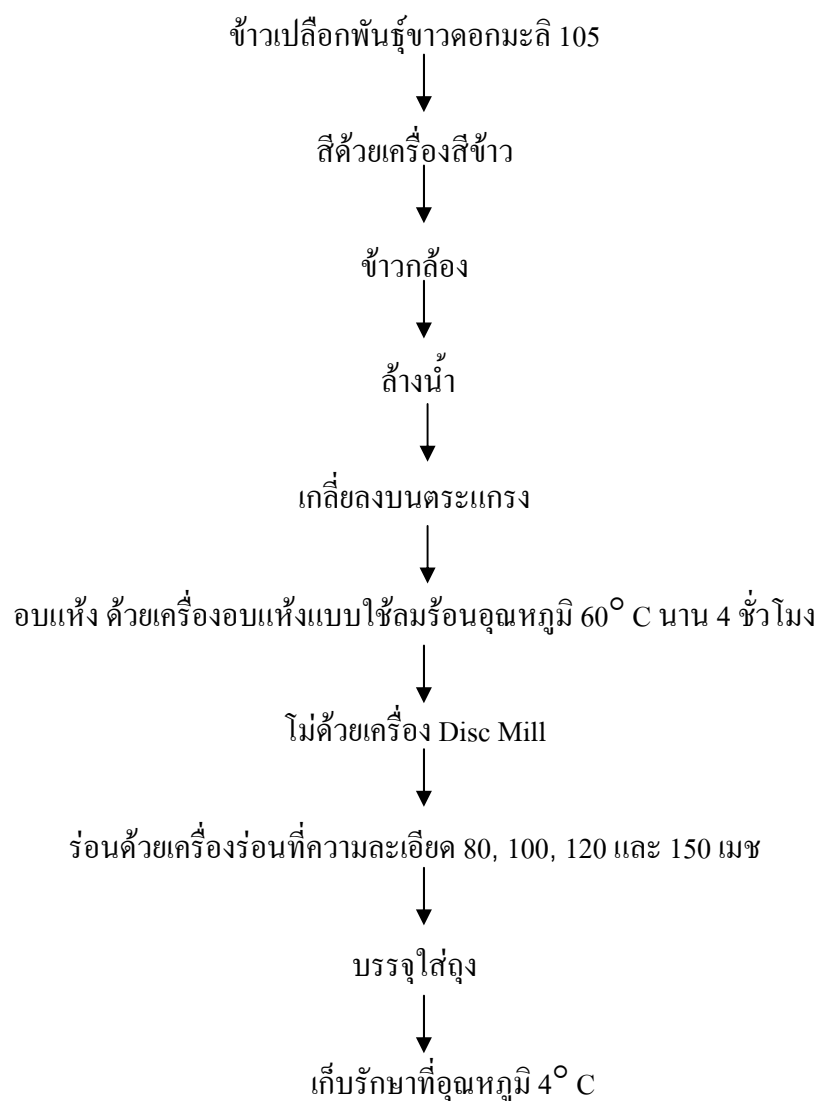
ทำการผลิตแป้งข้าวกล้องหอมมะลิจากข้าวเปลือก ตามขั้นตอนที่แสดงในภาพที่ 5 โดยนำข้าวเปลือกมาสีด้วยเครื่องสีข้าวรุ่น NW 2000 TWIN จนได้เป็นข้าวกล้อง นำมาล้างทำความสะอาดแล้วอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เพื่อให้มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 14 ตามมาตรฐานข้าวหอมมะลิไทย (กรมวิชาการเกษตร, 2544) จากนั้นนำมาโม่ด้วยเครื่อง Disc Mill ซ้ำ 2 ครั้ง แล้วจึงนำแป้งที่ได้มาร่อนด้วยเครื่องร่อนที่มีความละเอียด 80, 100, 120 และ 150 เมช บันทึกน้ำหนักแป้งที่ค้างบนตะแกรงแต่ละขนาด จากนั้นนำไปบรรจุในถุงพลาสติกชนิด Polyethylene (PE) ถุงละ 2 กิโลกรัม ปิดผนึกโดยใช้ความร้อนและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณผลผลิต (Yield) ของข้าวกล้องจากข้าวเปลือกและแป้งข้าวกล้องหอมมะลิจากข้าวกล้อง

2.1.2 การคัดเลือกทรายหือของแป้งสาลีเอนกประสงค์

ทำการคัดเลือกแป้งสาลีเอนกประสงค์หนึ่งทรายหือจากแป้งสาลีที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 4 ทรายหือ ได้แก่ ทรายหือนกฟิราบ, ทานตะวัน, กุญแจทองและว่าว โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกคือ มีปริมาณโปรตีนและความชื้นได้ตามมาตรฐาน มอก. 375 - 2524 ของแป้งสาลีเอนกประสงค์และมีราคาต่ำสุด

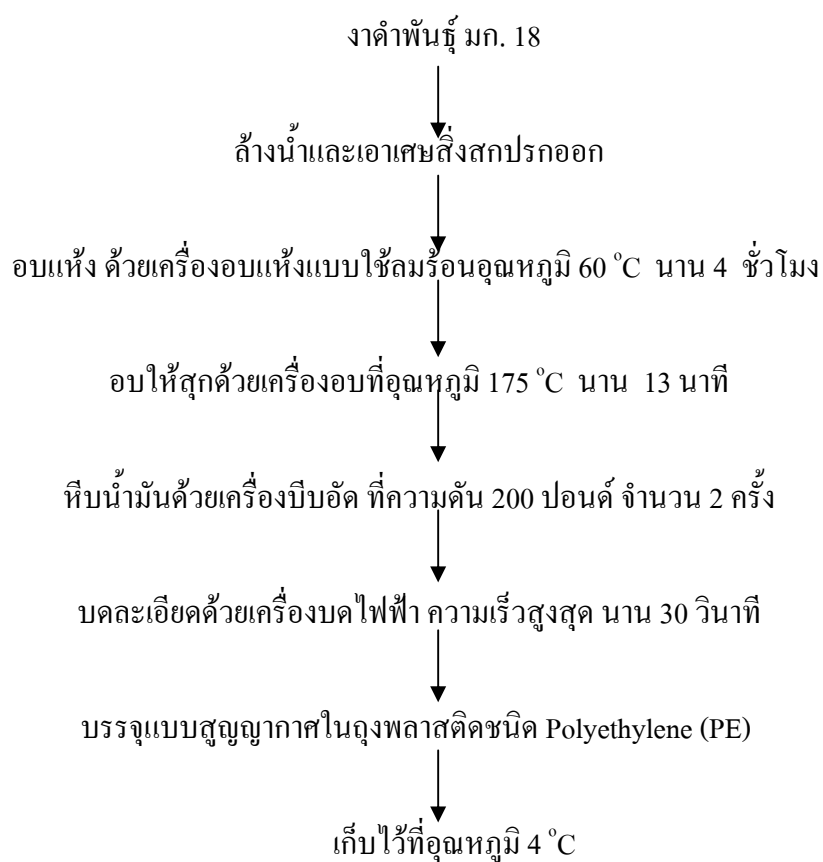
2.1.3 งาดำอบหีบน้ำมันบดละเอียด

ทำการผลิตงาดำอบหีบน้ำมันบดละเอียด ตามขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 6 โดยใช้งาดำพันธุ์ มก. 18 จากคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มาล้างทำความสะอาดโดยเอาเศษสิ่งสกปรกออก และอบด้วยเครื่องอบแห้งแบบใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมงเพื่อให้ได้ความชื้นมีค่าไม่เกินร้อยละ 8 ตามมาตรฐาน มอก. 641 - 2524 ของงาดำ นำงาที่ได้มาอบที่อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส นาน 13 นาที (นัสารธรรม, 2544) จากนั้นหีบน้ำมันออกด้วยเครื่องบีบอัดโดยใช้ระบบไฮดรอลิก (hydraulic) โดยกำหนดแรงอัดที่ความดัน 200 ปอนด์ จำนวน 2 ครั้ง และนำมาบดละเอียดในเครื่องบดไฟฟ้ายี่ห้อ Philip, Cusina HR 1799 / 6 ที่ระดับความเร็วสูงสุดนาน 30 วินาที บรรจุในถุงพลาสติกชนิด Polyethylene (PE) ปิดผนึกแบบสุญญากาศและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 5 กระบวนการผลิตแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

ที่มา: ดัดแปลงจากงานชิ้น (2539)



ภาพที่ 6 กรรมวิธีการผลิตงาดำอบหีบน้ำมันบดละเอียด

ที่มา: ดัดแปลงจากนัสนวรรณ (2544)

2.2 การวิเคราะห์คุณภาพวัตถุดิบ

2.2.1 แป้งข้าวกล้องหอมมะลิ, แป้งข้าวขาวหอมมะลิและแป้งสาลีเอนกประสงค์.

นำแป้งข้าวกล้องที่ได้จากการผลิตในข้อ 2.1 แป้งข้าวขาวหอมมะลิและแป้งสาลีเอนกประสงค์ที่คัดเลือกแล้ว มาทำการวิเคราะห์คุณภาพต่าง ๆ ดังนี้

ก. วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1) วัดค่าสีของแป้ง ด้วยระบบ CIELAB โดยใช้เครื่องวัดสี Automatic Reflectance Colorimeter ยี่ห้อ Tintometer Model RT 100 โดยบันทึกค่าสี ได้แก่ ค่า L^* (ค่าความสว่าง 0 หมายถึง มีดสนิหรือดำ, 100 หมายถึงความสว่างมากหรือขาว), ค่า a^* (+ หมายถึงค่าสีแดง, - หมายถึงค่าสีเขียว), ค่า b^* (+ หมายถึงค่าสีเหลือง, - หมายถึงค่าสีน้ำเงิน) และค่า dE^* (ความแตกต่างของสีโดยรวม) ที่แหล่งกำเนิดแสง (Light source) Illuminance D 65 (Billmeyer and Saltzman, 1981)

2) วัดค่า Water activity (a_w) โดยใช้เครื่อง Water Activity (Novasiana MS1- a_w , Switzerland)

3) วัดการเปลี่ยนแปลงความหนืด โดยใช้เครื่อง Rapid Visco Analyser (RVA) รุ่น 4D ตามวิธีของ Newport Scientific (1995) โดยบันทึกค่าอุณหภูมิที่เม็ดแป้งเริ่มเกิดการพองตัว หรือเรียกว่าอุณหภูมิเริ่มต้นที่ทำให้เกิดเจลาติไนซ์ (Pasting Temperature), ความหนืดสูงสุด (Peak Viscosity), ความหนืดต่ำสุด (Trough), ความหนืดสุดท้าย (Final Viscosity), ผลต่างของความหนืดสูงสุดกับความหนืดต่ำสุด (Break Down) และผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดสูงสุด (Setback from Peak)

4) วัดกำลังการพองตัวและการดูดซับน้ำ ตามวิธีการของกล้าณรงค์และเกื้อกุล (2543)

5) วัดปริมาณกลูเตนในแป้งสาลีเอนกประสงค์ ตามวิธีการของพานิต (2539)

ข. วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) ได้แก่ ความชื้น โปรตีน เถ้า เส้นใยหยาบและคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีการ AOAC (2000)

2) วิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส ตามวิธีของ Megazyme (1998)

2.2.2 งาดำ

นำงาดำที่ได้จากข้อ 2.1 มาวิเคราะห์ความชื้นและไขมัน ตามวิธีการ AOAC (2000) และคำนวณหาปริมาณสารอาหารอื่น ๆ จากตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของกรมอนามัย (2544)

3. ศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

3.1 ศึกษาและคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมโดยการใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีในการทำผลิตภัณฑ์มัฟฟิน

ทำการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน 2 สูตร คือ สูตรที่ดัดแปลงมาจากเศรษฐพงศ์ (2545) และ วนิดา (2546) มีรายละเอียดของส่วนผสมต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 11 ทำการผลิตมัฟฟินจากสูตรพื้นฐานทั้ง 2 สูตร ตามกรรมวิธีการผลิตที่แสดงในภาพที่ 7 โดยใช้แป้งสาลีอเนกประสงค์และแป้งข้าวกล้องหอมมะลิรวมเป็น 4 สูตรดังนี้

สูตรที่ 1 เศรษฐพงศ์ (2545) ผลิตจากแป้งสาลี

สูตรที่ 2 เศรษฐพงศ์ (2545) ผลิตจากแป้งข้าวกล้อง

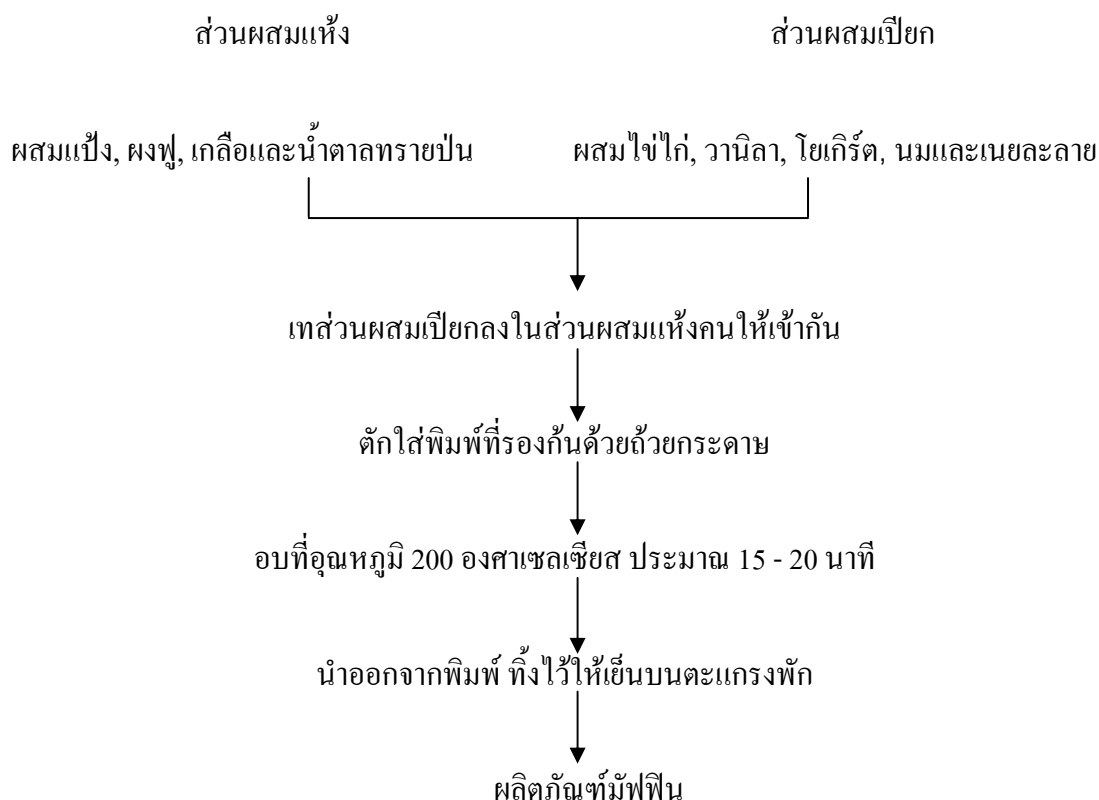
สูตรที่ 3 วนิดา (2546) ผลิตจากแป้งสาลี

สูตรที่ 4 วนิดา (2546) ผลิตจากแป้งข้าวกล้อง

ตารางที่ 11 สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์นมผง

ส่วนผสม	เซรุ่มผง (ร้อยละ)	วนิดา (ร้อยละ)
แป้งสาลีอเนกประสงค์	31.40	33.32
นมข้นจืด	16.44	11.16
โยเกิร์ต	16.44	-
ไข่ไก่	15.00	15.24
น้ำตาลทรายป่น	11.20	18.60
เนยสด	8.37	9.30
เนยขาว	-	9.30
กลิ่นวานิลลา	-	0.95
ผงฟู	0.90	1.67
เกลือป่น	0.25	0.46

ที่มา: เซรุ่มผง (2545) ; วนิดา (2546)



ภาพที่ 7 กรรมวิธีการผลิตมัมพิน

ที่มา: เศรษฐพงศ์ (2545)

3.1.1 ทำการพิจารณาลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์มัมพิน โดยพิจารณาลักษณะปรากฏภายนอกและเนื้อภายในของผลิตภัณฑ์มัมพินทั้ง 4 สูตร

3.1.2 ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ก. วัดค่าสีในระบบ CIELAB ด้วยเครื่องวัดสี Automatic Reflectance Colorimeter ยี่ห้อ Tintometer Model RT โดยวัดบริเวณเนื้อในของมัมพิน ซึ่งทำการเตรียมตัวอย่างโดยนำมัมพินมาตัดบริเวณส่วนที่เป็นโดมออก แล้วนำส่วนด้านล่างมาทำการวัดค่าสี (Strait, 1997) โดยวัดที่จุดศูนย์กลาง 1 จุด และรอบนอกอีก 4 จุด รวมเป็น 5 จุด วัด 6 ชั่วโมงต่อสิ่งทดลอง จากนั้นบันทึกค่าสี ได้แก่ ค่า L^* , a^* และ b^* ที่แหล่งกำเนิดแสง (Light source) Illuminance D 65 (Billmeyer and Saltzman, 1981)

ข. วัดคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่อง Lloyd Instrument Model TA Plus 500 โดยวัดเนื้อสัมผัสภายในของมัฟฟิน (Texture Profile Analysis) ซึ่งเตรียมตัวอย่างโดยตัดมัฟฟินบริเวณโคนและบริเวณฐานล่างออก นำส่วนกลางมาวัดค่าโดยกำหนดตัวอย่างขนาดกว้าง 15 มิลลิเมตร ยาว 15 มิลลิเมตรและสูง 15 มิลลิเมตร สุ่มตัวอย่างในการวัดที่จุดศูนย์กลาง 1 จุดและรอบนอกอีก 4 จุด รวม 5 จุด โดยทำการวัดค่าสิ่งทดสอบละ 6 ซ้ำ ใช้หัววัดแบบ Cylindrical Probe ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร (Ronda & et al, 2004) เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว (Test Speed) 1 มิลลิเมตรต่อวินาที (AIB Standard Procedure, 2004) กดลงที่ระยะทางร้อยละ 50 ของความสูงของตัวอย่าง บันทึกค่าความแข็ง (Hardness), การเกาะรวมตัว (Cohesiveness), การคืนสู่สภาพเดิมหรือการคืนตัวกลับ (Springiness) และความยากง่ายในการเคี้ยว (Chewiness)

ค. วัดปริมาตรจำเพาะ โดยใช้วิธีการแทนที่ของเมล็ดงา ตามวิธีการของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 375 - 2524

3.1.3 ทำการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9 - Point hedonic scaling (คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุดและคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) กับผู้บริโภคที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ซึ่งเตรียมตัวอย่างโดยตัดมัฟฟินออกเป็น 4 ชิ้นตามแนวตั้ง เสนอตัวอย่างให้กับผู้บริโภค 1 ชิ้น (น้ำหนักประมาณ 25 กรัม) ต่อตัวอย่าง ทำการเสนอทีละตัวอย่างตามรหัสของตารางเลขสุ่ม ณ โรงอาหารกลาง 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และสำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในด้านลักษณะปรากฏ, ความนุ่ม, ความแน่นเนื้อและความชอบรวม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3.1.4 ทำการจัดกลุ่มเบื้องต้นด้วยเทคนิค Cluster Analysis ของค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งข้าวกล้องและแป้งสาลี โดยนำผลการวัดค่าคุณภาพทางด้านกายภาพและผลการทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์มัฟฟิน มาวิเคราะห์สถิติด้วยการจัดกลุ่มเบื้องต้นด้วยเทคนิค Cluster Analysis

3.2 การสร้างสูตรผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิให้มีคุณค่าทางโภชนาการ

ทำการสร้างสูตรผลิตภัณฑ์ฟัพฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ ซึ่งได้ตั้งชื่อเป็นสูตรคำนวณ 1 โดยการพิจารณาหนึ่งหน่วยบริโภคของผลิตภัณฑ์ตามข้อมูลเบื้องต้นในข้อ 1.2 ให้มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับเป็นอาหารมื้อเช้า คือ มีพลังงาน, คาร์โบไฮเดรต, โปรตีน, ไขมันและแคลเซียม ประมาณร้อยละ 15 ของปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546 (Dietary Reference Intake: DRI) (กรมอนามัย, 2546) ส่วนเหล็ก, โยอาหารและโคเลสเตอรอล ประมาณร้อยละ 15 ของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปี ขึ้นไป พ.ศ. 2541 (Thai Recommended Daily Intakes : Thai RDI) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 182 (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2541) โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 12 คำนวณสูตรผลิตภัณฑ์ให้มีคุณค่าทางโภชนาการตามที่กำหนดและมีต้นทุนต่ำสุด โดยใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรง ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เชิงสำเร็จรูป Lindo (Linear Interactive and Discrete Optimizer) จากนั้นทำการผลิตและวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

3.2.1 ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- ก. วัดค่าสีในระบบ CIELAB เช่นเดียวกับข้อ 3.1.2. ก
- ข. วัดคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.1.2 ข
- ค. วัดปริมาตรจำเพาะ เช่นเดียวกับข้อ 3.1.2 ค

3.2.2 ทำการทดสอบความชอบ ด้วยวิธี 9 - Point hedonic scaling เช่นเดียวกับข้อ

3.1.3 และวิธี Just about right scaling โดยศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในด้านกลิ่น, รสหวาน, ความนุ่มและความชอบรวม เพื่อใช้พิจารณาลักษณะที่ควรปรับปรุงในขั้นต่อไป

ตารางที่ 12 ปริมาณพลังงานและสารอาหารที่กำหนดตามกลุ่มเป้าหมายที่มีอายุระหว่าง 20 – 60 ปี

สารอาหาร	ปริมาณที่ควรได้รับต่อวัน	ร้อยละ 15 ของปริมาณทั้งวัน
พลังงาน (กิโลแคลอรี)*	1,750	262.50
โปรตีน (กรัม)*	52	7.80
ไขมัน (กรัม)*	ร้อยละ 20 - 35 ของพลังงาน	5.83 - 10.21
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)*	ร้อยละ 45 - 65 ของพลังงาน	29.53-42.66
ใยอาหาร (กรัม)**	25	3.75
แคลเซียม (มิลลิกรัม)*	800-1,000	120.00
เหล็ก (มิลลิกรัม)**	15	2.25
โคเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)**	300	45.00

หมายเหตุ * หมายถึง ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย (DRI) (2546)

** หมายถึง ปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) (2541)

3.3 การปรับปรุงผลิตภัณฑ์ฟีนทางด้านเนื้อสัมผัสและรสชาติ

ทำการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ฟีนโดยกำหนดปัจจัยที่มีผลต่อเนื้อสัมผัสและรสชาติของผลิตภัณฑ์ ซึ่งปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีความนุ่มและความหวานมากขึ้น เพื่อคัดเลือกสูตรที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 การปรับปรุงเนื้อสัมผัสด้านความนุ่ม

ก. ทำการปรับส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ฟีน

ปรับส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ฟีนโดยใช้นมผงไขมันต่ำและน้ำแทนนมข้นจืด เพื่อเพิ่มปริมาณเนยสด คำนวณสูตรโดยใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรง ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เชิงสำเร็จรูป Lindo (Linear Interactive and Discrete Optimizer) ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก

การคำนวณต้องมีคุณค่าทางโภชนาการตามที่กำหนดและมีต้นทุนต่ำสุด โดยตั้งชื่อสูตรที่ได้เป็นสูตรคำนวณ 2 จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพเพื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ได้จากการคำนวณในข้อ 3.2 และสูตรพื้นฐานแป้งสาเลี ดังนี้

1) วัดคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.1.2 ข

2) วัดปริมาตรจำเพาะ เช่นเดียวกับข้อ 3.1.2 ค

ข. เลือกขนาดของเม็ดแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

ทำการเลือกขนาดของเม็ดแป้งที่ผ่านตะแกรงร่อนที่มีขนาด 100, 120 และ 150 เมช ทำการผลิตตามสูตรที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Lindo ในข้อ 3.3.1ก โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ซึ่งปัจจัยที่ศึกษา คือ ขนาดของเม็ดแป้งที่ผ่านตะแกรงร่อน 3 ขนาด ได้แก่ เบอร์ 100, 120 และ 150 เมช จากนั้นนำสูตรที่ได้มาทำการวิเคราะห์คุณภาพต่างๆ ดังนี้

1) ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1.1) วัดคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.1.2 ข

1.2) วัดปริมาตรจำเพาะ เช่นเดียวกับข้อ 3.1.2 ค

2) ทำการทดสอบความชอบ ด้วยวิธี 9 - Point hedonic scaling

เช่นเดียวกับข้อ 3.1.3 โดยศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในด้าน ความนุ่มและความชอบรวม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3.3.2 ปรับหน่วยบริโภคให้มือน้ำหนัก 90 กรัม

ปรับส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ให้ 1 หน่วยบริโภค มือน้ำหนัก 90 กรัม โดยใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรง ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เชิงสำเร็จรูป Lindo (Linear Interactive

and Discrete Optimizer) เพื่อคำนวณสูตร ตั้งชื่อสูตรที่ได้เป็นสูตรคำนวณ 3 ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการคำนวณต้องมีคุณค่าทางโภชนาการตามที่กำหนดและมีต้นทุนต่ำสุด จากนั้นนำสูตรที่ได้มาทำการผลิตเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานแป้งสาลีและสูตรที่ปรับส่วนผสม (สูตรคำนวณ 2) โดยใช้ขนาดของแป้งที่คัดเลือกจากข้อ 3.3.1 ข จากนั้นนำสูตรที่ได้มาทำการวิเคราะห์คุณภาพต่างๆ ดังนี้

ก. ทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.1.2 ข

ข. ทำการทดสอบความแตกต่างตามลักษณะทางประสาทสัมผัส

(Attribute Difference Test) ด้วยวิธีการเปรียบเทียบตัวอย่างคู่ (Paired comparison) ระหว่างสูตรที่ปรับส่วนผสม (สูตรคำนวณ 2) และสูตรที่ปรับหน่วยบริโภค (สูตรคำนวณ 3) ในคุณลักษณะด้านความนุ่มกับผู้ทดสอบจำนวน 50 คน ที่ไม่ได้รับการฝึกฝน ซึ่งเตรียมตัวอย่างโดยตัดมะพร้าวออกเป็น 4 ชิ้นตามแนวดัง เสนอตัวอย่างให้กับผู้บริโภค 1 ชิ้น (น้ำหนักประมาณ 25 กรัม) ต่อตัวอย่าง ทำการเสนอทีละตัวอย่างตามรหัสของตารางเลขสุ่ม ณ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ

3.3.3 การปรับปรุงรสชาติด้านความหวานและกรรมวิธีการผลิต

ทำการศึกษาการเติมสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลโดยใช้ อะซีซัลเฟรม เค (Acesulfame K) และศึกษากรรมวิธีการผลิตที่ระยะเวลาอบต่าง ๆ โดยกำหนดอุณหภูมิคงที่ 200 องศาเซลเซียส จัดตั้งทดลองแบบแฟกทอเรียล (Factorial in CRD) ศึกษา 2 ปัจจัย 3 ระดับ ปัจจัยที่ 1 คือ อะซีซัลเฟรม เค ที่ปริมาณ ร้อยละ 0.032, 0.052 และ 0.072 และปัจจัยที่ 2 คือ ระยะเวลาในการอบ ที่เวลา 18, 20 และ 22 นาที ดังตารางที่ 13 จากนั้นทำการพิจารณาลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์และวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

ตารางที่ 13 การจัดตั้งทดลองแบบ Factorial in CRD ในการศึกษาปริมาณอะซีซัลเฟรม เค และ
ระยะเวลาในการอบในผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

สิ่งทดลอง	ปัจจัย	
	อะซีซัลเฟรม เค (ร้อยละ)	ระยะเวลาในการอบ (นาที)
1	0.032	18
2	0.052	18
3	0.072	18
4	0.032	20
5	0.052	20
6	0.072	20
7	0.032	22
8	0.052	22
9	0.072	22

ก. ทำการพิจารณาลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์มัฟฟิน โดยพิจารณาลักษณะ
ภายนอกและเนื้อภายในของมัฟฟินที่ระยะเวลาอบต่าง ๆ

ข. ทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.1.2 ข

ค. ทำการทดสอบความชอบ ด้วยวิธี 9 - Point hedonic scaling เช่นเดียวกับ
ข้อ 3.1.3 โดยใช้ระยะเวลาอบที่คัดเลือกแล้วที่ปริมาณ อะซีซัลเฟรม เค ในระดับต่าง ๆ มาทำการ
ทดสอบในคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ด้านความชอบรวม, รสหวาน, ความนุ่ม, ความแน่นเนื้อ,
ความร่วนและความฉ่ำเนื้อ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้
โปรแกรมสำเร็จรูป

3.3.4 ทำการศึกษาการเติมเหล็กในผลิตภัณฑ์มัพฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

ทำการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในผลิตภัณฑ์มัพฟินที่ปรับปรุงแล้วในข้อ 3.3.2 เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งต้องมีปริมาณเหล็กไม่น้อยกว่า 2.25 มิลลิกรัมต่อหน่วยบริโภค ถ้าผลการวิเคราะห์มีปริมาณเหล็กไม่ได้ตามข้อกำหนด ต้องทำการเพิ่มปริมาณเหล็กโดยการเติม โซเดียมเฟอรัสซิเตรท (Sodium Ferrous Citrate) ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ที่มีเหล็กเป็นส่วนผสมอยู่ ร้อยละ 10 ลงในส่วนผสมของมัพฟิน เพื่อให้ได้ปริมาณเหล็กตามมาตรฐานที่กำหนด จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณเหล็กอีกครั้ง เพื่อทราบถึงปริมาณและการสูญเสียของเหล็ก หลังจากได้รับความร้อนจากการอบ

3.4 การทดสอบผลิตภัณฑ์มัพฟินสูตรสุดท้ายเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานที่ผลิตจากแป้งสาลี

3.4.1 การเตรียมตัวอย่างก่อนการทดสอบผลิตภัณฑ์มัพฟิน

ทำการเตรียมตัวอย่างก่อนการทดสอบผลิตภัณฑ์มัพฟิน โดยศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟก่อนการทดสอบหรือก่อนรับประทานเพื่อเพิ่มความนุ่มในผลิตภัณฑ์และเลียนแบบพฤติกรรมผู้บริโภคผลิตภัณฑ์มัพฟิน ด้วยวิธีการอภิปรายกลุ่ม (Focus group) จำนวน 3 ครั้ง กับผู้ร่วมอภิปรายที่มีความสนใจและเคยรับประทานผลิตภัณฑ์มัพฟินในระหว่างวันที่ 11 - 21 มิถุนายน 2548 ณ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร เพื่อรวบรวมแนวคิดและความต้องการของผู้บริโภคและคัดเลือกสภาวะการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มัพฟินมาทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ต่อไป โดยสภาวะการเก็บรักษาที่ศึกษามี 3 สภาวะ คือ อุณหภูมิห้อง, อุณหภูมิแช่เย็นและอุณหภูมิแช่แข็งที่ระยะเวลาการให้ความร้อนระดับต่าง ๆ ดังรายละเอียดในตารางที่ 14

3.4.2 การทดสอบผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานแป้งสาลี

ทำการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์มัพฟินสูตรสุดท้ายจากสภาวะที่คัดเลือกในข้อ 3.4.1 เปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานแป้งสาลี โดยทำการทดสอบด้านต่าง ๆ ดังนี้

ก. วัดค่าคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส เช่นเดียวกับข้อ 3.1.2 ข

ข. ทำการทดสอบความชอบ กับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ได้รับการฝึกฝน จำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9 - Point hedonic scaling เตรียมตัวอย่างโดยให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟที่ความร้อนสูงสุดที่ระยะเวลาและสภาวะที่ได้คัดเลือกจากข้อ 3.4.1 จากนั้นตัดมัพฟินออกเป็น 4 ชิ้นตามแนวตั้ง เสนอตัวอย่างให้กับผู้บริโภค 1 ชิ้น (น้ำหนักประมาณ 25 กรัม) ต่อตัวอย่าง ทำการเสนอทีละตัวอย่างตามรหัสของตารางเลขสุ่ม ณ โรงอาหารกลาง 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์โดยศึกษาคุณลักษณะด้านรสหวาน, ความนุ่ม, ความแน่นเนื้อ, ความร่วนและความฉ่ำเนื้อของผลิตภัณฑ์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ตารางที่ 14 ระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟแก่ผลิตภัณฑ์มัพฟินที่สภาวะการเก็บรักษาต่าง ๆ

สภาวะการเก็บ	ระยะเวลาการให้ความร้อน (วินาที)
อุณหภูมิห้อง (28 - 33 °C)	10
	15
	20
	25
	25
อุณหภูมิแช่เย็น (4 °C)	20
	25
	30
	35
	35
อุณหภูมิแช่แข็ง (- 8 °C)	30
	40
	50
	60

4. การวิเคราะห์และทดสอบผลิตภัณฑ์สุดท้าย

4.1 การวิเคราะห์ต้นทุนของผลิตภัณฑ์มัฟฟิน

ทำการคำนวณต้นทุนโดยประมาณของผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ ที่ขนาด 1 หน่วยบริโภคมีน้ำหนักเท่ากับ 90 กรัม โดยคำนวณต้นทุนวัตถุดิบและภาชนะบรรจุ, ค่าแรงงานและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ, ต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์ และการกำหนดราคาขายและกำไร

4.2 การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้าย

นำผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิสูตรสุดท้าย มาทำการวิเคราะห์ค่าคุณภาพต่าง ๆ ดังนี้

4.2.1 วิเคราะห์ทางเคมี (Proximate analysis) ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ใยอาหารและคาร์โบไฮเดรต เหล็ก แคลเซียม และโคเลสเตอรอล ตามวิธีการ AOAC (2000)

4.2.2 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- ก. วัดค่าสีในระบบ CIELAB เช่นเดียวกับ ข้อ 3.1.2 ก
- ข. วัดคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส เช่นเดียวกับ ข้อ 3.1.2 ข
- ค. วัดปริมาตรจำเพาะ เช่นเดียวกับ ข้อ 3.1.3 ค
- ง. วัดค่า Water activity (a_w) เช่นเดียวกับ ข้อ 2.2.1

4.2.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์และรา ตามวิธีการ AOAC (2000)

4.3 ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

4.3.1 ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ด้วยแบบสอบถาม โดยวิธี Central Location Test (CLT) กับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่มีอายุตั้งแต่ 20 - 60 ปี จำนวนไม่น้อยกว่า 220 คน ทำการทดสอบ ณ. โรงอาหารกลาง 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข และมหาวิทยาลัยรามคำแหง โดยใช้วิธีการทดสอบความชอบแบบ 9 - Point hedonic scaling (คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุดและคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) ทำการเตรียมตัวอย่างโดยให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์มัฟฟินด้วยเครื่องไมโครเวฟที่ระดับความร้อนสูงสุดที่สภาวะและระยะเวลาในข้อ 3.4.1 เสนอตัวอย่างขนาด 1 หน่วยบริโภค (90 กรัม) ที่บรรจุในกล่องพลาสติกโพลีไธเลน Polypropylene (PP) ให้กับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย โดยศึกษาในปัจจัยคุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏ, กลิ่น, กลิ่นงาดำ, ความนุ่มและคุณภาพโดยรวม รวมถึงการยอมรับและการซื้อของผู้บริโภค ทั้งก่อนและหลังการทราบข้อมูลทางด้านโภชนาการ

4.3.2 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อคำนวณค่าเฉลี่ย ความถี่ ร้อยละ ความสัมพันธ์และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างตัวแปร จากนั้นวิเคราะห์การยอมรับและการซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค ก่อนและหลังจากได้รับข้อมูลด้านการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ โดยใช้วิธี McNemar Test เพื่อทราบถึงความน่าจะเป็นที่ผู้บริโภคจะเปลี่ยนใจในการยอมรับและการซื้อผลิตภัณฑ์หลังจากได้รับข้อมูลดังกล่าว

5. การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ ที่บรรจุในกล่องพลาสติกชนิด Polypropylene (PP) โดยเก็บรักษาที่ 2 สภาวะ คือ อุณหภูมิห้อง (28 - 33 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิแช่เย็น (4 องศาเซลเซียส) นำผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ โดยแบ่งได้ดังนี้

5.1 การเก็บรักษาที่สภาวะอุณหภูมิห้อง

5.1.1 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ในสภาวะอุณหภูมิห้องทุก ๆ วัน จนค่าคุณภาพทางกายภาพที่ได้มีความแตกต่างทางสถิติกับค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในวันที่ผลิต โดยทำการวัดค่าคุณภาพทางกายภาพต่าง ๆ ดังนี้

- ก. วัดค่าสีในระบบ CIELAB เช่นเดียวกับ ข้อ 3.1.2 ก
- ข. วัดค่าคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส เช่นเดียวกับ ข้อ 3.1.2 ข
- ค. วัดค่า Water activity (a_w) เช่นเดียวกับ ข้อ 2.2.1

5.1.2 วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการคำนวณหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางกายภาพและคะแนนคุณภาพโดยรวม โดยใช้ข้อมูลการทดสอบทางกายภาพและการทดสอบความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองในข้อที่ 3 และใช้สมการดังกล่าวหาคะแนนคุณภาพโดยรวมที่แต่ละอายุการเก็บรักษาโดยใช้ค่าทางกายภาพที่ได้จากข้อ 5.1.1 จนกระทั่งคะแนนคุณภาพโดยรวมต่ำกว่า 6.00

5.1.3 วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

วิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, จำนวนยีสต์และรา ตามวิธีการ AOAC (2000) ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ในสภาวะอุณหภูมิห้องทุก ๆ วัน จนค่าที่ได้สูงเกินกว่าที่กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเค็ก มพช. 459 / 2547 ที่กำหนดให้มีจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนี / ตัวอย่าง 1 กรัม และมียีสต์และราต้องน้อยกว่า 10 โคโลนี / ตัวอย่าง 1 กรัม

5.2 การเก็บรักษาที่สภาวะอุณหภูมิแช่เย็น

5.2.1 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ในสภาวะอุณหภูมิแช่เย็นนาน 0, 3, 5, 7, 9, 10, 11, 12,... วัน จนค่าคุณภาพทางกายภาพที่ได้มีความแตกต่างทางสถิติกับค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในวันที่ผลิต โดยทำการวัดค่าคุณภาพทางกายภาพต่าง ๆ ดังนี้

- ก. วัดค่าสีในระบบ CIELAB เช่นเดียวกับ ข้อ 3.1.2 ก
- ข. วัดค่าคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส เช่นเดียวกับ ข้อ 3.1.2 ข
- ค. วัดค่า Water activity (a_w) เช่นเดียวกับ ข้อ 2.2.1

5.2.2 วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการหาคะแนนคุณภาพโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่แต่ละอายุการเก็บรักษาโดยใช้สมการที่ได้ในข้อ 5.1.2 และค่าทางกายภาพที่ได้จากข้อ 5.2.1 จนกระทั่งคะแนนคุณภาพโดยรวมต่ำกว่า 6.00

5.2.3 วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

วิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, จำนวนยีสต์และรา ตามวิธีการ AOAC (2000) ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ในสภาวะอุณหภูมิแช่เย็นนาน 0, 3, 5, 7, 9, 10, 11, 12,... วัน จนค่าที่ได้สูงเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเล็ก มพช. 459/2547

5.2.4 ทำการทดสอบความชอบด้วยวิธีการแบบ 9 - Point hedonic scaling กับผู้บริโภคนที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน โดยเตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับข้อ 4.3.1 ซึ่งศึกษาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในด้านคุณภาพโดยรวม, รสหวาน, ความนุ่ม, ความแน่นเนื้อ, ความร่วนและความฉ่ำเนื้อ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อยืนยันความถูกต้องของสมการความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางกายภาพและความชอบรวมที่ใช้ในข้อ 5.1.2 และ 5.2.2

6. สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

6.1 สถานที่

ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.2 ระยะเวลา

ระยะเวลาเริ่มต้นตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2547 และสิ้นสุดเดือนธันวาคม 2548

ผลและการวิจารณ์

1. ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่จำหน่ายในท้องตลาดและศึกษาพฤติกรรมความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟิน

1.1 ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่จำหน่ายในท้องตลาด

ผลการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์มัฟฟินมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 15 โดยการสำรวจพบว่า บริษัทหรือร้านค้าที่ทำการผลิตมัฟฟินที่ได้จากการสำรวจ มี 14 บริษัท ได้แก่ บริษัท ไทยยามาซากิ จำกัด, บริษัท ไทย - ยู. เอส. อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด, บริษัท Delifrance จำกัด, บริษัท Deli Brown จำกัด, บมจ.การบินไทย จำกัด, บมจ. บิ๊กซีซูเปอร์เซ็นเตอร์ จำกัด, บริษัท เซ็นทรัล เบเกอรี่ จำกัด, บริษัททวิกตอรี เบเกอรี่ จำกัด, บริษัท ดันกิง โดนต์ จำกัด, บริษัท Royal ABP จำกัด, ร้าน กานดา เบเกอรี่, บริษัท Novotel Lotus Bangkok จำกัด, บริษัทโออิชิ จำกัดและ บริษัท เอส แอนด์ พี ซินดิเคท จำกัด ผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่พบมีรสชาติหลากหลายชนิด สามารถแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ได้ 13 ชนิด คือ รสพื้นฐาน (เนยสด), บานาน่า, บลูเบอร์รี่, กาแฟ, ชาเขียว, ลูกเกด, เมล็ดฟักทอง, แครอท, ราสเบอร์รี่, ข้าวโพด, ช็อกโกแลต, มัฟฟินแบบสอดไส้มะนาวและสอดไส้แยมบลูเบอร์รี่ โดยมีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น มัฟฟินจัพฟลา, มัฟฟินช็อกโกแลต, มัฟฟินวนิลา, มัฟฟินชาเขียว, มัฟฟินกาแฟ, บลูเบอร์รี่มัฟฟิน, บานานามัฟฟิน, มัฟฟินสอดไส้ครีมมะนาว, มัฟฟินเมล็ดฟักทอง, แมนดารินออเรนจ์, ราสเบอร์รี่มัฟฟิน, คอรัลอัลมอนต์มัฟฟิน, นิวซีแลนด์แครอทมัฟฟิน และเรซินมัฟฟิน เป็นต้น

การวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์มัฟฟิน จะวางจำหน่ายในตู้หรือภาชนะในสภาวะอุณหภูมิห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ รูปแบบของผลิตภัณฑ์เป็นถ้วยกลมทรงสูง บริเวณโดมส่วนบนมีรอยแตกของผิวหน้า บรรจุในถ้วยกระดาษจีบสีขาว, ถ้วยกระดาษสีน้ำตาลขอบหยัก และถ้วยอลูมิเนียมฟอยล์ โดยมีมัฟฟินแต่ละยี่ห้อมีน้ำหนักและขนาดที่แตกต่างกัน ตั้งแต่ 50 - 140 กรัม มีราคาขายต่ำสุด 7 บาท และสูงสุด 48 บาท

ผู้ผลิตที่ผลิตมัฟฟินหลากหลายรสชาติและขายในราคาสูงสุด 2 ลำดับแรก คือ บริษัท ไทย-ยู.เอส. ฟู้ดส์อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด คือยี่ห้อ มิสซิสฟิลด์ส์ (Mrs. Fields.) และบริษัท Royal ABP จำกัด คือ ยี่ห้อ au bon pain เหตุที่ต้องขายในราคาสูงมาจากส่วนผสมของวัตถุดิบส่วนใหญ่

นำเข้าจากต่างประเทศ เช่น อัลมอนต์, ราสเบอร์รี่, บลูเบอร์รี่ และวอลนัต เป็นต้น มีขนาดค่อนข้างใหญ่ ทรายี่ห่อที่มีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับ ผลิตและจำหน่ายผ่านสาขาต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่ในห้างสรรพสินค้า ซึ่งผู้บริโภคสามารถนั่งรับประทานในร้านได้ทำให้มีค่าใช้จ่ายมากขึ้น ส่วนมัพฟินจากบริษัทบีกชีซูเปอร์เซ็นเตอร์ จำกัด, บริษัท เซ็นทรัล เบเกอรี่ และร้าน กานดา เบเกอรี่ มีราคาขายค่อนข้างต่ำ คืออยู่ระหว่าง 7 – 8 บาท โดยทั้ง 3 บริษัท จะผลิตมัพฟินที่มีขนาดค่อนข้างเล็กกว่าฮั้วอื่น ๆ ใช้วัตถุดิบที่หาซื้อง่ายในประเทศ เช่น กล้วยหอม, แยมต่าง ๆ และกาแฟ เป็นต้น และวางจำหน่ายในร้านค้าและซูเปอร์มาร์เก็ตโดยให้ผู้บริโภคซื้อกลับบ้านทำให้มีต้นทุนต่ำกว่าจึงขายได้ถูกกว่าฮั้วอื่น

ตารางที่ 15 ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ตราชื่อ	บริษัทผู้ผลิต	ชนิดของผลิตภัณฑ์	น้ำหนัก/ชิ้น (กรัม)	ราคา/ชิ้น (บาท)	บรรจุภัณฑ์
ยามาซากิ (Yamazaki)	บริษัท ไทยยามาซากิ จำกัด	มัฟฟินเนยสด	80	18	ถ้วยกระดาษเรียบ
		มัฟฟินช็อกโกแลต		22	สีน้ำตาลขอบหยัก
		มัฟฟินชาเขียว		18	
		มัฟฟินกาแฟ		18	
Mrs. Fields. (มิสซิส ฟیلด์ส)	บริษัท ไทย-ยู.เอส. ฟู้ดส์อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด	บลูเบอร์รี่ มัฟฟิน	95	48	ถ้วยกระดาษจีบสีขาว
		ดับเบิล ช็อกโกแลต			
		ช็อกโกแลต ชิพ			
		แมนดาริน ออเรนจ์			
		เรซิน วอลนัท			
		บานาน่า อัลมอนด์			
		สับปะรด โคโคนัท			
		ราสเบอร์รี่ มัฟฟิน			
		คอรัน อัลมอนด์			

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ตราชื่อ	บริษัทผู้ผลิต	ชนิดของผลิตภัณฑ์	น้ำหนัก/ชิ้น (กรัม)	ราคา/ชิ้น (บาท)	บรรจุภัณฑ์
Deliverances	บริษัท Delifrance จำกัด	บลูเบอร์รี่มัฟฟิน	65	29	ถ้วยกระดาษจิบสีขาว
		บานาน่า มัฟฟิน	60	29	
Deli Brown	บริษัท Deli Brown จำกัด	บลูเบอร์รี่ มัฟฟิน	140	30	ถ้วยอลูมิเนียมฟอยล์จิบ
PUFF & PIE	บริษัท การบินไทย จำกัด มหาชน	มัฟฟิน สดใสครีมมะนาว	90	15	ถ้วยกระดาษเรียบสีน้ำตาล ขอบหยัก
บิกชี	บริษัท บิกชีซูเปอร์เซ็นเตอร์ จำกัด มหาชน	มัฟฟินทรีเปิ้ลช็อค มัฟฟินจัมปา มัฟฟินชาเขียว	60	7	ถ้วยกระดาษเรียบสีน้ำตาล ขอบหยัก
เซ็นทรัล เบเกอร์รี่	บริษัท เซ็นทรัล เบเกอร์รี่ จำกัด	บลูเบอร์รี่ มัฟฟิน สตอเบอร์รี่ มัฟฟิน	50	8	ถ้วยอลูมิเนียมฟอยล์จิบ
วิกตอรี เบเกอร์รี่	บริษัท วิกตอรี เบเกอร์รี่ จำกัด	มัฟฟินเมล็ดฟักทอง นิวซีแลนด์แครอทมัฟฟิน นิวซีแลนด์ช็อกโกแลตมัฟฟิน	75	14	ถ้วยกระดาษจิบสีขาว

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ตราชื่อ	บริษัทผู้ผลิต	ชนิดของผลิตภัณฑ์	น้ำหนัก/ชิ้น (กรัม)	ราคา/ชิ้น (บาท)	บรรจุภัณฑ์
คันทิง โคนัท	บริษัท คันทิง โคนัท จำกัด	บานาน่า มัฟฟิน เรซิน ชอคโก มัฟฟิน	90	29	ถ้วยกระดาษจิบสีขาว
au bon pain	บริษัท Royal ABP. จำกัด	บลูเบอร์รี่ มัฟฟิน บานาน่า วอลนัท มัฟฟิน แครอท วอลนัท มัฟฟิน คัมเบิ้ล ช็อคโกแลต มัฟฟิน	90	40	ไม่บรรจุในถ้วย
กานดา เบเกอร์รี่	ร้าน กานดา เบเกอร์รี่	โลว์แฟต ทริปปี้ เบอรี่ มัฟฟินกล้วยหอม มัฟฟินช็อคโกแลต	95 100	40 8	ถ้วยกระดาษจิบสีขาว
Le Boulanger the Baker	บริษัท Novotel Lotus Bangkok จำกัด	บานาน่า มัฟฟิน เรซิน มัฟฟิน บลูเบอร์รี่ มัฟฟิน	95	20	ถ้วยกระดาษจิบสีขาว

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ตราหือ	บริษัทผู้ผลิต	ชนิดของผลิตภัณฑ์	น้ำหนัก/ชิ้น (กรัม)	ราคา/ชิ้น (บาท)	บรรจุภัณฑ์
IN & OUT The Bakery Café	บริษัท โออิชิ จำกัด	บลูเบอร์รี่ มัฟฟิน	140	26	ถ้วยกระดาษจิบสีเขียวพิมพ์ลาย
S & P		ชีสโกแลต มัฟฟิน	50	24	ถ้วยกระดาษจิบสีขาว
		บานาน่า มัฟฟิน	60	24	
		เรซิน มัฟฟิน	65	24	
		บลูเบอร์รี่ มัฟฟิน	50	24	

1.2 ผลการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัพฟิน

1.2.1 ผลการอภิปรายกลุ่ม (Focus Group)

ผลการอภิปรายกลุ่มทั้ง 3 ครั้ง กับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย 3 กลุ่ม จำนวน 31 คน สามารถสรุปรายละเอียดได้ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 พฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัพฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับเป็นอาหารมือเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

พฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค	สรุป
พฤติกรรมการรับประทานอาหารเช้า และประเภทอาหารเช้าที่รับประทาน	- รับประทานอาหารเช้า เช่น - อาหารจานเดียว - ขนมอบต่าง ๆ เช่น ขนมปัง เค้ก แชนวิช - เครื่องดื่มต่าง ๆ เช่น นม ชา/กาแฟ โอวัลติน - ไม่รับประทาน เพราะ ไม่มีเวลา
ความถี่ในการรับประทานมัพฟิน	- 1 ครั้ง / สัปดาห์, 1 ครั้ง / เดือน, 3 ครั้ง / ปี และ 6 ครั้ง / ปี
ยี่ห้อของมัพฟินที่ชอบมากที่สุด พร้อมเหตุผล	- ยามาซากิ เพราะ มีขนาดและรูปร่างพอดี รับประทานง่าย - ดันกินโดนัท เพราะเนื้อนุ่ม หอม รสชาติอร่อย ซื้อง่าย - พัพ & พาย เพราะ รสชาติอร่อย มีไส้ข้างใน - Mrs. field เพราะมีส่วนผสมมาก เนื้อนุ่ม กลิ่นหอม - บิ๊กซี เพราะ หาซื้อง่าย ราคาถูก
และปริมาณในการรับประทาน	- 1 ชิ้น / ครั้ง, 1 - 2 ชิ้น / ครั้ง
ช่วงเวลา que รับประทานมัพฟิน	- อาหารว่างระหว่าง มือเช้าและมือเที่ยง, มือเที่ยงและมือเย็น, มือเช้าและมือเย็น
ชนิดของอาหารและเครื่องดื่มที่รับประทานร่วมกับมัพฟิน	- รับประทานมัพฟินอย่างเดียว - ชา / กาแฟ, ซ็อกโกแลตร้อน, น้ำอัดลมและน้ำผลไม้

ตารางที่ 16 (ต่อ)

พฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค	สรุป
เหตุผลที่เลือกรับประทานมัพฟิน	- รูปร่างสวย, รสชาติอร่อยและมีเนื้อสัมผัสแน่นเนื้อ, นุ่มเหนียวและอมนาน
สถานที่ที่เลือกซื้อมัพฟินพร้อมเหตุผล	- ห้างสรรพสินค้า ได้แก่ เดอะมอลล์, เซลทรัล เพราะรับประทานที่ร้านได้ สะดวกในการเดินทาง - ซูเปอร์มาร์เก็ต เช่น บิ๊กซี, ท็อป เพราะราคาถูก ซื้อง่าย - ร้านเบเกอรี่ทั่วไป เพราะ สะดวก รสชาติอร่อย
ปัจจัยที่มีผลต่อการพิจารณาในการซื้อผลิตภัณฑ์มัพฟิน	- ราคา, รูปร่างลักษณะปรากฏ, เนื้อสัมผัส, รสชาติอร่อย, สะดวกในการซื้อ, บรรจุกิจกรรม, ความสะอาดและมีคุณค่าทางโภชนาการ
ปัญหาที่พบในการรับประทานมัพฟิน	- เนื้อสัมผัส แข็ง แน่น และ และร่วนซุยจนเกินไป - รสชาติไม่อร่อย หวานเกินไปและราคาแพง
ความสนใจต่อมัพฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการจากแป้งข้าวกล้อง	- ส่วนใหญ่ให้ความสนใจ
ความรู้สึกที่มีต่อมัพฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการจากแป้งข้าวกล้อง	- ต้องการให้มีเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแป้งสาลี, มีสารอาหารและคุณค่าทางโภชนาการครบ - ทำให้มีผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพทางเลือกใหม่
สารอาหารหลักที่ต้องการให้มีในมัพฟินที่มีคุณค่าสำหรับอาหารเข้าจากแป้งข้าวกล้อง	- ครบทั้ง 5 หมู่ เพราะสารอาหารทุกตัวมีความสำคัญ โดยเฉพาะ คาร์โบไฮเดรต, โปรตีน, ไขมันและใยอาหาร เพราะให้พลังงานทำให้อิ่มนานและช่วยเรื่องขับถ่าย
ลักษณะของมัพฟินที่ต้องการ	- เป็นแบบถ้วยทรงกลม ส่วนบนนูนฟูเป็นโดมและแตก
กลิ่นรสที่ต้องการในผลิตภัณฑ์	- เนย, วนิลา, รสส้ม, กาแฟ, ผสมชัญพืชและผสมผลไม้

ตารางที่ 16 (ต่อ)

พฤติกรรมและความต้องการของ ผู้บริโภค	สรุป
ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ต้องการให้มี ในผลิตภัณฑ์	- เนื้อไม่แน่นเหนียวเกินไป, มีความยืดหยุ่น, ไม่ร่วนซุย, ฉ่ำเนื้อและเนียนนุ่ม
บรรจุภัณฑ์ที่ต้องการใส่ผลิตภัณฑ์	- ถ้วยกระดาษ ขอบหยักทรงสูง มีพลาสติกห่อหุ้ม
อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์	- อุณหภูมิห้อง 1-3 วัน, อุณหภูมิแช่เย็น 5 - 7 วัน
ราคาของมัพฟินต่อชิ้นที่ต้องการ	- น้อยกว่า 20, 20 - 25, 30 บาท และไม่เกิน 50 บาท

ผลิตภัณฑ์มัพฟินที่มีจำหน่ายในท้องตลาดที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกเพื่อทำการทดสอบความชอบด้วยวิธีการเรียงลำดับความชอบ (Ranking of Preference) ระหว่างการทำการอภิปรายกลุ่มคือ มัพฟินยี่ห้อมามาซากิ รสวนิลา, ดันกิ้นโดนัท รสกล้วยหอม, Au bon pain รสแครอท และวิกตอรี ผสมเมล็ดฟักทอง ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 17 จากผลการทดสอบพบว่าผู้ร่วมอภิปรายกลุ่มชอบผลิตภัณฑ์มัพฟินยี่ห้อมามาซากิมากที่สุด ส่วนอีก 3 ยี่ห้อมีความชอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 17 ลำดับความชอบรวมของการทำการอภิปรายกลุ่มต่อผลิตภัณฑ์มัพฟินยี่ห้อต่าง ๆ

n = 31 คน

ยี่ห้อ	รสชาติ	ลำดับความชอบรวม
ยามาซากิ	วนิลา	101 ^a
ดันกิ้น โดนัท	กล้วยหอม	78 ^b
Au bon pain	แครอท	64 ^b
วิกตอรี	เมล็ดฟักทอง	68 ^b

หมายเหตุ a - b หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากเหตุผลด้านคุณลักษณะต่าง ๆ ของผู้ร่วมอภิปรายที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินทั้ง 4 ยี่ห้อพบว่าผู้ร่วมอภิปรายชอบมัฟฟินยี่ห้อยามาซากิ จากคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสและรสชาติ ดังสรุปในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 เหตุผลด้านคุณลักษณะต่าง ๆ ของผู้ร่วมอภิปรายที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินทั้ง 4 ยี่ห้อ

ยี่ห้อ	เหตุผล
ยามาซากิ	มีรสหวาน มีกลิ่นหอมของเนยและกลิ่นวานิลลา เนื้อเหนียว - นุ่ม แน่นเนื้อ ไม่แข็งมาก เนื้อละเอียด ไม่ร่วน มีความฉ่ำของเนย สีเหลืองสวย ลักษณะคล้ายเค้ก ส่วนใหญ่ชอบเนื้อสัมผัสและรสชาติ
คันกินโดนัท	มีกลิ่นรสกล้วย คล้ายเค้กกล้วยหอม รสหวานเนื้อนุ่ม – ร่วน และแห้งกระด้างเล็กน้อย เนื้อแน่น ขอบส่วนบนของมัฟฟินแข็งเกินไป มีความพองฟู สีคล้ำเกินไป
Au bon pain	มีรสหวาน มีกลิ่นเครื่องเทศ (ซินนามอน) แรงเกินไป เนื้อเหนียว - นุ่ม เนื้อหนัก มีความฉ่ำเนื้อ เนื้อหยาบ และ ร่วนมากทำให้ส่วนผสมและเนื้อมัฟฟินไม่เกาะรวมตัวกัน มีส่วนผสมอื่น ๆ มากและเห็นชัด ส่วนใหญ่ไม่ชอบแครอทเนื่องจากแข็งและหยาบ สีคล้ำเกินไป
วิกตอรี	มีรสอมเปรี้ยว รสหวาน มีกลิ่นเนยน้อย เนื้อร่วนลักษณะเหมือนเค้กเนย, เนื้อนุ่ม - แข็ง ไป, เนื้อแน่น ฟัดคอ และมีความกระด้าง ส่วนใหญ่ชอบที่มีส่วนผสมเมล็ดฟักทอง

จากข้อมูลดังกล่าวสรุปว่า ยี่ห้อมัฟฟินที่ผู้ร่วมอภิปรายชอบมากที่สุด คือ ยี่ห้อยามาซากิ เนื่องจากมีเนื้อสัมผัสเหนียว - นุ่ม เนื้อละเอียดไม่ร่วน มีความฉ่ำของเนย มีความแน่นเนื้อ และมีรสหวาน

จากผลการอภิปรายกลุ่มและการทดสอบการเรียงลำดับความชอบดังกล่าว สามารถนำผลและรายละเอียดต่าง ๆ ที่ได้ไปสร้างเป็นแบบสอบถาม (ดังภาคผนวก ก) ในการสำรวจผู้บริโภค (Consumer survey)

1.2.2 ผลการใช้แบบสอบถาม

ผลการทดสอบหาสัดส่วนของประชากร พบว่า ผู้บริโภคจำนวน 37 คน จาก 40 คน ยอมรับผลิตภัณฑ์ซึ่งสามารถคำนวณหาจำนวนแบบสอบถามได้ตามวิธีการ (ดังภาคผนวก ก) ได้ไม่น้อยกว่า 107 ชุด โดยการสำรวจใช้แบบสอบถามจำนวนทั้งหมด 133 ชุด สามารถสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

ก. ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

รายละเอียดของลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 19 สรุปคือ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงถึงร้อยละ 72.9 มีอายุระหว่าง 20 - 30 ปี ร้อยละ 50.4 , อายุ 31 - 40 ปี ร้อยละ 29.3 ส่วนใหญ่มีการศึกษาในระดับปริญญาตรีหรือสูงกว่า ร้อยละ 88.0 มีอาชีพเป็นข้าราชการ รัฐวิสาหกิจ ร้อยละ 55.6, พนักงานเอกชนและธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 25.6 มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 5,001 - 10,000 บาท ร้อยละ 30.8, 10,001 - 15,000 บาท ร้อยละ 27.1, มากกว่า 25,000 บาท ร้อยละ 13.5 ซึ่งข้อมูลที่ได้มีความสอดคล้องกับทำการวิจัยของบริษัทโออิชิ จำกัด ในปีพ.ศ. 2548 ที่ผลิตตรายี่ห้อ IN & OUT ได้สรุปไว้ว่าการบริโภคผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ส่วนใหญ่จะเป็นเพศหญิงถึงร้อยละ 75 และเป็นนิสิต / นักศึกษา และพัชรินทร์ (2547) ได้มีการสำรวจความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็ก พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงถึงร้อยละ 78 โดยมีอาชีพเป็นนิสิต / นักศึกษา รองลงมาคือข้าราชการ มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 10,000 บาท

ตารางที่ 19 ข้อมูลทางด้านประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคจากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค

n = 133 คน

รายละเอียด	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	36	27.1
หญิง	97	72.9
อายุ		
20 - 30 ปี	67	50.4
31 - 40 ปี	39	29.3
41 - 50 ปี	15	11.3
51 - 60 ปี	12	9.0
การศึกษา		
อนุปริญญาหรือต่ำกว่า	16	12.0
ปริญญาตรี	81	60.9
สูงกว่าปริญญาตรี	36	27.1
อาชีพ		
ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ	74	55.6
พนักงานเอกชนและธุรกิจส่วนตัว	34	25.6
นิสิต / นักศึกษา	25	18.8
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5,000 บาท	18	13.5
5,001 - 10,000 บาท	41	30.8
10,001 - 15,000 บาท	36	27.1
15,001 - 20,000 บาท	17	12.8
20,000 ขึ้นไป	21	15.8

ข. ผลการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคและการเลือกซื้อของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัทฟีน

ผลการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคและการเลือกซื้อของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัทฟีน ดังแสดงตารางที่ 20 สรุปคือผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่รับประทานอาหารเช้าเป็นประจำ ร้อยละ 54.1 รับประทานเป็นบางวัน ร้อยละ 38.3 และไม่รับประทาน ร้อยละ 7.6 โดยผู้ที่ไม่รับประทานให้เหตุผลว่าไม่มีเวลาในการรับประทาน ผู้ที่รับประทานอาหารเช้าจะรับประทานข้าว ร้อยละ 60.2 , ขนมปังและเค้ก ร้อยละ 58.5 และนมและเครื่องดื่มช็อกโกแลต ร้อยละ 27.6 ยี่ห้อมัทฟีนที่ผู้ตอบแบบสอบถามเคยรับประทานมากที่สุด คือ ยี่ห้อยามาซากิ ร้อยละ 60.9, เอสแอนด์พี ร้อยละ 60.2 และคันทันโคนัท ร้อยละ 58.6 มัทฟีนที่ชอบมากที่สุด 3 ลำดับแรก คือ ยี่ห้อยามาซากิ, คันทันโคนัทและเอสแอนด์พี ตามลำดับ จำนวนที่รับประทานต่อครั้ง คือ 1 ชิ้น ร้อยละ 72.9 รองลงมาคือ 2 ชิ้น ร้อยละ 23.3 โดยรับประทานเป็นอาหารว่างระหว่างมื้อกลางวันและมื้อเย็น ร้อยละ 58.6, มื้อเช้า ร้อยละ 27.1 และระหว่างมื้อเช้าและมื้อกลางวัน ร้อยละ 25.6 ส่วนความถี่ในการรับประทานมัทฟีนพบว่า รับประทานน้อยกว่า 1 ครั้ง / เดือน ร้อยละ 40.6, รับประทาน 2 - 3 ครั้ง / เดือน ร้อยละ 27.1 และรับประทาน 1 ครั้ง / เดือน ร้อยละ 15.8 โดยส่วนใหญ่จะรับประทานมัทฟีนร่วมกับชา - กาแฟ, นมและน้ำเปล่า ร้อยละ 57.1, 29.3 และ 21.1 ตามลำดับ

จากข้อมูลดังกล่าวทำให้ทราบว่า คนในกรุงเทพและปริมณฑลจำนวนมากไม่นิยมบริโภคอาหารเช้าเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่ต้องเร่งรีบ อาหารเช้าประเภทขนมปังจึงอยู่ในความนิยมลำดับต้น ๆ รองมาจากข้าวเนื่องจากรับประทานง่ายและรับประทานสะดวก โดยมัทฟีนที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุดและรับประทานบ่อยที่สุดคือยี่ห้อยามาซากิ เนื่องจากมีราคาปานกลางและมีขายทั่วไปตามห้างสรรพสินค้าทำให้ผู้บริโภคมีความสะดวกในการซื้อ โดยยี่ห้อดังกล่าวมีส่วนแบ่งทางการตลาดด้านผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อยู่ในอันดับต้น ๆ รองลงมาจาก เอส แอนด์ พี และกาโต้ เฮาส์ (สยามธุรกิจ, 2548) ซึ่งสังเกตได้ว่าผู้บริโภคนิยมรับประทานเป็นอาหารว่างระหว่างมื้อมากกว่าการรับประทานเป็นอาหารหลัก โดยผลการสำรวจดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ของบริษัทโออิชิ จำกัด กล่าวคือผู้บริโภค ร้อยละ 43 นิยมรับประทานผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เป็นอาหารว่างและร้อยละ 23 นิยมรับประทานเป็นอาหารเช้า (สยามธุรกิจ, 2548) ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ซึ่งรวมถึงมัทฟีนส่วนใหญ่จะวางขายในห้างสรรพสินค้าซึ่งเปิดเวลาประมาณ 10.00 น. ซึ่งเป็นเวลาที่ผู้บริโภครับประทานอาหารเช้าแล้ว ทำให้ผู้บริโภคหันมานิยมรับประทานเป็นอาหารว่างแทน

ตารางที่ 20 พฤติกรรมการบริโภคของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์นมฟีน

n = 133 คน		
รายละเอียด	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
การรับประทานอาหารเช้า		
รับประทานเป็นประจำ	72	54.1
รับประทานเป็นบางวัน	51	38.3
ไม่รับประทาน	10	7.6
ประเภทอาหารเช้าที่รับประทาน		
เค้กและขนมปัง	72	58.5
ข้าว	74	60.2
นมและ เครื่องดื่มช็อคโกแลต	34	27.6
กาแฟ	33	26.8
อาหารจานเดียว	14	11.4
ผลไม้	5	4.1
อื่น ๆ	19	11.9
ยี่ห้อนมฟีนที่เคยรับประทาน		
ยามาซากิ	81	60.9
เอส แอนด์ พี	80	60.2
ดันกิ้น โดนนัท	78	58.6
ฟัพ แอนด์ พาย (การบินไทย)	43	32.3
บีกชี	33	24.8
วิกตอรี	30	22.6
โอ บอง แปง	27	20.3
อิน แอนด์ เอาท์	16	12.0
เซลล์ทรัลเบเกอรี่	12	9.0
มิลค์ชีส ฟิลด์ส	10	7.5
กานดา	6	4.5
อื่น ๆ	7	5.3

ตารางที่ 20 (ต่อ)

รายละเอียด	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
จำนวนชั้นที่รับประทานต่อครั้ง		
1 ชั้น	97	72.9
2 ชั้น	31	23.3
3 ชั้น	4	3.0
4 ชั้น หรือมากกว่า	1	0.8
ช่วงเวลาที่ได้รับประทานมัทพิน		
มือเช้า	36	27.1
ระหว่างมือเช้าและกลางวัน	34	25.6
มือกลางวัน	9	6.8
ระหว่างมือกลางวันและเย็น	78	58.6
มือเย็น	3	2.3
หลังมือเย็น	11	8.3
ความถี่ของการรับประทานมัทพิน		
น้อยกว่า 1 ครั้ง / เดือน	54	40.6
1 ครั้ง / เดือน	21	15.8
2 - 3 ครั้ง / เดือน	36	27.1
4 - 5 ครั้ง / เดือน	10	7.5
มากกว่า 5 ครั้ง / เดือน	12	9.0
อาหารที่รับประทานกับมัทพิน		
ชา / กาแฟ	76	57.3
นม	39	29.3
น้ำเปล่า	28	21.1
เครื่องดื่มช็อคโกแลต	24	18.0
น้ำผลไม้	22	16.5
น้ำอัดลม	7	5.3

สำหรับปัจจัยในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์มัพฟิน ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านต่าง ๆ แตกต่างกันไป ดังแสดงในตารางที่ 21 โดยผู้ตอบแบบสอบถามมากกว่าร้อยละ 71 ให้ความสำคัญในระดับมากถึงมากที่สุดกับปัจจัยทางด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความสดใหม่และความสะดวกในการรับประทาน โดย 3 ปัจจัยแรกที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญมากที่สุดคือ รสชาติ ความสดใหม่ และเนื้อสัมผัส ในขณะที่ผู้ตอบแบบสอบถามมากกว่าร้อยละ 72 ให้ความสำคัญในระดับปานกลางถึงมากกับปัจจัยรูปแบบหรือรูปทรง ขนาดขึ้นต่อการบริโภค 1 ครั้ง ชนิดบรรจุภัณฑ์ สี คุณค่าทางโภชนาการ ราคา การส่งเสริมการขาย อายุการเก็บรักษา จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญด้านรสชาติ เนื้อสัมผัสและความสดใหม่มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ของบริษัทโออิชิจำกัด ในปี 2548 ที่สรุปไว้ว่าผู้บริโภคตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ จากรสชาติ ราคาและตราหยั้ห้อ และสอดคล้องกับพัชรินทร์ (2547) ซึ่งได้สำรวจพบว่ารสชาติ ความสดใหม่และความนุ่ม เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการพิจารณาในการเลือกซื้อบัตเตอร์เค้กสดพลังงาน

ตารางที่ 21 ความถี่แสดงความสำคัญของปัจจัยในการเลือกซื้อหรือรับประทานมัลพิน

n = 239 คน

ปัจจัย	ระดับความสำคัญ / คน (ร้อยละ)					คะแนนเฉลี่ย	ระดับความสำคัญ	ลำดับ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
รูปแบบ / รูปทรง	9 (6.8)	52 (39.1)	64 (48.1)	7 (5.3)	1 (0.8)	3.46	มาก	13
ขนาดชิ้น / การบริโภค 1 ครั้ง	10 (7.5)	69 (51.9)	47 (35.3)	7 (5.3)	0 (0)	3.62	มาก	12
ขนาดบรรจุภัณฑ์	12 (9.0)	43 (32.3)	64 (48.1)	13 (9.8)	1 (0.8)	3.39	ปานกลาง	14
ลักษณะปรากฏ	37 (27.8)	58 (43.6)	34 (25.6)	4 (3.0)	0 (0)	3.96	มาก	6
สี	24 (18.0)	73 (54.9)	30 (22.6)	6 (4.5)	0 (0)	3.86	มาก	8
กลิ่น	41 (30.8)	72 (54.1)	18 (13.5)	2 (1.5)	0 (0)	4.14	มาก	4
รสชาติ	89 (66.9)	39 (29.3)	5 (3.8)	0 (0)	0 (0)	4.63	มากที่สุด	1
เนื้อสัมผัส	79 (59.4)	44 (33.1)	9 (6.8)	1 (0.8)	0 (0)	4.51	มากที่สุด	3
คุณค่าทางโภชนาการ	27 (20.3)	43 (32.3)	53 (39.8)	8 (6.0)	2 (1.5)	3.64	มาก	10
ราคา	25 (18.8)	42 (31.6)	61 (45.9)	3 (2.3)	2 (1.5)	3.64	มาก	11
ความสดใหม่	82 (61.7)	44 (33.1)	7 (5.3)	0 (0)	0 (0)	4.56	มากที่สุด	2
ความสะดวกในการรับประทาน	44 (33.1)	54 (40.6)	31 (23.3)	4 (3.0)	0 (0)	4.04	มาก	5
ความสะดวกในการซื้อ	40 (30.1)	46 (34.6)	39 (29.3)	6 (4.5)	2 (1.5)	3.87	มาก	7
การส่งเสริมการขาย	16 (12.0)	40 (30.1)	58 (43.6)	15 (11.3)	4 (3.0)	3.37	ปานกลาง	15
อายุการเก็บ	27 (20.3)	43 (32.3)	54 (40.6)	8 (6.0)	1 (0.8)	3.65	มาก	9

ผลการพิจารณาลักษณะทางประชากรศาสตร์ที่มีต่อปัจจัยการรับประทานและไม่รับประทานอาหารเช้า จำนวนชิ้นที่รับประทานต่อครั้ง ความถี่ในการรับประทาน และปัจจัยในการเลือกซื้อที่มีความสำคัญในระดับมากที่สุด โดยการนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าไคสแคว์ ดังผลตั้งรายละเอียดในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ค่าไคสแคว์ (χ^2) ของลักษณะทางประชากรศาสตร์กับปัจจัยต่าง ๆ

ปัจจัย	ลักษณะทางประชากรศาสตร์				
	เพศ	อายุ	การศึกษา	อาชีพ	รายได้
รับประทาน/ไม่รับประทาน	4.64	3.89	7.26	11.38	6.01
อาหารเช้า	(5.99)	(12.59)	(15.51)	(15.51)	(18.31)
จำนวนชิ้นที่รับประทาน/ครั้ง	5.13	5.48	9.01	11.73	18.85
	(7.81)	(16.92)	(21.03)	(21.03)	(24.99)
ความถี่ในการรับประทาน	14.60*	13.19	10.48*	31.03	24.96
	(11.07)	(24.99)	(3.84)	(31.41)	(37.62)
ความสำคัญด้านรสชาติ	0.46	3.85	1.15	13.76	7.91
	(9.49)	(5.99)	(5.99)	(26.30)	(31.41)
ความสำคัญด้านเนื้อสัมผัส	3.00	4.83	19.39	4.90	14.53
	(9.49)	(21.03)	(26.30)	(12.59)	(31.41)
ความสำคัญด้านความสดใหม่	0.01	4.76	2.17	10.79	7.77
	(9.49)	(21.03)	(5.99)	(26.30)	(31.41)

หมายเหตุ * หมายถึง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตัวเลขในวงเล็บ หมายถึง ค่าไคสแคว์ที่ได้จากตาราง

จากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่า เพศและการศึกษามีผลต่อความถี่ในการรับประทาน กล่าวคือ เพศชายมีความถี่ในการรับประทานมีฟีนมากกว่าเพศหญิง โดยส่วนใหญ่รับประทานมากกว่าหรือเท่ากับ 2 ครั้ง / เดือน ในขณะที่เพศหญิงรับประทานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ครั้ง / เดือน ดังแสดงในตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ความถี่ในการรับประทานม้ฟฟินแยกตามเพศ, คน (ร้อยละ)

		n = 133 คน		
เพศ	จำนวน (คน)	ความถี่ในการรับประทานม้ฟฟิน, ครั้ง/เดือน		
		≤ 1	2 - 3	≥ 4
ชาย	36	13 (36.1)	16 (44.4)	7 (19.5)
หญิง	97	62 (63.9)	20 (20.6)	15 (15.5)
รวม	133	75 (56.4)	36 (27.1)	22 (16.5)

โดยผู้ที่มีการศึกษาตั้งแต่ระดับปริญญาตรีขึ้นไป ส่วนใหญ่มีความถี่ในการรับประทานม้ฟฟินน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ครั้ง / เดือน และการศึกษาระดับอนุปริญญาหรือต่ำกว่า ส่วนใหญ่มีความถี่ในการรับประทานม้ฟฟินมากกว่าหรือเท่ากับ 2 ครั้ง / เดือน ดังแสดงในตารางที่ 24 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ที่มีการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไปรับประทานม้ฟฟินน้อยครั้งกว่าระดับอนุปริญญาหรือต่ำกว่า ทั้งนี้เนื่องจากความใส่ใจในการเลือกอาหารเพื่อสุขภาพมากกว่าและมีความคิดว่าการรับประทานขนมอบเป็นสาเหตุให้เกิดโรคอ้วน

ตารางที่ 24 ความถี่ในการรับประทานม้ฟฟินแยกตามการศึกษา, คน (ร้อยละ)

		n = 133 คน	
ระดับการศึกษา	จำนวน (คน)	ความถี่ในการรับประทานม้ฟฟิน, ครั้ง / เดือน	
		≤ 1	≥ 2
อนุปริญญาหรือต่ำกว่า	16	3 (18.8)	13 (81.3)
ปริญญาตรีขึ้นไป	117	72 (61.5)	45 (38.5)
รวม	133	75 (56.4)	58 (43.6)

ค. ความคิดเห็นและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ม้ฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเข้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

จากการสำรวจความคิดเห็นและความต้องการของผู้บริโภค ดังแสดงในตารางที่ 25 พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้ความสนใจต่อผลิตภัณฑ์ม้ฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเข้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ คิดเป็นร้อยละ 88.7, ไม่แน่ใจ ร้อยละ 8.3 และไม่สนใจ

ร้อยละ 3 โดยเหตุผลที่ผู้บริโภคไม่สนใจและไม่แน่ใจ คือ ไม่มั่นใจว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสและรสชาติเหมือนหรือใกล้เคียงกับมัพฟินที่ทำจากแป้งสาลี

สารอาหารต่าง ๆ ที่ผู้บริโภคต้องการให้มีในผลิตภัณฑ์มากที่สุด คือ โยอาหาร ร้อยละ 76.7, คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 59.4, โปรตีน ร้อยละ 57.1 ส่วนวิตามินเอและบี ร้อยละ 10.5, แคลเซียมและเหล็ก ร้อยละ 3.8 และ 2.2 ตามลำดับ โดยต้องการให้ผลิตภัณฑ์สำหรับอาหารเช้ามี สารอาหารร้อยละ 11 - 15 ของปริมาณสารอาหารทั้งวันมากที่สุด ร้อยละ 42.9 รองลงมาคือมี สารอาหารร้อยละ 16 - 20 ร้อยละ 26.3 รสชาติที่ต้องการมากที่สุดคือ รสเนยสด ร้อยละ 33.1 รองลงมาคือ ผสมธัญพืชร้อยละ 27.8 และรสวนิลา ร้อยละ 12 ส่วนเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ต้องการให้ใกล้เคียงกับมัพฟินในท้องตลาดยี่ห้อ ยามาซากิ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 29.3 รองลงมา คือ ยี่ห้อ ดันกินโดนัท ร้อยละ 17.3 และ เอส แอนด์ พี ร้อยละ 15.8 เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ที่ต้องการคือ มีลักษณะเนื้อสัมผัสนุ่ม ร้อยละ 72.2 และแน่นเนื้อร้อยละ 24.1 และขนาดชิ้นที่ผู้บริโภค ต้องการมากที่สุดคือ ขนาดที่มีน้ำหนัก 100 กรัม คิดเป็นร้อยละ 32.3 รองลงมาคือน้ำหนัก 80 กรัม ร้อยละ 24.8 และน้ำหนัก 70 กรัม ร้อยละ 18 โดยควรมีลักษณะบรรจุภัณฑ์แบบใส่กล่องพลาสติก ไส มากที่สุด ร้อยละ 54.1 รองลงมาคือ แบบใส่ถุงพลาสติกใส ร้อยละ 22.6 มีราคาต่อชิ้น ต่ำกว่า 20 บาท คิดเป็นร้อยละ 61.7 และราคาระหว่าง 21 - 30 บาท ร้อยละ 34.6 ผู้บริโภคต้องการให้ ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บนาน 2 - 3 วันมากที่สุด ร้อยละ 46.6 และรองลงมาคือ 4 - 5 วัน ร้อยละ 30.8

ตารางที่ 25 ความถี่ของความคิดเห็นและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัลพิน

n = 133 คน		
รายละเอียด	ความถี่	ร้อยละ
ความสนใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์		
สนใจ	118	88.7
ไม่สนใจ	4	3.0
ไม่แน่ใจ	11	8.3
สารอาหารที่ควรมีในผลิตภัณฑ์		
ใยอาหาร	102	76.7
คาร์โบไฮเดรต	79	59.4
โปรตีน	76	57.1
ไขมัน	27	20.3
วิตามินเอ	14	10.5
วิตามินบี	14	10.5
วิตามินซี	13	9.8
วิตามินอี	9	6.8
แคลเซียม	5	3.8
วิตามินดี	4	3.0
วิตามินเค	3	2.2
เหล็ก	3	2.2
แมกนีเซียมและสังกะสี	3	2.3
ปริมาณสารอาหารในผลิตภัณฑ์		
น้อยกว่าร้อยละ 10	9	6.8
ร้อยละ 11 - 15	57	42.9
ร้อยละ 16 - 20	35	26.3
ร้อยละ 21 - 25	28	21.1
อื่น ๆ	4	3.0
รสชาติที่ต้องการให้มีในของผลิตภัณฑ์		
เนยสด	44	33.1

ตารางที่ 25 (ต่อ)

รายละเอียด	ความถี่	ร้อยละ
ผสมธัญพืช เช่น เมล็ดฟักทอง	37	27.8
วนิลา	16	12.0
กล้วยหอม	12	9.0
ผลไม้อื่นๆ ระบุ	10	7.5
แครอท	5	3.8
อื่น ๆ	9	6.8
ลักษณะเนื้อสัมผัสควรใกล้เคียงกับยี่ห้อ		
ยามาซากิ	39	29.3
คันกิง โคนัท	23	17.3
เอส แอนด์ พี	21	15.8
พัฟ แอนด์ พาย (การบินไทย)	11	8.8
โอ บอง แปง	10	8.3
วิกตอรี	9	7.5
มิสซิส ฟิลด์ส	6	4.5
อิน แอนด์ เอาท์	4	3.0
กานดา	2	1.5
เซ็นทรัล เบเกอรี่	2	1.5
บิกชี	1	0.8
อื่น ๆ	5	3.8
เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ		
เนื้อนุ่ม	96	72.2
แน่นเนื้อ	32	24.1
เนื้อเหนียวยืดหยุ่น	14	10.5
ฉ่ำเนื้อ	13	9.8
เนื้อร่วนซุย	10	7.6
อื่น ๆ	1	0.8

ตารางที่ 25 (ต่อ)

รายละเอียด	ความถี่	ร้อยละ
ขนาดชิ้น		
70 กรัม	24	18.0
80 กรัม	33	24.8
90 กรัม	14	10.5
100 กรัม	43	32.3
110 กรัม	11	8.3
120 กรัม	7	5.3
อื่น ๆ	1	0.8
ลักษณะบรรจุภัณฑ์		
กล่องพลาสติกใส	72	54.1
ถุงพลาสติกใส	30	22.6
หุ้มพลาสติกใส	29	21.8
อื่น ๆ	2	1.5
อายุการเก็บ		
1 วัน	7	5.3
2 - 3 วัน	62	46.6
4 - 5 วัน	41	30.8
6 - 7 วัน	16	12.0
มากกว่า 1 สัปดาห์	7	5.3
ราคาต่อชิ้น		
ต่ำกว่า 20 บาท	82	61.7
21 - 30 บาท	46	34.6
31 - 40 บาทขึ้นไป	5	3.8

ผลการพิจารณาลักษณะทางประชากรศาสตร์ที่มีต่อปัจจัยต่าง ๆ โดยการนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าไคสแคว์ พบว่า ลักษณะทางประชากรศาสตร์ไม่มีผลต่อความสัมพันธ์กับปัจจัยต่าง ๆ

จากการสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคโดยใช้แบบสอบถาม สรุปได้ว่า มัฟฟินที่ผู้บริโภครับประทานบ่อยและชอบมากที่สุดคือ ยี่ห้อยามาซากิ โดยรับประทานเป็นอาหารว่างระหว่างมือ นิยมรับประทานร่วมกับ ชา / กาแฟ โดยให้ความสำคัญในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัสและความสดใหม่ ซึ่งผู้บริโภคต้องการให้มีสารอาหารในมัฟฟินสำหรับเป็นอาหารเช้าร้อยละ 10 - 15 ของปริมาณสารอาหารที่ต้องการทั้งวัน ต้องการให้มีรสเนยสด มีเนื้อสัมผัสนุ่มและแน่นเนื้อเหมือนยี่ห้อยามาซากิ มีน้ำหนัก 100 กรัม บรรจุในกล่องพลาสติกใส ราคา ต่ำกว่า 20 บาท สามารถเก็บได้นาน 2 - 3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งจากข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ สามารถนำมาเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ตรงตามความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด

2. ผลการเตรียมวัตถุดิบและการวิเคราะห์คุณภาพ

2.1 ผลการเตรียมวัตถุดิบ

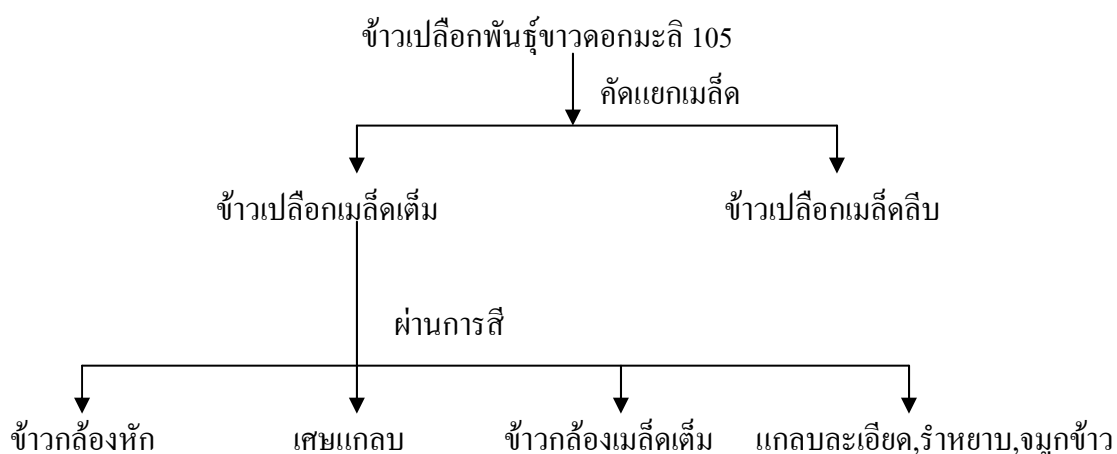
2.1.1 ผลการเตรียมแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

ผลการสีข้าวกล้องหอมมะลิ โดยการคัดแยกเมล็ดข้าวเปลือกเมล็ดเต็มและเมล็ดลีบ ดังตารางที่ 26 และภาพที่ 8 พบว่า ข้าวเปลือกที่นำมาศึกษาประกอบด้วยข้าวเปลือกเมล็ดเต็มร้อยละ 97.48 ส่วนเมล็ดลีบหรือเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ร้อยละ 2.52 จากปริมาณข้าวเปลือกทั้งหมดเมื่อนำข้าวเปลือกมาสีเป็นข้าวกล้องหอมมะลิ พบว่า ผลผลิตจากข้าวเปลือก ประกอบด้วย ข้าวกล้องเมล็ดเต็มมีปริมาณมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 73.87, รองลงมาคือ เศษแกลบมีร้อยละ 21.69 ส่วนข้าวกล้องหักมี ร้อยละ 2.00 และแกลบละเอียด รำหยาบและจมูกข้าว ร้อยละ 2.44 ซึ่งผลผลิตดังกล่าวมีปริมาณข้าวกล้องเมล็ดเต็มค่อนข้างสูงและผลที่ได้มีความใกล้เคียงกับการศึกษาของ อรอนงค์ (2547) ที่ระบุไว้ว่าผลผลิตจากการสีข้าวเปลือกเป็นข้าวขาวจะมีปริมาณข้าวสารเมล็ดเต็มรวม ร้อยละ 66 – 72, แกลบ ร้อยละ 20 - 30 และรำ ร้อยละ 8 – 11 ยกเว้นรำ โดยจากผลการ

ทดลองจะเห็นได้ว่ามีปริมาณรำน้อยกว่าการสีเป็นข้าวขาว ทั้งนี้เนื่องจากการสีข้าวเปลือกเป็นข้าวกล้องมีการขัดสีน้อยกว่าข้าวขาว ทำให้มีปริมาณข้าวหักและรำน้อยกว่าการสีข้าวขาว

ตารางที่ 26 ผลผลิตจากการสีข้าวเปลือก

ประเภท	ปริมาณผลผลิต (ร้อยละ)
ข้าวกล้องเต็มเมล็ด	73.87
ข้าวกล้องเมล็ดหัก	2.00
เกลบละเอียด, รำหยาบ และจมูกข้าว	2.44
เศษเกลบ	21.69



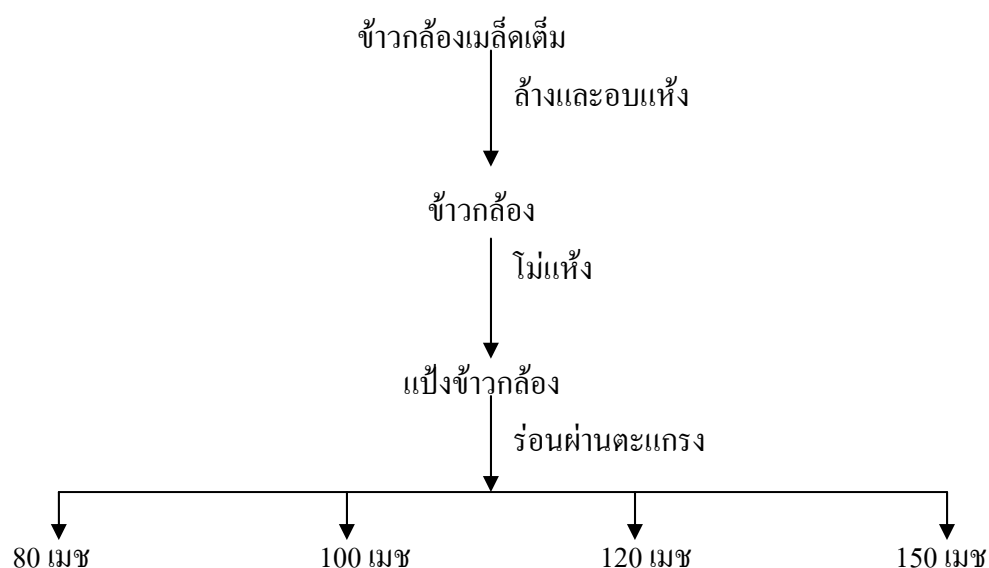
ภาพที่ 8 กรรมวิธีการสีข้าวกล้องหอมมะลิ

ผลผลิตที่ได้จากการเตรียมแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ ดังแสดงในตารางที่ 27 และกรรมวิธีเตรียมแป้งข้าวกล้องหอมมะลิโดยการโม่แห้งดังภาพที่ 9 พบว่าการนำข้าวกล้องเต็มเมล็ดมาทำการโม่เป็นแป้งข้าวกล้อง โดยผ่านการอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบใช้ลมร้อน ทำให้ข้าวกล้องมีน้ำหนักลดลงจากเดิมร้อยละ 4 เนื่องจากปริมาณความชื้นที่ลดลง โดยน้ำหนักที่เหลือจากการอบเท่ากับร้อยละ 96 เมื่อนำมาโม่เป็นแป้งข้าวกล้องด้วยเครื่อง Disc Mill ได้ผลผลิตเป็นแป้งข้าวกล้องร้อยละ 90.82 ซึ่งน้ำหนักที่หายไปร้อยละ 5.18 เนื่องจากการอบแห้งและแป้งบางส่วนที่ติดค้างอยู่ที่เครื่องโม่ เมื่อนำมาร่อนผ่านตะแกรงที่ความละเอียด 80, 100, 120 และ 150 เมช พบว่าแป้งที่ผ่านตะแกรง ขนาด 80 เมช มีปริมาณมากที่สุดคือร้อยละ 90.57 รองลงมาคือ แป้งที่ผ่าน

ตะแกรง ขนาด 100 เมช มีปริมาณร้อยละ 71.46 ส่วนแป้งที่ผ่านตะแกรงขนาด 120 และ 150 เมช คิดเป็นร้อยละ 54.56 และ 21.72 ตามลำดับ จากผลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการโม่แป้งด้วยเครื่อง Disc Mill ให้ผลผลิตของแป้งที่มีขนาด 80 เมช มากที่สุด ซึ่งแป้งที่ค้ำบนตะแกรงร้อนที่ความละเอียดต่างๆ สามารถนำกลับมาโม่ใหม่ได้อีกครั้งเพื่อให้แป้งมีความละเอียดมากขึ้น

ตารางที่ 27 ผลผลิตจากการร่อนแป้งข้าวกล้องที่ตะแกรงขนาดต่าง ๆ

ขนาดของเม็ดแป้งที่ผ่านตะแกรง (เมช)	ปริมาณผลผลิตจากการร่อนแป้ง (ร้อยละ)
80	90.57
100	71.46
120	54.56
150	21.72



ภาพที่ 9 กรรมวิธีการเตรียมแป้งข้าวกล้องหอมมะลิโดยการโม่แห้ง

2.1.2 ผลการคัดเลือกตราหี้อของแป้งสาธิตเนกประสงค์

ผลการคัดเลือกแป้งสาธิตเนกประสงค์จำนวน 4 ยี่ห้อที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ได้แก่ตราหี้นกพิราบ, ทานตะวัน, กุญแจทองและว่าว โดยพิจารณาตามมาตรฐาน มอก. 375-2524

ของแป้งสาลีเนกประสงค์ที่กำหนดให้มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 14 และมีโปรตีนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 11 หรือคิดเป็นปริมาณกลูเตนแห้งไม่น้อยกว่าร้อยละ 8.8 – 9.9 ซึ่งผลการคัดเลือกตราห้อยของแป้งสาลี ดังตารางที่ 28 พบว่า แป้งสาลีทั้ง 4 ยี่ห้อที่มีปริมาณกลูเตนแห้งประมาณร้อยละ 11 - 14 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด โดยหมายความว่าแป้งสาลีทั้ง 4 ตราห้อยมีโปรตีนใกล้เคียงกันและเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ส่วนค่า a_w ซึ่งเป็นค่าที่ไม่มีกำหนดในมาตรฐาน มอก. แต่ของแห้งทั่ว ๆ ไปควรมีค่า a_w ไม่เกิน 0.6 โดยผลการวิเคราะห์ พบว่า แป้งสาลีทั้ง 4 ตราห้อยมีค่าไม่เกิน 0.6 ซึ่งค่า a_w ที่ได้จากการวิเคราะห์มีความสอดคล้องกับค่าความชื้น โดยผลการวิเคราะห์พบว่า แป้งตราว่าวมีค่าความชื้นสูงสุด คือ 11.98 รองลงมาคือ ตราทานตะวัน มีค่าเท่ากับ 11.78 ซึ่งแป้งทั้ง 4 ตราห้อยมีความชื้นไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาด้านราคา พบว่า แป้งสาลีตราภูเขาทองมีราคาต่ำสุดคือ 20 บาทต่อกิโลกรัม รองลงมาคือตราว่าว มีราคา 23 บาทต่อกิโลกรัม และจากการนำแป้งทั้ง 4 ตราห้อยมาผลิตมัฟฟิน พบว่า แป้งสาลีทั้ง 4 ตราห้อยสามารถผลิตมัฟฟินได้ดีไม่มีความแตกต่างกันทั้งส่วนผสมก่อนอบและลักษณะผลิตภัณฑ์หลังอบ โดยส่วนผสมก่อนอบมีความชื้นใกล้เคียงกัน สามารถผสมเข้ากันได้ดีระหว่างส่วนผสมแห้งและส่วนผสมเปียก ส่วนลักษณะผลิตภัณฑ์มัฟฟินหลังอบจะมีลักษณะภายนอกไม่แตกต่างกันโดยมีรูปทรงดี การขึ้นฟูดี ผิวหน้าแตกเป็นโดมสูง และเนื้อภายในมีลักษณะนุ่ม ยืดหยุ่นเล็กน้อย มีโพรงอากาศกระจายทั่วทั้งชิ้น

ดังนั้นแป้งสาลีเนกประสงค์ที่ทำการคัดเลือก เพื่อนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์มัฟฟินควรเป็นแป้งสาลีที่มีโปรตีนร้อยละ 10 – 11 ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ควรเลือกแป้งสาลีตราภูเขาทอง เนื่องจากมีราคาต่ำสุดคือ 20 บาทต่อกิโลกรัม มีปริมาณกลูเตนและค่าความชื้นได้ตามมาตรฐาน โดยลักษณะปรากฏของมัฟฟินที่ใช้แป้งตราห้อยนี้ผลิตไม่มีความแตกต่างจากแป้งสาลีเนกประสงค์ตราห้อยอื่น ๆ ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์มัฟฟิน

ตารางที่ 28 ค่าคุณภาพของแป้งสาลีอเนกประสงค์ทั้ง 4 ครายีห้อ

ปัจจัย	ครายีห้อแป้งสาลีอเนกประสงค์			
	กุญแจทอง	ว่าว	ทานตะวัน	นกพิราบ
กลูเตนเปียก (ร้อยละ) ^{ns}	33.39 ± 1.07	34.79 ± 1.15	36.51 ± 0.94	34.57 ± 1.92
กลูเตนแห้ง (ร้อยละ)	11.48 ± 0.38 ^b	12.10 ± 0.22 ^{ab}	12.72 ± 0.77 ^{ab}	13.56 ± 1.50 ^a
ค่า a _w	0.53 ± 0.01 ^c	0.59 ± 0.01 ^a	0.57 ± 0.02 ^b	0.54 ± 0.09 ^c
ความชื้น ^{ns}	11.73 ± 0.13	11.98 ± 0.19	11.78 ± 1.07	11.60 ± 0.34
ราคา (กิโลกรัม / บาท)	20	23	25.5	25.5

หมายเหตุ a - c หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันแสดงความไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2.1.3 ผลการเตรียมน้ำค้ำบหีบน้ำมันบดละเอียด

ผลการผลิตน้ำค้ำบหีบน้ำมันบดละเอียด โดยใช้งาคำพันธ์ มก. 18 พบว่า ได้ผลผลิต (yield) ของงาค้ำบหีบน้ำมันบดละเอียดขนาด 60 เมช ร้อยละ 63.5 ของงาคำดิบ โดยน้ำหนักส่วนใหญ่ที่หายไปจะเป็นส่วนของความชื้นเนื่องจากการอบ และน้ำมันงาที่ถูกบีบออก

2.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของวัตถุดิบ

2.2.1 แป้งข้าวกล้องหอมมะลิ, แป้งข้าวขาวหอมมะลิและแป้งสาลีอเนกประสงค์

จากการนำแป้งข้าวกล้องที่ได้จากการผลิต, แป้งข้าวขาวหอมมะลิและแป้งสาลีอเนกประสงค์ที่คัดเลือกแล้ว มาทำการวิเคราะห์คุณภาพต่าง ๆ ได้ผลดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 คุณภาพของแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ, แป้งข้าวขาวหอมมะลิและแป้งสาลีเอนกประสงค์

คุณสมบัติ		แป้งข้าวกล้อง หอมมะลิ	แป้งข้าวขาว หอมมะลิ	แป้งสาลี
คุณภาพทางเคมี	ความชื้น (ร้อยละ)	9.23	8.03	11.57
	ไขมัน (ร้อยละ)	2.84	0.85	0.40
	เถ้า (ร้อยละ)	1.48	0.49	0.28
	โปรตีน (ร้อยละ)	7.82	5.71	7.33
	ใยอาหาร (ร้อยละ)	1.04	0.75	0.65
	คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	78.63	84.92	80.42
	พลังงาน (กิโลแคลอรี)	371.36	370.17	354.60
	ปริมาณอะมิโลส (ร้อยละ)	16.83	16.10	24.4
คุณภาพทางกายภาพ	ค่าสี			
กายภาพ	L*	87.82	93.08	92.46
	a*	0.96	0.05	0.42
	b*	10.58	5.69	7.82
	dE*	10.25	3.05	5.52
	ค่า a_w	0.43	0.50	0.59
	กำลังการพองตัว (เท่า)	9.67	10.52	8.56
	การละลาย (ร้อยละ)	2.96	6.42	2.22
	ความหนืด (RVA)			
	อุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืด (°C)	78.95	75.00	72.60
	ค่าความหนืดสูงสุด (RVU)	187.53	265.99	112.39
	ค่าความหนืดต่ำสุด (RVU)	153.43	200.79	81.59
	ค่าความหนืดสุดท้าย (RVU)	303.81	372.82	162.75
	ค่าความแตกต่างระหว่างความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุด (RVU)	34.09	65.21	30.80
	เวลาที่เกิดความหนืดสูงสุด (นาท)	6.10	6.27	5.93
	ค่าการคืนตัว (ค่าความแตกต่างความหนืดสุดท้ายและความหนืดสูงสุด) (RVU)	116.28	106.83	50.93

หมายเหตุ dE* ได้จากค่าสีอ้างอิง L*, a* และ b* เท่ากับ 94.36, 0.28 และ 2.93 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของแป้งข้าวกัลลิ่ง, แป้งข้าวขาวหอมมะลิ และแป้งสาลีเอนกประสงค์ พบว่า แป้งข้าวกัลลิ่ง, แป้งข้าวขาวและแป้งสาลีเอนกประสงค์มีความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด คือ ไม่เกินร้อยละ 13 ของแป้งข้าว (มอก. 638 - 2524) และแป้งสาลี ไม่เกินร้อยละ 14 (มอก.375 - 2524) ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ได้แก่ ไขมัน, เถ้า, โยอาหารและโปรตีนในแป้งข้าวกัลลิ่งมีค่าสูงกว่าแป้งข้าวขาวและแป้งสาลี ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวกัลลิ่งยังคงมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดอยู่ ซึ่งส่วนนี้ทำให้แป้งข้าวกัลลิ่งมีองค์ประกอบทางเคมีต่าง ๆ หรือมีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าแป้งข้าวขาวและแป้งสาลี ยกเว้นปริมาณคาร์โบไฮเดรตของแป้งข้าวขาวมีมากที่สุด เมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณอะมิโลส พบว่า แป้งสาลีมีปริมาณอะมิโลสสูงกว่าแป้งข้าวกัลลิ่งและแป้งข้าวขาว โดยแป้งข้าวกัลลิ่งหอมมะลิและแป้งข้าวขาวหอมมะลิมียปริมาณอะมิโลส ร้อยละ 16.83 และ 16.10 ตามลำดับ ซึ่งได้ตามมาตรฐานสินค้าข้าวหอมมะลิตามประกาศของกระทรวงพาณิชย์ที่กำหนดให้ข้าวหอมมะลิต้องมี ปริมาณอะมิโลสอยู่ระหว่างร้อยละ 13 - 18 ซึ่งปริมาณอะมิโลสนี้มีผลต่อการคั่วหรือการเกิดริ้วรอยของแป้ง (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2546) โดยแป้งสาลีซึ่งเป็นแป้งที่มีอะมิโลสสูงจะเกิดการคั่วได้มากกว่าและเร็วกว่าแป้งข้าวกัลลิ่งและแป้งข้าวขาว ซึ่งทำให้แป้งสาลีมีค่าความหนืดต่ำกว่าแป้งทั้ง 2 ชนิด

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของแป้งทั้ง 3 ชนิด พบว่า ค่าสีของแป้งข้าวกัลลิ่งมีค่าความสว่าง L^* น้อยกว่าแป้งข้าวขาวและแป้งสาลี โดยแป้งข้าวกัลลิ่งมีสีเหลืองอมแดงของค่าสี b^* และ a^* มากกว่าแป้งข้าวขาวและแป้งข้าวสาลี ซึ่งเมื่อพิจารณาค่า ความแตกต่างของสี dE^* พบว่า แป้งข้าวกัลลิ่งมีค่าสีที่ใกล้เคียงกับแป้งสาลีมากกว่าแป้งข้าวขาว ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวกัลลิ่งเป็นแป้งที่ผลิตข้าวกัลลิ่ง ซึ่งเป็นข้าวที่สีเอาเปลือกหรือเกลบบอกเท่านั้นไม่ได้ขัดสีเอารำออก ส่วนแป้งข้าวขาวผลิตจากข้าวที่ขัดสีเอารำออกจนเหลือแต่เมล็ดข้าวที่ขาว (วิจิตร, 2547) และอาจมีการฟอกสีด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์เพื่อให้แป้งที่ได้มีสีขาวขึ้น (อรอนงค์, 2547) จึงทำให้แป้งข้าวกัลลิ่งมีสีขาวน้อยกว่าแป้งข้าวขาวและแป้งสาลีที่ผ่านการขัดสีและฟอกสีเช่นกัน ส่วนผลการวัดค่ากำลังการพองตัวและการละลาย พบว่า แป้งสาลีมีค่าการพองตัวและการละลายน้อยกว่าแป้งข้าวกัลลิ่งและแป้งข้าวขาว เนื่องจากแป้งสาลีมีปริมาณอะมิโลสสูงกว่า ซึ่งอะมิโลสทำให้โครงสร้างร่างแหภายในเม็ดแป้งมีความแข็งแรงขึ้น ทำให้การพองตัวและการละลายต่ำกว่าแป้งทั้ง 2 ชนิด นอกจากนี้ปริมาณไขมันที่รวมอยู่ในเม็ดแป้งจะส่งผลกระทบต่อลักษณะและคุณสมบัติของแป้ง โดยจะลดความสามารถในการพองตัวและการละลาย (กล้าณรงค์, 2542) ซึ่งแป้งข้าวกัลลิ่งมีปริมาณไขมันสูงกว่าแป้งข้าวขาว จึงมีค่าการพองตัวและการละลายต่ำกว่าแป้งข้าวขาว

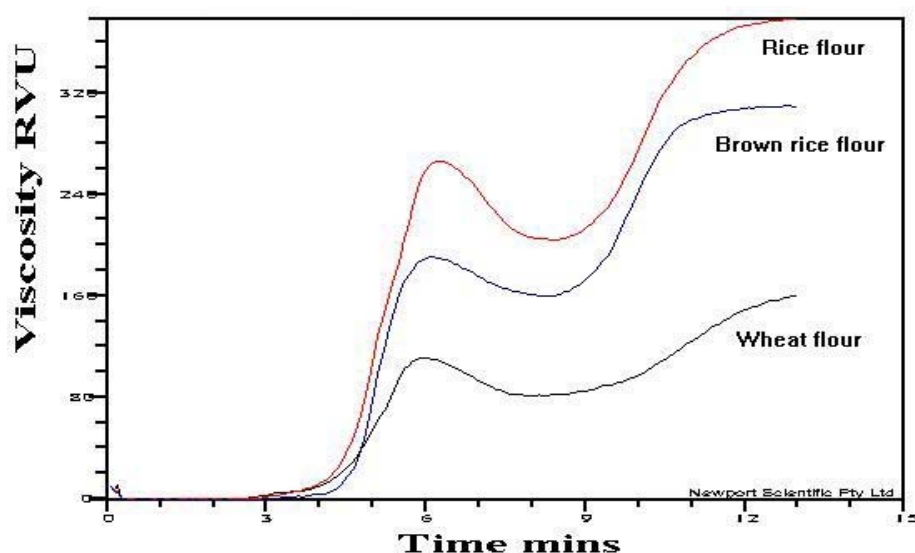
ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนืด ของแป้งทั้ง 3 ชนิด ด้วยเครื่อง Rapid Visco Analysis (RVA) ดังภาพที่ 10 จากผลดังกล่าวสามารถพิจารณาคุณสมบัติด้านความหนืดได้ ดังนี้

อุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดหรือเริ่มกลายเป็นเจล (Pasting temperature) หรืออุณหภูมิที่น้ำแป้งมีค่าความหนืดเพิ่มขึ้น 2 RVU ในเวลา 20 วินาที พบว่า แป้งข้าวกล้องมีอุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงความหนืดสูงที่สุด ขณะที่แป้งสาลีเกิดที่อุณหภูมิต่ำที่สุด ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวเกิดได้จากชนิดและองค์ประกอบของแป้งที่แตกต่างกัน โดยแป้งสาลีมีปริมาณอะมิโลสสูงกว่าทำให้มีพันธะไฮโดรเจนยึดเหนี่ยวมากกว่า จึงมีผลทำให้มีการจับตัวกับน้ำน้อยทำให้เม็ดแป้งเกิดการพองตัวน้อย ส่งผลให้อุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดต่ำกว่า แป้งข้าวกล้องและแป้งข้าวขาว

ค่าความหนืดสูงสุด (Peak Viscosity) ซึ่งเป็นการเพิ่มอุณหภูมิขึ้นอีกหลังจากน้ำแป้งเกิดความเปลี่ยนแปลงความหนืดจะทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่มีความหนืดสูงสุด ซึ่งเป็นจุดที่เม็ดแป้งพองตัวเต็มที่ (กล้าณรงค์, 2542) พบว่า ค่าความหนืดสูงสุดของแป้งข้าวขาวหอมมะลิมีค่าสูงที่สุด ขณะที่แป้งสาลีมีค่าต่ำสุด ซึ่งความแตกต่างของความหนืดสูงสุดเกิดขึ้นจากเม็ดแป้งมีกำลังการพองตัวที่ต่างกัน โดยแป้งที่มีกำลังการพองตัวสูงจะมีความหนืดสูงสุดซึ่งผลที่ได้มีความสอดคล้องกับค่าการพองตัวที่วัดได้ เนื่องจากการพองตัวที่สูงทำให้แรงที่ยึดเหนี่ยวกันภายในโมเลกุลของแป้งอ่อนตัวลง เม็ดแป้งกระจายตัวออกเมื่อได้รับแรงเฉือน (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2546) ทำให้ลักษณะกราฟความหนืดของแป้งข้าวขาวและแป้งข้าวกล้องมีลักษณะสูงชันและลดลงอย่างรวดเร็วระหว่างการต้มสุก

ค่าความหนืดต่ำสุด (Through Viscosity) ค่าความแตกต่างระหว่างค่าความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุด (Break down) และค่าความหนืดสุดท้าย (Final viscosity) ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงความทนทานและความแข็งแรงของแป้งสุก โดยค่าที่ได้มีแนวโน้มเช่นเดียวกับค่าความหนืดสูงสุด คือ แป้งข้าวขาวมีค่าสูงที่สุดและแป้งสาลีมีค่าต่ำสุด ซึ่งเป็นผลมาจากการพองตัวเช่นเดียวกัน จึงมีผลทำให้แป้งข้าวขาวมีความทนทานและความแข็งแรงของแป้งสุกมากกว่าแป้งข้าวกล้องและแป้งสาลี

ค่าการคืนตัว (Setback Viscosity) เป็นค่าที่ได้จากผลต่างของค่าความหนืดสุดท้ายกับความหนืดสูงสุด (set back from peak) พบว่า แป้งข้าวกล้องมีการคืนตัวของแป้งมากที่สุด ส่วนแป้งสาลีมีการคืนตัวของแป้งต่ำสุด ซึ่งการคืนตัวของแป้งจะเกี่ยวข้องกับปริมาณอะมิโลส โดยแป้งสาลีซึ่งมีปริมาณอะมิโลสสูงจะมีแนวโน้มการคืนตัวได้ดี แต่การที่แป้งข้าวกล้องและแป้งข้าวขาวหอมมะลิที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำกว่าแป้งสาลี แต่มีค่าการคืนตัวสูงกว่า เนื่องจากแป้งข้าวกล้องและแป้งข้าวเจ้ามีไขมันสูงและมีโมเลกุลอะมิโลสขนาดเล็ก ทำให้เกิดการจับตัวกับอะมิโลสเป็น amylase-lipid complex ซึ่งจะไปเสริมความแข็งแรงให้แก่เจลแป้งที่ได้ จึงมีค่าการคืนตัวสูงกว่าแป้งสาลี (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2546)



ภาพที่ 10 กราฟการเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ, แป้งข้าวขาวหอมมะลิและแป้งสาลีอเนกประสงค์ด้วยเครื่อง Rapid Visco Analysis (RVA)

2.2.2 คุณภาพของงาคำอบหีบน้ำมันบดละเอียด

งาคำอบก่อนที่หีบน้ำมันออกมีปริมาณไขมันสูงถึงร้อยละ 51.9 ทำให้มีปริมาณพลังงานสูงถึงร้อยละ 625.0 กิโลแคลอรี ดังนั้นเพื่อลดพลังงานลง จึงทำการลดปริมาณไขมันในงาคำ โดยหีบเอาน้ำมันในงาออกก่อนบดละเอียดซึ่งทำให้มีปริมาณไขมันเหลือร้อยละ 17.72 จึงมีผลให้ปริมาณสารอาหารอื่นๆ มีค่าสูงขึ้น ยกเว้นพลังงานและไขมันที่มีค่าต่ำลงดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์สารอาหารประเภทต่าง ๆ ในงาดำอบก่อนและหลังหีบ

สารอาหาร	ปริมาณต่อ 100 กรัม	
	ก่อนหีบ	หลังหีบ
ความชื้น (กรัม)**	2.2	2.34
ไขมัน (กรัม)**	51.9	17.72
เถ้า (กรัม)*	6.4	11.15
โปรตีน (กรัม)*	20.6	35.88
ใยอาหาร (กรัม)*	15.7	27.34
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)*	18.9	32.92
พลังงาน (กิโลแคลอรี)*	625.0	434.68
แคลเซียม (มิลลิกรัม)*	1469.0	2,558.4
เหล็ก (มิลลิกรัม)*	9.9	17.24

หมายเหตุ * ค่าที่ได้จากตารางคุณค่าทางโภชนาการไทย กรมอนามัย (2544)

** ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์

3. ผลการศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหาร เช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

3.1 ผลการคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมโดยการใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีใน
การทำผลิตภัณฑ์มัฟฟิน

จากลักษณะปรากฏภายนอกของมัฟฟินที่ผลิตจากแป้งสาลีทั้ง 2 สูตร มีลักษณะดัง
แสดงในภาพที่ 11 โดยผลิตภัณฑ์มัฟฟินสูตรที่ 1 มีผิวหน้าค่อนข้างชื้นมากกว่าสูตรที่ 3 ทำให้มี
ความนุ่มไม่กรอบและมีลักษณะแตกเป็นโดมสูง ส่วนสูตรที่ 3 มีผิวหน้าแห้งกรอบและแตกเป็น
โดมแผ่กว้างกว่ามีความสูงของโดมต่ำกว่าสูตรที่ 1 โดยลักษณะปรากฏของเนื้อในของมัฟฟิน พบว่า
สูตรที่ 1 มีเนื้อสัมผัสต่างจากสูตรที่ 3 โดยสูตรที่ 1 จะมีเนื้อสัมผัสที่มีความนุ่มเหนียวยืดหยุ่นและมี
ความหนึ่ข้นมากกว่าสูตรที่ 3 ซึ่งมีเนื้อสัมผัสที่แห้งและร่วนกว่า แต่เมื่อพิจารณาถึงกลิ่นและรสชาติ

พบว่า สูตรที่ 3 มีกลิ่นหอมของนมเนยและมีรสหวานมากกว่า ส่วนสูตรที่ 1 มีรสจืดและมีกลิ่นจุนของเบคกิ้งโซดา ส่วนสูตรที่ 2 และ 4 ซึ่งผลิตจากแป้งข้าวกล้อง พบว่าลักษณะปรากฏภายนอกของทั้ง 2 สูตรมีลักษณะใกล้เคียงกัน คือ ผิวหน้าแตกเป็นโคมสูง แต่สูตรที่ 4 จะแห้งกรอบมากกว่า โดยลักษณะปรากฏภายในเนื้อ พบว่า สูตรที่ 4 มีความร่วนแห้งมากที่สุด โดยสูตรที่ 2 จะมีความนุ่มและชุ่มชื้นมากกว่า

ผลการวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์มัพฟินทั้ง 4 สูตร มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 31 โดยค่าสี L^* หรือค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์มัพฟินทั้ง 4 สูตร พบว่าสูตรที่ 1 และ 2 จะมีค่าสี L^* ใกล้เคียงกับยี่ห้อยี่ห้อในท้องตลาดคือ ยี่ห้อยามาซากิโดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ค่าสี a^* พบว่ามีค่าที่แตกต่างกันทั้ง 4 สูตรและแตกต่างจากยี่ห้อยามาซากิส่วนค่าสี b^* พบว่าสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่สูตรที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับยี่ห้อยามาซากิที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งแสดงว่า ผลิตภัณฑ์มัพฟินที่ผลิตจากแป้งสาลีจะมีสีเหลืองใกล้เคียงกันระหว่างสูตรที่ 1, สูตรที่ 3 และผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด มากกว่ามัพฟินสูตรที่ 2 และ 4 ที่ผลิตจากแป้งข้าวกล้อง โดยสีของมัพฟินที่ผลิตจากแป้งข้าวกล้องจะมีสีเหลืองเข้มกว่ามัพฟินที่ผลิตจากแป้งสาลีและมัพฟินยี่ห้อยามาซากิ ส่วนการวัดค่าปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์มัพฟิน พบว่า มัพฟินสูตรที่ 4 มีปริมาตรจำเพาะน้อยที่สุดและความแตกต่างกันทางสถิติกับทุกสูตร โดยมัพฟินสูตรที่ 1, สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับยี่ห้อยามาซากิพบว่ามีค่าใกล้เคียงกันและไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพที่ 11 ผลิตรัณฑ์มัฟฟินสูตรพื้นฐานที่ผลิตจากแป้งสาลีทั้ง 2 สูตร

หมายเหตุ สูตรที่ 1 หมายถึง สูตรเศรษฐกิจที่ผลิตจากแป้งสาลี
สูตรที่ 3 หมายถึง สูตรวนิดาที่ผลิตจากแป้งสาลี

ผลการวัดค่าเนื้อสัมผัสของผลิตรัณฑ์มัฟฟินทั้ง 4 สูตร มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 31 โดยมีมัฟฟินสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีค่าความแข็งและค่าการคืนตัวกลับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแต่ค่าความยากง่ายในการเคี้ยวและค่าการเกาะรวมตัวของสูตรที่ 1 มีค่าสูงกว่าสูตรที่ 2 ซึ่งแสดงว่ามัฟฟินที่ผลิตจากแป้งสาลีมีการเกาะรวมตัวภายในเนื้อของผลิตรัณฑ์ได้มากกว่ามัฟฟินที่ผลิตจากแป้งข้าวกล้อง ทั้งนี้เนื่องจากแป้งสาลีมีกลูเตนซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างทำให้เกิดการยึดเหนี่ยวภายในเนื้อมัฟฟินได้มากกว่าแป้งข้าวกล้อง แต่ค่าความแข็งและค่าการคืนตัวกลับมีความใกล้เคียงกัน โดยเมื่อนำค่าทางเนื้อสัมผัสทุกค่ามาเปรียบเทียบกับยี่ห้อยามาซากิพบว่า ค่าทางเนื้อสัมผัสทุกค่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสูตรที่ 3 และ 4 มีค่าเนื้อสัมผัสทุกค่าแตกต่างกัน ซึ่งแสดงว่าหากนำแป้งข้าวกล้องมาผลิตแทนแป้งสาลีในสูตรที่ดัดแปลงจากวนิดาจะมีผลต่อผลิตรัณฑ์ที่ได้ คือ มีความแข็งมากขึ้น แต่การคืนตัวกลับ, ค่าความยากง่ายในการเคี้ยวและการเกาะรวมตัวจะต่ำกว่ามัฟฟินที่ผลิตจากแป้งสาลี

ตารางที่ 31 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มันฝรั่ง 2 สูตร ที่ผลิตจากแป้งสาลีและแป้งข้าวกล้องเมื่อเปรียบเทียบกับยี่ห้อยามาซากิ

ค่าคุณภาพ	ยี่ห้อยามาซากิ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
ค่าสี					
L*	52.82 ± 0.99^b	50.88 ± 0.97^b	53.09 ± 1.01^b	57.42 ± 2.32^a	58.66 ± 2.42^a
a*	-0.07 ± 0.087^c	-0.30 ± 0.13^d	1.17 ± 0.12^b	0.98 ± 0.09^c	1.53 ± 0.063^a
b*	13.57 ± 0.55^d	14.31 ± 0.43^c	21.15 ± 0.50^a	13.93 ± 0.89^{cd}	17.028 ± 0.48^b
ปริมาตรจำเพาะ (cm^3/g)	2.01 ± 0.05^a	2.054 ± 0.09^a	2.05 ± 0.08^a	2.05 ± 0.09^a	1.87 ± 0.1^b
ค่าความแข็ง (N)	1.89 ± 0.22^d	3.17 ± 0.23^c	3.27 ± 0.32^c	3.75 ± 0.17^b	4.42 ± 0.58^a
การเกาะรวมตัว (-)	0.26 ± 0.02^c	0.35 ± 0.02^a	0.29 ± 0.02^b	0.33 ± 0.02^a	0.15 ± 0.02^d
ความขากง่ายในการเคี้ยว (Nmm)	0.0025 ± 0.0003^c	0.0069 ± 0.0004^a	0.0055 ± 0.0012^b	0.0074 ± 0.0006^a	0.0030 ± 0.0009^c
การคืนตัวกลับ (mm.)	4.87 ± 0.16^b	5.99 ± 0.22^a	5.95 ± 0.51^a	5.92 ± 0.15^a	4.27 ± 0.53^c

หมายเหตุ a - e หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สูตรที่ 1 หมายถึง สูตรเศรษฐกิจที่ผลิตจากแป้งสาลี

สูตรที่ 2 หมายถึง สูตรเศรษฐกิจที่ผลิตจากแป้งข้าวกล้อง

สูตรที่ 3 หมายถึง สูตรวนิดาที่ผลิตจากแป้งสาลี

สูตรที่ 4 หมายถึง สูตรวนิดาที่ผลิตจากแป้งข้าวกล้อง

ผลการทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่ผลิตจากแป้งสาลี และแป้งข้าวกล้อง ทั้ง 4 สูตร มีรายละเอียดดังตารางที่ 32 พบว่า คะแนนคุณภาพโดยรวมของผลิตภัณฑ์มัฟฟินสูตรที่ 4 เท่านั้นที่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยมีคะแนนคุณภาพโดยรวมน้อยที่สุดคือ 4.7 คะแนน ส่วนสูตรที่ 1, 2 และ 3 มีคะแนนคุณภาพโดยรวมเท่ากับ 5.78, 5.48 และ 6.04 ตามลำดับ โดยคุณลักษณะด้านสี, ความนุ่ม, ความแน่นเนื้อ, ความร่วนและความฉ่ำเนื้อ มีคะแนนความชอบเฉลี่ยในลักษณะเดียวกับคุณภาพโดยรวม คือ มัฟฟินสูตรที่ 4 เท่านั้นที่มีความแตกต่างทางสถิติจากสูตรอื่น ๆ ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างแป้งสาลีและแป้งข้าวกล้องในแต่ละสูตร พบว่า สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีเพียงคุณลักษณะด้านรสชาติเท่านั้นที่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนคุณลักษณะอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในขณะที่สูตรที่ 3 และ 4 เกือบทุกคุณลักษณะมีความแตกต่างกันหมดยกเว้นลักษณะปรากฏ, สีและกลิ่นเท่านั้นที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งแสดงว่าหากนำแป้งข้าวกล้องมาผลิตแทนแป้งสาลีในสูตรที่ดัดแปลงจากวนิฉาจะมีผลต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้ ทำให้ความชอบของผู้บริโภคลดลง

ตารางที่ 32 คะแนนความชอบต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินจากแป้งสาลีและแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

ความชอบต่อคุณลักษณะ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
คุณภาพโดยรวม	5.78 ± 1.23^a	5.48 ± 1.50^a	6.04 ± 1.39^a	4.70 ± 1.75^b
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	6.18 ± 1.30	5.92 ± 1.32	5.72 ± 1.71	5.66 ± 1.50
สี	6.62 ± 1.15^a	6.44 ± 1.23^a	6.24 ± 1.37^{ab}	5.92 ± 1.46^b
กลิ่น	4.78 ± 1.74^c	5.46 ± 2.05^{bc}	6.22 ± 1.34^a	5.80 ± 1.72^{ab}
รสหวาน	5.12 ± 1.78^b	4.36 ± 1.67^c	6.20 ± 1.45^a	5.38 ± 1.97^b
ความนุ่ม	5.94 ± 1.44^a	5.24 ± 1.80^a	5.32 ± 2.02^a	4.42 ± 1.78^b
ความแน่นเนื้อ	5.80 ± 1.48^a	5.26 ± 1.65^{ab}	5.46 ± 1.91^a	4.64 ± 1.84^b
ความร่วน	5.64 ± 1.91^a	5.30 ± 1.88^a	5.72 ± 1.44^a	4.12 ± 2.06^b
ความฉ่ำเนื้อ	5.48 ± 1.55^a	5.26 ± 1.57^a	5.22 ± 2.04^a	4.40 ± 2.23^b

หมายเหตุ a - c หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันแสดงความไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สูตรที่ 1 หมายถึง สูตรเศรษฐกิจที่ผลิตจากแป้งสาลี

สูตรที่ 2 หมายถึง สูตรเศรษฐกิจที่ผลิตจากแป้งข้าวกล้อง

สูตรที่ 3 หมายถึง สูตรวนิดาที่ผลิตจากแป้งสาลี

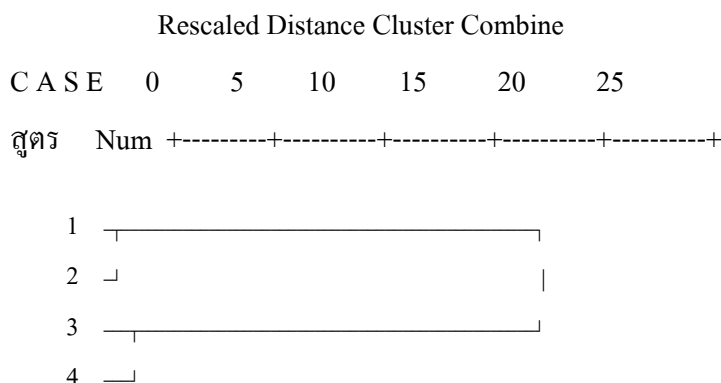
สูตรที่ 4 หมายถึง สูตรวนิดาที่ผลิตจากแป้งข้าวกล้อง

ผลการจัดกลุ่มเบื้องต้นด้วยเทคนิค Cluster Analysis ของค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์มัฟฟินทั้ง 4 สูตร เพื่อสามารถจัดกลุ่มตัวอย่างได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งจากการจัดกลุ่ม พบว่า

กลุ่มที่แบ่งโดยพิจารณารวมทั้งทางด้านกายภาพและการทดสอบความชอบของมัฟฟินดังภาพที่ 12 สามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างได้อย่างชัดเจน เป็น 2 กลุ่ม ที่มีค่าคุณภาพใกล้เคียงกัน คือ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มตัวอย่างของสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ส่วนกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มตัวอย่างของสูตรที่ 3 และ 4 ซึ่งจากการจัดกลุ่มดังกล่าว สามารถแยกความแตกต่างโดยรวมของสูตรพื้นฐานของสูตร

เศรษฐกิจและสูตรวนิดาเมื่อนำมาผลิตทั้ง 2 สูตรมีความแตกต่างกัน ซึ่งสูตรพื้นฐานแต่ละสูตรเมื่อนำมาผลิตมัพฟินไม่ว่าจากแป้งสาลีหรือแป้งข้าวกล้อง พบว่า ค่าคุณภาพโดยรวมยังมีค่าใกล้เคียงกัน โดยสูตรเศรษฐกิจมีความแตกต่างน้อยกว่า

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

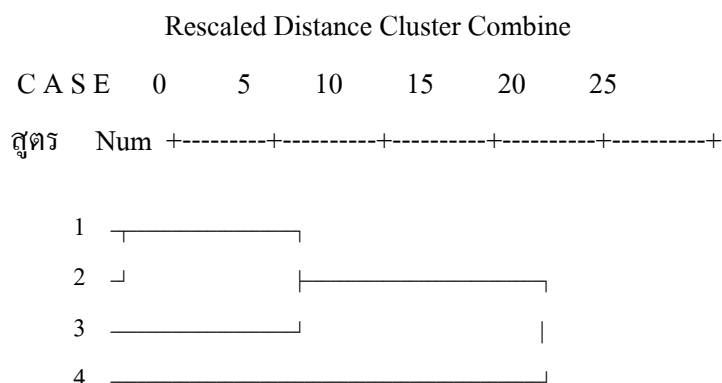


ภาพที่ 12 การจัดกลุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์มัพฟินโดยการประเมินคุณภาพรวมทางด้านกายภาพและการทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์

- หมายเหตุ 1 คือ สูตรที่ 1 ของสูตรเศรษฐกิจที่ผลิตจากแป้งสาลี
 2 คือ สูตรที่ 2 ของสูตรเศรษฐกิจที่ผลิตจากแป้งข้าวกล้อง
 3 คือ สูตรที่ 3 ของสูตรวนิดาที่ผลิตจากแป้งสาลี
 4 คือ สูตรที่ 4 ของสูตรวนิดาที่ผลิตจากแป้งข้าวกล้อง

ผลการจัดกลุ่มโดยการแบ่งกลุ่มเฉพาะค่าทางด้านกายภาพ โดยการวัดค่าทางเครื่องมือ ซึ่ง ได้แก่ ค่าความแข็ง 1, ค่าการคืนตัวกลับ, ค่าความยากง่ายในการเคี้ยว, ค่าการเกาะรวมตัวของเนื้อในมัพฟิน, ค่าสี L^* , a^* , b^* และค่าปริมาตรของผลิตภัณฑ์มัพฟินทั้ง 4 สูตรเมื่อนำมาจัดกลุ่มเปรียบเทียบกับมัพฟินยี่ห้อยามาซากิ พบว่า การจัดกลุ่มตัวอย่างตามค่าคุณภาพทางด้านกายภาพที่ใกล้เคียงกันสามารถแบ่งกลุ่มตัวอย่างได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ ตัวอย่างมัพฟินสูตรที่ 1, สูตรที่ 2 และผลิตภัณฑ์มัพฟินยี่ห้อในท้องตลาด กลุ่มที่ 2 ได้แก่ สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 โดยสูตรที่ 1 และ 2 มีคุณภาพใกล้เคียงกับมัพฟินยี่ห้อยามาซากิมากที่สุด ดังภาพที่ 13

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



ภาพที่ 14 การจัดกลุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์โดยการทดสอบความชอบ

- หมายเหตุ 1 คือ สูตรที่ 1 ของสูตรเสริมรสปงศ์ที่ผลิตจากแป้งสาลี
 2 คือ สูตรที่ 2 ของสูตรเสริมรสปงศ์ที่ผลิตจากแป้งข้าวกล้อง
 3 คือ สูตรที่ 3 ของสูตรวนิดาที่ผลิตจากแป้งสาลี
 4 คือ สูตรที่ 4 ของสูตรวนิดาที่ผลิตจากแป้งข้าวกล้อง

จากผลการจัดกลุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิค Cluster Analysis และการวิเคราะห์ค่าทางด้านกายภาพและการทดสอบความชอบ สามารถสรุปได้ว่าสูตรของเสริมรสปงศ์มีความเหมาะสมกว่าสูตรของวนิดาเนื่องจากสูตรของเสริมรสปงศ์เมื่อนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวกล้อง มีคุณภาพทางกายภาพใกล้เคียงกับยี่ห้อยามาซากิมากกว่า และมีการเปลี่ยนแปลงค่าคุณภาพทั้งทางด้านกายภาพและค่าการทดสอบความชอบน้อยกว่าสูตรของวนิดา ดังนั้นจึงนำสูตรของเสริมรสปงศ์ที่ผลิตจากแป้งสาลีมาเป็นสูตรพื้นฐานเพื่อพัฒนาโดยใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนในขั้นต่อไป โดยมีส่วนผสมของสูตรพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือก ดังตารางที่ 33

ตารางที่ 33 สูตรพื้นฐานแป้งสาลีของผลิตภัณฑ์มัฟฟิน

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)
แป้งสาลีอเนกประสงค์	31.40
นมข้นจืด	16.44
โยเกิร์ต	16.44
ไข่ไก่	15.00
น้ำตาลทรายป่น	11.20
เนยสด	8.37
ผงฟู	0.90
เกลือป่น	0.25

3.2 ผลการสร้างสูตรมัฟฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิให้มีคุณค่าทางโภชนาการ

ผลการสร้างสูตรมัฟฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ โดยการพิจารณาหนึ่งหน่วยบริโภคมีน้ำหนักเท่ากับ 100 กรัม ตามข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามและมีข้อกำหนดคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้า ซึ่งจากการสร้างสูตรต้องทำการเพิ่มและลดส่วนผสมบางชนิดในสูตรเพื่อให้ได้คุณค่าทางโภชนาการตามที่กำหนด ได้แก่ การลดน้ำตาลทรายโดยใช้แลคทิทอล (lactitol) ทดแทนเพื่อลดพลังงานเนื่องจากแลคทิทอลให้พลังงาน 2 กิโลแคลอรี / กรัม ซึ่งน้อยกว่าน้ำตาลครึ่งหนึ่งและมีคุณสมบัติเป็น bulking agents ซึ่งช่วยทดแทนมวลของน้ำตาลที่หายไป (มลศิริ, 2545), ลดปริมาณไข่แดงเพื่อลดคอเลสเตอรอล เนื่องจากไข่แดงมีปริมาณคอเลสเตอรอลสูงถึง 1,250 มิลลิกรัม / 100 กรัม (กรมอนามัย, 2544) เพิ่มนมผงเพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีน, เพิ่มงาดำอบหิบน้ำมันเพื่อเพิ่มเหล็ก เนื่องจากงาดำมีปริมาณเหล็กสูงและทำการหิบน้ำมันเพื่อลดปริมาณไขมันและพลังงาน และเพิ่มอินนูลิน (Inulin) เพื่อเพิ่มใยอาหารเนื่องจากอินนูลินเป็นใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำและร่างกายไม่สามารถย่อยได้ทำให้อิ่มนานและยังมีส่วนช่วยดูดซึมแคลเซียม, ทดแทนความหวานและไขมัน โดยนิยมใช้ร่วมกับสารให้ความหวานซึ่งเหมาะกับผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ (บริษัทเฮลล์ มหาบุญ, 2548) ซึ่งผลการคำนวณสูตรผลิตภัณฑ์ให้มีข้อกำหนดด้านคุณค่าทางโภชนาการและมีราคาต่ำสุด โดยใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรง ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เชิงตำรารูป Lindo พบว่า ผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่ได้จากการคำนวณมีพลังงานและสารอาหารเป็นไปตาม

ข้อกำหนด โดยส่วนผสมที่ได้เป็นสูตรคำนวณ 1 มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 34 และมีคุณค่าทางโภชนาการ ดังแสดงในตารางที่ 35

ตารางที่ 34 การเปรียบเทียบส่วนผสมระหว่างสูตรคำนวณ 1 จากโปรแกรม Lindo กับสูตรพื้นฐานแป้งสาลี

ส่วนผสม	สูตรพื้นฐานแป้งสาลี (ร้อยละ)	สูตรคำนวณ 1 (ร้อยละ)
แป้งสาลีอเนกประสงค์	31.40	-
แป้งข้าวกล้อง	-	27.27
นมข้นจืด	16.44	15.45
โยเกิร์ต	16.44	15.45
น้ำตาลทรายป่น	11.20	3.8
ไข่ไก่ทั้งฟอง	15.00	-
ไข่ไก่ (แดง)	-	2.56
ไข่ไก่ (ขาว)	-	15
เนยสด	8.37	3.98
งาดำอบหิบน้ำมัน	-	5.45
แลคทิทอล (Lactitol)	-	4.55
อินนูลิน (Inulin)	-	2.73
นมผง	-	2.6
ผงฟู	0.90	0.90
เกลือป่น	0.25	0.25

ตารางที่ 35 ปริมาณสารอาหารของสูตรคำนวณ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนด

สารอาหาร	ข้อกำหนด	สูตรคำนวณ 1
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	≤ 262.5	262.50
โปรตีน (กรัม)	≥ 7.8	10.24
ไขมัน (กรัม)	≤ 10.21	7.65
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	≤ 42.66	42.66
ใยอาหาร (กรัม)	≥ 3.75	4.25
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	≥ 120	247.92
เหล็ก (มิลลิกรัม)	≥ 2.25	2.30
โคเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	≤ 45	45.00

จากสูตรคำนวณ 1 พบว่า ต้นทุนวัตถุดิบเท่ากับ 5.53 บาทต่อหน่วยบริโภค 100 กรัม ซึ่งจากการผลิตมัพฟินทั้ง 2 สูตร คือสูตรคำนวณ 1 และสูตรพื้นฐานแป้งสาลี ตามกรรมวิธีในวิธีการ พบว่า สูตรพื้นฐานแป้งสาลี มีลักษณะปรากฏภายนอกเป็นรูปโดม ส่วนบนแตกนูนมีสีเหลืองอมน้ำตาล เนื้อภายในมีสีเหลือง มีกลิ่นเนยสด เนื้อสัมผัสมีความนุ่มและมีรสหวาน ส่วนสูตรคำนวณ 1 มีลักษณะปรากฏภายนอกใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐานแป้งสาลี โดย ส่วนบนแตกนูนเป็นรูปโดมมีสีค่อนข้างดำ เนื้อภายในมีสีดำน้อยเนื่องจากมีส่วนผสมของงาคำป่น มีกลิ่นหอมของงา แต่เนื้อสัมผัสมีความนุ่มและมีรสหวานน้อยกว่า ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าสีระหว่างสูตรทั้ง 2 และยี่ห้อยามาซากิ ดังตารางที่ 36 พบว่าสูตรคำนวณ 1 มีค่าสี L^* , a^* และ b^* มีความแตกต่างกันทั้งหมดกับสูตรพื้นฐานแป้งสาลีและยี่ห้อยามาซากิโดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสูตรคำนวณ 1 มีส่วนผสมของงาคำป่นทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีค่อนข้างดำ ส่วนสูตรพื้นฐานแป้งสาลีและยี่ห้อยามาซากิมีสีน้ำตาลอมเหลือง เมื่อทำการวัดค่าปริมาตรจำเพาะ พบว่า ทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ผลการวัดค่าคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส มีรายละเอียดดังตารางที่ 36 พบว่า ผลิตภัณฑ์มัพฟินที่ได้จากสูตรคำนวณ 1 มีค่าความแข็ง, ความยากง่ายในการเคี้ยวและการคืนตัวกลับสูงกว่าของยี่ห้อยามาซากิและสูตรพื้นฐานแป้งสาลี ในขณะที่ค่าการเกาะรวมตัวไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสูตรพื้นฐานแป้งสาลีแต่มีค่าสูงกว่าของยี่ห้อยามาซากิ ทั้งนี้เนื่องจากสูตรที่ได้จากการคำนวณใช้ส่วนผสมของแป้งข้าวกล้องล้วนซึ่งไม่มีกลูเตน ที่มีหน้าที่ทำให้เกิดโครงสร้างตาข่าย

เชื่อมต่อนี้เป็นเนื้อเดียวกันจึงไม่สามารถกักเก็บอากาศได้เหมือนกับคุณสมบัติโปรตีนในแป้งสาลี (วิชัย, 2547) ผลึกภัณฑ์ที่ได้จึงมีความนุ่มน้อยกว่าสูตรพื้นฐานแป้งสาลีและยีส่หอยามาซากิ อีกทั้งในส่วนผสมได้มีการเติมงาดำลงไปและลดปริมาณเนยสดลง เพื่อให้ได้ผลึกภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการตามที่กำหนด ทำให้ผลึกภัณฑ์ที่ได้มีความแข็งมากกว่าสูตรพื้นฐานแป้งสาลีและยีส่หอยามาซากิ จึงมีผลให้คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสอื่น ๆ สูงตามไปด้วย

ตารางที่ 36 เปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของมัฟฟินสูตรจำนวน 1, สูตรพื้นฐานแป้งสาลีและยีส่หอยามาซากิ

ค่าคุณภาพ	ยามาซากิ	สูตรพื้นฐานแป้งสาลี	สูตรจำนวน 1
ค่าสี			
L*	52.82±0.99 ^a	50.88 ± 0.97 ^b	30.68±1.27 ^c
a*	-0.07±0.09 ^c	-0.30 ± 0.13 ^b	0.63±0.07 ^a
b*	13.57±0.55 ^b	14.31 ± 0.43 ^a	4.88±0.39 ^c
ปริมาตรจำเพาะ (cm ³ /g) ^{ns}	2.01±0.05	2.05 ± 0.09	2.04±0.06
ค่าความแข็ง (N)	1.89±0.22 ^c	3.17 ± 0.23 ^b	3.77±0.39 ^a
การเกาะรวมตัว (-)	0.26±0.02 ^b	0.35 ± 0.02 ^a	0.33±0.02 ^a
ความยากง่ายในการเคี้ยว (Nmm)	0.0025±0.0003 ^c	0.0069 ± 0.0004 ^b	0.0078±0.0006 ^a
การคืนตัวกลับ (mm.)	4.87±0.16 ^c	5.99± 0.22 ^b	6.26±0.09 ^a

หมายเหตุ a - c หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการทดสอบความชอบของผลึกภัณฑ์มัฟฟินสูตรจำนวน 1 มีรายละเอียดดังตารางที่ 37 พบว่า คะแนนความชอบต่อคุณภาพโดยรวมของผลึกภัณฑ์มัฟฟิน ผู้ทดสอบมีความชอบในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบถึงชอบเล็กน้อย โดยมีคะแนนเท่ากับ 5.54 ส่วนคุณลักษณะด้านรส

หวานและความนุ่ม ผู้ทดสอบมีความชอบในระดับไม่ชอบเล็กน้อยถึงบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ โดยคุณลักษณะด้านกลิ่นจากผู้ทดสอบมีความชอบในระดับชอบเล็กน้อย ซึ่งจากผลการทดสอบโดยวิธี Just about right scaling พบว่า ผู้ทดสอบมีความเห็นว่าผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะด้านความหวานและความนุ่มอ่อนมาก คิดเป็นร้อยละ 54 และ 42 ตามลำดับ และคุณลักษณะด้านกลิ่นจากพอดี้คิดเป็นร้อยละ 50

ตารางที่ 37 คะแนนความชอบเฉลี่ยและความรู้สึกต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมัฟฟิน สูตรจำนวน 1

ความชอบต่อคุณลักษณะ	คะแนนความชอบ	คะแนนความรู้สึก	
		ระดับความรู้สึก	ร้อยละ
คุณภาพโดยรวม	5.54 ± 1.31	-	-
กลิ่น	6.40 ± 1.12	พอดี้	50.00
รสหวาน	4.86 ± 1.94	อ่อนมาก	54.00
ความนุ่ม	4.88 ± 1.69	อ่อนมาก	42.00

ดังนั้นจากผลดังกล่าวสรุปได้ว่า คุณลักษณะที่ต้องนำมาปรับปรุงผลิตภัณฑ์ต่อไปได้แก่ รสหวานและความนุ่ม โดยปรับปรุงให้มีรสหวานและความนุ่มในผลิตภัณฑ์มัฟฟินเพิ่มขึ้น

3.3 ผลการปรับปรุงผลิตภัณฑ์มัฟฟินทางด้านเนื้อสัมผัสและรสชาติ

3.3.1 ผลการปรับปรุงเนื้อสัมผัสด้านความนุ่ม

จากการปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มัฟฟินด้านความนุ่ม โดยการปรับปรุงส่วนผสมและขนาดของเม็ดแป้งดังนี้

ก. ปรับส่วนผสมในผลิตภัณฑ์มัฟฟิน

ผลการปรับปรุงส่วนผสมจากการคำนวณโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เชิงสำเร็จรูป Lindo ได้เป็นสูตรจำนวน 2 โดยเพิ่มปริมาณนมผงแทนการใช้นมข้นจืดและใช้น้ำเปล่า

แทนที่ในส่วนผสมของเหลว ทำให้สูตรที่ได้สามารถเพิ่มปริมาณเนยสดได้ถึงร้อยละ 1.3 และเพื่อให้ได้สารอาหารเป็นไปตามข้อกำหนดจึงลดปริมาณไข่แดงลงร้อยละ 0.3 ดังแสดงส่วนผสมในตารางที่ 38 และปริมาณสารอาหารในตารางที่ 39

ตารางที่ 38 ส่วนผสมของสูตรพื้นฐานแป้งสาลี, สูตรคำนวณ 1 และสูตรคำนวณ 2

ส่วนผสม	สูตรพื้นฐานแป้งสาลี (ร้อยละ)	สูตรคำนวณ 1 (ร้อยละ)	สูตรคำนวณ 2 (ร้อยละ)
แป้งข้าวกลึง	-	27.27	27.27
แป้งสาลีอเนกประสงค์	31.40	-	-
นมข้นจืด	16.44	15.45	0.00
โยเกิร์ต	16.44	15.45	15.45
น้ำตาลทรายป่น	11.20	3.80	3.70
เนยสด	8.37	3.98	5.28
ไข่ไก่ทั้งฟอง	15.00	-	-
ไข่ไก่ (แดง)	-	2.56	2.27
ไข่ไก่ (ขาว)	-	15.00	15.00
งาดำ	-	5.45	5.45
แลคทิทอล (Lactitol)	-	4.55	4.55
อินนูลิน (Inulin)	-	2.73	2.73
นมผง	-	2.60	4.86
ผงฟู	0.90	0.90	0.90
เกลือป่น	0.25	0.25	0.25
น้ำ	-	-	12.27

ตารางที่ 39 ปริมาณสารอาหารของสูตรคำนวณ 1 และสูตรคำนวณ 2 เมื่อเปรียบเทียบกับ
ข้อกำหนด

สารอาหาร	ข้อกำหนด	สูตรคำนวณ 1	สูตรคำนวณ 2
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	≤ 262.5	262.50	261.52
โปรตีน (กรัม)	≥ 7.8	10.24	9.99
ไขมัน (กรัม)	≤ 10.21	7.65	7.66
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	≤ 42.66	42.66	42.66
ใยอาหาร (กรัม)	≥ 3.75	4.25	4.25
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	≥ 120	247.92	235.78
เหล็ก (มิลลิกรัม)	≥ 2.25	2.30	2.25
โคเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	≤ 45	45.00	43.01

จากการผลิตมัพฟินสูตรคำนวณ 2 ตามกรรมวิธีในวิธีการ พบว่า มัพฟินที่ได้มีลักษณะใกล้เคียงกับสูตรคำนวณ 1 คือ มีลักษณะปรากฏภายนอกส่วนบนแตกนูนเป็นรูปโดม เนื้อภายในมีสีน้ำตาลเล็กน้อยเนื่องจากมีส่วนผสมของงาดำป่น มีกลิ่นหอมของงา แต่เนื้อสัมผัสมีความนุ่มมากขึ้นและมีรสหวานเล็กน้อย เมื่อทำการวัดค่าคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสเพื่อเปรียบเทียบกับสูตรคำนวณ 1, สูตรพื้นฐานแป้งสาลีและยี่ห้อยามาซากิ ได้ผลดังตารางที่ 40 พบว่า ค่าความแข็งของทั้ง 4 สูตรมีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งสูตรคำนวณ 2 จะมีความนุ่มมากกว่าสูตรคำนวณ 1 เนื่องจากการเพิ่มปริมาณเนยสดซึ่งมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มชื้นและความนุ่มเพิ่มขึ้น อีกทั้งมีผลต่อการเพิ่มปริมาตรของผลิตภัณฑ์ (จิตธนาและอรอนงค์, 2541) โดยปริมาตรของสูตรคำนวณ 2 มีปริมาตรมากกว่าสูตรอื่น ๆ ส่วนค่าการเกาะรวมตัวมีค่าต่ำกว่าสูตรพื้นฐานแป้งสาลีแต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสูตรคำนวณ 1 โดยค่าความยากง่ายในการเคี้ยวไม่ต่างจากสูตรพื้นฐานแป้งสาลีและการคืนตัวกลับไม่มีความแตกต่างกับสูตรคำนวณ 1 ซึ่งทั้ง 2 สูตรจะมีค่ามากกว่าสูตรพื้นฐานแป้งสาลีและยี่ห้อยามาซากิ

ตารางที่ 40 คุณภาพทางกายภาพผลิตภัณฑ์ฟีนสูตรจำนวน 2 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน แป้งสาลี, สูตรจำนวน 1 และยี่ห้อยามาซากิ

ค่าคุณภาพ	ยี่ห้อยามาซากิ	สูตรพื้นฐานแป้ง สาลี	สูตรจำนวน 1	สูตรจำนวน 2
ค่าความแข็ง (N)	1.89±0.22 ^d	3.17 ± 0.23 ^c	3.77±0.39 ^a	3.44±0.20 ^b
การเกาะรวมตัว (-)	0.26±0.02 ^c	0.35 ± 0.02 ^a	0.33±0.02 ^{ab}	0.32±0.01 ^b
ความยากง่ายในการ เคี้ยว (Nmm)	0.0025 ±0.0003 ^c	0.0069 ± 0.0012 ^b	0.0078 ±0.0006 ^a	0.0069 ±0.0004 ^b
การคืนตัวกลับ (mm.)	4.87±0.16 ^c	5.99± 0.22 ^b	6.26±0.09 ^a	6.25±0.09 ^a
ปริมาตรจำเพาะ(cm ³ /g)	2.03±0.04 ^b	2.05 ± 0.08 ^b	2.06 ± 0.09 ^b	2.36 ± 0.06 ^a

หมายเหตุ a - d หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ข. ผลการเลือกขนาดของเม็ดแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

ผลการเลือกขนาดของเม็ดแป้ง โดยกำหนดขนาดเม็ดแป้งที่ผ่านตะแกรงขนาด 100, 120 และ 150 เมช ทำการผลิตตามสูตรจำนวน 2 ซึ่งผลการวัดค่าคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส ได้ผลดังตารางที่ 41 โดยเนื้อสัมผัสทุกค่าและทุกความละเอียดของเม็ดแป้งของสูตรจำนวน 2 มีค่ามากกว่าและมีความแตกต่างทางสถิติกับสูตรพื้นฐานแป้งสาลีทั้งสิ้น ซึ่งค่าความแข็งของสูตรดังกล่าวมีความนุ่มขึ้นหรือมีค่าความแข็งลดลงเมื่อใช้แป้งที่มีความละเอียดมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเปลี่ยนเม็ดแป้งจาก 100 เมช เป็น 120 เมช ทำให้ความแข็งลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับการเปลี่ยนขนาดแป้งจาก 120 เป็น 150 เมช ทั้งนี้เนื่องจากเม็ดแป้งที่มีขนาดเล็กจะสามารถดูดน้ำในส่วนผสมได้มากขึ้นทำให้เม็ดแป้งเกิดความพองตัวได้มากขึ้น จึงมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความนุ่มมากขึ้น ความละเอียดของเม็ดแป้งไม่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างทางสถิติต่อค่าการเกาะรวมตัวและค่าการคืนตัวกลับ แต่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างของความยากง่ายในการเคี้ยวซึ่งแป้งที่มีความละเอียดมากขึ้นจะมีผลทำให้มีความยากง่ายในการเคี้ยวน้อยลง ส่วนปริมาตรจำเพาะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของขนาดเม็ดแป้งในสูตรเดียวกัน โดยค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 41 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งที่ผลิตจากแป้งขนาดต่าง ๆ เปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานแป้งสาลี

ค่าคุณภาพ	สูตรพื้นฐาน แป้งสาลี	ขนาดของเม็ดแป้ง (เมช)		
		100	120	150
ค่าความแข็ง (N)	2.93 ± 0.11^d	3.64 ± 0.16^a	3.29 ± 0.12^b	3.11 ± 0.14^c
การเกาะรวมตัว (-)	0.288 ± 0.02^b	0.33 ± 0.02^a	0.33 ± 0.02^a	0.33 ± 0.02^a
ความยากง่ายในการเคี้ยว (Nmm)	0.0041 ± 0.0006^c	0.0074 ± 0.0010^a	0.0067 ± 0.0005^b	0.0064 ± 0.0004^b
การคืนตัวกลับ (mm.)	5.95 ± 0.28^b	6.24 ± 0.21^a	6.21 ± 0.16^a	6.25 ± 0.10^a
ปริมาตรจำเพาะ (cm^3/g)	2.05 ± 0.08^b	2.36 ± 0.06^a	2.38 ± 0.10^a	2.35 ± 0.08^a

หมายเหตุ a - d หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ

ผลการทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อมันฝรั่งที่ผลิตจากแป้งที่มีความละเอียด 100, 120 และ 150 เมช มีรายละเอียดดังตารางที่ 42 โดยผลิตภัณฑ์มันฝรั่งที่ผลิตจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิที่มีความละเอียด 100 เมช ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายให้คะแนนคุณภาพโดยรวมและด้านความนุ่มอยู่ในระดับเฉย ๆ หรือบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ โดยมีความแตกต่างทางสถิติกับมันฝรั่งที่ผลิตจากแป้งข้าวกล้องที่มีความละเอียด 120 และ 150 เมช ซึ่งผู้บริโภคให้คะแนนคุณภาพโดยรวมเท่ากับ 5.92 และ 6.16 ตามลำดับ ส่วนคะแนนด้านความนุ่มมีคะแนนเท่ากับ 6.18 และ 6.26 ตามลำดับ โดยทั้งสองคุณลักษณะอยู่ในระดับความชอบเล็กน้อย ซึ่งมันฝรั่งที่ผลิตจากแป้งที่มีความละเอียดทั้ง 120 และ 150 เมช ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 42 คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินสูตรจำนวน 2 จากแป้งข้าวกล้องที่ความละเอียดต่าง ๆ

ความชอบต่อคุณลักษณะ	ขนาดของเม็ดแป้ง (เมช)		
	100	120	150
คุณภาพโดยรวม	5.12 ± 1.48^b	5.92 ± 1.26^a	6.16 ± 1.50^a
ความนุ่ม	5.00 ± 1.48^b	6.18 ± 1.04^a	6.62 ± 1.35^a

หมายเหตุ a - b หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลการผลิตแป้งข้าวกล้อง พบว่า แป้งที่มีความละเอียดขนาด 100 เมช มีผลผลิตจากการผลิตเป็นแป้งมากที่สุด รองลงมาคือ ขนาด 120 และ 150 เมช โดยมีผลผลิตเท่ากับร้อยละ 71.46, 54.56 และ 21.72 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อพิจารณาพร้อมกับผลการทดสอบทางกายภาพและการทดสอบความชอบ จึงทำการคัดเลือกแป้งข้าวกล้องที่มีความละเอียดที่ 120 เมช มาทำการปรับปรุงสูตรต่อไป เนื่องจากมัฟฟินที่ผลิตจากแป้งขนาดความละเอียดดังกล่าวมีความนุ่มและคุณภาพโดยรวมสูงกว่าการใช้แป้งขนาด 100 เมช และมีผลผลิตจากการผลิตแป้งมากกว่า 150 เมช ทำให้มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่า

3.3.2 ผลการปรับหน่วยบริโภคให้มีน้ำหนัก 90 กรัม

จากผลการปรับส่วนผสมตามสูตรจำนวน 2 และศึกษาขนาดของเม็ดแป้ง พบว่าสูตรที่ได้มีปริมาณจำเพาะมากขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีขนาดใหญ่ขึ้นและล้นพิมพ์เมื่อใส่ส่วนผสมในปริมาณเท่ากัน จึงต้องทำการปรับสูตรใหม่โดยการลดขนาดของหน่วยบริโภคลงจากขนาด 100 กรัม ให้มีขนาด 90 กรัม ซึ่งเป็นขนาดเดียวกับยี่ห้อ au bon bain และเป็นขนาดที่ผู้บริโภคต้องการจากการทำการอภิปรายกลุ่ม (Focus group) ในการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค การปรับส่วนผสมใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เชิงสำเร็จรูป Lindo โดยมีข้อจำกัดด้านสารอาหารตามข้อกำหนด ซึ่งจากการคำนวณได้ส่วนผสมเป็นสูตรจำนวน 3 มีต้นทุนวัตถุดิบเท่ากับ 5.76 บาทต่อหน่วยบริโภค 90 กรัม โดยสูตรที่ได้มีส่วนผสมของส่วนผสมและสารอาหารต่าง ๆ ดังตารางที่ 43 และตารางที่ 44

ตารางที่ 43 สัดส่วนของส่วนผสมสูตรคำนวณ 3 ขนาด 90 กรัมต่อหน่วยบริโภค

ส่วนผสม	ร้อยละ
แป้งข้าวกล้องขนาด 120 เมช	27.80
ผงฟู	0.90
เกลือป่น	0.25
น้ำตาลทรายป่น	3.70
แลคทิทอล (lactitol)	4.55
นมผง	4.86
งาดำ	6.62
อินนูลิน (Inulin)	2.73
เนยสด	5.27
ไข่ไก่ (แดง)	2.75
ไข่ไก่ (ขาว)	14.37
โยเกิร์ต	15.00
น้ำ	11.20

ตารางที่ 44 ปริมาณสารอาหารของสูตรคำนวณ 3 ขนาด 90 กรัมต่อหน่วยบริโภค

สารอาหาร	ข้อกำหนด	สูตรคำนวณ 3
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	≤ 262.5	245.55
โปรตีน (กรัม)	≥ 7.8	9.59
ไขมัน (กรัม)	≤ 10.21	7.31
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	≤ 42.66	39.46
ใยอาหาร (กรัม)	≥ 3.75	4.01
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	≥ 120	237.50
เหล็ก (มิลลิกรัม)	≥ 2.25	2.25
โคเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	≤ 45	45.00

จากการวัดค่าคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของสูตรจำนวน 3 ที่ปรับขนาดหน่วยบริโภค 90 กรัม เปรียบเทียบกับสูตรจำนวน 2 ดังตารางที่ 45 พบว่า ค่าความแข็งและความยากง่ายในการเคี้ยวของสูตรจำนวน 3 มีค่ามากกว่าและมีความแตกต่างกันทางสถิติกับสูตรจำนวน 2 ทั้งนี้เนื่องจากสูตรจำนวน 3 มีการเพิ่มปริมาณงาดำและแป้งข้าวกล้อง อีกทั้งได้ลดปริมาณน้ำและไข่ขาวลงเพื่อให้มีคุณค่าทางโภชนาการเป็นไปตามข้อกำหนด โดยส่วนผสมที่ได้มีลักษณะข้นหนืดมากขึ้น จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งและความยากง่ายในการเคี้ยวมากกว่าสูตรจำนวน 2 ส่วนค่าการเกาะรวมตัวและการคืนตัวกลับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้ง 2 สูตร

ผลการทดสอบความแตกต่างของสูตรจำนวน 3 เปรียบเทียบกับสูตรจำนวน 2 โดยการทดสอบด้วยวิธีการเปรียบเทียบตัวอย่างคู่ (Pair comparison) ดังตารางที่ 45 พบว่า ทั้ง 2 สูตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งแสดงว่าผลิตภัณฑ์ฟัพฟินทั้ง 2 สูตร มีความนุ่มใกล้เคียงกัน โดยผู้บริโภคไม่สามารถแยกความแตกต่างได้

ตารางที่ 45 คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสและผลการทดสอบความแตกต่างด้านความนุ่มด้วยวิธีการเปรียบเทียบตัวอย่างคู่ของสูตรจำนวน 2 และสูตรจำนวน 3

ค่าคุณภาพ	สูตรจำนวน 2	สูตรจำนวน 3
ค่าความแข็ง (N)	3.29±0.12 ^b	3.41±0.12 ^a
การเกาะรวมตัว ^{ns} (-)	0.33±0.02	0.33±0.02
ความยากง่ายในการเคี้ยว (Nmm)	0.0067±0.0005 ^b	0.0079±0.0025 ^a
การคืนตัวกลับ ^{ns} (mm.)	6.21±0.16	6.27±0.08
ความนุ่ม ^{ns} (คน)*	30	20

หมายเหตุ a - b หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

* หมายถึง จำนวนที่จะบอกว่าตัวอย่างมีความนุ่มแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คือ 32 คน

ดังนั้นจากข้อมูลดังกล่าว สรุปได้ว่า สูตรจำนวน 3 ที่ปรับขนาดหน่วยบริโภคเป็น 90 กรัม ผู้บริโภคไม่สามารถแยกความแตกต่างด้านความนุ่มได้เมื่อเทียบกับสูตรจำนวน 2 จึงนำสูตรดังกล่าวมาปรับปรุงรสชาติด้านความหวานต่อไป

3.3.3 ผลการปรับปรุงทางด้านความหวานและกรรมวิธีการผลิต

ผลการศึกษากรรมวิธีการผลิตที่ระยะเวลาในการอบต่าง ๆ ได้ลักษณะปรากฏของมัฟฟินที่ระยะเวลาอบต่าง ๆ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 46 โดยพบว่าลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่ระยะเวลาในการอบต่าง ๆ มีลักษณะภายนอกใกล้เคียงกันยกเว้นสีของผลิตภัณฑ์ โดยมีลักษณะภายนอกส่วนบนแตกเป็นโคมสูง แต่สีมีความแตกต่างกันคือระยะเวลาอบที่สั้น สีของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีสีค่อนข้างอ่อนกว่าที่ระยะอบนานขึ้น ส่วนเนื้อภายในพบว่าเวลาอบที่เหมาะสมที่สุด คือ 20 นาที เนื่องจากผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่ได้มีลักษณะสุกนุ่มไม่แฉะ เมื่อทำการวัดค่าทางด้านเนื้อสัมผัส ได้ผลดังรายละเอียดในตารางที่ 47 โดยผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่ระยะเวลาอบ 18 และ 20 นาที มีค่าความแข็งไม่แตกต่างกัน แต่มีค่าความแข็งน้อยกว่าที่ระยะเวลาอบ 22 นาที ซึ่งระยะเวลาอบที่นานขึ้นทำให้ค่าความแข็ง, ค่าการเกาะรวมตัว, ค่าความยากง่ายในการเคี้ยวและค่าการคืนตัวกลับมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำที่อยู่ในส่วนผสมเกิดการระเหยมากขึ้นเมื่ออบนานขึ้นจึงมีผลทำให้ค่าเนื้อสัมผัสต่าง ๆ มีค่าสูงขึ้น ส่วนปริมาณอะซิซัลเฟรม เค (Acesulfame K) ไม่มีผลต่อความแข็งและเนื้อสัมผัสอื่น ๆ ของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 46 ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่ระยะเวลาอบต่าง ๆ

ระยะเวลาอบ (นาที)	ลักษณะผลิตภัณฑ์
18	ผิวภายนอกมีสีอ่อน เนื้อภายในมีลักษณะแฉะเล็กน้อยและยังไม่สุก
20	ผิวภายนอกมีเข้มขึ้น เนื้อภายในมีลักษณะสุกนุ่มและไม่แฉะ
22	ผิวภายนอกมีสีเข้ม เนื้อภายในมีลักษณะสุกแข็งและเนื้อแห้งเล็กน้อย

ตารางที่ 47 คุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของมะฝัฟนที่ปริมาณอะซีซัลเฟรม เเค ในระดับต่าง ๆ ที่ระยะเวลาในการอบ 18, 20 และ 22 นาที

คุณลักษณะ	เวลาอบ / ปริมาณอะซีซัลเฟรม เเค (กรัม)								
	18 นาที			20 นาที			22 นาที		
	0.032	0.052	0.072	0.032	0.052	0.072	0.032	0.052	0.072
ค่าความแข็ง (N)	3.47±0.12 ^b	3.42 ± 0.17 ^b	3.41±0.28 ^b	3.51±0.13 ^b	3.57 ± 0.14 ^b	3.46±0.11 ^b	3.99±0.18 ^a	3.92 ± 0.16 ^a	3.85±0.10 ^a
การเกาะรวมตัว (-)	0.30±0.01 ^{bc}	0.29 ± 0.01 ^c	0.29±0.02 ^c	0.32±0.01 ^{abc}	0.33 ± 0.01 ^{ab}	0.31±0.01 ^{bc}	0.35±0.01 ^a	0.34 ± 0.01 ^a	0.31±0.04 ^{bc}
ความยากง่ายในการ เคี้ยว (Nmm)	0.0067 ±0.0006 ^{cd}	0.0060 ± 0.0010 ^{cd}	0.0057 ±0.0015 ^d	0.0072 ±0.0003 ^{bcd}	0.0076 ± 0.0003 ^{bc}	0.0068 ±0.0005 ^{cd}	0.0093 ±0.0006 ^a	0.0087 ± 0.0006 ^{ab}	0.0074 ±0.0014 ^{bc}
การคืนตัวกลับ (mm.)	6.21±0.02 ^{ab}	6.02± 0.21 ^{ab}	5.89±0.45 ^b	6.40±0.03 ^a	6.43± 0.06 ^a	6.38±0.12 ^a	6.44±0.04 ^a	6.42± 0.03 ^a	6.10±0.44 ^{ab}

หมายเหตุ a - d หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้นจึงคัดเลือกระยะเวลาอบที่ 20 นาที ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ที่ระดับอะซีซัลเฟรม เค ทั้ง 3 ระดับมาทำการทดสอบด้านความชอบได้ผลดังตารางที่ 48 โดย คะแนนคุณภาพโดยรวมและรสหวานของผลิตภัณฑ์ที่ปริมาณ อะซีซัลเฟรม เค ที่ระดับ 0.052 และ 0.072 ไม่มีความแตกต่างกันและมีคะแนนสูงกว่าที่ระดับ 0.032 ส่วนคุณลักษณะอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกันที่ปริมาณ อะซีซัลเฟรม เค ระดับต่าง ๆ ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณ อะซีซัลเฟรม เค ที่ใช้มีปริมาณน้อยมากทำให้ไม่มีผลต่อคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมในการใช้ อะซีซัลเฟรม เค ทดแทนความหวาน คือปริมาณร้อยละ 0.052 เนื่องจากมีคะแนนความชอบมากที่สุดและมีต้นทุนต่ำกว่าที่ปริมาณร้อยละ 0.072

ตารางที่ 48 คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมัพฟินที่สารทดแทนความหวาน อะซีซัลเฟรม เค ระดับต่าง ๆ

ความชอบต่อ คุณลักษณะ	ปริมาณอะซีซัลเฟรม เค (กรัม)		
	0.032	0.052	0.072
คุณภาพโดยรวม	5.38 ± 1.61^b	6.00 ± 1.12^a	5.98 ± 1.60^a
รสหวาน	5.46 ± 1.66^b	6.32 ± 1.28^a	6.16 ± 1.66^a
ความนุ่ม ^{ns}	5.12 ± 1.87	5.60 ± 1.34	5.44 ± 1.44
ความแน่นเนื้อ ^{ns}	5.22 ± 1.67	5.82 ± 1.32	5.82 ± 1.36
ความร่วน ^{ns}	5.28 ± 1.47	5.58 ± 1.42	5.50 ± 1.45
ความฉ่ำเนื้อ ^{ns}	4.84 ± 1.72	5.16 ± 1.54	5.28 ± 1.68

หมายเหตุ a - b หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3.3.4 ผลการศึกษาการเติมหลักในผลิตภัณฑ์มัพฟินมัพฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

จากการวิเคราะห์หาปริมาณหลักของผลิตภัณฑ์มัพฟินสูตรจำนวน 3 ที่ปรับปรุงรสหวานแล้ว พบว่ามีปริมาณหลักเพียง 1.2 มิลลิกรัมซึ่งต่ำกว่าข้อกำหนด จึงทำการการเพิ่มหลัก

โดยใช้ โซเดียมเฟอรัสซิเตรท (Sodium Ferrous Citrate) ยี่ห้อ Sanferol ในปริมาณร้อยละ 0.02 มาทำการตรวจวิเคราะห์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณเหล็ก 2.9 มิลลิกรัม ซึ่งสูงกว่าข้อกำหนด โดยปริมาณการสูญเสียของเหล็กที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส พบว่ามีการสูญเสียร้อยละ 15 เนื่องจากมีปริมาณเหล็กเพิ่มขึ้นเพียง 1.7 มิลลิกรัมจากที่คาดไว้ 2.0 มิลลิกรัม โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 49

ตารางที่ 49 ปริมาณเหล็กในผลิตภัณฑ์มัฟฟิน

รายละเอียด	ปริมาณเหล็ก(mg)
สูตรคำนวณ 3	1.2
เติมโซเดียมเฟอรัสซิเตรท ร้อยละ 0.02	2.9
การสูญเสีย ที่ 200 °C (ร้อยละ)	15

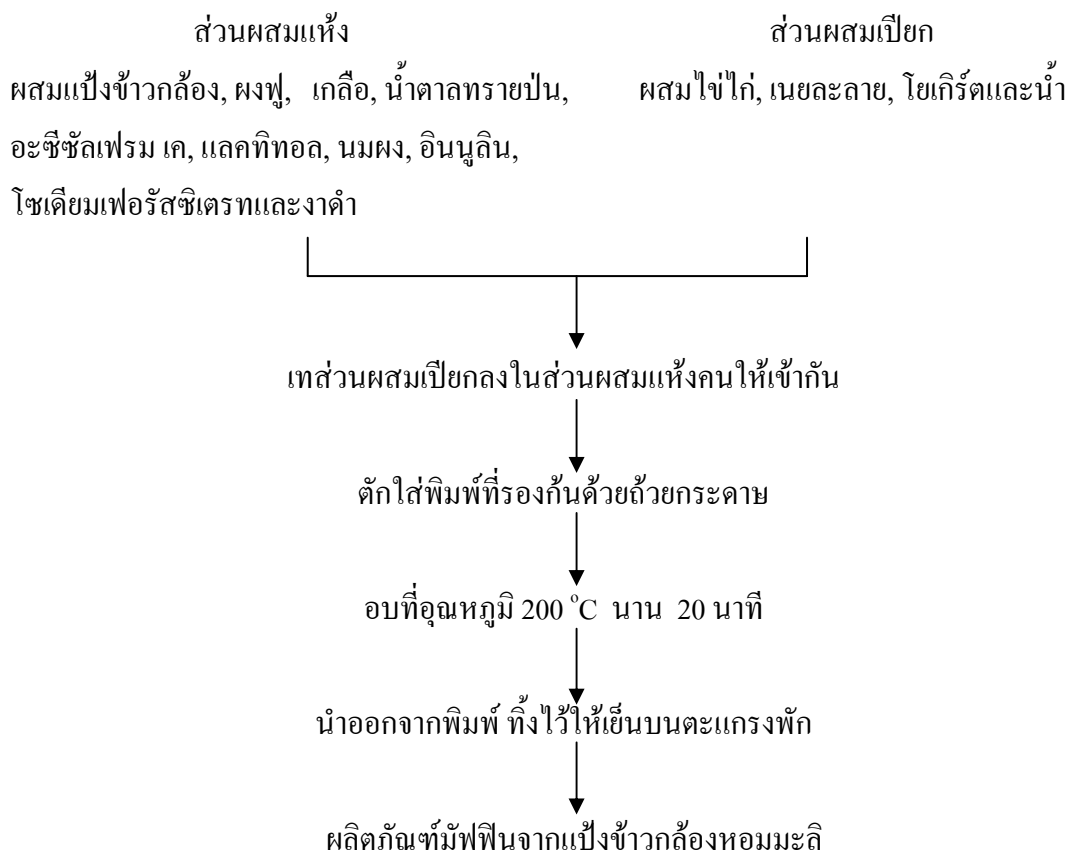
ดังนั้นสรุปได้ว่าส่วนผสมของผลิตภัณฑ์มัฟฟินจะมีการเติมโซเดียมเฟอรัสซิเตรท (Sodium Ferrous Citrate) ปริมาณร้อยละ 0.02 เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีเหล็กเท่ากับ 2.9 มิลลิกรัม ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

3.4 ผลการทดสอบผลิตภัณฑ์มัฟฟินสูตรสุดท้ายเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานที่ผลิตจากแป้งสาลี

สูตรสุดท้ายที่ได้ทำการพัฒนาจากสูตรคำนวณ 3 มีส่วนผสมและกรรมวิธีดังตารางที่ 50 และภาพที่ 15 ซึ่งจากผลการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์สูตรสุดท้ายที่ปรับปรุงด้านรสชาติ, เนื้อสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนคุณภาพโดยรวมและความนุ่มในระดับเฉย ๆ ถึงชอบเล็กน้อย ซึ่งคะแนนที่ได้ค่อนข้างต่ำ จึงได้ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์สูตรสุดท้ายเพื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานแป้งสาลีอีกครั้ง โดยศึกษาระยะเวลาการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟก่อนการรับประทานผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่สภาวะการเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความนุ่มในผลิตภัณฑ์และเลียนแบบพฤติกรรมกรบริโภคผลิตภัณฑ์มัฟฟิน

ตารางที่ 50 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเข้าจากแป้งข้าว
กล้องหอมมะลิ

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)
แป้งข้าวกล้องขนาด 120 เมช	27.78
โยเกิร์ตไขมันต่ำ	14.99
ไข่ไก่ (ขาว)	14.36
ไข่ไก่ (แดง)	2.75
น้ำ	11.19
งาคั่วอบหิบน้ำมัน	6.61
เนยสด	5.26
นมผงไขมันต่ำ	4.86
แลคทิทอล (lactitol)	4.55
น้ำตาลทรายป่น	3.70
อินนูลิน (Inulin)	2.73
ผงฟู	0.90
เกลือป่น	0.25
โซเดียมเฟอรัสซิเตรท (Sodium Ferrous Citrate)	0.02
อะซึลซัลเฟม เค (Acesulfame K)	0.052



ภาพที่ 15 กรรมวิธีการผลิตมัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

3.4.1 การเตรียมตัวอย่างก่อนการทดสอบผลิตภัณฑ์มัฟฟิน

จากการเตรียมตัวอย่างเพื่อใช้ในการทดสอบความชอบโดยการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์มัฟฟินก่อนรับประทานด้วยไมโครเวฟด้วยวิธีการอภิปรายกลุ่ม (Focus group) ซึ่งผลการทำอภิปรายกลุ่มสรุปได้ดังตารางที่ 51

ตารางที่ 51 พฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟิน

n = 30 คน

พฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค	สรุป
สถานที่รับประทานผลิตภัณฑ์มัฟฟิน	ส่วนใหญ่รับประทานผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่บ้านมากกว่าที่ร้าน เนื่องจาก มีความสะดวกกว่า
การรับประทานมัฟฟินแต่ละครั้ง	ส่วนใหญ่รับประทานมัฟฟินหมดในครั้งเดียวและมีบางส่วนที่รับประทานไม่หมด
การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์หากรับประทานไม่หมดและวิธีการนำกลับมารับประทานใหม่	- เก็บที่อุณหภูมิห้อง 1 – 2 วัน และรับประทานโดยไม่ได้ให้ความร้อนใหม่ - เก็บแช่เย็นในตู้เย็น ประมาณ 2-7 วัน โดยก่อนนำมารับประทานผู้ร่วมอภิปรายส่วนใหญ่จะให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟ ที่ระดับความร้อนปานกลางถึงสูงสุด เวลาประมาณ 30 วินาที ถึง 1 นาที
ปัญหาที่พบในการรับประทานผลิตภัณฑ์มัฟฟินเมื่อทำให้ร้อน	ผลิตภัณฑ์ร้อนเกินไปและมีผิวภายนอกแข็งมากขึ้น
ความคิดเห็นและความต้องการเกี่ยวกับการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์มัฟฟินก่อนรับประทาน	ต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีความร้อนในระดับสามารถรับประทานได้ทันทีโดยไม่ต้องตั้งทิ้งไว้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ให้ความร้อนก่อนมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มและมีกลิ่นหอมมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ให้ความร้อน

จากข้อมูลการทำการอภิปรายกลุ่มทำให้ทราบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เก็บผลิตภัณฑ์ในสถานะต่าง ๆ จึงทำการศึกษาระยะเวลาการให้ความร้อนกับผลิตภัณฑ์มัฟฟินก่อนการบริโภคเพื่อให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในสถานะที่เหมาะสมต่อการบริโภคมากที่สุดและเป็นไปตามความต้องการของผู้บริโภค โดยผลการทดสอบผลิตภัณฑ์มัฟฟินเมื่อให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่ระดับความร้อนสูงสุด (800 วัตต์) ที่ระยะเวลาต่าง ๆ ทั้ง 3 สถานะ คือ อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิแช่เย็นและอุณหภูมิแช่แข็ง ให้ผลดังตารางที่ 52

ตารางที่ 52 ความคิดเห็นของผู้ร่วมอภิปรายต่อมัพฟินที่ระยะเวลาให้ความร้อนและสถานะการเก็บต่าง ๆ

สถานะการเก็บ	ระยะเวลาการให้ความร้อน (วินาที)	ความคิดเห็นของผู้ร่วมอภิปรายที่มีต่อมัพฟินที่ให้ ความร้อน
อุณหภูมิห้อง	10	ไม่ร้อน
	15	ร้อนเล็กน้อย
	20	ความร้อนกำลังพอดี
	25	ร้อนเกินไป
อุณหภูมิแช่เย็น	20	ร้อนเล็กน้อย
	25	ร้อนเล็กน้อย
	30	ความร้อนกำลังพอดี
	35	ร้อนเกินไป
อุณหภูมิแช่แข็ง	30	ไม่ร้อน
	40	ร้อนเล็กน้อย
	50	ความร้อนกำลังพอดี
	60	ร้อนเกินไป

จากผลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ผลลัพธ์มัพฟินที่ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ ที่ระดับความร้อนสูงสุดในสถานะการเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ ที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุด คือ อุณหภูมิห้องให้ความร้อน 20 วินาที, อุณหภูมิแช่เย็นให้ความร้อน 30 วินาทีและอุณหภูมิแช่แข็งให้ความร้อน 50 วินาที เมื่อนำผลลัพธ์มัพฟินที่ให้ความร้อนที่ผ่านการคัดเลือกมาเปรียบเทียบกับผู้ร่วมอภิปรายส่วนใหญ่ต้องการให้ผลลัพธ์มัพฟินเก็บในสถานะแช่เย็นหรือเก็บในตู้เย็นมากกว่าที่สถานะอื่น ๆ โดยแสดงความคิดเห็นในตารางที่ 53

ตารางที่ 53 ความคิดเห็นของผู้ร่วมอภิปรายต่อผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ เมื่อให้ความร้อนก่อนรับประทาน

สภาวะการเก็บรักษา	ลักษณะผลิตภัณฑ์
อุณหภูมิห้อง	- ให้ความรู้สึกสดใหม่กว่าและมีเนื้อสัมผัสดีกว่า
อุณหภูมิแช่เย็น (4 °C)	- เก็บรักษาได้นานกว่าและความนุ่มไม่แตกต่างกับที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง
อุณหภูมิแช่แข็ง (- 8 °C)	- ผลิตภัณฑ์ไม่มีกลิ่นหอมของงาดำเมื่อได้รับความร้อนและเก็บความร้อนได้น้อยทำให้เย็นเร็ว

จากผลการศึกษาดังกล่าวจึงคัดเลือกผลิตภัณฑ์มัพฟินที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นมาวัดค่าคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสและทดสอบความชอบ เนื่องจากที่อุณหภูมินี้สามารถเก็บรักษาได้นานกว่าและความนุ่มไม่แตกต่างจากอุณหภูมิห้องเมื่อให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ โดยมีกลิ่นหอมของงาดำมากกว่าอุณหภูมิแช่แข็ง

3.4.2 ผลการทดสอบเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานแป้งสาลี

ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สูตรสุดท้ายที่สภาวะแช่เย็น โดยให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟ ที่ระดับความร้อนสูงสุด (800 วัตต์) เป็นเวลา 30 วินาที มีรายละเอียดดังตารางที่ 54 โดยผลิตภัณฑ์มัพฟินสูตรสุดท้ายเมื่อให้ความร้อนก่อนรับประทานมีความแข็งและค่าการคืนตัวกลับไม่แตกต่างทางสถิติกับสูตรพื้นฐานแป้งสาลี ซึ่งแสดงว่าการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่มมากขึ้น ส่วนความยากง่ายในการเคี้ยวและการเกาะรวมตัวของสูตรสุดท้ายมีค่าสูงกว่าและมีความแตกต่างกันกับสูตรพื้นฐานแป้งสาลี

ผลการทดสอบความชอบ พบว่า คะแนนคุณภาพโดยรวมของผลิตภัณฑ์มัพฟินสูตรสุดท้ายมีคะแนนสูงขึ้นกว่าผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ไม่ให้ความร้อน และเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานแป้งสาลี ได้ผลดังตารางที่ 54 โดยพบว่าคะแนนคุณภาพโดยรวมทั้ง 2 สูตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยสูตรสุดท้ายที่ให้ความร้อนมีคะแนนสูงกว่าสูตรพื้นฐานแป้งสาลี ส่วนคุณลักษณะด้านรสหวาน, ความนุ่ม, ความแน่นเนื้อ, ความร่วนและความฉ่ำเนื้อของสูตรสุดท้ายมีคะแนนมากกว่าสูตรพื้นฐานแป้งสาลีและมีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งแสดงว่าผู้บริโภคมีความชอบผลิตภัณฑ์มัพฟินที่ให้ความร้อนก่อนมากกว่า

ตารางที่ 54 ค่าคุณภาพของมัพฟินจากแป้งข้าวกล้องเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานแป้งสาลี

ค่าคุณภาพ	สูตรพื้นฐานแป้งสาลี	มัพฟินจากแป้งข้าวกล้อง
ค่าความแข็ง (N) ^{ns}	2.93 ± 0.11	2.86±0.24
การเกาะรวมตัว (-)	0.29 ± 0.02 ^b	0.41±0.04 ^a
ความยากง่ายในการเคี้ยว (Nmm)	0.0041 ± 0.0006 ^b	0.0071±0.0009 ^a
การคืนตัวกลับ (mm.) ^{ns}	5.95± 0.28	6.17±0.15
คุณภาพโดยรวม ^{ns}	6.18 ± 1.22	6.58 ± 1.05
รสหวาน	5.50 ± 2.04 ^b	6.26± 1.61 ^a
ความนุ่ม	5.86 ± 1.25 ^b	6.40 ± 1.34 ^a
ความแน่นเนื้อ	5.74 ± 1.27 ^b	6.40± 1.16 ^a
ความร่วน	5.64 ± 1.50 ^b	6.22 ± 1.31 ^a
ความฉ่ำเนื้อ	5.38 ± 1.39 ^b	6.04 ± 1.52 ^a

หมายเหตุ a - b หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4. ผลการวิเคราะห์และทดสอบผลิตภัณฑ์สุดท้าย

4.1 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนของผลิตภัณฑ์มัพฟิน

จากการคิดค่าใช้จ่ายโดยประมาณค่าจากรายจ่ายต่าง ๆ เพื่อใช้ในการกำหนดราคาขายหากผลิตในระดับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก. โดยต้นทุนของผลิตภัณฑ์มัพฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิที่มีขนาด 1 หน่วยบริโภคมีน้ำหนัก 90 กรัม เมื่อทำการคำนวณต้นทุนที่ประกอบด้วย ค่าวัตถุดิบ ค่าแรงงานและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ (วิทยาลัยการจัดการ, 2548) โดยมีรายละเอียดการคำนวณดังนี้

4.1.1 ต้นทุนวัตถุดิบและภาชนะบรรจุ

ข้าวเปลือกหอมมะลิ กิโลกรัมละ 12 บาท ได้แป้ง 120 เมช ร้อยละ 40.30 ดังนั้น แป้งข้าวกล้อง 120 เมช จำนวน 1 กิโลกรัม มีราคา 29.76 บาท เมื่อนำมาคำนวณรวมกับวัตถุดิบอื่นๆ ในสูตรสุดท้าย พบว่า ต้นทุนวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์มัฟฟินต่อหน่วยบริโภค (90 กรัม) มีราคาเท่ากับ 5.89 บาท เมื่อคิดต้นทุนรวมกับภาชนะบรรจุกล่องพลาสติกใส 1 ชั้น ประกอบด้วยถ้วยราคา 0.88 บาท ฝาราคา 0.85 บาท รวม 1.73 บาท ดังนั้น ต้นทุนวัตถุดิบและภาชนะบรรจุมีราคาเท่ากับ 7.62 บาทต่อหน่วยบริโภค รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 55

ตารางที่ 55 ราคาวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

ส่วนผสม	ราคาต่อหน่วย (บาท/ ก.ก.)	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)	ราคา (บาท)
แป้งข้าวกล้อง	29.76	27.78	0.83
ผงฟู	100	0.90	0.09
เกลือป่น	10	0.25	0.003
เนยสด	100	5.26	0.53
น้ำตาลทรายป่น	20	3.70	0.07
แอลกอฮอล์	150	4.55	0.68
ไข่ไก่ (แดง)	90	2.75	0.25
ไข่ไก่ (ขาว)	45	14.36	0.65
โยเกิร์ต	48.6	14.99	0.73
นมผง	204.29	4.86	0.99
งาดำ	71.43	6.61	0.47
อินนูลิน	170	2.73	0.46
น้ำ	0.008	11.19	0.00
โซเดียมเพอร์สซัลเฟต	2,500	0.02	0.05
อะซีซัลเฟรม เค	1,600	0.052	0.08
รวม	-	100.00	5.89

4.1.2 ค่าแรงงานและ ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ (ค่าโสหุ้ย)

ค่าแรงและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ซึ่งประกอบด้วย

ค่าเงินเดือน / ค่าแรง (3 คน คนละ 6,000 บาท)	18,000 บาท
ค่าเช่าร้าน	10,000 บาท
ค่าเสื่อมราคาสินทรัพย์ เครื่องมือ/อุปกรณ์	6,000 บาท
ค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าแก๊ส	4,000 บาท
ค่าของใช้สิ้นเปลือง	<u>3,000 บาท</u>
รวม	<u>41,000 บาท</u>

ข้อมูลผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่ผลิตได้ 1 เดือน (คนงาน 3 คน ทำงานวันละ 8 ชม. ผลิตมัฟฟินได้วันละ 500 ลูก เฉลี่ย ชั่วโมงละ 20 ลูก / คน) เท่ากับ 15,000 ลูก

ผลิตมัฟฟินได้ 15,000 ลูก คิดเป็นต้นทุนวัตถุดิบ $(15,000 \times 7.62) = 114,300$ บาท / เดือน
 ค่าแรงและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ / วัตถุดิบ = $(\text{ค่าแรงและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ} \times 100) / \text{ค่าวัตถุดิบ}$
 $= (41,000 \times 100) / 114,300 = 35.87\%$ ประมาณ 36 %
 ดังนั้นค่าแรงและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เท่ากับ $(7.62 \times 36) / 100 = 2.74$ บาท / ลูก

4.1.3 ต้นทุนรวมของผลิตภัณฑ์

ต้นทุนรวม คือ ต้นทุนวัตถุดิบ + ต้นทุนแรงงานและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ
 ซึ่งมี ต้นทุนวัตถุดิบและภาชนะบรรจุ เท่ากับ 7.62 บาท / ลูก
 ค่าแรงและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ เท่ากับ 2.74 บาท / ลูก
 ดังนั้นต้นทุนรวม เท่ากับ 10.36 บาท / ลูก

4.1.4 การกำหนดราคาขายและกำไร

การกำหนดราคาขาย โดยบวกกำไรจากต้นทุนทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ประมาณ ร้อยละ 30 – 50 แล้วบวกภาษีมูลค่าเพิ่มอีกร้อยละ 7 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ต้นทุนรวมต่อหน่วย	10.36 บาท
บวกกำไร ร้อยละ 35	<u>3.63</u> บาท
ราคาขายก่อนรวมภาษี	13.99 บาท
บวกภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7	<u>0.98</u> บาท
ราคาขายที่รวมภาษี	<u>14.97</u> บาท

จากการคำนวณข้างต้นพบว่า ราคาขายมีค่าเท่ากับ 14.97 บาท ดังนั้นจึงตั้งราคาขาย เท่ากับ 15 บาท ต่อ 1 ลูก ต่อขนาดน้ำหนัก 90 กรัม

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีลักษณะดังภาพที่ 16 โดยมีลักษณะปรากฏภายนอกส่วนบนเป็นรูปโดมเตกนูน มีสีภายนอกค่อนข้างเหลืองออกดำ เนื้อในมีโพรงอากาศเล็กๆ สม่ำเสมอ สีค่อนข้างดำ มีความนุ่ม รสหวานและมีกลิ่นหอมของงาดำ ซึ่งมีส่วนผสมและกรรมวิธีการผลิตตามตารางที่ 50 และภาพที่ 15 เมื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ, ทางเคมี และจุลินทรีย์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีพลังงานและสารอาหารต่างๆอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดทุกชนิด โดยมีค่าคุณภาพทางกายภาพ, ค่าองค์ประกอบทางเคมีและค่าทางจุลินทรีย์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 56



ภาพที่ 16 ผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

ตารางที่ 56 คุณภาพผลิตภัณฑ์มะฝัฟฟีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเข้าจากแปงข้าวกล้อง
หอมมะลิ

ชนิดสารอาหาร	มะฝัฟฟีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการจากแปงข้าวกล้อง	
	ร้อยละ	1 หน่วยบริโภค (90 กรัม)
ความชื้น	39.16	35.25
ไขมัน (กรัม)	8.58	7.72
เถ้า (กรัม)	2.54	2.28
โปรตีน (กรัม)	8.79	7.91
ใยอาหาร (กรัม)	5.16	4.64
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	40.93	36.84
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	276.09	248.48
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	187.00	168.30
เหล็ก (มิลลิกรัม)	2.9	2.61
โคเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	33.81	30.43
จุลินทรีย์รวมทั้งหมด (โคโลนี / กรัม)	-	2×10^1
ยีสต์และรา (โคโลนี / กรัม)	-	< 10
ปริมาตรจำเพาะ (cm^3 / g)	-	2.19
ค่า a_w	-	0.95
ค่าสี		
L*	-	32.42 ± 0.52
a*	-	0.88 ± 0.01
b*	-	4.21 ± 0.08
ค่าความแข็ง (N)	-	3.28 ± 0.18
การเกาะรวมตัว (-)	-	0.30 ± 0.02
ความยากง่ายในการเคี้ยว (Nmm)	-	0.0063 ± 0.0007
การคืนตัวกลับ (mm.)	-	6.19 ± 0.17

4.3 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิกับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่มีอายุ 20 – 60 ปี จำนวน 239 คน โดยผู้ทดสอบส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 68.6 เพศชายร้อยละ 31.4 มีการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไปร้อยละ 71.6 อาชีพรับราชการร้อยละ 39.7 มีรายได้ต่อเดือน 5,000 – 10,000 และมากกว่า 25,000 ร้อยละ 23.8 และ 21.3 ตามลำดับ ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 57

ตารางที่ 57 ข้อมูลทางด้านประชากรศาสตร์จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

n = 239 คน	
ปัจจัย	ความถี่ (ร้อยละ)
เพศ	
ชาย	75 (31.4)
หญิง	164 (68.6)
อายุ	
20 - 30 ปี	78 (32.6)
31 - 40 ปี	51 (21.3)
41 - 50 ปี	59 (24.7)
51 - 60 ปี	51 (21.3)
การศึกษาสูงสุด	
มัธยมศึกษาหรือต่ำกว่า	53 (22.1)
อนุปริญญา	15 (6.3)
ปริญญาตรี	123 (51.5)
สูงกว่าปริญญาตรี	48 (20.1)
อาชีพ	
ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ	113 (47.2)
พนักงานเอกชนและอื่น ๆ	126 (52.8)
รายได้	
น้อยกว่า 5,000 บาท	29 (12.1)
5,001 - 10,000 บาท	57 (23.8)

ตารางที่ 57 (ต่อ)

ปัจจัย	ความถี่ (ร้อยละ)
10,001 - 15,000 บาท	31 (13.0)
15,001 - 20,000 บาท	31 (13.0)
20,001 - 25,000 บาท	40 (16.7)
มากกว่า 25,000 บาท	51 (21.3)
รายจ่ายค่าอาหารและเครื่องดื่มต่อเดือน	
น้อยกว่า 1,000 บาท	13 (5.4)
1,001 - 2,000 บาท	32 (13.4)
2,001 - 3,000 บาท	53 (22.2)
3,001 - 4,000 บาท	58 (24.3)
4,001 - 5,000 บาท	29 (12.1)
มากกว่า 5,000 บาท	54 (22.6)

ผลการทดสอบการยอมรับหรือไม่ยอมรับ การซื้อและไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนและหลังทราบข้อมูลทางด้านโภชนาการ มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 58 โดยพบว่าก่อนการให้ข้อมูลผู้ทดสอบร้อยละ 80.8 และ 59.0 ยอมรับและซื้อผลิตภัณฑ์ตามลำดับ และหลังการให้ข้อมูลผู้ทดสอบร้อยละ 94.1 และ 82.8 ยอมรับและซื้อผลิตภัณฑ์ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าผู้บริโภคให้การยอมรับและซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่า

ตารางที่ 58 การทดสอบการยอมรับและการตัดสินใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ฟฟีน

n = 239 คน

ปัจจัย	ความถี่ (ร้อยละ)	
	ก่อนทราบข้อมูลด้านโภชนาการ	หลังทราบข้อมูลด้านโภชนาการ
การยอมรับผลิตภัณฑ์		
ยอมรับ	193 (80.8)	225 (94.1)
ไม่ยอมรับ	46 (19.2)	14 (5.9)
การตัดสินใจซื้อ		
ซื้อ	141 (59.0)	198 (82.8)
ไม่ซื้อ	98 (41.0)	41 (17.2)

ผลการทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์ในปัจจัยลักษณะปรากฏ กลิ่น กลิ่นงาดำ ความนุ่ม รสหวานและความชอบรวม มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 59 ปรากฏว่าผู้ทดสอบมีความชอบผลิตภัณฑ์ในทุกปัจจัยเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง โดยมีความชอบในปัจจัยด้านกลิ่นงาดำสูงสุดที่คะแนนเฉลี่ย 7.06 และปัจจัยด้านความนุ่มต่ำสุดที่คะแนนเฉลี่ย 6.50 และให้คะแนนความชอบในคุณลักษณะโดยรวมเท่ากับ 6.84

ตารางที่ 59 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามที่ระดับความชอบต่าง ๆ ของแต่ละคุณลักษณะ

n = 239 คน

ความชอบต่อ คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ									คะแนน เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ลักษณะปรากฏ	0	0	0.4	8.4	9.6	21.8	31.4	22.6	5.9	6.66
กลิ่น	0	0.4	0.8	3.8	10.5	16.7	37.2	20.9	9.6	6.86
กลิ่นงาดำ	0	0.4	0.8	2.5	9.2	15.5	31.0	28.0	12.6	7.06
ความนุ่ม	0	0	0	5.0	10.0	31.8	38.9	11.3	2.9	6.50
รสหวาน	0	0.8	1.3	4.6	7.1	19.7	33.5	23.4	9.6	6.86
คุณภาพโดยรวม	0	0	0.4	1.3	10.0	22.2	37.7	24.7	3.8	6.84

หากพิจารณาผลการทดสอบตามลักษณะทางประชากรศาสตร์ดังแสดงในตารางที่ 60 พบว่า เพศไม่มีผลต่อคะแนนด้านกลิ่นงาดำและคุณภาพโดยรวม แต่เพศหญิงมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์มากกว่าเพศชายในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น ความนุ่ม และความหวาน

ตารางที่ 60 คะแนนความชอบเฉลี่ยแยกตามเพศของคุณลักษณะต่าง ๆ

ความชอบต่อคุณลักษณะ	เพศ	
	ชาย	หญิง
ลักษณะปรากฏ	6.41 ^b	6.78 ^a
กลิ่น	6.59 ^b	6.98 ^a
กลิ่นงาดำ ^{ns}	6.92	7.13
ความนุ่ม	6.12 ^b	6.68 ^a
ความหวาน	6.53 ^b	7.01 ^a
คุณภาพโดยรวม ^{ns}	6.75	6.89

หมายเหตุ a - b หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

อายุของผู้ทดสอบมีผลต่อความชอบในทุกคุณลักษณะ ดังแสดงในตารางที่ 61 คือ ช่วงอายุ 20 – 30 ปี มีความชอบในทุกคุณลักษณะน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับช่วงอายุอื่น ๆ โดยช่วงอายุ ตั้งแต่ 31 ปี ขึ้นไป ให้คะแนนความชอบในด้านคุณภาพโดยรวม, รสหวาน, กลิ่นงาดำและลักษณะปรากฏมากกว่าผู้ทดสอบที่มีอายุระหว่าง 20 - 30 ปี ทั้งนี้เนื่องจากผู้ที่มีอายุระหว่าง 20 – 30 ปี ซึ่งเป็นกลุ่มวัยรุ่นและวัยทำงานตอนต้นยังให้ความสำคัญต่อรสชาติและเนื้อสัมผัสมากกว่าคุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งข้อมูลที่ได้มีความสอดคล้องกับการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค โดยใช้แบบสอบถาม ในข้อ 1.2.2 ข ในขณะที่คุณลักษณะด้านความนุ่มผู้ทดสอบที่มีอายุ 41 - 50 ปี จะมีความชอบสูงที่สุด ส่วนระดับการศึกษามีผลต่อความชอบของผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่ 62 โดยผู้ที่มีระดับอนุปริญญาขึ้นไป จะให้คะแนนความชอบในด้านคุณภาพโดยรวม, ลักษณะปรากฏ และกลิ่นงาดำ มากกว่าผู้ที่มีการศึกษาระดับมัธยมศึกษาหรือต่ำกว่า ยกเว้นกลิ่น, ความนุ่มและรสหวาน

ตารางที่ 61 คะแนนความชอบเฉลี่ยแยกตามอายุของคุณลักษณะต่าง ๆ

n = 239 คน

ความชอบต่อคุณลักษณะ	อายุ (ปี)			
	20 - 30	31 - 40	41 - 50	51 - 60
ลักษณะปรากฏ	5.91 ^c	6.72 ^b	7.12 ^{ab}	7.24 ^a
กลิ่น	6.59 ^b	6.80 ^b	7.30 ^a	6.80 ^b
กลิ่นงาดำ	6.55 ^b	7.14 ^a	7.51 ^a	7.25 ^a
ความนุ่ม	6.28 ^b	6.35 ^b	6.80 ^a	6.65 ^{ab}
ความหวาน	6.33 ^b	6.84 ^a	7.29 ^a	7.18 ^a
คุณภาพโดยรวม	6.36 ^b	6.86 ^a	7.19 ^a	7.18 ^a

หมายเหตุ a - c หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 62 คะแนนความชอบเฉลี่ยแยกตามระดับการศึกษาของคุณลักษณะต่าง ๆ

n = 239 คน

ความชอบต่อ คุณลักษณะ	ระดับการศึกษา			
	มัธยมศึกษาหรือต่ำกว่า	อนุปริญญา	ปริญญาตรี	สูงกว่าปริญญาตรี
ลักษณะปรากฏ	5.96 ^b	6.87 ^a	6.80 ^a	7.02 ^a
กลิ่น ^{ns}	6.51	6.73	7.00	6.91
กลิ่นงาดำ	6.57 ^b	6.80 ^{ab}	7.21 ^{ab}	7.31 ^a
ความนุ่ม ^{ns}	6.40	6.20	6.55	6.58
ความหวาน ^{ns}	6.53	6.40	6.98	7.04
คุณภาพโดยรวม	6.28 ^b	6.60 ^{ab}	7.02 ^a	7.08 ^a

หมายเหตุ a - b หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

อาชีพต่าง ๆ มีผลต่อความชอบในทุกคุณลักษณะ โดยอาชีพข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์สูงที่สุดในทุกคุณลักษณะ ดังแสดงในตารางที่ 63 ส่วนระดับรายได้ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างในด้านความชอบต่อกลิ่นและความนุ่ม โดยผู้ที่มีรายได้ตั้งแต่ 20,000 บาท

ขึ้นไป จะชอบผลิตภัณฑ์ในคุณลักษณะปรากฏ, กลิ่นงาดำ, ความหวาน และคุณภาพโดยรวมสูงกว่า ผู้ที่มีรายได้ต่ำกว่า ดังแสดงในตารางที่ 64 ส่วนระดับของรายจ่ายอาหารต่อเดือนไม่มีผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์ โดยไม่มีความแตกต่างกันในทุกคุณลักษณะ

ดังนั้นจากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า กลุ่มผู้บริโภคส่วนใหญ่ที่มีความชอบต่อผลิตภัณฑ์มัมพินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเข้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิเป็นเพศหญิง ที่มีอายุตั้งแต่ 30 ปีขึ้นไป การศึกษาระดับอนุปริญญาขึ้นไป มีอาชีพรับราชการ / รัฐวิสาหกิจ และมีรายได้มากกว่า 20,000 บาท

ตารางที่ 63 คะแนนความชอบเฉลี่ยแยกตามอาชีพของคุณลักษณะต่าง ๆ

ความชอบต่อคุณลักษณะ	อาชีพ	
	รับราชการ / รัฐวิสาหกิจ	พนักงานเอกชนและอื่น ๆ
ลักษณะปรากฏ	6.89 ^a	6.47 ^b
กลิ่น	7.12 ^a	6.62 ^b
กลิ่นงาดำ	7.36 ^a	6.79 ^b
ความนุ่ม	6.65 ^a	6.36 ^b
ความหวาน	7.11 ^a	6.63 ^b
คุณภาพโดยรวม	7.11 ^a	6.61 ^b

หมายเหตุ a - b หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 64 คะแนนความชอบเฉลี่ยแยกตามรายได้ต่อเดือนของคุณลักษณะต่าง ๆ

n = 239 คน

ความชอบต่อ คุณลักษณะ	รายได้ต่อเดือน (บาท)					
	น้อยกว่า 5,000	5,000 – 10,000	10,001 – 15,000	15,001 – 20,000	20,001 – 25,000	มากกว่า 25,000
ลักษณะปรากฏ	6.07 ^b	6.10 ^b	6.3 ^{9b}	6.97 ^a	7.22 ^a	7.18 ^a
กลิ่น ^{ns}	6.41	6.96	6.48	6.74	7.20	7.02
กลิ่นงาดำ	6.48 ^b	6.91 ^{ab}	6.71 ^b	7.06 ^{ab}	7.45 ^a	7.47 ^a
ความนุ่ม ^{ns}	6.52	6.28	6.29	6.39	6.62	6.84
ความหวาน	6.38 ^b	6.58 ^b	6.81 ^{ab}	6.48 ^b	7.28 ^a	7.37 ^a
คุณภาพโดยรวม	6.28 ^b	6.61 ^b	6.64 ^b	6.71 ^b	7.22 ^a	7.33 ^a

หมายเหตุ a - b หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ผลที่ได้จากแบบสอบถามและการวิเคราะห์ข้อมูล ด้านการยอมรับและการซื้อผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังรับทราบข้อมูล โดยวิธี McNemar Test (วิฑูรย์, 2547) ได้ผลการยอมรับ ดังตารางที่ 65 จากตาราง พบว่า ค่าไคสแคว์จากการคำนวณมีค่าสูงกว่าค่าไคสแคว์ จากตาราง (ที่ $\alpha = 0.50$, $df = 1$) ซึ่งหมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของจำนวนผู้บริโภคที่ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังทราบข้อมูล โดยความน่าจะเป็นที่ผู้บริโภคจะยอมรับผลิตภัณฑ์หลังทราบข้อมูลทางโภชนาการจะมีค่ามากขึ้น 0.089 – 0.178 เท่าของความน่าจะเป็นในการยอมรับผลิตภัณฑ์ก่อนทราบข้อมูล

จากผลการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังทราบข้อมูลทางโภชนาการของผู้บริโภค ดังรายละเอียดในตารางที่ 66 ซึ่งจากตารางพบว่า ค่าไคสแคว์จากการคำนวณมีค่าสูงกว่าค่าไคสแคว์ จากตาราง (ที่ $\alpha = 0.50$, $df = 1$) ซึ่งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของจำนวนผู้บริโภคที่ไม่ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ก่อนและหลังทราบข้อมูล โดยความน่าจะเป็นที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์หลังทราบข้อมูลทางโภชนาการจะมีค่ามากขึ้น 0.178 – 0.298 เท่าของความน่าจะเป็นในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ก่อนทราบข้อมูล

ตารางที่ 65 ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคก่อนและหลังทราบข้อมูล

ก่อนการรับรู้ข้อมูล	หลังการรับรู้ข้อมูล		รวม	χ^2	95% CI**
	ยอมรับ	ไม่ยอมรับ			
ยอมรับ	192	1	193	30.12* (3.84)***	(0.089, 0.178)
ไม่ยอมรับ	33	13	46		
รวม	225	14	239		

หมายเหตุ * หมายถึง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** หมายถึง ช่วงของความเชื่อมั่นสำหรับสัดส่วนของความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

*** หมายถึง ค่าไคสแคว์ที่ได้จากตารางที่ $\alpha = 0.05$, $df = 1$

ตารางที่ 66 ผลการทดสอบการเชื่อของผู้บริโภคก่อนและหลังทราบข้อมูล

ก่อนการรับรู้ข้อมูล	หลังการรับรู้ข้อมูล		รวม	χ^2	95% CI**
	เชื่อ	ไม่เชื่อ			
เชื่อ	136	5	141	48.49* (3.84)***	(0.178, 0.298)
ไม่เชื่อ	62	36	98		
รวม	198	41	239		

หมายเหตุ * หมายถึง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

** หมายถึง ช่วงของความเชื่อมั่นสำหรับสัดส่วนของความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

*** หมายถึง ค่าไคสแคว์ที่ได้จากตารางที่ $\alpha = 0.05$, $df = 1$

5. ผลการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

ผลการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์มัพฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิทั้ง 2 สภาวะการเก็บรักษา โดยบรรจุในกล่องพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (Polypopiline) ที่มีฝาปิด มีรายละเอียดดังนี้

5.1 การเก็บรักษาที่สภาวะอุณหภูมิห้อง

ผลการวิเคราะห์ค่าทางด้านกายภาพ มีรายละเอียดดังตารางที่ 67 โดยการวัดค่าทางด้านกายภาพสามารถวัดค่าได้เพียง 3 วันเนื่องจากวันที่ 4 ผลิตภัณฑ์มีสภาพเน่าเสียไม่สามารถวัดค่าได้ ซึ่งผลการวัดค่าพบว่า ผลิตภัณฑ์มัพฟินมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นและการคืนตัวกลับมีค่าต่ำลงเมื่อเก็บเป็นเวลานานขึ้น ซึ่งการเก็บที่วันที่ 2 จะเริ่มมีความแตกต่างทางสถิติกับวันที่ผลิต โดยค่าความแข็งจะสูงที่สุดในวันที่ 3 ส่วนค่าการคืนตัวกลับจะเริ่มมีความแตกต่างกันในวันที่ 3 โดยค่าการคืนตัวกลับจะต่ำลงเรื่อย ๆ เมื่อเก็บไว้นานขึ้น ซึ่งผลที่ได้จะมีความสอดคล้องกับค่า a_w ที่ต่ำลงเรื่อย ๆ เนื่องจากค่า a_w มีความสัมพันธ์กับความชื้นในอาหาร เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นความชื้นในอาหารจะลดลงเนื่องจากการระเหยของน้ำในผลิตภัณฑ์ทำให้มีความแข็งมากขึ้น (วารุณี, 2547) ส่วนค่าเนื้อสัมผัสด้านการเกาะรวมตัวและความยากง่ายในการเคี้ยว พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในช่วง 3 วัน ส่วนสีของผลิตภัณฑ์มัพฟินเมื่อเก็บเป็นเวลานานขึ้นค่าสี L^* และ b^* มีแนวโน้มสูงซึ่งแสดงว่าเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้นมัพฟินจะมีสีเข้มขึ้น ดังนั้นถ้าใช้ค่าคุณภาพกายภาพด้านเนื้อสัมผัสเป็นเกณฑ์ ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นาน 1 วันนับจากวันผลิต

ตารางที่ 67 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ฟีนที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง

ค่าทางกายภาพ	ระยะเวลาการเก็บรักษา			
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3
ค่าความแข็ง (N)	2.85 ± 0.13^b	2.90 ± 0.12^b	3.17 ± 0.14^a	3.19 ± 0.15^a
การเกาะรวมตัว (-) ^{ns}	0.40 ± 0.03	0.40 ± 0.01	0.40 ± 0.02	0.40 ± 0.02
ความยากง่ายในการ เคี้ยว(Nmm) ^{ns}	0.0069 ± 0.0007	0.0070 ± 0.0003	0.0075 ± 0.0006	0.0073 ± 0.0010
การคืนตัวกลับ(mm.)	6.06 ± 0.13^a	6.08 ± 0.08^a	5.99 ± 0.16^a	5.57 ± 0.18^b
ค่า a_w	0.91 ± 0.006^a	0.89 ± 0.003^b	0.89 ± 0.004^b	0.88 ± 0.009^b
ค่าสี				
L*	32.33 ± 0.34^a	31.77 ± 0.32^a	31.31 ± 0.39^b	31.35 ± 0.22^b
a* ^{ns}	0.73 ± 0.02	0.76 ± 0.02	0.84 ± 0.01	0.83 ± 0.01
b*	4.45 ± 0.23^b	4.60 ± 0.38^b	4.74 ± 0.17^b	4.95 ± 0.08^a

หมายเหตุ a - b หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

คำนวณหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางกายภาพและคะแนนคุณภาพโดยรวม โดยใช้ข้อมูลการทดสอบทางกายภาพและข้อมูลการทดสอบความชอบรวมที่ได้จากการทดลองในข้อที่ 3 ได้สมการดังนี้

$$\text{คุณภาพโดยรวม} = 9.546 - 1.085 \text{ ค่าความแข็ง} : R^2 = 0.698 \quad \dots(\text{สมการที่ 1})$$

เมื่อนำสมการดังกล่าวมาคำนวณหาคุณภาพโดยรวม ได้ผลการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 68 โดยผลิตภัณฑ์ฟีนมีคะแนนคุณภาพโดยรวมต่ำสุดในวันที่ 3 ซึ่งยังสูงกว่าเกณฑ์อยู่เล็กน้อย

ตารางที่ 68 ค่าความแข็งแรงและคะแนนคุณภาพโดยรวมที่คำนวณจากสมการ 1

วันที่	ความแข็งแรง (N)	คะแนนคุณภาพโดยรวม
0	2.85	6.45
1	2.90	6.40
2	3.17	6.11
3	3.19	6.08

ผลการวัดค่าทางด้านจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์และรา พบว่า ผลิตภัณฑ์เริ่มมีกลิ่นบูดและมีเชื้อจุลินทรีย์รวมเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดในวันที่ 2 ของการเก็บที่อุณหภูมิห้อง ดังตารางที่ 69 ดังนั้นหากใช้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์และราเป็นเกณฑ์ ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นาน 1 วัน นับจากวันผลิต ซึ่งผลที่ได้มีความสอดคล้องกับค่าทางด้านเนื้อสัมผัส

ตารางที่ 69 ค่าทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง

วันที่	จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	ยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)
0	2×10^1 (est)	<10 (est)
1	7.34×10^3	0.33×10^1 (est)
2	1.66×10^5	0.67×10^1 (est)

หมายเหตุ est หมายถึง ค่าโดยประมาณ

ดังนั้นสรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่เก็บรักษาที่สภาวะอุณหภูมิห้อง สามารถเก็บไว้ได้ 1 วันหลังจากทำการผลิต เนื่องจากมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์รวมเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลง โดยมีคะแนนคุณภาพโดยรวมเท่ากับ 6.4

5.2 การเก็บรักษาที่สภาวะอุณหภูมิแช่เย็น

ผลการวัดค่าทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่เก็บที่อุณหภูมิแช่เย็น เป็นเวลา 10 วัน ดังตารางที่ 70 พบว่า ผลิตภัณฑ์มัฟฟินมีค่าความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเก็บเป็นเวลานานขึ้น ซึ่ง

การเก็บในวันที่ 9 จะเริ่มมีความแตกต่างทางสถิติกับวันที่ผลิต ส่วนค่าเนื้อสัมผัสอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิแช่เย็น (4 องศาเซลเซียส) สามารถเก็บรักษาความชื้นของผลิตภัณฑ์ได้มากกว่าอุณหภูมิห้องทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงช้ากว่า ซึ่งผลที่ได้จะมีความสอดคล้องกับค่า a_w ที่ต่ำลงเรื่อย ๆ เนื่องจากค่า a_w มีความสัมพันธ์กับความชื้นในอาหาร เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นความชื้นในอาหารจะลดลงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งมากขึ้น ส่วนค่าสี พบว่า เมื่อผลิตภัณฑ์เก็บไว้นานขึ้นจะมีค่าความสว่าง L^* ต่ำลงโดยเริ่มแตกต่างกันในวันที่ 3 ซึ่งค่า a^* และ b^* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในระยะเวลาการเก็บ 10 วัน โดยเมื่อเก็บนานขึ้นผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นหากพิจารณาอายุการเก็บจากการวัดค่าทางด้านเนื้อสัมผัส ผลิตภัณฑ์มีฟฟินสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นได้นาน 7 วันนับจากวันที่เริ่มผลิตโดยเนื้อสัมผัสยังไม่เปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 70 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ฟีนที่เก็บที่อุณหภูมิแช่เย็น

ค่าทางกายภาพ	ระยะเวลาการเก็บรักษา					
	วันที่ 0	วันที่ 3	วันที่ 5	วันที่ 7	วันที่ 9	วันที่ 10
ค่าความแข็ง (N)	2.64 ± 0.23^b	2.86 ± 0.18^b	2.93 ± 0.20^b	2.99 ± 0.18^b	3.18 ± 0.24^a	3.24 ± 0.21^a
การเกาะรวมตัว (-) ^{ns}	0.42 ± 0.01	0.42 ± 0.01	0.42 ± 0.04	0.43 ± 0.02	0.41 ± 0.02	0.41 ± 0.03
ความยากง่ายในการเคี้ยว (Nmm) ^{ns}	0.0068 ± 0.0006	0.0069 ± 0.0006	0.0076 ± 0.0009	0.0079 ± 0.0008	0.0081 ± 0.0009	0.0082 ± 0.0009
การคืนตัวกลับ (mm.) ^{ns}	6.12 ± 0.11	5.97 ± 0.19	6.20 ± 0.15	6.22 ± 0.09	6.15 ± 0.12	6.19 ± 0.18
ค่า a_w	0.91 ± 0.006^a	0.89 ± 0.010^b	0.89 ± 0.002^b	0.881 ± 0.005^b	0.881 ± 0.004^b	0.878 ± 0.002^b
ค่าสี						
L*	33.44 ± 0.38^a	29.85 ± 0.33^b	30.12 ± 0.41^b	29.46 ± 0.21^b	28.84 ± 0.38^b	28.92 ± 0.34^b
a* ^{ns}	0.58 ± 0.13	0.67 ± 0.03	0.63 ± 0.06	0.75 ± 0.07	0.78 ± 0.03	0.77 ± 0.04
b* ^{ns}	4.54 ± 0.13	4.53 ± 0.22	4.07 ± 0.30	4.66 ± 0.26	5.54 ± 0.14	4.62 ± 0.26

หมายเหตุ a - b หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวนอนเดียวกันแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เมื่อนำค่าทางด้านเนื้อสัมผัสที่ได้ มาทำนายหาความสัมพันธ์กับคะแนนคุณภาพโดยรวมด้วยสมการ 1 ได้ผลดังตารางที่ 71 โดยพบว่าคะแนนคุณภาพโดยรวมจะลดน้อยลงเรื่อย ๆ เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ที่ระยะเวลานานขึ้นและผลิตภัณฑ์มัพฟินมีคะแนนคุณภาพโดยรวมต่ำกว่าข้อกำหนดในวันที่ 11 ดังนั้นถ้าพิจารณาคะแนนคุณภาพโดยรวมเป็นเกณฑ์ ผลิตภัณฑ์มัพฟินสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นได้นาน 10 วันนับจากวันที่เริ่มผลิต

ตารางที่ 71 ค่าความแข็งและคะแนนคุณภาพโดยรวมที่คำนวณจากสมการ 1

วันที่	ความแข็ง (N)	คะแนนคุณภาพโดยรวม
0	2.64	6.68
3	2.86	6.44
5	2.93	6.36
7	2.99	6.31
9	3.17	6.10
10	3.24	6.03
11	3.35	5.91

ผลการนำผลิตภัณฑ์มัพฟินที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น ในวันที่ 7 ซึ่งมีค่าเนื้อสัมผัสยังไม่เปลี่ยนแปลงมาทดสอบความชอบ เพื่อยืนยันคะแนนความชอบของผู้บริโภคตามผลการทำนายความสัมพันธ์ทางด้านเนื้อสัมผัสและคุณภาพโดยรวมกับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย รายละเอียดดังตารางที่ 72 พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนคุณภาพโดยรวมในระดับชอบเล็กน้อยโดยมีคะแนนเท่ากับ 6.43 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับสมการที่ทำนายไว้ คือ 6.31 ส่วนคุณลักษณะด้านความนุ่มเท่ากับ 6.37, ความแน่นเนื้อ เท่ากับ 6.61, ความร่วนเท่ากับ 6.04, ความฉ่ำเท่ากับ 6.00 และรสหวานเท่ากับ 6.61

ตารางที่ 72 คะแนนความชอบเฉลี่ยต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินจากแป้งข้าวกล้อง
หอมมะลิที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น 7 วัน

ความชอบต่อคุณลักษณะ	คะแนนความชอบจาก	คะแนนความชอบจาก
	การทดสอบ	การคำนวณสมการ 1
คุณภาพโดยรวม	6.43 ± 1.44	6.31
ความนุ่ม	6.37 ± 1.32	- *
ความแน่นเนื้อ	6.61 ± 1.07	- *
ความร่วน	6.04 ± 1.50	- *
ความฉ่ำเนื้อ	6.00 ± 1.31	- *
รสหวาน	6.61 ± 1.72	- *

หมายเหตุ * ไม่มีสมการในการคำนวณ

ดังนั้นหากพิจารณาคุณภาพโดยรวม จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสมีค่าใกล้เคียงกับสมการที่ทำนายหาความสัมพันธ์ โดยผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งข้าวกล้องที่สภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นเป็นระยะเวลา 7 วัน

ผลการวัดค่าทางด้านจุลินทรีย์ทั้งหมด, ยีสต์และรา ได้ผลดังตารางที่ 73 โดยผลิตภัณฑ์มีจำนวนยีสต์และราเกินมาตรฐานในวันที่ 10 และมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์รวมเกินมาตรฐานในวันที่ 15 ของการเก็บที่อุณหภูมิแช่เย็น ดังนั้นถ้าใช้คุณภาพทางจุลินทรีย์เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ผลิตภัณฑ์มัฟฟินสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นได้นาน 9 วันนับจากวันที่ผลิต

ตารางที่ 73 ค่าทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์หมักฟืนที่เก็บที่อุณหภูมิแช่เย็น

วันที่	จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	ยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)
0	2×10^1 (est)	<10 (est)
3	3×10^1 (est)	<10 (est)
5	1.33×10^2	0.33×10^1 (est)
7	2.27×10^3	0.33×10^1 (est)
9	2.43×10^2	0.67×10^1 (est)
10	3.30×10^2	1.33×10^1 (est)
11	3.43×10^2	1.33×10^1 (est)
12	3.97×10^2	1.33×10^1 (est)
13	2.25×10^3	1.33×10^1 (est)
14	2.97×10^3	1.33×10^1 (est)
15	1.08×10^4	1.33×10^1 (est)
16	1.38×10^4	1.33×10^1 (est)

หมายเหตุ est หมายถึง ค่าโดยประมาณ

ดังนั้นจากการศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์หมักฟืนที่อุณหภูมิแช่เย็น สามารถสรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บไว้ได้ 7 วัน หลังจากทำการผลิตโดยที่เนื้อสัมผัสยังไม่เปลี่ยนแปลง ผู้บริโภคยังยอมรับคุณภาพโดยรวมของผลิตภัณฑ์ โดยให้คะแนนคุณภาพโดยรวมในระดับความชอบเล็กน้อยเท่ากับ 6.43 และมีจำนวนจุลินทรีย์ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด

สรุป

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ฟีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเข้าจากเป้งข้าว
กล้องหอมมะลิ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. บริษัทหรือร้านค้าที่ผลิตมัลฟีนมีทั้งหมด 14 บริษัท 13 รสชาติ วางจำหน่ายในสภาวะ
อุณหภูมิห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ มีรูปแบบเป็นถ้วยกลมทรงสูงบรรจุในถ้วยกระดาษจีบสีขาว,
ถ้วยกระดาษสีน้ำตาลขอบหยักและถ้วยอลูมิเนียมฟอยล์ มีน้ำหนักและขนาดตั้งแต่ 50 – 140 กรัม มี
ราคาตั้งแต่ 7 - 48 บาท

2. ผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการให้ผลิตภัณฑ์ฟีน มีใยอาหารและสารอาหารต่างๆ
ประมาณร้อยละ 11 – 15 ของปริมาณสารอาหารใน 1 วัน ต้องการรสเนยสดและผสมธัญพืชมาก
ที่สุด และมีเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับยี่ห้อยามาซากิ มีขนาด 100 กรัมต่อลูก ราคาต่ำกว่า 20 บาท บรรจุ
ในกล่องพลาสติกใส มีอายุการเก็บนาน 2-3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

3. สูตรพื้นฐานที่ได้คัดเลือก คือ สูตรของเศรษฐกิจพอเพียง โดยมีส่วนประกอบคือ แป้งสาลี
อเนกประสงค์ ร้อยละ 31.40, ผงฟู ร้อยละ 0.90, เกลือป่น ร้อยละ 0.25, เนยสด ร้อยละ 8.37, น้ำตาล
ทรายป่น ร้อยละ 11.20, ไข่ไก่ ร้อยละ 14.95, นมข้นจืด ร้อยละ 16.44 และโยเกิร์ต ร้อยละ 16.44

4. สูตรที่พัฒนาแล้วมีส่วนประกอบคือ แป้งข้าวกล้องหอมมะลิ ร้อยละ 27.78, ผงฟู ร้อยละ
0.90, เกลือป่น ร้อยละ 0.25, เนยสด ร้อยละ 5.26, น้ำตาลทรายป่น ร้อยละ 3.7, Lactitol ร้อยละ 4.55,
ไข่ไก่ (แดง) ร้อยละ 2.75, ไข่ไก่ (ขาว) ร้อยละ 14.36, โยเกิร์ตไขมันต่ำ ร้อยละ 14.99, นมผงไขมัน
ต่ำ ร้อยละ 4.86, งามาอบหิบน้ำมัน ร้อยละ 6.61, อินนูลิน ร้อยละ 2.73, น้ำ ร้อยละ 11.19, โซเดียม
เพอร์สซิเตรท ร้อยละ 0.02 และ อะซิซัลเฟรม เค ร้อยละ 0.052

5. กรรมวิธีการผลิต ทำโดยนำส่วนผสมที่เป็นของแข็งที่ประกอบด้วย แป้งข้าวกล้องหอม
มะลิ, ผงฟู, เกลือป่น, น้ำตาลทรายป่น, งามาอบหิบน้ำมัน, นมผงไขมันต่ำ, อินนูลิน, โซเดียมเพอร์ส
ซิเตรท และ อะซิซัลเฟรม เค เติลงในส่วนผสมที่เป็นของเหลวที่ประกอบด้วย เนยสดละลาย, ไข่ไก่,
โยเกิร์ตไขมันต่ำ และน้ำ คนให้เข้ากันประมาณ 12 – 15 ครั้ง เทใส่พิมพ์กระดาษ นำไปอบที่
อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที นำออกจากพิมพ์และทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

6. ผลิตภัณฑ์มีฟีนมีลักษณะปรากฏภายนอกเป็นโคมสูงผิวหน้าแตก เนื้อภายในมีสีเทาดำ เนื่องจากมีส่วนผสมของงาดำปน โดยมีค่าสี L^* 32.42, b^* 0.88, a^* 4.12, ความชื้น ร้อยละ 39.16, a_w 0.95, ปริมาตรจำเพาะ 2.19 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม, ค่าความแข็ง 3.28 นิวตัน, การเกาะรวมตัว 0.30 มิลลิเมตรนิวตัน, ความยากง่ายในการเคี้ยว 0.0063 มิลลิเมตรนิวตัน, การคืนตัวกลับ 6.19 มิลลิเมตรนิวตันและมีจุลินทรีย์รวมทั้งหมด 2×10^1 โคโลนีต่อกรัม

7. ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสารอาหารร้อยละ 15 ของปริมาณสารอาหารที่ควรได้รับใน 1 วัน โดยหนึ่งหน่วยบริโภค (90 กรัม) มีพลังงาน 248.48 กิโลแคลอรี, โปรตีน 7.91 กรัม, ไขมัน 7.72 กรัม, คาร์โบไฮเดรต 36.84 กรัม,ใยอาหาร 4.64 กรัม, แคลเซียม 168.30 มิลลิกรัม, เหล็ก 2.61 มิลลิกรัม และโคเลสเตอรอล 30.43 มิลลิกรัม มีต้นทุนวัตถุดิบ 5.89 บาท

8. ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ โดยมีคะแนนคุณภาพโดยรวมในระดับความชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง เท่ากับ 6.84 คะแนน, ลักษณะปรากฏ 6.66 คะแนน, กลิ่น 6.86 คะแนน, กลิ่นงาดำ 7.06 คะแนน, ความนุ่ม 6.50 คะแนนและรสหวาน 6.86 คะแนน และให้การยอมรับผลิตภัณฑ์มากขึ้นหลังให้ข้อมูลทางด้านโภชนาการคิดเป็นร้อยละ 94.1 และตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์มากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 82.8

9. ผลิตภัณฑ์มีฟีนที่บรรจุในกล่องพลาสติกใสปิดฝา สามารถเก็บที่อุณหภูมิห้อง (28 - 33 องศาเซลเซียส) ได้ 1 วัน และสามารถเก็บที่อุณหภูมิแช่เย็น (4 องศาเซลเซียส) ได้ 7 วัน นับจากวันที่เริ่มผลิต โดยไม่มีการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์และไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านเนื้อสัมผัส ซึ่งผู้บริโภคยังให้การยอมรับผลิตภัณฑ์

ข้อเสนอแนะ

1. คุณลักษณะที่สำคัญของมัพฟินที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญมากคือ ความนุ่มของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นอาจทำการปรับความนุ่มเพิ่มขึ้นอีก โดยการเติมสารให้ความนุ่มในส่วนผสม
2. ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีอายุการเก็บค่อนข้างสั้นเนื่องจากส่วนผสมต่างๆที่เติมลงไป เพื่อให้ได้สารอาหารตามข้อกำหนดคุณค่าทางโภชนาการและไม่มีการเติมวัตถุกันเสียในส่วนผสม ดังนั้นหากทำการผลิตในแง่อุตสาหกรรมควรผลิตเป็นแป้งสำเร็จรูป เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภคสามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้เอง ง่ายต่อการเตรียมและช่วยยืดอายุการเก็บรักษานานขึ้น
3. เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บสั้น ดังนั้นอาจทำการศึกษาอายุการเก็บในสถานะแช่แข็งเพื่อยืดอายุการเก็บให้นานขึ้น
4. ผลิตภัณฑ์อาจเพิ่มความหลากหลายของรสชาติได้ โดยเพิ่มส่วนผสมอื่น ๆ ที่มีรสชาติลงในผลิตภัณฑ์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กัลยา วาณิชบัญชา. 2546. การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows. พิมพ์ครั้งที่ 3. บริษัท
ธรรมสาร จำกัด. กรุงเทพมหานคร.

กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2542. เทคโนโลยีแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพมหานคร.

_____ และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2543. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

กรมการค้าต่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์. 2546. มาตรฐานสินค้าข้าวหอมมะลิไทย ฉบับที่ 1 2
ซึ่งประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 117 ตอนพิเศษ 93ง วันที่ 13
กันยายน. ประกาศกระทรวงพาณิชย์. แหล่งที่มา: <http://www.dft.moc.go.th>, 2 กรกฎาคม
2547.

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2546. ฐานความรู้ด้านพืช. แหล่งที่มา:
<http://farmdev.doae.go.th>, 13 มิถุนายน 2546.

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548. ฐานความรู้ด้านพืช. สถานการณ์การผลิต
และการตลาด แหล่งที่มา: <http://www.doa.go.th/data-agri/SESAME>, 11 ธันวาคม 2548.

กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548. คุณค่าทางโภชนาการของงา. เอกสาร
คำแนะนำ กรมส่งเสริมการเกษตร. แหล่งที่มา: <http://farmdev.doae.go.th/FarmHomeWeb>,
25 ตุลาคม 2548.

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2544. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของ
อาหารไทย. กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

_____. 2546. ตารางปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546 .
กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

กองอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2548. สารให้ความหวานแทน
น้ำตาล. แหล่งที่มา: <http://www.dmsc.moph.go.th/webroot/food/files/news/sweet.htm>, 10
กันยายน 2548.

งามชื่น คงเสรี. 2541. ผลิตภัณฑ์จากข้าว. วารสาร ชาร์พา . แหล่งที่มา:
http://www.charpa.co.th/bulletin/rice_products.html, 8 กรกฎาคม 2547

_____, สุนันทา วงศ์ปิยชนและรุจิรา ปรีชา. 2543. การใช้แป้งข้าวทดแทนแป้งสาลีในการ
พัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมเค้กและคุกกี้. น 605. ใน รายงานการวิจัย ชุดโครงการข้าวและ
ผลิตภัณฑ์ข้าว. กรมวิชาการเกษตรและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักกรรมการวิจัย
แห่งชาติ, กรุงเทพมหานคร.

จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2541. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

เนื่อทอง ชำนาญเวช, อรอนงค์ นัยกุลและปรีศนา สุวรรณภรณ์. 2543. การใช้แป้งข้าวทดแทนแป้ง
สาลีในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปัง, น 605. ใน รายงานการวิจัย ชุดโครงการข้าวและ
ผลิตภัณฑ์ข้าว. กรมวิชาการเกษตรและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

นัสาวรรณ เสฐฐักดิ์. 2544. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุบงาดำถึงสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บริษัท วิทย์พัฒน์ จำกัด. 2548. อาหารเข้าหยาไปจากกรุงเทพฯ. หนังสือ โภชนาการเพื่อชีวิตที่ดีกว่า
ฉบับผู้บริโภค. แหล่งที่มา: <http://www.wphat.com/knowledge/onlinebooks/nutrition1>, 16
พฤศจิกายน 2548.

บริษัทเฮล์ม มหาบุญ จำกัด. 2547. อินนูลินกับการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่. **Food industry** 2 (10): 28-31.

บริษัทMrs. Fields.co.th. 2548. มัฟฟิน& มัฟฟิน ชีสเค้ก – อาหารเช้า / อาหารว่าง คุณค่าสูง.
แหล่งที่มา: www.MrsFields.co.th, 10 ตุลาคม 2548.

ปุ่น และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. **บรรจุภัณฑ์อาหาร**. แพคเกจส์ จำกัด, กรุงเทพมหานคร.

ประโยชน์ เจริญธรรมและคณะ. 2534. การวิจัยและพัฒนาข้าวขึ้นน้ำและข้าวน้ำลึกในเขตความ
รับผิดชอบของศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,
ปทุมธานี.

ผาณิต รุจิรพิสิฐ. 2539. เอกสารการสอนวิชาเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์ขนมอบ. สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, กรุงเทพมหานคร.

ผู้จัดการออนไลน์. 2548. กสิกรไทยคาดตลาดข้าวปีหน้าดู. แหล่งที่มา: <http://www.manager.co.th>,
18 พฤศจิกายน 2548.

ไพจิตร จันทรวงศ์. 2529. เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับงา, น. 65. ใน รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่อง
งานวิจัยฯ ครั้งที่ 1 วันที่ 15 – 16 พฤษภาคม 2529. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น,
ขอนแก่น.

ไพโรจน์ วิริยาริ. 2545. การประเมินทางประสาทสัมผัส. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์
คณะอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

พัชตรา มณีสินธุ์. 2547. บรรจุภัณฑ์ที่ใช้กับเตาไมโครเวฟและเตาอบไฟฟ้า. วารสารการบรรจุภัณฑ์
13 (1): 5-9.

พรวินัส ปั่นหยง. 2544. พัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังหวานจากแป้งข้าวสาลี ผสมแป้งข้าวหอมมะลิ.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2536. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ภัทรานิ เลิศพัฒน์คม. 2544. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากปลายข้าวหอมมะลิ ถั่วลิสงและปลากระตัก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ภavana วัฒนา. ม.ป.ป. โภชนาการ 1. สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเกษตรศาสตร์ วิทยาลัยอาชีวศึกษา, นครศรีธรรมราช.

ธงชัย สุวรรณลิขิต. ม.ป.ป. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาเนื้อสัมผัสและการประเมิน. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

มาลี จิรวงศ์ศรี. 2543. Carbohydrate: Inulin, Oligofructose Ingredient ปี 2000. วารสารจารย์พา แหล่งที่มา: <http://www.charpa.co.th/articles/carbohydrate.html>, 6 มิถุนายน 2548.

มลศิริ วิโรทัย. 2545. เทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ. บริษัทพัฒนาคุณภาพ วิชาการ, กรุงเทพมหานคร.

รัตน์ท์ พรธรรุโณทัย. 2544. การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าว. วารสารจารย์พา 8 (61): 60-63.

รุ่งนภา วิสิฐอุตรการ. 2540. การประเมินอายุการเก็บรักษา. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

วนิดา มะยมทอง. 2546. การใช้แป้งมันสำปะหลังพันธุ์หวานทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์มัฟฟิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

วารุณี ฐนะแพทย์. 2547. การใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวหอมมะลิ, น. 49 – 50. ในเอกสาร

**ประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้แป้งข้าวหอมมะลิ
ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบและนึ่ง. สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตผลทาง
การเกษตรและอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.**

วิจิตร บุญยะโหดระ. 2547. ข้าวกล้อง...ยอดฮิต. นิตยสาร *fitness* ปีที่ 9 ฉบับที่ 100.

แหล่งที่มา : http://www.elib-online.com/doctors/food_rice1.html, 5 มิถุนายน 2547.

วิชัย หฤทัยธนาสันต์. 2547. การใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวหอมมะลิ, น. 2 –7. ในเอกสาร

**ประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้แป้งข้าวหอมมะลิ
ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบและนึ่ง. สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตผลทาง
การเกษตรและอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.**

วิฑูรย์ ปริญาวิวัฒนากุล. 2547. The McNemar, น. 112-123. ใน **การอบรมเรื่อง New Tools
for Product Development**. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ร่วมกับ
สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2548. **ธุรกิจเบเกอรี่**. แหล่งที่มา: <http://intranet.dip.go.th>,
28 พฤษภาคม 2548.

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครใต้. 2545. **ใบงานวิชาเบเกอรี่เบื้องต้น**.

คณะคหกรรมศาสตร์ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ,
กรุงเทพมหานคร.

สหกรณ์การเกษตรเมืองศรีสะเกษ จำกัด. 2548. **สินค้าสหกรณ์**. แหล่งที่มา:

<http://www.sisaketcoop.com/sskmuang>, 21 พฤศจิกายน 2548.

สุทธิ ภมรสุมิตร. 2544. สารให้ความหวาน. เอกสารประกอบการเรียนวิชา Food Additive. ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

แหล่งที่มา: <http://www.techno.msu.ac.th/fn/center/fad/sweetener.htm>, 7 พฤศจิกายน 2548.

สุนทร สหัสโพธิ์. 2533. ความสำคัญของอะมัยโลสและสารยัดเกาะในการผลิตขนมปังโดยใช้แป้งข้าวเจ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

สุภาณี จงดี. 2546. ข้าวกล้อง. นิตยสารชีวจิต ปีที่ 5 ฉบับที่ 115. แหล่งที่มา:

<http://www.ubon.ricethailand.org/Coverpage/brownrice.htm>, 21 พฤศจิกายน 2548.

ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมการค้าส่งออก. 2540. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีการวัดสี. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. 2541. สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปี ขึ้นไป. กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548. ข้าวรวมทั้งหมด: ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน. วารสารเคหการเกษตร 2548. แหล่งที่มา: <http://www.kehakaset.com>, 26 ตุลาคม 2548.

สำนักบริการส่งออก กรมส่งเสริมการค้าส่งออก กระทรวงพาณิชย์. 2546. แหล่งที่มา:

<http://www.dft.moc.go.th>, 26 สิงหาคม 2547.

สำนักพัฒนาเกษตรกร กรมส่งเสริมการเกษตร. 2547. การใช้ประโยชน์จาก.

HomeEconomicSeminar 2547. แหล่งที่มา:

<http://farmdev.doae.go.th/FarmHomeWeb/HomeEconomicSeminar47>, 25 ตุลาคม 2548.

สำนักพิมพ์แสงแดด. 2536. ตำราเบเกอร์ เล่ม 5. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์แสงแดด, กรุงเทพมหานคร.

สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2524. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แป้งข้าวเจ้า
มอก. 638-2524.

สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2529. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เมล็ดงา. มอก.
641- 2529.

สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2529. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แป้งสาลี
อเนกประสงค์. มอก. 375-2524.

สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เค้ก. มพช. 459-2547.

สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรอาหารแห่งชาติ. 2547. มาตรฐานสินค้าเกษตรอาหารแห่งชาติ “ ข้าว
หอมมะลิไทย ”. แหล่งที่มา: http://www.cedis.or.th/news/detail_news, 9 พฤศจิกายน
2548.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2548. ปริมาณและมูลค่าสินค้าเกษตรกรรมส่งออก พ.ศ. 2546-2547.
แหล่งที่มา: www.oae.go.th/statistic/export/QVExp.xls, 10 ธันวาคม 2548.

ศันสนีย์ เนียมเปรม. 2543. การพัฒนาแป้งข้าวหอมมะลิผสมแป้งบุกสำหรับผลิตภัณฑ์ขนมจีน.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2525. ทฤษฎีอาหาร เล่ม 3. พิมพ์ครั้งที่ 2 . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพมหานคร.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ. 2540. การวิจัยธุรกิจ. บริษัท A.N. การพิมพ์, กรุงเทพมหานคร.

_____และคณะ. 2546. การบริหารการตลาดยุคใหม่. บริษัท ธรรมสาร จำกัด, กรุงเทพมหานคร.

ศิวาพร ศิวเวช. 2535. วัตถุดิบในผลิตภัณฑ์อาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการ
อาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

_____. 2546. **วัตถุดิบอาหาร**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะ
อุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ศรีเวียง ทิพนานนท์. 2544. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์หมั่นโถวจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าว**. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2548. ข้าวปี 48 : ตลาดส่งออกยังเติบโตต่อเนื่อง . **มองเศรษฐกิจ ปีที่ 10ฉบับที่
1548 วันที่ 8 พฤศจิกายน 2548**. แหล่งที่มา: <http://www.Kasikornresearch.com>, 9
พฤศจิกายน 2548.

_____. 2548. **ผลิตภัณฑ์จากข้าวสาลี : ตลาดในประเทศและตลาดส่งออกขยายตัว . มองเศรษฐกิจ
ปีที่ 11 ฉบับที่ 1703 วันที่ 19 ตุลาคม 2548**. แหล่งที่มา: www.Kasikornresearch.com,
9 พฤศจิกายน 2548.

ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจอุตสาหกรรม สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2546. **รายงานรายเดือน
ดัชนีอุตสาหกรรม สิงหาคม 2545 – สิงหาคม 2546**.

_____. 2547. **รายงานรายเดือนดัชนีอุตสาหกรรม สิงหาคม 2546 – สิงหาคม 2547**.

_____. 2548. **รายงานรายเดือนดัชนีอุตสาหกรรม สิงหาคม 2547 – สิงหาคม 2548**.

เศรษฐพงศ์ เฝ้าวัฒนา. 2546. **ของหวาน ๆ พื้นฐานการทำเค้ก . พิมพ์ครั้งที่ 4**. สำนักพิมพ์บ้านและ
สวน (สำหรับบ้านและสวน), กรุงเทพมหานคร.

อนุวัตร แจ่มชัด. 2546. **สถิติและการวางแผนการตลาดสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์**. พิมพ์ครั้งที่ 3.
ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพมหานคร.

อุศมา สุนทรนฤภัย. 2545. **พัฒนาผลิตภัณฑ์บัทเทอร์เค้กจากข้าวหอมมะลิ**. วิทยานิพนธ์ปริญญา
โท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2538. **เคมีทางโภชนาการ**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

_____. 2538. **คุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลงของวัตถุดิบในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่และการคำนวณเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขนมอบ**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

_____. 2547. **ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

AIB Standard Procedure. 2004. Muffin Firmness and Elasticity. **Texture Technology**. Available Source: <http://www.texturetechnologies.com/aib.htm>, June 19, 2004.

Altschul, A.M. 1993. **Low-Calorie Foods Handbooks**. Marcel Dekker, INC. The United States of America.

Arrington, L.R. 2004. Energy Efficiency & Environmental News : Food to Energy. **Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, University of Florida**. Available Source: http://edis.ifas.ufl.edu/BODY_EH327, July 10, 2004.

AOAC. 2000. **Official Method of Analysis of AOAC International**. 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.

Baker, R.C., W.H. Patricia, and R.R. Kelly. 1988. **Fundamentals of New Food Product Development**. Elsevier Science, USA.

Billmeyer, W.T. and M. Saltzman. 1981. **Principles of Color Technology**. Interscience Publishers, New York.

- Cooper, D.R. and P.S. Schindler. 1998. **Business Research Method**. 6th ed. Irwin Mcgraw-Hill, Singapore.
- Bourne. C.M. 2002. **Food Texture and Viscosity : Concept and Measurement**. 2nd Edition. New York State Agricultural Experiment Station and Institue of Food Science, Cornell University, New York, USA.
- Matthew, S.J. 1997. **The Effect of Liquid or Dry Honey as a Partial Replacement for Sugar on the Baking and Keeping Qualities of Fat Reduced Muffins**. M.S. thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Meilgaard, M., G.V. Civille and T. Carr. 1999. **Sensory Evaluation Technigues** . 3rd Edition. CRC Press LLC , USA.
- Newport Scientific. 1995. **Operation Manual for The Series 4 Rapid Visco Analyser**. Newport Scientific Pty, Ltd., Australia.
- Resurreccion, A.V.A. 1998. **Consumer Sensory testing For Product Development**. The University of Georgia, USA.
- Ronda, F., M. Gomez, C.A. Blanco and P.A. Caballero. 2004. **Food Chemistry**. Available Source: [http://www. Elsevier.com/locate/foodchem](http://www.Elsevier.com/locate/foodchem), June 11, 2004.
- Strait, M. J. 1997. **The Effect of Liquid or Dry Honey as a Partial Replacement for Sugar on the Baking and Keeping Qualities of Fat Reduced Muffins**. Thesis for Master of Science. Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg, Virginia, USA.
- Kansas State University. 2004. **Nutrition - How To**. Available Source: <http://www.Ozent.ksu.edu/humannutrition/mtft/mtftnutr.htm>, October 7, 2004.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

Moderator's Guide

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างในการสำรวจผู้บริโภค
แบบสอบถามพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค
แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค

Moderator's Guide

1. บทนำ (15 นาที)

1.1 ผู้ดำเนินการอภิปรายกล่าวแนะนำ

ก. ผู้ดำเนินการอภิปรายกล่าวทักทายแก่ผู้ร่วมอภิปราย

แนะนำตัว “ สวัสดีค่ะ ดิฉันชื่อ กนกวรรณ ตุ่นสกุล เป็นนิสิตปริญญาโท ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตอนนี้กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์มัพฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ โดยวันนี้จะมาทำหน้าที่เป็นผู้ดำเนินการอภิปรายแบบกลุ่ม (Focus Group) ซึ่งเป็นการอภิปรายในแนวทางการออกความเห็นร่วมกัน โดยดิฉันจะขออธิบายรายละเอียดของผลิตภัณฑ์มัพฟินและแนะนำเกี่ยวกับวิธีการดำเนินงานในครั้งนี้”

คำอธิบาย “ อาหารมื้อเช้าจัดเป็นอาหารที่มีความสำคัญต่อร่างกายมาก เนื่องจากร่างกายไม่ได้รับสารอาหารเป็นเวลานานกว่า 10 ชั่วโมง จากความสำคัญดังกล่าวจึงได้มีการศึกษาและสรุปได้ว่าอาหารเช้าควรมีสารอาหารต่างๆ ที่ร่างกายต้องการประมาณ 25 % ของสารอาหารที่ร่างกายต้องการทั้งวัน (ปริมาณสารอาหารที่ร่างกายต้องการในแต่ละวันของคนไทยนั้นกระทรวงสาธารณสุขได้จัดทำเป็นมาตรฐานเรียกว่า Thai RDI) โดยปกติประชาชนส่วนใหญ่จะไม่ค่อยนิยมรับประทานอาหารเช้าหรือไม่ก็รับประทานด้วยความเร่งรีบ จึงทำให้นิยมอาหารที่สามารถรับประทานได้ทันทีหรือใช้เวลาเตรียมน้อย เช่น ขนมปัง เค้ก กาแฟ หรือขนมอบอื่นๆ ซึ่งมัพฟินจัดเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่เริ่มนิยมรับประทานเป็นอาหารเช้า โดยส่วนประกอบหลักของมัพฟิน ได้แก่ แป้งสาลี เหนย นม และไข่ เป็นต้น ดังนั้นในการศึกษาเรื่องผลิตภัณฑ์มัพฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้อง จึงเป็นการส่งเสริมให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการและมีสารอาหารที่เหมาะสมเป็นอาหารมื้อเช้าและผลิตได้จากวัตถุดิบในประเทศ

ข. ทำการอธิบายเกี่ยวกับลักษณะของการอภิปรายกลุ่มและชี้แจงเป้าหมายของการดำเนินงานครั้งนี้

“ทุกท่านในที่นี้เป็นส่วนหนึ่งของการร่วมอภิปรายแบบกลุ่ม ซึ่งการอภิปรายแบบกลุ่มนี้จะเป็นการประชุมร่วมกันของผู้ร่วมอภิปราย 8 – 12 คน โดยมีเป้าหมายเพื่อทราบถึงข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับพฤติกรรม ความคิดเห็นและความต้องการของท่านต่อหัวข้อที่จะสนทนาในเรื่องเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์มัพฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เพื่อรับประทานเป็นอาหารเช้า โดยจะนำข้อมูลต่างๆของท่านมาใช้ประโยชน์ในงานวิจัยต่อไป”

ง. ทำการอธิบายบทบาทและหน้าที่ในการดำเนินงานของผู้ดำเนินการอภิปราย

“การดำเนินงานของดิฉันจะทำหน้าที่ในการนำการอภิปราย โดยการถามคำถามแล้วให้แต่ละท่านตอบและแสดงความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะต่างๆ ได้ โดยไม่ถือว่าเป็นการตอบผิดหรือถูกแต่อย่างใด จึงขอให้ทุกท่านสามารถแสดงความคิดได้อย่างอิสระ ซึ่งจะทำงานวิจัยนี้ได้ประโยชน์อย่างแท้จริง”

1.2 วัตถุประสงค์ในการดำเนินการอภิปรายกลุ่ม เรื่อง พัฒนาผลิตภัณฑ์มัพฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

ผู้ดำเนินการอภิปรายกล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการอภิปราย

“การดำเนินการอภิปรายกลุ่มครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัพฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับเป็นอาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ ”

1.3 ทำการชี้แจงรายละเอียดแก่ผู้ร่วมอภิปรายกลุ่ม

ผู้ดำเนินการอภิปรายกล่าวชี้แจงรายละเอียดในการดำเนินงานให้แก่ผู้ร่วมอภิปรายกลุ่ม

“การอภิปรายครั้งนี้มีรายละเอียดบางประการในการดำเนินงานที่จะแจ้งให้ทุกท่านทราบ ดังนี้ ”

- ก. การอภิปรายนี้จะมีการบันทึกเทปและจดบันทึก โดยจะไม่มีการอ้างอิงชื่อผู้ร่วมอภิปรายในการทำรายงาน

- ข. กรุณาบอกชื่อทุกครั้ง ก่อนการพูดเพื่อแสดงความคิดเห็นหรือเสนอแนะต่างๆ
- ค. กรุณาพูดเสียงดังฟังชัด
- ง. กรุณาหลีกเลี่ยงการพูดคุยกันเองระหว่างผู้ร่วมอภิปรายและไม่พูดแทรกขณะท่านอื่นพูดอยู่
- จ. หลังจากสิ้นสุดการอภิปรายกลุ่มทุกท่านจะได้รับของที่ระลึกเพื่อตอบแทนที่กรุณาให้ความร่วมมือ

1.4 การแนะนำตัวของผู้ร่วมการอภิปราย

ผู้ดำเนินการอภิปรายกล่าวแนะนำตัวและให้ผู้ร่วมอภิปรายแนะนำตัวทีละคน โดยบอกชื่อ อายุ อาชีพ

“ ก่อนเริ่มการอภิปราย เราจะเริ่มจากการแนะนำตัวเองก่อน เพื่อให้ทุกท่านได้รู้จักกัน กรุณาบอกชื่อ อายุ และอาชีพทีละท่าน โดยเริ่มจากดิฉันก่อน ดิฉันชื่อ กนกวรรณ ดุ่นสกุล อายุ 34 ปี อาชีพ รับราชการที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ปัจจุบันลาศึกษาต่อปริญญาโทภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ขอเชิญท่านต่อไป....”

2. คำถามเบื้องต้นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์มัทฟีน (20 นาที)

(เพื่อทราบลักษณะและพฤติกรรมการบริโภคมัทฟีนและนำข้อมูลไปใช้ในแบบสอบถาม)

“ต่อไปจะขอเริ่มการอภิปราย ซึ่งจะเป็นคำถามทั่วไปเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์มัทฟีน โดยดิฉันจะถามคำถามทีละคำถามให้ผู้ร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นทีละท่าน เริ่มจากท่านทางซ้ายไปทางขวาพอครบทุกท่านแล้ว ดิฉันก็จะเริ่มคำถามต่อไป โดยคำถามข้อแรก เริ่มจากคุณ....”

2.1 พฤติกรรมการบริโภคอาหารเข้า

คำถามที่ 1 ก. “โดยปกติท่านรับประทานอาหารเข้าหรือไม่”

(วัตถุประสงค์ : เพื่อทราบพฤติกรรมการบริโภคอาหารเข้าของผู้บริโภค)

- รับประทาน ท่านรับประทานอาหารประเภทใดบ้าง อย่างไร เพราะอะไรถึงรับประทานอาหารชนิดนี้ และการรับประทานปริมาณเท่าไร

- ไม่รับประทาน สาเหตุที่ไม่รับประทาน

คำถามที่ 2 ข. ท่านคิดว่าอาหารมือเช้า ควรมีคุณค่าทางโภชนาการหรือสารอาหารใดบ้าง เพราะอะไร

(วัตถุประสงค์ : เพื่อทราบความคิดเห็นว่าผู้บริโภคต้องการให้อาหารเช้ามีสารอาหารใดบ้าง)

2.2 พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์มัทฟีน

คำถามที่ 3 ก. “ ท่านรับประทานมัทฟีนบ่อยแค่ไหน ”

(วัตถุประสงค์ : เพื่อทราบความถี่ในการบริโภคและความนิยมการบริโภคมัทฟีน)

คำถามที่ 4 ข. “ ท่านเคยรับประทานมัทฟีนยี่ห้อใดบ้าง และยี่ห้อที่ท่านชอบมากที่สุด เพราะเหตุใด ”

(วัตถุประสงค์ : เพื่อทราบตรายี่ห้อที่ผู้บริโภคนิยมมากที่สุด โดยนำไปใช้พิจารณาถึงคุณลักษณะของยี่ห้ออื่นๆ ที่ผู้บริโภคต้องการ)

คำถามที่ 5 ค. “ ท่านรับประทานยี่ห้อดังกล่าวกี่ชิ้น ต่อการรับประทานต่อครั้ง ”

(วัตถุประสงค์ : เพื่อทราบปริมาณการบริโภคมัทฟีนยี่ห้อที่ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายในช่วงอายุต่างๆ นิยมรับประทาน โดยนำไปใช้พิจารณาถึงขนาดของมัทฟีนต่อ 1 มื้อรับประทาน และปริมาณสารอาหารที่ได้รับต่อ 1 มื้อในการบริโภคต่อครั้ง)

คำถามที่ 6 ง. “ ท่านรับประทานมัทฟีนในช่วงเวลาใด ”

(วัตถุประสงค์ : เพื่อทราบช่วงเวลา que ผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมบริโภคมัทฟีน โดยนำไปใช้พิจารณาการบริโภคมัทฟีนให้เหมาะสมเป็นอาหารเช้า)

คำถามที่ 7 จ. “ ท่านรับประทานมัทฟีนร่วมกับอาหารและเครื่องดื่มชนิดใดบ้าง ”

(วัตถุประสงค์ : เพื่อทราบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมบริโภคมัทฟีนร่วมกับอาหารชนิดใด โดยใช้พิจารณาสารอาหารที่ได้รับเพิ่มนอกเหนือจากมัทฟีน)

คำถามที่ 8 ข. “ เหตุผลที่ท่านเลือกรับประทานมัพฟิน ”

(วัตถุประสงค์ : เพื่อทราบว่าการเลือกบริโภคมัพฟินของผู้บริโภค มีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดอื่นอย่างไร)

2.3 พฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์มัพฟิน

คำถามที่ 9 ก. “ สถานที่ที่ท่านเลือกซื้อมัพฟิน เพราะเหตุใดถึงเลือกซื้อที่นี่ ”

(วัตถุประสงค์ : เพื่อทราบว่าผู้บริโภคนิยมซื้อมัพฟินในสถานที่แบบใด โดยนำไปใช้พิจารณาถึงแนวโน้มในการนำมัพฟินที่พัฒนาสูตรแล้วออกสู่ตลาด)

คำถามที่ 10 ข. “ ปัจจัยใดบ้างที่ท่านใช้พิจารณาในการเลือกซื้อมัพฟิน ”

(วัตถุประสงค์ : เพื่อทราบว่าผู้บริโภคซื้อมัพฟินด้วยเหตุผลใด โดยนำไปใช้พิจารณาถึงแนวโน้มในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค)

คำถามที่ 11 ก. “ ปัญหาที่ท่านพบในการรับประทานผลิตภัณฑ์มัพฟิน มีอะไรบ้าง ”

(วัตถุประสงค์ : เพื่อทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์มัพฟิน)

3. คำถามเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์มัพฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเข้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ (30 นาที)

(เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการออกแบบสอบถามเพื่อใช้พิจารณาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค)

“ต่อไปเราจะทำการอภิปรายเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์มัพฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเข้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ โดยจะใช้แป้งข้าวกล้องหอมมะลิแทนแป้งสาลีเพื่อลดปริมาณการนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งผลิตภัณฑ์มัพฟินที่จะทำการศึกษารุ่นนี้จะมีคุณค่าทางโภชนาการหรือสารอาหารต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับวัยทำงานเพื่อให้มีความเพียงพอในการรับประทานเป็นอาหารมื้อเช้า โดยกำหนดให้มีสารอาหารเท่ากับ 25 % ของสารอาหารที่ควรได้รับใน 1 วัน ซึ่งดิฉันจะให้ท่านได้ชิมตัวอย่างมัพฟินยี่ห้อต่างๆ พร้อมแสดงความคิดเห็นที่มีต่อมัพฟินแต่ละยี่ห้อ จากนั้นจะสอบถามรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์มัพฟินที่มีคุณค่าทาง

โภชนาการสำหรับอาหารเข้าจากแป้งข้าวกล้องและให้ทุกท่านตอบทีละท่าน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ในการใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป ”

3.1 ทดสอบผลิตภัณฑ์มัฟฟินในท้องตลาด แสดงความคิดเห็นและวิจารณ์

“ จากตัวอย่างที่นำมาให้ทุกท่านชิม ขอให้ทุกท่านชิมตัวอย่างตามหมายเลขรหัสที่ติดไว้ (Code) จากนั้นให้ท่านบอกตัวอย่างใดที่ท่านชอบมากที่สุด โดยหมายเลข 1 คือ ชอบมากที่สุด และ 4 คือ ชอบน้อยที่สุด จากนั้นให้ท่านแสดงความคิดเห็นแต่ละรหัสตัวอย่างว่าชอบเพราะอะไรอย่างไร” (นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากท้องตลาด 4 ยี่ห้อ ได้แก่ ดันกิ้งโดนัท, บีกชี, วิกตอรี และ au bon pain ตัดเป็นชิ้นให้ชิม)

(วัตถุประสงค์ : เพื่อทราบถึงยี่ห้อ ส่วนผสมที่ใส่และคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด เพื่อนำมาทำแบบสอบถามกับผู้บริโภค จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามระหว่างยี่ห้อ คุณลักษณะและส่วนผสมที่ใส่ลงในผลิตภัณฑ์ มาทำ Preferent Mapping เพื่อใช้ในการคัดเลือกตัวอย่างมัฟฟินยี่ห้อที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุดมาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ)

3.2 ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเข้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

คำถามที่ 12 ก. “ท่านมีความสนใจต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินให้มีคุณค่าทางโภชนาการหรือมีสารอาหารต่างๆ ที่เหมาะสมสำหรับเป็นอาหารมื้อเช้า หรือไม่”

(วัตถุประสงค์ : เพื่อทราบว่าผู้บริโภคมีความสนใจผลิตภัณฑ์ที่ให้คุณค่าทางโภชนาการหรือไม่)

คำถามที่ 13 ข. “ ท่านมีความรู้สึกรู้สึกอย่างไรต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการจากแป้งข้าวกล้อง ”

(วัตถุประสงค์ : เพื่อทราบความคิดเห็นในภาพรวมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ใหม่)

คำถามที่ 14 ค. “ หากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเข้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์.... ”

คำถามที่ 14.1 - “ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวควรมีลักษณะและรูปแบบใด ”
(วัตถุประสงค์ : เพื่อใช้พิจารณาลักษณะที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์)

คำถามที่ 14.2 - “ ท่านอยากให้ผลิตภัณฑ์นี้ควรมีกลิ่น รส และเนื้อสัมผัสแบบใด
อย่างไร (ลักษณะเนื้อสัมผัส ความนุ่ม ความร่วน ความแน่นเนื้อ)”
(วัตถุประสงค์ : เพื่อใช้พิจารณา กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสที่ผู้บริโภคต้องการ เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงสูตร)

คำถามที่ 14.3 - “ ลักษณะบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์นี้ ท่านคิดว่าควรเป็นอย่างไร ”
(วัตถุประสงค์ : เพื่อทราบว่าคุณลักษณะที่ผู้บริโภครับรองในลักษณะแบบใดตามที่
ผู้บริโภคต้องการ และใช้บรรจุในการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์)

คำถามที่ 14.4 - “ ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์เก็บในสภาวะแบบใดและควรมีอายุการเก็บ
นานเท่าไร ”
(วัตถุประสงค์ : เพื่อใช้พิจารณาถึงอุณหภูมิที่ใช้ในการศึกษาอายุการเก็บของ
ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภครับรอง)

คำถามที่ 14.5 - “ ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์นี้ควรมีราคาต่อชิ้นประมาณเท่าไร ”
(วัตถุประสงค์ : เพื่อใช้พิจารณาถึงราคาที่เหมาะสมสำหรับความต้องการของ
ผู้บริโภค)

3.3 ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติม

“ท่านมีความคิดเห็นเพิ่มเติมอื่น ๆ หรือไม่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภครับรอง
โภชนาการสำหรับอาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ ”

4. ปิดการการอภิปรายแบบกลุ่ม

ทำการปิดการการอภิปรายแบบกลุ่ม พร้อมกล่าวขอบคุณและแจกของที่ระลึก

“ สุดท้ายนี้ ดิฉันขอขอบคุณทุกท่านที่กรุณาใช้เวลาและให้ความร่วมมือในการอภิปราย
กลุ่มในวันนี้เป็นอย่างดี กรุณารับของที่ระลึกเพื่อเป็นการตอบแทนในความร่วมมือครั้งนี้ ขอขอบคุณ
ค่ะ ”

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างในการสำรวจผู้บริโภค

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างในการสำรวจผู้บริโภคโดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งข้อมูลการทดสอบแบบสอบถาม จากแบบสอบถาม 40 ชุด โดยทำการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างตามสูตรดังนี้

$$n = \frac{Z^2 pq}{E^2}$$

p = ส่วนของประชากรที่คาดว่าจะสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ฟีน

$q = 1 - p$

Z = ความเชื่อมั่นที่กำหนด (ร้อยละ 95) , $Z=1.96$

E = ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้น (ร้อยละ 5)

จากสูตรเมื่อนำมาคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างในการสำรวจผู้บริโภคมีผู้สนใจซื้อผลิตภัณฑ์ฟีน 37 คน จาก 40 คน ได้ค่าดังนี้

$$P = 37/40 = 0.925$$

$$q = 1 - p = 1 - 0.925 = 0.075$$

$$n = (1.96^2 \times 0.925 \times 0.075) / 0.05^2 = 107$$

ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้แบบสอบถามในการสำรวจผู้บริโภค มีจำนวนเท่ากับ 107 ชุด

แบบสอบถาม

การสำรวจความคิดเห็นและความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟิน

โครงการวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง ขอความร่วมมือตอบแบบสอบถามเพื่อสำรวจความคิดเห็นและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟิน

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นการสำรวจความคิดเห็นและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัฟฟิน เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ของ นางกนกวรรณ ดุ่นสกุล นิสิตปริญญาโท สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านกรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์

คำอธิบาย มัฟฟิน (Muffin) จัดเป็นขนมปังชนิดหนึ่ง ซึ่งอาจเรียกว่าเป็นขนมปังแบบเร่งรัด เนื่องจากมีส่วนประกอบที่สำคัญในการทำให้ขนมขึ้นฟูคือ ผงฟู หรือ เบกกิ้งโซดา ปัจจุบันมัฟฟินเพิ่งเป็นที่รู้จักและเริ่มได้รับความนิยมในประเทศไทย ส่วนในต่างประเทศได้รับความนิยมมากในรูปแบบของอาหารเช้า อาหารเช้าจัดเป็นมื้อที่มีความสำคัญมากสำหรับวัยทำงานเนื่องจากร่างกายต้องการพลังงานและสารอาหารเพื่อใช้ในกิจกรรมต่างๆ ฉะนั้นอาหารเช้าจึงควรเป็นอาหารที่รับประทานง่าย ใช้เวลาเตรียมน้อย และมีคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสม ดังนั้นงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ จึงเป็นการส่งเสริมให้มีการบริโภคข้าวกล้องมากขึ้น เป็นการลดการนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศ และเพื่อเป็นทางเลือกใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเช้าที่มีคุณค่าทางโภชนาการ

ขอขอบพระคุณ

กนกวรรณ ดุ่นสกุล

ผู้วิจัย

ส่วนที่ 1 คำถามคัดเลือกผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ปัจจุบันท่านมีอายุอยู่ในช่วง 20-60 ปี ใช่หรือไม่

☐ ใช่

☐ ไม่ใช่

ส่วนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำแนะนำ กรุณาทำเครื่องหมาย (/) ลงในคำตอบที่ท่านเห็นว่าตรงกับความคิดของท่านมากที่สุด

2. เพศ

☐ ชาย

☐ หญิง

3. อายุ

☐ 20 - 30 ปี

☐ 31 - 40 ปี

☐ 41 - 50 ปี

☐ 51 - 60 ปี

4. การศึกษา

☐ ต่ำกว่ามัธยมศึกษา

☐ มัธยมศึกษา

☐ อนุปริญญา

☐ ปริญญาตรี

☐ สูงกว่าปริญญาตรี

5. อาชีพ

☐ นิสิต/นักศึกษา

☐ แม่บ้าน

☐ ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ

☐ พนักงานบริษัทเอกชน

☐ ธุรกิจส่วนตัว

☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

6. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน

☐ ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 5,000 บาท

☐ 5,001 - 10,000 บาท

☐ 10,001 - 15,000 บาท

☐ 15,001 - 20,000 บาท

☐ 20,001 - 25,000 บาท

☐ มากกว่า 25,000 บาท

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัทฟฟิน

7. ท่านรับประทานอาหารเช้าหรือไม่

- () รับประทาน () รับประทานเป็นบางวัน
() ไม่รับประทาน เพราะ(ข้ามไป ข้อ 10)

8. อาหารเข้าประเภทใดที่ท่านรับประทานเป็นประจำ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

1..... 2..... 3.....

9. ท่านรับประทานมัทฟฟินยี่ห้อใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- | | | |
|-----------------------|-------------------------------|---------------------|
| () ดันกิง โดนต์ | () ยามาซากิ | () วิกตอรี |
| () เซ็นทรัล เบเกอรี่ | () พัพ แอนด์ พาย (การบินไทย) | () บิ๊กซี |
| () มิสซีส ฟิลด์ส | () โอ บอง แปง | () อิน แอนด์ เอาท์ |
| () กานดา | () เอส แอนด์ พี | () อื่นๆ ระบุ..... |

11. กรุณาเรียงลำดับความชอบ 3 ลำดับ ที่ท่านชอบ (โดยเรียงลำดับ 1 = ชอบมากที่สุดและ 3 = ชอบน้อยที่สุด)

- | | | |
|-----------------------|-------------------------------|---------------------|
| () ดันกิง โดนต์ | () ยามาซากิ | () วิกตอรี |
| () เซ็นทรัล เบเกอรี่ | () พัพ แอนด์ พาย (การบินไทย) | () บิ๊กซี |
| () มิสซีส ฟิลด์ส | () โอ บอง แปง | () อิน แอนด์ เอาท์ |
| () กานดา | () เอส แอนด์ พี | () อื่นๆระบุ..... |

12. ท่านรับประทานมัทฟฟินกี่ชิ้นต่อครั้ง

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| () 1 ชิ้น ต่อครั้ง | () 2 ชิ้น ต่อครั้ง |
| () 3 ชิ้น ต่อครั้ง | () อื่นๆ โปรดระบุ..... |

13. ท่านรับประทานมัทฟฟินในช่วงเวลาใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|
| () อาหารเช้า | () ระหว่างมื้อเช้าและกลางวัน | () อาหารกลางวัน |
| () ระหว่างมื้อกลางวันและมื้อเย็น | () อาหารเย็น | () หลังมื้อเย็น |

14. ท่านรับประทานมัทพินบ่อยเพียงใด

() น้อยกว่า 1 ครั้ง / เดือน

() 1 ครั้ง / เดือน

() 2-3 ครั้ง / เดือน

() 4-5 ครั้ง / เดือน

() มากกว่า 5 ครั้ง / เดือน

() อื่นๆ โปรดระบุ.....

15. ท่านรับประทานมัทพินร่วมกับเครื่องดื่มนชนิดใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

() น้ำเปล่า

() นม

() ชา/กาแฟ

() เครื่องดื่มผสมรสโกโก้

() น้ำผลไม้

() น้ำอัดลม

() อื่นๆ โปรดระบุ.....

16. ท่านให้ความสำคัญต่ปัจจัยดังต่อไปนี้อย่างไร ในการเลือกซื้อหรือรับประทานมัทพิน

ปัจจัย	ระดับความสำคัญ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
รูปแบบ/รูปทรง					
ขนาดชิ้น/การบริโภค 1 ครั้ง					
ชนิดบรรจุภัณฑ์					
ลักษณะปรากฏ					
สี					
กลิ่น (วนิลา, เนย อื่นๆ)					
รสชาติ					
เนื้อสัมผัส (นุ่ม, ร่วน, แน่นๆ)					
คุณค่าทางโภชนาการ					
ราคา					
ความสดใหม่					
ความสะดวกในการรับประทาน					
ความสะดวกในการซื้อ					
การส่งเสริมการขาย (ลดราคา, ของแถม)					
อายุการเก็บนาน					

ส่วนที่ 4 ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มะฝัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

17. หากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์มะฝัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการหรือสารอาหารที่เหมาะสมสำหรับเป็นอาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ ท่านสนใจหรือไม่

() สนใจ () ไม่สนใจ เพราะ..... () ไม่แน่ใจ เพราะ.....

18. ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ควรมีสารอาหารอะไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

() คาร์โบไฮเดรต () โปรตีน
() ไขมัน () ใยอาหาร
() วิตามิน ระบุ..... () แล็กโตส ระบุ.....
() อื่นๆ โปรดระบุ.....

19. ปริมาณสารอาหารที่ร่างกายได้รับทั้งวัน ได้จากการรับประทานอาหาร 3 มื้อและอาหารว่างระหว่างมื้อ หากท่านพิจารณาปริมาณมะฝัฟฟินดังกล่าว เป็นอาหารเช้า ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวควรมีสารอาหารร้อยละเท่าใดของปริมาณสารอาหารที่ร่างกายต้องได้รับทั้งวัน

() น้อยกว่า 10 % () 11 - 15 %
() 16 - 20% () 21 - 25 % () อื่นๆ โปรดระบุ.....

20. ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวควรมีรสชาติอะไร

() เนยสด () วานิลลา () กล้วยหอม
() ผสมธัญพืช เช่น เมล็ดฟักทอง () แครอท () ผลไม้อื่นๆ ระบุ.....
() อื่นๆ โปรดระบุ.....

21. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีลักษณะเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์มะฝัฟฟินในท้องตลาดยี่ห้อใด

() คันทิง โดนัท () ยามาซากิ () วิทอรี
() เซ็นทรัล เบเกอรี่ () ฟัฟ แอนด์ พาย (การบินไทย) () บิ๊กซี
() มิสซีส ฟิลด์ส () โอ บอง แปง () อิน แอนด์ เอาท์
() กานดา () เอส แอนด์ พี () อื่นๆ ระบุ.....

22. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีลักษณะเนื้อสัมผัสอย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- () แน่นเนื้อ () เนื้อร่วนซุย () เนื้อนุ่ม
() เหนียว ยืดหยุ่น () น้ำเนื้อ () อื่นๆ โปรดระบุ.....

23. ท่านอยากให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีขึ้นขนาดเท่าไร (ดูภาพที่ 1 ตัวอย่างมัพฟิน)

- () 70 กรัม () 80 กรัม () 90 กรัม
() 100 กรัม () 110 กรัม () 120 กรัม
() อื่นๆ โปรดระบุ.....

24. ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวควรมีลักษณะบรรจุภัณฑ์แบบใด (ดูภาพที่ 2 ตัวอย่างภาชนะบรรจุ)

- () ใสถุงพลาสติกใส () ใสกล่องพลาสติกใส
() หุ้มพลาสติกใส () อื่นๆ โปรดระบุ.....

25. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีอายุการเก็บรักษานานเท่าไร

- () 1 วัน () 2-3 วัน () 4-5 วัน
() 6-7 วัน () มากกว่า 1 สัปดาห์ () อื่นๆ โปรดระบุ.....

26. ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวควรมีราคาต่อชิ้นเท่าไร

- () ต่ำกว่า 20 บาท () 21-30 บาท
() 31-40 บาท () 40 บาท ขึ้นไป () อื่นๆ โปรดระบุ.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

แบบสอบถาม

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์มัทฟีน

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง ขอความร่วมมือตอบแบบสอบถามเพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัทฟีน

คำอธิบาย แบบสอบถามนี้ เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ ของ นางกนกวรรณ ตุ่นสกุล นิสิตระดับปริญญาโท สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มัทฟีน จึงใคร่ขอความร่วมมือท่านในการตอบแบบสอบถามโดยข้อมูลดังกล่าวจะไม่มีผลกระทบใดๆทั้งสิ้นต่อท่าน

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

กนกวรรณ ตุ่นสกุล
ผู้วิจัย

คำแนะนำ กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในวงเล็บ () หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

- () ชาย () หญิง

2. อายุ

- () 20- 30 ปี () 31 - 40 ปี
() 41- 50 ปี () 51- 60 ปี

3. การศึกษาสูงสุด

- () ประถมศึกษา () มัธยมศึกษาตอนต้น(ม.3)
() มัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.6) () อนุปริญญา(ปวช./ปวส.)
() ปริญญาตรี () สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

- () ข้าราชการ () รัฐวิสาหกิจ
() พนักงานบริษัทเอกชน () ธุรกิจส่วนตัว
() แม่บ้าน/พ่อบ้าน () อื่นๆโปรดระบุ.....

5. รายได้ส่วนตัวต่อเดือน

- () น้อยกว่า 5,000 บาท () 5,001 – 10,000 บาท
() 10,001 – 15,000 บาท () 15,001 – 20,000 บาท
() 20,001 – 25,000 บาท () มากกว่า 25,000 บาท

6. รายจ่ายค่าอาหารและเครื่องคั่วต่อเดือน

- () น้อยกว่า 1,000 บาท () 1,001 – 2,000 บาท
() 2,001 – 3,000 บาท () 3,001 – 4,000 บาท
() 4,001 – 5,000 บาท () มากกว่า 5,000 บาท

1. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

() ยอมรับ เพราะ.....

() ไม่ยอมรับ เพราะ

2. ถ้ามีผลิตภัณฑ์นี้จำหน่ายในท้องตลาดราคา 15 บาท ขนาด 90 กรัม (ขนาดที่ท่านรับประทาน) ท่านจะซื้อหรือไม่

() ซื้อ เพราะ.....

() ไม่ซื้อ เพราะ.....

คำอธิบาย : ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิและผสมงาคำมีคุณค่าทางโภชนาการเหมาะสำหรับเป็นอาหารเช้า โดยมีพลังงาน,โคเลสเตอรอล,ไขมันและคาร์โบไฮเดรตต่ำ แต่มีโปรตีน,ใยอาหาร, เหล็กและแคลเซียมสูงกว่าผลิตภัณฑ์ทั่วไป ซึ่ง 1 ลูก มีสารอาหารประมาณ 15 % ของปริมาณสารอาหารที่คนไทยควรบริโภคใน 1 วัน

3. หลังจากที่ท่านได้รับทราบ ข้อมูลด้านบนแล้วท่านยอมรับผลิตภัณฑ์นี้หรือไม่

() ยอมรับ เพราะ.....

() ไม่ยอมรับ เพราะ

4. ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์นี้จากแป้งข้าวกล้องผสมงาคำนี้หรือไม่

() ซื้อ เพราะ.....

() ไม่ซื้อ เพราะ.....

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณภาพ

การหาปริมาณกลูเตนในแป้งสาลี (ผานิต, 2539)

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างแป้งให้ได้ค่าแน่นอน 50 กรัม
2. เติมน้ำลงในแป้งโดยใช้บิวเรต พร้อมทั้งคนผสมให้เข้ากับน้ำจนกระทั่งได้ก้อนโดที่นุ่มและจับตัวเป็นก้อนดี
3. นำก้อนโดมาแช่น้ำและทิ้งไว้ 10 นาที
4. นำก้อนโดมาใส่ตะแกรงหรือผ้าขาวบาง แล้วล้างก้อนโดด้วยน้ำเพื่อแยกสตาrch ออกจากกลูเตน พยายามอย่าให้ชิ้นส่วนของกลูเตนหลุดไปกับน้ำ ล้างจนกระทั่งน้ำที่ล้างใสปราศจากสตาrch
5. แช่กลูเตนที่ได้ในน้ำสะอาดอีกประมาณ 10 นาที
6. นำขึ้นมาทำให้สะเด็ดน้ำ อาจใช้ผ้าแห้งช่วยซับน้ำออกจากกลูเตน
7. ชั่งน้ำหนักกลูเตนเปียกที่ได้ แล้วคำนวณหาปริมาณกลูเตนเปียกจากสูตร

$$\text{กลูเตนเปียก (wet gluten) (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักกลูเตนเปียก} \times 100}{\text{น้ำหนักแป้ง}}$$

8. นำกลูเตนเปียกเข้าอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 220 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที แล้วทิ้งไว้ให้เย็น
9. ชั่งน้ำหนักกลูเตนแห้งที่ได้ แล้วคำนวณหาปริมาณกลูเตนแห้งจากสูตร

$$\text{กลูเตนแห้ง (dry gluten) (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักกลูเตนที่แห้ง} \times 100}{\text{น้ำหนักแป้ง}}$$

ปริมาตรจำเพาะ

(สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 375 – 2524)

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งน้ำหนักของชิ้นที่จะตรวจสอบหลังจากชิ้นนั้นเย็นแล้ว ใส่ชิ้นลงในภาชนะที่มีความสูงและความกว้างมากกว่าขนาดของชิ้นที่จะทดสอบ
2. เติมน้ำให้เต็มช่องว่างทั้งด้านขอบข้างและด้านขอบบนของภาชนะ วัดปริมาตรของน้ำที่ใช้เติมลงไปทั้งหมด โดยตวงด้วยกระบอกตวงที่มีขีดแบ่งปริมาตร
3. วัดปริมาตรของภาชนะโดยการเติมน้ำ ให้เต็มภาชนะ แล้ววัดปริมาตรของน้ำนั้นด้วยกระบอกตวง

การคำนวณ

$$\text{ปริมาตรน้ำ} = \frac{\text{ปริมาตรน้ำเริ่มต้น} - \text{ปริมาตรน้ำหลังแทนที่ด้วยชิ้น}}{\text{น้ำหนักของชิ้น}}$$

น้ำหนักของชิ้น

กำลังการพองตัวการละลายและการละลาย (Swelling Power and Solubility)

(กล้านรงค์และเกื้อกุล, 2546)

เครื่องมือ

1. หลอดเหวี่ยงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร
2. อ่างน้ำร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิได้
3. เครื่องเหวี่ยง
4. ตู้อบไฟฟ้า
5. เครื่องชั่งละเอียด

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างแป้ง 0.5000 กรัม ใส่ในหลอดทดลองเหวี่ยงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร
2. เติมน้ำกลั่นปริมาตร 15 มิลลิเมตร
3. แช่ใ้อ่างน้ำร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส กวนตลอดเวลาเป็นเวลานาน 30 นาที
4. นำไปเหวี่ยงในเครื่องเหวี่ยงที่ความเร็ว 2,200 รอบต่อนาที นาน 15 นาที
5. คูดน้ำตอนบนใ้ภาชนะที่ทราบน้ำหนัก ให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ และนำไปอบแห้งในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
6. ชั่งน้ำหนักเป็นน้ำหนักส่วนที่ละลายน้ำ ส่วนแป้งเปียกในหลอดนำมาชั่งเป็นน้ำหนักแป้งที่พองตัวแล้ว เพื่อนำมาคำนวณการพองตัว

วิธีการคำนวณ

$$\text{ร้อยละการละลาย} = \frac{\text{น้ำหนักส่วนที่ละลาย} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}}$$

$$\text{กำลังการพองตัว} = \frac{\text{น้ำหนักแป้งที่พองตัวแล้ว} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง} \times (100 - \text{ร้อยละการละลาย})}$$

**การวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลสเทียบต่อปริมาณสตาร์ช และปริมาณสตาร์ช
เทียบต่อน้ำหนักตัวอย่างแห้ง (Megazyme, 1998)**

เครื่องมือ

1. หลอดทดลองขนาด 16*120 (15 มิลลิเมตร) พร้อมฝาปิด
2. Eppendorf® microfuge tube
3. อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ และเครื่องชั่งละเอียด 0.0001 กรัม
4. เครื่องปั่นเหวี่ยง (Centrifuge) และเครื่องปั่นผสม (Vortex mixer)
5. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)
6. ไมโครปิเปตขนาด 1 มิลลิเมตร และ 10 มิลลิเมตร

สารละลายที่ใช้

1. Sodium Acetate Buffer
2. Concentrate Con A Solution
3. Con A Solvent (Working Slution)
4. Dimethyl Sulphoxide (DMSO)
5. Amylose / Amylopectin assay kit ประกอบด้วย
 - 5.1 Freeze dried Con A
 - 5.2 Amyloglucosidase /Fungal α amylase suspension
 - 5.3 Glucose Determination Reagent
 - 5.4 Glucose Reagent Buffer สำหรับเตรียม GOPOD Reagent
 - 5.5 Glucose Standard Solution
 - 5.6 Starch Reference Sample
6. Amyloglucosidase Enzymes

วิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่างฟลาวัวว

1.1 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 20-25 มิลลิกรัม บันทึกน้ำหนักที่แน่นอนใส่ในหลอดทดลองที่มีฝาปิด

1.2 เติมสารละลาย DMSO จำนวน 1 มิลลิลิตร ในหลอดทดลองทำการผสมด้วยเครื่องปั่นผสม (Vertex mixer) จากนั้นนำไปต้มในน้ำเดือดนาน 15 นาที โดยสลับกับการเขย่าด้วยเครื่องปั่นผสมความเร็วสูง

1.3 วางหลอดทดลองที่อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที จากนั้นเติมเอทานอล 95% จำนวน 6 มิลลิลิตร และตั้งหลอดทดลองไว้ 15 นาที

1.4 นำหลอดทดลองมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 2000 กรัม นาน 5 นาที หรือจนกระทั่งตกตะกอนแยกส่วนใสทิ้งไป นำส่วนที่ตกตะกอนไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

1.5 เติม DMSO จำนวน 1 มิลลิลิตร เติมน้ำลงในหลอดทดลองเดิมที่มีตะกอน ทำการปั่นผสมด้วยเครื่องปั่นผสมความเร็วต่ำ

1.6 นำหลอดทดลองไปต้มให้ความร้อนในน้ำเดือด 15 นาที ระหว่างให้ความร้อนสลับกับการเขย่าด้วยเครื่องปั่นผสมความเร็วสูง จนกระทั่งสารละลายในหลอดใส

1.7 เติมสารละลาย Con A Solvent 2 ml จากนั้นนำสารละลายที่ได้ใส่ในขวดวัดปริมาตร ขนาด 25 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 25 มิลลิลิตร ด้วยสารละลาย Con A Solvent (ได้เป็นสารละลายหมายเลข 1)

2. การตกตะกอนอะมิโลสและอะมิโลเพกตินและการตรวจสอบปริมาณอะมิโลส

2.1 นำสารละลายหมายเลข 1 บรรจุลงใน Eppendorf® microfuge tube ขนาด 2 มิลลิลิตร เติมสารละลาย Con A Solution จำนวน 0.5 มิลลิลิตร ปิดฝา

2.2 ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปเหวี่ยงที่เครื่องเหวี่ยงที่ความเร็ว 14,000g นาน 10 นาที

2.3 นำส่วนใส 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร เติม Sodium Acetate Buffer 100 มิลลิโมล จำนวน 3 มิลลิลิตร นำไปต้มในน้ำเดือดนาน 5 นาที

2.4 นำหลอดทดลองวางในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที จากนั้นเติมสารผสมระหว่าง เอนไซม์ Amyloglucosidase Enzymes และ α amylase ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร วางในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

2.5 จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่เครื่องเหวี่ยงความเร็ว 2,000g นาน 2 นาที จากนั้นเติม 100mM sodium acetate buffer จำนวน 4 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

2.6 นำส่วนใสที่ได้ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองเดิม GOPOD reagent จำนวน 4 มิลลิลิตร และบ่มในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 510 นาโนเมตร (A)

3. การตรวจสอบปริมาณสตาร์ช

3.1 นำสารละลายหมายเลข 1 จำนวน 0.5 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร จากนั้นเติม Sodium Acetate Buffer ความเข้มข้น 10 มิลลิโมล จำนวน 4 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

3.2 เติมสารผสมระหว่างเอนไซม์ Amyloglucosidase และ α amylase ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร นำไปบ่มในอ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที

3.3 นำสารละลายที่ได้จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองเดิม GOPOD reagent จำนวน 4 มิลลิลิตร บ่มที่อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที นำสารละลายที่ได้วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 510 นาโนเมตร (B)

4. การคำนวณผล

$$\text{ปริมาณอะมิโลสเทียบกับปริมาณสตาร์ช} = \frac{(A) \times 6.15 \times 100}{(B) \times 9.20 \times 1}$$

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ใบรายงานผลการทดสอบ Hedonic Scaling test

ตัวอย่าง มัฟฟินจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

วันที่ ศ.ค. 2548

ชื่อผู้ทดสอบ _____

อายุ _____ ปี

ท่านเคยรับประทานมัฟฟินหรือไม่ ☐ เคย ☐ ไม่เคย

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบตามรหัสตัวอย่าง โดยให้คะแนนตาม
คำอธิบายคะแนนที่กำหนด กรุณาเขียนปากก่อนทดสอบตัวอย่าง

สเกลความชอบ

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

รหัสตัวอย่าง _____

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ
ความนุ่ม	
ความแน่นเนื้อ	
ความร่วน	
ความฉ่ำเนื้อ	
รสหวาน	
ความชอบรวม	

ข้อเสนอแนะ : _____

ใบรายงานผลการทดสอบ Hedonic Scaling test และ Just About Right

ตัวอย่าง มัฟฟินงาดำจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ วันที่ พ.ค 2548

ชื่อผู้ทดสอบ _____

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบของตัวอย่างและบอกความรู้สึกที่มีต่อตัวอย่าง โดยให้คะแนนตามคำอธิบายคะแนนความชอบ และความรู้สึก ที่กำหนด กรุณาเขียนปากก่อนทดสอบตัวอย่าง

สเกลความชอบ

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

สเกลความรู้สึก (การปรับปรุง)

- 1= อ่อนมาก (ปรับเพิ่มขึ้นมาก)
- 2= อ่อนปานกลาง (ปรับเพิ่มขึ้นปานกลาง)
- 3= พอดี (ไม่ต้องปรับปรุง)
- 4= เข้มปานกลาง (ปรับลดลงปานกลาง)
- 5= เข้มมาก (ปรับลดลงมาก)

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ	คะแนนความรู้สึก
กลิ่น		
รสหวาน		
ความนุ่ม		
ความชอบรวม		XXXXXXXXXXXX

ข้อเสนอแนะ :

ใบรายงานผลการทดสอบ
วิธีเปรียบเทียบตัวอย่างคู่

ชื่อผู้ทดสอบ _____ วันที่ _____ ก.ค. 2548

ผลิตภัณฑ์ มัฟฟินงาดำจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ

คำแนะนำ:

กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวาและวงกลมรอบรหัสตัวอย่างที่ท่านรู้สึกว่ามัน
มากกว่า กรุณاب้วนปากระหว่างตัวอย่าง

862

223

วิจารณ์ _____

แบบรายงานการทดสอบวิธีการเรียงลำดับความชอบ

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ มัฟฟิน

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างตามหมายเลขรหัสจากซ้ายไปขวา และเรียงลำดับตัวอย่างตามความชอบ
จากชอบมากที่สุด = 1 และชอบน้อยที่สุด = 4 พร้อมวิจารณ์หรือให้เหตุผลแต่ละตัวอย่าง

รหัสตัวอย่าง	ลำดับความชอบ	วิจารณ์