



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

ปริญญา

พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร

พัฒนาผลิตภัณฑ์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาบัตเตอร์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง
พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105

Development of Reduced Calories and Reduced Sugar Butter Cake from Brown
Rice Flour Jasmine 105 Variety

นามผู้วิจัย นางสาวฉันทก นุกิจ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์พิเศษขวัญ ชมปรีดา, Ph.D.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัชชัย สุวรรณสีชนัน, Ph.D.)

กรรมการ

(อาจารย์นำวิน มีนะกรรม, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพศาล วุฒิจำนงค์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อางคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 3 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2549

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาบัตเตอร์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105

**Development of Reduced Calories and Reduced Sugar Butter Cake from Brown Rice Flour
Jasmine 105 Variety**

โดย

นางสาวณัชกร นุกิจ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2549

ISBN 974-16-1078-5

ณัชกร นุกิจ 2549: การพัฒนาบัตเตอร์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง
พันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
เกษตร) สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์
ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, Ph.D. 187 หน้า
ISBN 974-16-1078-5

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์จากข้าวกล้อง ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์
บัตเตอร์เค้กที่จำหน่ายในท้องตลาด ณ.ห้างสรรพสินค้าและร้านเบเกอรี่ พบว่ามีจำหน่าย 2
ประเภท คือ 1.เค้กสด 2.เค้กแช่แข็ง มีราคาตั้งแต่ 10 -170 บาท ผลการสำรวจความต้องการ
ผู้บริโภคโดยการอภิปรายกลุ่มและโดยการตอบแบบสอบถามพบว่าผู้บริโภคต้องการผลิตภัณฑ์
เค้กที่สดใหม่ มีกลิ่นเนย มีลักษณะเป็นชิ้นสไลด์ บรรจุในถุงพลาสติกและสามารถเก็บได้ที่
อุณหภูมิห้อง ดังนั้นแนวคิดผลิตภัณฑ์ คือ บัตเตอร์เค้กจากแป้งข้าวกล้องผลิตภัณฑ์ที่ลดน้ำตาล
พลังงาน และโคเลสเตอรอล และผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ผลจากการศึกษาสูตร
พื้นฐานพบว่าสามารถใช้แป้งข้าวกล้องหอมมะลิทดแทนแป้งสาลีได้ทั้งหมดในสูตรเค้กลดไขมัน
จากการพัฒนาสูตร พบว่าสูตรของบัตเตอร์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องที่
เหมาะสม ประกอบด้วย แป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ร้อยละ 17.48 สารทดแทนไขมัน
ร้อยละ8.57 สารทดแทนน้ำตาล ร้อยละ 0.09 bulking agent ร้อยละ 18.08 สารสเตบิไลเซอร์ ร้อย
ละ 0.25 เนยสด ร้อยละ15.92 ไข่แดง ร้อยละ 3.34 ไข่ขาว ร้อยละ 24.63 นมข้นจืด ร้อยละ 6.29 ผง
ฟูร้อยละ 0.64 เกลือร้อยละ 0.48 อิมัลซิไฟเออร์ร้อยละ 3.70 กลิ่นเนยร้อยละ 0.53 โดยได้บัตเตอร์
เค้กที่นุ่ม มีค่าความแข็งเท่ากับ 2.56 นิวตันและมีปริมาตรจำเพาะเท่ากับ 3.07 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ต่อกรัม ผลิตภัณฑ์เค้กมีสีเหลือง ค่าสี L*, a*, b* เท่ากับ 60.91, 0.07, 13.37 ตามลำดับ และมีค่า
พลังงาน 317 กิโลแคลอรีต่อ100กรัม โคเลสเตอรอล 49 มิลลิกรัมต่อ100กรัม ผู้บริโภคเป้าหมายให้
คะแนนความชอบในระดับชอบปานกลาง(7.6) และร้อยละ 99 ยอมรับผลิตภัณฑ์ ส่วนผู้บริโภค
ทั่วไปให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ระดับชอบเล็กน้อย (6.8) โดยยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 97
และผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง พลาสติกชนิดOPP โดยเก็บในสภาวะบรรยากาศปกติ และบรรจุถุง
Nylon/LLDPE โดยปรับสภาวะบรรยากาศ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บได้นาน 3 วัน
และ10 วัน ตามลำดับ โดยไม่มีการเสื่อมเสียคุณภาพทางกายภาพ และทางจุลินทรีย์

ณัชกร นุกิจ

ลายมือชื่อนักศึกษา



ลายมือชื่อประธานกรรมการ

23 / ๑.๑. / ๒๕๔๙

Natchanok Nukit 2006: Development of Reduced Calories and Reduced Sugar Butter Cake from Brown Rice Flour Jasmine 105 Variety. 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. 187 pages.
ISBN 974-16-1078-5

Research aimed to increase utilization of Jasmine brown rice. Result from market survey showed that there were 2 type of butter cake in markets; fresh and frozen cakes with price range from 10 to 170 Baht. Results from focus group discussion and consumer survey using questionnaire indicated that consumer need fresh butter cake with butter flavor in form of slice packed in plastic bag and storage in ambient temperature. Therefore, product concept of butter cake from Jasmine brown rice flour was sugar, calories and cholesterol reduced butter cake and acceptable by consumer. Formulation experiment showed that brown rice flour can totally substitute wheat flour in reduced fat formula. Result of formulation development showed that the optimum formulation of reduced calories and reduced sugar butter cake consisted of 17.48% brown rice flour , 8.57% fat replacer, 0.09% sugar substitute, 18.08% bulking agent, 0.25% stabilizer, 15.92% butter, 3.34% egg yolk, 24.63% white egg, 6.29% milk, 0.64% baking powder, 0.48% salt, 3.70% emulsifier, 0.53% butter flavor. The butter cake was soft with hardness = 2.56 N and specific volume = 3.07cm³/g. Color of butter cake was yellow with L*, a*and b* = 60.91, 0.07, 13.37; respectively. The butter cake from Jasmine brown rice flour 100 gm contained energy = 317 Kcal and cholesterol = 49 mg. Consumer acceptance test revealed that target consumer liked product moderately (7.6) with 99% acceptance while general consumer liked the product slightly (6.8) with 97% acceptance. Cake packed in OPP bag in air condition and in K-nylon//LLDPE in MAP condition can be kept at room temperature can be kept for 3 days and 10days, respectively without changing its physical and microbiology quality.

Natchanok Nukit

Student's signature

Penkwan Chompreeda

Thesis Advisor's signature

23 / Jan / 2006

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ แก่ข้าพเจ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รศ.ดร.เพ็ญขวัญ ชมปริดา ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร. ชงชัย สุวรรณสิขณัน กรรมการสาขาวิชาเอก อาจารย์นำวัน มีนะกรรณ กรรมการวิชาการ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำระหว่างการดำเนินการวิจัย ตลอดจนแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.วรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร อาจารย์ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณา ตรวจสอบแก้ไข และให้คำแนะนำเพิ่มเติม เพื่อให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณสถาบันคั่นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร และภาคเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ที่อนุเคราะห์เครื่องมืออุปกรณ์และเจ้าหน้าที่อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ทุกท่านที่อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน ขอขอบพระคุณบริษัท รามาโปรดักชั่น ที่อนุเคราะห์สาร Lactitol, Polydextrose และ สาร Acesulfame – K รวมทั้ง ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกท่านที่ช่วยเหลือในการปฏิบัติงาน คำแนะนำ คำปรึกษา และให้ความอนุเคราะห์ในด้านต่างๆ จนงานสำเร็จอย่างสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณสมาชิกชมรม ผู้สูงอายุ, คุณเบญจพรรณ บุรวัดน์ หัวหน้าทีมงานสนับสนุนบริการ และรักษาการณ์หัวหน้างาน โภชนาการ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์รังสิต, อาจารย์ และบุคลากร โรงเรียนอมรินทร์าราม ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิจัยและให้ความร่วมมือและมีส่วนช่วยในการทำวิทยานิพนธ์อย่างมาก

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดาของข้าพเจ้าที่ล่วงลับไปแล้ว มารดา น้อง และทุกท่านในครอบครัวของข้าพเจ้า รวมทั้งผู้ที่มีพระคุณที่ได้เอื้อนามไว้ ณ ที่นี้ทุกท่าน สำหรับความรัก ความห่วงใย และเป็นกำลังใจที่มีให้โดยตลอดจนการศึกษาสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

ณชนก นุกิจ

มกราคม 2549

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้แป้งชนิดต่างๆทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบ	67
อุปกรณ์และวิธีการ	70
อุปกรณ์	70
วิธีการ	73
ผลและวิจารณ์	87
สรุป	142
ข้อเสนอแนะ	144
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	145
ภาคผนวก	155
ภาคผนวก ก	แบบสอบถามการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค, ขั้นตอนการ อภิปรายกลุ่ม, การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง และแบบสอบถาม การยอมรับของผู้บริโภค
ภาคผนวก ข	การวิเคราะห์คุณภาพ
ภาคผนวก ค	แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเปรียบเทียบปริมาณสารอาหารต่อข้าว 100 กรัม ระหว่างข้าวกล้องกับข้าวสาร	25
2	องค์ประกอบของไข่ไก่	29
3	ค่า water activity ปริมาณความชื้น และปัญหาที่พบ ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่	34
4	มูลค่าตลาดผลิตภัณฑ์ขนมอบ	39
5	ตราชี้ห้อยของผลิตภัณฑ์ขนมอบที่กลุ่มตัวอย่างเลือกซื้อ	41
6	เงื่อนไขการกล่าวอ้างทางโภชนาการ โดยใช้เกณฑ์ต่อ ปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภค	43
7	สารทดแทนไขมันในกลุ่มอนุพันธ์ของแป้ง	48
8	ผลกระทบของDE ต่อคุณสมบัติของมอลโตเด็กตริน	49
9	การเปรียบเทียบความหวานและพลังงานของสารให้ความหวานต่างๆ	54
10	สูตรแบตเตอรี่เค้กพื้นฐานในการศึกษาการทดแทนแป้งข้าวกล้อง	78
11	แผนการทดลองMixture Design ในการศึกษา 3 ปัจจัยสำหรับ ผลิตภัณฑ์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาล	81
12	แผนการทดลอง Factorial in CRD ในการศึกษา 3 ปัจจัยในการ พัฒนาผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาล	82
13	แนวความคิดและพฤติกรรมผู้บริโภคและความต้องการเกี่ยวกับ แบตเตอรี่เค้กและแบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลของผู้บริโภค กลุ่มเป้าหมาย	88
14	ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคจากการสำรวจความต้องการ ของผู้บริโภค	93
15	ความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อแบตเตอรี่เค้กลดพลังงาน และลดน้ำตาล	94

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	ความสำคัญของปัจจัยที่ผู้บริโภครู้สึกให้ความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์ แบตเตอรี่แก้กดพลังงานและลดน้ำตาล	96
17	ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่แก้ที่จำหน่ายในท้องตลาด	99
18	ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่แก้ที่จำหน่ายในท้องตลาด	102
19	ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของแป้งข้าวกล้อง, แป้งข้าวหอมมะลิ และแป้งสาลี	107
20	คุณภาพแป้งข้าวกล้องพันธุ์ดอกมะลิ105 แป้งข้าวหอมมะลิ และแป้งข้าวสาลีอเนกประสงค์	108
21	ค่าเฉลี่ยของค่าทางกายภาพและคะแนนความชอบเฉลี่ย ของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของแบตเตอรี่แก้แป้ง ข้าวกล้องสูตรไขมันเต็มและสูตรลดไขมัน	109
22	ค่าเฉลี่ยของค่าคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสทางกายภาพและ ของสิ่งทดลองในแผนการทดลอง mixture design เปรียบเทียบกับ control	111
23	ค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยของสิ่งทดลองในแผนการ ทดลอง mixture design เปรียบเทียบกับ control	112
24	ค่าเฉลี่ยของค่าทางกายภาพของสิ่งทดลองในแผนการทดลอง full factorial in CRD	116
25	ค่าเฉลี่ยของค่าคะแนนความชอบของสิ่งทดลองในแผนการทดลอง full factorial in CRD	117
26	ค่าเฉลี่ยของค่าทางกายภาพของแบตเตอรี่แก้ที่มีส่วนผสม DE 10, DE 15 guar gum 0.00 %, 0.25%	118

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
27	ค่าคุณภาพผลิตภัณฑ์เค็กแป้งข้าวกลี้องคอกมะลิ105 ลดพลังงานและลดน้ำตาล	120
28	ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย (อายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป) จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค	123
29	ข้อมูลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคเป้าหมาย (อายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป) เกี่ยวกับแบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและ ลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกลี้อง	124
30	ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มผู้บริโภคทั่วไป (อายุมากกว่า 11 ปี – 40ปี)จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยใช้แบบทดสอบแบบ McNemar test	126
31	ข้อมูลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป (อายุมากกว่า 11 ปี – 40ปี) เกี่ยวกับ แบตเตอรี่เค็กลดพลังงาน และลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกลี้อง	127
32	ความสัมพันธ์ระหว่างเพศของกลุ่มตัวอย่าง(ผู้บริโภคเป้าหมาย) กับปัจจัยด้านความชอบ	131
33	ความสัมพันธ์ระหว่างอายุของกลุ่มตัวอย่าง(ผู้บริโภคเป้าหมาย) กับปัจจัยด้านความชอบ	131
34	ความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง(ผู้บริโภคเป้าหมาย) กับปัจจัยด้านความชอบ	132
35	ความสัมพันธ์ระหว่างอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง(ผู้บริโภคเป้าหมาย) กับปัจจัยด้านความชอบ	132
36	ความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ของกลุ่มตัวอย่าง(ผู้บริโภคเป้าหมาย) กับปัจจัยด้านความชอบ	133
37	ความสัมพันธ์ระหว่างเพศของกลุ่มตัวอย่าง(ผู้บริโภคทั่วไป) กับปัจจัยด้านความชอบ	133

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
38	ความสัมพันธ์ระหว่างอายุของกลุ่มตัวอย่าง(ผู้บริโภครั่วไป) กับปัจจัยด้านความชอบ	134
39	ความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง(ผู้บริโภครั่วไป) กับปัจจัยด้านความชอบ	134
40	ความสัมพันธ์ระหว่างอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง(ผู้บริโภครั่วไป) กับปัจจัยด้านความชอบ	135
41	ความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ของกลุ่มตัวอย่าง(ผู้บริโภครั่วไป) กับปัจจัยด้านความชอบ	135
42	ค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะ บรรยากาศปกติในบรรจุถุง PE และสภาวะ ปรับสภาพบรรยากาศในถุง OPP ที่อุณหภูมิห้องของผลิตภัณฑ์ แบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาจากแป้งข้าวกล้อง	138

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ส่วนแบ่งมูลค่าข้าวส่งออก	19
2	ส่วนแบ่งมูลค่าส่งออกสินค้าอุตสาหกรรมเกษตร	19
3	การแยกส่วนประกอบของข้าวเปลือก	20
4	กรรมวิธีการไหม้แห้งแป้งข้าว	26
5	ความสัมพันธ์ระหว่างสารให้ความหวานกับสารทดแทนน้ำตาล	54
6	โครงสร้างทางเคมีของPolydextrose	55
7	การผลิตแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105	75
8	กรรมวิธีการผลิตบัตเตอร์เค้กสูตรพื้นฐาน(ลดไขมัน)	79
9	กราฟค่าความหนืดของแป้งข้าวกล้องดอกมะลิ 105 และแป้งสาลี	107
10	แสดง Dendrogram จากการทำ Cluster analysis ของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	114
11	แสดง Dendrogram จากการทำ Cluster analysis ของคุณลักษณะทางกายภาพ	114
12	แสดงลักษณะปรากฏของสิ่งทดลองที่มีส่วนผสมของ DE 10, 15 และ 18	115
13	กรรมวิธีการผลิตบัตเตอร์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องพันธุ์ดอกมะลิ 105	119
14	กราฟแสดงค่าความชอบในการทดสอบการยอมรับของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายเปรียบเทียบกับกลุ่มผู้บริโภคทั่วไป	136
15	แนวโน้มค่า a_w ในระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติในถุง OPP และปรับสภาวะปรับสภาพอากาศอุณหภูมิห้องและบรรจุถุง K nylon//LLDPE	139
16	แนวโน้มค่าความชื้นในระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติในถุง OPP และปรับสภาวะปรับสภาพอากาศอุณหภูมิห้องและบรรจุถุง K nylon//LLDPE	139

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	แนวโน้มค่าความแข็ง, ค่าความสามารถในการเกาะตัว และค่าความสามารถในการยึดหยุ่นในระหว่างการเก็บ รักษาในสภาวะบรรยากาศปกติอุณหภูมิห้องและบรรจุถุง PE	140
18	ค่าเฉลี่ยความเข้มทางคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติ	141
19	ค่าเฉลี่ยความเข้มทางคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศMAP(ไนโตรเจน 100 %)	141

การพัฒนาบัตเตอร์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลจาก
แป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105

**Development of Reduced Calories and Reduced Sugar Butter Cake from Brown
Rice Flour Jasmine 105 Variety**

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยเนื่องจากประเทศไทยมีการเพาะปลูกส่งออกข้าวมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก ปัจจุบันมีการส่งออกข้าวไทยไปต่างประเทศทั่วโลก 160 ประเทศ ในจำนวนปีละประมาณ 7 ล้านตัน โดยไทยมีส่วนแบ่งการตลาดร้อยละ 30 ของปริมาณการค้าข้าวของโลก ข้าวที่ส่งออกสามารถแบ่งตามคุณภาพได้ 3 ประเภท คือข้าวคุณภาพดี (ข้าวหอมมะลิและข้าวขาว) ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศเดียวในโลกที่ส่งออกข้าวหอมมะลิ ข้าวคุณภาพปานกลาง (ข้าวขาวและข้าวเหนียว) และข้าวคุณภาพต่ำ (ข้าวขาวและปลายข้าว) (ข้าว: ชีวิต เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม, 2543)

ข้าวกล้องเป็นผลผลิตที่ได้จากข้าวที่ผ่านการกะเทาะเปลือก(แกลบ)ออก จึงมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าข้าวขาวเนื่องจากในข้าวกล้องมีโปรตีน วิตามิน และเกลือแร่ การบริโภคข้าวกล้องอย่างเพียงพอและถูกต้องตามหลักโภชนาการสามารถป้องกันการโรคต่างๆ เช่น โรคเบาหวาน เนื่องจากข้าวกล้องให้คาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนต้องใช้เวลาในการย่อยนานกว่าที่จะกลายเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงเดี่ยว (กลูโคส)ทำให้สัดส่วนกลูโคสเข้าสู่ร่างกายพอดีกับตับอ่อนผลิตอินซูลิน ทำให้ตับอ่อนสามารถผลิตอินซูลินได้ตามปกติ (ชุมศักดิ์, 2546) แป้งข้าวกล้องที่ได้จากการโม่แห้งจะมีปริมาณ อะมิโลสต่ำ ซึ่งเหมาะสมกับการผลิตเค้กและสามารถทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้ก โดยนำมาผลิตเป็นแป้งเพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารมากขึ้นสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารประเภทต่างๆ เช่น นำมาผสมกับแป้งชนิดอื่นเพื่อมาทำ เส้นก๋วยเตี๋ยว เครื่องดื่มผง เป็นต้น

บัตเตอร์เค้กเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่มีรสชาติอร่อยและมีคุณค่าทางโภชนาการทำให้ความนิยมในอาหารประเภทนี้ได้ขยายอย่างกว้าง ในการผลิตเค้กจะมีแป้งสาลีเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิต ซึ่งในประเทศไทยสามารถปลูกข้าวสาลีที่นำมาผลิตเป็นแป้งสาลีได้ แต่คุณภาพยังไม่ดี

เท่าที่ควร ดังนั้นจึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้ต้นทุนในการผลิตสูง ถ้าเรานำผลผลิตทางการเกษตรที่มีในประเทศมาทดแทนแป้งสาลีที่นำเข้าเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตจะทำให้ลดต้นทุนและช่วยส่งเสริมผลผลิตทางการเกษตรอีกด้วย เนื่องจากเค้กมีแป้งและน้ำตาลเป็นองค์ประกอบ จะส่งผลให้ผู้ป่วยมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้ป่วยโรค ดังนั้นควรมีการประยุกต์ใช้สารให้ความหวานแทนน้ำตาลและใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลี เพื่อควบคุมพลังงานและระดับน้ำตาลให้เหมาะสมและยังเพิ่มทางเลือกใหม่ในการบริโภคให้กับผู้ป่วยและผู้ที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันประเทศไทยมีอัตราผู้ป่วยโรคเบาหวานและโรคอ้วนเพิ่มขึ้น โรคเบาหวาน คือ ภาวะที่ร่างกายมีระดับน้ำตาลสูงกว่าปกติ เป็นโรคที่เกิดจากร่างกายมีความผิดปกติในการผลิตและหลั่งสารอินซูลินได้น้อยลง นอกจากนี้ อาจเกิดจากความผิดปกติในการออกฤทธิ์ของอินซูลินหรือทั้ง 2 กรณี ทำให้เกิดกลุ่มอาการของโรคทางเมตาบอลิซึม ซึ่งก่อให้เกิดน้ำตาลในเลือดสูง การมีน้ำตาลในเลือดสูงนานๆ จะทำให้เกิดความผิดปกติของการทำงานต่ออวัยวะต่างๆ ในร่างกาย ดังนั้นสารอาหารและพลังงานที่ผู้ป่วยได้รับจากอาหารมีความสัมพันธ์กับระดับน้ำตาลในเลือด(เทพ, 2547)

สาเหตุของความอ้วนที่สำคัญที่สุดคือ การรับประทานอาหารมากกว่าที่ร่างกายต้องการ คือ เมื่อรับประทานแล้วไม่ได้ใช้พลังงานในการทำงานหรือออกกำลังกาย ร่างกายก็จะสะสมพลังงานที่เหลือใช้เป็นไขมัน ไขมันเป็นสิ่งที่ร่างกายสามารถสะสมไว้ได้โดยไม่จำกัด คนอ้วนมักชอบรับประทานอาหารหวานจัด อาหารที่มีไขมันมาก (พรชิตา, 2545) จึงมีการแนะนำให้รับประทานอาหารที่มีกากใยสูงและใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลที่ให้พลังงานต่ำกว่าน้ำตาลทราย

งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาบัตเตอร์เค้กลดพลังงานจากแป้งข้าวกล้องพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และเพิ่มทางเลือกให้กับผู้ป่วยโรคเบาหวานและโรคอ้วน รวมทั้งผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจข้อมูลทางการตลาดและสำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตา
2. เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมของแบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาจากแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105
3. เพื่อศึกษาการยอมรับผู้บริโภคที่มีต่อแบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาจากแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105
4. เพื่อศึกษาอายุการเก็บของแบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาจากแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 ในสภาวะการเก็บรักษาต่าง ๆ

การตรวจเอกสาร

1. โรคเบาหวาน

โรคเบาหวานเป็นหนึ่งในโรคที่สำคัญมากทางระบาดวิทยา ซึ่งทางองค์การอนามัยโลกให้ความสนใจ ทั้งนี้ พบว่าประชากรไทยทุกๆ 100 คน จะมีผู้ป่วยโรคเบาหวานถึง 6 คน และสำหรับประเทศไทย และประเทศทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวานร้อยละ 99 เป็นเบาหวานที่พบในผู้ใหญ่และไม่มีแนวโน้มในการเกิดภาวะกรดคั่งในเลือดจากสารคีโตน (ketoacidosis) ในขณะที่ประเทศทางยุโรปและอเมริกามีผู้ป่วยโรคเบาหวานประเภทที่ 2 เพียงร้อยละ 85 เท่านั้น (เทพ, 2547) องค์การอนามัยโรคได้ประมาณว่า จำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานทั่วโลกจะเพิ่มขึ้นจาก 171 ล้านคนในปี ค.ศ. 2000 เป็น 333 ล้านคนในปี ค.ศ. 2005 โดยมีอัตราการเพิ่มตามจำนวนประชากรที่เป็นโรคอ้วนหรือมีน้ำหนักเกินมาตรฐาน และในประเทศไทยผู้ป่วยโรคเบาหวานในปี 2000 มีจำนวน 1,536,000 คน และคาดการณ์ว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 2,739,000 คน จากการศึกษาของ InterAsia 2000 รายงานว่าปี 2003 มีการชุกของเบาหวานในเมืองไทย ร้อยละ 9.6 ในประชากรอายุตั้งแต่ 35 ปีขึ้นไป และคนที่อายุมากขึ้นก็มีโอกาสเป็นเบาหวานมากขึ้น ดังนั้น ผู้ที่มีอายุ 50-60 ปีมีโอกาสเป็นเบาหวานมากกว่า ร้อยละ 10 (ตรีคุณ, 2548)

1.1 สาเหตุของโรคเบาหวาน (เทพ, 2547) เกิดจากการทำงานของตับอ่อนในการผลิตฮอร์โมนอินซูลินจะบกพร่อง ซึ่งอาจเกิดจากการที่ตับอ่อนไม่สามารถผลิตอินซูลินได้เพียงพอ หรือผลิตอินซูลินได้แต่อินซูลินนั้นไม่ปกติ ภาวะเช่นนี้ก็จะทำให้ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ เนื่องจากการทำงานระหว่างฮอร์โมนอินซูลินและกลูคากอนเสียสมดุลไป ผลที่เกิดขึ้นก็คือการมีน้ำตาลตกค้างในเลือด ซึ่งกระทบไปถึงไตที่ทำหน้าที่กรองของเสีย ทำให้ไตต้องทำงานหนักขึ้น และไม่สามารถกรองเอาน้ำตาลออกจากปัสสาวะได้หมด ทำให้มีน้ำตาลปนออกมากับปัสสาวะ ปัสสาวะจึงมีรสหวานเป็นที่มาของโรคเบาหวาน

1.2 ประเภทของโรคเบาหวาน (ชุมศักดิ์, 2546) การแบ่งประเภทของโรคเบาหวานแบ่งโดยใช้สาเหตุของการเกิดโรคเป็นเกณฑ์ เพื่อผลทางการรักษาที่ถูกต้อง ซึ่งภาวะที่ก่อให้เกิดเบาหวานนั้นมี 2 กรณี คือ กรณีที่ตับอ่อนไม่สร้างอินซูลินได้ กับกรณีที่ยังคงมีการผลิตอินซูลินอยู่บ้างแต่ไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย

โรคเบาหวาน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1.2.1 เบาหวานชนิดที่1 คือเบาหวานชนิดที่พึ่งอินซูลิน (Insulin Dependent Diabetes) บางครั้งเรียกว่า “เบาหวานในเด็ก” เพราะมักเกิดกับผู้ที่อายุน้อย คือ เด็กและวัยรุ่น

เบาหวานชนิดนี้ เกิดจากการที่ร่างกายเกิดภาวะขาดอินซูลิน โดยสิ้นเชิง ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ตับอ่อนไม่สามารถผลิตอินซูลินได้ เนื่องจากเซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนอินซูลินนั้น ผิดปกติโดยสาเหตุจากการติดเชื้อไวรัส หรือความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันขึ้นมาต่อต้านตัวเอง

เมื่อร่างกายเกิดภาวะขาดอินซูลิน น้ำตาลก็ไม่สามารถเข้าไปในเซลล์เพื่อให้พลังงานได้ จึงตกค้างในเลือดจนเกิดภาวะปริมาณน้ำตาลในเลือดสูง ส่วนเซลล์เมื่อไม่ได้รับน้ำตาลก็ต้องหาแหล่งพลังงานทดแทนใหม่มาทดแทน จึงหันไปย่อยสลายไขมันและโปรตีนเพื่อให้ได้พลังงาน กระบวนการสลายไขมันในระบบนี้ จะทำให้เกิด สารคีโตน (Ketoacidosis) ซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรดและเป็นพิษต่อร่างกายออกมาด้วย ตามปกติแล้ว การย่อยสลายไขมันและโปรตีน จะเกิดอย่างช้าๆ ทำให้สารคีโตนในร่างกายอยู่ในปริมาณที่ร่างกายควบคุมได้ แต่ในกรณีของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดนี้ อัตราการสลายไขมันจะเกิดขึ้นเร็วมาก ทำให้มีสารคีโตนคั่งค้างอยู่ในเลือด จึงเกิดภาวะกรดคั่งในเลือดจากสารคีโตน(Diabetes Ketoacidosis) อาการของภาวะกรดคั่งในเลือดจากสารคีโตนนั้น คือ หายใจหอบลึก เมื่อหายใจออกมาจะมีกลิ่นเหมื่อนกลิ่นผลไม้ ซิฟจรเต้นเร็ว คลื่นไส้ อาเจียน ระดับความรู้สึกตัวจะค่อยๆลดลง ถ้าไม่ได้รับการรักษาอย่างทันท่วงที จะช็อกหมดสติจากภาวะกรดคั่งในเลือดได้ อาการที่เกิดขึ้นนี้มักเป็นอย่างรุนแรงและเกิดขึ้นโดยกะทันหัน

1.2.2 เบาหวานชนิดที่2 คือเบาหวานชนิดที่ไม่พึ่งอินซูลิน(Non - Insulin Dependent Diabetes)

เบาหวานชนิดที่ไม่พึ่งอินซูลินหรือที่รู้จักกันว่าเป็น “เบาหวานในผู้ใหญ่” เนื่องจากพบได้บ่อยในผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 40ปีขึ้นไป และจะมีอัตราการป่วยเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนอายุ โดยผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป จะพบว่าเป็นโรคเบาหวานประมาณร้อยละ 10

นอกจากอายุแล้วกรรมพันธุ์ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเป็นเบาหวานชนิดนี้ โดยเฉพาะผู้ที่มีญาติสายตรงเป็นเบาหวานและเมื่ออายุมากขึ้น โอกาสที่จะเป็น โรคเบาหวานก็ยิ่งสูงขึ้น จึงควรใส่ใจดูแลและระมัดระวังตัวเองมากเป็นพิเศษ

เบาหวานชนิดที่ 2 นี้ แม้ตับอ่อนจะยังสร้างอินซูลินได้ แต่ปริมาณที่ได้ก็ไม่เพียงพอต่อความต้องการ หรืออีกกรณีหนึ่งอาจเกิดจากเซลล์ร่างกายต่อต้านการทำงานของอินซูลิน นั่นแสดงว่าตับอ่อน ยังสามารถผลิตอินซูลินได้อยู่ ภาวะเช่นนี้จึงไม่ได้ทำให้ร่างกายขาดอินซูลินโดยสิ้นเชิง เหมือนผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 1 ฉะนั้นผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 บางรายจึงอาจไม่มีอาการแสดงออกของ โรคเลย หรืออาจจะมีอาการแบบค่อยเป็นค่อยไป จนถึงขั้นแสดงอาการรุนแรงหรือโคม่า หมดสติและเสียชีวิต สาเหตุของการหมดสติของผู้ป่วยเบาหวานชนิดนี้ ไม่ได้เกิดจากภาวะกรดคั่งในเลือด แต่จะเกิดจากภาวะน้ำตาลในเลือดสูงมาก ทำให้ร่างกายพยายามขับน้ำตาลออกมาทางปัสสาวะ จนทำให้ผู้ป่วยเสียน้ำมาก เมื่อร่างกายเกิดภาวะขาดน้ำ ไตก็ทำงานลดลง เป็นผลให้น้ำตาลในเลือดสูงขึ้นอีกเพราะร่างกายไม่สามารถขับออกไปได้ ผู้ป่วยก็จะหมดความรู้สึกลงเรื่อยๆ จนหมดสติ

เบาหวานชนิดที่ 2 นี้ มักพบในผู้หญิงมากกว่าผู้ชาย จนบางครั้งอาจทำให้หลายคนเข้าใจผิดคิดว่าเป็นภาวะหมดประจำเดือน จึงปล่อยปละละเลย ไม่มาพบแพทย์เพราะไม่คาดคิดว่าจะมีอันตรายร้ายแรง ดังนั้นผู้ที่มีอายุเกิน 40 ปี จึงควรเข้ารับการตรวจสุขภาพที่โรงพยาบาลอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

1.3 โอกาสของการเป็นเบาหวาน (ซุมศักดิ์, 2546) โรคเบาหวานมีสาเหตุหลายประการ ได้แก่

1.3.1 พันธุกรรม สาเหตุหลักของผู้ป่วยโรคเบาหวาน คือ พันธุกรรม พบว่าประมาณหนึ่งในสามของผู้ป่วยโรคเบาหวานมีประวัติญาติเป็นเบาหวาน ลักษณะอื่นของการเป็นเบาหวานเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่สืบทอดกันผ่านโครโมโซมในนิวเคลียสของเซลล์ เช่นเดียวกับการสืบทอดของพันธุกรรมอื่นๆ เช่น หน้าตา รูปร่าง สีของดวงตา และการเป็นโรคต่างๆ

1.3.2 ความอ้วน ความอ้วนเป็นอีกสาเหตุหนึ่งของการเกิดโรคเบาหวานเนื่องจากจะทำให้เซลล์ของร่างกายตอบสนองต่อฮอร์โมนอินซูลินลดน้อยลง อินซูลินจึงไม่สามารถพาน้ำตาลเข้าสู่เซลล์ดีเหมือนเดิม จนกลายเป็นภาวะน้ำตาลในเลือดสูง

1.3.3 อายุ เมื่ออายุมากขึ้นอวัยวะต่างๆ ย่อมเสื่อมลง รวมทั้งตับอ่อนนี้มีหน้าที่สังเคราะห์และผลิตฮอร์โมนอินซูลิน ก็จะทำหน้าที่ได้ลดลง จึงเป็นสาเหตุหนึ่งของโรคเบาหวาน

1.3.4 ตับอ่อนไม่สมบูรณ์ อีกสาเหตุหนึ่งของโรคเบาหวานอาจเกิดจากการที่ตับอ่อนได้รับการกระทบกระเทือนหรือเกิดอุบัติเหตุที่มีผลกระทบต่อตับอ่อน รวมทั้งอาจเกิดจากโรค เช่น ตับอ่อนอักเสบเรื้อรังจากการดื่มสุรามากเกินไป ซึ่งมีความจำเป็นต้องผ่าตัดเอาบางส่วน of ตับอ่อนออก หากบุคคลนั้นมีแนวโน้มว่าจะเป็นเบาหวานอยู่แล้ว เมื่อตกอยู่ในภาวะนี้ก็จะแสดงอาการของโรคเบาหวานได้เร็วขึ้น

1.3.5 การติดเชื้อไวรัสบางชนิด เชื้อไวรัสบางชนิดเมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วมีผลข้างเคียงในการเกิดโรคเบาหวาน เช่น คางทูม หัดเยอรมัน

1.3.6 ยาบางชนิด ยาบางชนิดก็มีผลต่อการเกิดโรคเบาหวานเช่นเดียวกัน เช่น ยาขับปัสสาวะ ยาคุมกำเนิด เนื่องจากทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นได้ จึงควรปรึกษาแพทย์ก่อนใช้ยา โดยเฉพาะเมื่อต้องใช้อย่างติดต่อกันนานๆ

1.3.7 ภาวะการตั้งครรภ์ เนื่องจากฮอร์โมนหลายชนิดที่รกร่างขึ้นมานั้น มีผลยับยั้งการทำงานของฮอร์โมนอินซูลิน ผู้ที่ตั้งครรภ์จึงเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวาน โดยเฉพาะผู้ที่มียีนโรคเบาหวานอยู่ในร่างกาย และภาวะเบาหวานแทรกซ้อนในระหว่างตั้งครรภ์นั้น เป็นอันตรายอย่างมาก จึงต้องได้รับการดูแลจากแพทย์อย่างใกล้ชิด

1.4 การรักษาโรคเบาหวาน (ซุมศักดิ์, 2546) มีแนวทางการรักษา 4 แนวทางประกอบกัน คือ

1.4.1 การฉีดอินซูลินเข้าสู่ร่างกายโดยตรง

1.4.2 การใช้ยาเม็ดควบคุมน้ำตาลในกระแสเลือด

1.4.3 การควบคุมอาหาร

1.4.4 การออกกำลังกาย

1.5 อาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน (ซุมศักดิ์, 2546) การควบคุมอาหาร เป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน เนื่องจากอาหารมีผลในการกระตุ้นให้เกิดความเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือด ฉะนั้น หากผู้ป่วยสามารถกำหนดอาหารสำหรับตนเองและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด ก็จะช่วยให้ภาวะเบาหวานอยู่ในเกณฑ์ปกติ รวมทั้งอาจช่วยให้อาการแทรกซ้อนต่างๆ ลดลงหรือหายได้

1.5.1 เบาหวานกับอาหารที่เหมาะสม การรับประทานอาหารที่เหมาะสมกับสภาวะของร่างกายเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้ป่วยเบาหวานสามารถมีชีวิตอยู่อย่างมีความสุขได้ การเลือกอาหารที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับ การใช้พลังงานของผู้ป่วยกับการทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน หลักการจัดเมนูอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน คือ หลีกเลี่ยงการใช้น้ำตาลปรุงลงในอาหาร จึงมีการพลิกแพลงอาหารให้เหมาะสม เพราะการได้รับอาหารอร่อย ปราศจากความวิตกกังวล และได้รับสารอาหารที่เหมาะสมพอดีกับความต้องการของร่างกายก็จะช่วยให้ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดีสามารถอยู่กับเบาหวานได้อย่างเป็นสุข ผู้ป่วยโรคเบาหวานควรได้รับคำแนะนำจากแพทย์หรือนักโภชนาการว่า รับประทานอาหารอย่างไรให้เหมาะกับตนเอง อาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันนัก แต่ในรายที่เป็นเด็ก หรือวัยรุ่นที่ต้องรักษาด้วยการฉีดอินซูลิน อาจมีความแตกต่างอยู่บ้าง และในผู้ป่วยที่มีน้ำหนักตัวมากหรือน้อยเกินไป ควรให้ความสำคัญกับรายการอาหารเป็นอันดับหนึ่ง

1.5.2 ความจำเป็นในการควบคุมอาหาร การควบคุมอาหารสำหรับผู้ป่วย

โรคเบาหวานเป็นเรื่องที่ควรใส่ใจเป็นอันดับแรก เพราะการกินอาหารที่ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นหรือไม่มีการควบคุมที่ดีอาจทำให้ผู้ป่วยมีอาการแทรกซ้อนเร็วขึ้น แต่ถ้าหากมีการจัดการที่ดีทานอาหารที่ถูกต้องก็จะช่วยบรรเทาอาการต่างๆ ได้มาก โดยเฉพาะผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่2 หรือแบบไม่พึ่งอินซูลิน และสำหรับผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่1 ซึ่งต้องพึ่งอินซูลิน การจัดการเรื่องอาหารก็เป็นปัจจัยที่สามารถลดความเสี่ยงในการเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำได้เป็นอย่างดี

1.5.3 จุดมุ่งหมายในการควบคุมอาหาร

- ก. เพื่อช่วยรักษาระดับน้ำตาลในเลือดให้เป็นปกติ
- ข. เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับสารอาหารต่างๆ ครบถ้วน ในภาวะควบคุมอาหาร
- ค. เพื่อลดอาการแทรกซ้อนต่างๆ
- ง. เพื่อป้องกันไขมันในเลือดสูง
- จ. เพื่อให้ผู้ป่วยสามารถจัดการงานได้อย่างปกติและมีสุขภาพที่แข็งแรงอยู่เสมอ

การควบคุมอาหารนั้นจำเป็นที่จะต้องทำควบคู่ไปกับการควบคุมน้ำหนัก ในรายที่เริ่มเป็นโรคเบาหวาน แพทย์จะแนะนำเรื่องการบริโภคอาหารที่เหมาะสมก่อนทำการรักษาใดๆ หากอาการของโรคดีขึ้น และสามารถควบคุมภาวะต่างๆ ได้ ผู้ป่วยก็ไม่จำเป็นต้องรักษาด้วยยา นอกจากอาการกำเริบมากขึ้น จึงค่อยทำการรักษาโดยการฉีดอินซูลิน หรือการกินยาต่อไป

1.6 สัดส่วนของสารอาหารที่ผู้ป่วยเบาหวานควรได้รับ (ชุมศักดิ์, 2546)

1.6.1 คาร์โบไฮเดรต ควรได้รับร้อยละ 50-60 ของพลังงานที่ร่างกายควรได้รับทั้งหมด

1.6.2 ไขมัน ไม่เกินร้อยละ 20-35 ของปริมาณพลังงานที่ควรได้รับ และต้องเป็นไขมันไม่อิ่มตัวและมีกรดไลโนเลนิก ซึ่งจะได้จากน้ำมันจากพืชชนิดต่างๆ

1.6.3 โปรตีน ควรได้รับร้อยละ 12-24 ของพลังงานที่ร่างกายควรได้รับทั้งหมด เด็กควรได้รับเพิ่มขึ้น 1.5-2 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

1.6.4 วิตามินและเกลือแร่ ร่างกายต้องการในปริมาณน้อยมาก ดังนั้นหากบริโภคอาหารครบถ้วนทั้ง 5 หมู่ ก็จะได้รับวิตามินและเกลือแร่เพียงพอ ยกเว้นในรายของผู้ป่วยที่มีภาวะการดูดซึมวิตามินและเกลือแร่บกพร่องควรปรึกษาแพทย์ เพื่อทราบปริมาณที่เหมาะสม

1.6.5 ไฟเบอร์ ร่างกายต้องการในปริมาณ 25-30กรัม/วัน

1.7 อาหารที่ควรหลีกเลี่ยงสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน (ศัลยา, 2547)

1.7.1 อาหารที่ปรุงแต่งด้วยน้ำตาลทุกชนิด รวมถึง น้ำตาลกรวด น้ำตาลทราย น้ำตาลปีบ น้ำตาลที่ได้จากผลไม้ จนกระทั่งน้ำผึ้ง เนื่องจากน้ำตาลเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานสูง นักโภชนาการเรียกน้ำตาลว่าเป็นพลังงานที่ว่างเปล่าเพราะให้แต่ความหวานและพลังงาน ดังนั้นจึงมีการพัฒนาสารทดแทนน้ำตาล เพื่อให้ผู้ป่วยยังคงได้รับอาหารที่มีรสชาติดี โดยไม่จำเป็นต้องได้รับน้ำตาลแท้เข้าสู่ร่างกาย

1.7.2 น้ำหวาน น้ำอัดลม น้ำผลไม้เข้มข้น นมปรุงแต่งรสชาติ เช่น นมชอกโกแลต นมรสหวานต่างๆ

1.7.3 อาหารหวานที่ต้องเติมน้ำตาลมาก เช่น แยม เยลลี่ นมข้นหวาน ผลไม้กวน แซ่ อัม ผลไม้เชื่อม

1.7.4 ขนมหวานต่างๆ ได้แก่ ทองหยิบ ฝอยทอง ทองหยอด สังขยา ขนมหม้อแกง เค้กที่มีครีม ฯลฯ

1.7.5 ผลไม้แห้ง ได้แก่ ลูกเกด อิทพลัม กล้วยตาก ลูกพลับแห้ง ลำไยแห้ง เพราะผลไม้เหล่านี้เมื่อนำมาทำแห้งด้วยการลดน้ำในผล จะมีปริมาณน้ำตาลสูงขึ้น

1.7.6 ผลไม้กระป๋อง โดยเฉพาะผลไม้ในน้ำเชื่อม

1.7.7 ผลไม้ที่มีรสหวานจัด เช่น ทูเรียน ขนุน อ้อย ละมุด ลำไย ฝรั่ง

1.7.8 เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ทุกชนิด ทั้งเหล้า เบียร์ ไวน์ สาโท

2. โรคอ้วนและสถานการณ์ของโรคอ้วน

โรคอ้วนเป็นโรคเรื้อรังที่บั่นทอนสุขภาพที่บั่นทอนสุขภาพทำให้ผู้เป็นโรคอ้วนมีอัตราเจ็บป่วยและอัตราการตายสูงกว่าผู้ที่มีน้ำหนักตัวปกติ โรคอ้วนจัดเป็นปัญหาทางสาธารณสุขของประชาชนในประเทศที่พัฒนาแล้วและประชาชนที่อยู่ในเขตเมืองที่มีฐานะความเป็นอยู่ดีของประเทศกำลังพัฒนา

แต่เดิมประเทศไทยมีสังคมเป็นแบบเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ ต่อมาการพัฒนาประเทศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปสู่อุตสาหกรรมใหม่มีการนำเทคโนโลยีและเครื่องจักรกลที่ทันสมัยมาใช้ในการทำงาน การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมจึงเป็นไปอย่างรวดเร็ว มีการอพยพแรงงานเข้าสู่สังคมเมืองมากขึ้น วัฒนธรรมและสังคมแบบไทยค่อยๆเปลี่ยนแปลงตามแบบสังคมตะวันตก (อากรณ, 2533) สิ่งแวดล้อมในการดำเนินชีวิตประจำวันเป็นไปอย่างรีบเร่ง รูปแบบการรับประทานอาหารถูกปรับให้สอดคล้องกับชีวิตประจำวันประชาชนส่วนใหญ่จึงนิยมรับประทานอาหารนอกบ้านและอาหารที่สะดวกซื้อ เช่น อาหารจานด่วน (Fast Food) และ อาหารขยะต่างๆ (Junk Food) เป็นต้น อาหารเหล่านี้ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต และไขมันเป็นหลัก ทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารในสัดส่วนที่ไม่สมดุล (ดำรง, 2538) ปัจจัยหลักเหล่านี้จึงเป็นสาเหตุให้เกิดภาวะโภชนาการเกิน และเป็นโรคอ้วน ปัญหาโภชนาการเกินที่มากขึ้น อาจทำให้เกิดอันตรายและเสี่ยงต่อการเสียชีวิตได้โดยเฉพาะในคนที่อายุตั้งแต่วัยกลางคนขึ้นไปถึงผู้สูงอายุ และจากการศึกษาในระดับวิทยัพพบว่า คนที่เป็นโรคอ้วนมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวานได้มากกว่าคนที่ไม่เป็นโรคอ้วนถึง 3 เท่า และยังเป็นปัจจัยที่เสี่ยงในการเกิดโรคได้อีกหลายโรค คือ โรคความดันโลหิตสูง, โรคที่เกี่ยวกับหลอดเลือดและหัวใจ และโรคที่เกี่ยวข้องกับกระดูกและข้อ

2.1 นิยามและประเภทของโรคอ้วน (พรจิตตา, 2545) โรคอ้วนเป็นโรคที่มีปริมาณไขมันภายในร่างกาย (Body Fat) มากกว่าปกติ นอกจากนี้การกระจายตัวของไขมันในร่างกายยังเป็นสิ่งสำคัญที่มีต่อสุขภาพ โรคอ้วนมีผลร้ายต่อสุขภาพมีอยู่ 3 ประเภทคือ

2.1.1 โรคอ้วนทั้งตัว (Overall Obesity) ผู้ป่วยกลุ่มนี้มีไขมันในร่างกายมากกว่าปกติ โดยไขมันเพิ่มขึ้นมีได้จำกัดอยู่ที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง โดยเฉพาะ

2.1.2 โรคอ้วนลงพุง (Visceral Obesity ; Abdominal Obesity) ผู้ป่วยกลุ่มนี้มีไขมันในช่องท้องมากกว่าปกติ โดยอาจมีไขมันใต้ผิวหนัง (subcutaneous fat) บริเวณหน้าท้องเพิ่มขึ้นด้วย

2.1.3 โรคอ้วนทั้งตัวร่วมกับลงพุง (Combined Overall and Abdominal Obesity) ผู้ป่วยกลุ่มนี้ออกจากเป็นโรคอ้วนทั้งตัวแล้วยังเป็นโรคอ้วนลงพุงร่วมด้วย

2.2 ปัจจัยที่ควบคุมดุลพลังงาน (พรชิตา, 2545) ดุลพลังงานของร่างกายขึ้นกับปัจจัย 2 ประการคือ

2.2.1 พลังงานที่รับประทาน (Energy Intake) ครอบคลุมทั้งปริมาณพลังงานทั้งหมดที่รับประทาน (Total Energy Intake) และสัดส่วนของพลังงาน (Energy Distribution) ที่ได้รับนั้น ได้มาจาก โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตอย่างละเท่าใด

2.2.2 พลังงานที่ร่างกายนำไปใช้ (Energy Expenditure) ประกอบด้วยอัตราของฐานเมแทบอลิซึม (Basal Metabolic Rate : BMR) ผลความร้อนของสารอาหาร (Thermic Effect of Food) และพลังงานที่ใช้ไปกับการเคลื่อนไหวร่างกาย (Physical Activity)

2.3 สาเหตุและปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดโรคอ้วน (อารยา, 2536)

โรคอ้วนเป็นโรคเรื้อรังชนิดหนึ่งที่เกิดจากการมีปริมาณไขมันในร่างกายมากกว่าปกติ นอกจากนี้การกระจายตัวของไขมันยังมีปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อสุขภาพและเป็นปัญหาสาธารณสุขของประชากรในประเทศ สาเหตุและปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดโรคอ้วนสามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้

2.3.1 ลักษณะของรูปร่าง (สรีระ) มีจำนวนไขมันแตกต่างกัน

2.3.2 ความไม่สมดุลระหว่างพลังงานที่ร่างกายได้รับกับพลังงานที่ใช้ไปเกิดการสะสมโดยพลังงานส่วนใหญ่แปรรูปเป็นไขมันทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นหรืออ้วนขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากสภาวะจิตใจและอารมณ์เฉพาะตัวบุคคลประกอบกับสถานการณ์ โดยมีลักษณะดังนี้

ก. รับประทานมาก – ใช้พลังงานปกติ

ข. รับประทานมาก – ใช้พลังงานน้อย

ค. รับประทานปกติ – ใช้พลังงานน้อย

ประกอบกับวัฒนธรรมตะวันตกที่แทรกเข้ามามีอิทธิพลต่อวัยรุ่นคือ อาหารจานด่วนหรือฟาสต์ฟู้ด และพบว่าวัยรุ่นไทยในปัจจุบันชอบรับประทานอาหารฟาสต์ฟู้ดมากกว่าร้อยละ 61.7 ทั้งๆที่อาหารประเภทนี้ส่วนใหญ่เป็นอาหารจำพวก แป้ง ไขมัน และมีสีน้ำตาลจากอาหารน้อย ถ้ารับประทานเป็นประจำ จะทำให้เสี่ยงต่อการเป็นโรคต่างๆ หลายโรค โรคที่มักเกิดจากการรับประทานอาหารฟาสต์ฟู้ด ได้แก่ โรคไขมันอุดตันในหลอดเลือด โรคเบาหวาน โรคอ้วน และโรคอื่นๆอีกมากมาย (กรุงเทพมหานคร, 2543) จากการแข่งขันโฆษณาอาหารฟาสต์ฟู้ดที่มีรูปแบบสีสันชวนรับประทาน ประกอบกับกลยุทธ์ทางการตลาด การซื้อควบคู่กับเครื่องดื่ม ของแถม และส่งถึงบ้านด้วยเบอร์โทรศัพท์ที่ง่ายต่อการติดต่อและการจดจำ

2.3.3 ยาฮอร์โมนชนิดเพรดนิโซโลน มีผลให้รับประทานอาหารมากขึ้น และทำให้อ้วนแต่อ้วนแบบผิดปกติ ชาวชนนี้ทำให้เกิดโรคเบาหวาน โรคกระดูกพรุนและติดเชื้อได้ง่าย

2.3.4 กรรมพันธุ์หรือพันธุกรรม

2.3.5 การติดเชื้อไวรัส

2.3.6 การเลิกสูบบุหรี่

2.4 ผลร้ายของโรคอ้วนต่อสุขภาพ (พรศิตา, 2545)

ผลร้ายของโรคอ้วนต่อสุขภาพแบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม คือ โรคเรื้อรังที่สัมพันธ์กับโรคอ้วน ความผิดปกติของต่อมไร้ท่อที่สัมพันธ์กับโรคอ้วน ความผิดปกติของเมแทบอลิซึมที่สัมพันธ์กับโรคอ้วน ปัญหาสุขภาพอ่อนแอที่สัมพันธ์กับโรคอ้วน และปัญหาทางสังคม-จิตใจที่สัมพันธ์กับโรคอ้วน

2.4.1 โรคเรื้อรังที่สัมพันธ์กับโรคอ้วน

ก. โรคหัวใจขาดเลือด

ข. โรคความดันโลหิตสูง

ค. โรคหลอดเลือดสมอง

ง. โรคมะเร็งบางชนิด เช่น มะเร็งเต้านม และมะเร็งต่อมลูกหมาก

จ. โรคเบาหวาน

ฉ. โรคถุงน้ำดี

2.4.2 ความผิดปกติของต่อมไร้ท่อที่สัมพันธ์กับโรคอ้วน

ก. ภาวะอ้วนอินซูลิน

ข. ฮอร์โมนที่มีผลกระทบต่อหน้าที่สืบพันธุ์ เช่น มีลูกยากเนื่องจากความผิดปกติของการตกไข่ที่เกิดจากโรคอ้วน

ค. หน้าที่ของต่อมหมวกไต มีการหลั่งคอร์ติซอลเพิ่มขึ้น อาจมีผลให้มีภาวะอ้วนอินซูลินทำให้เกิดโรคเบาหวานแทรกซ้อน

2.4.3 ความผิดปกติของเมแทบอลิซึมที่สัมพันธ์กับโรคอ้วน

ก. ภาวะระดับไขมันในเลือดผิดปกติ

ข. กลุ่มอาการเมแทบอลิกกับโรคอ้วน

2.4.4 ปัญหาสุขภาพอ่อนแอที่สัมพันธ์กับโรคอ้วน

ก. โรคข้อเสื่อม

ข. ภาวะกรดยูริกในเลือดสูงและโรคเกาต์

ค. โรคทางเดินอาหาร

2.4.5 ปัญหาทางสังคมและจิตใจที่สัมพันธ์กับโรคอ้วน

ก. ความลำเอียงทางสังคม

ข. แพทย์และบุคลากรทางการแพทย์มีเจตคติเชิงลบกับคนอ้วน

ค. ผลทางจิตใจ

ง. ความไม่พอใจกับรูปร่าง

จ. ความผิดปกติในการกินอาหาร

- ความผิดปกติของการกินจุมาก

- กลุ่มอาการกินตอนกลางคืน

2.5 การลดน้ำหนัก (พรทิศา, 2545)

การลดน้ำหนักลดร้อยละ 5-15 จากน้ำหนักเดิม และคงที่ระดับนี้เป็นผลดีในระยะยาว ทางด้านการแพทย์ ส่วนการลดน้ำหนักให้ได้มาตรฐาน (ideal body weight) ก่อนอ้วนนั้นเป็นความเชื่อที่ไม่ถูกต้อง ความเชื่อผิดๆ นี้ถูกถ่ายทอดสู่สาธารณชน และทำให้น้ำเชื่อก็อเพิ่มมากขึ้นเมื่อมี ภาพโฆษณาผู้ที่มีรูปร่างดีปรากฏอยู่ จึงเป็นการเพิ่มแรงกดดันให้ผู้ที่มีรูปร่างท้วม พยายามลด น้ำหนักลงจนดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ต่ำที่สุดของระดับปกติ ซึ่งไม่เหมาะสมด้วยเหตุผลดังนี้

2.5.1 น้ำหนักเพิ่มเป็นความเสี่ยงที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ และความเสี่ยงนี้ไม่หมดไปถึง แม้ว่าดัชนีมวลการจะลดลงเท่าปกติ

2.5.2 ผลดีที่ได้จากการลดน้ำหนัก เช่น อัตราการตายลดลงร้อยละ 25 แต่น้ำหนักจะเพิ่มขึ้นได้ 5-10 กิโลกรัมใน 1 ปี

2.5.3 ความล้มเหลวในการลดน้ำหนักถ้าเกิดซ้ำๆ จะทำให้ผู้ป่วยซึมเศร้าเพิ่มขึ้น และขาดความเชื่อมั่นในตนเอง และอาจมีผลให้อ้วนต่อไปในอนาคต

2.6 การรักษาโรคอ้วน (พรทิศา, 2545) มีหลายวิธีดังนี้

2.6.1 การจัดการเรื่องอาหาร ได้แก่ อาหารให้พลังงานต่ำ อาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตสูง อาหารที่ไม่ให้พลังงาน อาหารแคลอรีต่ำ

2.6.2 การมีกิจกรรมต่างๆและการออกกำลังกาย

2.6.3 การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม

2.6.4 การรักษาด้วยยา

2.6.5 การผ่าตัดกระเพาะอาหาร

วิธีลดน้ำหนักที่ได้ผลดี คือ การควบคุมอาหารร่วมกับการออกกำลังกาย สาเหตุของความอ้วนที่สำคัญที่สุดคือ การรับประทานอาหารมากกว่าที่ร่างกายต้องการ คือเมื่อรับประทานแล้วไม่ได้ใช้แรงงานในการทำงานหรือออกกำลังกาย ร่างกายก็จะสะสมพลังงานที่เหลือใช้เป็นไขมัน ไขมันเป็นสิ่งที่ร่างกายสามารถสะสมไว้ได้โดยไม่จำกัด คนอ้วนมักชอบรับประทานอาหารหวานจัด อาหารที่มีไขมันมาก ดังนั้นเมื่อต้องการลดน้ำหนัก ก็จำเป็นต้องงดอาหารหวานและอาหารที่มีไขมันมาก อาหารเหล่านี้ให้พลังงานมากทั้งสิ้น อาหารยังให้พลังงานมากก็ยิ่งทำให้อ้วนมาก

ปัญหาที่สำคัญสำหรับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก คือไม่สามารถงดน้ำตาลในเครื่องดื่มหรือการปรุงรสอาหารได้ น้ำตาลเป็นอาหารที่ให้พลังงานมาก จึงควรใช้น้ำตาลเทียมหรือที่เรียกว่าสารให้รสหวานแทนได้ ปัจจุบันสารให้รสหวานแทนน้ำตาลที่ได้รับอนุญาตให้ขายได้ก็มี แอสปาทาม (Aspartame), อะซีซัลเฟม-เค (Acesulfame - K) ซึ่งหวานกว่าน้ำตาล 200 เท่า ปริมาณที่ใช้ให้ความหวานจึงน้อยกว่าน้ำตาลมาก, พลังงานที่ได้รับก็ต่ำด้วย

3. ข้าวเจ้า

ข้าวที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย ได้แก่ ข้าวกลุ่มอินดิกา มีลักษณะข้าวเมล็ดยาว หรือยาวปานกลาง ข้าวจะมีลักษณะเนื้อของเมล็ดข้าวสารใส เมื่อนำมาหุงข้าวสุกจะไม่เกาะติดกัน เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อเมล็ดข้าวที่เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภท สตาร์ช ซึ่งประกอบด้วย อะมิโลส และอะมิโลเพกติน เมื่อรวมกันแล้วคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างกัน จะให้ลักษณะเนื้อข้าวสุก มีความร่วน แฉง หรือนุ่มต่างกัน โดยถ้าปริมาณอะมิโลสต่ำ เช่น ร้อยละ 7-10 ข้าวสุกจะนุ่ม แต่ถ้าปริมาณอะมิโลสสูงขึ้น เช่น ร้อยละ 33 ก็จะมี ความร่วน และแข็งเพิ่มขึ้น(อรอนงค์, 2547) การส่งออกข้าวของประเทศไทยในปี 2547 มีมูลค่า 1 แสนล้านบาท ซึ่งทำการส่งออกข้าวมีปริมาณ 10.13 ล้านตัน ในจำนวนนี้เป็น การส่งออกข้าวหอมมะลิไทย 2.24 ล้านตัน และในปี 2548 คาดว่าสามารถส่งออกได้ 8.5 ล้านบาท (ผู้จัดการ, 2548) ซึ่งการส่งออกข้าวของประเทศไทยแบ่งเป็นมูลค่าของข้าวชนิดต่างๆ และสินค้าอุตสาหกรรมเกษตรอื่นๆ ได้ดัง (ภาพที่ 1 - 2)

3.1 ข้าวหอมมะลิ

ข้าวหอมมะลิ (Jasmine Rice หรือ Fragrant Rice) เป็นข้าวหอมที่มีคุณภาพดีเป็นที่นิยมของตลาดทั้งในและนอกประเทศเพราะมีความหอมและรสชาติอร่อย ข้าวหอมมะลิ โดยทั่วไปมี 2 พันธุ์ ที่ได้รับการส่งเสริมให้ปลูกได้แก่

3.1.1 ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปลูกได้เฉพาะนาปี เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมือง ต้นสูง มีลักษณะพิเศษ คือ เมล็ดข้าวใส ยาวเรียวยาว และมีกลิ่นหอม เป็นที่นิยมบริโภคทั่วไป นอกจากนี้มีคุณสมบัติที่เด่นอีก คือ ทนดินเปรี้ยว และทนดินเค็ม พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เหมาะที่จะปลูกในที่นาดอนมากกว่าที่นาลุ่ม

3.1.2 ข้าวพันธุ์ กข. 15 เป็นข้าวที่ได้จากการนำเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 มาอาบรังสีแกมมา ลักษณะเด่นของข้าวพันธุ์นี้ คือ อายุเบา ทนแล้งดีกว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อหุงแล้วมีกลิ่นหอม (กัมปนาท, 2533)

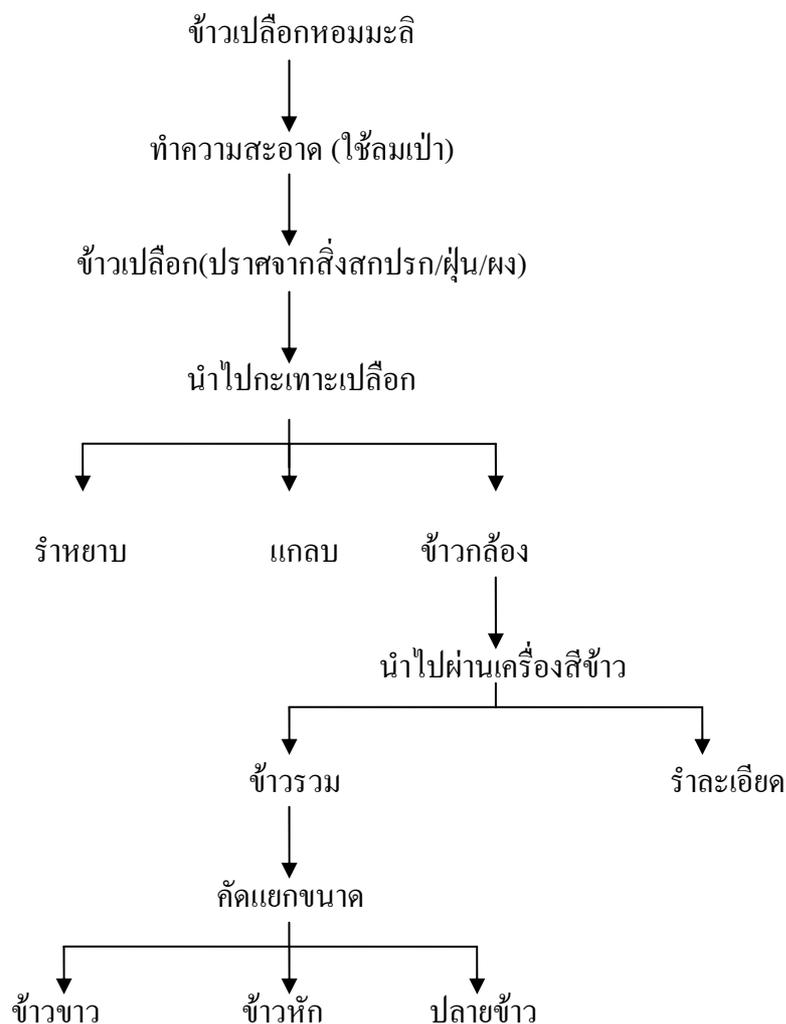
3.2 คุณสมบัติของข้าวที่แบ่งตามปริมาณอะมิโลส

3.2.1 ปริมาณอะมิโลสต่ำ มีน้อยกว่า ร้อยละ 10-20 เป็นพวกข้าวหอม ร้อยละ 1-2 ลักษณะข้าวสุกเหนียวมาก ปริมาณอะมิโลส ร้อยละ 2-20 ข้าวสุกเหนียวนุ่ม เช่น ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ข้าวญี่ปุ่น ข้าวลูกผสม กข. 15

3.2.2 ปริมาณอะมิโลสปานกลาง ประมาณ ร้อยละ 20-25 เป็นพวกข้าวขาวตาแห้ง ข้าวสุกมีลักษณะนุ่มค่อนข้างเหนียว เช่น พันธุ์ข้าวปากหม้อ 148 พันธุ์ข้าวตาแห้ง 17 พันธุ์ กข. 7 พันธุ์ กข. 23 พันธุ์สุพรรณบุรี 60

3.2.3 ปริมาณอะมิโลสสูง มีปริมาณอะมิโลส ร้อยละ 25-34 เป็นข้าวแข็ง และหุงขึ้นหม้อ เช่น ข้าวเหลืองประทิว ปิ่นแก้ว 56 เล็บมีอนาง 111 เป็นต้น

ในปัจจุบันข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวเจ้าคุณภาพดี เนื่องจากเมื่อหุงแล้วเนื้อข้าวจะบาน อ่อนนุ่มและมีกลิ่นหอมที่เกิดจากสาร 2-Acetyl-1-Pyrollin ซึ่งเป็นคุณภาพของข้าวไทย พันธุ์



ภาพที่ 3 การแยกส่วนประกอบของข้าวเปลือก

ที่มา : วิชัย (2548)

3.2 ข้าวกล้อง หมายถึง ข้าวที่ได้จากการสีข้าวเปลือกเจ้า ข้าวเปลือกข้าวเหนียว เพื่อเอาเปลือกออกเท่านั้น หรือข้าวกล้อง คือ ข้าวที่สีเอาเปลือก (แกลบ) ออกโดยยังมีจมูกข้าว และเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว ซึ่งส่วนนี้จะเป็นส่วนที่มีคุณค่าทางอาหาร และเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย

ข้าวกล้องเป็นข้าวที่ได้จากการสีเอาข้าวเปลือกออกเพียงอย่างเดียว การสีโดยการใช้เครื่องจักร เป็นการสีเพียงเพื่อให้เปลือกข้าวหลุดออกมาก็ถือว่าใช้ได้ เมล็ดข้าวที่ได้ไม่ได้รับการกระทบกระเทือนมากนัก จึงทำให้มีเยื่อเมล็ด และส่วนที่เป็นจมูกข้าวยังคงเหลืออยู่ หรือถ้าได้รับการกระทบกระเทือนก็มีไม่มาก

3.2.1 สีของข้าวกล้อง เป็นสีที่บริเวณเยื่อหุ้มเปลือก(Pericarp)ข้าวกล้องมีสีต่างๆกัน ตั้งแต่ขาว แดง น้ำตาลเข้ม น้ำตาลเทา แต่ส่วนของเอนโดสเปิร์ม (Endosperm) ของข้าวทุกชนิดจะมีสีข้าวเสมอ สีของข้าวกล้องมีความสำคัญมากในทางเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นข้าวชนิดพิเศษที่นิยมบริโภคเป็นอาหารสุขภาพ หรือทำขนม

คุณค่าของข้าวกล้อง พบว่าในเมล็ดข้าวกล้องนั้น มีองค์ประกอบคุณค่าทางด้านอาหาร และโภชนาการอยู่มากมาย เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เส้นใย และแร่ธาตุ ส่วนวิตามินที่พบในข้าวกล้อง ได้แก่ แร่ธาตุต่างๆ เช่น แมกนีเซียม แมงกานีส สังกะสี โคบอลต์ ทองแดง ซีลีเนียม ไอโอดีน กรดแพนโทธิค และกรดโฟลิก

เมื่อพิจารณาจากส่วนประกอบของข้าวกล้อง ส่วนต่างๆ ทั้ง 5 ส่วนดังกล่าวแล้วจะพบว่า ในชั้นของเนื้อเยื่อหุ้มผล(Pericarp) และเยื่อหุ้มเมล็ด(Seed Coat or Tegment) ในส่วนนี้จะอุดมไปด้วย โปรตีน ไขมัน Cellulose และ Hemicellulose ส่วนชั้นเนื้อเยื่อของ Aleurone layer จะมี Protein Hemicellulose และ Cellulose อยู่มาก ดังนั้นในการบริโภคข้าวกล้อง จะสังเกตพบว่ามีกระดูกแข็งกว่าข้าวสาร ทั้งนี้เนื่องจากโปรตีนในเมล็ดข้าวกล้องจากส่วนของ Aleurone Layer นี้เป็นตัวช่วยขัดขวางน้ำจากภายนอกไม่ให้ซึมผ่านเข้าไปภายในเมล็ด เวลาหุงข้าวกล้องจึงต้องใช้เวลานานในการหุงข้าวกล้องจึงต้องใช้เวลานานในการหุงต้มให้สุกนานกว่าการหุงข้าวสารธรรมดา

ในชั้นของ endosperm ส่วนนี้จะประกอบไปด้วยแป้ง ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของเมล็ดข้าวเป็นแหล่งของอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต มีแป้งอยู่ประมาณ 70-80% และมีโปรตีนประมาณ 7.1-8.3% โปรตีนกลุ่มนี้จะมีอยู่หนาแน่น บริเวณขอบนอกของเมล็ด และจะค่อยๆ เบาบางลง เมื่อลึกลงไปในกึ่งกลางเมล็ด

3.2.2 องค์ประกอบต่างๆของข้าวกล้อง (Juliano, 1993 ; สมวงษ์, 2548)

ก. คาร์โบไฮเดรต แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มคือ

1) สตาร์ช มีปริมาณสูงสุดร้อยละ 90 ของน้ำหนักตัว มีปริมาณอะไมโลส ร้อยละ 7-33 ของน้ำหนักแห้ง หรือร้อยละ 8-37 ของน้ำหนักแป้ง ส่วนอะไมโลเพคตินเป็นส่วนประกอบหลักของข้าวเหนียว ทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียวมีขนาดของเม็ดแป้งใกล้เคียงกัน

2) เฮมิเซลลูโลส พบมากในรำละเอียด รำข้าว และจมูกข้าว ข้าวกล้องมี เฮมิเซลลูโลสร้อยละ 1.43-2.08 และข้าวขาวมีร้อยละ 0.61-1.09

3) เซลลูโลส ส่วนใหญ่พบอยู่ในชั้นรำ รำละเอียดมีอยู่ร้อยละ 60 จมูกข้าวมี อยู่ร้อยละ 4 รำข้าวมีร้อยละ 7 และข้าวขาวมีร้อยละ 27

4) น้ำตาลอิสระ พบมากในจมูกข้าวและเนื้อแป้ง ประกอบด้วย น้ำตาล ซูโครส และน้ำตาลราฟิโนส โดยมีน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุคโตสเล็กน้อย ข้าวกล้องมีน้ำตาล อิสระร้อยละ 0.83-1.36

ข. สารประกอบไนโตรเจน โปรตีนเป็นส่วนประกอบที่มีมากเป็นอันดับสองรอง จากแป้ง ในรำข้าวละเอียดมีร้อยละ 14 รำข้าวขาวมีร้อยละ 3 และในข้าวขาวมีร้อยละ 83 ถ้าข้าวมี โปรตีนสูงการกระจายของโปรตีนจะสม่ำเสมอมากขึ้น เนื่องจากโปรตีนจากส่วนต่างๆของเมล็ด ข้าวมีอยู่ไม่เท่ากัน

ข้าวกล้องมีปริมาณโปรตีนประมาณ 7-12 % การขัดสีข้าวกล้องจนมีสีขาวจะทำให้โปรตีน สูญเสียไปประมาณ 30% นอกจากนั้นยังมีวิตามิน เช่น วิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 อยู่ปริมาณมาก

โปรตีนในเมล็ดข้าวสามารถแยกตามคุณสมบัติการละลายออกเป็น 4 ชนิด คือ

- อัลบูมิน (Albumin) มีคุณสมบัติละลายในน้ำ
- โกลบูลิน (Globulin) มีคุณสมบัติละลายในน้ำเกลือ
- โพรลามิน (Probulamin) มีคุณสมบัติละลายในแอลกอฮอล์
- กลูเตลิน (Glutelin) มีคุณสมบัติละลายในด่างในเมล็ดข้าวกล้องมีปริมาณ กลูเตลินในอัตราส่วนที่สูงกว่าโปรตีนชนิดอื่น และในส่วนของกลูเตลินนี้ประกอบด้วย ไนโตรเจน (N) อยู่ร้อยละ 16.8

ค. ไขมัน (Fat) ไขมันของข้าวกล้องมีประมาณร้อยละ 1.6-2.8 และในส่วนของไขมันมีประมาณร้อยละ 80 อยู่ในรำ ไขมันจากทุกส่วนของเมล็ดจะมียอดประกอบคล้ายคลึงกัน ไม่ว่าจะสกัดจากข้าวเหนียวหรือข้าวเจ้า กรดไขมันส่วนใหญ่เป็น กรดโอเลอิก(Oleic) ลิโนเลอิก (Linoleic) และพาลมิติก(Palmitic) ในไขมันดิบของข้าว มีสาร Antitoxidant อยู่คือ โอริซานอล (Oryzanol) และโทโคฟีรอล(Tocopherols หรือวิตามินอี) สารนี้จะช่วยระบบปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน ทำให้น้ำมันที่สกัดได้คงอยู่หรืออยู่ได้นานโดยไม่หืน นอกจากนี้ทั้งโอริซานอล และโทโคฟีรอล ยังช่วยเร่งการเจริญเติบโต การไหลเวียนของโลหิต และการหลั่งฮอร์โมนของร่างกาย

ง. วิตามิน (Vitamin) อาหารที่จำเป็นในการบำรุงสมอง และระบบประสาท คือน้ำตาลในเลือดหรือ กลูโคส ซึ่งจะได้จากอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต และที่สำคัญที่จะช่วยทำให้อาหารพวกคาร์โบไฮเดรตกลายเป็นกลูโคส คือวิตามินบีต่างๆ คือ บีหนึ่ง บีหก บีสิบสอง วิตามินบีรวม(B Complex) ในเมล็ดข้าวเกือบจะไม่มีหรือขาดวิตามินเอ วิตามินซี วิตามินดี และวิตามินบีสิบสอง เช่นเดียวกับธัญพืชอื่นๆ สำหรับวิตามินบีหนึ่ง หรือไทอะมิน และวิตามินบีสอง หรือไรโบฟลาวิน นับว่ามีน้อย แต่มีในอาชินมากพอสมควร วิตามินเหล่านี้มีอยู่หนาแน่นตามผิวของเมล็ด ดังนั้นการขัดสีข้าวเป็นข้าวสาร ซึ่งเหลือแต่เอนโดสเปิร์ม จึงทำให้สูญเสียวิตามินไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับการสี ข้าวสารที่สีจนเมล็ดขาวสวยจึงมีวิตามินเหลืออยู่เพียงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บ วิตามินบีส่วนนี้จะสูญเสียไปโดยเฉพาะการเก็บข้าวสารในอุณหภูมิสูงจะสูญเสียวิตามินไปมากกว่าการเก็บในสภาพข้าวเปลือก หรือที่อุณหภูมิต่ำ

1) วิตามินบีหนึ่ง (Thiamine) เป็นวิตามินที่สำคัญที่สุดในการนำอาหารไปเลี้ยงสมอง และระบบประสาท Vitamin B1 จึงช่วยในการบำรุงสมอง และระบบประสาท นอกจากนี้ยังช่วยในการเจริญเติบโตของร่างกาย ทำให้หัวใจทำงานปกติ มีการหมุนเวียนโลหิตดี ช่วยสร้างเม็ดเลือด ช่วยในการเผาผลาญอาหารประเภทแป้ง และน้ำตาล ให้เป็นพลังงานได้สมบูรณ์

2) วิตามินบีหก มีประโยชน์ในการช่วยบำรุงผิว ชะลอความแก่ช่วยร่างกายในการใช้ไขมัน โปรตีน และการสร้างเส้นเลือด บำรุงประสาท กล้ามเนื้อ ลดการแพ้ท้อง และช่วยไม่ให้ปลายประสาทอักเสบ

3) เกลือแร่ มีปริมาณไม่คงที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของดินที่ใช้ปลูกในไร่ละอียดพบเกลือแร่ร้อยละ 50 ไร่ข้าวขาวพบร้อยละ 10 และในข้าวขาวพบร้อยละ 28 เกลือแร่ที่

พบ ได้แก่ แมกนีเซียม ซีลีเนียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม คลอรีน ซีลีเนียม โซเดียม และ เหล็ก

สามารถเปรียบเทียบสารอาหารประเภทแร่ธาตุในข้าวขัดขาวที่เค้นขัด คือ เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารระหว่างข้าวกล้อง และข้าวขาวในข้าว 100 กรัม จากคุณค่าทางอาหาร และโภชนาการของข้าวกล้อง ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ ถ้าหากว่ารับประทานข้าวกล้องทุกมื้อ หรือรับประทานข้าวกล้องให้มากขึ้นแล้ว จะทำให้โรคร้ายต่างๆ ต่อไปนี้ลดลง

- วิตามินบี 1 ช่วยป้องกัน โรคเหน็บชา โรคชัก
- วิตามินบี 2 ป้องกัน โรคปากนกกระจอก
- ไนอะซิน ช่วยรักษาระบบผิวหนัง และระบบประสาทบางชนิดป้องกัน โรคเพ็ลเลกรา (Pellagra) ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดอาการท้องเสีย
- ฟอสฟอรัส ช่วยในการเจริญเติบโตของกระดูกและฟัน
- แคลเซียม ทำให้กระดูกแข็งแรง ป้องกันไม่ให้เป็นตะคริว
- ทองแดง สร้างเม็ดเลือด และเฮโมโกลบิน
- ธาตุเหล็ก ป้องกัน โรคโลหิตจาง
- โปรตีน ช่วยเสริมสร้างส่วนที่สึกหรอ ป้องกัน โรคขาดโปรตีน
- ไขมัน ให้พลังงานแก่ร่างกาย (ไขมันในเมล็ดข้าวไม่มีโคเลสเตอรอล)
- คาร์โบไฮเดรต ให้พลังงานแก่ร่างกาย
- กาก ข้าวกล้องมีกากมากซึ่งจะไม่ทำให้ท้องผูก และช่วยป้องกันมะเร็งในลำไส้

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบปริมาณสารอาหารต่อข้าว 100 กรัม ระหว่างข้าวกล้องกับข้าวสาร

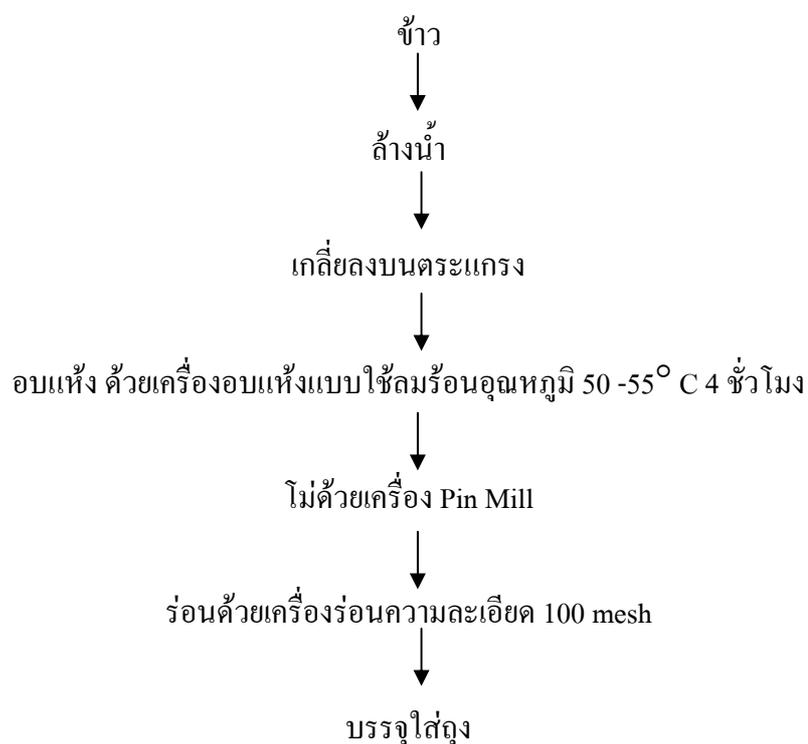
สารอาหาร	ข้าวกล้อง	ข้าวขาว
คาร์โบไฮเดรต	75.1	79.4
โปรตีน	7.1	6.7
ไขมัน	2	0.8
ใยอาหาร	2.1	0.7
โซเดียม	84	79
โพแทสเซียม	144	121
แคลเซียม	9	6
ฟอสฟอรัส	267	195
แมกนีเซียม	60	27
เหล็ก	1.3	1.2
สังกะสี	0.49	0.48
ทองแดง	0.11	0.14
วิตามินบี 1	0.76	0.07
วิตามินบี 2	0.04	0.02
ไนอาซิน	5.4	1.79

ที่มา : Institute of nutrition (1999)

4. แป้งข้าวกล้อง

ปัจจุบันการนำเข้าข้าวสาลีต้องเสียภาษีนำเข้าในอัตราสูงถึง ร้อยละ 15-16 ทำให้ต้นทุนสูง และการนำเข้าแป้งขนมอบจะต้องเสียภาษีการนำเข้า ร้อยละ 30 หรือ 25 บาทต่อกิโลกรัม (กรุงเทพฯ, 2547; กรุงเทพฯ, 2548) จะเห็นได้ว่าประเทศไทยต้องเสียภาษีนำเข้าของผลิตภัณฑ์แป้งสาลีค่อนข้างสูง ดังนั้นถ้ามีการพัฒนาวัตถุดิบที่มีในประเทศมาทดแทนจะช่วยให้ประเทศไทยเสียดุลการค้าให้กับต่างประเทศน้อยลง เช่นการนำเข้าวัตถุดิบต่างๆมาพัฒนาแป้งข้าวเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบต่างๆ

แป้งข้าวกล้องใช้วัตถุดิบในการผลิตคือข้าวกล้องมาผ่านกรรมวิธีโม่แห้ง (แสดงในภาพที่4) ซึ่ง แป้งที่ได้จะมีปริมาณอะมิโลส และ โปรตีนต่ำซึ่งเหมาะสำหรับการผลิตเค้กและสามารถทดแทน แป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้กได้100 % ทั้งนี้ควรเติม SPซึ่งเป็น emulsifier เพื่อช่วยในการขึ้นฟู และ แป้งโมชชนิดน้ำสามารถทดแทนแป้งสาลีได้ 80 % นอกจากนี้ยังสามารถนำไปทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์อื่น เช่นขนมปัง ผลิตภัณฑ์เส้น ปาท่องโก๋ คุกกี้



ภาพที่ 4 กรรมวิธีการ โม่แห้งแป้ง
 ทีมา; งามชื่น (2539)

5. บัตเตอร์เค้ก

เค้ก เป็นขนมที่มีกระบวนการทำให้สุก โดยการอบที่มีส่วนผสม คือ แป้งสาลี ผงฟู เกลือ ไขมัน น้ำตาล ไข่ นม และกลิ่นรส โดยต้องมียeast ประกอบเป็นตัวเค้ก ให้มีความสมดุลย์ต่างกันไป แล้วแต่ชนิดของเค้ก (จิตธนาและอรอนงค์, 2546)

5.1 ประเภทของเค้ก แบ่งเป็น 3 ประเภท

5.1.1 เค้กเนย (Butter-Type Cakes) เป็นเค้กที่มีร้อยละไขมันสูง การขึ้นฟูของเค้กประเภทนี้ได้จากการตีเนย โดยเมื่อไขมันจะเก็บเอาอากาศไว้ซึ่งขยายตัวในระหว่างการอบ

5.1.2 เค้กไข่ (Foam-Type Cakes) เป็นเค้กที่ไม่มีไขมันเป็นส่วนผสม เนื้อเค้ก และปริมาณของเค้ก ขึ้นอยู่กับการขยายตัวของไข่ขาวที่นำมาตีจนเป็นฟองซึ่งจะเก็บอากาศเอาไว้ในระหว่างการตีไข่ และทำให้เค้กขยายตัวหรือขึ้นฟูในระหว่างการอบ

5.1.3 ชิฟฟอนเค้ก (Chiffon-Type Cakes) เป็นเค้กที่มีลักษณะรวมของเค้กเนย และเค้กไข่ คือ มีโครงสร้างที่ละเอียดของเค้กไข่ และมีเนื้อเค้กที่มันเงาของเค้กเนย ต่างจากเค้กเนยตรงที่ชิฟฟอนเค้กใช้น้ำมันพืชผสมแทนเนย หรือมาการีนในเค้กเนย และวิธีการผสม

5.2 ส่วนผสม และหน้าที่ของส่วนผสม

ส่วนผสมหลักของเค้กแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ ส่วนผสมที่ช่วยให้โครงร่างแก่เค้ก ได้แก่ แป้ง ไข่ และนม และส่วนที่ให้ความนุ่มแก่เค้ก ได้แก่ น้ำตาล ไขมัน และผงฟู นอกจากนี้ยังมีส่วนผสมอื่นที่ช่วยในการปรุงแต่งสี และรสชาติให้กับเค้ก เช่น สารให้กลิ่นรสต่าง ๆ สีผสมอาหาร ผลไม้ ถั่ว โกโก้ และซ็อกโกแลต เป็นต้น (จิตธนาและอรอนงค์, 2546)

5.2.1 แป้งสาลี เป็นแป้งที่ใช้ในการทำเบเกอรี่ทุกชนิด ทั้งนี้เพราะแป้งสาลีมีโปรตีนสองชนิดรวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม คือ กลูเตมินและไกลอะดิน ซึ่งเมื่อนำแป้งสาลีมาผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งเรียกว่า กลูเตน มีลักษณะเป็นยางเหนียวยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิดโครงสร้างที่จำเป็นของเบเกอรี่ คุณภาพของแป้ง

สาธิตให้นำไปใช้ทำเค้กแต่ละชนิดแตกต่างกัน แป้งที่ใช้ทำเค้กควรมีโปรตีนต่ำประมาณร้อยละ 7-9 ให้อ่อนนุ่ม เมื่อผสมแล้วจะไม่ให้ความเหนียวและแข็งแก่เนื้อเค้ก แต่ก็ควรมีความคงตัวเป็นโครงร่างชั้นฟู มีรูพรุน และเนื้อนุ่ม ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของแป้ง มีความสัมพันธ์กับปริมาณคลอรีนที่ใช้ปรับสภาพแป้ง เพื่อให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี โดยใช้ปริมาณที่เหมาะสม ถ้ามามากหรือน้อยเกินไปก็จะมีผลต่อคุณภาพเค้ก

ก. ข้าวสาลีที่นำมาทำเป็นแป้งสาลีมี 2 ประเภท คือ

1) ข้าวสาลีชนิดแข็ง เมื่อนำมาไม่แป้งที่มีโปรตีนสูงเหมาะสำหรับการทำขนมปังแป้งสาลีชนิดนี้มีโปรตีนที่มีคุณภาพที่ดีสามารถนวดผสมให้ได้ก้อนแป้งที่มีความยืดหยุ่นดี ทนต่อการผสม การหมัก อุณหภูมิของห้องและเครื่องตีผสม มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำที่ดี ซึ่งเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรดี มีความสามารถดูดซึมน้ำได้สูง เหมาะสำหรับการทำขนมปังเดนนิช เพสตรี

2) ข้าวสาลีชนิดอ่อน เมื่อนำมาไม่แป้งที่มีโปรตีนต่ำ มีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้ต่ำกว่าแป้งสาลีชนิดแข็ง มีความทนทานต่อการผสมและการหมักต่ำ จึงเหมาะสำหรับนำมาทำเค้ก คุกกี้

5.2.2 ไข่ มีส่วนช่วยในการให้โครงร่าง สี กลิ่นรส และคุณค่าทางอาหารแก่ขนมอบ และมีผลต่อการขึ้นฟูของเค้กแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการเก็บฟองอากาศไว้ในโครงร่างของไข่แต่ละชนิด และเวลาที่ใช้ในการตีไข่นั้น ไข่ขาวจะมีผลต่อการขึ้นฟูให้ลักษณะฟองอากาศเล็ก และอยู่ตัวดีกว่าไข่ทั้งฟอง และไข่แดง เมื่อตีไข่ขาวจะเกิดฟองซึ่งประกอบด้วยฟองอากาศเล็ก ๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งแต่ละฟองจะล้อมรอบด้วยแผ่นโปรตีนจากไข่ การตีไข่ด้วยเครื่อง และการสัมผัสของแผ่นโปรตีนบาง ๆ กับอากาศจะทำให้โปรตีนบางส่วนแข็งตัว และทำให้ฟองนั้นคงตัวในการอบฟองอากาศจะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน และแผ่นโปรตีนจะยืดหยุ่นเพียงพอที่จะยึดได้ เมื่อส่วนผสมหรือไข่ขาวที่ตีแข็งได้รับอุณหภูมิสูงถึงจุดโปรตีนจะแข็งตัวอย่างทั่วถึง จะสูญเสียความยืดตัว และจะจับตัวเป็นโครงสร้างที่แข็งของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 2 องค์ประกอบของไข่ไก่มีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบ	ไข่ทั้งฟอง(ร้อยละ)	ไข่ขาว(ร้อยละ)	ไข่แดง(ร้อยละ)
ของแข็งทั้งหมด (กรัม)	23.50	43.00	12.20
พลังงาน (KJ)	597.00	1272.00	209.00
โปรตีน (กรัม)	14.00	10.00	17.00
ไขมัน (กรัม)	12.00	0.20	31.10
น้ำตาล (กรัม)	0.00	0.40	0.20
เกลือ (กรัม)	1.00	1.00	1.50
ความชื้น (กรัม)	73.6	86.00	50.00

ที่มา : กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (2548)

5.2.3 นม เป็นส่วนหนึ่งของโครงร่างของเค้ก เนื่องจากมีโปรตีนในองค์ประกอบ นอกจากนี้ยังใช้แทนส่วนของน้ำในสูตรได้ เพราะมีน้ำมากถึงร้อยละ 87 ช่วยเสริมคุณค่าทางอาหาร และกลิ่นรสแก่เค้กอีกด้วย นอกจากนี้ยังช่วยรวมส่วนผสมอื่น ๆ เข้าด้วยกัน ช่วยละลายน้ำตาลซึ่งเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์เมื่อรวมกับของเหลว ความชื้นของนมนี้ไม่ได้เป็นทั้งตัวทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งหรือนุ่มขึ้น แต่เมื่อรวมกับส่วนผสมอื่น ๆ แล้วอาจช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีทั้งความแข็งและความนุ่มทั้งสองอย่างได้ (จิตรนาและอรอนงค์, 2546)

5.2.4 ไขมัน หน้าที่ของไขมันในส่วนผสมของเค้ก คือ ช่วยเก็บอากาศในขณะที่ตีส่วนผสม ทำให้ขึ้นฟูช่วยในการแทรกตัวระหว่างโปรตีน และสตาร์ช ทำให้เนื้อเนียนลื่น ซึ่งมีผลต่อความนุ่มของเค้ก และถ้าไขมันที่ใช้มีคุณสมบัติในการเป็นอิมัลซิไฟเออร์ก็จะช่วยให้ส่วนผสมที่เป็นของเหลวเข้ากับส่วนผสมอื่นได้ดี จึงทำให้เนื้อเค้กมีความชุ่มฉ่ำ และอ่อนนุ่มตัวดี เนื่องจากมีฟองอากาศในเนื้อเค้กขนาดเล็ก และสม่ำเสมอ

5.2.5 สารที่ช่วยให้ขนมขึ้นฟู ลักษณะของขนมอบที่ฟองฟูตัวขึ้น เนื่องจากสารที่ช่วยให้ขึ้นฟู 3 ชนิดหลัก คือ อากาศที่แทรกตัวอยู่ในส่วนผสมจากการตี หรือผสมส่วนผสมต่าง ๆ ให้เข้ากัน เกิดจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีในส่วนผสม โดยการใส่ยีสต์หรือผงฟูลงไป ทำให้

เกิดปฏิกิริยาในขณะที่ผสมได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แทรกตัวอยู่ และการขึ้นฟูเนื่องจากไอน้ำที่
เกิดขึ้นในขณะที่อบ

5.2.6 น้ำตาล เป็นส่วนผสมสำคัญของเค้ก เพื่อให้ความนุ่ม ชุ่มฉ่ำ และให้รสหวานแก่
ผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังช่วยในการตีครีม และตีไข่ให้มีความคงตัว และขึ้นฟู ช่วยเก็บความชื้น และ
ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีที่ดี และเพิ่มคุณค่าทาง
อาหารแก่ผลิตภัณฑ์

5.2.7 เกลือ ทำให้อาหารมีรสชาติและจะช่วยเน้นรสกลิ่นของส่วนผสมอื่น ๆ รวมทั้ง
ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของผลิตภัณฑ์ ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย และช่วยให้
กลูเตนของโดมิกำลังในการยึดตัว

5.2.8 สารช่วยให้เนื้อสัมผัสของขนมอบ สารนี้จะช่วยให้เนื้อสัมผัสดีขึ้น คือทำให้นุ่ม
เก็บได้นาน ทำให้ได้ปริมาณมากขึ้น เก็บได้นาน เช่น EC25K เป็นอิมัลซิไฟเออร์ ช่วยในการเสริม
คุณภาพที่ดีของเค้กที่มีไขมันเป็นส่วนผสมหลักทุกชนิด มีลักษณะเป็นครีมสีขาวออกเหลือง ช่วยทำ
ให้เกิดการรวมตัวที่ดีของไขมันและของเหลวในส่วนผสมของเค้ก ไม่เกิดการแยกตัว มีปริมาณมาก
ขึ้น เนื้อฟู เบา ละเอียดยืดและนุ่ม ควรใช้ประมาณ ร้อยละ 12-15 ของน้ำหนักไขมันในสูตร ผสมลงใน
เนย

5.3 กรรมวิธีการผลิต

ขั้นตอนการทำเค้กประกอบด้วย การผสม ไล่ฟิมพ์ และเข้าอบ ซึ่งการผสมนี้มี
จุดประสงค์เพื่อทำส่วนผสมทั้งหมดเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน โดยมีการเก็บอากาศไว้ภายในส่วนผสมให้
มากที่สุด และให้เนื้อแป้งกลายเป็นกลูเตนน้อยที่สุด เพื่อไม่ให้ส่วนผสมเหนียว และเนื้อแน่น
หลังจากการอบ ดังนั้นวิธีการผสมจึงมีส่วนสัมพันธ์กับชนิดเค้กซึ่งมีส่วนผสมต่าง ๆ กัน เวลาที่ใช้
ในการผสม ความเร็วของเครื่องผสม อุณหภูมิของส่วนผสม รวมทั้งลำดับการใส่ส่วนผสมแต่ละ
ชนิดในการผสม

วิธีการผสมที่ใช้ในระบบอุตสาหกรรม ปัจจุบันสำหรับการทำเค้กประเภท
ส่วนผสมขึ้น เช่น เค้กเนย มี 3 วิธี (จิตธนาและอรอนงค์, 2546) ดังนี้

1. การตีครีม (Creaming Method) ทำโดยการตีเนยกับน้ำตาลให้เป็นครีมด้วยการใช้พายที่มีความเร็วปานกลาง แล้วจึงเติมไข่ในขณะตีครีมต่อไป ในที่สุดเติมน้ำตาล และแป้งสลับกันจนหมด ใช้เวลาผสมประมาณ 15-20 นาที

2. การคนส่วนผสม (Blending Method) นำเนยขาว และแป้ง มาผสมรวมกันให้เป็นครีมขึ้นฟูแยกไว้ส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งนั้นตีไข่กับน้ำตาลให้เป็นฟองกึ่งแข็ง แล้วนำส่วนไข่กับน้ำตาลที่เป็นฟองไปผสมรวมกันกับส่วนเนยขาว และแป้ง แล้วจึงเติมนมลงไปเล็กน้อย จะได้เนื้อเค้กที่ละเอียดมาก

3. การผสมครั้งเดียว (Single-Stage Method) ใส่วัสดุผสมหลักทั้งหมดลงไปพร้อมกัน และผสมด้วยความเร็วต่ำ 1-2 นาที เพิ่มเป็นความเร็วปานกลาง 3-5 นาที และในที่สุดใช้ความเร็วต่ำอีก 2 นาที พร้อมกับใส่ผงฟู ในช่วงนี้รวมเวลาในการผสมประมาณ 8-10 นาที

5.4 ปัญหาที่เกิดจากการทำเค้ก

5.4.1 รอยริ้ว (Steaks) ยาวๆ ในเค้กอาจมีสาเหตุมาจากหลายประการด้วยกัน เช่น การผสมไม่เพียงพอ โดยเฉพาะถ้าแป้งไม่เข้ากับส่วนผสมอื่น การกวาดส่วนผสมที่ติดอยู่ข้างๆ ขามผสมไม่ทั่วถึงขณะผสม การใช้ผงฟูที่มีกำลังการผลิตก๊าซต่ำ ผงฟูที่เสื่อมคุณภาพ การใช้แป้งที่มีกำลังต่ำมากกว่าปกติ ซึ่งไม่สามารถอุ้มส่วนผสมอื่นๆ ได้และแป้งที่มีกำลังสูงเกินไปก็จะเกิดปัญหานี้ได้เช่นกัน

5.4.2 เค้กหน้าแตก (Cauliflower tops) มีมาจากหลายสาเหตุด้วยกัน คือ แป้งแข็งเกินไป ผสมนานเกินไป ทำให้กลูเตนเกิดขึ้น ตู้อบร้อนเกินไป ทำให้เกิดเปลือกนอกอย่างรวดเร็วในขณะที่ภายในเริ่มขยายตัวดันขึ้นด้านบน ทำให้หน้าเค้กมีลักษณะคล้ายดอกกะหล่ำปลี

5.4.3 รอยแป้นคิบบนเค้ก และรอยเส้นวงแหวน (Patches and Seams) มักจะเกิดขึ้นที่ตรงหน้าของเค้ก อาจเกิดขึ้นได้จาก การอบเค้กน้อยเกินไป

5.4.4 เค้กเป็นโพรง (Holes) เกิดจากสูตรไม่สมดุล เพราะกำลังและโครงร่างของวัตถุดิบอยู่ในอัตราส่วนที่สูงเกินไป การใช้แป้งแข็งและการผสมนานเกินไปทำให้กลูเตนเกิดขึ้น

6. การเสื่อมเสียคุณภาพและอายุการเก็บเค้ก

การป้องกันการเสื่อมเสียในผลิตภัณฑ์ขนมอบ หมายถึง การทำให้เกิดการเสื่อมเสียคุณภาพทุกรูปแบบให้ช้าลง รวมทั้งการการเสื่อมคุณภาพทางเนื้อสัมผัส โดยมีวิธีการป้องกันการเสื่อมเสียในผลิตภัณฑ์ขนมอบมีหลากหลายวิธี คือ การเก็บที่อุณหภูมิต่ำ(แช่เย็นหรือแช่แข็ง), การใช้รังสี, การทำแห้ง, การบรรจุในภาชนะบรรจุที่เป็นสุญญากาศ, การใช้สารเคมี และมีการใช้หลายๆวิธีร่วมกัน

ผลิตภัณฑ์เค้กที่สามารถเก็บไว้ได้นานขึ้นอยู่กับสูตร, ภาชนะบรรจุ, ค่าa_w และอุณหภูมิในการเก็บ เค้กที่มีคุณภาพดีประกอบด้วยหลาย ๆ คุณลักษณะ ได้แก่ มีปริมาตรสูง และนุ่มเนื่องจากสูตรที่สมดุล โดยทั่วไปเค้กจะมีปริมาตรจำเพาะต่ำ และเนื้อแน่น รวมทั้งส่วนผสม เช่น น้ำตาล และไขมันมีผลต่อความนุ่มของเค้ก ส่วนไข่ไก่มีผลต่อความแน่นเนื้อ

การเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมอบสามารถแยกได้ 3 ประเภท คือ (งามทิพย์, 2538)

6.1 สเตลิง (Staling) สเตลิงเกี่ยวข้องกับการเสื่อมเสียคุณภาพ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและเคมี ทำให้เปลือกขนมเหนียวไม่กรอบ ส่วนเนื้อร่วนและสีขาวขุ่น โดยไม่เกี่ยวข้องกับการสูญเสีย น้ำ กลิ่นเริ่มผิดปกติ อะมิโลสจะแยกตัวจากเม็ดสตาร์ชและเกิดเป็นตะกอนขาวขุ่น และกลูเตนสูญเสีย น้ำ การเสื่อมเสียนี้เริ่มเกิดตั้งแต่ขนมปังออกจากเตาอบและเสื่อมคุณภาพ จนกระทั่งไม่เหมาะที่จะบริโภคภายใน 2 -5 วัน การใช้ MAP สามารถช่วยชะลอการเสื่อมเสียนี้ได้บ้าง การสเตลิงเกิดจากการเปลี่ยนแปลงหลังการอบ เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของน้ำจากบริเวณเนื้อไปยังผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ และเกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบระหว่าง โพลีเมอร์ของแป้ง, ไขมัน และ โปรตีน ขั้วขวางการรวมตัวของ amylose กับ amylopectin ดังนั้นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์จึงมีความสำคัญต่อการเกิดการสเตลิง เช่น คูกี้และบิสกิต มีปริมาณ ไขมันมากกว่า ขนมปัง ดังนั้นจึงเกิดการสเตลิงได้น้อยกว่า ซึ่งการเกิดสเตลิงจะ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านประสาทสัมผัส เช่น กลิ่นรส และความรู้สึกภายในปาก และลักษณะปรากฏ คือผลิตภัณฑ์จะแข็งและแตกง่าย ดังนั้นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่หลังจากการอบแล้วมีความชื้นสูง เช่น เค้ก ขนมปังจะเกิดการสเตลิงได้ง่ายกว่าผลิตภัณฑ์ที่อบแล้วมีความชื้นต่ำ เช่นผลิตภัณฑ์คูกี้และแครกเกอร์ (Smith, 1993)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลในการเกิดการสแตลิง (Smith, 1993)

- ระยะเวลาการเก็บรักษา

- อุณหภูมิในการเก็บรักษา คืออุณหภูมิระหว่าง 20 – 50 องศาฟาเรนไฮด์จะเกิดการสแตลิงได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิ 0 องศาฟาเรนไฮด์

6.2 การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความชื้น ผลิตภัณฑ์ขนมอบโดยทั่วไปมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สมมูลประมาณร้อยละ 78 ถึง 97 (หรือ a_w 0.78 – 0.97) เมื่อเก็บไว้ในอากาศจะมีแนวโน้มสูญเสียน้ำทำให้เนื้อสัมผัสร่วนและแห้ง ผลิตภัณฑ์บางชนิดมีส่วนแบ่งและส่วนครีมหรือไส้ซึ่งมีความชื้นแตกต่างกัน เกิดการถ่ายเทความชื้นระหว่างกันทำให้เนื้อสัมผัสผิดปกติ นอกจากนี้การบรรจุผลิตภัณฑ์ขนมอบในภาชนะปิด อาจเกิดหยดน้ำภายในภาชนะเป็นสาเหตุให้ผิวผลิตภัณฑ์เปียกชื้นมากขึ้น เชื้อราเจริญเติบโตได้ง่ายขึ้น ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขโดยการเลือกวัสดุบรรจุที่มีอัตราการซึมผ่านไอน้ำเหมาะสม (งามทิพย์, 2538) a_w เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่ออายุการเก็บของอาหาร ถ้าอาหารมี a_w มากกว่า 0.90 อาหารจะเสื่อมเสียโดยยีสต์และรา อย่างไรก็ตามถ้า a_w ต่ำกว่า 0.90 อาจจะไม่เกิดปัญหาจากยีสต์และราได้ เนื่องจากการหมักสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณน้ำตาลสูง (ดังตารางที่ 3)

6.3 จุลินทรีย์ จุลินทรีย์เป็นสาเหตุสำคัญที่สุดที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมอบเสื่อมเสีย จุลินทรีย์ที่สำคัญที่สุด คือเชื้อรา บางกรณีอาจจะพบแบคทีเรียและยีสต์บ้างซึ่งมีสาเหตุมาจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไม่สะอาดหรือสุขอนามัยคนงานไม่ดี แบคทีเรียที่พบมากเช่น *Serratia marcescens*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Bacillus licheniformis* และ *Bacillus mesentericus* ส่วนแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเป็นพิษตรวจพบน้อยมาก ถ้าพบส่วนใหญ่จะเป็นเชื้อไส้ครีมต่างๆ เช่น *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* และ *Salmonella* เป็นต้น ยีสต์ที่ตรวจพบมักเป็นสายพันธุ์ที่ทนแรงดันออสโมติกได้เช่น *Saccharomyces bailii* var. *osmophilus* จะให้แอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากเชื้อราเป็นสาเหตุสำคัญที่สุดของการเสื่อมเสียคุณภาพ อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมอบจึงมักกำหนดจากระยะเวลาที่สังเกตไม่พบเชื้อราบนผลิตภัณฑ์ ซึ่งนิยมเรียกว่า Mould Free Shelf Life ของผลิตภัณฑ์นั้นๆ

ตารางที่ 3 ค่า Water Activity, ปริมาณความชื้นและปัญหาของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

ประเภท	คุณลักษณะ		ปัญหาที่พบ
	a_w	ความชื้น(ร้อยละ)	
ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นฟูด้วยยีสต์			
ขนมปัง	0.93-0.98	30-42 ¹	เชื้อจุลินทรีย์, การสแตลิง
คลัสตี้ โรล	0.95	29.28	เชื้อจุลินทรีย์, การสแตลิง
ซ็อกโกแลต เดนิส	0.83	22.54	เชื้อจุลินทรีย์, การสแตลิง
โดนัท	0.91	27.98	เชื้อจุลินทรีย์, การหืน
ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นฟูด้วยเคมี			
เค้ก	0.85		เชื้อจุลินทรีย์, การเกิดออกซิเดชัน
โดนัทเค้ก	0.82	17.85	เชื้อจุลินทรีย์, การเกิดออกซิเดชัน
ক্রমপেট	0.97	47-52.41	เชื้อจุลินทรีย์, การเกิดออกซิเดชัน
วัพเฟิล	0.94	65.79	เชื้อจุลินทรีย์, การเกิดออกซิเดชัน
มัฟฟิน แครอท	0.91	35.41	เชื้อจุลินทรีย์, การเกิดออกซิเดชัน
ผลิตภัณฑ์อื่นๆ			
ทาร์ตเนย	0.78	19.95	เชื้อจุลินทรีย์, การหืน และการเกิดออกซิเดชัน
เค้กสตอเบอร์รี่(layer)	0.90	37.42	เชื้อจุลินทรีย์, การหืน และการเกิดออกซิเดชัน
พายบลูเบอรี่	0.93	40.20	เชื้อจุลินทรีย์, การหืน และการเกิดออกซิเดชัน

ที่มา: Smith (1993)

7. การบรรจุแบบปรับสภาพอากาศ(**Modified Atmosphere Packaging; MAP**) (งามทิพย์, 2538)

การบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้บรรยากาศที่มีอัตราส่วนของก๊าซชนิดต่างๆ แตกต่างไปจากบรรยากาศปกติ และอัตราส่วนนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามระยะเวลา โดยขึ้นกับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ อัตราส่วนของก๊าซแรกเริ่ม วัสดุของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ และสภาวะการเก็บผลิตภัณฑ์นั้นๆ

7.1 ก๊าซที่นิยมใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารคือ

7.1.1 ก๊าซออกซิเจน ในอากาศมีก๊าซออกซิเจนประมาณร้อยละ 20.9 คุณสมบัติสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณาในการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารคือ

ก. สามารถทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารประกอบต่างๆ ในอาหาร เช่น ไขมัน วิตามิน เป็นต้น อาหารที่มีไขมันสูง หรืออาหารที่สูญเสียวิตามินได้ง่ายควรบรรจุให้อยู่ภายใต้บรรยากาศที่ปราศจากก๊าซออกซิเจน เพื่อป้องกันปฏิกิริยาเหล่านี้

ข. จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ที่สำคัญคือแบคทีเรียที่ชอบอากาศ เช่น *Pseudomonas*, *Micrococcus* เป็นต้นและเชื้อราแทบทุกชนิด การบรรจุอาหารในสภาพไร้ออกซิเจน หรือมีก๊าซออกซิเจนต่ำกว่าร้อยละ 0.1 จะสามารถป้องกันการเสื่อมเสียคุณภาพของอาหารจากการกระทำของจุลินทรีย์ดังกล่าวนี้ได้

ค. จำเป็นสำหรับการหายใจของพืช ผักและผลไม้สดแม้จะเก็บเกี่ยวจากต้นแล้วก็ตาม ยังคงมีการหายใจตลอดเวลาจนกว่าเซลล์จะตาย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีก๊าซออกซิเจนเพียงพอระหว่างการเก็บรักษาผักและผลไม้สดนี้

ง. จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและการฟักไข่ของหนอน และแมลง

จ. จำเป็นสำหรับปฏิกิริยาออกซิเดชันของไมโอโกลบิน เพื่อให้เนื้อมีสีแดงของออกซิไมโอโกลบิน

ฉ. สามารถทำปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Browning Reaction) ในอาหาร ทำให้คุณภาพด้านสีของอาหารลดลง

7.1.2 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในอากาศปกติจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียงร้อยละ 0.03 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงๆ จะมีบทบาทสำคัญมากต่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร คุณสมบัติที่สำคัญของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คือ

ก. ชะลออัตราการหายใจของพืช โดยทั่วไปเมื่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บรรยากาศเพิ่มขึ้น อัตราการหายใจของพืชลดลง ทำให้อายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดเพิ่มขึ้น

ข. ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด จึงเรียกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ว่าเป็น Bacteriostatic หรือ Fungistatic agent คือจะยับยั้งการเจริญเติบโตเท่านั้น ไม่ได้ทำลายหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์

ค. สามารถละลายได้ดีในน้ำและไขมัน และการละลายนี้จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง ดังสังเกตได้จากการยุบตัวของภาชนะบรรจุ เนื่องจากความดันภายในต่ำกว่าความดันบรรยากาศ นอกจากนี้หากการละลายสูงมากพอจะทำให้เกิดกลิ่นรสของกรดในอาหารได้ จึงต้องจำกัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้เหมาะสมกับประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารที่จะบรรจุ

7.1.3 ก๊าซไนโตรเจน ในอากาศทั่วไปจะมีก๊าซไนโตรเจนประมาณร้อยละ 79 คุณสมบัติสำคัญที่นำมาใช้ในการบรรจุคือ

ก. เป็นก๊าซเฉื่อยต่อปฏิกิริยาเคมี จึงมักใช้ในการแทนที่ก๊าซออกซิเจนเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในอาหาร นอกจากนี้ยังนิยมใช้ก๊าซไนโตรเจนเพื่อรักษาระดับความดันภายในภาชนะบรรจุ ป้องกันการยุบตัวของภาชนะ และการแตกหักเสียหายของผลิตภัณฑ์

ข. ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส จึงสามารถใช้ได้กับผลิตภัณฑ์อาหารทุกชนิด

ค. ละลายในน้ำและไขมันได้น้อยมาก

7.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ก๊าซเพื่อการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร

7.2.1 คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ (Nature of the Product) เช่น องค์ประกอบสำคัญ ค่าความเป็นกรด – เบส (pH), ค่า Water Activity (a_w), อัตราการหายใจ, ลักษณะทางกายภาพ, การเติมสารกันบูด สารกันหืน สารกันเชื้อจุลินทรีย์ทั้งชนิดทำให้อาหารเน่าเสียและเป็นพิษ คุณสมบัติเหล่านี้จะทำให้ทราบถึงสาเหตุการเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ใช้ในการพิจารณาชนิดของก๊าซที่เหมาะสมในการบรรจุและจะช่วยทำให้สามารถคาดคะเนอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

7.2.2 ชนิดและความเข้มข้นของก๊าซ (Gaseous Environment Inside the Package) คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ภาชนะบรรจุและสถานะการเก็บรักษาจะเป็นปัจจัยกำหนดชนิดและความเข้มข้นของก๊าซ

7.2.3 คุณสมบัติของวัสดุและภาชนะบรรจุ (Nature of the Packaging Material) เช่น อัตราการซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำ ความต้านทานไขมัน ความโปร่งใส อุณหภูมิที่ใช้ในการปิดผนึก ความแข็งแรงองรอยปิดผนึก

7.2.4 ระบบการบรรจุ (Packaging System) ที่มีใช้ทั่วไปมี 2 ระบบคือ

ก. ระบบสุญญากาศ – ฟันก๊าซ (Vacuum-Re injection System) โดยจะใช้เครื่องสูบล้างอากาศกำจัดอากาศภายในภาชนะออกฟันก๊าซที่ต้องการเข้าไป ปิดผนึกให้เรียบร้อย วิธีนี้พบว่ามีก๊าซออกซิเจนเหลือประมาณร้อยละ 0.5 – 1

ข. ระบบฟันก๊าซเข้าไปแทนที่อากาศ (Gas Purging หรือ Gas Flushing System) การฟันก๊าซที่ต้องการบรรจุเข้าไปในภาชนะเป็นเวลานานพอควรจนก๊าซเข้าไปแทนที่อากาศในภาชนะบรรจุแล้วปิดผนึก วิธีนี้จะพบก๊าซออกซิเจนหลงเหลือภายในภาชนะค่อนข้างสูงประมาณร้อยละ 2-5 การจะเลือกใช้ระบบบรรจุใดขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์และวัสดุบรรจุที่เลือกใช้

ค. ระบบการกระจายผลิตภัณฑ์ (Distribution System) อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษา การขนส่งและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ เนื่องจากอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ในอาหาร การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และอัตราการซึมผ่านของก๊าซจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งและเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์จะมีความสัมพันธ์กับการเลือกใช้ก๊าซ วัสดุบรรจุ และกำหนดอุณหภูมิในการเก็บรักษา

8. การตลาด

จากพฤติกรรมผู้บริโภคที่หันมารับประทานผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มากขึ้น เนื่องจากพฤติกรรมการใช้ชีวิตที่เปลี่ยนแปลงจากสังคมเกษตรกรรมเป็นสังคมอุตสาหกรรม และผู้บริโภคยุคใหม่ได้รับอิทธิพลจากตะวันตกมากขึ้นจึงทำให้ตลาดขนมอบในปี พ.ศ. 2539 มีมูลค่า 4,200 ล้านบาท และมีการขยายตัวในแต่ละปีที่อัตราร้อยละ 30-40 โดยแบ่งเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ตลาดล่าง มูลค่า 2,400 ล้านบาท (ร้อยละ 57.1) และเบเกอรี่ตลาดบนมูลค่า 1,800 ล้านบาท (ร้อยละ 42.9) ซึ่งขนมอบตลาดบนนี้การแข่งขันค่อนข้างรุนแรงทั้งด้านตราสินค้าภายในและภายนอกประเทศ เนื่องจากผู้บริโภคไว้ใจเรื่องของคุณภาพความสดใหม่ของสินค้า (วารุณี, 2546) แต่ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2542 มูลค่าตลาดได้หดตัวลงเนื่องจากเกิดภาวะเศรษฐกิจทำให้ผู้ประกอบการต่างลดกำลังการผลิตลงตามกำลังซื้อที่ลดลงของผู้บริโภค ซึ่งในปี 2543 เศรษฐกิจเริ่มฟื้นตัวขึ้น ทางด้านศูนย์วิจัยกสิกรรมได้คาดการณ์ว่า ตลาดเค้กและเบเกอรี่โดยรวมในปี พ.ศ. 2544 จะมีค่า 2,700 ล้านบาท โดยมีอัตราการเติบโตไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10 เมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2543 (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2548) ในปี 2545 มีตลาดรวมเบเกอรี่ประมาณ 2,300 -2,500 บาท (ไม่รวมช่องทางรีเทล)(ฐานเศรษฐกิจ, 2545) ในปี 2546 มีมูลค่าตลาดเบเกอรี่โดยรวม 4 พันล้านบาท แบ่งเป็นตลาดขายส่ง(Wholesale) ประมาณ 1.8-2 ล้านบาท (ผู้จัดการ, 2546) และปี 2547 ตลาดรวมเบเกอรี่ ประมาณ 5,000-6,000 ล้านบาท (ฐานเศรษฐกิจ, 2548) ดังตารางที่ 4

ในปี 2548 ภาพรวมผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มีมูลค่าประมาณ 6,000 ล้านบาท (ผู้จัดการ, 2548) เนื่องจากผู้บริโภคหันมานิยมทานเบเกอรี่เพิ่มมากขึ้น และผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ควรเป็นเบเกอรี่เพื่อสุขภาพ รวมทั้งควรมีขนาดเล็กกลง เนื่องจากส่วนผสมในสูตรเค้กจะประกอบด้วยไขมัน แป้ง และเนยเป็นหลัก ซึ่งส่วนผสมเหล่านี้เป็นที่มาของโคเลสเตอรอล ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคภัยต่างๆ ดังนั้นจึงมีการนำส่วนผสมที่มีโคเลสเตอรอลต่ำ เช่น น้ำมันข้าวโพดและน้ำมันเมล็ดทานตะวัน หรือใช้กรรมวิธีการผลิตมาทดแทน (มดิชน, 2546)

ตารางที่ 4 มูลค่าตลาดผลิตภัณฑ์ขนมอบ

พ.ศ.	มูลค่า(ล้านบาท)
2539	4,200
2540	-
2541	-
2542	2,250
2543	2,500
2544	2,700
2545	2,300-2,500
2546	4,000
2547	5,000-6,000
2548	6,000

ที่มา : ฐานเศรษฐกิจ (2545) ; ผู้จัดการ (2546) ; กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (2548); ฐานเศรษฐกิจ (2548); ผู้จัดการ (2548)

8.1 ตลาดขนมอบ

จากการสำรวจ(วารุณี, 2546)ร้านขนมอบในเขตกรุงเทพมหานคร สามารถแบ่งตลาดขนมอบ ตามสถานที่จำหน่ายได้ดังนี้

8.1.1 ร้านขนมอบในโรงแรมและภัตตาคาร ส่วนใหญ่จะครองตลาดบนที่ค่อนข้างมีรายได้สูง เน้นบริการลูกค้าเฉพาะ แต่บางโรงแรมและภัตตาคารต้องการทำการตลาดเอง จึงขยายธุรกิจในด้านขนมอบให้เป็นที่นิยมของลูกค้า เช่น โอเรียลทอล, ลิตเติ้ล โสม

8.1.2 ร้านขนมอบที่มีตราสินค้าของนักลงทุนชาวไทยและชาวต่างชาติ พบในศูนย์การค้าหรือในห้างสรรพสินค้า เป็นเบเกอรี่ระดับบนและระดับกลาง เช่น แอสแอนด์พี, ฟุจีย่า, ยามาซากิ

8.1.3 ร้านขนมอบที่อยู่ในซูเปอร์มาร์เก็ต/ซูเปอร์มาร์เกต เป็นแผนกเบเกอรี่ของซูเปอร์มาร์เก็ต/ซูเปอร์มาร์เกต เป็นขนมอบกลุ่มเป้าหมายตั้งแต่ระดับล่างจนถึงระดับสูง เช่น เทสโก้ โลตัส, บิ๊กซี, คาร์ฟู

8.1.4 ร้านขนมอบทำตามบ้าน ประเภทที่ได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากเศรษฐกิจตกต่ำลงทำให้ผู้ว่างงานมากขึ้น โดยการวางจำหน่ายตามร้านกาแฟในปั้มน้ำมัน หรือร้านสะดวกซื้อ หรือ มินิมาร์ท

8.1.5 ร้านขนมอบทั่วไป

ก. ร้านหาเร่/แผงลอย มีทั้งลักษณะของโฮมเมด หรืออุตสาหกรรมในครัวเรือน หรืออาจรับมาขาย หรือลักษณะฝากขาย

ข. ร้านขนมอบทั่วไปที่ไม่มีชื่อร้าน

ค. ร้านขนมอบทั่วไปที่มีชื่อร้าน เช่น ร้านเค้กมะตูม สายฝน, เค้กแครอท คุณดีมี

ตลาดผลิตภัณฑ์เค้กมีมูลค่าตลาดที่เติบโตถึง 700 ล้านบาท (คู่แข่งธุรกิจ, 2540) ซึ่งมีการแบ่งประเภทสินค้าออกเป็น 3 ชนิด ประกอบด้วย

- 1.) เค้กสด เป็นสินค้าที่มีอายุค่อนข้างสั้น สามารถเก็บได้ไม่เกิน 1 อาทิตย์
- 2.) เค้กแช่แข็ง เป็นสินค้าประเภทแช่แข็ง สามารถเก็บความสดใหม่ได้นาน
- 3.) เค้กที่สามารถเก็บรักษาความสดใหม่ไว้ได้นานนับเดือน โดยไม่ต้องใส่สารกันบูด

จากการสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคการรับประทานขนมอบของกลุ่มผู้บริโภคอายุ 20-40 ปี จำนวน 300 คน ในเขตกรุงเทพฯ พบว่า กลุ่มตัวอย่างซึ่งทำงานออฟฟิศ จะซื้อขนมอบเอส แอนด์ พี เป็นอาหารว่างและอาหารมื้อหลักมากที่สุด เนื่องจากรสชาติถูกปาก สำหรับกลุ่มตัวอย่างวัยรุ่น จะเลือกซื้อขนมอบกาโตว์ เฮ้าส์ แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ทรายี่ห้อของผลิตภัณฑ์ขนมอบที่กลุ่มตัวอย่างเลือกซื้อ

ทรายี่ห้อ	ร้อยละ	ช่วงอายุ 20-30 ปี (ร้อยละ)	ช่วงอายุ 31-40 ปี (ร้อยละ)
เอส แอนด์ พี	71.9	71.2	72.7
กาโต้ว์ เฮ้าส์	44.9	48.9	40.6
ยามาซากิ	14.6	17.3	11.7
โอ ปอง แปง	11.6	14.4	8.6
อินแอนท์เฮ้าท์	7.5	11.5	3.1
ลิตเติลโฮม	5.6	5.8	5.5
ดั่งกิน โคนัท	4.5	3.6	5.5

ที่มา: สยามธุรกิจ (2546)

จากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคเบเกอรี่ (ศูนย์วิจัยกสิกร, 2539) จากกลุ่มตัวอย่าง 378 คน สัมภาษณ์ในวันที่ 6-9 กันยายน 2539 โดยแบ่งเป็นผู้ชาย 152 คน (ร้อยละ 40.21) ผู้หญิง 226 (ร้อยละ 59.79) พบว่าคนกรุงเทพฯ ร้อยละ 43.55 นิยมบริโภคขนมปัง รองลงมา ร้อยละ 20.35 นิยมบริโภคเค้ก , ร้อยละ 14.79 นิยมบริโภคคุกกี้, ร้อยละ 12.72 นิยมบริโภคพาย และ ร้อยละ 8.59 บริโภคโดนัท และเบเกอรี่ประเภทอื่นๆ

จากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคในการรับประทานบัตเตอร์เค้กของผู้บริโภค กลุ่มเป้าหมาย 400 คน อายุ 18-35 ปี ของ อุตมา (2545) พบว่าผู้บริโภครับประทานบัตเตอร์เค้กน้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ร้อยละ 44 โดยรับประทานเป็นอาหารว่างตอนบ่าย ร้อยละ 45 สถานที่ที่นิยมซื้อมากที่สุด คือ ซูเปอร์มาร์เก็ต ร้อยละ 29.5 ซึ่งปัจจัยที่ทำให้ผู้บริโภคชอบรับประทานคือ ความนุ่ม ร้อยละ 90 และปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อมากที่สุด คือ ความอร่อยของขนม และจากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคในการรับประทานบัตเตอร์เค้กของผู้บริโภค 100 คน อายุ 11 ปีขึ้นไป ของพัชรินทร์ (2547) พบว่าผู้บริโภคต้องการให้พัฒนาบัตเตอร์เค้กมีลักษณะเป็นชิ้นสี่เหลี่ยม ร้อยละ 38 ราคาต่ำกว่า 10 บาท ร้อยละ 27 และต้องการให้พัฒนาไส้เคียงบัตเตอร์เค้กของเอส แอนด์พี ร้อยละ 57 มีกลิ่นรสเนย ร้อยละ 36 ต้องการให้ใส่ภาชนะที่เป็นกล่องพลาสติก ร้อยละ 22 และผู้บริโภคให้ความสำคัญทางด้านความนุ่มมากที่สุด รองลงมาคือ รสชาติ และสถานที่จัดจำหน่าย ตามลำดับ

จากการสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคที่บริโภคเบเกอรี่ (สยามธุรกิจ, 2548) พบว่าผู้บริโภคร้อยละ 43 จะบริโภคเบเกอรี่เป็นอาหารว่าง ร้อยละ 23 บริโภคเป็นอาหารเช้า ร้อยละ 13 ซื้อฝากคนอื่น โดยร้อยละ 90 ซื้อกลับบ้าน และร้อยละ 10 บริโภคที่ร้าน

จากการสำรวจ (วารุณี, 2546) พบว่าพฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์ขนมอบมีเหตุผลในการชอบขนมอบ 5 อันดับแรกคือรสชาติ, รูปแบบ, ความสะดวกในการซื้อ, พกพาสะดวก และราคาไม่แพง ชนิดของขนมอบที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุดคือ ขนมเค้ก, คุกกี้, บราวนี่, แยมโรล และพายตามลำดับ สถานที่ที่ผู้บริโภคนิยมซื้อมากที่สุดคือ ร้านที่มีชื่อเสียง รองลงมาคือร้านสะดวกซื้อ, ซูเปอร์มาร์เก็ต และซูเปอร์มาร์เกต ความถี่ในการซื้อส่วนใหญ่ซื้อ 3 – 4 วัน/ครั้ง รองลงมาสัปดาห์ละครั้ง และ 2-3 สัปดาห์/ครั้ง ค่าใช้จ่ายในการซื้อขนมอบต่อครั้งพบว่า ประมาณ 50 – 100 บาท รองลงมาน้อยกว่า 50 บาท และ 101 – 500 บาท ในด้านปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อขนมอบ อันดับที่ได้แก่ รสชาติ รองลงมาเป็นวันผลิต/วันหมดอายุ, ราคา, คุณค่าทางโภชนาการ และรูปแบบของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ข้อมูลความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมอบเรียงลำดับความถี่มากที่สุดไปน้อย ดังนี้ ออกแบบหีบห่อที่พกพาสะดวก, ขนาดบรรจุที่เหมาะสม, มีรูปแบบให้เลือก, มีบรรจุภัณฑ์ที่รักษาผลิตภัณฑ์ให้มีอายุมากขึ้น และมีการส่งเสริมคุณค่าทางโภชนาการให้มากขึ้น

9. อาหารลดไขมันและคอเลสเตอรอล

การบริโภคอาหารของชาวอเมริกาในปัจจุบัน บริโภคไขมันประมาณร้อยละ 38 ของพลังงานทั้งหมด มีคำแนะนำให้ชาวอเมริกันลดการบริโภคไขมันลงร้อยละ 30 ของพลังงานทั้งหมด (Black, 1993) เนื่องจากบริโภคที่เกินความจำเป็นนำไปสู่การเกิดโรค เช่น โรคหัวใจ โรคมะเร็ง และโรคอ้วน (Merten, 1970; Bracco et al., 1987) ชาวอเมริกันแสดงความสนใจที่จะลดพลังงานจากไขมันโดยการปรับเปลี่ยนการบริโภคอาหาร จากความต้องการดังกล่าวทำให้อุตสาหกรรมอาหารของอเมริกันพยายามที่จะพัฒนาอาหารปราศจากไขมัน อาหารลดไขมัน และอาหารลดพลังงานซึ่งมีค่าจำกัดความของอาหารลดไขมันประเภทต่าง ๆ ซึ่งกำหนดโดยองค์การอาหารและยา (FDA) ของสหรัฐอเมริกา

ตารางที่ 6 เงื่อนไขการกล่าวอ้างทางโภชนาการโดยใช้เกณฑ์ต่อปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภค

ประเภทอาหาร	คำจำกัดความ
อาหารปราศจากไขมัน (Fat-free) หรือ อาหารปราศจากพลังงาน (Calorie-free) อาหารปราศจากน้ำตาล (sugar free)	อาหาร 1 serving มีไขมันต่ำกว่า 0.5 กรัม หรือ ให้พลังงานน้อยกว่า 5 กิโลแคลอรี มีน้ำตาลน้อยกว่า 0.5 กรัม
อาหารไขมัน (Low fat) หรือ อาหารพลังงานต่ำ (Low-calories)	อาหาร 1 serving มีปริมาณไขมันเท่ากับ หรือต่ำกว่า 3 กรัม และพลังงานไม่เกิน 40 กิโลแคลอรี
อาหารลดไขมัน (Reduced or less fat) หรือ อาหารลดพลังงาน (Reduced or fewer calories) อาหารลดน้ำตาล (Reduced sugar)	อาหาร 1 เสิร์ฟ มีไขมันลดลงอย่างน้อยร้อยละ 25 หรือ มีพลังงานลดลงอย่างน้อย 1 ใน 3 เมื่อเทียบกับอาหารประเภทเดียวกัน ลดปริมาณน้ำตาลตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไปเมื่อเทียบกับอาหารอ้างอิง
อาหารไม่เติมน้ำตาล/ไม่ใส่น้ำตาล (no added sugar)	1. ไม่มีการเติมน้ำตาลหรือส่วนผสมที่มีน้ำตาลในระหว่างการผลิตหรือการบรรจุ และ 2. ไม่มีส่วนผสมที่มีการเติมหรือเพิ่มปริมาณน้ำตาล และ 3. ต้องไม่มีน้ำตาลเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตหรือถ้ามีต้องรวมกันแล้วได้ตามเงื่อนไข”ปราศจาก/ไม่มี และ 4. อาหารอ้างอิงมีการเติมน้ำตาลเป็นส่วนประกอบ ส่วนอาหารนี้ไม่มีการเติม และ
อาหารประเภท ”Light”	อาหาร 1 เสิร์ฟ มีพลังงาน 1 ใน 3 ของอาหารปกติ หรือลดปริมาณไขมันได้ร้อยละ 50

ที่มา : กระทรวงสาธารณสุข (2541)

9.1 ขนมอบลดพลังงาน (Riaz Kham, 1993)

การใช้ส่วนผสมที่นำมาทดแทนสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบ ต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่ใกล้เคียงกับไขมันให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่เหมือนเดิมเนื่องจากส่วนผสมนั้นจะมีผลทั้งทางด้านเคมีและกายภาพ คือรวมทั้งกลิ่นรส, เนื้อสัมผัส, ความชุ่มชื้น, ขนาดโพรงอากาศ และความคงตัวของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงสูตรและส่วนผสม เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

9.1.1 การแทนที่ไขมันในผลิตภัณฑ์ขนมอบ (Fat replacement in baked goods)

การลดไขมันเป็นเป้าหมายหลักในการพัฒนาอาหารลดพลังงานเนื่องจาก ไขมันจะให้พลังงานเป็น 2 เท่าของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต (Riaz Kham, 1993) ซึ่งไขมันมีความสำคัญต่อลักษณะทางกายภาพ, รสชาติ และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมอบ ซึ่งชนิดของไขมันมีความสำคัญต่อลักษณะต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ เช่น รสชาติ การเก็บรักษา เป็นต้น นอกจากนี้ขนมอบยังประกอบด้วยส่วนที่เป็นไขมันทางอ้อม เช่น ไข่ไก่ ประมาณร้อยละ 12 และไข่แดงมีส่วนประกอบของไขมันร้อยละ 30 การลดปริมาณไขมันในขนมอบไม่สามารถลดเฉพาะส่วนของไขมันเท่านั้น แต่ยังต้องลดจากส่วนอื่น ๆ ที่มีส่วนประกอบของไขมันด้วย (Haberstroth and Morris, 1942) ในระบบของไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloid) มีผลที่ดีกับคุณสมบัติของการทดแทนไขมันในระบบของขนมอบ โดยสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์

Lawson and Lin (1992) ได้ศึกษาผลของกัมและอิมัลซิไฟเออร์ ในระดับร้อยละ 0.01-0.04 นำมาแทนที่ไขมันในผลิตภัณฑ์ขนมอบ พบว่าการใช้กัมและอิมัลซิไฟเออร์ สามารถแทนที่ไขมันในผลิตภัณฑ์เค้ก, มัฟฟิน และคุกกี้ได้ร้อยละ 100 (Riaz Kham, 1993)

เนตรนภิส (2541) ศึกษาการทดแทนไขมันในสารทดแทนไขมัน oatrim-5 หรือเบต้า-glucan-amylopectin เพื่อใช้ทดแทนเนยสดในผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม บราวนี่ ขณะที่การใช้ oatrim-5 ทดแทนเนยสดได้สูงสุดที่ระดับ ร้อยละ 70, บราวนี่ร้อยละ 60 ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของสี ลักษณะปรากฏ รสชาติ และเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน จากการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่า ปริมาณไขมันรวม ไขมันอิ่มตัว และโคเลสเตอรอล มีค่าลดลง โดย

ปริมาณไขมันลดลงระหว่างร้อยละ 25.19 ในผลิตภัณฑ์บราวนี่ และบราวนี่ร้อยละ 95.08 และลดโคเลสเตอรอลลดลงร้อยละ 13.50 และ 24.1 ตามลำดับ

9.1.2 การจำแนกประเภทสารทดแทนไขมัน

สามารถจัดประเภทสารทดแทนไขมันได้ 4 ประเภทหลัก (Haberstroth and Morris, 1991) ดังนี้

ก. สารทดแทนไขมันจากส่วนของไขมัน (Fat -Based Ingredients)

สารทดแทนไขมันจากส่วนของไขมันเป็นอิมัลซิไฟเออร์ และไขมันที่ทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ มีการใช้บ่อย ๆ ในการลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ขนมอบ

1) โมโน-ไดกลีเซอไรด์ (Mono-Diglyceride) FDA อนุญาตให้ใช้ได้ สามารถแทนที่ในผลิตภัณฑ์ขนมอบได้ โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ซอทเทนนิ่ง 1 ส่วน และอีก 1 ส่วน เป็นโมโน-ได กลีเซอไรด์

2) โพลีกลีเซอรอล เอสเทอร์ (Polyglycerol Ester) มีการใช้แทนที่บางส่วนหรือทั้งหมด FDA อนุญาตให้ใช้เป็นอิมัลซิไฟเออร์ เพราะมีคุณสมบัติเป็นสารช่วยให้เบา และขึ้นฟู ซึ่งช่วยเพิ่มการเป็นโด

3) อื่น ๆ เช่น เลซิธิน มีการใช้เป็นอิมัลซิไฟเออร์ และมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกับสารทดแทนไขมัน

ข. สารทดแทนไขมันจากอนุพันธ์ของแป้ง (Starch-Derived Ingredients)

มีอนุพันธ์ของแป้งหลายตัวที่สามารถใช้เป็นสารทดแทนไขมันได้ มีรายงานว่าหลายตัวสามารถใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ

มอลโตเด็คซ์ตริน (Maltodextrin) ถูกใช้อย่างกว้างขวางตั้งแต่ช่วงปี 1950 ซึ่งอธิบายว่าเป็น โมเลกุลใหญ่ที่ประกอบด้วยพันธะ α -1,4 และน้ำตาล Maltose, Maltotriose, Maltotetraose, Maltopentaose เป็นต้น (Alexander, 1992) และในปี 1983 องค์การอาหารและยา (FDA) ของ สหรัฐอเมริกาได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า มอลโตเด็คซ์ตรินเป็นสารที่ไม่มีรสหวาน เป็นสารโพลีเมอร์ ของน้ำตาลที่ประกอบด้วย D-Glucose Unit เชื่อมกันด้วยพันธะ α -1,4 มีค่า Dextrose Equivalent (DE) ต่ำกว่า 20 นอกจากนี้มอลโตเด็คซ์ตรินยังถูกแนะนำให้ใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ เนื้อ เช่น แพรงเฟอร์เทอร์ แซมเบอร์เกอร์ ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ซอส ชุป และผลิตภัณฑ์นม เป็นต้น (Anon, 1990; Yuckel and Cox, 1992) ซึ่งมีตัวอย่างสารทดแทนไขมันในกลุ่มอนุพันธ์ของแป้ง การ ใช้สาร Maltodextrin เป็นสาร Bulking Agent มีการนิยมมากเป็นอันดับ 2 โดยจะใช้ในผลิตภัณฑ์ ผสมที่แห้งเนื่องจากดูดความชื้นน้อย ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผสม, ซอสสำเร็จรูป, Gravy Mix, แกล็ก และคูกี้ Mix เป็นต้น (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2546) มอลโตเด็คซ์ตรินที่ DE ต่ำ ที่ระดับร้อยละ 20-25 จะให้เนื้อสัมผัสที่คล้ายกับไขมันในผลิตภัณฑ์เค้ก, มัฟฟิน และชีสเค้ก

ในการใช้สาร Maltodextrin เป็นสารทดแทนไขมัน โดย FDA ได้จัดลำดับ ให้ ผลิตภัณฑ์ Maltodextrin มี DE ต่ำกว่า 20 ได้นำมาประยุกต์ใช้สำหรับผลิตภัณฑ์ไขมันต่ำ หน้าที่ ของ Maltodextrin คือ จับน้ำ, มีแนวโน้มในการเกิดปฏิกิริยา Browning ต่ำ, ดูดความชื้น เกิดความ หนืด และมีความสามารถในการเป็น Bulling Agent ผู้บริโภคจะพอใจกับผลิตภัณฑ์เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์จะมีความชื้น, ความมันลื่นและเนื้อสัมผัส ซึ่งสามารถใช้ได้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ เช่น แกล็ก , มัฟฟินและ Soft Cookie เมื่อใช้สาร Maltodextrin กับกัวยักและไฟเบอร์จะส่งผลให้ความรู้สึก ภายในปากดีขึ้นและต้นทุนต่ำลง เนื่องจาก สามารถจับน้ำและ ยึดน้ำไว้ในโครงสร้างได้ (Nanaka, 1997)

ผลิตภัณฑ์มอลโตเด็คซ์ตรินมีหลายชนิด เนื่องจากมีค่า DE ต่างกัน และเมื่อค่า DE ต่างกันก็จะทำให้มีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพต่างกันด้วย ซึ่งในการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ จะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องการว่า ต้องการในด้านใด ความหนืด ความ หวาน การใช้ทดแทนไขมัน แล้วจึงเลือกพิจารณา DE ให้เหมาะสม ดังตารางที่ 7 - 8

ค. สารทดแทนไขมันจากส่วนผสมที่ละลายน้ำได้ (Water Soluble Ingredients)

สารทดแทนไขมันจากส่วนผสมที่ละลายน้ำได้ เป็นสารทดแทนไขมันที่มีส่วนผสมที่ประกอบด้วยวัตถุดิบหลาย ๆ ตัว ซึ่งถูกใช้กันมานานหลายปี เพื่อลดพลังงานในส่วน ของไขมัน นอกจากนี้ก็มีหลายชนิด เช่น กัวร์กัม, คาราจีแนน, เซลลูโลส, แซนแทนกัม และกัมอื่น ๆ นำมาใช้ร่วมกับน้ำ เพื่อลดปริมาณไขมันในอาหารหลายอย่าง กัวร์กัม ให้พลังงานต่ำประมาณ 0-2 กิโลแคลอรี/กรัม ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบเพื่อเพิ่มความชื้นในผลิตภัณฑ์ การเติมกัวร์กัมใน ผลิตภัณฑ์ขนมอบ Food and Drug Administration FDA ได้กำหนดว่าสามารถใช้ได้ในปริมาณไม่เกินร้อยละ 0.35 ของน้ำหนักทั้งหมด (Leoard, 1996) การเติมกัวร์กัมลงในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้น จะช่วยทั้งในด้านกระบวนการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย คือ 1. ลดเวลาในการผสม 2. การ ยืดเกาะของเนื้อผลิตภัณฑ์ไม่แตกหลุดเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย 3. ปรับปรุงส่วนผสมในการผสม 4. ลด การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา 5. ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บที่อุณหภูมิแช่แข็งได้ (George, 1989)

โพลีเด็กโตรอส (Polydextrose) เป็นโพลิเมอร์ของเด็กโตรอสที่ให้พลังงานต่ำ (1 กิโลแคลอรีต่อกรัม) มีชื่อการค้าว่า Pfizer (New York, NY) รายงานของผู้ผลิตบอกว่า มี คุณสมบัติเป็นสารทดแทนไขมันใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ เช่น เค้ก คูกี้ และบราวนี่

ตารางที่ 7 สารทดแทนไขมันในกลุ่มอนุพันธ์ของแป้ง

Parent starch	DE	การละลาย	การนำไปใช้
	<5	ละลายในน้ำเย็น	ผลิตโดยการย่อยด้วยเอนไซม์ α Amylase ไม่เกิดเจล เหมาะกับการใช้ในผลิตภัณฑ์ซอส
มอลโตเด็กตรินจากข้าวโพด	5 10 15	ละลายในน้ำเย็น	สามารถเลือกใช้ได้กับผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิดโดยเลือกจาก DE ที่เหมาะสม
	3	ละลายในน้ำอุ่น	ผลิตโดยการใช้การย่อยเอนไซม์ α
มอลโตเด็กตรินจากมันฝรั่ง	<5	ละลายในน้ำเย็น	ผลิตโดยการใช้การย่อยด้วยเอนไซม์ α Amylase ใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ
มอลโตเด็กตรินจากมันฝรั่ง	<5	ละลายในน้ำเย็น	การเกิดเจล เช่น ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ของหวานแช่แข็ง
มอลโตเด็กตรินจากมันสำปะหลัง	4	ละลายในน้ำเย็น	สามารถใช้ในกระบวนการ HTST (High temperature and short time) และเสถียรเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ที่อุณหภูมิต่ำ
มอลโตเด็กตรินจากข้าว	3	ละลายในน้ำเย็น	ผลิตโดยการใช้การย่อยด้วยเอนไซม์ α Amylase ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมหวานแช่เย็น ขนมอบ น้ำสลัด

ที่มา : ดัดแปลงจาก Paula (1994)

ตารางที่ 8 ผลกระทบของDE ต่อคุณสมบัติของมอลโตเด็กตริน

คุณสมบัติ	Dextrose Equivalent	
	0	18
Film formation	←—————	
Viscosity	←—————	
Hygroscopicity	—————→	
Browning	—————→	
Light Transmission	—————→	
Sweetness	—————→	
Humectancy	—————→	
Plasticity	—————→	
	น้อย	มาก

ที่มา : Anonymous (2004)

ง. สารทดแทนไขมันจากผลิตภัณฑ์ระบบการผสม (Combination Product)

ปัจจุบันมีผู้ผลิตเริ่มผลิตโดยผสมหลาย ๆ วัตถุดิบเข้าด้วยกันสำหรับใช้เป็น ส่วนหนึ่งในสูตร เพื่อลดปริมาณไขมันในขนมอบโดยเฉพาะ National Starch and Chemical Corporation ได้อธิบายว่า N-Flate มีส่วนผสมระหว่างอิมัลซิไฟเออร์, แป้งคัดแปร, กัวร์กัม และนมพร่องไขมัน เพื่อใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์เค้ก

9.1.3 การแทนที่น้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมอบ(Sugar Replacement in Baked Goods)

น้ำตาลนอกจากทำหน้าที่ให้ความหวานในผลิตภัณฑ์ขนมอบแล้ว ยังทำหน้าที่ อื่นๆที่ส่งผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ขนมอบอีกด้วย เช่น ในผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูง เช่น เค้ก น้ำตาลจะทำให้เกิดการเจลาติไนซ์ (Gelatinization) ซ้ำลงซึ่งจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่นุ่ม นอกจากนี้ น้ำตาลมีความสามารถในการดูดความชื้นในผลิตภัณฑ์ขนมอบ และจะส่งผลต่อเนื้อ สัมผัสและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

สารให้ความหวานที่มีประสิทธิภาพในการให้ความหวานสูงนั้นสามารถนำมาทดแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมอบ แต่ต้องพิจารณาในหลายด้านเช่น ความสามารถในการทนความร้อน, aftertaste, ปริมาณในการใช้

อดิศักดิ์ (2545) ศึกษาลักษณะทางคุณภาพของเค้กและคุกกี้ลดพลังงานด้วยการลดไขมันด้วยแป้งบุกโดยการลดปริมาณน้ำตาลทรายในระดับต่างๆ พบว่า การลดปริมาณน้ำตาลทรายในเค้กและคุกกี้ลดไขมันด้วยแป้งบุก ร้อยละ 50 ส่งผลให้ลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านต่างๆลดลงจากผลิตภัณฑ์สูตรควบคุม เค้กจะมีลักษณะแน่นไม่ขึ้นฟู ส่วนคุกกี้จะมีความแข็งเพิ่มขึ้น การใช้ซอร์บิทอลและโพลีเดกซ์โตรสในปริมาณที่เหมาะสมมีส่วนช่วยปรับปรุงคุณภาพของเค้กและคุกกี้ลดไขมันที่ลดปริมาณน้ำตาล ร้อยละ 50 เค้กที่ใช้ซอร์บิทอล ร้อยละ 10 โดยน้ำหนักแป้งและโพลีเดกซ์โตรส ร้อยละ 25 โดยน้ำหนักแป้งจะได้รับคะแนนทดสอบทางด้านลักษณะปรากฏ, สี และความชุ่มฉ่ำ เพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำตาลทรายที่ลดลงจากร้อยละ 48 จนถึงร้อยละ 0 โดยน้ำหนักแป้ง

9.1.4 ผลงานวิจัยการใช้สารทดแทนความหวานชนิดอื่นแทนน้ำตาลซูโครส (Aaron, 1993)

ในปี 1987 Askar ได้ทดลองประเมิน ผลการแทนที่น้ำตาลซูโครสด้วยน้ำตาล Fructose , Acesulfame-k , Aspartame , Saccharin , sorbitol และ Xylitol ในปริมาณที่เท่ากันที่ระดับ 0-75%ในสูตรเค้กมาตรฐาน ผลปรากฏว่าการแทนที่น้ำตาลด้วยสารให้ความหวานชนิดอื่นๆ ทำให้คุณภาพการยอมรับเค้กต่ำลง แต่การแทนที่ที่ระดับ 25% การลดลงของคุณภาพน้อยที่สุดแต่ไม่มีผลต่อการลดพลังงาน

ในปี 1990 Brandt and Jackson ได้ทดลองใช้สาร C-Sucralose ในเค้ก คุกกี้และเกรแฮมแครกเกอร์ เมื่อประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากกระบวนการให้ความร้อนต่อส่วนผสมโดยการวัดสารกัมมันตภาพรังสี พบว่า Sucralose 100% แสดงว่าไม่มีการสูญเสียเนื่องจากการสลายตัวของ Sucralose ในระหว่างการอบ และหลังจากเก็บผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 12 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ-18 , 22 และ 35°C เมื่อนำมาทดสอบปรากฏว่า sucralose ยังคงมีปริมาณเท่าเดิม

การลดน้ำตาลในเค้กนำไปสู่การเสียดูดสูตรใน Yellow Cake ในปี 1990 Hood and Campbell จึงได้ทดลองและแสดงผลของการลดน้ำตาลใน Yellow Cake พบว่าการลดน้ำตาลทำ

ให้ปริมาณที่ลดลง เล็กเกิดการยุบตัว เล็กลึ้ม เมื่อเติมสารทดแทนน้ำตาลจำพวก Polydextrose ทำให้ปริมาณของเล็กเพิ่มขึ้นแต่ก็ยังต่ำกว่าเมื่อเทียบกับเล็กควบคุม

McNell – Specialty Product Company ได้ทำการวิจัยแทนที่น้ำตาล แป้ง ไขมัน ในเค้กช็อกโกแลตเพื่อลดพลังงานลง 35% โดยใช้ร่วมกับ Sucralose 500ppm ร่วมกับ Bulking Agent ชนิด Litesse™ และใช้ N-Flate™ ในการลดส่วนของไขมัน ใช้ผงโกโก้แทนแป้งบางส่วน

ในปี 1991 Frye and Setser ได้ประเมินผลการใช้ Bulking Agent 6 ชนิด ได้แก่ Sorbital , Hydrogenated starch , Hydrolysate mixer , Lysitol , Isomalt 18 DE maltodextrin และ Polydextrose แทนที่ใน Yellow Cake เพื่อลดพลังงานพบว่าสำหรับ Maltodextrin และ Polydextrose จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะแข็งเนื่องจากไม่สามารถเกิดโครงสร้างอุ้มอากาศไว้ได้สาเหตุเนื่องจากแป้งมีความหนืดมากเกินไป ส่วนเล็กที่เติม Bulking Agent ชนิดอื่นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีเปลือกนุ่ม

ในปี 1992 Bollinger and Freund ผลิตสปันจ์เค้กที่ให้พลังงานต่ำด้วยการลดน้ำตาลด้วย Isomalt ที่ระดับ 30% และแทนที่ไขมันด้วย Maltodextrin ที่ระดับ 40-50% และใช้เส้นใยอาหารจากถั่วแทนที่แป้งในระดับ 30% พบว่าคุณภาพของเค้กไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อใช้น้ำตาล Isomalt 20%

9.1.5 สารให้รสหวานแทนน้ำตาล (ทวิชัย, 2538)

วัตถุประสงค์ที่ใช้สารให้ความหวานมากในอาหารต่าง ๆ นั้นมี 3 ประการด้วยกันคือ

- ใช้ใส่ในอาหารสำหรับคนเป็นโรคเบาหวาน
- ใส่ในยาเพื่อให้มีรสชาติดีขึ้น
- ใส่ในอาหารสำหรับคนที่ต้องการลดน้ำหนัก

สารทดแทนน้ำตาลที่ใช้แทนที่น้ำตาลซูโครสเพื่อลดแคลอรีในผลิตภัณฑ์ควรมีคุณสมบัติให้ความหวานในระดับสูง ทนความร้อนได้ดี ไม่สลายตัว ไม่มีสี กลิ่นและรสอื่นๆแทรก ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย ไม่สลายตัวกลายเป็นสารก่อมะเร็ง (Carcinogen) แต่สารทดแทนความหวานบางชนิดดูดความชื้นได้ดีกว่าน้ำตาลซูโครส ทำให้ผลิตภัณฑ์มีน้ำเป็นองค์ประกอบเพิ่มขึ้นส่งผลให้ถูกทำลายโดยจุลินทรีย์ได้ง่ายขึ้น

สารทดแทนน้ำตาลที่อนุญาตให้ใช้ในผู้ป่วยโรคเบาหวานมีหลายชนิด ยกตัวอย่างเช่น Aspartame, Acesulfame-K, Saccharin, น้ำผึ้งและน้ำตาลฟรุคโตส เมื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพและสารเคมีของสารพบว่า สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลที่มีความเป็นไปได้ในการผลิตผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กลดพลังงาน Acesulfame-K

ก. Acesulfame – K (กัลต้ามรงค์, 2542)

เป็นเกลือโปแตสเซียมสังเคราะห์ (Synthetic Potassium Salt) ที่เป็นผลึกสีขาวมีโครงสร้างคล้ายกับ Saccharin มีชื่อทางการค้า คือ ซุนเนตต์ (Sunett) เป็นสารให้ความหวานที่ได้รับอนุญาตจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในยุโรปตั้งแต่ปี ค.ศ. 1983 และได้รับการยอมรับถึงความปลอดภัยในการบริโภคจากองค์การอนามัยโลก Acesulfame K เป็นสารที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบและมีโพแทสเซียมในปริมาณเล็กน้อย ไม่ให้พลังงาน ไม่มีไขมัน ไม่มีผลต่อระดับอินซูลินหรือน้ำตาลในเลือด ถูกขับออกจากร่างกายสภาพเดิม นอกจากนี้ยังไม่ก่อให้เกิดปัญหาฟันผุเหมือนน้ำตาล

1) คุณสมบัติ (Characteristic)

1.1) ความหวาน (Sweetness) มีความหวานมากกว่าสารละลายซูโครสที่มีความเข้มข้น 3% ประมาณ 200 เท่า แม้ว่าความหวานจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่จะมี After Test เล็กน้อย และมีความหวานที่มีคุณภาพดีกว่า Na – Saccharin เมื่อ Acesulfame K มีความเข้มข้นปานกลาง ส่วนที่ความเข้มข้นสูงๆ สามารถตรวจสอบรสสังเคราะห์ทางเคมี, รสขม และมีการเหลือค้างอยู่นาน (Lingering) ปริมาณการบริโภค Acesulfame K ที่ปลอดภัยคือ ไม่เกิน 15 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ดังนั้นหากผู้บริโภคมีน้ำหนักตัว 60 กิโลกรัม ก็สามารถบริโภค Acesulfame K ได้วันละ 900 มิลลิกรัม (0.9 กรัม) ซึ่งเทียบกับการบริโภคน้ำตาลวันละ 200 กรัม

1.2) Synergistic Effects Acesulfame K ผสมกับ Aspartame หรือ Na-Cyclamate จะมีผลกระทบของ synergistic ต่อรสหวาน แต่ถ้าเป็นผลอย่างอ่อนสามารถสังเกตได้ด้วย saccharin

1.3) การละลาย (Solubility) สารละลาย Acesulfame K เข้มข้น 24% ที่ 20°C จะละลายในเอทานอลได้เล็กน้อย

1.4) การตกผลึก/การหลอมเหลว (Crystallization / Melting) Acesulfame K ไม่มีจุดหลอมเหลวที่แน่นอน ดังนั้น Degradation ซึ่งปกติจะเกิดขึ้นที่ 225°C อาจเกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงๆ โดยการเพิ่มอุณหภูมิอย่างรวดเร็วหรือให้ความร้อนอย่างช้าๆ มี Retention Time นานๆ

1.5) ค่าพลังงาน / การเผาผลาญ (Caloric Value / Metabolism) ไม่มีการเผาผลาญในร่างกาย จึงไม่ให้แคลอรียังถูกขับออกโดยไม่เปลี่ยนแปลง และไม่สะสมในร่างกาย

1.6) ความคงตัว (Stability) เมื่อเป็นผลึกจะเก็บได้นาน 10 ปี ที่อุณหภูมิห้อง และถ้าเก็บที่ pH 3 หรือสูงกว่านั้นก็ไม่มีผลเสียสภาพเสถียร แต่ถ้า pH ลดลงเสถียรภาพก็จะลดลงด้วย โดยที่ pH 2.5 สารประกอบประมาณ 2-3 % จะสลายตัวภายใน 6 เดือน Acesulfame K เมื่อได้รับความร้อนจะเสถียรมากกว่าน้ำตาลซูโครส จึงไม่สลายภายใต้สภาวะที่ต้องการทำการ Pasteurize หรือเมื่อมีการกรอง

2) สถานภาพทางกฎหมาย (Regulatory Status)

ในสหราชอาณาจักร, ไอร์แลนด์, เยอรมันนี, เบลเยียม มีการใช้ Acesulfame K ซึ่งทาง The Joint Expert Committee on Food Additives of WHO/FAO กำหนดให้มี ADI อยู่ในช่วง 0-9 ม.ก./ก.ก.ของน้ำหนักตัว

3) การนำไปใช้ (Application)

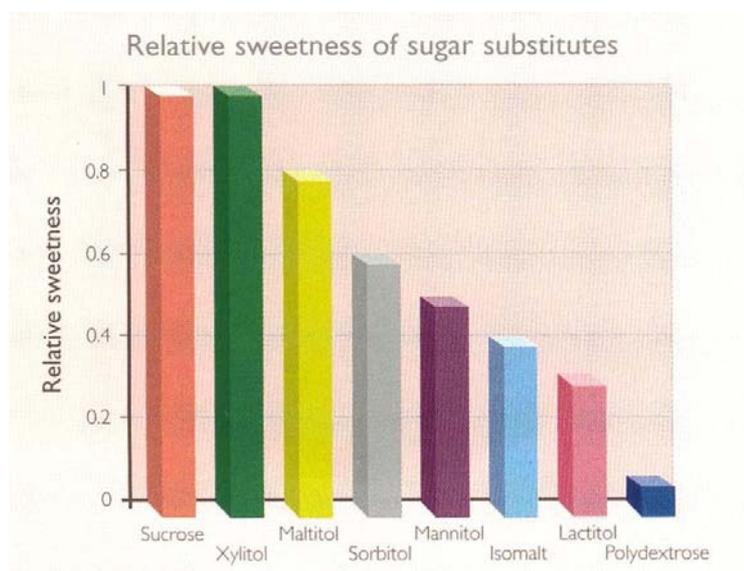
เนื่องจาก Acesulfame K ค่อนข้างทนความร้อนจึงสามารถใช้ในการหุงต้มหรือปรุงอาหารร้อนได้ ซึ่งแตกต่างจาก แอสพาร์เทมที่ไม่สามารถทนความร้อนได้ ดังนั้นจึงมีการใช้ Acesulfame K

ในอาหารต่างๆ เช่น เครื่องดื่ม ของหวาน ขนม หมากฝรั่ง โยเกิร์ต ขนมอบ Tabletop Sweeteners ใช้เป็น Beverage และผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบความหวานและพลังงานของสารให้ความหวานต่างๆ

สารให้ความหวาน	ความหวาน คิดเทียบให้น้ำตาลทราย เท่ากับ 1	พลังงาน (กิโลแคลอรี/กรัม)
Sugar	1	4
Glucose	0.5	4
Aspartame	200	4
Fructose	1.5	0
Saccharin	500	0
Acesulfame K	200	0

ที่มา : สัตยา (2545)

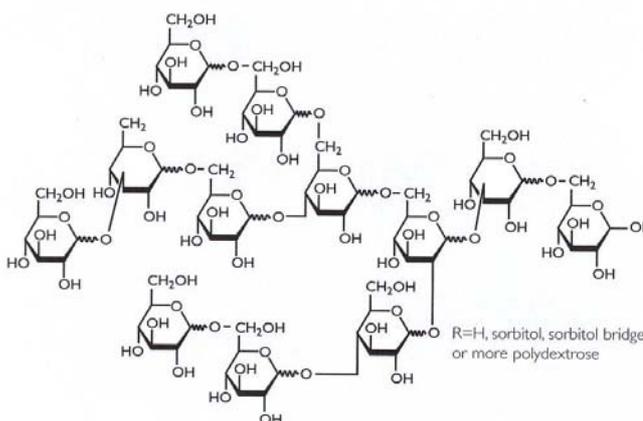


ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างสารให้ความหวานกับสารทดแทนน้ำตาล

ที่มา : Anonymous (2004)

9.1.6 สารเพิ่มมวล (Bulking Agent)

ก. Polydextrose (Frye and Setser , 1993)



ภาพที่ 6 โครงสร้างทางเคมีของ Polydextrose

ที่มา : Anonymous (2004)

ชื่อทางการค้า Litesse ซึ่งเตรียมได้จากการ Polymerize D-Glucose โดยมี Sorbitan และ Citric Acid อยู่ด้วยแล้วยังมีคุณสมบัติเป็นสารเพิ่มมวล (Bulking Agent) ใช้แทนไขมันและน้ำตาลบางส่วนในอาหาร มีลักษณะเป็นผงสีขาว – สีเนื้อ ละลายได้ดีในน้ำและให้สารละลายที่มีความข้นหนืด Polydextrose ไม่ให้รสหวานแต่ถ้าใช้ในปริมาณสูงจะมีรสขม มี pH ประมาณ 2.5 – 3.5 ดังนั้นจึงต้องเติม Buffer Agent การใช้ Polydextrose ในผลิตภัณฑ์อาหารจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์อาหารจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสดีขึ้น สี กลิ่นและรสชาติขึ้น รวมทั้งสามารถอุ้มความชื้นได้ดีขึ้น และช่วยชะลอการเกิด staling ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ (Anon, 1990 ; Gillis, A., 1988) และเนื่องจาก polydextrose ถูกย่อยได้บางส่วนให้พลังงานเพียง 1 kcal/g ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารอบ , หมากฝรั่ง , ลูกกวาด , น้ำสลัด , ไอศกรีมและเครื่องดื่ม

ในปัจจุบัน Litesse Family มีการใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งมีหลายรูปแบบ จาก Bland , รสชาติธรรมชาติ , เป็นผงที่ไม่มีสี , มีลักษณะเป็นน้ำที่มีรสหวานเล็กน้อย นอกจากนี้ จึงมีการเลือกใช้ตาม Grade ของ Litesse ซึ่งแต่ละ Grade ก็จะมีลักษณะต่างกันไป Food and Drug Administration ได้อนุญาตให้ใช้ Litesse ในผลิตภัณฑ์อาหารหวานเข้มข้น, ขนมอบ, ลูกอม, น้ำสลัด, หมากฝรั่ง, Fruit Spread, Peanut Spread และอื่นๆ

1) ประโยชน์ของ Polydextrose

- 1.1) ให้พลังงาน 1 kcal/g ซึ่งเหมาะสำหรับอาหารลดพลังงาน
- 1.2) ใช้เป็น Dietary Fiber ในหลายประเทศ เช่น เบลเยียม จีน ฟินแลนด์ ฝรั่งเศส ญี่ปุ่น เกาหลี
- 1.3) สามารถรับประทานได้ 90 กรัม/วัน และไม่มีผลต่อลำไส้
- 1.4) ใช้แทนที่น้ำตาล, กลูโคสไซรัป และไขมันและยังช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความรู้สึกภายในปาก
- 1.5) Low Glycaemic คือประมาณ 5-7 เมื่อเปรียบเทียบกับ Glucose ที่มี Glycaemic Index 100 เหมาะสำหรับผู้บริโภคที่ต้องการสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตต่ำรวมถึงผู้ป่วยโรคเบาหวานด้วย
- 1.6) ไม่มีรสชาติแปลกปลอมในการยอมรับด้านกลิ่นรส มีลักษณะที่ใสซึ่งสามารถนำมาทำเครื่องดื่มแบบใส (Transparent Beverage)
- 1.7) เสถียรต่อ pH , กระบวนการผลิต และสถานะในการเก็บได้ในช่วงที่กว้าง
- 1.8) สามารถละลายได้สูง สามารถนำไปทำ Syrups (80% w/w)

2) การนำไปใช้

ในปัจจุบันมีการนำ Litesse ไปพัฒนาประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวาง ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่รวมถึงระบบที่ Sensitive ต่อ กลิ่นรส

ข. Lactitol (กล้าณรงค์, 2542)

เป็นน้ำตาลแอลกอฮอล์โมเลกุลคู่ที่ได้จากการทำปฏิกิริยา Reduction กับส่วนที่เป็นกลูโคสของแล็กโทส โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยา หมู่คาร์บอนิลจะถูกเปลี่ยนไปเป็นหมู่แอลกอฮอล์ Lactitol มีความหวานมากกว่าแล็กโทสประมาณ 30 –35 % จะมีความหวานเท่ากับซูโครส แบคทีเรียในปากไม่สามารถใช้ Lactitol ได้ จึงอาจกล่าวได้ว่าเป็น “Tooth-Protective” ได้ นอกจากนี้ Lactitol ยังไม่ทำให้พลังงานเนื่องจากไม่สามารถถูกย่อยหรือดูดซึมในลำไส้เล็กได้ และมีความปลอดภัยสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน เนื่องจากการย่อย Lactitol นั้นไม่ขึ้นกับ Insulin และไม่เพิ่มระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือด

ปัจจุบันได้มีการนำมาใช้ประโยชน์กันอย่างกว้างขวางเนื่องจากคุณสมบัติของมันได้มีการนำมาใช้เป็น Bulking Agent ในอุตสาหกรรมหลายประเภทเนื่องจากมีความหวานน้อยและละลายได้ดีสูง ความเสถียรต่อสารเคมีต่างๆทำให้มีการนำมาใช้กับอาหารที่ต้องผ่านกระบวนการผลิตที่ซับซ้อนหรือต้องเก็บไว้นาน สำหรับการใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบนั้น จะใช้สาร Lactitol แทนน้ำตาลโดยจะแทนในน้ำหนักของน้ำตาล ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จะพบว่ามีลักษณะปรากฏคล้ายกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้น้ำตาลและในสูตรที่มีไขมันต่ำหรือไม่มีไขมัน สามารถใช้สาร Lactitol ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มมวล(Bulking Agent) เพื่อเพิ่มเนื้อ

1) คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์

1.1) สามารถละลายน้ำได้ดี

1.2) ให้ความหนืดใกล้เคียงกับน้ำตาลกลูโคส

1.3) มีคุณสมบัติHygroscopic สามารถดูดความชื้นได้ในระดับปานกลาง

1.4) ทนต่อกรดและจุลินทรีย์

1.5) ให้ความหวานเล็กน้อยให้พลังงานต่ำไม่มีAfter Taste

10. ผู้บริโภค

10.1 พฤติกรรมผู้บริโภค

พฤติกรรมผู้บริโภค หมายถึง พฤติกรรมที่ผู้บริโภคทำการค้นหา การคิด การซื้อ การใช้ การประเมินผลในสินค้าและบริการ ซึ่งคาดว่าจะตอบสนองความต้องการ ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงต้องทำการศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภค ดังนั้น การศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภค หมายถึง การศึกษาถึง พฤติกรรมการตัดสินใจ และการกระทำของผู้บริโภคที่เกี่ยวข้องกับการซื้อและการใช้สินค้า ทั้งที่เป็นบุคคล กลุ่ม หรือองค์กร โดยคำตอบที่ได้นั้นจะทำให้สามารถกำหนดกลยุทธ์การตลาด (Market Strategies) ที่สามารถตอบสนองความพึงพอใจของผู้บริโภคได้อย่างเหมาะสม ซึ่งคำถามที่ใช้เพื่อค้นหาลักษณะพฤติกรรมผู้บริโภค คือ 6Ws และ 1H ซึ่งประกอบด้วย ใครอยู่ในตลาดเป้าหมาย(Who?), ผู้บริโภคซื้ออะไร(What?), ทำไมผู้บริโภคจึงซื้อ(Why?), ใครมีส่วนร่วมในการตัดสินใจซื้อ(Who?), ผู้บริโภคซื้อเมื่อใด(When?), ผู้บริโภคซื้อที่ไหน(Where?) และผู้บริโภคซื้ออย่างไร(How?) (ศิริวรรณและคณะ, 2546)

10.2 การสำรวจผู้บริโภค

การสำรวจผู้บริโภคมีประโยชน์มากต่อการวิเคราะห์ถึงพฤติกรรมการใช้ และเพื่อประเมินลักษณะของผู้บริโภค และความคิดเห็นของผู้บริโภค ในด้าน วิธีการซื้อผลิตภัณฑ์ ความถี่ในการซื้อ และวิธีการใช้ผลิตภัณฑ์

ประเภทของการสำรวจ สามารถแบ่งตามวิธีการเก็บข้อมูล ได้เป็นการสัมภาษณ์บุคคล การส่งแบบสอบถาม การใช้โทรศัพท์ และการสังเกต เป็นต้น โดยก่อนที่จะทำการสัมภาษณ์ต้องเตรียมเครื่องมือที่ใช้ เช่น แบบสอบถามหรือแบบสัมภาษณ์ที่ครอบคลุม ทั้งข้อมูล ด้านประชากรศาสตร์ ความคิดเห็น และทัศนคติของผู้บริโภค (ไพโรจน์, 2539)

การเก็บรวบรวมข้อมูลทางการตลาดโดยทั่วไปไม่สามารถศึกษาวิจัยจากประชากรที่เกี่ยวข้องได้ทั้งหมด จึงจำเป็นต้องมีการเลือกกลุ่มตัวแทนประชากร ดังนั้นการสุ่มตัวอย่างที่ดีจึงเป็นหัวใจสำคัญในงานวิจัย(ศิริวรรณและคณะ, 2540) โดยการสุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

10.2.1 การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability Sampling)

เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยอาศัยความน่าจะเป็น เป็นวิธีที่ผู้วิจัยสามารถกำหนดได้แน่นอนว่ามีโอกาสเพียงใดที่จะได้รับเลือก และเป็นการสุ่มตัวอย่างที่แต่ละหน่วยในตัวอย่างประชากรที่จะได้รับเลือก และโอกาสที่แต่ละหน่วยข้อมูลจะได้รับเลือกจะต้องทราบและไม่ใช้ศูนย์ประชากร การเลือกตัวอย่างโดยวิธีนี้สามารถเป็นตัวแทนของประชากรได้โดยสมบูรณ์ ค่าสถิติที่คำนวณได้จากค่าพารามิเตอร์จากประชากร ได้แก่ การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย, การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ เป็นต้น

10.2.2 การสุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Nonprobability Sampling)

เป็นการสุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้กำหนดโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่กลุ่มตัวอย่างจะถูกเลือกมาจากประชากรทั้งหมด จึงไม่สามารถประมาณความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง อย่างไรก็ตาม การสุ่มตัวอย่างแบบนี้ได้รับความสนใจและใช้กันอย่างแพร่หลายในการปฏิบัติงานจริง เนื่องจากสามารถเลือกตัวอย่างได้สะดวกหรือมีข้อจำกัดด้านงบประมาณ ไม่มีเวลา การสุ่มตัวอย่างในลักษณะนี้ที่นิยมได้แก่

ก. การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความสะดวก (Convenience Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างตามความสะดวกของผู้วิจัย และเจ้าหน้าที่ภาคสนามในการเก็บรวบรวมข้อมูล กลุ่มที่ได้รับเลือกเป็นตัวอย่างจะขึ้นกับเจ้าหน้าที่ภาคสนามเลือกขึ้นมา รวมทั้งความสนใจของผู้ให้ข้อมูล ซึ่งข้อมูล ซึ่งปรากฏขึ้นในช่วงเวลาที่สัมภาษณ์เท่านั้น จึงไม่ทราบโอกาสที่ตัวอย่างแต่ละตัวอย่างจะถูกเลือก

ข. การสุ่มตัวอย่างโดยกำหนดโควตา (Quota Sampling) ผู้วิจัยต้องการเลือกตัวอย่างที่มีคุณลักษณะของประชากร โดยกำหนดสัดส่วนของแต่ละกลุ่มที่ศึกษาแบ่งประชากรออกเป็นประเภทในกรณีที่ผู้วิจัยไม่ทราบจำนวนประชากรทั้งหมด และไม่ทราบรายละเอียดในแต่ละประเภทของประชากรแต่ละประเภทลงไปอีก

ค. การสุ่มตัวอย่างแบบ Judgment Sampling หรือ Purposive sampling หมายถึงการเลือกตัวอย่างโดยใช้วิจารณญาณของผู้ทำวิจัย โดยผู้วิจัยได้พิจารณาแล้วว่าบุคคลที่จะเลือกมาทำการศึกษามีความเหมาะสมสามารถให้คำตอบที่น่าเชื่อถือ โดยปกติผู้ที่ถูกเลือกสัมภาษณ์มักมีคุณสมบัติบางประการที่เป็นที่ต้องการของผู้ทำวิจัย เช่น อายุ การศึกษา ฯลฯ การสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีนี้ ถ้าวิจารณญาณถูกต้องและมีความเป็นกลางข้อมูลที่รับมาก็มีความเชื่อถือได้ระดับหนึ่ง

10.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมจากแบบสอบถามจะนำมาประมวลผล และการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล
2. เตรียมข้อมูลนำเข้า (Data Input) โดยจัดทำสมุดคู่มือลงรหัส (Code Book) กำหนดตัวแปรและนำข้อมูลที่ได้ไปลงรหัส (Coding) ตามแนวทางที่กำหนดไว้ในสมุดคู่มือลงรหัส
3. นำข้อมูลที่ได้ลงรหัสแล้วไปวิเคราะห์ประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป
4. สรุปผลข้อมูลที่ได้และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าทางสถิติต่างๆ ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความสำคัญ

สำหรับการแบ่งคะแนนความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ในกรณีที่มี 5 ระดับช่วงกว้างของคะแนนเฉลี่ยในแต่ละชั้นสามารถคำนวณได้ คือ 0.8 ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้ (Cooper, 1998)

$$\text{ช่วงระดับคะแนนเฉลี่ย} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

ซึ่งมีความหมายของแต่ละระดับชั้นดังนี้

- คะแนนเฉลี่ยในช่วง 1.00 – 1.80 หมายถึง มีความสำคัญน้อยที่สุด
- 1.81 – 2.60 หมายถึง มีความสำคัญน้อย
- 2.61 – 3.40 หมายถึง มีความสำคัญระดับปานกลาง
- 3.41 – 4.20 หมายถึง มีความสำคัญมาก
- 4.21 - 5.00 หมายถึง มีความสำคัญมากที่สุด

10.3 การทดสอบผู้บริโภค

การทดสอบผู้บริโภค เป็นการทดสอบความชอบหรือการยอมรับของผู้บริโภค และเป็นการประเมินผลผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมา โดยอาศัยกลุ่มตัวแทนผู้บริโภคเป้าหมาย ซึ่งเป็นกลุ่มผู้ใช้หรือคาดว่าจะใช้ผลิตภัณฑ์ (เพ็ญขวัญ, 2536)

การทดสอบขั้นนี้จะเป็นการสร้างความมั่นใจในการนำผลิตภัณฑ์ที่ทำการพัฒนาแล้วสู่ตลาด โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดลองในระดับอุตสาหกรรมต้นแบบไปทำการทดลองจำหน่ายในท้องตลาด เพื่อศึกษาปฏิกิริยาของผู้บริโภคหรือผู้ใช้ ตลอดจนผู้แทนจำหน่าย ก่อนที่จะทำการตัดสินใจผลิตจำนวนมากๆ การทดสอบผู้บริโภคนี้ จะทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับผู้บริโภค ประสิทธิภาพโปรแกรมทางการตลาดและความเป็นไปได้ทางการตลาด (ไพโรจน์, 2539)

10.3.1 ผู้ทดสอบ ที่คัดเลือกมาต้องมาจากกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย ตลาดเป้าหมาย หรือ ส่วนของผู้บริโภคที่ต้องการ รวมทั้งพิจารณาในด้านลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มเพื่อให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เพศ อายุ รายได้ เป็นต้น

10.3.2 สถานที่ทดสอบ มีความสำคัญมากต่อผลการทดสอบ แบ่งออกได้ดังนี้

ก. ห้องปฏิบัติการ (Laboratory Test) เป็นการประเมินผลในห้องปฏิบัติการ ทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งมีการควบคุมการเตรียมและการนำเสนอตัวอย่างอย่างระมัดระวัง ใช้เวลาน้อย สามารถปกปิดสีหรือสิ่งมีตำหนิได้ง่ายโดยใช้แสงไฟ แต่มีข้อเสีย คือ การทดสอบไม่ เป็นไปตามการบริโภคปกติ การเตรียมตัวอย่างในห้องปฏิบัติการอาจจะแตกต่างจากวิธีการเตรียมที่บ้าน

ข. Central Location Test (CLT) เป็นสถานที่ที่ผู้ซื้อส่วนมากอยู่ร่วมกัน เช่น ศูนย์การค้า โรงอาหาร หรืองานแสดงสินค้า สถานที่ที่ใช้ทำ CLT จะเลือกตามปริมาณของกลุ่มเป้าหมาย โดยจัดสถานที่เป็นบริเวณแยกออกจากคนทั่วไป มีเก้าอี้ โต๊ะสำหรับผู้ทดสอบ อาจเชิญผู้ที่อยู่บริเวณนั้น หรือเชิญให้มาทดสอบโดยการนัดโทรศัพท์ไว้ล่วงหน้า จำนวนผู้ทดสอบ ประมาณ 50-300 คน ข้อดีของการใช้สถานที่นี้ คือ ผลการทดสอบที่ได้เป็นความจริงและน่าเชื่อถือ เนื่องจากผู้ทดสอบสามารถสอบถามผู้ดำเนินการทดสอบได้เมื่อมีข้อสงสัย เป็นผู้บริโภคเป้าหมาย

ได้รับการคัดเลือก ผลการทดสอบได้ค่อนข้างสูง ข้อเสีย คือ สถานการณ์การทดสอบไม่เหมือนการบริโภคปกติ จำนวนคำถามค่อนข้างสั้น

ก. Home Use Test วิธีนี้ให้ผู้บริโภคได้ทำการทดสอบที่บ้าน หรือในลักษณะที่ใช้ หรือบริโภคอยู่เป็นประจำ ซึ่งมีข้อดี คือ ผู้บริโภคมีโอกาสสัมผัสกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการใช้งานจริง ความชอบหรือการยอมรับผลิตภัณฑ์เกิดจากการใช้ซ้ำ แทนที่เกิดจากความรู้สึกครั้งแรกเหมือนวิธี CLT ทั้งสามารถทราบถึงข้อมูลได้เพิ่มขึ้น เช่น ราคา และภาชนะบรรจุ เนื่องจากให้เวลาผู้ทดสอบมาก แต่ข้อเสีย คือ ใช้เวลานาน อาจได้รับการตอบกลับน้อย ค่าใช้จ่ายสูง ทำกับผลิตภัณฑ์ได้น้อยประเภท

10.3.3 วิธีการทดสอบผู้บริโภค แบ่งออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

ก. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีที่ผู้ถามและผู้ตอบได้พูดคุยต่อกัน ซึ่งอาจเป็นตัวต่อตัว หรือใช้โทรศัพท์ วิธีนี้เหมาะสมสำหรับการทดสอบ Field Test ชนิด Home Use Test

ข. การใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ โดยการส่งแบบสอบถามไปทางไปรษณีย์หรือผู้ส่งสาร

ค. การใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ วิธีนี้เหมาะสำหรับการทดสอบ Field Test ชนิด CLT เพื่อต้องการให้การทดสอบมีประสิทธิภาพสูง ทำได้เร็ว และใช้กับผู้ทดสอบจำนวนมาก

10.3.4 McNemar Test ใช้ในการทดสอบความแตกต่างของ 2 ตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกัน โดยทดสอบด้วย Chi-Square distribution ซึ่งมี Degree of freedom (df) เท่ากัน โดยผู้บริโภคจะต้องตอบคำถาม 2 คำถาม คือ คำถามก่อนที่จะรู้ข้อมูล และคำถามหลังที่ได้รับข้อมูล นอกจากนี้ McNemar Test สามารถใช้ในการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลงความตั้งใจของผู้บริโภคก่อนและหลังให้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ (วิฑูรย์, 2547)

11. การอภิปรายกลุ่ม

การใช้กลุ่มเฉพาะ (Focus Group) มีลักษณะเป็นการอภิปรายกลุ่ม เป็นวิธีการที่ใช้ในการรวบรวมแนวความคิด เพื่อใช้กำหนดปัญหาที่ชัดเจน การอภิปรายจะถูกควบคุมด้วยบุคคลที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลาง (Moderator) ทำหน้าที่ในการกำหนดโครงสร้างของการอภิปรายไว้ และนำการอภิปรายให้ดำเนินไปตามทิศทางของการกำหนดปัญหาที่เกี่ยวข้อง

การกำหนดขนาดของกลุ่มศึกษาที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับประเด็นในการอภิปราย และสิ่งที่สำคัญประการหนึ่ง คือสมาชิกของกลุ่มศึกษาประเด็นควรมีพื้นฐานที่ค่อนข้างคล้ายกัน เพื่อประสิทธิภาพในการอภิปราย โดยปกติจำนวนสมาชิกจะประมาณ 8-12 คน

ขั้นตอนการทำอภิปรายกลุ่ม (Resurreccion, 1998)

1. การแนะนำ (10 นาที)

1.1 Moderator's Introduction

Moderator กล่าวถึงเป้าหมาย และรายละเอียดในการทำ Focus Group รวมทั้งอธิบายให้ผู้ร่วมกลุ่มเข้าใจถึงบทบาทและหน้าที่ที่ต้องทำ

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อรวบรวมแนวความคิดของผู้บริโภคเกี่ยวกับด้านพฤติกรรมผู้บริโภค, การซื้อ และทัศนคติต่อผลิตภัณฑ์

1.3 แจงรายละเอียด

- แจงแก่ผู้ร่วมกลุ่มว่า มีการบันทึกเทป และขอให้พูดเสียงดังฟังชัด
- ขอให้บอกชื่อในแต่ละครั้งในการพูด

- กรุณาอย่าพูดแทรกขณะที่ผู้อื่นกำลังแสดงให้ความคิดเห็น
- หลีกเลี่ยงการพูดคุยกันเองระหว่างผู้ร่วมกลุ่ม

1.4 การแนะนำตัว

- ชื่อ - นามสกุล
- สถานที่ทำงาน และตำแหน่ง
- งานอดิเรก

2. การสำรวจทั่วไป (10 นาที)

ขั้นตอนนี้เป็นการอภิปรายเกี่ยวกับเรื่องทั่วไป โดยเนื้อหาควรครอบคลุมหัวข้อของคำถาม เช่น พฤติกรรมในการบริโภค และการปฏิบัติในการบริโภค

3. สอบถามอย่างละเอียด (In – Depth Investigation) (50 นาที)

เป็นการสอบถามอย่างละเอียด ซึ่งจะเจาะลึกถึงหัวข้อที่ต้องการศึกษา

4. สรุป(Closure) (5 นาที)

- กล่าวปิดการทำ Focus Group
- กล่าวขอบคุณผู้ร่วมกลุ่ม
- แจกของที่ระลึก

12. การศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์

อายุการเก็บ หมายถึง ช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาไว้ตั้งแต่ผลิตภัณฑ์นั้นถูกผลิตออกมา จนกระทั่งผลิตภัณฑ์นั้นอยู่ในสภาพที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ ความสำคัญของการศึกษาอายุการเก็บ สามารถทำให้ผู้ผลิตสามารถกำหนดวันหมดอายุของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผู้บริโภคทราบและประกันว่า ผลิตภัณฑ์ในระยะเวลาช่วงนั้น มีคุณภาพตรงกับที่บอกไว้ในฉลาก ผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บนานจะ มีการศึกษาโดยวิธีเร่งแทน วิธีนี้คล้ายวิธีการเก็บจริง แต่เร่งเวลาการเสียบของผลิตภัณฑ์ให้เร็วขึ้น โดยการเพิ่มอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (ศิริลักษณ์, 2533)

อายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ คือช่วงเวลาที่เริ่มตั้งแต่การผลิต การบรรจุจนถึงเวลาที่ ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ควบคุมจนกว่าคุณภาพจะไม่เป็นที่ ยอมรับ เป็นอายุการเก็บสูงสุดของผลิตภัณฑ์ (รุ่งนภา, 2540)

ข้อมูลที่ได้ทั้งทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นลักษณะทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่กำลัง ทดสอบ เมื่อทราบว่าคุณภาพใดของผลิตภัณฑ์เป็นคุณภาพที่เป็นดัชนีในการบ่งชี้ถึงอายุการเก็บ รักษา นั่นคือ ถ้าคุณภาพนั้นปรากฏในลักษณะที่บ่งบอกถึงการเสื่อมเสีย ก็จะนำลักษณะนั้นมาเป็น เครื่องกำหนดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ (ไพโรจน์, 2539)

วิธีการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

1. การทดลองการเก็บจริง เก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในสถานที่ที่วางขายในท้องตลาดตั้งแต่ผลิตออกมา และมีการทดสอบตลอดเวลา ซึ่งอาจเป็นเดือนละครั้ง จนกระทั่งผู้บริโภคไม่ยอมรับ แสดงว่า หมดอายุการเก็บ วิธีนี้จะได้รายละเอียดมากแต่เสียเวลามากเช่นกัน (Marsh, 1997)

2. การคำนวณโดยประมาณโดยใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ วิธีนี้ส่วนมากเป็นการหาอายุการ เก็บ เนื่องจากการเสื่อมเสียเพียงอย่างเดียว (รุ่งนภา, 2540) กล่าวว่าการประเมินคุณภาพทางด้าน ปริมาณ เช่น สี ลักษณะเนื้อสัมผัส ความหนืด ปริมาณน้ำ หรือน้ำมันที่เกิดการแยกตัว เนื่องจาก สามารถเป็นดัชนีแสดงการเสื่อมเสีย คุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้

$$t = \frac{W}{A * P * p}$$

เมื่อ t = อายุการเก็บรักษา

W = ปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้น

A = อัตราการซึมผ่านของความดันไอน้ำของภาชนะบรรจุ

P = ความแตกต่างของความดันไอน้ำระหว่างผลิตภัณฑ์และบรรยากาศภายนอก
ระหว่างการเก็บรักษา

p = ความดันของบรรยากาศภายนอกระหว่างการเก็บรักษา

3. วิธีเร่งการเก็บ วิธีนี้คล้ายการเก็บรักษาจริง แต่เร่งเวลาการเสี้ยวของผลิตภัณฑ์ให้เร็วขึ้น โดยการเพิ่มอุณหภูมิหรือความชื้นสัมพัทธ์ เนื่องจากการพัฒนาอาหารที่มีอายุการเก็บที่นานขึ้น ต้องการผลการทดสอบหาอายุการเก็บในช่วงสั้น เพื่อให้ตรงกับช่วงเวลาที่วางจำหน่ายในท้องตลาด ผลที่ได้จากการใช้เทคนิคสภาวะเร่ง ไม่สามารถใช้ได้กับทุกผลิตภัณฑ์ เราสามารถประมาณอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์จากอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกัน (รุ่งนภา, 2540) เทคนิคที่ใช้ได้แก่ Q_{10} สามารถใช้ทำนายอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ หรือความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆได้ ดังสมการ

$$Q_{10} = \frac{\text{อายุการเก็บที่อุณหภูมิ } T_1}{\text{อายุการเก็บที่อุณหภูมิ } T_1 + 10 \text{ องศาเซลเซียส}}$$

$$Q_{10}^{\Delta/10} = \frac{\text{อายุการเก็บที่อุณหภูมิ } T_1}{\text{อายุการเก็บที่อุณหภูมิ } T_2}$$

$$\Delta = \text{ผลต่างของ } T_1 \text{ และ } T_2$$

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้แป้งชนิดต่างๆทดแทนแป้งสาลีใน

ผลิตภัณฑ์ขนมอบ

สิรินาถ(2540) ศึกษาการนำแป้งเผือกมาทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์เค้กเนยและเค้กชิฟอน โดยแปรปริมาณการทดแทนเป็น 4 ระดับ คือ ร้อยละ 20, 40, 60 และ 80 โดยน้ำหนัก แป้ง พบว่าสามารถใช้แป้งเผือกทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้กทั้ง 2 ชนิด ได้ในปริมาณ ร้อยละ 40

เนื่อทอง และคณะ (2543) ศึกษาการใช้แป้งข้าวทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง โดยใช้สาร Methocel E4M เป็นสารยึดเกาะทดลองร้อยละ 2.5-3.0 ของน้ำหนักแป้งสาลีในสูตร และทดแทนด้วยแป้งเจลาตินในร้อยละ 5.0-7.5 เมื่อใช้แป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 หรือร้อยละ 20 เมื่อใช้แป้งที่มีอะมิโลสปานกลาง ใช้ไขมันรำข้าวแทนการใช้เนยขาวทำการเสริมด้วยโปรตีนสกัดหรือแป้งถั่วเหลืองพร่องไขมัน และเติมสารปรับปรุงคุณภาพปริมาณน้ำที่เหมาะสมระหว่าง 80-115 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยขึ้นอยู่กับชนิด และอนุภาคของแป้ง รวมทั้งการเติมส่วนผสมต่าง ๆ สามารถผลิตได้ขนมปังเปลือกบางขึ้น และลดปัญหากลิ่นของแป้งโม้มน้ำ

งามชื่น และคณะ (2543) ศึกษาการใช้แป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมเค้กและคุกกี้ โดยใช้แป้งข้าวเจ้าที่ทำจากพันธุ์เหลืองประทิว 123 กข 23 และข้าวดอกมะลิ 105 พบว่าแป้งข้าวเจ้ามีความหนืดสูงกว่าแป้งสาลี เมื่อผสมแป้งข้าวกับแป้งสาลีทำให้การยอมรับในคุณภาพผลิตภัณฑ์เค้กต่ำลงตามอัตราการเพิ่มของแป้งข้าว และสามารถใส่แป้งข้าวทดแทนได้ร้อยละ 20 คุณภาพเค้กยังคงเป็นที่ยอมรับใกล้เคียงกับแป้งสาลี และพบว่าแป้งข้าวขาวดอกมะลิ 105 ชนิดไม่แห้งสามารถทดแทนแป้งสาลีในสัดส่วนที่สูงกว่าแป้งชนิดอื่น การเพิ่มความละเอียดของแป้งเป็น 200 เมช ช่วยให้คุณภาพของเค้กดีขึ้น ส่วนคุกกี้พบว่าแป้งจากข้าวเจ้าทุกพันธุ์ทั้งชนิดไม่แห้ง และไม่แห้งสามารถนำมาผลิตคุกกี้ได้ แป้งข้าวไม่แห้งของข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีคุณภาพด้อยกว่าคุกกี้จากแป้งข้าวชนิดอื่น ๆ สำหรับคุกกี้จากแป้งข้าวไม่แห้งจากข้าวทุกพันธุ์จะมีคุณภาพใกล้เคียงกับแป้งสาลี แต่จะมีเนื้อหยาบกว่า

จุฑาและคณะ (2544) ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งข้าวกล้องต่อแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบ และศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีโดยใช้อัตราส่วนแป้งข้าวกล้องต่อแป้งข้าวสาลี 20:80 30:70 40:60 และ 50:50 ในแป้งพายและ

เพสตรี้ ใช้อัตราส่วน 10:90 20:80 30:70 และ 40:60 ในแครกเกอร์ และใช้อัตราส่วนแป้งข้าวกล้อง ต่อแป้งสาลี 30:70 40:60 50:50 และ 60:40 ในคูกี้ โดยวางแผนการทดลองแบบCRD พบว่า อัตรา แป้งที่เหมาะสมสำหรับการทดแทนในผลิตภัณฑ์พายและเพสตรี้คือ 20:80, สำหรับการทดแทนใน ผลิตภัณฑ์แครกเกอร์และคูกี้ คือ 20:80 และ 60:40 ตามลำดับ จากการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ พบว่าเมื่อใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบจะทำให้ได้รับใยอาหาร, วิตามินบี 1, วิตามินบี2 และไนอาซิน เพิ่มขึ้น

พรวิñasและคณะ(2545) ได้พัฒนาขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิ โดยผสม แป้งสาลีและแป้งข้าวหอมมะลิในอัตราส่วน 100:0, 80:20, 70:30 และ 60:40 พบว่าอัตราส่วนที่ เหมาะสมในการพัฒนาขนมปัง คือ 70:30 และพบว่าเมื่อปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิเพิ่มขึ้นปริมาณ ของขนมปังจะลดลง เมื่อนำขนมปังที่ผลิตได้มาวัดค่าคุณภาพ พบว่า ขนมปังมีความแข็ง 6.92 นิวตัน ปริมาตรจำเพาะ 3.30 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในขนมปังน้อยกว่า 100 CFU/กรัม

อุศมา (2545) ศึกษาการนำแป้งข้าวหอมมะลิตดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้ก โดยใช้แป้งข้าวหอมมะลิตดแทนแป้งสาลี 3 ระดับ คือ ร้อยละ 80, 90 และ 100 ของน้ำหนักแป้ง ทั้งหมด นำมาทดสอบเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม พบว่าสามารถใช้แป้งข้าวทดแทนแป้งสาลีได้ ร้อยละ 100 โดยมีผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส และค่าทางด้านเนื้อสัมผัสทางด้านค่าความ แน่นเนื้อ และ Degree of Elasticity ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เบญจพรและคณะ(2545) ศึกษาการใช้ฟลาวมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และ พันธุ์ 5 นาที่ ทดแทนแป้งสาลีในพายกรอบ โดยทำการทดแทนที่ระดับร้อยละ 10, 20, 30, 40, 50 พบว่า พายกรอบที่ทดแทนด้วยฟลาวมันสำปะหลังที่ระดับ 40และ 50 ไม่มีการพองตัวเป็นชั้นจึงไม่นำมา ทดสอบการยอมรับ การทดสอบผลิตภัณฑ์พายกรอบกับผู้บริโภค 30 คน พบว่าผลิตภัณฑ์พายกรอบ ที่ทดแทนด้วยฟลาวมันสำปะหลังพันธุ์ KU 50 ที่ร้อยละ 20 และทดแทนด้วยฟลาวมันสำปะหลัง พันธุ์ 5 นาที่ ที่ร้อยละ 30 ได้คะแนนการยอมรับสูงสุดด้านความชอบรวมทั้งระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

มาลีและคณะ(2545) ศึกษาการใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในการผลิต ชิฟฟอนเค้กในปริมาณร้อยละ 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 พบว่าค่าความถ่วงจำเพาะและ

ความชื้นเหนืงของ batter ปริมาตรเค็ลลัษณะเซลล์ภายในมีความสัมพันธ์กับระดับการทดแทนแป้งมันสำปะหลัง โดยเค็ลลัที่ผลิระดับการทดแทนร้อยละ 35 ยังมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ

พัชรินทร์และคณะ (2547) ศึกษาการนำแป้งมันสำปะหลังมาทดแทนในผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค็ลลคพลังงานโดยวางแผนการทดลองแบบ Central Composite Design ศึกษา 3 ปัจจัย คือ 1. สารทดแทนไขมัน 2. ปริมาณไข่แดง 3. กั้วร้กั้ม พบว่าสามารถลดคพลังงานลงได้ร้อยละ 32 และต้นทุนลงได้ร้อยละ 14.67 และผู้บริโภคมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 85

ลัดดาวัลย์และคณะ (2547) ศึกษาการทดแทนแป้งข้าวสาลีด้วยแป้งข้าวหอมมะลิ และเพิ่มคุณค่าทางอาหารโดยใช้แหล่งโปรตีนและใยอาหารอื่น จำนวนสูตรโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงเพื่อให้ได้ปริมาณโปรตีนและใยอาหารไม่น้อยกว่า 10% ของ Thai RDI นอกจากนี้ยังทำการศึกษาถึงผลของส่วนผสมอื่น พบว่าสูตรที่เหมาะสมมีส่วนประกอบดังนี้ แป้งสาลี 27.8% แป้งข้าวหอมมะลิ 16.7% ไข่แดงผง 1.6% กากถั่วเหลืองผง 6% ไข่แดงผง 1.6% งาขาว 1.6% ยีสต์ 0.5% น้ำตาล 5.2% เกลือ 0.9% นมผง 2.09% เนยขาว 4.2% น้ำ 34.0% และสารเสริมคุณภาพ 0.5% ผลการทดสอบผู้บริโภคมพบว่าผู้บริโภคมให้คะแนนความชอบรวม 6.4

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

- 1.1 ข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กรมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 1.2 ไข่ไก่
- 1.3 ผงฟู ตราเบสท์ฟูดส์ บริษัท ยูนิลีเวอร์ เบสท์ฟูดส์ จำกัด (ประเทศไทย)
- 1.4 กลิ่นเนย ตราวินเนอร์ ห้างหุ้นส่วน เกรทฮิลล์ จำกัด
- 1.5 นมสด ตราคาร์เนชั่น บริษัท เนสท์เล่ จำกัด (ประเทศไทย)
- 1.6 เนยสด ตรานอร์คิค บริษัท อุตสาหกรรมนมไทย จำกัด (ประเทศไทย)
- 1.7 เกลือ ตรารุ่งทิพย์ บริษัท สหพัฒนพิบูล จำกัด (ประเทศไทย)
- 1.8 น้ำตาลทรายละเอียด ตราดิเนสตี บริษัท ไดนาสตี แปซิฟิก จำกัด
- 1.9 สารทดแทนไขมัน Maltodextrin บริษัท เบอลี่ยูคเกอร์ จำกัด
- 1.10 สารอิมัลซิไฟเออร์ ตรานอร์คิค 25 บริษัท อเมริกันเบเกอร์ จำกัด
- 1.11 สาร Acesulfame – K บริษัทรามมาโปรดักส์ชั่น จำกัด
- 1.12 สาร Lactitol บริษัทรามมาโปรดักส์ชั่น จำกัด
- 1.13 สาร Litesse บริษัทรามมาโปรดักส์ชั่น จำกัด
- 1.14 กัวร์กัม บริษัท เบอลี่ยูคเกอร์ จำกัด

2. อุปกรณ์ในการเตรียมแป้งข้าวกล้อง

- 2.1 เครื่องอบแห้งแบบใช้ลมร้อน (Tray Dryer) ของ B.W.S. Trading Ltd., Thailand
- 2.2 เครื่องบดชนิด Pin Mill

3. อุปกรณ์ในการผลิตเค้ก

- 3.1 เครื่องผสม (Kitchen Aid St.Loseph USA) รุ่น K 5 SS
- 3.2 เครื่องผสมขนาด 10 กิโลกรัม บริษัท กล้วยน้ำไทย เทรคดิ่ง กรุ๊ป จำกัด
- 3.3 เครื่องชั่ง บริษัท scientific promotion Co. Ltd.
- 3.4 อุปกรณ์เครื่องครัว
- 3.5 เตอบไฟฟ้า TEBA Series No.11510 รุ่น TFL 10-31
- 3.6 เตอบแก๊ส บริษัท กล้วยน้ำไทย เทรคดิ่ง กรุ๊ป จำกัด

4. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพ

4.1 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

4.1.1 เครื่องวัดสี Automatic Reflectance Colorimeter ยี่ห้อ Tintometer Model RT 100

4.1.2 เครื่องวัดค่าความหนืดของแป้ง (Rapid Viscosity Analyser) รุ่น 4D

บริษัท Newport scientific Pty, Ltd.

4.1.3 อ่างน้ำไฟฟ้าแบบควบคุมอุณหภูมิได้

4.1.4 เครื่องปั่นเหวี่ยง

4.1.5 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Lloyd Instrument) Model TA Plus

4.1.6 ชุดอุปกรณ์สำหรับหาปริมาณจำเพาะ ดัดแปลงจากวิธีของ Lee et al. (1982)

4.1.7 Water Activity (Novasiana MS1-Aw, Switzerland)

4.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

4.2.1 ชุดเครื่องมือวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (Proximate Analysis) ได้แก่ ปริมาณความชื้น, โปรตีน, ไขมัน, เถ้า, เส้นใยหยาบ

4.2.2 เครื่องมือชุดวิเคราะห์การละลายของแป้ง

4.2.3 เครื่องมือชุดวิเคราะห์กำลังการพองตัวของแป้ง

4.2.4 เครื่องมือชุดวิเคราะห์อะมิโลส

4.2.5 เครื่องวิเคราะห์พลังงาน (Bomb calorimeter) รุ่น 1261 Isoperibol Bomb

4.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

4.3.1 อุปกรณ์เครื่องแก้ว

4.3.2 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน(Autoclave Stream Sterilizer) ยี่ห้อ Tuttnauer รุ่น 3850 M

4.3.3 ตู้สำหรับบ่มเชื้อจุลินทรีย์ยี่ห้อ Astell Hearson ประเทศอังกฤษ

4.4 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

4.4.1 อุปกรณ์ทดสอบประเมินค่าทางประสาทสัมผัส

4.4.2 แบบสอบถาม

4.4.3 ห้องปฏิบัติการทางประสาทสัมผัส

4.5 อุปกรณ์ศึกษาอายุการเก็บ

4.5.1 ถุงพลาสติกชนิด OPP

4.5.2 ถุงพลาสติกชนิด K – Nylon

4.5.3 เครื่องบรรจุก๊าซไนโตรเจน ยี่ห้อ Supervac รุ่น 6K100(GAS)

5. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลและรายงานผล

5.1 โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ

5.2 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

วิธีการ

1. การสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้ป่วยโรคเบาหวานหรือผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นต่อกรเป็นโรคเบาหวาน (ผู้บริโภคนที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไปและ/หรือคนที่เป็นโรคอ้วน) ต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กและผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาล

1.1 สำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้ป่วยโรคเบาหวานหรือผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นต่อกรเป็นโรคเบาหวาน (ผู้บริโภคนที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไปและ/หรือคนที่เป็นโรคอ้วน) ต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็ก และแบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาล

1.1.1 ทำการสำรวจพฤติกรรม และความต้องการของผู้ป่วยโรคเบาหวาน และ/หรือผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นต่อกรเป็นโรคเบาหวาน(ผู้บริโภคนที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไปและหรือคนที่เป็นโรคอ้วน) โดยวิธีเชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis) โดยทำการอภิปรายกลุ่ม (Focus Group Discussion) จำนวน 3 กลุ่ม กลุ่มละ 8-12 คน เพื่อรวบรวมแนวความคิดของผู้บริโภคเป้าหมาย (กลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวาน หรือผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นต่อกรเป็นโรคเบาหวาน ผู้บริโภคนที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไปและ/หรือคนที่เป็นโรคอ้วน) ที่มีความสนใจในผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กและอาหารลดน้ำตาล ในด้านทัศนคติและความต้องการผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาล โดยทำการดำเนินการอภิปรายกลุ่ม ณ. โรงพยาบาลธรรมศาสตร์ วันที่ 27 ตุลาคม – 5 พฤศจิกายน 2547 มีขั้นตอนในการร่วมอภิปรายกลุ่ม ตามขั้นตอนการทำอภิปรายกลุ่ม (Resurreccion, 1998) และ Moderator Guide ในภาคผนวก ก. โดยมีการเก็บข้อมูลด้วยเครื่องบันทึกเทป และจดบันทึก

1.1.2 ทำสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้ป่วยโรคเบาหวานและ/หรือผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นต่อกรเป็นโรคเบาหวาน (ผู้บริโภคนที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไปและ/หรือคนที่เป็นโรคอ้วน) โดยวิธีเชิงปริมาณ โดยการออกแบบสอบถาม ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ก. ทดสอบความเข้าใจและความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม โดยทำการทดสอบแบบสอบถามเบื้องต้นกับบุคคลทั่วไป จำนวน 20 ชุด และทำการแก้ไขให้สมบูรณ์

ข. หาค่าสัดส่วนของประชากร โดยนำแบบสอบถามจากข้อ ก.ที่แก้ไขแล้ว ทดสอบกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายที่มีความสนใจอาหารลดพลังงานและลดน้ำตาล จำนวน 40 ชุด

โดยใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น(Non-Probability) การสุ่มตัวอย่างแบบ Judgment Sampling โดยแบ่งเป็นช่วงอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป และ/หรือกลุ่มคนที่ เป็นโรคอ้วน นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผลแบบนับความถี่ เพื่อหาค่าสัดส่วนประชากร

ก. กำหนดขนาดตัวอย่าง โดยการคำนวณจากสูตรการแจกแจงค่าสัดส่วนตัวอย่าง คือ $n = Z^2 pq / E^2$

โดยที่ $p =$ สัดส่วนของประชากรที่คาดว่าจะสนใจซื้อผลิตภัณฑ์

$$q = 1 - p$$

$Z =$ ความเชื่อมั่นที่กำหนด

$E =$ ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับให้เกิดขึ้นได้

ง. ทำการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค จำนวน 100 ชุด ซึ่งเป็นขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณข้อ ก. โดยสุ่มตัวอย่างแบบ Judgment Sampling โดยใช้ผู้บริโภคกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวาน หรือผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นต่อการเป็นโรคเบาหวาน (ผู้บริโภคที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไปและ/หรือคนที่ เป็นโรคอ้วน) และนำข้อมูลที่ได้มาทำวิเคราะห์ผลแบบนับความถี่

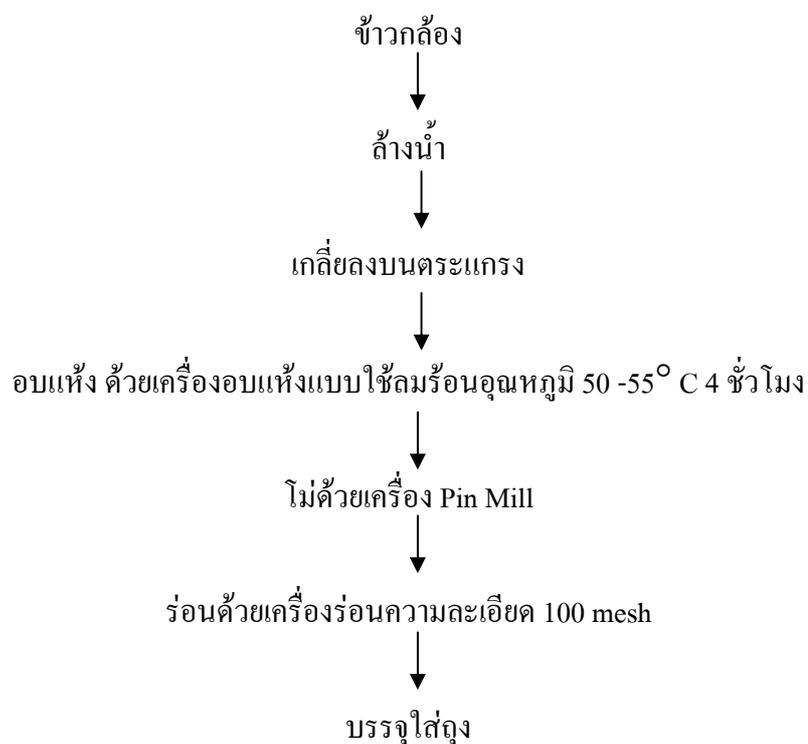
2. การสำรวจผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค้กและแบตเตอรี่เค้กจากแป้งข้าวกล้องที่ลดพลังงานและลดน้ำตาลที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ทำการสำรวจผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค้กและแบตเตอรี่เค้กจากแป้งข้าวกล้องที่ลดพลังงานและน้ำตาลที่จัดจำหน่ายที่โรงพยาบาลที่มีศูนย์ผู้ป่วยโรคเบาหวานในกรุงเทพมหานคร , เดอะมอลล์ (งามวงศ์วาน) , โลตัส(บางแค) , เซ็นทรัล (ลาดพร้าว , ปิ่นเกล้า) ร้านสะดวกซื้อ ได้แก่ 7-eleven ในเขตกรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 27 กันยายน – 6 ตุลาคม 2547 ข้อมูล ได้แก่ ตรายี่ห้อ, ผู้ผลิต, รูปแบบ, ขนาด, ราคา, บรรจุภัณฑ์ และส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

3. การเตรียมวัตถุดิบและการวิเคราะห์คุณภาพของแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105

3.1 การเตรียมวัตถุดิบและการวิเคราะห์คุณภาพของแป้งข้าวกล้อง

การเตรียมแป้งข้าวกล้อง โดยนำข้าวกล้องมาล้างน้ำเพื่อทำความสะอาด และอบโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบใช้ลมร้อนที่อุณหภูมิ 50-55°C 4 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาบดด้วยเครื่อง Pin Mill และร่อนผ่านตะแกรง 100 เมส ตามวิธีของ งามชื่น(2539) ซึ่งกรรมวิธีการผลิตแป้งข้าวกล้อง แสดงดังแผนภาพ 7 นำแป้งข้าวกล้องที่ได้มาบรรจุใส่ถุงโพลีโพรพิลีน ถูงละ 2 กิโลกรัม ปิดผนึก และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 7 การผลิตแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105

ที่มา : งามชื่น (2539)

นำแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่เตรียมจากข้างต้น มาวิเคราะห์ค่าคุณภาพดังนี้

3.2 การวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางกายภาพ

3.2.1 การวัดค่าสีในระบบ CIELAB ด้วยเครื่อง Automatic Reflectance

Colorimeter Model RT 100 แหล่งกำเนิดแสง D65 ค่าที่วัดได้แก่ L* (ค่าความสว่างมีค่า 0-100 โดย 0 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีดำ, 100 หมายถึง (วัตถุที่มีความสว่างสีขาว), a*(+ หมายถึง วัตถุที่มีสีออกแดง, -หมายถึงวัตถุที่มีสีออกเขียว) และ b* (+หมายถึง วัตถุที่มีสีออกเหลือง, - หมายถึงวัตถุที่มีสีออกน้ำเงิน) (ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2542)

3.2.2 การวัดค่าองค์ประกอบทางเคมี การวัดค่าองค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวกล้อง ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ ทำตามวิธีของ AOAC.(2000)

3.2.3 การวัดค่า Water Activity โดยใช้เครื่องวัด Water Activity (Novasiana MS1-Aw, Switzerland) เตรียมตัวอย่างโดยบดให้ละเอียด ใส่ในตลับวัดค่า ประมาณ ¼ ของตลับซึ่งมีขีดบอกระดับการใส่ตัวอย่าง และปิดฝาพับไว้ ทำการปรับมาตรฐานของเครื่องทุกครั้งก่อนใช้งาน โดยใช้เกลืออิ่มตัวมาตรฐานให้ครอบคลุมช่วงที่ทำการวัด นำตัวอย่างที่ใส่ในตลับเปิดฝาดอก และใส่ในตลับเปิดฝาดอก และใส่ในช่องวัดค่า Water Activity ทำการวัดค่าและ บันทึกข้อมูล

3.2.4 การวัดความหนืดโดยใช้เครื่อง Rapid Visco Analyser (RVA-4) บริษัท New port Scientific 20227311 ตามวิธีการของ New Port Scientific (1995) เตรียมตัวอย่างจากการคำนวณปริมาณแป้งและน้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยใช้แป้งที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำแห้งต่อปริมาตร วัดที่อุณหภูมิต่างๆโดยใช้เวลาประมาณ 13 นาที เริ่มต้นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เพิ่มอุณหภูมิเป็น 95 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราเร็ว 12 องศาเซลเซียสต่อนาที กวนด้วยอัตราเร็ว 160 รอบต่อนาที เมื่อถึงอุณหภูมิที่ 95 องศาเซลเซียส คงที่นาน 2.5 นาที จึงลดอุณหภูมิลงเหลือ 50 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราเร็ว 13 องศาเซลเซียสต่อนาที นาน 2 นาที บันทึกค่าดังนี้ อุณหภูมิที่เมล็ดแป้งเริ่มเกิดการพองตัว หรือเรียกว่า อุณหภูมิเริ่มต้นที่ทำให้เกิดเจลลาติไนซ์ (Pasting Temperature) ค่าความหนืดสูงสุด(Peak Viscosity) ค่าความหนืดสุดท้าย(Trough) ค่าผลต่างของ

ความหนืดสูงสุด(Final Viscosity) และค่าผลต่างของความหนืดสูงสุด และความหนืดต่ำสุด(Break Down) และค่าผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุด(Setback from Trough)

3.2.5 วัดการดูดซับน้ำและกำลังการพองตัว (กล้าณรงค์, 2543) โดยวิเคราะห์การดูดซับน้ำและกำลังการพองตัวของแป้งข้าวกล้องในภาคผนวก ข .

3.2.6 วิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส (Megazyme, 1998) ในภาคผนวก ข.

4. การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กแป้งข้าวกล้องลดพลังงานและลดน้ำตาล

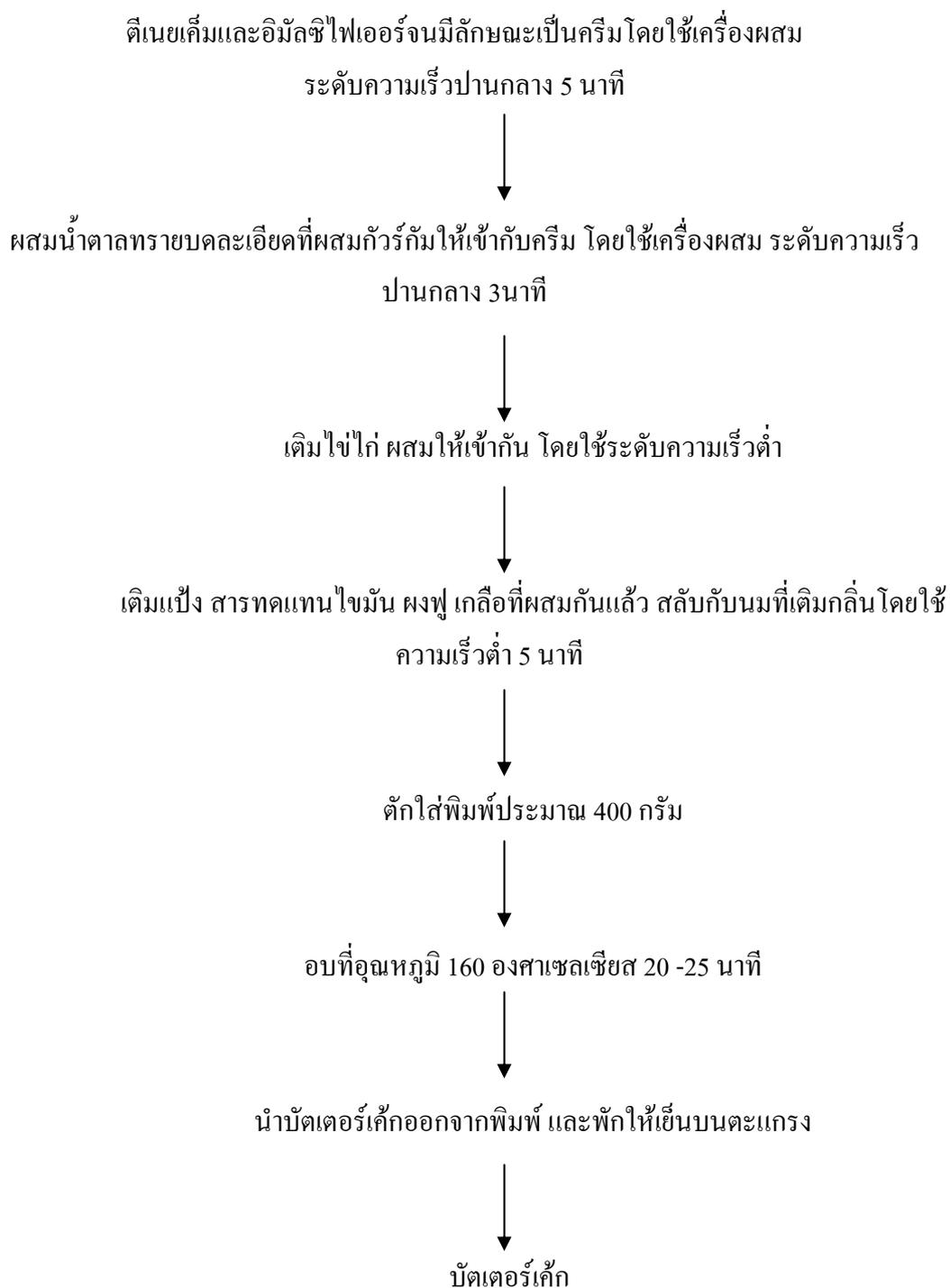
4.1 การศึกษาการทดแทนแป้งข้าวกล้องในสูตรลดไขมัน

ทำการทดแทนแป้งข้าวกล้องลงในสูตรลดไขมัน(พัชรินทร์ , 2547) นำมาเปรียบเทียบกับบัตเตอร์เค้กแป้งข้าวกล้องในสูตรไขมันเต็ม(อุศมา, 2545) ดังตารางที่10และภาพที่8 และนำมาประเมินคุณภาพทางกายภาพและทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาบัตเตอร์เค้กแป้งข้าวกล้องลดพลังงานและลดน้ำตาล

ตารางที่ 10 สูตรบัตเตอร์เค้กพื้นฐานในการศึกษาการทดแทนแป้งข้าวกล้อง

ส่วนผสม	สูตรที่1(ร้อยละ)	สูตรที่2 (ร้อยละ)
แป้ง	17.40	17.53
เนยสดชนิดเค็ม	15.85	24.54
ไข่ไก่ทั้งฟอง	-	28.03
ไข่แดง	3.32	-
ไข่ขาว	24.51	-
น้ำตาลทรายบดละเอียด	18.09	18.23
ผงฟู	0.64	0.64
เกลือ	0.48	0.48
นมข้นจืด	6.26	6.31
กลิ่นเนย	0.53	0.53
กัวร์กัม	0.75	-
สาร maltodextrin	8.53	-
อิมัลซิไฟเออร์(EC25)	3.68	3.71

ที่มา : พัชรินทร์(2547) และอุศมา(2545)



ภาพที่ 8 กรรมวิธีการผลิตแบตเตอรี่เค็กลดไขมัน

ที่มา : พัชรินทร์(2547)

4.1.1 การวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางกายภาพบัตเตอร์เค้ก

ก. ค่าสีเนื้อในเค้ก $L^* a^* b^*$ ดังข้อที่ 3.2.1

ข. ปริมาตรของเค้กโดยดัดแปลงจากวิธีของ Park(1976) โดยการใช้งาแทน เริ่มนำงาเติมลงในภาชนะที่มีขนาดใหญ่กว่าผลิตภัณฑ์จนเต็ม เทลงในกระบอกตวงเพื่อวัดปริมาตร (ปริมาตรงาเริ่มต้น) นำผลิตภัณฑ์ไปยังน้ำหนัก และวางลงในภาชนะเดิมที่ใช้วัดปริมาตรงา เทงาลงในภาชนะจนเต็มพอดี เทงาลงในกระบอกตวง อ่านปริมาตร(ปริมาตรงาหลังแทนที่ด้วยผลิตภัณฑ์) และคำนวณปริมาตรจำเพาะ โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาตรจำเพาะ} = \frac{\text{ปริมาตรงาเริ่มต้น} - \text{ปริมาตรงาหลังแทนที่ด้วยผลิตภัณฑ์}}{\text{น้ำหนักของผลิตภัณฑ์}}$$

ค. การดูลักษณะปรากฏของเค้กที่ได้ เช่น รอยร้าวที่เกิดขึ้น การที่เกิดรอยแตกบนหน้าเค้ก รอยเป่งคิบบในเค้ก รอยเส้นวงแหวนในเนื้อเค้ก และ เนื้อเค้กที่เป็นโพรง ความสม่ำเสมอของรูปร่างเค้กที่ได้

ง. การวัดค่าเนื้อสัมผัส Texture Profile Analysis (Barrett และคณะ, 2000) โดยเครื่องวัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัส (Lloyd Instrument) Model TA 500 ใช้หัว Cylinder Probe ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร หัวกดเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 20 มิลลิเมตรต่อนาที ระยะทาง 9 มิลลิเมตร (60% deformation) ขนาดตัวอย่าง 15x15x15 มิลลิเมตร

จ. การทดสอบความชอบโดยใช้ 9- Point Hedonic Scaling (ช่วงคะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด – 9 ชอบมากที่สุด) ในปัจจัยคุณภาพครั้งนี้คือ ลักษณะปรากฏ รสหวาน ความนุ่ม กลิ่นเนย รสชาติ ความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ กับผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน 30 คน

4.2 การศึกษาการทดแทนน้ำตาล

นำสูตรที่เหมาะสมที่ได้จากการทดแทนแป้งข้าวกล้อง คือสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวกล้องได้ร้อยละ 100 มาทดแทนน้ำตาลโดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture Design โดยศึกษา 3 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1.Lactiol , ปัจจัยที่2.Polydextrose, ปัจจัยที่ 3.Acesulfame K ดังตารางที่11

ตารางที่ 11 แผนการทดลองMixture Design ในการศึกษา 3 ปัจจัยสำหรับผลิตภัณฑ์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาล

สิ่งทดลอง	ปัจจัย		
	สารAcesulfame K	สาร Polydextrose	สาร Lactitol
1	0.00	0.00	1.00
2	0.00	1.00	0.00
3	0.005	0.00	0.995
4	0.005	0.995	0.00
5	0.002	0.499	0.499

4.2.1 การวิเคราะห์ค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์เค้ก

ก. ค่าสีและเนื้อในเค้ก $L^* a^* b^*$ ดังข้อที่ 3.2.1

ข. ปริมาตรของเค้ก ดังข้อที่ 4.1.1(ข)

ค. การดูลักษณะปรากฏของเค้ก ดังข้อที่ 4.1.1(ค)

ง. การวัดค่าเนื้อสัมผัส Texture Profile Analysis ดังข้อที่ 4.1.1(ง)

จ. การทดสอบความชอบโดยใช้ 9- Point Hedonic Scaling ดังข้อที่ 4.1.1(จ)

4.3 การศึกษาชนิดของ maltodextrin และปริมาณของกัวร์กัม

นำสูตรที่คัดเลือกจากข้อ 3 มาศึกษาชนิดของ maltodextrin และปริมาณ กัวร์กัม โดยวางแผนการทดลองแบบ full factorial in CRD 2 ปัจจัย โดยปัจจัยที่ 1. คือ ชนิดของ maltodextrin ได้แก่ DE 10, DE 15, DE 18 และปัจจัยที่ 2 คือ ปริมาณกัวร์กัม ได้แก่ ร้อยละ 0, 0.25, 0.5, 0.75 ของน้ำหนักทั้งหมด ตามลำดับ ซึ่งสิ่งทดลองทั้งหมด 12 สิ่งทดลอง (ดังตารางที่ 12) ทำการคัดเลือกสิ่งทดลอง โดย ค่าคุณภาพทางกายภาพ ทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส รวมทั้งพิจารณา ด้านต้นทุน และด้านกฎหมายข้อบังคับ

ตารางที่ 12 แผนการทดลอง Factorial in CRD ในการศึกษา 3 ปัจจัยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาล

สิ่งทดลอง	ปัจจัย	
	DE ของ maltodextrin	ปริมาณกัวร์กัม
1	10	0
2	10	0.25
3	10	0.5
4	10	0.75
5	15	0
6	15	0.25
7	15	0.5
8	15	0.75
9	18	0
10	18	0.25
11	18	0.5
12	18	0.75

4.3.1 การวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางกายภาพบัตเตอร์เค้ก

ก. ค่าสีและเนื้อในเค้ก $L^* a^* b^*$ ดังข้อที่ 3.2.1

ข. ปริมาตรของเค้ก ดังข้อที่ 4.1.1(ข)

ค. การดูลักษณะปรากฏของเค้ก ดังข้อที่ 4.1.1(ค)

ง. การวัดค่าเนื้อสัมผัส Texture Profile Analysis ดังข้อที่ 4.1.1(ง)

จ. การทดสอบความชอบโดยใช้ 9- Point Hedonic Scaling ดังข้อที่ 4.1.1(จ)

4.4 การศึกษาเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษาทางด้านค่าทางกายภาพ ,ค่า Water Activity

เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมของบัตเตอร์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาล โดยนำทั้ง บัตเตอร์เค้กทั้ง 4 สูตรคือ 1. DE 10 Guar Gum 0% 2. DE 10 Guar Gum 0.25% 3. DE 15 Guar Gum 0% 4. DE 15 Guar Gum 0.25% มาเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 วัน ทำการวัดค่าทางกายภาพ

4.4.1 การวัดค่าเนื้อสัมผัส Texture profile analysis ดังข้อที่ 4.1.1(ง)

4.4.2 การวัดค่า Water Activity ดังข้อที่ 3.2.3

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลอง โดยนำข้อมูลที่ได้จากการวัดค่าทางกายภาพ ,คุณภาพทางประสาทสัมผัส และความชอบ มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และการแบ่งกลุ่มโดยใช้วิธี Cluster Analysis (กัลยา, 2546) เป็นเทคนิคที่ใช้จำแนกหรือแบ่ง Case หรือแบ่งตัวแปรออกเป็นกลุ่มย่อยตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป Case ที่อยู่กลุ่มเดียวกันจะมีลักษณะที่เหมือนกันหรือคล้ายกัน ส่วน Case ที่อยู่ต่างกันจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน ดังนั้น การพิจารณาเลือกลักษณะ

หรือตัวแปรที่จะนำมาใช้ในการแบ่งกลุ่ม Case จึงมีความสำคัญ นอกจากนั้น Caseใด Case หนึ่ง จะต้องอยู่ในกลุ่มหนึ่งเพียงกลุ่มเดียว

ถ้านำเทคนิค Cluster Analysis มาใช้ในการแบ่งกลุ่มตัวแปรในกลุ่มเดียวกันมีความสัมพันธ์กันมากกว่าตัวแปรที่อยู่ต่างกลุ่ม ตัวแปรที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีความสัมพันธ์กันน้อย หรือไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

5. การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กแป้งข้าวกล้องลดพลังงาน และลดน้ำตาล

5.1 วัดค่าพลังงานของแบตเตอรี่เค็กใช้เครื่อง Bomb Calorimeter รุ่น 1261 Isoperibol Bomb
ณ. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2 วัดองค์ประกอบทางเคมี AOAC.(2000) ของแบตเตอรี่เค็ก ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต

5.3 ค่าสีและเนื้อในเค็ก $L^* a^* b^*$ ดังข้อที่ 3.2.1

5.4 ปริมาตรของเค็ก ปริมาตรของเค็ก ดังข้อที่ 4.1.1(ข)

5.5 การวัดค่าเนื้อสัมผัส Texture Profile Analysis ดังข้อที่ 4.1.1(ง)

6. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ทำการทดสอบการยอมรับแบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องที่พัฒนาแล้วแบบ Central Location Test (CLT) ใช้ผู้ทดสอบ 200 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ 1. กลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย ได้แก่กลุ่มผู้บริโภคที่มีอายุตั้งแต่ 40 ปีขึ้นไป หรือผู้บริโภคที่เป็นโรคเบาหวาน โรคอ้วน โดยทำการทดสอบ ณ. โรงพยาบาลธรรมศาสตร์, โรงเรียนอมรินทร์าราม 2. กลุ่มผู้บริโภคทั่วไป ได้แก่ กลุ่มผู้บริโภคที่มีอายุ 11 – 40 ปี ทำการทดสอบ ณ. โรงอาหารกลาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, โดยใช้แบบทดสอบและวิเคราะห์ผลแบบ McNemar เพื่อสังเกตการ

เปลี่ยนใจในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคหลังจากทราบข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการ และ นำข้อมูลที่ได้ทำการประมวลยอมรับ

7. การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

7.1 ศึกษาอายุการเก็บของบัตเตอร์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ ในถุงพลาสติกชนิด OPP โดยเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4 วัน ทำการสุ่มตัวอย่างทุกวัน และบรรจุแบบปรับสภาพอากาศ (Modified Atmosphere Packaging; MAP) ที่มีแก๊สไนโตรเจน ในถุงพลาสติกชนิด K – Nylon // LLDPE ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 13 วันและทำการสุ่มทุกวัน และวันเว้นวัน เพื่อวัดค่าทางกายภาพ, จุลินทรีย์ โดยใช้เกณฑ์ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2538 ; มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเค้ก, 2547) คือจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และยีสต์และรา น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส

7.1.1 ค่า Water Activity ดังข้อที่ 3.2.3

7.1.2 การวัดค่าเนื้อสัมผัส Texture Profile Analysis ดังข้อที่ 4.1.1(ง)

7.1.3 ค่าความชื้นโดยใช้เครื่อง Hot Air Oven (AOAC ,2000)

7.1.4 คุณภาพทางจุลินทรีย์

ก. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000)

ข. ยีสต์และรา (AOAC, 2000)

7.1.5 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) ตามวิธีการของ Meilgaard et al. (1999) เพื่อหาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส และระดับความเข้ม (Intensity) ของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่กำหนด โดยใช้สเกล

เส้นตรง (Line Scale) ที่มีความยาว 150 มิลลิเมตร ทดสอบโดยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 8 คน

8. สถานที่ทำการวิจัย

ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ระยะเวลาเริ่มต้นตั้งแต่เดือนตุลาคม 2547 และสิ้นสุดตุลาคม 2548

ผลและวิจารณ์

1. ผลการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้ป่วยโรคเบาหวานหรือผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นต่อการเป็นโรคเบาหวาน (ผู้บริโภครวมที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป และ/หรือคนที่เป็โรคอ้วน) ต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กและผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาลที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

1.1 ผลสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็ก

1.1.1 ผลการสำรวจพฤติกรรม และความต้อการของผู้ป่วยโรคเบาหวาน หรือผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวาน (ผู้บริโภครวมที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป และ/หรือคนที่เป็โรคอ้วน) โดยวิธีเชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis) โดยทำการอภิปรายกลุ่ม (Focus Group Discussion) พบว่า ผู้บริโภคเป้าหมายมีความสนใจในผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาลแต่ไม่สามารถรับประทานขนมอบได้ เนื่องจากผู้บริโภครวมเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่มนี้มีข้อจำกัดในการรับประทานขนมอบ(เบเกอรี่) เพราะปัญหาด้านสุขภาพ เช่น เป็นโรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคหัวใจ เป็นต้น สาเหตุที่เกิดปัญหาด้านสุขภาพ มาจากการขาดความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโรค การขาดความเข้าใจในการดูแลตนเอง รวมไปถึงพฤติกรรมการใช้ชีวิตที่รีบเร่งในสังคมเมือง (ชุมศักดิ์, 2546) จึงก่อให้เกิดพฤติกรรมการบริโภคที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งทำให้ได้รับสารอาหารไม่ถูกต้อง ทำให้เกิดแนวโน้มการเจ็บป่วยจากภาวะโภชนาการเกิน และเป็นโรคอ้วน (ศักดิ์, 2548) ปัญหาด้านโภชนาการเกินที่มากขึ้น อาจทำให้เกิดอันตรายและเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวาน, ไขมันในเลือดสูง, ความดันโลหิตสูง และเสี่ยงต่อการเสียชีวิตได้โดยเฉพาะในคนที่มียุตั้งแต่วัยกลางคนขึ้นไปจนถึงผู้สูงอายุ (พรพิศา, 2445) ดังนั้นผู้บริโภครวมจึงมีความต้องการให้มีแบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาลขายในท้องตลาด โดยผลิตภัณฑ์ควรมีหลายรสชาติและหลายรูปแบบ มีราคาตั้งแต่ 10 – 90 บาท และปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจซื้อ คือ รสชาติ ความนุ่ม รูปแบบ สามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น และควรระบุวันหมดอายุ (ดังตารางที่ 13) ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคและความต้อการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กและแบตเตอรี่เค็กลดพลังงานของ พัชรินทร์ และคณะ(2547) คือผู้บริโภคเป้าหมายมีความสนใจในผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กลดพลังงาน เนื่องจากต้องการรักษาสุขภาพ ลดน้ำหนัก และต้องการให้มีหลากหลายกลิ่นรส มีเนื้อนุ่ม สามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิแช่เย็น มีหลายรูปแบบ และควรระบุวันหมดอายุ

ตารางที่ 13 แนวความคิดและพฤติกรรมการบริโภคและความต้องการเกี่ยวกับแบตเตอรี่เค้กและ
แบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย

แนวความคิดและพฤติกรรมการบริโภค	สรุป
พฤติกรรมในการบริโภคอาหารเบเกอรี่ และมีความสนใจในอาหารเบเกอรี่	<ul style="list-style-type: none"> - รับประทานในช่วงเช้ากับกาแฟ นม โอวัลติน - รับประทานเป็นอาหารว่าง - รับประทานหลังอาหารเย็น - ไม่รับประทาน เนื่องจากเป็นโรคเบาหวาน - ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่สนใจ คือแบตเตอรี่เค้ก ขนมปังพาย แยม โรล เอแคลร์
ความถี่ในการรับประทานแบตเตอรี่เค้ก	<ul style="list-style-type: none"> - อาทิตย์ละ 1 ครั้ง - อาทิตย์ละ 2-3 ครั้ง - อาทิตย์ละ 3-4 ครั้ง - เดือนละ 1 ครั้ง - รับประทานไม่บ่อย เนื่องจากเป็นโรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด - ไม่รับประทาน เนื่องจากเป็นโรคเบาหวาน
ความสนใจซื้อแบตเตอรี่เค้กลดพลังงาน และลดน้ำตาล	<ul style="list-style-type: none"> - สนใจและอยากให้มีผลิตภัณฑ์ลักษณะนี้จำหน่าย
การเก็บรักษาเค้กหรือขนมเบเกอรี่ ที่รับประทานไม่หมด	<ul style="list-style-type: none"> - ใส่กล่องพลาสติกหรือถุงและเก็บในตู้เย็น - ใส่กล่องพลาสติกหรือถุงและวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง
เหตุผลในการรับประทานแบตเตอรี่เค้ก	<ul style="list-style-type: none"> - รสชาติอร่อย เนื้อนุ่ม รับประทานง่าย หาซื้อได้ง่าย
รูปแบบแบตเตอรี่เค้กที่ผู้บริโภคต้องการ	<ul style="list-style-type: none"> - ชีส ไลต์ , ถ้วย , ปอนด์กลม , แฉว , สี่เหลี่ยม

ตารางที่ 13 (ต่อ)

แนวความคิดและพฤติกรรมการบริโภค	สรุป
ราคาซื้อแบตเตอรี่เค็กในแต่ละครั้ง	- ซินสไลด์ 10-25 บาท/ชิ้น , ถ้วย 6 บาท/ถ้วย ปอนด์กลม 60-150 บาท , แฉว 55-155 บาท , สี่เหลี่ยม 30-70 บาท
ตราสินค้าที่ผู้บริโภคซื้อ	- S&P , พัพแอนด์พาย , กาว์โตว์ , เบเกอร์ริช ยามาซากิ, ร้านเบเกอร์ตีตามท้องตลาด
ตราสินค้าและเหตุผลที่ผู้บริโภค ซื้อมากที่สุด	- S&P เพราะรสชาติอร่อย เนื้อนุ่ม กลิ่นหอม บรรจุภัณฑ์สวย - พัพแอนด์พาย เนื้อนุ่ม รสชาติไม่หวาน - กาว์โตว์เฮาส์ เนื้อนุ่ม
ปัญหาที่พบในการบริโภคแบตเตอรี่เค็ก	- รับประทานแล้วส่งผลต่อสุขภาพ เช่น น้ำตาล ในเลือดสูงขึ้น , ความดันสูง , น้ำหนักเพิ่ม โคเลสเตอรอลสูงและกลัวไขมันในเลือดสูง ทำให้รับประทานในปริมาณมากไม่ได้
ความรู้จักของผู้บริโภคเกี่ยวกับแบตเตอรี่เค็ก ลดพลังงานและน้ำตาล	- ไม่เคย
ความรู้สึของผู้บริโภคต่อแบตเตอรี่เค็ก ลดพลังงานและลดน้ำตาล	- อยากให้มีผลิตภัณฑ์ดังกล่าวขึ้น เพื่อสุขภาพ ที่ดี น่าลองและคิดว่ารสชาติอร่อย
ความคิดเห็นของผู้บริโภคด้านการพัฒนา และปรับปรุงแบตเตอรี่เค็กในด้าน(รูปแบบ ราคา)	- ปอนด์กลม , แฉว , สี่เหลี่ยม , ถ้วย , ซินสไลด์ - ราคาตั้งแต่ 10-90 บาท

ตารางที่ 13 (ต่อ)

คำถาม	คำตอบ
ปัจจัยที่มีผลต่อการพิจารณาเค้กและ แบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและน้ำตาล	- รสชาติอร่อย , ความนุ่ม , รูปร่าง, ราคา , ขนาด , บรรจุภัณฑ์
ความต้องการด้านกลิ่นรสที่ผู้บริโภค ต้องการให้พัฒนาแบตเตอรี่เค้กลดพลังงาน และลดน้ำตาล	- เนย,กาแฟ, ช็อกโกแลต, ใบเตย, กลิ่นผลไม้ เช่น ส้ม, มะนาว
ภาชนะบรรจุของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภค ต้องการแบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาล	- กล่องกระดาษมีหน้าต่าง, กล่องอลูมิเนียม- ฟอยด์, กล่องพลาสติก, ถุงพลาสติก และ พลาสติกห่ออาหาร
สถานะการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค้ก ลดพลังงานและน้ำตาล	- อุณหภูมิตู้เย็น 1 อาทิตย์ - อุณหภูมิห้อง 2-3 วัน
รูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคชอบ	- ปอนด์กลม เพราะประหยัด รับประทานได้ หลายคน เป็นกล่องกระดาษมีหน้าต่าง - ถ้วยและชิ้นสไลด์ เพราะรับประทานหมด ภายใน 1 ครั้ง พกพาได้สะดวก - ปอนด์สี่เหลี่ยมใส่กล่องอลูมิเนียมฟอยด์ เพราะ เก็บรักษาได้ง่ายและได้นาน
ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้บริโภค	- ระบุวันหมดอายุ

1.1.2 ผลการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้ป่วยโรคเบาหวานหรือผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวาน (ผู้บริโภครที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป และ/หรือคนที่ เป็นโรคอ้วน) โดยแบบสอบถาม

ก. จากการสำรวจผู้บริโภคโดยใช้แบบสอบถามที่แก้ไขแล้วกับกลุ่มตัวอย่างเป้าหมาย จำนวน 40 คน เพื่อทราบถึงสัดส่วนของประชากรที่คาดว่าสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามสนใจซื้อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เก็บพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ร้อยละ 95 และไม่สนใจซื้อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เก็บพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ร้อยละ 5 ดังนั้นสัดส่วนของประชากรที่คาดว่าสนใจซื้อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เก็บพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง (p) เท่ากับ 0.95 นำมาคำนวณหากลุ่มตัวอย่าง ดังภาคผนวก ก. พบว่าต้องทำการสำรวจผู้บริโภคต้องมีขนาดกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 73 ขึ้นไป ดังนั้นในการทำการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคทั้งหมด 100 ชุด

ข. ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการสำรวจผู้บริโภคโดยการออกแบบสอบถามกับกลุ่ม ผู้บริโภค เป้าหมายซึ่งมีผู้บริโภคที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป และ/หรือคนที่ เป็นโรคอ้วน จำนวน 100 คน ใช้การสุ่มตัวอย่างโดยแบบ Judgment Sampling ผู้ตอบแบบสอบถามเพศชายร้อยละ 32 เพศหญิงร้อยละ 68 มีอายุในช่วง 41 -50 ปีมากที่สุด ร้อยละ 39 รองลงมาคือ ช่วงอายุ 51 -60 ปี ร้อยละ 31 น้อยกว่า 41 ปี ร้อยละ 28 และมากกว่า 60 ปีขึ้นไป ร้อยละ 2 การศึกษาระดับปริญญาตรีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 59 รองลงมาคือต่ำกว่าอนุปริญญา คิดเป็นร้อยละ 22 และสูงกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 19 อาชีพส่วนใหญ่เป็นข้าราชการและรัฐวิสาหกิจ ร้อยละ 74 รองลงมาคือ ธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 20 และแม่บ้าน ร้อยละ 6 รายได้ต่อเดือนอยู่ในช่วง มากกว่า 20,000 บาท ร้อยละ 45 รองลงมาคือ 10,001 – 20,000 บาท ร้อยละ 37 และน้อยกว่า 10,000 บาท ร้อยละ 18 (ดังตารางที่ 14)

ค. ผลการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคเกี่ยวกับแบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาล

จากการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภค เกี่ยวกับแบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและน้ำตาล พบว่า ผู้บริโภคต้องการให้ผลิตภัณฑ์เป็นแถว/สี่เหลี่ยมมากที่สุด ร้อยละ 29 รองลงมาคือ ซีนส์ไลด์ ร้อยละ 28 ถ้วยร้อยละ 20 กลมร้อยละ 18 และอื่นๆร้อยละ 5 ราคาแบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและผู้บริโภคเลือกมากที่สุดคือ 10 – 20 บาท ร้อยละ 61 รองลงมาคือ 21 – 30 บาท ร้อยละ 26 ราคา 41 – 50 บาท ร้อยละ 7 ราคา 31 – 40 บาท ร้อยละ 4 สูงกว่า 50 บาท ร้อยละ 2 ตรายี่ห้อที่ผู้บริโภคต้องการให้พัฒนาให้ใกล้เคียงมากที่สุด คือ เอส แอนด์ พี ร้อยละ 60 อื่นๆร้อยละ 30 แพฟ แอนด์ พาย ร้อยละ 10 กลิ่นรสของแบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด คือ กลิ่นรสเนย ร้อยละ 25 รองลงมาคือ ชาเขียว ร้อยละ 16 วานิลลา ร้อยละ 13 ใบเตย ร้อยละ 12 ส้ม ร้อยละ 12 ซ็อกโกแลต ร้อยละ 8 อื่นๆ ร้อยละ 8 ขนาดบรรจุของแบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลที่ผู้บริโภคเลือกมากที่สุด คือ 1 ซีนส์ ร้อยละ 42 รองลงมาคือ 2 ซีนส์ ร้อยละ 31 4 ซีนส์ ร้อยละ 13 มากกว่า 4 ซีนส์/อื่นๆ ร้อยละ 5 ภาชนะบรรจุของแบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลที่ผู้บริโภคเลือกมากที่สุดคือ กล่องออลูมิเนียมฟอยล์ ร้อยละ 35 รองลงมาคือ กล่องกระดาษ ร้อยละ 28 กล่องพลาสติก ร้อยละ 19 ถุงพลาสติก ร้อยละ 17 อื่นๆ ร้อยละ 1 สภาพการเก็บแบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาล คือ อุณหภูมิห้อง ร้อยละ 50 รองลงมา คือ อุณหภูมิแช่เย็น ร้อยละ 48 อื่นๆ ร้อยละ 2 สถานที่ในการจัดหน่ายแบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลที่ผู้บริโภคต้องการมากที่สุด คือ ร้านสะดวกซื้อ ร้อยละ 70 รองลงมาคือ ห้างสรรพสินค้า ร้อยละ 46 ซุปเปอร์มาร์เกต ร้อยละ 39 ดิสเคาท์ส โตร์/อื่นๆ ร้อยละ 27 ผู้บริโภคมีความสนใจในผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาล ร้อยละ 89 ไม่สนใจ ร้อยละ 11 (ดังตารางที่ 15)

ผู้บริโภคมีความคิดเห็นและความต้องการต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาล คือ ต้องการให้พัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะใกล้เคียงยี่ห้อ เอส แอนด์ พี โดยมีรูปแบบเป็นแถว/สี่เหลี่ยมหรือซีนส์ไลด์ มีกลิ่นรสเนย บรรจุในกล่องออลูมิเนียมฟอยล์ และให้ความสำคัญด้านความสดใหม่, คุณค่าทางโภชนาการ และรสชาติโดยต้องการให้จำหน่ายในร้านสะดวกซื้อ มีราคาในช่วง 10 – 20 บาท ซึ่งสอดคล้องกับการสำรวจพฤติกรรมผู้บริโภคของพัชรินทร์(2547) และอุศมา(2545)คือผู้บริโภคต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะใกล้เคียงกับตรายี่ห้อ เอส แอนด์ พี ลักษณะเป็นซีนส์ไลด์หรือถ้วย มีกลิ่นรสเนย ให้ความสำคัญกับความสดใหม่และรสชาติ ซึ่งต้องการให้วางจำหน่ายในร้านสะดวกซื้อ

ตารางที่ 14 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคจากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค

N= 100

กลุ่มตัวอย่าง	ความถี่(ร้อยละ)
เพศ	
ชาย	32
หญิง	68
อายุ	
น้อยกว่า 41 ปี	28
41-50 ปี	39
51-60 ปี	31
มากกว่า 60 ปีขึ้นไป	2
การศึกษา	
ต่ำกว่ามัธยมศึกษา/มัธยมศึกษา/อนุปริญญา	22
ปริญญาตรี	59
สูงกว่าปริญญาตรี	19
อาชีพ	
แม่บ้าน/พ่อบ้าน	6
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	74
ธุรกิจส่วนตัว/พนักงานบริษัทเอกชน/อื่นๆ	20
รายได้	
น้อยกว่า 10,000 บาท	18
10,001-20,000 บาท	37
มากกว่า 20,000 บาท	45

ตารางที่ 15 ความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อแบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาล

N=100

		ปัจจัย	ความถี่(ร้อยละ)
รูปแบบ/รูปทรง			
	ซึ้นสไลด์		28
	ถ้วย		20
	กลม		18
	แถว/สี่เหลี่ยม		29
	อื่นๆ		5
ราคาต่อชิ้น			
	10-20 บาท		61
	21-30 บาท		26
	31-40 บาท		4
	41-50 บาท		7
	สูงกว่า 50 บาท/อื่นๆ		2
ตรายี่ห้อ			
	เอสแอนด์พี		60
	ร้านพีฟ แอนด์ พาย		10
	อื่นๆ		30
กลิ่นรส			
	เนย		25
	วนิลา		13
	ชาเขียว		16
	ใบเตย		12
	ส้ม		12
	กาแฟ		6
	ช็อกโกแลต		8
	อื่นๆ		8

ตารางที่ 15 (ต่อ)

		N=100
	ปัจจัย	ความถี่(ร้อยละ)
ขนาดบรรจุ		
	1 ชิ้น	42
	2 ชิ้น	31
	3 ชิ้น	9
	4 ชิ้น	13
	มากกว่า4 ชิ้น/อื่นๆ	5
บรรจุภัณฑ์		
	กล่องอลูมิเนียมฟอยด์	35
	กล่องกระดาษ	28
	กล่องพลาสติก	19
	ถุงพลาสติก	17
	อื่นๆ	1
สภาวะการเก็บ		
	อุณหภูมิห้อง	50
	แช่เย็น	48
	อื่นๆ	2
สถานที่จัดจำหน่าย		
	ร้านสะดวกซื้อ	70
	ห้างสรรพสินค้า	46
	ซูเปอร์มาร์เก็ต	39
	ดิสเคาท์สโตร์/อื่นๆ	27
ความสนใจซื้อแบตเตอรี่เก็บพลังงานและลดน้ำตาล		
	สนใจ	89
	ไม่สนใจ	11

จากการสำรวจกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย พบว่าผู้บริโภคให้ความสำคัญด้านความสดใหม่ คุณค่าทางโภชนาการ และรสชาติ ในระดับมากที่สุด และให้ความสำคัญด้าน เนื้อสัมผัส อายุการเก็บรักษา กลิ่น ราคา ชนิดบรรจุภัณฑ์ สถานที่จัดจำหน่าย ลักษณะปรากฏ รูปทรง และขนาดบรรจุ ในระดับมาก ส่วนปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ผู้บริโภคให้ความสนใจในระดับปานกลาง ดังนั้นสรุปได้ว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์แก้ลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ควรให้ความสนใจในด้าน ความสดใหม่ คุณค่าทางโภชนาการ และรสชาติเป็นสำคัญ ซึ่งมีรายละเอียด (ดังตารางที่ 16) โดยแสดงการคำนวณในภาคผนวก ก

ตารางที่ 16 ความสำคัญของปัจจัยที่ผู้บริโภคให้ความสนใจต่อผลิตภัณฑ์แก้ลดพลังงาน และลดน้ำตาล

N = 100

ความต้องการ	ความถี่แต่ละระดับคะแนน					ค่าคะแนนเฉลี่ย	ความสำคัญของปัจจัย
	1	2	3	4	5		
ลักษณะปรากฏ	3	9	39	33	16	3.50	มาก
กลิ่น	1	4	28	45	22	3.83	มาก**
กลิ่นรส	1	3	16	33	47	4.22	มากที่สุด***
เนื้อสัมผัส	1	5	16	40	38	4.09	มาก
ราคา	0	4	49	24	23	3.66	มาก
ความสดใหม่	0	1	14	26	59	4.43	มากที่สุด
คุณค่าทางโภชนาการ	0	1	14	29	56	4.39	มากที่สุด
รูปแบบ/รูปทรง	0	6	48	37	9	3.49	มาก
ขนาดบรรจุ/หน่วย	1	4	56	31	8	3.41	มาก
ชนิดบรรจุภัณฑ์	0	5	39	41	15	3.66	มาก
อายุการเก็บ	2	5	19	31	43	4.08	มาก
สถานที่จัดจำหน่าย	5	4	38	34	19	3.58	มาก
การส่งเสริมการตลาด	5	11	49	22	13	3.27	ปานกลาง*

หมายเหตุ * หมายถึง ช่วงคะแนน 2.61-3.40 ** หมายถึง ช่วงคะแนน 3.41 – 4.20

*** หมายถึง ช่วงคะแนน 4.21 – 5.00

ระดับคะแนน 1 หมายถึงสำคัญน้อยที่สุด ระดับคะแนน 5 หมายถึงสำคัญมากที่สุด

2. ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กและแบตเตอรี่เค็กจากแป้งข้าวกล้องที่ลดพลังงานและลดน้ำตาลที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

จากการสำรวจผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กและแบตเตอรี่เค็กจากแป้งข้าวกล้องที่ลดพลังงานและลดน้ำตาลที่จัดจำหน่ายในท้องตลาด พบว่าแบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาล ไม่มีจำหน่ายในท้องตลาด และสามารถแบ่งแบตเตอรี่เค็กที่มีจำหน่ายในท้องตลาดได้ดังนี้

1. แบ่งตามอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ พบว่า สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บสั้น ไม่เกิน 7 วัน และผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บนานเกิน 1 เดือน
2. แบ่งตามสภาวะการเก็บ คือ สภาวะการเก็บที่อุณหภูมิห้อง และสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิแช่แข็ง
3. แบ่งตามลักษณะร้านขายเบเกอรี่ คือ ร้านขนมอบที่ตั้งขายอยู่ในศูนย์การค้า ,ร้านขนมอบที่ขายในซูเปอร์มาร์เก็ต หรือคิสเคาท์ส โตร์ และร้านขนมอบประเภท โฮมเมด

โดยผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่จะวางขายที่อุณหภูมิห้อง และส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นรูปแบบสไลด์ รองลงมาคือ รูปแบบถ้วย, ซันดีเหลียม และปอนด์กลม มีขนาดบรรจุตั้งแต่ 45 – 400 กรัม ตามรูปแบบแบตเตอรี่เค็กที่กล่าวมาข้างต้น มีราคาจัดจำหน่ายหลายราคาตามยี่ห้อและขนาดบรรจุ มีภาชนะบรรจุส่วนใหญ่เป็นถุงพลาสติก และกล่องพลาสติก สำหรับผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กที่แช่แข็งนั้นมีรูปแบบเดียว คือแบบแถว มีขนาดบรรจุ 300 กรัม บรรจุในกล่องอูมิเนียมฟอยด์ รายละเอียดยุโรป (ตารางที่17) และมีส่วนผสมใน(ตารางที่18) จะพบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมอบส่วนใหญ่มีส่วนผสมหลักจำพวก แป้ง ไขมัน ไข่ไก่ น้ำตาล และมีเส้นใยจากอาหารน้อย ซึ่งเป็นที่มาของโคเลสเตอรอล (มดิชน, 2546) ถ้ารับประทานเป็นประจำ จะทำให้เสี่ยงต่อการเป็นโรคต่างๆ หลายโรคได้แก่ โรคไขมันอุดตันในหลอดเลือด โรคเบาหวาน โรคอ้วน และโรคอื่นๆ และเกิดปัญหาโภชนาการเกินที่มากขึ้น ซึ่งทำให้เกิดอันตราย เสี่ยงต่อการเสียชีวิต โดยเฉพาะในคนที่มีอายุตั้งแต่วัยกลางคนขึ้นไป ถึงผู้สูงอายุ แนวทางการรับประทานอาหารที่สามารถหลีกเลี่ยงปัญหาเหล่านี้ได้คือ หลีกเลี่ยงการรับประทานน้ำตาล , ไขมัน และเพิ่มการรับประทานเส้นใย และจากการทดลองของอุสมามาและคณะ (2545) พบว่าสามารถใช้แป้งข้าวหอมมะลิทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กได้ร้อยละ 100 ซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และจากการทดลองของพัชรินทร์และคณะ (2547) พบว่า สามารถ

ผลิตแบตเตอรี่เก็บพลังงานจากฟลาไวน์สำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์-50 ซึ่งสามารถลดพลังงาน
ได้ร้อยละ 32 ดังนั้นงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาแบตเตอรี่เก็บพลังงานและไม่เติมน้ำตาล
จากแป้งข้าวกล้อง เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค

ตารางที่ 17 ผลการสำรวจผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กที่จำหน่ายในท้องตลาด

อุณหภูมิห้อง						
ตรายี่ห้อ	ผู้ผลิต	รูปแบบ	ขนาด	ราคา	บรรจุภัณฑ์	
1. S&P	บริษัท เอส แอนด์ พี ซินดิเคท จำกัด (มหาชน)	สไลด์เป็นชั้น	45 กรัม/ชั้น	15 บาท	ถุงพลาสติก	
2. เบเกอร์รี่ช	บริษัท ซี.พี.ค้าปลีกและการตลาด จำกัด	สไลด์เป็นชั้น	55 กรัม / ชั้น	13 บาท	ถุงพลาสติก	
		แถวเล็ก	90 กรัม /pack	18 บาท	กล่องพลาสติก	
		ถ้วย	85 กรัม/pack	18 บาท	กล่องพลาสติก	
		ถ้วย	105 กรัม	18 บาท	กล่องพลาสติก	
3. ลิตเติ้ล โฮม	บริษัท ลิตเติ้ล โฮม จำกัด	แถว	-	65 บาท	ถุงพลาสติก	
4. กาว์โตร์เฮาส์	บริษัท กาว์โตร์เฮาส์	ชั้นสี่เหลี่ยม	100 กรัม,/pack	28 บาท	กล่องพลาสติก	
		ขนาด 3.5*3"				
5. Deliya	บริษัท Deliya	สไลด์เป็นชั้น	-	25 บาท	พลาสติกสำหรับห่อ อาหาร	
6. Genie's	บริษัท Genie's	สไลด์เป็นชั้น	60 กรัม	10 บาท	พลาสติกห่ออาหาร	

ตารางที่ 17 (ต่อ)

อุณหภูมิห้อง						
ตรายี่ห้อ	ผู้ผลิต	รูปแบบ	ขนาด	ราคา	บรรจุภัณฑ์	
7. Top bakery	บริษัท ซีพีและการตลาด จำกัด	แถวสไลด์	185 กรัม	30 บาท	กล่องพลาสติก	
8. My Bread	-	สไลด์เป็นชั้น	-	12 บาท	ถุงพลาสติก	
9. เบเกอรี่คุณดี	ร้านเบเกอรี่	แถว	-	25 บาท	กล่องพลาสติก	
10. ร้าน victory	ร้านเบเกอรี่	แถว	-	55 บาท	กล่องพลาสติก	
		สไลด์เป็นชั้น	-	10 บาท	ถุงพลาสติก	
		ปอนด์	-	170 บาท	กล่องกระดาษ	
11. ร้านเค้กวังทอง	ร้านเบเกอรี่	วงกลมสไลด์	400 กรัม	35 บาท	กล่องกระดาษมีหน้าต่าง	
12. ร้านเค้กวันทนา	ร้านเบเกอรี่	วงกลมสไลด์	350 กรัม	29 บาท	กล่องกระดาษมีหน้าต่าง	
13. Big C	Big C	สไลด์เป็นชั้น	50 กรัม/ชั้น	12 บาท	ถุงพลาสติก	
14. เลอแปง	บริษัทซีพีค้าปลีก จำกัด(มหาชน)	ถ้วย	70 กรัม/ชั้น	10 บาท	ถุงพลาสติก	
15. ยูโร่	บริษัท ยูโรเบียนฟู๊ดส์ จำกัด (มหาชน)	ถ้วย	40 กรัม/ชั้น	10 บาท	ถุงอูมิเนียมฟอยด์บรรจุ ก๊าซไนโตรเจน	

ตารางที่ 17 (ต่อ)

แช่แข็ง					
ตรายี่ห้อ	ผู้ผลิต	รูปแบบ	ขนาด	ราคา	บรรจุภัณฑ์
1. S&P	บริษัท เอส แอนด์ พี ซินดิเคท จำกัด (มหาชน)	เป็นแถว	300 กรัม/แถว	69 บาท	กล่องอลูมิเนียมฟอยล์
2. Saralee	บริษัท คีส์แฮมป์	เป็นแถว	300 กรัม/แถว	155 บาท	กล่องอลูมิเนียมฟอยล์

ตารางที่ 18 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็ก

ผลิตภัณฑ์	ประเภท	ตราชื่อ	ส่วนผสม
แบตเตอรี่เค็ก	อุณหภูมิจากห้อง	S&P	แป้งสาลี, ไข่ไก่, น้ำตาลทราย, เนยสด, น้ำ, นมผง, เกลือ
		เบเกอร์รี่	แป้งสาลี 21% , น้ำตาลทราย 21 % , ไข่ไก่ 20%, เนยสด 10.5%, เนยเทียม 10.5%, นมผง 3% , เกลือ 0.6%, ผงฟู 0.4%
		Genie's	แป้งสาลี 27%, นมถั่วเหลือง 24%, บลูเบอร์รี่ 22%, น้ำตาล 17%, มาการีน 8% ผงฟู 1%
		ร้านเค็ก วังทอง	แป้งสาลี 20 % , ไข่ไก่ 30 % , นมสด 15 % , เนยสด 15% , น้ำตาลทราย 10% , น้ำมันพืช 5 % , เนย 5 %
		ร้านเค็ก	
		วันทนา	แป้งสาลี 20 % , ไข่ไก่ 30 % , นมสด 15 % , เนยสด 15% , น้ำตาลทราย 10% , น้ำมันพืช 5 % , เนย 5 %
		ยูโร่	น้ำตาล 28%, แป้งสาลี 28%, เนย 23%, ไข่ 21%
		เบเกอร์รี่คุณดี	แป้งสาลี 20%, ไข่ไก่ 30%, นม 15%, น้ำตาลทราย 10% , เนย 5%
		ลิตเติ้ลโฮม	-
		กาวัตร์เออส์	-
Deliya	-		
เลอแปง	-		

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์	ประเภท	ตรายี่ห้อ	ส่วนผสม
		Big C	-
		Victory	-
		My bread	-
		Top bakery	-
	แช่แข็ง	S&P	แป้งสาลี, ไข่ไก่, น้ำตาลทราย, เนยสด, น้ำ, นมผง, เกลือ
		Saralee	น้ำตาลทราย 24.5 % , ไข่ 23%, แป้งสาลี 22%, เนย 19%

- หมายถึง ไม่ได้ระบุไว้ในฉลาก

3. ผลการเตรียมวัตถุดิบและการวิเคราะห์คุณภาพของแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105

ผลจากการโม่และร่อนแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 พบว่ามีปริมาณ yield จากการโม่ ร้อยละ 90.87 และมีปริมาณ Yield จากการร่อนผ่านตะแกรง 100 Mesh ร้อยละ 78.68 นำแป้งข้าวกล้องที่มีความละเอียด 100 Mesh , แป้งข้าวขาวหอมมะลิ และแป้งสาลีอเนกประสงค์ มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และทางกายภาพพบว่า แป้งข้าวกล้องมีปริมาณสารอาหาร มากกว่าแป้งข้าวขาวหอมมะลิ และแป้งสาลีอเนกประสงค์ และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณอะมิโลส พบว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์มีอะมิโลส 26.6 ซึ่งมากกว่าแป้งข้าวกล้องและแป้งข้าวขาว ที่มีปริมาณอะมิโลส 16.83, 16.60 ตามลำดับ แป้งข้าวกล้องมีค่าความสว่างน้อยกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์และแป้งข้าวขาว (ดังตารางที่ 19)

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการพองตัวและการละลายของแป้ง พบว่าแป้งข้าวขาวมีกำลังการพองตัวและละลายน้ำสูงที่สุด รองลงมา คือแป้งข้าวกล้อง และแป้งสาลีอเนกประสงค์ สามารถอธิบายได้จาก Tester และ Morrison (1994) แป้งที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำสุด จะมีความสามารถในการพองตัวและการละลายสูงสุด เนื่องจากอะมิโลเพกดินมีผลทำให้เม็ดสตาร์ชพองตัวในน้ำได้ดี ส่วนอะมิโลสที่น้อยเนื่องจากมีพันธะไฮโดรเจนยึดเหนี่ยวมากจึงทำให้มีการจับตัวกับน้ำน้อยทำให้เกิดการพองตัวน้อย

จากการนำแป้งข้าวกล้อง แป้งข้าวหอมมะลิ และแป้งสาลี มาศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหนืดอย่างรวดเร็ว โดยเครื่อง Rapid Visco Analysis (ดังตารางที่ 20 และภาพที่ 9) จะสามารถอธิบายคุณสมบัติด้านความข้นหนืดได้ดังนี้

1. อุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงความหนืด (Pasting Temperature) หรืออุณหภูมิต่ำสุดที่ต้องใช้ในการทำให้แป้งสุก พบว่าแป้งข้าวกล้อง และแป้งข้าวหอมมะลิ มี Pasting Temperature 78.95 และ 75.00 องศาเซลเซียสตามลำดับ ซึ่งแป้งทั้ง 2 ชนิด มี pasting Temperature สูงกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์ ซึ่งแป้งสาลีอเนกประสงค์มีค่า Pasting Temperature เท่ากับ 72.60 องศาเซลเซียส ซึ่งในกระบวนการเกิดเจลลาติไนซ์ เกิดจากการให้ความร้อนกับสารละลายน้ำแป้ง ทำให้พันธะไฮโดรเจนคลายตัว เม็ดแป้งจะคูดน้ำแล้วพองตัว ส่วนผสมของน้ำแป้งจะมีความหนืดและใสมากขึ้น (กล้าณรงค์และเกื้อกุล, 2546) ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าการพองตัวกับอุณหภูมิในการเปลี่ยนแปลงค่า

ความหนืด พบว่าแป้งที่มีกำลังการพองตัวสูงกว่า จะมีอุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดต่ำกว่า

2. ค่าความหนืดสูงสุด (Peak Viscosity) เมื่อพิจารณาค่าความหนืดสูงสุด ซึ่งเป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย และเป็นค่าที่บอกถึงความสามารถของแป้งในการจับตัวกับน้ำและแรงที่ต้องใช้ในการกวนหรือผสมในอาหาร แป้งข้าวกล้องและแป้งข้าวหอมมะลิ มีค่าความหนืดสูงสุดมากกว่าแป้งสาลี แสดงว่าการต้มน้ำแป้งทำให้แป้งข้าวพองตัวได้ดีกว่าแป้งสาลี

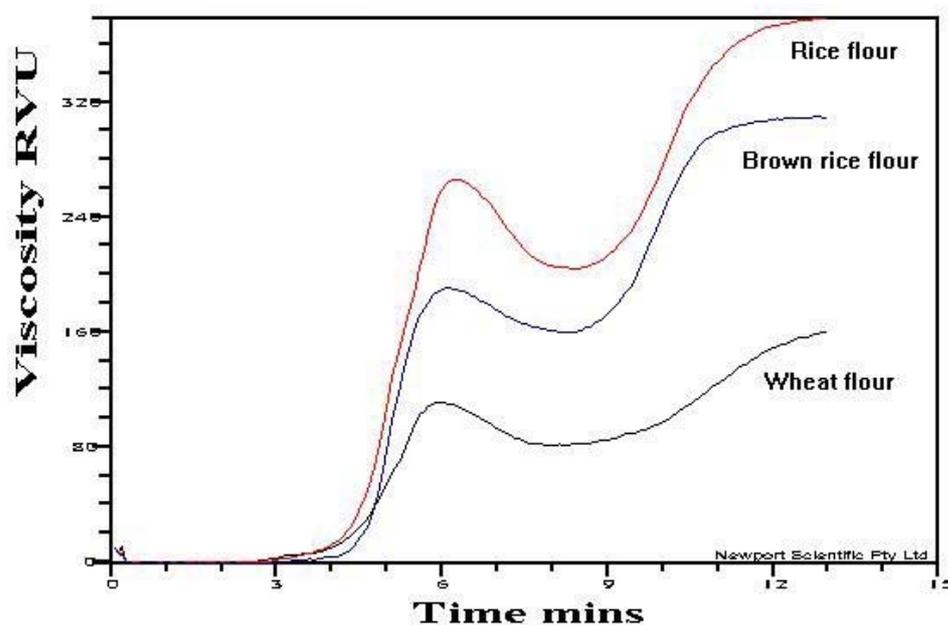
3. ค่าความหนืดต่ำสุด (Trough Viscosity) ค่าความหนืดต่ำสุดจะบอกถึงค่าความหนืดต่ำสุดของแป้งที่เกิดจากการให้ความร้อน และแรงกวนที่ใช้ในการผสม (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2546) กล่าวว่า การใช้ความร้อนสูงหรือมีการใช้แรงกวนมากจะทำให้เม็ดแป้งแตก และความหนืดลดลง จากการศึกษา พบว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์มีค่าความหนืดต่ำสุด น้อยที่สุด เนื่องมาจากแป้งข้าวสาลีมีกำลังการพองตัวต่ำทำให้โครงสร้างผลึกภายในเม็ดแป้งถูกทำลายน้อย จึงมีความสามารถในการคงทนต่อแรงกวนมากกว่า แป้งข้าวกล้องและแป้งข้าวหอมมะลิ

4. ค่าความแตกต่างระหว่างค่าความหนืดสูงสุด และความหนืดต่ำสุด (Breakdown) เมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างค่าความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุด ซึ่งจะบอกถึงความสามารถในการคงทนต่ออุณหภูมิ และการกวนที่เป็นปัจจัยที่สำคัญในหลายกระบวนการผลิต พบว่าแป้งข้าวกล้องมีค่า เท่ากับ 34.09 RVU แป้งข้าวหอมมีค่าเท่ากับ 65.21 RVU และแป้งสาลีอเนกประสงค์มีค่าเท่ากับ 30.80 RVU เนื่องจากการต้มน้ำของน้ำแป้งข้าวพองตัวได้ดีกว่าแป้งสาลี และแป้งบางส่วนเกิดการแตกตัวทำให้ความหนืดลดลง

5. ค่าความหนืดสุดท้าย (Final Viscosity) เมื่อพิจารณาถึงค่าความหนืดสุดท้ายจะทำให้สามารถบอกถึงคุณภาพของแป้ง และเป็นตัวบ่งชี้ว่ามีลักษณะเป็นแป้งเปียกหรือเจลเมื่อผ่านการให้ความร้อนและความเย็นเมื่อลดอุณหภูมิของน้ำแป้งให้เย็น พบว่าแป้งทั้ง 3 ชนิด มีค่าความหนืดสุดท้ายมากกว่าความหนืดต่ำสุด แสดงว่าเมื่อผ่านความร้อนและทำให้เย็นน้ำแป้งจะมีลักษณะเป็นเจล และการที่แป้งข้าวกล้องและแป้งข้าวหอมมะลิมีค่าความหนืดสุดท้ายสูงกว่าแป้งสาลีสามารถอธิบายได้ เนื่องจากเมื่อเกิดการจัดเรียงตัวใหม่ของอะมิโลส พันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลเกิดเป็นร่างแหสามมิติ ซึ่ง โครงร่างนี้จะไม่อุ้มน้ำและไม่มีการควบแน่นน้ำเข้ามาอีก มีความหนืดคงตัวมากขึ้น เกิดลักษณะเจลเหนียว (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2546) ซึ่งทั้งแป้งข้าวกล้อง, แป้งข้าวหอมมะลิ

และแป้งสาลีอเนกประสงค์ มีความหนืดเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของความหนืด ซึ่งเป็นผลจากการเกิด Retrogradation นี้ แสดงถึงความคงตัวของแป้งเปียก(Consistency) ซึ่งพบว่าแป้งข้าวก้อนและแป้งข้าวขาวหอมมะลิตมีความคงตัวมากกว่าแป้งสาลีอเนกประสงค์

6. ค่าการคืนตัว (Setback Viscosity) เมื่อพิจารณาค่าการคืนตัว สามารถวิเคราะห์ได้จากผลต่างของค่าความหนืดสุดท้ายกับความหนืดสูงสุด (Set Back from Peak) จากการทดลองพบว่าระดับการคืนตัวของแป้งมากที่สุดคือ แป้งข้าวก้อน รองลงมาคือ แป้งข้าวขาวหอมมะลิและแป้งสาลีอเนกประสงค์ตามลำดับ ซึ่งการคืนตัวของแป้งมีความสอดคล้องกับปริมาณอะมิโลสของแป้งแต่ละชนิด โดยแป้งที่มีปริมาณอะมิโลสสูงจะมีแนวโน้มการคืนตัวได้ดี แต่การที่แป้งข้าวก้อนและแป้งข้าวขาวหอมมะลิที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำกว่าแป้งสาลี แต่มีค่าการคืนตัวสูงกว่า เนื่องจากแป้งข้าวก้อนและแป้งข้าวเจ้ามีไขมันสูงและมีโมเลกุลอะมิโลสขนาดเล็ก ทำให้เกิดการจับตัวกับอะมิโลสเป็น Amylase-Lipid Complex ซึ่งจะ ไปเสริมความแข็งแรงให้แก่เจลแป้งที่ได้ จึงมีค่าการคืนตัวสูงกว่าแป้งสาลี (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2546)



ภาพที่ 9 กราฟค่าความหนืดของแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105, แป้งข้าวหอมมะลิ และแป้งสาลีอเนกประสงค์

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105, แป้งข้าวหอมมะลิ และแป้งสาลีอเนกประสงค์

คุณสมบัติ	วัตถุดิบ		
	แป้งข้าวกล้อง	แป้งข้าวหอมมะลิ	แป้งสาลีอเนกประสงค์
Peak Viscosity (RVU)	187.53	265.99	112.39
Trough 1(RVU)	153.43	200.79	81.59
Breakdown (RVU)	34.09	65.21	30.80
Final Viscosity(RVU)	303.81	372.82	162.75
Setback (RVU)	116.28	106.83	50.93
Pasting Temp (°C)	78.95	75.00	72.60

ตารางที่ 20 คุณภาพแป้งข้าวกล้องพันธุ์ดอกมะลิ105 แป้งข้าวหอมมะลิ และแป้งข้าวสาลี
อเนกประสงค์

คุณภาพแป้ง	แป้งข้าวกล้อง	แป้งข้าวหอมมะลิ	แป้งสาลี อเนกประสงค์
L*	87.82	93.08	92.46
a*	0.96	0.05	0.42
b*	10.58	5.69	7.82
dE*	10.25	-	5.52
a _w	0.43	0.50	0.59
ความชื้น	9.23	8.03	11.57
การพองตัว	9.67	10.52	8.56
การละลาย	2.96	6.42	2.22
กลูเตนเปียก	-	-	33.39
กลูเตนแห้ง	-	-	11.48
ปริมาณอะมิโลส	16.83	16.1	24.4
ไขมัน	2.84	0.85	0.40
เถ้า	1.48	0.49	0.28
โปรตีน	7.82	5.71	7.33
ใยอาหาร	1.04	0.75	0.65
คาร์โบไฮเดรต	77.58	84.67	79.79

4. ผลการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เค้กแป้งข้าวกล้องลดพลังงานและลดน้ำตาล

4.1 ผลการศึกษาการทดแทนแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ในสูตรลดไขมัน

จากการวัดค่าคุณภาพทางกายภาพพบว่าค่าสี, ค่าความแข็ง, ค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน, ค่าดัชนีความยืดหยุ่น, ค่าความทนทานต่อการบดเคี้ยว, ค่าปริมาตรจำเพาะ ของสูตรไขมันเต็มและสูตรลดไขมัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และ

จากการประเมินค่าทางประสาทสัมผัสพบว่า ลักษณะปรากฏ , กลิ่นเนย , ความหวาน , รสชาติรวม , ความนุ่ม , ความชอบรวมของทั้ง 2 สูตรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยสูตรลดไขมันจะมีคะแนนความชอบมากกว่าสูตรไขมันเต็ม (ดังตารางที่ 21) แสดงว่าสามารถทดแทนแป้งข้าวกล้องลงในสูตรลดไขมันได้ร้อยละ 100

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยของค่าทางกายภาพ และคะแนนความชอบเฉลี่ยของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของบัตเตอร์เค้กแป้งข้าวกล้องสูตรไขมันเต็มและสูตรลดไขมัน

คุณภาพ	บัตเตอร์เค้กแป้งข้าวกล้อง สูตรไขมันเต็ม	บัตเตอร์เค้กแป้งข้าวกล้อง สูตรลดไขมัน
ค่าคุณภาพทางกายภาพ		
สีเนื้อเค้ก ($L^*^{ns} a^{*ns} b^{*ns}$)	60.01 /0.10/14.12	60.00/0.10/14.11
ปริมาตรจำเพาะ ^{ns} (cm ³ /g.)	2.59 ± 0.09	2.52 ± 0.12
ความแข็ง ^{ns} (N)	2.52 ± 0.63	2.54 ± 0.47
ค่าความสามารถในการเกาะตัว ^{ns} (-)	0.49 ± 0.04	0.45 ± 0.03
ค่าความสามารถในการคืนตัว ^{ns} (mm)	7.49 ± 0.30	7.38 ± 0.60
ดัชนีความสามารถในการคืนตัว ^{ns} (-)	0.81 ± 0.01	0.80 ± 0.06
ความทนทานในการเคี้ยว ^{ns} (Nmm)	0.02 ± 0.01	0.01 ± 0.05
ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส		
ลักษณะปรากฏ	6.07 ^b	7.57 ^a
กลิ่นเนย	6.42 ^b	7.70 ^a
รสหวาน	6.14 ^b	7.56 ^a
รสชาติโดยรวม	6.34 ^b	7.43 ^a
ความนุ่ม	6.45 ^b	7.56 ^a
ความชอบโดยรวม	6.58 ^b	7.90 ^a

หมายเหตุ ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแวนอนเดียวกันแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

a-b หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแวนอนเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.2 ผลการศึกษาการทดแทนน้ำตาล

เมื่อทดแทนน้ำตาลโดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture Design โดยศึกษา 3 ปัจจัย คือ Lactitol , Polydextrose , Acesulfame K โดยสาร Lactitol , Polydextrose ทำหน้าที่เป็น Bulking Agent และ สาร Acesulfame K ทำหน้าที่เป็นสารให้ความหวาน ได้ สิ่งทดลองทั้งหมด 5 สิ่ง ทดลอง พบว่าทุกสิ่งทดลองมีลักษณะปรากฏไม่ต่างกัน คือ พบรอยแตกด้านหน้าเล็กน้อยไม่พบ รอยเป่งคิบบ ไม่พบรอยเส้นวงแหวนในเนื้อเค้ก ไม่พบเนื้อเค้กที่เป็นโพรง มีสมมาตร เนื้อเค้กมี ลักษณะเนียน มีลักษณะฟองอากาศละเอียดและผลจากการวัดค่าทางกายภาพ พบว่าค่าความแข็งของ สูตรที่ใช้ Lactitol และ Lactitol ร่วมกับ Acesulfame K มีค่าความแข็งใกล้เคียงสูตรพื้นฐาน และมีความแข็งน้อยกว่าสูตรที่มีส่วนผสมของ Polydextrose (ดังตารางที่ 22) และจากการประเมินค่าทาง ประสาทสัมผัสพบว่าสูตรที่ใช้สาร Lactitol ร่วมกับสาร Acesulfame K ผู้บริโภคให้คะแนน ความชอบในระดับชอบปานกลาง และไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความ เชื่อมั่นร้อยละ 95 (ดังตารางที่ 23) เนื่องจาก Polydextrose ส่งผลให้ Batter มีความหนืดมากกว่า สูตรที่เติม Lactitol และสูตรที่เติมน้ำตาล ส่งผลให้การขยายตัวของฟองอากาศในส่วนผสมขณะที่ ให้ความร้อนเกิดขึ้นได้ค่อนข้างยาก เค้กจึงมีลักษณะไม่ขึ้นฟู มีเนื้อสัมผัสที่แข็งกว่าและมีปริมาตร ต่ำกว่าสูตรที่ใช้ Lactitol และสูตรที่ใช้น้ำตาล นอกจากนี้ Polydextrose จะมี After Taste ขม เล็กน้อย จึงส่งผลให้คะแนนความชอบต่ำ (Amanda and Carole, 1993; อติศักดิ์, 2545) และมี รายงานว่า Lactitol สามารถนำมาทดแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์เค้กได้ทั้งหมด และให้คุณสมบัติ ความหนืดของ Batter เค้ก, อายุการเก็บ, ปริมาตรจำเพาะ, เนื้อสัมผัส และคุณภาพทางประสาท สัมผัส คล้ายกับสูตรที่ใช้น้ำตาลทราย (Control) (Amanda and Carole, 1993) ดังนั้นจึงเลือกสูตรที่มี ส่วนผสมของ Lactitol และ Acesulfame K มาพัฒนา

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยของค่าคุณลักษณะด้านกายภาพและของสิ่งทดลองในแผนการทดลอง Mixture Design เปรียบเทียบกับ Control

สิ่งทดลอง	คุณลักษณะ					ค่าสี		
	ความแข็ง	ความสามารถ	ความสามารถ	ความทนทาน	ปริมาตร	L*	a*	b*
	(N)	ในการ เกาะตัว(-)	ในการกินตัว (Index)	ในการเคี้ยว (Nmm)	จำเพาะ (cm ³ /g)			
1. Lactitol	2.56± 0.16 ^c	0.43 ± 0.01 ^b	0.78 ± 0.02 ^a	0.006 ± 0.01 ^{bc}	2.68± 0.48 ^{ab}	64.60 ± 0.50 ^a	0.32 ± 0.03 ^d	13.03 ± 0.45 ^d
2. Polydextrose	2.81 ± 0.15 ^a	0.49 ± 0.01 ^a	0.74 ± 0.08 ^b	0.009 ± 0.04 ^a	2.65 ± 0.54 ^c	62.43 ± 0.20 ^c	1.32 ± 0.15 ^a	11.14 ± 0.53 ^c
3. Lactitol + Acesulfame K	2.55 ± 0.09 ^c	0.44 ± 0.01 ^b	0.79 ± 0.04 ^a	0.005 ± 0.06 ^c	2.69 ± 0.35 ^{ab}	64.58 ± 0.35 ^a	0.43 ± 0.02 ^c	14.31 ± 0.32 ^c
4. Polydextrose + Acesulfame K	2.84 ± 0.24 ^a	0.48 ± 0.08 ^a	0.73 ± 0.08 ^b	0.008 ± 0.08 ^{ab}	2.64 ± 0.21 ^c	62.46 ± 0.46 ^c	1.14 ± 0.05 ^b	18.25 ± 0.14 ^a
5. Polydextrose + Lactitol + Acesulfame K	2.70 ± 0.12 ^b	0.45 ± 0.06 ^b	0.75 ± 0.02 ^b	0.007 ± 0.06 ^{abc}	2.67 ± 0.16 ^{bc}	63.16 ± 0.23 ^b	0.17 ± 0.05 ^e	15.64 ± 0.09 ^d
6. control (น้ำตาล)	2.53 ± 0.13 ^c	0.44 ± 0.09 ^b	0.80 ± 0.06 ^a	0.004 ± 0.06 ^c	2.70 ± 0.16 ^a	64.56 ± 0.23 ^a	0.10 ± 0.01 ^e	14.66 ± 0.13 ^c

หมายเหตุ a-c หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบเฉลี่ยของสิ่งทดลองในแผนการทดลอง Mixture Design เปรียบเทียบกับ Control

สิ่งทดลอง	คุณลักษณะ					
	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นเนย	ความหวาน	รสชาติรวม	ความนุ่ม	ความชอบรวม
1. Lactitol	6.53 ^{cd}	5.90 ^{cd}	5.40 ^b	5.06 ^b	6.33 ^b	6.16 ^b
2. Polydextrose	5.87 ^d	5.36 ^d	4.20 ^c	4.00 ^c	5.30 ^c	5.03 ^c
3. Lactitol + Acesulfame K	7.50 ^{ab}	7.16 ^{ab}	7.20 ^a	7.50 ^a	7.30 ^a	7.40 ^a
4. Polydextrose + Acesulfame K	6.63 ^{bcd}	6.73 ^{bc}	5.56 ^b	5.63 ^b	6.17 ^{bc}	5.97 ^b
5. Polydextrose + Lactitol + Acesulfame K	6.80 ^{abc}	6.96 ^{abc}	6.36 ^{bc}	5.96 ^b	5.93 ^{bc}	5.76 ^{bc}
6. control (น้ำตาล)	7.57 ^a	7.70 ^a	7.56 ^a	7.43 ^a	7.56 ^a	7.90 ^a

หมายเหตุ a-d หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เมื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสมาทำการ จำแนกกลุ่มตัวแปรด้วยเทคนิค Cluster Analysis (ดังภาพที่ 10) โดยพิจารณาจากระยะห่างของการรวมกลุ่ม ถ้าระยะห่างน้อยที่สุด หมายถึง สิ่งทดลองนั้นจะอยู่กลุ่มเดียวกัน พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มออกได้ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ได้แก่สิ่งทดลองที่ 1, สิ่งทดลองที่ 4 และสิ่งทดลองที่ 5
กลุ่มที่ 2 ได้แก่ สิ่งทดลองที่ 2
กลุ่มที่ 3 ได้แก่ สิ่งทดลองที่ 3 และ Control

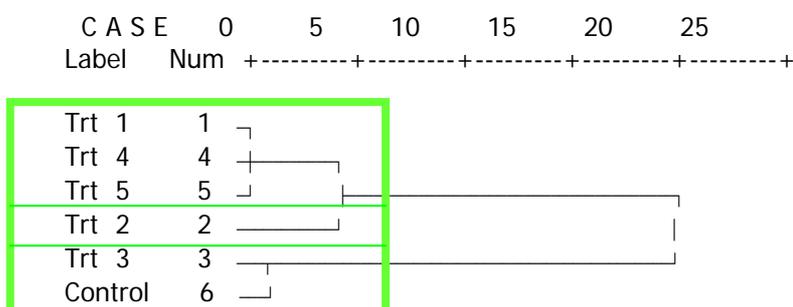
การจัดกลุ่มจะใช้คะแนนความชอบของคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกันในแต่ละกลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 จะมีคะแนนความชอบระดับเฉยๆ ถึงระดับชอบเล็กน้อย กลุ่มที่ 2 มีเพียงสิ่งทดลองที่ 2 เพราะสิ่งทดลองที่ 2 มีคะแนนความชอบในคุณลักษณะปรากฏ กลิ่นเนย ความนุ่ม และความชอบรวมในระดับเฉยๆ และคุณลักษณะความชอบรวมและความหวาน ในระดับชอบไม่ชอบเล็กน้อย และคะแนนความชอบทุกคุณลักษณะที่น้อยกว่าสิ่งทดลองอื่น กลุ่มที่ 3 จะมีคะแนนความชอบปานกลางในทุกคุณลักษณะ (ดังตารางที่ 23)

เมื่อนำผลที่ได้จากการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ มาทำการจำแนกกลุ่มตัวแปรด้วยเทคนิค Cluster Analysis (ดังภาพที่ 11) โดยพิจารณาจากระยะห่างของการรวมกลุ่ม ถ้าระยะห่างน้อยที่สุด หมายถึง สิ่งทดลองนั้นจะอยู่กลุ่มเดียวกัน พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มออกได้ดังนี้ คือ
กลุ่มที่ 1 ได้แก่ สิ่งทดลองที่ 1, สิ่งทดลองที่ 3 และสิ่งทดลองที่ 6
กลุ่มที่ 2 ได้แก่ สิ่งทดลองที่ 5
กลุ่มที่ 3 ได้แก่ สิ่งทดลองที่ 2 กับ สิ่งทดลองที่ 4

การแบ่งกลุ่มจะใช้ค่าทางกายภาพที่มีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละกลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 มีสิ่งทดลอง 3 และ 6 เนื่องจาก ค่าความแข็ง, ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน, ความสามารถในการคืนตัว และความทนทานต่อการบดเคี้ยว มีค่าใกล้เคียงกัน และไม่แตกต่างทางสถิติ กลุ่มที่ 2 มีสิ่งทดลองที่ 2 และ 4 มีค่าเนื่องจาก ค่าความแข็ง, ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน, ความสามารถในการคืนตัว และความทนทานต่อการบดเคี้ยว มีค่ากายภาพใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างทางสถิติ (ดังตารางที่ 22) กลุ่มที่ 3 มีสิ่งทดลองที่ 5 เนื่องจากมีค่าความแข็งและความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ไม่แตกต่างทางสถิติจากกลุ่มที่ 1 ค่าความสามารถในการคืนตัวไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มที่ 3 และความทนทานต่อการบดเคี้ยวไม่แตกต่างกับทั้ง 2 กลุ่ม

สรุปได้ว่าสิ่งทดลองที่อยู่ กลุ่มเดียวกันกับ Control ทั้งทางด้านกายภาพและทางประสาทสัมผัส คือสิ่งทดลองที่ 3 คือสิ่งทดลองที่มีส่วนผสมของ Lactitol และ Acesulfame K แสดงว่าสิ่งทดลองที่ 3 มีลักษณะทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสคล้ายกับ Control มากที่สุด ดังนั้นสิ่งทดลองที่ถูกคัดเลือกจากการทดลองนี้เพื่อไปศึกษาต่อ คือสิ่งทดลองที่มีส่วนผสมของ Lactitol และ Acesulfame K

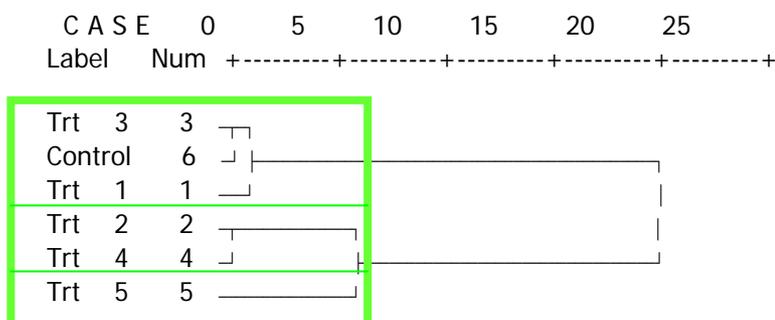
Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)
Rescaled Distance Cluster Combine



ภาพที่ 10 แสดง Dendrogram จากการทำ Cluster analysis ของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

Rescaled Distance Cluster Combine



ภาพที่ 11 แสดง Dendrogram จากการทำ Cluster Analysis ของคุณลักษณะทางกายภาพ

หมายเหตุ สิ่งทดลองที่ 1 คือ สูตรที่มีส่วนผสม Lactitol

สิ่งทดลองที่ 2 คือ สูตรที่มีส่วนผสม Polydextrose

สิ่งทดลองที่ 3 คือ สูตรที่มีส่วนผสม Lactitol และ Acesulfame K

สิ่งทดลองที่ 4 คือ สูตรที่มีส่วนผสม Polydextrose และ Acesulfame K

สิ่งทดลองที่ 5 คือ สูตรที่มีส่วนผสม Lactitol, Polydextrose และ Acesulfame K

สิ่งทดลองที่ 6 คือ สูตรควบคุม (Control) ที่มีส่วนผสมของน้ำตาล

4.3 ผลการศึกษาชนิดของ Maltodextrin และปริมาณกัวร์กัม

เมื่อศึกษาชนิดของ Maltodextrin และปริมาณกัวร์กัม โดยวางแผนการทดลองแบบ Full Factorial in CRD ศึกษา 2 ปัจจัย คือ ชนิดของ Maltodextrin ได้แก่ DE 10, DE 15, DE 18 และ ปัจจัยที่ 2 คือ ปริมาณกัวร์กัม ได้แก่ ร้อยละ 0, 0.25, 0.5, 0.75 ของน้ำหนักทั้งหมด ตามลำดับ ซึ่ง สิ่งทดลองทั้งหมด 12 สิ่งทดลอง นำสิ่งทดลอง 12 สิ่งทดลองมาคัดเลือกโดยพิจารณาจากลักษณะ ปรากฏ พบว่าบัตเตอร์เค้กที่มีส่วนผสม DE 18 มีลักษณะปรากฏ คือ ผิวหน้าและ และติดบรรจุภัณฑ์ เนื่องจากที่ DE ที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ความสามารถในการดูดความชื้นมากขึ้น (Anonymous, 2004) จึง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่แฉะเพิ่มมากขึ้น และมีลักษณะดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น (ดังภาพที่ 12) ดังนั้น อีก 8 สิ่งทดลองจึงทำการคัดเลือกโดยใช้ค่าทางกายภาพ คือ ค่าความแข็ง, ค่าความสามารถ ในการเกาะรวมตัวกัน, ค่าดัชนีความยืดหยุ่น, ค่าความทนทานต่อการบดเคี้ยว, ค่าปริมาตรจำเพาะ, กฎหมายข้อบังคับ พบว่าทั้ง 8 สูตร มีค่าทางกายภาพไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความ เชื่อมั่นร้อยละ 95 (ดังตารางที่ 24) แต่เมื่อพิจารณาด้านข้อกำหนดปริมาณการใช้กัวร์กัม พบว่าไม่ ควรใช้เกิน ร้อยละ 0.35 ของน้ำหนักทั้งหมด (Leonard, 1996) จึงนำสูตรที่มีส่วนผสมของกัวร์กัม ไม่ เกิน 0.35 ดังนั้นสูตรที่คัดเลือกมาทั้ง 4 สูตร มาพิจารณาในด้านการประเมินคุณภาพทางประสาท สัมผัส คือ 1. DE 10 Guar Gum 0% 2. DE 10 Guar Gum 0.25% 3. DE 15 Guar Gum 0% 4. DE 15 Guar Gum 0.25% พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 (ดังตารางที่ 25)



ภาพที่ 12 A ลักษณะปรากฏของสิ่งทดลองที่มีส่วนผสมของ DE 10
 B ลักษณะปรากฏของสิ่งทดลองที่มีส่วนผสมของ DE 15
 C ลักษณะปรากฏของสิ่งทดลองที่มีส่วนผสมของ DE 18

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยของค่าทางกายภาพของสิ่งทดลองในแผนการทดลอง Full Factorial in CRD

คุณลักษณะ	สิ่งทดลอง							
	1. DE10	2. DE 10	3. DE 10	4. DE 10	5. DE 15	6. DE 15	7. DE 15	8. DE 15
	Guar Gum 0%	Guar Gum 0.25%	Guar Gum 0.5%	Guar Gum 0.75%	Guar Gum 0%	Guar Gum 0.25%	Guar Gum 0.50%	Guar Gum 0.75%
ค่าสีL*	60.96 ±1.37 ^b	60.91 ±0.54 ^b	62.07 ±0.11 ^{ab}	62.85 ± 0.41 ^a	58.94 ±0.49 ^{ab}	59.46 ± 0.20 ^{ab}	56.02 ±0.23 ^b	59.21 ±0.23 ^{ab}
a*	0.32 ± 0.15 ^a	0.07 ±0.01 ^{cd}	0.01 ± 0.01 ^d	0.19 ±0.06 ^{abc}	0.02 ±0.10 ^d	0.03 ± 0.04 ^d	0.28±0.02 ^{bcd}	0.29 ±0.02 ^{ab}
b*	15.12 ±0.25 ^a	13.87±0.37 ^{cd}	14.43 ±0.05 ^b	12.86 ±0.65 ^c	14.27 ± 0.10 ^{bc}	14.09±0.08 ^{bc}	13.56 ± 0.42 ^d	12.47 ± 0.20 ^c
ปริมาตรจำเพาะ ^(ns) (ลบ.ชม./กรัม)	3.13± 0.27	3.15±0.14	3.17±0.19	3.19±0.90	3.11±0.63	3.12±0.49	3.14±0.76	3.16±0.52
ความแข็ง ^(ns) (N)	2.58±0.03	2.56±0.03	2.53±0.12	2.50±0.10	2.56±0.20	2.54±0.06	2.53±0.12	2.51±0.11
ความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ^(ns)	0.42±0.02	0.41±0.03	0.42±0.01	0.43±0.03	0.42±0.02	0.39±0.06	0.47±0.07	0.41±0.02
ดัชนีความยืดหยุ่น ^(ns)	0.79±0.01	0.76±0.07	0.77±0.01	0.77±0.01	0.76±0.02	0.76±0.04	0.76±0.02	0.78±0.02
ความทนทานต่อการบดเคี้ยว ^(ns) (Nmm)	0.008±0.04	0.007±0.01	0.008±0.05	0.007±0.02	0.008±0.08	0.007±0.01	0.008±0.05	0.009±0.01
ความสามารถในการเกาะติด ^(ns)	0.04±0.02	0.06±0.15	0.09±0.03	0.01±0.06	0.05±0.01	0.05±0.14	0.07±0.01	0.08±0.06
ต้นทุน (บาท)	3.41	3.58	3.76	3.93	4.09	4.26	4.44	4.61

หมายเหตุ ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแวนอนเดียวกันแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

a-d หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในแวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยของค่าคะแนนความชอบของสิ่งทดลองทั้ง 4 สูตรจากแผนการทดลอง full factorial in CRD

คุณลักษณะ	สิ่งทดลอง			
	1. DE10 Guar Gum 0%	2. DE 10Guar Gum0.25%	3. DE 15 Guar Gum 0%	4. DE 15 Guar Gum 0.25%
1. ลักษณะปรากฏ(ns)	6.73	6.96	6.80	6.60
2. กลิ่นเนย(ns)	6.86	6.83	7.03	6.90
3. ความหวาน(ns)	7.10	6.23	6.46	6.30
4. รสชาติรวม(ns)	6.90	6.70	6.56	6.70
5. ความนุ่ม(ns)	6.73	6.56	7.13	6.80
6.ความชอบรวม(ns)	7.03	6.67	6.63	6.76

หมายเหตุ ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแวนอนเดียวกันแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.4 ผลการศึกษาเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาทางด้านค่าทางกายภาพ, ค่าWater Activity

เมื่อนำทั้ง 4 สิ่งทดลองมาทดสอบการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 วัน เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมของบัตเตอร์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง โดยวัดค่าความแข็ง และค่า Water Activity เมื่อเก็บรักษาไว้ 3 วัน พบว่าค่าความแข็งของสูตรที่มีส่วนผสมของ DE 10 Guar Gum 0 %และ DE 15 Guar Gum 0.00% ค่าความแข็งของเนื้อเค้กมีการเปลี่ยนแปลง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95% และทุกสูตรมีค่าWater Activity ลดลง (ตารางที่26) เนื่องจากกั้วร์กัมจะส่งผลต่อความนุ่มของผลิตภัณฑ์ ทำให้เนื้อของขนมอบมีลักษณะเนื้อสัมผัส ที่ยืดหยุ่น และจะทำให้ผลิตภัณฑ์รักษาความนุ่มและสดของผลิตภัณฑ์ได้ โดยกั้วร์กัมจะมีผลต่อความหนืดของ Aqueous Phase ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มความคงตัวของส่วนผสมของเค้ก ดังนั้นไฮโดรคอลลอยด์จึงส่งผลต่อความคงตัว, ปริมาตร, ความเนียนละเอียดของเนื้อ และโครงร่างโพรงอากาศที่สม่ำเสมอ ของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ลดไขมัน (Riaz, 1993) ดังนั้นจึงนำ 2 สูตรที่เหลือมาพิจารณาด้านต้นทุน พบว่าสูตรที่มีส่วนผสมของ DE 10 Guar Gum 0.25% มีต้นทุนต่ำกว่า

DE 15 Guar Gum 0.25 % ดังนั้นสูตรที่เหมาะสมของแบตเตอรี่เค็กแป้งข้าวกล้องคือ DE 10 Guar Gum 0.25%

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยของค่าทางคุณลักษณะทางกายภาพของแบตเตอรี่เค็กที่มีส่วนผสมของ DE 10 DE 15 ปริมาณกัวร์กัม ร้อยละ 0 ร้อยละ 0.25

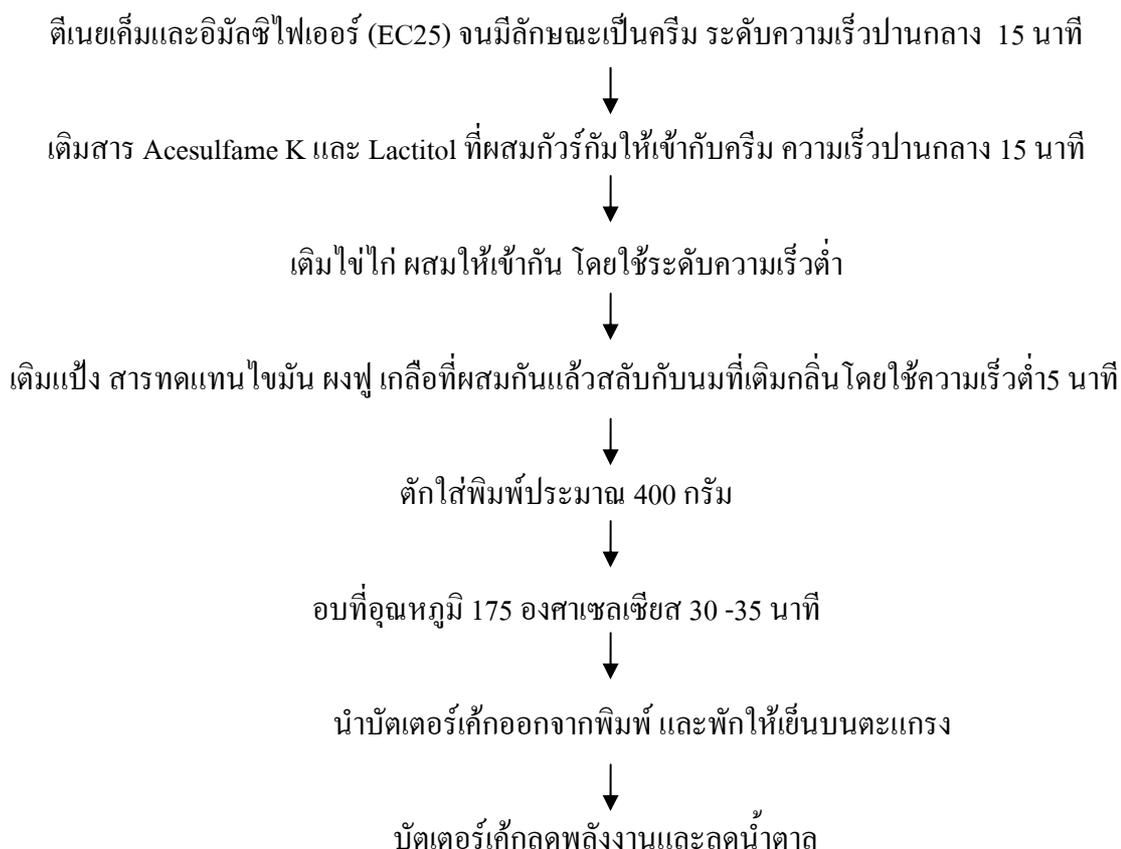
สิ่งทดลอง	วันที่	a_w	ความแข็ง (นิวตัน)	ความสามารถ ในการเกาะ รวมตัว (-)	ดัชนีความ ยืดหยุ่น (-)	ความทนทาน ต่อการบดเคี้ยว (นิวตัน มิลลิเมตร)
DE10 Guar Gum 0%	0	0.83 ± 0.01^a	2.57 ± 0.05^d	0.40 ± 0.01^a	0.80 ± 0.001^a	0.008 ± 0.03^a
	1	0.83 ± 0.02^a	2.61 ± 0.04^c	0.33 ± 0.01^a	0.71 ± 0.01^{ab}	0.006 ± 0.01^b
	2	0.82 ± 0.03^a	2.64 ± 0.08^b	0.31 ± 0.01^a	0.68 ± 0.02^b	0.004 ± 0.02^b
	3	0.80 ± 0.01^b	2.69 ± 0.08^a	0.21 ± 0.02^b	0.63 ± 0.01^b	0.002 ± 0.05^b
DE10 Guar Gum 0.25%	0	0.81 ± 0.03^{ns}	2.52 ± 0.10^{ns}	0.35 ± 0.003^{ns}	0.69 ± 0.04^{ns}	0.005 ± 0.06^{ns}
	1	0.81 ± 0.03^{ns}	2.53 ± 0.03^{ns}	0.35 ± 0.02^{ns}	0.69 ± 0.01^{ns}	0.004 ± 0.14^{ns}
	2	0.81 ± 0.02^{ns}	2.53 ± 0.10^{ns}	0.34 ± 0.08^{ns}	0.68 ± 0.16^{ns}	0.004 ± 0.24^{ns}
	3	0.80 ± 0.01^{ns}	2.54 ± 0.28^{ns}	0.33 ± 0.01^{ns}	0.65 ± 0.03^{ns}	0.004 ± 0.02^{ns}
DE15 Guar Gum 0%	0	0.86 ± 0.02^a	2.54 ± 0.02^d	0.35 ± 0.01^a	0.75 ± 0.04^a	0.006 ± 0.07^a
	1	0.84 ± 0.02^b	2.59 ± 0.02^c	0.35 ± 0.02^a	0.72 ± 0.05^b	0.005 ± 0.03^b
	2	0.82 ± 0.03^c	2.62 ± 0.13^b	0.34 ± 0.01^a	0.67 ± 0.01^c	0.004 ± 0.08^b
	3	0.81 ± 0.07^c	2.68 ± 0.02^a	0.28 ± 0.09^b	0.66 ± 0.02^c	0.002 ± 0.09^b
DE15 Guar Gum 0.25%	0	0.82 ± 0.04^{ns}	2.51 ± 0.27^{ns}	0.37 ± 0.01^{ns}	0.70 ± 0.03^{ns}	0.006 ± 0.05^{ns}
	1	0.82 ± 0.01^{ns}	2.52 ± 0.07^{ns}	0.36 ± 0.02^{ns}	0.69 ± 0.04^{ns}	0.006 ± 0.02^{ns}
	2	0.82 ± 0.05^{ns}	2.53 ± 0.46^{ns}	0.34 ± 0.02^{ns}	0.68 ± 0.01^{ns}	0.005 ± 0.08^{ns}
	3	0.81 ± 0.05^{ns}	2.55 ± 0.56^{ns}	0.34 ± 0.02^{ns}	0.68 ± 0.02^{ns}	0.005 ± 0.01^{ns}

หมายเหตุ a-d หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในสิ่งทดลองเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในสิ่งทดลองเดียวกันแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

5. ผลการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กแป้งข้าวกล้องดอกมะลิ 105 ลดพลังงานและลดน้ำตาล

จากการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กแป้งข้าวกล้องดอกมะลิ 105 ลดพลังงานและลดน้ำตาลที่พัฒนาแล้ว พบว่าสามารถลดคอเลสเตอรอลและพลังงานได้ ร้อยละ 52 (54.32 มิลลิกรัม/100กรัม) และ 36 (178.32 กิโลแคลอรี/100 กรัม) ตามลำดับ เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม (สูตรไขมันเต็ม) และมีค่าคุณภาพทางกายภาพ, ค่าองค์ประกอบทางเคมี, ค่าทางจุลินทรีย์ (ดังตารางที่ 27) สูตรที่เหมาะสมของแบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาล คือ แป้งข้าวกล้อง 17.48 % เนยสด 15.92% มอลโตเดรีกตริน 8.57 % ไข่แดง 3.34 % ไข่ขาว 24.63 % สาร Lactitol 18.08 % สาร Acesulfame K 0.09 % นมข้นจืด 6.29% ผงฟู 0.64 % EC 25 3.70% เกลือ 0.48 % กลิ่นเนย 0.53 % กัวร์กัม 0.25 % และกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม (ดังภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 กรรมวิธีการผลิตแบตเตอรี่เค็กลดไขมันและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ

ตารางที่ 27 ค่าคุณภาพผลิตภัณฑ์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105

คุณภาพ	บัตเตอร์เค้กสูตร ไขมันเต็ม	บัตเตอร์เค้กลด พลังงานและลด น้ำตาล	ปริมาณที่ ลดลง (ร้อยละ)
$L^*/a^*/b^*$	60.01/0.10/14.12	60.91/0.07/13.37	
ค่าความแข็ง(N)	2.52	2.56	
ค่าความสามารถในการเกาะรวมกัน(-)	0.81	0.41	
ดัชนีความยืดหยุ่น (-)	0.81	0.76	
ความยากง่ายในการเคี้ยว (Nmm)	0.02	0.007	
ปริมาตรจำเพาะ (ลบ.ซม./กรัม)	2.01	3.07	
a_w	0.88	0.83	
ความชื้น(ร้อยละ)	24.41	29.33	
โปรตีน(ร้อยละ)	9.60	8.54	
ไขมัน(ร้อยละ)	40.12	26.29	
เถ้า(ร้อยละ)	1.19	1.41	
เยื่อใยหยาบ(ร้อยละ)	0.71	1.03	
คาร์โบไฮเดรต(ร้อยละ)	23.96	33.40	
พลังงาน (กิโลแคลอรี/100กรัม)	495.32	317	36
โคเลสเตอรอล (มิลลิกรัม/100กรัม)	103.85	49.53	52
จุลินทรีย์รวมทั้งหมด(โคโลนี/กรัม)	<10	< 10	
ยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)	<10	<10	

6. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธี CLT ผู้ทดสอบจำนวน 200 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย จำนวน 100 คน คือ ผู้บริโภคที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป พบว่า เพศหญิง ร้อยละ 87 เพศชาย ร้อยละ 13 อายุช่วง 50-59 ปีมากที่สุด ร้อยละ 42 รองลงมาคือ ช่วงอายุ มากกว่า 60 ปี ร้อยละ 33 และช่วงอายุ 40-49 ปี ร้อยละ 25 การศึกษาระดับปริญญาตรีสูงสุด ร้อยละ 42 รองลงมา คือ ระดับประถมศึกษา ร้อยละ 31 อนุปริญญา ร้อยละ 9 มัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 8 สูงกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 6 และมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 4 อาชีพข้าราชการร้อยละ 40 รองลงมา คือ แม่บ้าน ร้อยละ 33 และธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 11 สำหรับรายได้ต่อเดือนอยู่ในช่วงน้อยกว่า 5,000 บาท มากที่สุด ร้อยละ 25 รองลงมาคือ มากกว่า 25,000 บาท ร้อยละ 24 5,001 – 10,000 บาท ร้อยละ 21 และ 20,001 – 25,000 บาท ร้อยละ 16 และให้ราคาบัตรเครดิตเฉลี่ยประมาณ 10 บาท นอกจากนี้พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความชอบโดยรวมผลิตภัณฑ์ในระดับความชอบปานกลาง 7.63 ความชอบด้านสีเท่ากับ 7.63 รูปแบบสไลด์ เท่ากับ 7.51 ภาชนะบรรจุ เท่ากับ 7.24 กลิ่นรสเท่ากับ 7.46 ความนุ่มเท่ากับ 7.66 และความถี่ที่มากที่สุดของคะแนนความชอบคุณลักษณะด้านความชอบรวม, ภาชนะบรรจุ และรสชาติ ที่ผู้บริโภคกลุ่มทั่วไปให้คะแนน อยู่ที่ระดับคะแนน 7 และ ด้านสี, รูปแบบสไลด์ และ ความนุ่ม อยู่ที่ระดับคะแนน 8 และผู้บริโภค ร้อยละ 99 ยอมรับผลิตภัณฑ์ และมีการตัดสินใจซื้อ (ดังตารางที่ 28-29)

2. กลุ่มผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน กลุ่มที่มีอายุตั้งแต่ 11 ปีขึ้นไป พบว่า เพศหญิง ร้อยละ 56 เพศชาย ร้อยละ 44 ช่วงอายุมากที่สุด คือ ช่วงอายุ 21-30 ปี ร้อยละ 54 รองลงมา คือ ช่วงอายุ 11-20 ปี ร้อยละ 41 และช่วงอายุ 31-40 ปี ร้อยละ 5 การศึกษาระดับปริญญาตรีสูงสุด ร้อยละ 62 รองลงมาคือระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 26 สูงกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 11 อาชีพ นิสิต/นักศึกษา ร้อยละ 90 รองลงมา คือข้าราชการ ร้อยละ 4 ธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 3 พนักงานเอกชน ร้อยละ 2 รายได้ต่อเดือนอยู่ในช่วงน้อยกว่า 5,000 บาทมากที่สุด ร้อยละ 54 รองลงมา คือ 5,001 – 10,000 บาท ร้อยละ 36 10,001 – 15,000 บาท ร้อยละ 7 และให้ราคาบัตรเครดิตเฉลี่ยประมาณ 8 บาท นอกจากนี้พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความชอบโดยรวมผลิตภัณฑ์ในระดับความชอบเล็กน้อย 6.81 ความชอบด้านสี เท่ากับ 6.63 รูปแบบสไลด์ เท่ากับ 6.86 ภาชนะบรรจุ เท่ากับ 6.18 กลิ่นรส

เท่ากับ 7.32 ความนุ่ม เท่ากับ 6.78 และความถี่ที่มากที่สุดของคะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะที่ ผู้บริโภคกลุ่มทั่วไปให้คะแนนอยู่ที่ระดับคะแนน 7 (ดังตารางที่ 30-31)

ผลการทดสอบแบบ McNemar ของผู้บริโภคทั่วไป พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีการยอมรับ และการซื้อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กแป้งข้าวกล้องลดพลังงานและลดน้ำตาลก่อนให้ข้อมูลไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กับหลังให้ข้อมูลว่าเป็นแบตเตอรี่เค็กที่ผลิตจากแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และลดพลังงานและลดน้ำตาล โดยก่อนให้ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถามยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 97 ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 3 และหลังให้ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถามยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 99 ไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 1 โดยผู้ตอบแบบสอบถามซื้อผลิตภัณฑ์ ก่อนให้ข้อมูล ร้อยละ 93 ไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 7 และหลังให้ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถามซื้อผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 97 ไม่ซื้อผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 3

ตารางที่ 28 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มผู้บริโภคร่วมเป้าหมาย (อายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป)
จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

	ปัจจัย	ความถี่(ร้อยละ)
N=100		
เพศ		
	ชาย	13
	หญิง	87
อายุ		
	40-49 ปี	25
	50-59 ปี	42
	มากกว่า 60 ปี	33
การศึกษา		
	ประถมศึกษา	31
	มัธยมศึกษาตอนต้น	4
	มัธยมศึกษาตอนปลาย	8
	อนุปริญญา	9
	ปริญญาตรี	42
	สูงกว่าปริญญาตรี	6
อาชีพ		
	ข้าราชการ	40
	ธุรกิจส่วนตัว	13
	แม่บ้าน	33
	พนักงานเอกชน	14
รายได้		
	น้อยกว่า 5,000 บาท	25
	5,001-10,000 บาท	21
	10,001-15,000 บาท	8
	15,001-20,000 บาท	6
	20,001-25,000 บาท	16
	มากกว่า 25,000 บาท	24

ตารางที่ 29 ข้อมูลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคเป้าหมาย (อายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป)
เกี่ยวกับแบตเตอรี่เก็บพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง

N=100	
ปัจจัย	ความถี่
คะแนนความชอบ	
ด้านสี	
5 คะแนน	1
6 คะแนน	12
7 คะแนน	29
8 คะแนน	39
9 คะแนน	19
ด้านรูปแบบสไลด์	
3 คะแนน	1
4 คะแนน	1
5 คะแนน	1
6 คะแนน	8
7 คะแนน	34
8 คะแนน	42
9 คะแนน	13
ด้านภาชนะบรรจุ	
2 คะแนน	2
3 คะแนน	2
5 คะแนน	2
6 คะแนน	13
7 คะแนน	35
8 คะแนน	33
9 คะแนน	13

ตารางที่ 29 (ต่อ)

N=100

ปัจจัย	ความถี่ (ร้อยละ)
ด้านกลิ่นรส	
5 คะแนน	1
6 คะแนน	10
7 คะแนน	43
8 คะแนน	34
9 คะแนน	12
ความนุ่ม	
1 คะแนน	1
6 คะแนน	8
7 คะแนน	28
8 คะแนน	46
9 คะแนน	17
ด้านความชอบรวม	
6 คะแนน	7
7 คะแนน	43
8 คะแนน	30
9 คะแนน	20
การยอมรับผลิตภัณฑ์	
ยอมรับ	99
ไม่ยอมรับ	1
การตัดสินใจซื้อ	
ซื้อ	99
ไม่ซื้อ	1
การยอมรับภาชนะบรรจุ	
ยอมรับ	92
ไม่ยอมรับ	8

ตารางที่ 30 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มผู้บริโภครั่วไป (อายุมากกว่า 11 ปี – 40 ปี) จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

	ปัจจัย	ความถี่ (ร้อยละ)
N=100		
เพศ		
	ชาย	44
	หญิง	56
อายุ		
	11-20 ปี	41
	21-30 ปี	54
	31-40 ปี	5
การศึกษา		
	ประถมศึกษา	0
	มัธยมศึกษาตอนปลาย	27
	ปริญญาตรี	62
	สูงกว่าปริญญาตรี	11
อาชีพ		
	นิสิต/นักศึกษา	90
	ข้าราชการ	4
	พนักงานเอกชน	2
	ธุรกิจส่วนตัว/อื่นๆ	4
รายได้		
	น้อยกว่า 5,000 บาท	54
	5,001-10,000 บาท	36
	10,001-15,000 บาท	7
	15,001-20,000 บาท	3

ตารางที่ 31 ข้อมูลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทั่วไป (อายุมากกว่า 11 ปี – 40 ปี) เกี่ยวกับ
 บัณฑิตอร์แก้ลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง

N=100

ปัจจัย	ความถี่ (ร้อยละ)
คะแนนความชอบ	
ด้านสี	
4 คะแนน	4
5 คะแนน	18
6 คะแนน	12
7 คะแนน	45
8 คะแนน	19
9 คะแนน	2
ด้านรูปแบบสไลด์	
4 คะแนน	3
5 คะแนน	11
6 คะแนน	15
7 คะแนน	41
8 คะแนน	28
9 คะแนน	2
ด้านภาชนะบรรจุ	
3 คะแนน	1
4 คะแนน	3
5 คะแนน	28
6 คะแนน	25
7 คะแนน	31
8 คะแนน	12

ตารางที่ 31 (ต่อ)

N=100

ปัจจัย	ความถี่ (ร้อยละ)
ด้านกลิ่นรส	
2 คะแนน	1
5 คะแนน	4
6 คะแนน	12
7 คะแนน	37
8 คะแนน	35
9 คะแนน	11
ด้านความนุ่ม	
2 คะแนน	2
3 คะแนน	1
4 คะแนน	1
5 คะแนน	7
6 คะแนน	29
7 คะแนน	31
8 คะแนน	20
9 คะแนน	9
ด้านความชอบรวม	
4 คะแนน	3
5 คะแนน	7
6 คะแนน	21
7 คะแนน	45
8 คะแนน	23
9 คะแนน	1
การยอมรับผลิตภัณฑ์ก่อนให้ข้อมูลด้านโภชนาการ	
ยอมรับ	97
ไม่ยอมรับ	3

ตารางที่ 31 (ต่อ)

N=100	
ปัจจัย	ความถี่ (ร้อยละ)
การตัดสินใจซื้อก่อนให้ข้อมูลด้านโภชนาการ	
ซื้อ	93
ไม่ซื้อ	7
การยอมรับภาชนะบรรจุ	
ยอมรับ	82
ไม่ยอมรับ	18
การยอมรับผลิตภัณฑ์หลังให้ข้อมูลด้านโภชนาการ	
ยอมรับ	99
ไม่ยอมรับ	1
การตัดสินใจซื้อหลังให้ข้อมูลด้านโภชนาการ	
ซื้อ	97
ไม่ซื้อ	3

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย (อายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป) พบว่าเพศ อายุ อาชีพ ไม่มีผลต่อความชอบของผลิตภัณฑ์ในทุกคุณลักษณะ (ดังตารางที่ 32, 33 และ 35) และการศึกษามีผลต่อความชอบด้านภาชนะบรรจุ คือ มัธยมต้นมีความชอบภาชนะบรรจุ, กลิ่นรส และความนุ่ม มากที่สุด รองลงมา คือ ปวช./ปวส., มัธยมปลาย, ประถมศึกษา, ปริญญาตรี และมากกว่าปริญญาตรี (ดังตารางที่ 34) และรายได้มีผลต่อความชอบด้านสี คือ กลุ่มบุคคลที่มีรายได้ 15,001-20,000 บาท มีความชอบด้านสีมากที่สุด รองลงมา คือ 20,001-25,000 บาท, >25,000 บาท, 10,001-15,000 บาท, 5,001-10,001 และ <5,000 บาท ตามลำดับ สำหรับทางด้าน รูปแบบ, กลิ่นรส คือ บุคคลที่มีรายได้ 10,001-15,000 บาท มีความชอบด้านรูปแบบมากที่สุดรองลงมา คือ 20,001-25,000 บาท, >25,000 บาท, <50,000 บาท, 5,001-10,000 บาท และ 15,001-20,000 บาทตามลำดับ (ดังตารางที่ 36)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางประชากรศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นสำหรับผู้บริโภคทั่วไป (อายุมากกว่า 11 ปี – 40 ปี) พบว่า เพศ การศึกษา อาชีพ ต่อเดือนไม่มีผลต่อความชอบผลิตภัณฑ์ทุกด้าน (ดังตารางที่ 37, 39 และ 40) สำหรับด้านอายุพบว่ามีความสัมพันธ์กับภาชนะบรรจุ, กลิ่นรส, ความนุ่ม คือ อายุ 31-40 ปีมีความชอบด้านภาชนะบรรจุมากที่สุด รองลงมาคือ 11-20 ปี และ 21-30 ปี ตามลำดับ (ดังตารางที่ 38) ด้านรายได้พบว่ามีความสัมพันธ์กับกลิ่นรส คือ กลุ่มบุคคลที่อายุ 10,001-15,000 บาท มีความชอบด้านกลิ่นรสมากที่สุด รองลงมาคือ 5,001-10,000 บาท, น้อยกว่า 5,000 บาท และมากกว่า 25,000 บาท ตามลำดับ (ดังตารางที่ 41) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อบัตเตอร์เค้กลดพลังงานจากแป้งมันสำปะหลัง พัชรินทร์ (2547) คือ เพศ การศึกษา ไม่มีผลต่อความชอบของผลิตภัณฑ์ในทุกคุณลักษณะ และอายุมีผลต่อความชอบด้านภาชนะบรรจุ และความนุ่มของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 32 ความสัมพันธ์ระหว่างเพศของกลุ่มตัวอย่าง (ผู้บริโภครูปเป้าหมาย) กับปัจจัยด้าน
ความชอบ

ความชอบ	เพศ		t-test	p-value
	ชาย	หญิง		
สี ^{ns}	7.46	7.65	-0.676	0.501
รูปแบบ ^{ns}	7.69	7.48	0.682	0.497
ภาชนะบรรจุ ^{ns}	7.69	7.17	1.290	0.199
กลิ่นรส ^{ns}	7.23	7.49	-1.020	0.311
ความนุ่ม ^{ns}	7.69	7.65	0.116	0.908
ความชอบรวม ^{ns}	7.53	7.64	0.691	0.691

หมายเหตุ ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแถวแนวนอนเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 33 ความสัมพันธ์ระหว่างอายุของกลุ่มตัวอย่าง (ผู้บริโภครูปเป้าหมาย) กับปัจจัยด้าน
ความชอบ

ความชอบ	อายุ			F-test	p-value
	40-49 ปี	50-59 ปี	มากกว่า 60 ปีขึ้นไป		
สี ^{ns}	7.40	7.69	7.72	0.969	0.330
รูปแบบ ^{ns}	7.32	7.64	7.48	0.781	0.383
ภาชนะบรรจุ ^{ns}	6.72	7.35	7.48	2.610	0.461
กลิ่นรส ^{ns}	7.28	7.59	7.42	1.070	0.079
ความนุ่ม ^{ns}	7.64	7.71	7.60	0.098	0.346
ความชอบรวม ^{ns}	7.36	7.54	7.94	3.540	0.907

หมายเหตุ ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแถวแนวนอนเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 34 ความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง (ผู้บริโภครูปเป้าหมาย) กับปัจจัยด้านความชอบ

ความชอบ	การศึกษา						F-test	p-value
	ประถม	ม.ต้น	ม.ปลาย	ปวช./ปวส.	ป.ตรี	>ป.ตรี		
สี ^{ns}	7.58	7.75	7.50	7.33	7.71	7.83	0.337	0.889
รูปแบบ ^{ns}	7.38	8.25	7.50	7.44	7.64	6.83	1.177	0.326
ภาชนะบรรจุ	7.38 ^a	8.50 ^a	7.50 ^a	7.55 ^a	7.09 ^b	5.83 ^b	2.476	0.037
กลิ่นรส ^{ns}	7.35	8.00	7.37	7.55	7.59	6.66	1.696	0.143
ความนุ่ม ^{ns}	7.58	8.75	7.75	7.77	7.59	7.50	0.943	0.457
ความชอบรวม ^{ns}	7.90	7.75	7.25	7.33	7.57	7.50	1.180	0.325

หมายเหตุ ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแถวแนวนอนเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

a-b หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่อยู่แถวแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 35 ความสัมพันธ์ระหว่างอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง (ผู้บริโภครูปเป้าหมาย) กับปัจจัยด้านความชอบ

ความชอบ	อาชีพ				F-test	p-value
	ข้าราชการ	ธุรกิจส่วนตัว	แม่บ้าน/พ่อบ้าน	พนักงานเอกชน		
สี ^{ns}	7.77	7.84	7.42	7.50	1.12	0.346
รูปแบบ ^{ns}	7.67	7.84	7.30	7.21	1.66	0.179
ภาชนะบรรจุ ^{ns}	7.15	7.76	7.33	6.78	1.305	0.277
กลิ่นรส ^{ns}	7.57	7.61	7.27	7.42	0.885	0.452
ความนุ่ม ^{ns}	7.62	7.84	7.54	7.85	0.418	0.740
ความชอบรวม ^{ns}	7.57	7.61	7.76	7.50	0.376	0.771

หมายเหตุ ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแถวแนวนอนเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 36 ความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ของกลุ่มตัวอย่าง (ผู้บริโภครายปี) กับปัจจัยด้านความชอบ

ความชอบ	รายได้ (บาท)						F-test	p-value
	<5,000	5,001-10,000	10,001-15,000	15,001-20,000	20,001-25,000	>25,000		
สี	7.16 ^b	7.43 ^{ab}	7.75 ^{ab}	8.16 ^a	8.00 ^a	7.87 ^{ab}	2.803	0.021
รูปแบบ	7.28 ^{abc}	7.23 ^{bc}	8.12 ^a	6.83 ^c	7.81 ^{ab}	7.75 ^{ab}	2.311	0.050
ภาชนะบรรจุ ^{ns}	7.40	6.76	8.00	6.50	7.37	7.33	1.546	0.183
กลิ่นรส	7.28 ^{bc}	7.09 ^{bc}	8.00 ^a	7.00 ^c	7.75 ^{ab}	7.70 ^{abc}	2.910	0.017
ความนุ่ม ^{ns}	7.76	7.61	7.12	7.83	7.56	7.79	0.62	0.729
ความชอบรวม ^{ns}	7.72	7.28	7.62	7.33	7.75	7.83	1.146	0.342

หมายเหตุ ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแถวแนวนอนเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

a-c หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในแถวแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 37 ความสัมพันธ์ระหว่างเพศของกลุ่มตัวอย่าง (ผู้บริโภครายปี) กับปัจจัยด้านความชอบ

ความชอบ	เพศ		t-test	p-value
	ชาย	หญิง		
สี ^{ns}	6.46	6.74	-1.199	0.233
รูปแบบ ^{ns}	6.80	6.89	-0.416	0.679
ภาชนะบรรจุ ^{ns}	5.92	6.35	-1.905	0.600
กลิ่นรส ^{ns}	7.24	7.37	0.570	0.570
ความนุ่ม ^{ns}	6.87	6.71	0.551	0.551
ความชอบรวม ^{ns}	6.85	6.77	0.362	0.718

หมายเหตุ ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแถวแนวนอนเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 38 ความสัมพันธ์ระหว่างอายุของกลุ่มตัวอย่าง (ผู้บริโภครั่วไป) กับปัจจัยด้านความชอบ

ความชอบ	อายุ			F-test	p-value
	11-20ปี	21-30ปี	31-40ปี		
สี ^{ns}	6.60	6.59	7.20	0.633	0.533
รูปแบบ ^{ns}	6.82	6.83	7.40	0.628	0.536
ภาชนะบรรจุ	6.14 ^b	6.09 ^b	7.40 ^a	3.279	0.042
กลิ่นรส	7.48 ^{ab}	7.11 ^b	8.20 ^a	3.131	0.048
ความนุ่ม	7.04 ^{ab}	6.46 ^b	8.00 ^a	4.589	0.012
ความชอบรวม ^{ns}	6.87	6.68	7.60	2.114	0.126

หมายเหตุ ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแถวแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

a-b หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่อยู่แถวแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 39 ความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษาของกลุ่มตัวอย่าง (ผู้บริโภครั่วไป) กับปัจจัยด้านความชอบ

ความชอบ	การศึกษา			F-test	p-value
	ม.ปลาย	ป.ตรี	>ป.ตรี		
สี ^{ns}	6.44	6.69	6.72	0.472	0.625
รูปแบบ ^{ns}	6.77	6.88	6.90	0.103	0.902
ภาชนะบรรจุ ^{ns}	6.07	6.17	6.45	0.444	0.643
กลิ่นรส ^{ns}	7.29	7.37	7.09	0.302	0.740
ความนุ่ม ^{ns}	6.85	6.83	6.27	0.858	0.427
ความชอบรวม ^{ns}	6.70	6.54	6.90	0.800	0.452

หมายเหตุ ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแถวแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 40 ความสัมพันธ์ระหว่างอาชีพของกลุ่มตัวอย่าง (ผู้บริโภครั่วไป) กับปัจจัยด้านความชอบ

ความชอบ	อาชีพ				F-test	p-value
	นิสิต	ข้าราชการ	พนักงานเอกชน	ธุรกิจส่วนตัว		
สี ^{ns}	6.62	7.25	6.00	6.33	0.636	0.594
รูปแบบ ^{ns}	6.81	7.75	6.50	7.33	1.189	0.318
ภาชนะบรรจุ ^{ns}	6.09	7.00	7.50	6.66	2.042	0.113
กลิ่นรส ^{ns}	7.33	8.00	7.00	6.33	1.366	0.258
ความนุ่ม ^{ns}	6.79	7.75	5.50	6.00	1.630	0.188
ความชอบรวม ^{ns}	6.81	7.25	6.00	6.66	0.707	0.550

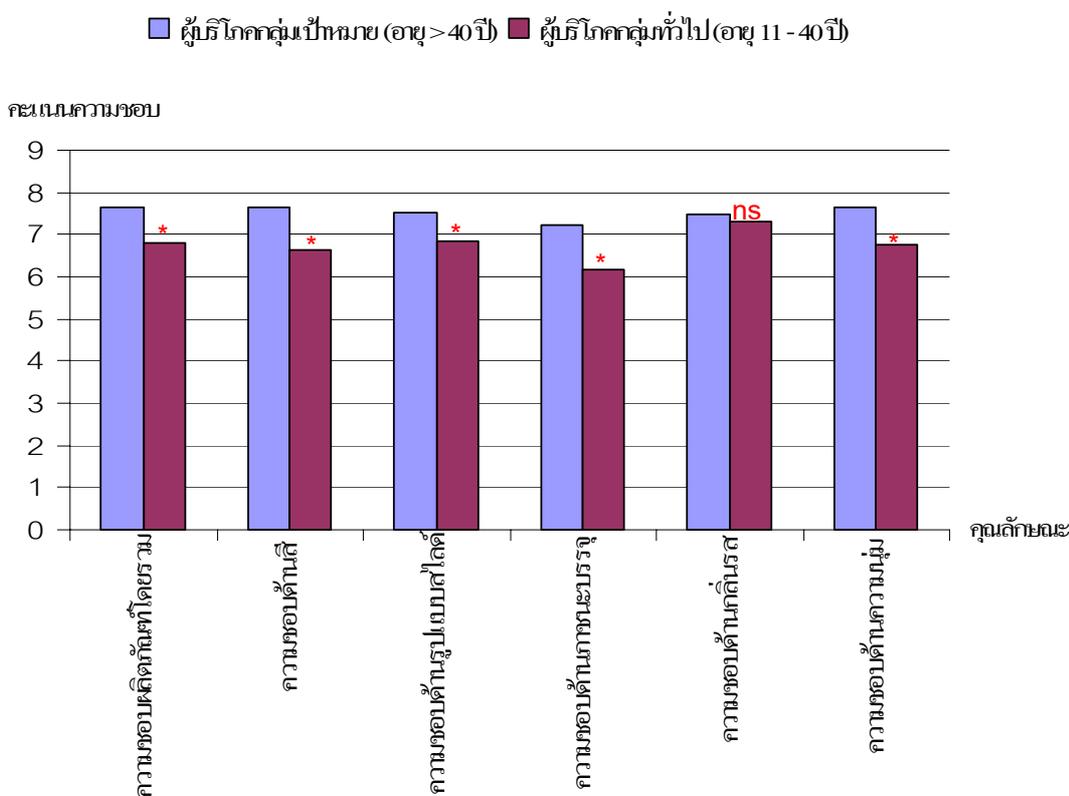
หมายเหตุ ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแถวแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 41 ความสัมพันธ์ระหว่างรายได้ของกลุ่มตัวอย่าง (ผู้บริโภครั่วไป) กับปัจจัยด้านความชอบ

ความชอบ	รายได้(บาท)				F-test	p-value
	<5,000	5,001-10,000	10,001-15,000	15,001-20,000		
สี ^{ns}	6.72	6.41	7.14	6.33	1.042	0.378
รูปแบบ ^{ns}	6.81	6.83	7.00	7.66	0.604	0.614
ภาชนะบรรจุ ^{ns}	6.05	6.16	6.85	7.00	1.636	0.186
กลิ่นรส	7.22 ^a	7.52 ^a	7.71 ^a	5.66 ^b	3.292	0.024
ความนุ่ม ^{ns}	6.96	6.50	7.14	6.00	1.343	0.265
ความชอบรวม ^{ns}	6.87	6.69	7.14	6.33	0.702	0.553

หมายเหตุ ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแถวแนวนอนเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

a-b หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในแถวแนวนอนเดียวกันที่มีอักษรต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพที่ 14 กราฟแสดงค่าการเปรียบเทียบคะแนนความชอบความชอบในการทดสอบการยอมรับของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายเปรียบเทียบกับกลุ่มผู้บริโภคทั่วไป

หมายเหตุ * หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในคุณลักษณะเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคุณลักษณะเดียวกันแสดงความไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความชอบระหว่างผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย และผู้บริโภคทั่วไป พบว่าผู้บริโภคเป้าหมายให้คะแนนความชอบด้านสี รูปทรง ภาชนะบรรจุ ความนุ่ม และความชอบรวม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากผู้บริโภคทั่วไป คือผู้บริโภคเป้าหมายให้คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะในระดับชอบปานกลาง และผู้บริโภคทั่วไปในระดับชอบเล็กน้อย และสำหรับคุณลักษณะด้านกลิ่นรส ทั้ง 2 กลุ่มผู้บริโภคให้คะแนนความชอบที่ไม่แตกต่างในระดับชอบเล็กน้อย (ดังภาพที่ 14)

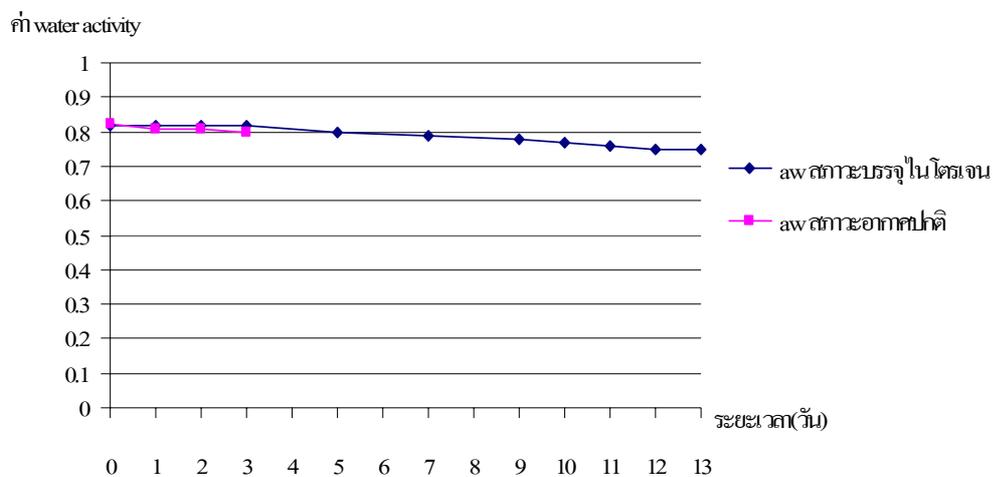
7. ผลการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

7.1 ผลศึกษาอายุการเก็บของแบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาลที่สภาวะการบรรจุแบบบรรยากาศปกติในถุงพลาสติกชนิด OPP และสภาวะการบรรจุแบบปรับสภาพอากาศ(MAP) ในโตรเจน 100% ในถุง K-nylon/LLDPE ที่อุณหภูมิห้อง

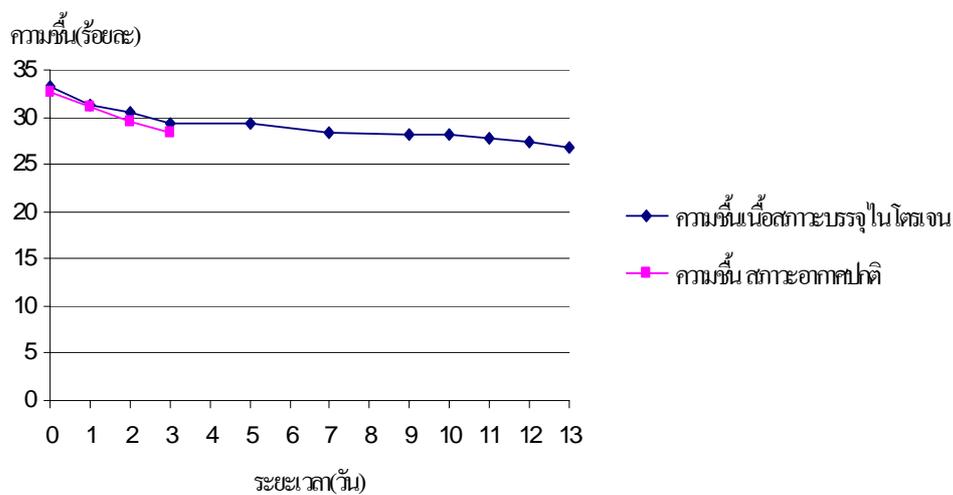
เมื่อศึกษาอายุการเก็บ โดยบรรจุแบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องในถุงพลาสติกชนิดPE ทางด้านจุลินทรีย์ พบว่าสามารถเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 3 วัน เนื่องจากในวันที่ 4 เค็กจะมีการเสื่อมเสียจาก จุลินทรีย์ คือมีเชื้อราขึ้นที่บริเวณเนื้อเค็ก และสำหรับการบรรจุแบบปรับสภาพอากาศ MAP ที่มีแก๊สในโตรเจน 100% พบว่าเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 13 วัน เค็กจะมีการเสื่อมเสียจาก จุลินทรีย์ คือ มีค่าจุลินทรีย์ทั้งหมดเกิน 10^4 , ยีสต์ และราเกิน 10 โคโลนี/กรัม (ดังตารางที่ 42) และเมื่อพิจารณาทางด้านกายภาพของสภาวะการบรรจุปกติและสภาวะการบรรจุแบบปรับสภาพอากาศ MAP พบว่าแบตเตอรี่เค็กแป้งข้าวกล้องลดพลังงานและลดน้ำตาลมีการเปลี่ยนแปลงคือมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นและมีค่า a_w , ค่าความชื้น และค่าความสามารถในการเกาะรวมตัวกัน ลดลง (ดังภาพที่ 15-17) เนื่องจากการลดลงของความชื้น ผลิตภัณฑ์ขนมอบโดยทั่วไปมีค่า a_w 0.78 – 0.97 เมื่อเก็บไว้ในอากาศจะมีแนวโน้มสูญเสียน้ำทำให้เนื้อสัมผัสร่วนและแห้ง (งามทิพย์, 2538) เนื่องจากการเกิดสเตลิงของผลิตภัณฑ์ คือ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงหลังการอบ เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของน้ำจากบริเวณเนื้อไปยังผิวหนังของผลิตภัณฑ์ และเกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบระหว่าง โพลีเมอร์ของแป้ง, ไขมัน และโปรตีน จัดขวางการรวมตัวของ Amylose กับ Amylopectin ดังนั้นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์จึงมีความสำคัญต่อการเกิดการสเตลิง เช่น คูกี้และบิสกิต มีปริมาณ ไขมันมากกว่า ขนมปัง ดังนั้นจึงเกิดการสเตลิงได้น้อยกว่า ซึ่งการเกิดสเตลิงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านประสาทสัมผัส เช่น กลิ่นรส และความรู้สึกละเอียดในปาก และลักษณะปรากฏ คือ ผลิตภัณฑ์จะแข็งและแตกง่าย ดังนั้นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่หลังจากการอบแล้วมีความชื้นสูง เช่น เค็ก, ขนมปังจะเกิดการสเตลิงได้ง่ายกว่าผลิตภัณฑ์ที่อบแล้วมีความชื้นต่ำ เช่น ผลิตภัณฑ์คูกี้และแครกเกอร์ (Smith , 1993)

ตารางที่ 42 ค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์ของสภาวะการบรรจุปกติในบรรจุถุง OPP และสภาวะการบรรจุ MAP ในถุง K-Nylon //LLDPE ระหว่างการเก็บรักษาอุณหภูมิห้อง ของผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เคเบิลพลังงานและลดน้ำตาจากแป้งข้าวกล้อง

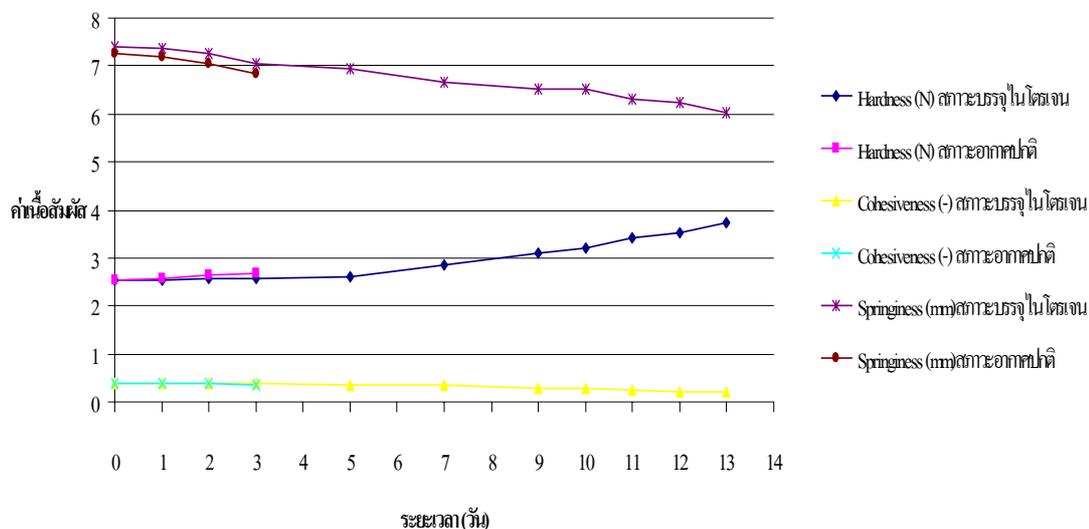
วันที่	จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)		ยีสต์และรา (โคโลนี/กรัม)	
	สภาวะบรรจุปกติ	สภาวะบรรจุ MAP	สภาวะบรรจุปกติ	สภาวะบรรจุ MAP
0	< 10	<10	< 10	<10
1	$3.1 \cdot 10^3$	<10	< 10	<10
2	$9.5 \cdot 10^3$	<10	< 10	<10
3	$1.0 \cdot 10^4$	<10	< 10	<10
4	$4.0 \cdot 10^5$	<10	$6.1 \cdot 10^3$	<10
5	-	$4.5 \cdot 10^2$	-	<10
7	-	$3.0 \cdot 10^3$	-	<10
9	-	$4.3 \cdot 10^3$	-	<10
10	-	$6.0 \cdot 10^3$	-	<10
11	-	$7.8 \cdot 10^3$	-	<10
12	-	$2.5 \cdot 10^4$	-	<10
13	-	$1.5 \cdot 10^5$	-	$1.5 \cdot 10$



ภาพที่ 15 แนวโน้มค่า a_w ในระหว่างการบรรจุแบบสภาวะบรรยากาศปกติและบรรจุแบบปรับสภาพบรรยากาศบรรยากาศ (MAP) ในโตรเจน 100% ที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 16 แนวโน้มค่าความชื้นในระหว่างการบรรจุแบบสภาวะบรรยากาศปกติและบรรจุแบบปรับสภาพบรรยากาศบรรยากาศ (MAP) ในโตรเจน 100% ที่อุณหภูมิห้อง



ภาพที่ 17 แนวโน้มค่าความแข็ง ความสามารถในการเกาะตัว และความสามารถในการยืดหยุ่นในระหว่างการบรรจุแบบสภาวะบรรยากาศปกติและบรรจุแบบปรับสภาพบรรยากาศบรรยากาศ (MAP) ในโตรเจน 100% ที่อุณหภูมิห้อง

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 8 คน สามารถบอกความแตกต่างโดยรวม และคุณลักษณะของสีเนื้อ, ขนาดโพรงอากาศ, ความชุ่มเนย, กลิ่นเนย, รสเค็ม, รสหวาน, ความแข็ง, ความสามารถในการเกาะรวมตัว, การเกาะติดฟัน, ความทนทานการบดเคี้ยว, ความยืดหยุ่น, ความมันเคลือบปาก, After ความมัน และ After รสหวาน ของผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เล็กที่ผลิตใหม่กับผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เล็กบรรจุในสภาวะปกติและในสภาวะปรับสภาพอากาศ (Modified Atmosphere Packaging; MAP) ที่มีแก๊สในโตรเจน 100% พบว่าแบตเตอรี่เล็กที่เก็บในสภาวะอากาศปกติไม่มีความแตกต่างจากแบตเตอรี่เล็กที่ผลิตใหม่ (ดังภาพที่ 18) สำหรับแบตเตอรี่เล็กที่เก็บที่สภาวะปรับสภาพอากาศ ได้ในวันที่ 10 และวันที่ 11 ซึ่งพบว่ามีค่าสีเนื้อ, ขนาดโพรงอากาศ, รสเค็ม, กลิ่นเนย, ความแข็ง, after taste รสหวาน เพิ่มขึ้น และ ความชื้นของเนื้อเค้ก, ความชุ่มเนย, ความสามารถในการเกาะรวมตัว, การเกาะติดฟัน, ความทนทานต่อการบดเคี้ยว, ค่าความยืดหยุ่น, after taste ความมัน, ความมันเคลือบปาก ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ $p \leq 0.05$ (ดังภาพที่ 19) จึงนำแบตเตอรี่เล็กที่ทำการเก็บรักษาระยะเวลา 10 วัน และ 11 วัน ไปทดสอบความชอบกับผู้บริโภคที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน โดยคะแนนความชอบรวมต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 6.5 พบว่าผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เล็กที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 10 วันและ 11 วัน ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยด้าน

สรุป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่แก้กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้ คือ การสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค การสำรวจตลาด ผลิตภัณฑ์แป้งข้าวกล้องจากข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และศึกษาคุณภาพของแป้งข้าวกล้อง ศึกษาการทดแทนแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ในสูตรพื้นฐาน พัฒนาสูตรการผลิตแบตเตอรี่แก้กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่แก้กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ผลการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคโดยการอภิปรายกลุ่มจำนวน 30 คน และโดยการตอบแบบสอบถามจำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคต้องการให้พัฒนาแบตเตอรี่แก้กลดพลังงานและลดน้ำตาลมีลักษณะผลิตภัณฑ์สดใหม่ มีกลิ่นเนยมีลักษณะเป็นชิ้นสี่เหลี่ยม บรรจุในถุงพลาสติกและสามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิห้อง ผู้บริโภคใช้ปัจจัยในการซื้อ คือ ความสดใหม่, คุณค่าทางโภชนาการ และรสชาติ

2. ผลการสำรวจตลาดพบว่าตามห้างสรรพสินค้าและร้านเบเกอรี่ที่มีจำหน่าย สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ 1.เค้กสด 2.เค้กแช่แข็ง มีราคาแตกต่างกันตั้งแต่ 10 -170 บาท และสามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิแช่แข็ง

3. แป้งข้าวกล้อง มีค่าทางกายภาพโดยมีค่าสี (L^* , a^* , b^* , dE^*) เท่ากับ 87.82, 0.96, 10.58, 10.25 ตามลำดับ มีความสามารถในการพองตัว 9.67 ,ความสามารถในการละลาย เท่ากับ 2.96 ค่าความหนืดสูงสุด 187.53 RVU, ค่าความหนืดสุดท้าย 303.81 RVU ค่าทางเคมี คือ ไขมัน 2.84 , เกล็ด 1.48, โปรตีน 7.82 , ใยอาหาร 1.04 , คาร์โบไฮเดรต 77.58

4. สูตรที่เหมาะสมของแบตเตอรี่แก้กลดพลังงานและลดน้ำตาล คือ แป้งข้าวกล้อง 17.48 % , เนยสด 15.92%, มอลโตเดรีกตริน 8.57 % , ไข่แดง 3.34 % , ไข่ขาว 24.63 % , สารlactitol 18.08 % , สาร Acesulfame K 0.09 % , นมข้นจืด 6.29%, ผงฟู 0.64 % , สารอิมัลซิไฟเออร์(EC25) 3.70%, เกล็ด 0.48 % , กลิ่นเนย 0.53 % , กัวร์กัม 0.25 %

5. คุณภาพผลิตภัณฑ์ดังนี้ คือผลิตภัณฑ์มีสีเหลือง (L^* 60.91, b^* 0.07, a^* 13.87), ค่าความแข็ง 2.56 นิวตัน, ปริมาตรจำเพาะ 3.07 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม, องค์ประกอบทางเคมี ความชื้น(ร้อยละ) 29.33, โปรตีน(ร้อยละ) 8.54, ไขมัน(ร้อยละ) 26.29, เถ้า(ร้อยละ) 1.41, เยื่อใยหยาบ(ร้อยละ) 1.03, คาร์โบไฮเดรต(ร้อยละ) 33.40, คอเลสเทอรอล 24.68 มิลลิกรัมต่อ50กรัม(แบตเตอรี่เล็ก 1 ซินส์ไลต์) และค่าพลังงาน 158.63 กิโลแคลอรี ต่อ50 กรัม(แบตเตอรี่เล็ก 1 ซินส์ไลต์) โดยสามารถลดคอเลสเทอรอลและพลังงานได้ ร้อยละ 52 และ36 ตามลำดับ

6. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เล็กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องโดย พบว่ากลุ่มผู้บริโภค (อายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป) ชอบผลิตภัณฑ์โดยรวมในระดับความชอบปานกลาง และยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 99 ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 99 และยอมรับภาชนะบรรจุ ร้อยละ 92 และกลุ่มผู้บริโภคทั่วไป (อายุ 11 ปีถึง 40 ปี) ชอบผลิตภัณฑ์โดยรวมในระดับความชอบเล็กน้อย และยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 97 ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 93 และยอมรับภาชนะบรรจุ ร้อยละ 82

7. อายุการเก็บแบตเตอรี่เล็กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องดอกมะลิ105 ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิห้อง โดยแบ่งเก็บใน 2 สภาวะ คือ 1.สภาวะบรรยากาศปกติ บรรจุในถุงพลาสติก OPP พบว่า สามารถเก็บรักษาได้ 3 วัน โดยไม่มีการเสื่อมเสียด้านจุลินทรีย์ และด้านกายภาพ 2. สภาวะบรรยากาศ MAP (ไนโตรเจน 100 %) บรรจุถุง K – Nylon // LLDPE พบว่า สามารถเก็บได้ 10 วัน โดยไม่มีการเสื่อมเสียด้านจุลินทรีย์และด้านกายภาพ โดยทั้ง 2 สภาวะมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพ, ด้านประสาทสัมผัส และด้านประสาทสัมผัส เป็นในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ค่าความแข็งและค่าทางจุลินทรีย์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ ค่าความชื้น, ค่า a_w , ค่าความชอบของผู้บริโภคมีแนวโน้มลดลง

ข้อเสนอแนะ

1. บัตเตอร์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกลีงนั้น มีอายุการเก็บที่สั้น เนื่องจากการเกิดสเตลิง และเชื้อจุลินทรีย์ได้ง่ายกว่าบัตเตอร์เค้กที่ผลิตจากสาาลีและมีไขมันเต็ม ดังนั้นอาจจะมีการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แป้งสำเร็จรูปได้ เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถซื้อไปทำรับประทานได้เองที่บ้าน เพื่อรสชาติที่อร่อย และความสดใหม่ของผลิตภัณฑ์ หรือมีการศึกษาการยืดอายุการเก็บโดยการเติมสารกันเสีย
2. จากการศึกษาอายุการเก็บในสภาวะ MAP ทำให้ทราบว่าผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลผู้บริโภคไม่ยอมรับทางด้านกายภาพก่อนที่ผลิตภัณฑ์จะเสื่อมเสียด้วยเชื้อจุลินทรีย์ ดังนั้นควรมีการศึกษาสารอื่นๆที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บน้ำในผลิตภัณฑ์ได้
3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกลีงเป็นเพียงแนวทางในการลดพลังงานในอาหาร เพื่อสุขภาพของผู้บริโภค ดังนั้น ควรมีการศึกษาการลดไขมันและน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดอื่นๆ เช่นใน พาย คุกกี้ และแครกเกอร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2548.

ธุรกิจเบเกอรี่. แหล่งที่มา: <http://www.google.com/intranet.dip.go.th> 28/05/2548

กระทรวงสาธารณสุข. 2541. หลักเกณฑ์ในการกล่าวอ้างทางฉลากโภชนาการบนฉลากอาหาร.

กรุงเทพธุรกิจ. 2543. คุณภาพชีวิต-ชุมชนเมือง. 12 มีนาคม 2543.

_____. 2547. สแตทิจิเคเตอร์ชี้แจงผลิตภัณฑ์โรงงาน เบเกอรี่ส่งออกมารับเอเอฟที.
6 สิงหาคม 2547.

_____. 2548. ปรับโครงสร้างหนี้”ยูเอฟเอ็ม”บสท.รับชำระรวม627ล้าน. 22 กุมภาพันธ์. 2548

กล้าณรงค์ ศรีรอด . 2542.สารให้ความหวาน .จารย์พา เทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร.

_____ และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2546. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กัมปนาท มุขดี. 2533. การวิจัยและพัฒนาข้าวในเขตพื้นที่ความรับผิดชอบของศูนย์วิจัยข้าว
ปทุมธานี. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2546. การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์ธรรม
สาร, กรุงเทพฯ.

คู่แข่งธุรกิจ. 2540. ตลาดเค้กยุโรปียนรุกสกัดคู่แข่ง. 28 กรกฎาคม 2540.

งามชื่น คงเสรี. 2539. ผลิตภัณฑ์ข้าว. แหล่งที่มา : www.charpa.co.th/bulletin/rice_products.html.
5/4/2547

_____, สุนันทา วงศปิยะชน และ รุจิรา ปรีชา. 2543. การใช้แป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งสาลีใน
ผลิตภัณฑ์ขนมเค้กและคุกกี้. จดหมายข่าวผลิต 3 (3) :2-15.

- งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2538. **ก๊าซกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร**. พิมพ์ครั้งที่2. โรงพิมพ์ลิตรคอร์น โปรโมชั่น, กรุงเทพฯ.
- จิตรณา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2546. **เบเกอร์เทคโนโลยีเบื้องต้น**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จุฑา พีรพัชระ, ชญาภัทร์ สุทธิมิตร และเจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์. 2544. **การใช้แป้งข้าวกล้องในผลิตภัณฑ์ขนมอบ**. วารสารวิจัยและฝึกอบรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล 4(3): 11-20.
- ชุมศักดิ์ พุกกษาพงษ์, บรรณาธิการ. 2546. **คู่มือเบากวาน**. สำนักพิมพ์ ก.พล จำกัด, กรุงเทพฯ.
- ฐานเศรษฐกิจ. 2545. **การดีเนี่ยหาผู้ร่วมทุนกลางปีหน้ารู้ผลแน่ ฟาร์มเฮาส์เจาะวัยรุ่น**. 12 ธันวาคม 2545.
- _____. 2548. **ร้านอาหารเอนเตอร์เทนเมนต์คอนเซปต์สุดเยี่ยมฟาร์มเฮาส์**. 13 มีนาคม. 2548.
- ดำรง กิจสกุล. 2538. **คู่มือลดความอ้วน**. พิมพ์ครั้งที่10. สำนักพิมพ์หมอบ้าน, กรุงเทพฯ.
- ตรีคุณ (นามแฝง). 2548. 10 กรณีที่ท่านต้องตรวจเบากวาน, **เบากวาน**1(2): น.62-65.
- ทวีชัย พีชผล. 2538. **สารให้ความหวานมากในปัจจุบัน**. **วารสารเทคโนโลยี**16(1): 16-17
- เทพ หิมะทองคำ. 2547. บทนำ, น. 20-22. **ใน รัชตะ รัชตะนาวิณ และ ธิดา นิงสานนท์, บรรณาธิการ. ความรู้เรื่องเบากวาน**. สำนักพิมพ์จูนพัลลิ่ง จำกัด, กรุงเทพฯ.
- เนตรนภิส วัฒนสุขชาติ, เพลินใจ ตั้งคณะกุล, พะยอม อัดถวิบูลย์กุล, ดวงจันทร์ เสงสวัสดิ์ และสายพิณ มณีพันธ์. 2541. **การใช้สารทดแทนไขมัน Oastrim-5 ในการทำขนมอบ และขนมไทย**. **วารสารอาหาร** 2541 (2): 97-110
- เนื่อทอง วนานวัช, อรอนงค์ นัยวิกุล และ ปรีศนา สุวรรณภรณ์. 2543. **การใช้แป้งข้าวเจ้าทดแทนแป้งสาลีในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปัง**. **จดหมายข่าวผลิใบ** 3 (3): 2-15.

เบญจพร มีเกาะ, หทัยรัตน์ ริมศิริ, เพ็ญขวัญ ชมปริดา และสุนรัตน์ ชื่นพุฒิ. 2546. การใช้ฟลาว
มันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลีในพายกรอบ. ใน การประชุมทางวิชาการของ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41 วันที่ 3-7 กุมภาพันธ์ 2546 .
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประชาชาติธุรกิจ. 2548. อิน แอนด์ เอาท์ ขยายฐานลูกค้า. 24 มีนาคม 2548.

ผู้จัดการ. 2546. ฟาร์มเฮ้าส์ 5 บาท สร้างตลาดนิเวศเนอเธอร์แลนด์. 17 กุมภาพันธ์ 2546.

_____. 2548. ส่งออกข้าวปี 47 ทะลุ 10 ล้านตัน ไทยยังได้ดุลเอฟทีเอจีน-อินเดีย.
7 มกราคม 2548

_____. 2548. เลอโนทจับทำเลไฮโซผุดสาขา. 13 พฤษภาคม 2548.

พรทิศา ชัยอำนาจ. 2545. แนวป้องกันและรักษาโรคอ้วนในประชากรไทย. บริษัท คอมฟอร์ม
จำกัด, กรุงเทพฯ.

พรวิมล ปั่นหยง, เพ็ญขวัญ ชมปริดา, วิชัย หฤทัยธนาสันต์ และชุลีพร เปี่ยมสมบูรณ์. 2545.
การพัฒนาขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิ. ใน การประชุมทางวิชาการของ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40 วันที่ 4-7 กุมภาพันธ์ 2545 .
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พัชรินทร์ เพชรมาก. 2547. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กจากฟลาวมันสำปะหลังพันธุ์
เกษตรศาสตร์-50. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____, เพ็ญขวัญ ชมปริดา, วิชัย หฤทัยธนาสันต์, กล้าณรงค์ ศรีรอด และชื่นจิตต์ แจ่มเจนกิจ.
2547. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กลดพลังงานจากฟลาวมันสำปะหลังพันธุ์
เกษตรศาสตร์-50. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42
วันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ 2547 . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2536. **การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส**. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2539. **หลักการเทคโนโลยี เล่ม 2**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการ
อาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

มาลี ชิมศรีสกุล และกมลทิพย์ สัจจาอนันตกุล. 2546. **การใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนบางส่วน
ของแป้งสาลีในซีฟอนเค้ก**. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ครั้งที่ 41 วันที่ 3-7 กุมภาพันธ์ 2546. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเค้ก. 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเค้ก**. มพช.459/2547.

มติชน. 2546. **Bakie เค้ก Low Fat ชูธุรกิจเอาใจคนรักสุขภาพ**. 15 พฤศจิกายน 2546.

รุ่งนภา วิสิฐอุตรการ. 2540. **การประเมินอายุการเก็บของอาหาร**. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์. คณะ
อุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 169น.

ลดาวัลย์ เจริญรัตนศรีสุข, วิชัย หลุทัยธนาสันต์, เพ็ญขวัญ ชมปรีดา และชัชจัตต์ แจ่มเจนกิจ. 2547.
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังโปรตีนและใยอาหารสูง. ใน การประชุมทางวิชาการของ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42 วันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ 2547.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วารุณี ธาระแพทย์. 2546. **การทดสอบตลาดผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมอบและขนมไทยที่มี
ส่วนผสมจากฟลาวมันสำปะหลังเกษตรศาสตร์ 50**. รายงานเสนอต่อสำนักงาน
คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

วิชัย หลุทัยธนาสันต์. 2548. **เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงวิชาการ**. สถาบันค้นคว้าและพัฒนา
ผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร, กรุงเทพฯ

วิฑูรย์ ปริญญาวิวัฒนากุล. 2547. The McNemar, น. 112-123. ใน **การอบรมเรื่อง New Tools for Product Development**. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ร่วมกับ สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยกสิกรรมไทย. 2539. **พฤติกรรมผู้บริโภคเบเกอรี่ของคนกรุงเทพฯ**. แหล่งที่มา:
<http://www.kasikornresearch.com/index.wcgi> 28/08/2548

ศิริลักษณ์ สินชวาลย์. 2533. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางโภชนาการ**. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์, สมชาย หิรัญกิตติ, จิรศักดิ์ จิยะจันทร์, ชวลิต ประภวานนท์, ฌดา จันทร์สม และวลัยลักษณ์ อัครวิงศ์. 2540. **การวิจัยตลาด**. บริษัท A.N. การพิมพ์, กรุงเทพฯ.

_____, ปริญ ลักษิตานนท์, ศุภร เสรีรัตน์ และองอาจ ปทะวนิช. 2546. **การบริหารการตลาดยุคใหม่**. บริษัท ธรรมสาร จำกัด, กรุงเทพฯ.

ศักดิ์ดา ศรีนิเวศน์. 2548. **ประเทศไทยต้องมั่นคงทางอาหารก่อนเป็นครัวโลก**. แหล่งที่มา:
<http://www.google.com>. 28/08/2548

ศัลยา. 2547. สารให้รสหวานแทนน้ำตาล, น. 178-184. ใน **รัชตะ รัชตะนาวิณ และ ธิดา นิงสานนท์, บรรณาธิการ. ความรู้เรื่องเบาหวาน**. สำนักพิมพ์จูนพับลิชชิ่ง จำกัด, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยข้าว. 2543. ข้าว : ชีวิต เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม. ใน **การประชุมวิชาการประจำปี 2543 วันที่ 8-12 พฤษภาคม 2543**. ณ ศูนย์แสดงสินค้านานาชาติ อิมแพค เมืองทองธานี นนทบุรี

สมวงษ์ ตระกูลรุ่ง. 2548. **ข้าวโภชนาการเพื่อสุขภาพและการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม**.
www.dnatec.ku.ac.th/new-dnatec/download/rice.pdf. 30/09/2548

สยามธุรกิจ. 2548. **IN & OUT รุกคืบเจาะฐานลูกค้าใหม่**. 25 มิถุนายน 2548.

สยามธุรกิจ. 2546. เอส แอนด์ พี เบเกอรี่อร่อย. 2 พฤศจิกายน 2546.

_____. 2547. รัฐบาลประกาศ FTA สเตรชิจิด ทุ่มนำเข้ากลุ่ม ฟู๊ด. 11 สิงหาคม 2547.

สิรินาถ ตันฑเกษม. 2540. การใช้แป้งเพื่อทดแทนแป้งสาลีบางส่วนผลิตภัณฑ์เค้กแช่เยือกแข็ง.
วารสารทางวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้า17(2): 26-35

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2538. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขนมปังกรอบ.
มอก.742-2538

อดิศักดิ์ เอกโสภาวรรณ, จารุวรรณ จันทรัตน์, เอกชัย จารุเนตรวิลาส และสุชาติ น้อยสุวรรณ.
2541. การลดไขมันในผลิตภัณฑ์เค้กและคุกกี้ด้วยแป้งบุก. อาหาร 28(2): 111-124.

_____. 2545. ผลของการลดปริมาณน้ำตาลที่มีผลต่อลักษณะทางคุณภาพของเค้กและคุกกี้ลด
พลังงานด้วยแป้งบุก ซอร์บิทอลและโพลีเดกซ์โตรส. อาหาร 32(4): 291-299

อรอนงค์ วินัยกุล. 2547. ข้าว: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.

อาภรณ์ รัตนวิจิตร. 2533. ผลของการให้ความรู้ในทางปฏิบัติโดยใช้กระบวนการกลุ่มต่อการลด
น้ำหนักในคนที่น้ำหนักเกินมาตรฐาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.
มหาวิทยาลัยมหิดล.

อารยา ทองผิว. 2536. ความอ้วนเป็นโรค, 22-32. ใน ชุมศักดิ์ พญาพงษ์, บรรณาธิการ. ใกล้เคียง
หมอ. บีเคอินเตอร์พริ้นท์, กรุงเทพฯ.

อุศมา สุนทรนฤงษ์. 2545. การพัฒนาผลิตภัณฑ์บัทเทอร์เค้กจากข้าวหอมมะลิ.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Aaron M. Altschut. 1993. **Low-Calorie Foods Handbook**. Marcel Dekker, Inc., N.Y.

- Alexander, R.J. 1992. Maltodextrins: Production, Properties and Applications. In F.W.Schenck and R.E.Hebeda. **Strach Hydrolysis Product: Worldwide Technology, Production and Applications**. VCH Publishers, New York.
- Amanda M. Frye and S. Setser Carole. 1993. Bulking Agent and Fat Substitutes. 214-251 pp. In Aron M. Altschul. **Low Calorie Foods Handbook**. Marcel Dekker, Inc., N.Y.
- Anon. 1990. Fat Substitutes Update. **Food Technol.** 44(3): 92-94
- Anonymous . 2004. **Maltodextrin & Corn Syrup Solid**. Bangkok.
- Anonymous. 2004. Lactitol. www.danisco.com/sweetener. 16/05/2004
- Anonymous. 2004. Litesse. www.danisco.com/sweetener. 16/05/2004
- AOAC. 2000. **Official Method of Analysis of AOAC International**. 17 th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Virginia.
- Barrett, AH., A.V. Vvrdello, L.mair, P. Maguuuuire, L.Lrsher, M. Richardson, J.Priggs and I.A. Taub. 2000. Texture optimization of shelf-stable bread: Effect of Glycerol Content and Dough-forming Technique. **Cereal Chem.** 77(2): 169-176
- Black, R.M. 1993. Sucrose in Heath and Nutrition-facts and Myths. **Food Technol.** 47(1): 130-134.
- Bracco, F.E., N. Baba and S.A.cHashim. 1987. Polysiloxane: potential noncaloric fat substitutes; effect on body composition of obese Zucker rats. **Am.J. Clin. Nutr.** 46: 784-786
- Cambell, A. M., Penfield, M. P., and Griswold, R. M., eds. 1979. Evaluating food by objective methods. In: **The experimental study of food**, 2nd ed. Houghton Mifflin Co.: Dallas, TX.

- Cooper, D.R. and P.S. Schindler. 1998. **Business Research Method.** 6th ed. Irwin McGraw-Hill, Singapore.
- Frye, A.M. and C.S. Setser, 1993. Bulking Agents and Fat Substitutes. In: **Low-Calorie Foods Handbook.** Aaron M. Altschut Ed., Marcel Dekker, Inc., N.Y.
- George C. and D. George 1989. **Food Emulsifier.** Elsevier, New York.
- Gillis, A. 1988. Fat substitutes create new ideas. **J. Am. Oil Chem. Soc.** 65(11): 1708
- Haberstroth, C. and E.C. Morris. **Fat and Cholesterol Reduced Foods:** Technologies and strategies. Library of Congress, USA.
- Institute of Nutrition. 1999. **Thai Food Composition Table.** Bangkok.
- Juiano, B.O. 1993. **Rice in Human Nutrition.** F.A.O., Rome.
- Leonard W. 1996. **A Baker's Perspective,** 239-255. In Owen R., Marcus, Gary W., Steven R.,
- Park KH. 1976. **Elucidation of Extrusion Puffing Process.** Dphil dissertation. Univ. of Illinois Urbana. III
- Paula A. Lucca and Beverly J. Teeper. 1994. Fat Replacers and The Functionality of Fat in Foods. **Trends in Food Science & Technology.** 5: 12-19.
- Pieter and John R, eds. **Baked Goods Freshness.** CPC International, Inc., New Jersey.
- Magazyme. 1998. **Amylose/Amylopectin Assay kit for the Measurement of the Amylose and Amylopectin Contents of starch** Magazyme International Ireland, Ltd., Ireland.
11 p.

- Marsh, K.S. 1997. Shelf Life, pp. 830-834. In M. Baker and D. Eckroth (eds.). **The Wiley Encyclopedie of Packging Technology**. John Wiley & Sons, Inc., New York
- Meilgaard, M., G.V. Civille and B.T. Carr. 1999. **Sensory Evaluation Technique**. 3rd ed. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Merten, H. 1970. Low calorie lipids. **JAgric.Food Chem.** 18:1002-1006.
- Morrison, W.R., R.F. Tester, M.J. Gidley and J. Karkalas. 1994. Resistance to Acid Hydrolysis of Lipid – complex Amylase and Lipid – free Amylase in Lintneried Waxy Barley Starches. **Carbohydr Res.** 245 : 289-302
- Magazyme. 1998. **Amylose/Amylopectin Assay kit for the Measurement of the Amylose and Amylopectin Contents of starch** Magazyme International Ireland, Ltd., Ireland. 11p
- Nanaka, H.H. 1997. Plant Carbohydrate Derived Products as Fat Replacers and Calorie Reducers. **Cereal Foods World.** 42(5):377-378.
- Resurreccion, V.A. 1998. **Consumer Sensory Testing For Product Development**. The University of Georgia, USA.
- Riaz, K. 1993. **Low –calorie Foods and Food Ingredient**. Chapman & Hall, New York.
- Roller, S. and S.A. Jones. 1996. **Handbook of Fat Replacers**. CRC press, Boca Raton, USA.
- Smith, J.P. 1993. Baked product, 134-165. In: R.T. Parry, eds. **Principles and Application of Modified Atmosphere Packaging of foods**. Champ & Hall, New York

Tester, R. F. and W.R. Morrison. 1990. Swelling and Gelatinization of Cereal Starches I. Effect of Amylopectin, Amylase and Lipids, **Cereal Chemistry**. 67(1): 551

Yuckel, W.C. and C. Cox. 1992. Application of Starch Based Fat Replacers. **Food technol.** 46(6): 146-148

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การอภิปรายกลุ่ม, การสำรวจผู้บริโภคร และ การทดสอบผู้บริโภคร

ขั้นตอนการทำอภิปรายกลุ่ม (Resurreccion, 1998)

1. การแนะนำ (10 นาที)

1.1 Moderator's introduction

Moderator กล่าวถึงเป้าหมาย และรายละเอียดในการทำ Focus group รวมทั้งอธิบายให้ผู้ร่วมกลุ่มเข้าใจถึงบทบาทและหน้าที่ที่ต้องทำ

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อรวบรวมแนวความคิดของผู้บริโภคเกี่ยวกับด้านพฤติกรรมกรบริโภค, การซื้อและทัศนคติต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค้กและแบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาล

1.3 แจ้งรายละเอียด

- แจ้งแก่ผู้ร่วมกลุ่มว่า มีการบันทึกเทป และขอให้พูดเสียงดังฟังชัด
- ขอให้บอกชื่อในแต่ละครั้งในการพูด
- กรุณาอย่าพูดแทรกขณะที่ผู้อื่นกำลังแสดงให้ความคิดเห็น
- หลีกเลี่ยงการพูดคุยกันเองระหว่างผู้ร่วมกลุ่ม

1.4 การแนะนำตัว

- ชื่อ- นามสกุล และชื่อเล่น
- สถานที่ทำงาน และตำแหน่ง
- งานอดิเรก

2. การสำรวจทั่วไป (10 นาที)

ขั้นตอนนี้เป็นการอภิปรายเกี่ยวกับเรื่องทั่วไป โดยเนื้อหาควรครอบคลุมหัวข้อของคำถาม เช่น พฤติกรรมในการบริโภค และการปฏิบัติในการบริโภค

3. สอบถามอย่างละเอียด (In – depth Investigation) (50 นาที)

เป็นการสอบถามอย่างละเอียด ซึ่งจะเจาะลึกถึงหัวข้อที่ต้องการศึกษา

4. สรุป(Closure) (5 นาที)

- กล่าวปิดการทำ focus group
- กล่าวขอบคุณผู้ร่วมกลุ่ม
- แจกของที่ระลึก

ขั้นตอนการดำเนินงาน Focus group

กล่าวนำ

สวัสดิ์ดิษฐ์ ดิฉัน นางสาว ฉันทนุก นุกิจ จะเป็นผู้นำการอภิปรายแบบ Focus group discussion โดยขั้นแรกจะขออธิบายเกี่ยวกับการศึกษาในครั้งนี้ก่อนค่ะ

รายละเอียดเกี่ยวกับการศึกษาแบบ Focus group discussion

ในการอภิปรายแบบ focus group discussion มีจุดมุ่งหมายเพื่อต้องการทราบข้อมูล รายละเอียดเกี่ยวกับพฤติกรรม ทักษะคิด ความคิดเห็น และความต้องการ เกี่ยวกับหัวข้อที่เราสนใจ อภิปรายในวันนี้ คือ ผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็ก(เค็กเนยสด) และแบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตา

โดยดิฉันจะเป็นผู้ถามคำถามให้ทุกท่านตอบ ซึ่งแต่ละคนสามารถตอบได้ตามความคิดของคุณ จะไม่มีการตอบผิดหรือถูกใดๆทั้งสิ้น คุณสามารถพูดอะไรก็ได้ ที่เป็นมุมมองของคุณ และถ้ามีความคิดเห็นอย่างไรสามารถออกความคิดเห็นทั้งเห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วย ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการอภิปรายในครั้งนี้

ชี้แจงเกณฑ์การทำ Focus group discussion

1. ในการอภิปรายจะมีการบันทึกข้อมูลระหว่างการอภิปราย เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการดำเนินงาน ซึ่งเทปนี้จะใช้ในการเตรียมรายงาน และจะไม่มีการอ้างชื่อของคุณในรายงาน
2. กรุณาพูดเสียงดังเพื่อให้ทุกคนได้ยินเสียงอย่างชัดเจน
 - เมื่อคุณต้องการพูด หรือแสดงความคิดเห็น กรุณายกมือขึ้น กรุณาอย่าพูดแทรก ขึ้นมาขณะคนอื่นกำลังแสดงความคิดเห็น
 - เมื่อต้องการพูด หรือแสดงความคิดเห็น หรือถามคำถามใดๆ กรุณาบอกชื่อของคุณก่อนทุกครั้ง

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. แนะนำตัว

“พวกเราจะทำความรู้จักกัน โดยการแนะนำตัว เพื่อสร้างความสัมพันธ์และคุ้นเคยกัน ช่วยบอกชื่อของแต่ละท่านแก่ผู้เข้าร่วมอภิปรายด้วยค่ะ ได้แก่ ชื่อ นามสกุล ชื่อเล่น

2. การสอบถามเบื้องต้น

ถามคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรม ทักษะคติ และความต้องการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เด็ก โดยมีคำถามดังนี้

คำอธิบาย แบตเตอรี่เด็กเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่นิยมบริโภคกันมาก โดยมีแป้งสาลี เนย นม ไข่ไก่ น้ำตาล เกลือ และผงฟูเป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งแบตเตอรี่เด็กนั้นเป็นเค้กที่มีปริมาณไขมัน ปริมาณน้ำตาลในเกณฑ์ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับส่วนผสมอื่น จากการบริโภคอาหารที่มีไขมันสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารที่มีกรดไขมันอิ่มตัวสูงและบริโภคอาหารที่มีน้ำตาลสูงจะเป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด ความดันโลหิตสูง และโรคอ้วน ดังนั้นจึงควรเลือกบริโภคอาหารลดไขมัน ลดน้ำตาล และอาหารที่มีเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เด็กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง เพื่อ เป็นการเพิ่มแนวทางการใช้ประโยชน์และมูลค่าแก่ข้าวกล้อง รวมทั้งคำนึงถึงโภชนาการสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ,ผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นต่อกรเป็นโรคเบาหวาน(ผู้บริโภคที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไปหรือคนที่ เป็นโรคอ้วน) รวมทั้งผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพ

2.1 ท่านมีพฤติกรรมในการบริโภคอาหารเบเกอรี่โดยปกติอย่างไร และ มีความสนใจในอาหารประเภทใด เช่น เค้ก ขนมปัง พาย

2.2 การบริโภคผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เด็ก

2.2.1 ท่านรับประทานอาหารแบตเตอรี่เด็ก หรือ เค้กเนยสด บ่อยเพียงใด

2.2.2 ท่านรับประทานในช่วงเวลาใด

2.2.3 ท่านเก็บรักษาแบตเตอรี่เด็กที่รับประทานไม่หมดอย่างไร

2.2.4 เหตุผลในการบริโภคแบตเตอรี่เด็ก

2.3 การซื้อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เด็ก

2.3.1 ชนิด(รูปแบบ)ของแบตเตอรี่เด็กที่ท่านซื้อมีรูปแบบใด

2.3.2 ขนาด(น้ำหนักสุทธิ)ที่ซื้อแบตเตอรี่เด็กแต่ละครั้ง

2.3.3 ราคาที่ท่านซื้อแบตเตอรี่เด็กแต่ละครั้งประมาณเท่าไร

2.3.4 ทรายี่ห่อที่ท่านซื้อมีอะไรบ้าง

2.3.5 ระยะเวลาที่ท่านคาดหวังในการการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เล็ก (ควรมีอายุการเก็บเท่าไร และอย่างไร อธิบาย)

3. In – depth Investigation

3.1 ปัญหาที่ท่านพบในการบริโภค/การซื้อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เล็กมีอะไรบ้าง

3.2 ท่านคิดว่าควรมีการพัฒนา/ปรับปรุง ผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เล็กในด้านใดบ้าง

3.3 ท่านมีความรู้สึกรู้สึกอย่างไรต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เล็กลดพลังงาน(ลดไขมันและลดน้ำตาล)

3.4 ท่านคิดว่าภาชนะบรรจุของผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เล็กลดพลังงาน(ลดไขมันและลดน้ำตาล)ควรมีลักษณะใด

3.5 ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เล็กลดพลังงาน(ลดไขมันและลดน้ำตาล)ควรเก็บไว้ในสถานะใดและนานเท่าไร

3.6 ท่านคิดว่าราคาของผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เล็กลดพลังงาน(ลดไขมันและลดน้ำตาล)ควรมีราคาอย่างไร

3.7 จากผลิตภัณฑ์ที่ดิฉันให้ทุกท่านดูท่านชอบผลิตภัณฑ์ใดมากที่สุด แสดงความคิดเห็นและวิจารณ์ผล

4. Closure

- ก่อนที่จะจบการอภิปรายในครั้งนี้ท่านใดมีข้อเสนอแนะ หรือข้อสงสัยอื่นๆ เพิ่มเติมหรือไม่

- สุดท้ายนี้ ดิฉันขอขอบคุณทุกท่านที่สละเวลาและให้ความร่วมมือในการอภิปรายครั้งนี้ เป็นอย่างดี

- กรุณารับของที่ระลึกเพื่อเป็นการตอบแทน

การคำนวณกลุ่มตัวอย่าง

จากการสำรวจผู้บริโภคโดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างเป้าหมาย จำนวน 40 คน เพื่อทราบถึงสัดส่วนของประชากรที่คาดว่าจะสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามสนใจซื้อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เครื่องลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ ร้อยละ 95 และไม่สนใจซื้อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เครื่องลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ ร้อยละ 5 ดังนั้น สัดส่วนของประชากรที่คาดว่าจะสนใจซื้อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เครื่องลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง (p) เท่ากับ 0.95 โดยสามารถคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างจากสูตรการแจกแจงค่าสัดส่วนตัวอย่างคือ $n = \frac{Z^2 pq}{E^2}$

โดยที่ $p =$ สัดส่วนของประชากรที่คาดว่าจะสนใจซื้อผลิตภัณฑ์

$$q = 1 - p$$

$$Z = \text{ความเชื่อมั่นที่กำหนด (ร้อยละ 95)} = 1.96$$

$$E = \text{ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับให้เกิดขึ้นได้ (ร้อยละ 5)}$$

แทนค่า
$$n = \frac{[(1.96)^2 (0.95)(1-0.95)]}{(0.05)^2}$$

$$n = 72.9$$

ดังนั้นการสำรวจผู้บริโภคต้องมีขนาดกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 73 คนขึ้นไป

แบบสอบถาม

การสำรวจความคิดเห็น และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่แก้ลดพลังงานและลดน้ำตาล

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง ขอความร่วมมือตอบแบบสอบถามการสำรวจความคิดเห็น และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่แก้ลดพลังงานและลดน้ำตาล

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้เป็นการสำรวจความคิดเห็น และความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่แก้ลดพลังงานและลดน้ำตาล เพื่อประกอบวิทยานิพนธ์ของนางสาว ณิชก นุกิจ นิสิต ปริญญาโท สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งทำวิจัยในเรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่แก้ลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง” ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยและจะไม่มีผลกระทบใดๆต่อท่านทั้งสิ้น ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

คำอธิบาย แบตเตอรี่แก้เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ใช้แป้งสาลี เนย นม ไข่ไก่ น้ำตาล เกลือ และผงฟูเป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งแบตเตอรี่แก้เป็นเค้กที่มีร้อยละไขมันสูง และเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมบริโภคกันมาก การพัฒนาผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่แก้ลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง เพื่อเป็นการเพิ่มแนวทางการใช้ประโยชน์และมูลค่าแก่ข้าวกล้อง และส่งเสริมให้มีการบริโภคข้าวกล้องมากขึ้น เป็นการลดการนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศ รวมทั้งคำนึงถึงโภชนาการสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ,ผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นต่อการเป็นโรคเบาหวาน(ผู้บริโภคที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไปหรือคนที่ เป็นโรคอ้วน) รวมทั้งผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพ

ขอขอบพระคุณ

ณิชก นุกิจ

ผู้วิจัย

6. รายได้ต่อเดือน

- () 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 ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาล

7. ท่านให้ความสำคัญกับปัจจัยดังต่อไปนี้อย่างไรบ้าง ซึ่งจะช่วยให้คุณสนใจในผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาล

ปัจจัย	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ลักษณะปรากฏ (เช่น โพรงอากาศ , สี ,)					
กลิ่น (เช่น เนย ,วานิลลา,ใบเตยหรืออื่นๆ)					
รสชาติ (เช่น ความอร่อย)					
เนื้อสัมผัส (เช่น ความนุ่ม)					
ราคา					
ความสดใหม่					
คุณค่าทางโภชนาการ					
รูปแบบ/รูปทรง (เช่น ซีนส์สไลด์, ถ้วย หรือ อื่นๆ)					
ขนาดบรรจุ/หน่วย (เช่น 50 กรัมต่อชิ้น)					
ชนิดบรรจุภัณฑ์ (เช่น กล่องพลาสติก, ถูงพลาสติก ,กล่องกระดาษ อื่นๆ)					
อายุการเก็บ (เก็บไว้รับประทานนานหลายวัน)					
สถานที่จัดจำหน่าย (เช่น ห้างสรรพสินค้า , ซูเปอร์มาร์เก็ต , คิสเคาท์สโตร์)					
การส่งเสริมการตลาด (เช่น ลด, แลก, แจก ,แถม ,การโฆษณา)					

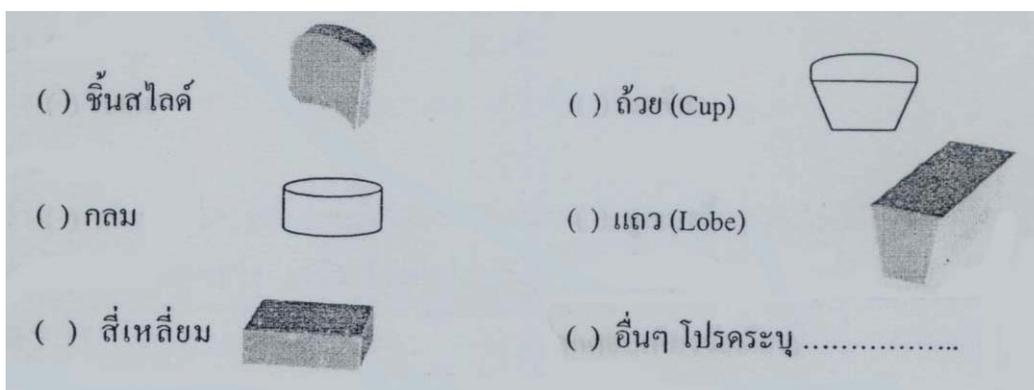
8. ท่านคิดว่ากลิ่นรสของแบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาล ควรมีกลิ่นรสใด (เลือกตอบเพียงข้อเดียว)

- | | |
|--------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> เนย | <input type="checkbox"/> วนิลา |
| <input type="checkbox"/> กาแฟ | <input type="checkbox"/> ช็อกโกแลต |
| <input type="checkbox"/> ไข่ขาว | <input type="checkbox"/> ชาเขียว |
| <input type="checkbox"/> ส้ม | <input type="checkbox"/> สตอเบอร์รี่ |
| <input type="checkbox"/> บลูเบอร์รี่ | <input type="checkbox"/> อื่นๆ โปรดระบุ..... |

9. ท่านคิดว่าท่านอยากให้ผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาล มีการพัฒนาใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค้กหือใดในท้องตลาดมากที่สุด (เลือกตอบเพียงข้อเดียว)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> เอส แอนด์ พี | <input type="checkbox"/> ร้านพัฟ แอนด์ พาย (การบินไทย) |
| <input type="checkbox"/> ชารารี | <input type="checkbox"/> เบเกอร์รี่ช |
| <input type="checkbox"/> การ์โตร์เฮ้าส์ | <input type="checkbox"/> ลิตเติลโฮม |
| <input type="checkbox"/> กานดา | <input type="checkbox"/> แครี่ คิวิน |
| <input type="checkbox"/> อิน แอนด์ เอทท์ | <input type="checkbox"/> ยามาซากิ |
| <input type="checkbox"/> อื่นๆ โปรดระบุ..... | |

10. หากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ท่านคิดว่าแบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาล ควรมีรูปแบบ/รูปทรงใด (เลือกตอบเพียงข้อเดียว)



11. จากคำตอบที่ท่านเลือกในข้อ 10 ท่านคิดว่าขนาดบรรจุของ แบตเตอรี่เก็บพลังงานและลดน้ำตา ควรมีขนาดบรรจุเท่าใด (เลือกตอบเพียงข้อเดียว)

- () 1 ชั้น () 2 ชั้น
 () 3 ชั้น () 4 ชั้น
 () มากกว่า 4 ชั้น () อื่นๆ โปรดระบุ.....

12. จากรูปที่ท่านเลือกในข้อ 10 และ 11 ท่านคิดว่าภาชนะบรรจุของ แบตเตอรี่เก็บพลังงานและลดน้ำตา ควรมีภาชนะบรรจุแบบใด (เลือกตอบเพียงข้อเดียว)

- () ถูพลาสติก () กล่องกระดาษ
 () กล่องพลาสติก () กล่องอลูมิเนียมฟอยล์
 () อื่นๆ โปรดระบุ.....

13. จากคำตอบที่ท่านเลือกในข้อ 10 , 11 และ 12 ท่านคิดว่า แบตเตอรี่เก็บพลังงานและลดพลังงาน ที่ท่านเลือก ควรมีราคาประมาณเท่าไร

- () 10-20 บาท () 21-30 บาท
 () 31-40 บาท () 41-50 บาท
 () สูงกว่า 50 บาท () อื่นๆ โปรดระบุ.....

14. ท่านคิดว่า แบตเตอรี่เก็บพลังงานและลดน้ำตา ควรมีสถานะการเก็บแบบใด (เลือกตอบเพียงข้อเดียว)

- () วางที่อุณหภูมิห้อง : สามารถเก็บได้ประมาณ 2-3 วัน
 () แช่เย็นในตู้เย็น : สามารถเก็บในตู้เย็นได้ประมาณ 1-2 สัปดาห์
 () อื่นๆ โปรดระบุ.....

15. หากมีการวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ แบตเตอรี่เก็บพลังงานและลดน้ำตา ท่านคิดว่าควรมีการจัดจำหน่ายที่ใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- () ห้างสรรพสินค้า () ซูเปอร์มาเก็ต เช่น ท็อป
 () ร้านสะดวกซื้อ เช่น seven eleven () อื่นๆ โปรดระบุ.....
 () คิสเคาท์สโตร์ เช่น โลตัส บิ๊กซี

16. ถ้ามีผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาล วางจำหน่าย ในขนาดและราคาใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด ท่านจะสนใจซื้อ หรือไม่

() สนใจ

() ไม่สนใจ เพราะ.....

**การคำนวณความสำคัญของปัจจัยที่มีผลในการเลือกซื้อบัตรเตอร์เกล้าพลังงานละลัดน้ำตาลจาก
แป้งข้าวกล้องพันธุ์ดอกมะลิ 105**

1. กำหนดระดับของคะแนน โดยกำหนดให้ 1 หมายถึงสำคัญน้อยที่สุด และ5หมายถึงสำคัญมากที่สุด
2. นำความถี่คูณด้วยระดับคะแนน และนำค่าที่คำนวณได้ในแต่ละระดับรวมกัน
3. นำค่าที่คำนวณได้หารด้วยจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม จะได้เป็นค่าเฉลี่ยของปัจจัยนั้นๆ

ตัวอย่างวิธีการคำนวณ

$$\begin{aligned} \text{ผลรวมปัจจัยความสดใหม่} &= (59*5) + (26*4) + (14*3) + (1*2) \\ &= 443 \end{aligned}$$

$$\text{ค่าเฉลี่ยปัจจัยความสดใหม่} = 443/100 = 4.43$$

4. คำนวณช่วงกว้างคะแนนเฉลี่ยในแต่ละชั้นซึ่งสามารถคำนวณได้ คือ 0.8 โดยมีวิธีการคำนวณดังนี้(Cooper, 1998)

$$\text{ช่วงระดับคะแนนเฉลี่ย} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด}-\text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

ซึ่งมีความหมายของแต่ละระดับชั้นดังนี้

คะแนนเฉลี่ยในช่วง 1.00 – 1.80 หมายถึง มีความสำคัญน้อยที่สุด

1.81 – 2.60 หมายถึง มีความสำคัญน้อย

2.61 – 3.40 หมายถึง มีความสำคัญระดับปานกลาง

3.41 – 4.20 หมายถึง มีความสำคัญมาก

4.21 - 5.00 หมายถึง มีความสำคัญมากที่สุด

5. แปลผล : ค่าเฉลี่ยของปัจจัยแต่ละปัจจัยนั้น อยู่ในช่วงใด ซึ่งในที่นี้พบว่าปัจจัยความสดใหม่ (คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ = 4.43) มีความสำคัญมากที่สุด

แบบสอบถาม

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาล จากแป้งข้าวกล้อง

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

คำอธิบาย ผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง เป็นผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กที่ผลิตจากแป้งข้าวกล้อง ซึ่งแบตเตอรี่เค็กจากแป้งข้าวกล้อง นี้ได้ผ่านกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์แล้วและมีพลังงาน , คอเลสเตอรอล น้อยกว่าสูตรปกติ และไม่มีส่วนผสมของน้ำตาลทรายเลย และมีใยอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งเหมาะกับผู้ที่สนใจห่วงใยในสุขภาพ ผู้ที่มีปัญหาทางด้านสุขภาพ เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวานหรือผู้ที่เสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวาน นอกจากนี้การพัฒนาผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับข้าวกล้อง และลดการนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศ

ขอความร่วมมือตอบแบบสอบถามการสำรวจความคิดเห็น และความต้องการของผู้บริโภค
ต่อผลิตภัณฑ์เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาล

ขอขอบพระคุณ

ณชนก นุกิจ

ผู้วิจัย

คำแนะนำ กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในวงเล็บ () หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

- () ชาย () หญิง

2. อายุ

- () 40 -49 ปี () 50-59 ปี
() มากกว่า 60 ปีขึ้นไป

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

ส่วนที่ 2. ข้อมูลเกี่ยวกับความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตา

6. กรุณาทดสอบตัวอย่าง โดย **ดูสี รูปแบบและภาษาบรรจุ** แล้วให้คะแนนความชอบโดย ลงในช่องตามความรู้สึก และชิมตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบในปัจจัยด้านกลิ่นรสเค็ก, ความนุ่ม และความชอบรวม โดย ลงในช่องตามที่ท่านรู้สึก

ปัจจัย	ไม่ชอบมากที่สุด (1)	ไม่ชอบมาก (2)	ไม่ชอบปานกลาง (3)	ไม่ชอบเล็กน้อย (4)	เฉยๆ(5)	ชอบเล็กน้อย (6)	ชอบปานกลาง (7)	ชอบมาก (8)	ชอบมากที่สุด (9)
ความชอบรวม									
สี									
รูปแบบ (จิ้นสไลด์)									
ภาษาบรรจุ									
กลิ่นรสเค็ก									
ความนุ่ม									

7. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ แบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาจากแป้งข้าวกล้อง นี้หรือไม่

() ยอมรับ เพราะ.....

() ไม่ยอมรับ เพราะ

8. ท่านยอมรับภาษาบรรจุของผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาจากแป้งข้าวกล้อง ซึ่งมีลักษณะตามที่ท่านเห็นอยู่หรือไม่ ซึ่งทำให้ท่านมั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์สะอาด และปลอดภัยรวมทั้งสะดวกในการพกพาและสามารถรับประทานได้ทันที

() ยอมรับ เพราะ.....

() ไม่ยอมรับ เพราะ

9. ถ้ามีผลิตภัณฑ์**แบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง**นี้จำหน่าย ท่านจะซื้อหรือไม่

() ซื้อ เพราะ.....

ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์**แบตเตอรี่เค้กลดพลังงานลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง**

ขนาดประมาณ 50 กรัม (ขนาดที่ท่านรับประทาน) ราคาที่บาท..... บาท

() ไม่ซื้อ เพราะ.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

แบบสอบถาม

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เก็บพลังงานและลดน้ำตาล

จากแป้งข้าวกล้อง

คำแนะนำ กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในวงเล็บ () หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมและตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

- () ชาย () หญิง

2. อายุ

- () 11 - 20 ปี () 21-30 ปี
() 31 -40 ปี

3. การศึกษาสูงสุด

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

4. อาชีพ

- () นิสิต/นักศึกษา () ข้าราชการ
() รัฐวิสาหกิจ () พนักงานบริษัทเอกชน
() ธุรกิจส่วนตัว () แม่บ้าน
() อื่นๆโปรดระบุ.....

5. รายได้ต่อเดือน

- () 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

ส่วนที่ 2. ข้อมูลเกี่ยวกับความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาล

6. กรุณาทดสอบตัวอย่าง โดย **ดูสี รูปแบบและภาชนะบรรจุ** แล้วให้คะแนนความชอบโดย ลงในช่องตามความรู้สึก และชิมตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบในปัจจัยด้านกลิ่นรสเค็ก, ความนุ่ม และความชอบรวม โดย ลงในช่องตามที่ท่านรู้สึก

ปัจจัย	ไม่ชอบมากที่สุด (1)	ไม่ชอบมาก (2)	ไม่ชอบปานกลาง (3)	ไม่ชอบเล็กน้อย (4)	เฉยๆ(5)	ชอบเล็กน้อย (6)	ชอบปานกลาง (7)	ชอบมาก (8)	ชอบมากที่สุด (9)
ความชอบรวม									
สี									
รูปแบบ (จิ้นสไลด์)									
ภาชนะบรรจุ									
กลิ่นรสเค็ก									
ความนุ่ม									

7. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ แบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง นี้หรือไม่

() ยอมรับ เพราะ.....

() ไม่ยอมรับ เพราะ

8. ท่านยอมรับภาชนะบรรจุของผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง ซึ่งมีลักษณะตามที่ท่านเห็นอยู่หรือไม่ ซึ่งทำให้ท่านมั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์สะอาด และปลอดภัยรวมทั้งสะดวกในการพกพาและสามารถรับประทานได้ทันที

() ยอมรับ เพราะ.....

() ไม่ยอมรับ เพราะ

9. ถ้ามีผลิตภัณฑ์**แบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง**นี้จำหน่าย ท่านจะซื้อหรือไม่

() ซื้อ เพราะ.....

ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์**แบตเตอรี่เค้กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง** ขนาดประมาณ 50 กรัม (ขนาดที่ท่านรับประทาน) ราคากี่บาท..... บาท

() ไม่ซื้อ เพราะ.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

มีต่อด้านหลังค่ะ

ผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง เป็นผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่
 เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง ซึ่งแบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง
 นี้ได้ผ่านกระบวนการพัฒนา
 ผลิตภัณฑ์แล้วและมีพลังงาน , คอเลสเตอรอล น้อยกว่าสูตรปกติ ไม่มีส่วนผสมของน้ำตาลทราย
 เลย และมีใยอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งเหมาะกับผู้ที่สนใจห่วงใยในสุขภาพ ผู้ที่มีปัญหาทางด้านสุขภาพ
 เช่นโรคอ้วน โรคเบาหวานหรือผู้ที่เสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวาน นอกจากนี้การพัฒนา
 ผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับ
 ข้าวกล้อง และลดการนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศ

10. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ แบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง นี้หรือไม่

() ยอมรับ เพราะ.....

() ไม่ยอมรับ เพราะ

11. ถ้ามีผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้องนี้จำหน่าย ท่านจะซื้อ
 หรือไม่

() ซื้อ เพราะ.....

ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์แบตเตอรี่เค็กลดพลังงานและลดน้ำตาลจากแป้งข้าวกล้อง ประมาณ 50 กรัม
 (ขนาดที่ท่านรับประทาน) ราคาที่บาท..... บาท

() ไม่ซื้อ เพราะ.....

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์คุณภาพ

กำลังการพองตัวการละลายและการละลาย (Swelling Power and Solubility)

(กล้านรงค์ และเกื้อกุล, 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. แช่ใส่อ่างน้ำร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส กวนตลอดเวลาเป็นเวลานาน 30 นาที
4. นำไปเหวี่ยงในเครื่องเหวี่ยงที่ความเร็ว 2,200 รอบต่อนาที นาน 15 นาที
5. คูดน้ำตอนบนใส่ภาชนะที่ทราบน้ำหนัก ให้มากที่สุดเท่าที่มากได้ และนำไปอบแห้งในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
6. ชั่งน้ำหนักเป็นน้ำหนักส่วนที่ละลายน้ำ ส่วนแป้งเปียกในหลอดนำมาชั่งเป็นน้ำหนักแป้งที่พองตัวแล้ว เพื่อนำมาคำนวณการพองตัว

วิธีการคำนวณ

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

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

การวิเคราะห์ปริมาณแอมิโลสเทียบต่อปริมาณสตาร์ช และปริมาณสตาร์ชเทียบต่อน้ำหนักตัวอย่าง
แห้ง (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. การเตรียมตัวอย่างฟลาวัวขาว

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 เติมลงไปหลอดทดลองเดิมที่มีตะกอน 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 ใส่ในหลอดทดลองเติม 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 ใส่ในหลอดทดลองเติม GOPOD reagent จำนวน 4 มิลลิลิตร บ่มที่อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที นำสารละลายที่ได้วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 510 นาโนเมตร (B)

4. การคำนวณผล

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

ภาคผนวก ค
แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

แบบรายงานการทดสอบ Line Scale

ชื่อผู้ทดสอบ วันที่ทดสอบ

ผลิตภัณฑ์ : **แบตเตอรี่เล็กพลังงานและลดน้ำตาล**

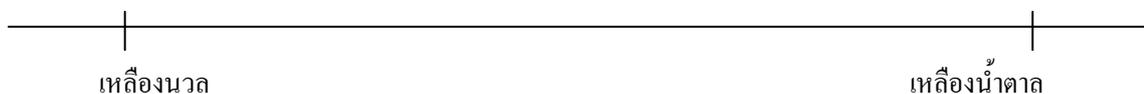
คำแนะนำ : กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์จากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความเข้มของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส
ด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ แล้วทำเครื่องหมาย (I) ลงบนเส้นให้ตรงกับความรู้สึกที่กำหนดในแต่ละ

คุณลักษณะ (1 = lowest intensity of that attribute, 15 = the most intensity of that attribute)

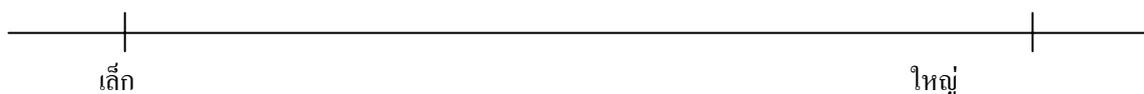
กรุณาวินปากก่อนทดสอบตัวอย่าง

ลักษณะปรากฏ

1. สีเนื้อเค้ก



2. ขนาดโพรงอากาศ



3. ความชุ่มชื้น



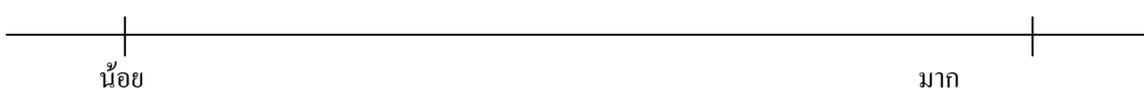
กลิ่น

4. กลิ่นเนย

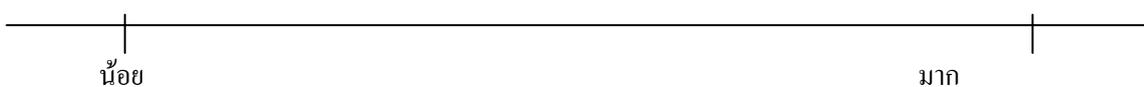


รสชาติ

5. รสเค็ม



6. รสหวาน



เนื้อสัมผัส

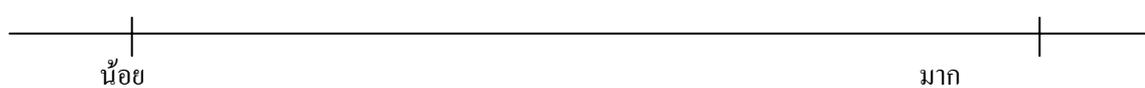
7. ความแข็ง



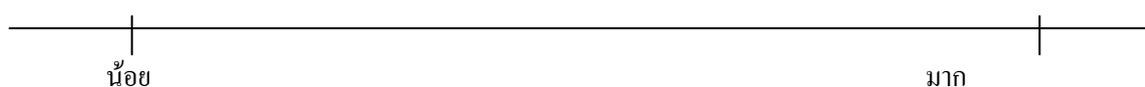
8. การเกาะรวมตัวกันของผลิตภัณฑ์



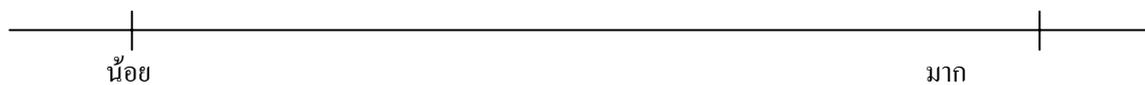
9. การเกาะติดฟัน



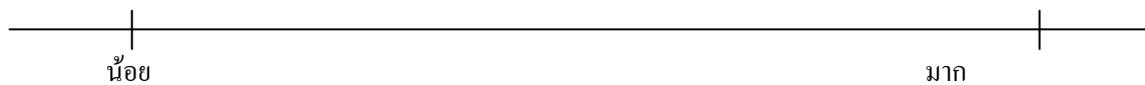
10. ความทนทานต่อการบดเคี้ยว



11. ความยืดหยุ่น

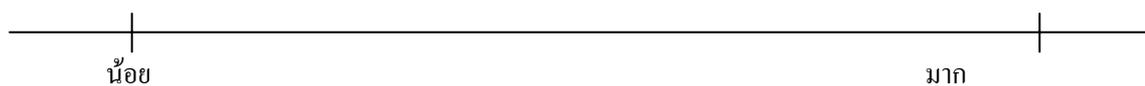


12. ความมันเคลือบปาก

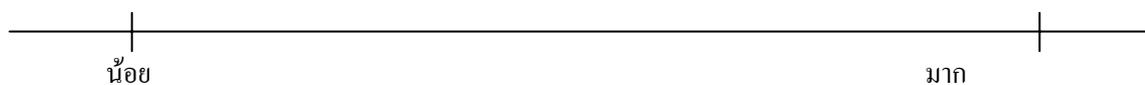


ความรู้สึกตกค้างภายในปาก

13. ความมันเคลือบปาก



14. รสหวาน



แบบทดสอบ

ผลิตภัณฑ์เค้ก

ชื่อ..... วันที่.....

กรุณาทดสอบตัวอย่าง โดย ดูสี รูปแบบและภาชนะบรรจุ แล้วให้คะแนนความชอบโดย ลงในช่องตามความรู้สึก และชิมตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบในปัจจัยด้านกลิ่นรสเค้ก, ความนุ่ม และความชอบรวม โดย ลงในช่องตามที่ท่านรู้สึก

รหัส

ปัจจัย	ไม่ชอบมากที่สุด (1)	ไม่ชอบมาก (2)	ไม่ชอบปานกลาง (3)	ไม่ชอบเล็กน้อย (4)	เฉยๆ(5)	ชอบเล็กน้อย (6)	ชอบปานกลาง (7)	ชอบมาก (8)	ชอบมากที่สุด (9)
ความชอบรวม									
สี									
รูปแบบ (ชิ้นสไลด์)									
ภาชนะบรรจุ									
กลิ่นรสเค้ก									
ความนุ่ม									

ข้อเสนอแนะ.....

แบบสอบถาม

ผลิตภัณฑ์เค้ก

ชื่อ..... วันที่.....

23/11/47.....

คำแนะนำ กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์แล้วกากบาทให้คะแนนความชอบที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง.....

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นเนย	รสหวาน	รสชาติรวม	ความนุ่ม	ความชอบรวม
คะแนนความชอบ						
1. ไม่ชอบมากที่สุด						
2. ไม่ชอบมาก						
3. ไม่ชอบปานกลาง						
4. ไม่ชอบเล็กน้อย						
5. เฉยๆ						
6. ชอบเล็กน้อย						
7. ชอบปานกลาง						
8. ชอบมาก						
9. ชอบมากที่สุด						